UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DISEÑO ARQUITECTURA Y ARTE
ESCUELA DE DISEÑO DE PRODUCTOS

DISEÑO DE UNIONES METÁLICAS ESTANDARIZADAS PARA ESTRUCTURAS EN MADERA

PÉRGOLAS

AUTOR: **Juan Carlos Arévalo Yumbla**
DIRECTOR: **Ing. José Luis Fajardo Seminario, Mgt**

CUENCA-ECUADOR
2022

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD
DISEÑO ARQUITECTURA Y ARTE

ESCUELA DE DISEÑO DE PRODUCTOS

DISEÑO DE UNIONES METÁLICAS ESTANDARIZADAS PARA ESTRUCTURAS EN MADERA
PÉRGOLAS

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
DISEÑADOR DE OBJETOS

AUTOR:

Juan Carlos Arévalo Yumbla

DIRECTOR:

Ing. José Luis Fajardo Seminario, Mgt

CUENCA-ECUADOR

2022

DEDICATORIA

Por ella y para ella todo mi esfuerzo y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

Mi eterno agradecimiento a toda mi familia y seres queridos, especialmente a mi madre por apoyarme en todas mis decisiones, y a mi amada Flor que está conmigo en las buenas y las malas, les agradezco por ser parte de mi vida.

De igual manera, mi sincera gratitud a todos los maestros que contribuyeron a mi formación académica, en especial a mi tutor José Luis Fajardo le agradezco su dedicación y esmero en brindar una educación de calidad profesional.

ÍNDICE

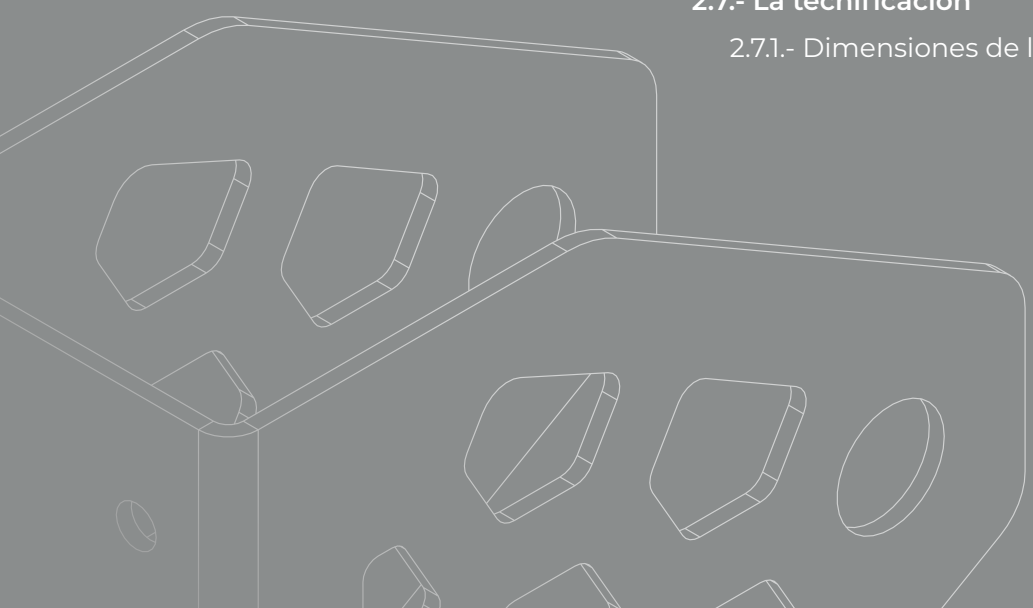
Dedicatoria 4
Agradecimientos 5
Índice de contenidos 6
Índice de imágenes 8
Resumen 10
Abstract 11
Objetivos 12
Introducción 13

01

1.- Capítulo: Contextualización 17
1.1.- El sector de la construcción en Ecuador 17
1.2.- El sector maderero 18
1.3.- La industria metalmecánica como medio productivo 20
1.3.1.- Potencial de la industria metalmecánica en Cuenca 22
1.4.- Las pérgolas en el Ecuador 23
1.5.- Estados del arte 25
1.5.1.- Great things to people 25
1.5.2.- Beza Projekt 26
1.5.3.- Análisis de estados del arte 26
1.6.- Homólogos 27
1.6.1.- Simpson Strong-Tie 27
1.6.2.- Rothoblaas 28
1.6.3.- Análisis de los homólogos 29
1.7.- Conclusiones 29

02

2.- Capítulo: Marco Teórico 33
2.1.- Concepto de pérgola 33
2.2.- Tipos de pérgolas 34
2.2.1.- Principales materiales de construcción 36
2.3.- El diseño modular 37
2.4.- La modularidad 38
2.4.1.- Tipos de modularidad 39
2.5.- Arquitectura de producto 40
2.6.- La estandarización 41
2.7.- La tecnificación 43
2.7.1.- Dimensiones de la Tecnificación: 44



03

3.- Capítulo: Ideación 49

3.1.- Brief de investigación 49

3.1.1.- Descripción 49
3.1.2.- Objetivos de la investigación 50
3.1.3.- Metodología 50
3.1.4.- Resultados 51
3.1.5.- Perfil de usuario 1 52
3.1.6.- Perfil de usuario 2 52

3.2.- Partidas de diseño 53

3.2.1.- Formal 53
3.2.2.- Funcional 53
3.2.3.- Tecnológico 53

3.3.- Propuestas de diseño 54

3.3.1.- Ideación 54

3.4.- Concreción de Ideas 56

3.4.1.- Bocetacion 57

3.5.- Propuesta de diseño 60

3.6.- Conclusiones 61

04

4.- Capítulo: Resultados 65

4.1.- Sistema de uniones metálicas 65

4.2.- Análisis estructural de la pérgola 66

4.2.1.- Generalidades 66
4.2.2.- Procedimiento de diseño 66
4.2.3.- Criterio de evaluación Estructural 66
4.2.4.- Cargas 67
4.2.5.- Configuración de Pérgola 67
4.2.6.- Modelo Matemático 67
4.2.7.- Diseño y Comprobación de miembros estructurales 68
4.2.8.- Análisis general del estudio 75

4.3.- Documentación técnica 76

4.4.- Renders 89

4.5.- Ambientaciones 92

4.6.- Fotografías del producto 96

4.7.- Packaging de productos 98

4.7.1.- Logotipo 98
4.7.2.- Planos de troquel 99

4.8.- Manual de usuario 108

4.9.- Costos 111

4.9.1.- Unión A - 90 111
4.9.2.- Unión B Piso 111
4.9.3.- Unión C Techo 112

4.10.- Protocolo de validación 113

4.10.1.- Definir el propósito de la prueba 113
4.10.2.- Escoger una población a encuestar 113
4.10.3.- Seleccionar el formato de encuestas 113
4.10.4.- Resultados 115

Ref.

Bibliografía 120

Bibliografía de ilustraciones 124

ÍNDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1: *Fundición de lozas.* 17
Ilustración 2: Obrero en una Construcción. 17
Ilustración 3: Estructura de madera. 18
Ilustración 4: Participación del producto interno bruto del sector forestal y madera. 19
Ilustración 5: Troncos de madera. 19
Ilustración 6: Esmeriladora. 20
Ilustración 7: Soldadura por arco. 21
Ilustración 8: Taladro de banco. 22
Ilustración 9: Corte laser de plancha metálica. 22
Ilustración 10: Hacienda Zuleta. 23
Ilustración 11: Pérgolas en Quito. 24
Ilustración 12: Cracked Shelf System. 25
Ilustración 13: Módulos Cracked Shelf. 25
Ilustración 14: Los angelitos en forma de parches. 26
Ilustración 15: Estación de trabajo basada en un barco pirata. 26
Ilustración 16: Estructura por Simpson Strong-Tie. 27
Ilustración 17: Conjunto de piezas de Simpson Strong-Tie. 27
Ilustración 18: Catalogo placas y conectores por Rothoblaas. 28
Ilustración 19: Conector oculto de concesión LOCK T EVO. 28
Ilustración 20: Conector oculto de concesión UV-T. 28
Ilustración 21: Pérgola rustica. 33
Ilustración 22: Pérgola adosada. 34
Ilustración 23: Pérgola sola. 35
Ilustración 24: Uniones de madera para estructuras. 36
Ilustración 25: Uniones metálicas para estructuras. 37
Ilustración 26: Mueble de corcho que cambia de forma. 37
Ilustración 27: Mueble de corcho que cambia de forma A. 38
Ilustración 28: Mueble de corcho que cambia de forma B. 38
Ilustración 29: Mueble de corcho que cambia de forma C. 38
Ilustración 30: Component swapping modularity. 39
Ilustración 31: Component Sharing modularity. 39
Ilustración 32: Bus modularity. 39
Ilustración 33: Sectional modularity. 39
Ilustración 34: Stack modularity. 39
Ilustración 35: Conexión de tubos de acero por Alex Cashmore. 40
Ilustración 36: Lectura de planos. 41
Ilustración 37: Cadena productiva. 42
Ilustración 38: Limpieza convencional. 43
Ilustración 39: Limpieza automatizada. 43
Ilustración 40: Técnica. 44
Ilustración 41: Económica. 44
Ilustración 42: Ambiental. 44
Ilustración 43: Social. 44
Ilustración 44: Humano. 44
Ilustración 45: investigación y análisis. 49
Ilustración 46: Producción. 50
Ilustración 47: Elaboración. 50
Ilustración 48: Método de construcción. 50
Ilustración 49: Resultados. 51
Ilustración 50: Diseño de proyecto. 51
Ilustración 51: Arquitecto. 52
Ilustración 52: Contratista. 52
Ilustración 53: Coordinación de proyectos. 53
Ilustración 54: Bocetación 1. 57
Ilustración 55: Bocetación 1.1 57
Ilustración 56: Bocetación 2.2 58
Ilustración 57: Bocetación 2. 58
Ilustración 58: Bocetación 3.3 59
Ilustración 59: Bocetación 3. 59
Ilustración 60: Propuesta de diseño. 60

Ilustración 61: Propuesta de diseño 1. 61
Ilustración 62: Sistema Made-Rap. 65
Ilustración 63: Configuración de Pérgola. 67
Ilustración 64: Modelo Matemático. 68
Ilustración 65: Modelo Matemático 2. 68
Ilustración 66: Diagrams for frame objetct. 68
Ilustración 67: Conexiones resistentes a momento. 71
Ilustración 68: Parámetros de resistencia de Tirafondos. 72
Ilustración 69: Distancia de pernos. 72
Ilustración 70: Verificación de viguetas de madera. 75
Ilustración 71: Render 1 Unión A. 89
Ilustración 72: Render 2 Unión B piso. 90
Ilustración 73: Render 1 Unión C Techo. 91
Ilustración 74: Pérgola adosada para cubierta de vehículo. 92
Ilustración 75: Pérgola adosada parte de la fachada para cubierta de vehículo. 92
Ilustración 76: Pérgola adosada parte trasera para recreación social 93
Ilustración 77: Pérgola adosada para recreación social y consumo de alimentos. 93
Ilustración 78: Pérgola adosada para ocio y recreación social. 94
Ilustración 79: Pérgola adosada para la elaboración de comida. 94
Ilustración 80: Pérgola adosada incorporada en un balcón. 95
Ilustración 81: Pérgola independente para la protección del clima. 95
Ilustración 82: Sistema Made-Rap conjunto general del producto. 96
Ilustración 83: Subconjunto completo Unión A. 96
Ilustración 84: Subconjunto completo Unión B. 97
Ilustración 85: Subconjunto completo Unión C. 97
Ilustración 86: Made-Rap. 98
Ilustración 87: Caja Unión A. 99
Ilustración 88: Caja Unión A -contenido. 100
Ilustración 89: Caja Unión B. 102
Ilustración 90: Caja Unión B -contenido. 103
Ilustración 91: Caja Unión C. 105
Ilustración 92: Caja Unión C -contenido. 106
Ilustración 93: Made-Rap 2. 113
Ilustración 94: Construcción Unión A. 115
Ilustración 95: Construcción 1 modulo sistema Made-Rap. 116

TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las columnas. 69
Tabla 2. Unión A - 90 costos v, f, a inox. 111
Tabla 3. Unión A precio de venta al público, inox. 111
Tabla 4. Unión A - 90 costos v, f, a, hierro. 111
Tabla 5. Unión A precio de venta al público, hierro. 111
Tabla 6. Unión B Piso costos v, f, a, inox. 111
Tabla 7. Unión B Piso precio de venta al público, inox. 111
Tabla 8. Unión B Piso costos v, f, a, hierro. 111
Tabla 9. Unión B Piso precio de venta al público, hierro. 111
Tabla 10. Unión C Techo costos v, f, a, inox. 112
Tabla 11. Unión C Techo precio de venta al público, inox. 112
Tabla 12. Unión C Techo costos v, f, a, hierro. 112
Tabla 13. Unión C Techo precio de venta al público, hierro. 112
Tabla 14. Ficha de validación 1. 114
Tabla 15. Ficha de validación 2. 114

RESUMEN

Este proyecto de tesis tiene como finalidad contribuir a la industria de la construcción proponiendo uniones metálicas estandarizadas para la creación de pérgolas de madera, ya que, en el campo de la fabricación, en Ecuador, estas uniones no son comúnmente producidas y utilizadas. Para ello, se parte de conceptos como estandarización, modularidad y tecnificación, con lo cual se busca facilitar y optimizar el tiempo de construcción. Finalmente, se propone presentar un conjunto de uniones metálicas estandarizadas para la construcción de pérgolas de madera.

Palabras clave: Modulación de piezas, sistematización, metal mecánica, herramienta de construcción, tiempo optimo.

ABSTRACT

Title: Design of standardized metal joints for wooden structures

SUMMARY

This thesis project aims to contribute to the construction industry by proposing standardized metal joints for the creation of wooden pergolas, since, in the field of manufacturing, in Ecuador, these joints are not commonly produced and used. For this, it is based on concepts such as standardization, modularity and technification, with which it seeks to facilitate and optimize construction time. Finally, it is proposed to present a set of standardized metal joints for the construction of wooden pérgolas.

Keywords: Modulation of parts, systematization, mechanical metal, construction tools, optimal time.

OBJETIVOS

Objetivo General

Aportar al sector de la construcción a través del diseño de un juego de uniones estandarizadas para la creación de pérgolas de madera.

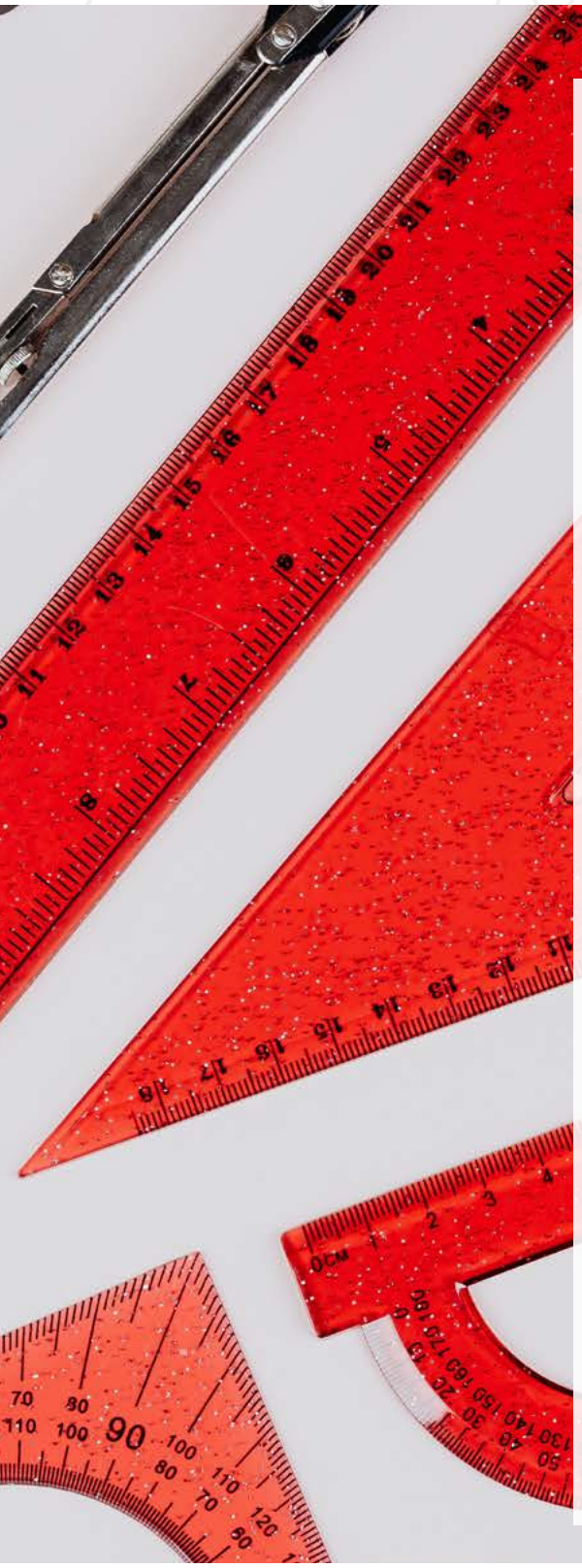
Objetivo Específicos

1. Conocer los materiales y tecnologías disponibles en el sector metalmecánico y maderero a través de una investigación para la fabricación de piezas estandarizadas.

2. Definir parámetros conceptuales, formales, funcionales y tecnológicos, a través de las partidas de diseño y un marco teórico para determinar las propuestas de diseño.

3. Diseñar un juego de uniones metálicas mediante la estandarización de productos que ayuden a la construcción de pérgolas.

Introducción

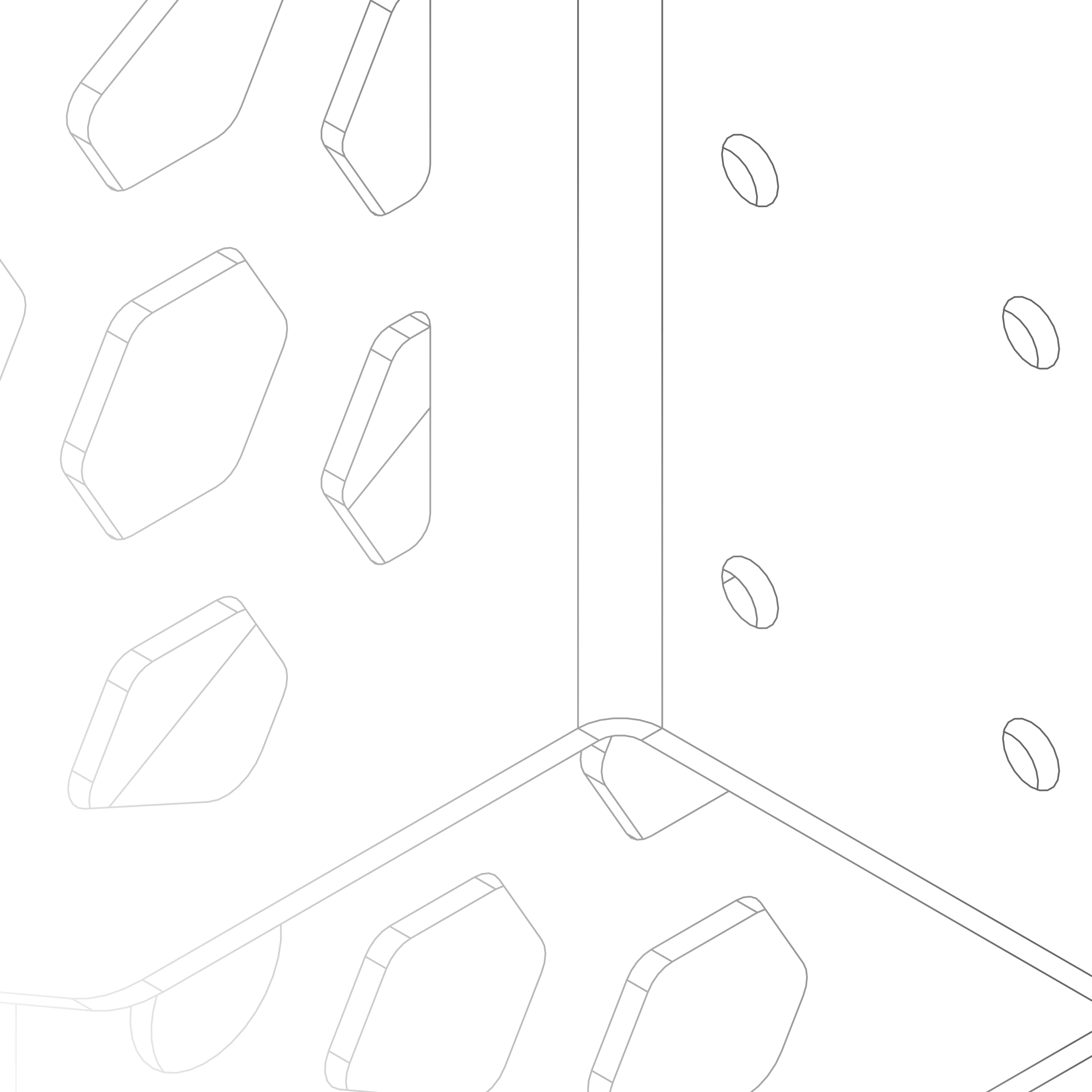


El sector de la construcción en Ecuador está en crecimiento, según Peters (2020), en el año 2019 presentó un 11% del total de producción de la economía. Abarca varios sectores proveedores de materia prima, herramientas, acabados de construcción y accesorios; en su gran mayoría son producidos en el país.

Dentro del campo de la construcción encontramos el diseño y creación de Pérgolas, en su mayoría suelen ser de madera y utilizan diferentes uniones, algunas de ellas en metal (Castillo. M, 2017, p.1). Lamentablemente muchas de estas uniones son importadas al Ecuador debido a que no se producen de forma estandarizada, sino de forma tradicional o artesanal (Castillo. M, 2017, p.4,5) hecho que implica altos costos de producción.

Por otro lado, Pérez & Castillo (2018) señalan que en la ciudad de Cuenca existe un gran potencial en el desarrollo de productos en el sector metalmecánico, que puede ser explotado mediante la estandarización de algunos elementos como, herrajes y herramientas, logrando mejorar su calidad al menor costo posible. Según Vázquez, C. & Labarca, N (2012), cuando las organizaciones quieren diferenciarse y obtener ventajas competitivas, la orientación hacia la calidad constituye una estrategia clave para lograr la excelencia.
Al respecto, se plantea diseñar un sistema de uniones metálicas estandarizadas para la construcción de pérgolas en madera, que identifique la estandarización de productos como un sistema eficiente de producción y construcción.

Ante la problemática de esta investigación, se presenta la siguiente metodología: inicialmente, se procederá al levantamiento de información mediante una revisión bibliográfica, donde se pretende conocer los materiales y tecnologías disponibles en el sector metalmecánico. Posteriormente, se realizará una revisión bibliográfica destinada a definir los parámetros conceptuales, formales, funcionales y tecnológicos, a través de las partidas de diseño y el marco teórico. Por último, se plantea diseñar un juego de uniones metálicas a través de la estandarización de productos que ayuden a la construcción de pérgolas de madera mediante un proceso de ideación conformado por la bocetación, prototipado y validación de las propuestas.



01

CONTEXTUALIZACIÓN

01

CONTEXTUALIZACIÓN

1.- Capítulo: Contextualización **17**

1.1.- El sector de la construcción en Ecuador **17**

1.2.- El sector maderero **18**

1.3.- La industria metalmecánica como medio productivo **20**

1.3.1.- Potencial de la industria metalmecánica en Cuenca 22

1.4.- Las pérgolas en el Ecuador **23**

1.5.- Estados del arte **25**

1.5.1.- Great things to people 25
1.5.2.- Beza Projekt 26
1.5.3.- Análisis de estados del arte 26

1.6.- Homólogos **27**

1.6.1.- Simpson Strong-Tie 27
1.6.2.- Rothoblaas 28
1.6.3.- Análisis de los homólogos 29

1.7.- Conclusiones **29**

1.- Capítulo: Contextualización

1.1.- El sector de la construcción en Ecuador

El sector de la construcción en Ecuador actualmente se encuentra recuperándose, debido a la paralización paulatina de sus actividades a principios del año 2020 con la aparición del covid-19, ocasionó un incremento del desempleo y afectó a los sectores involucrados en el campo de la construcción inmobiliaria. No obstante, en el año 2019 presentó una contracción de -5.2%, pese a ello, es sumamente importante para la economía ecuatoriana, pues el mismo año el total de la producción de la economía fue de un 11% con 473 mil empleos generados que representan el 6.1% del total del empleo en el Ecuador (Cristian Peters, 2020, p.28), se espera que la situación económica mejore debido a la paralización que produjo el coronavirus y que de forma gradual este sector pueda desenvolverse sin inconvenientes.

Ilustración 1: *Fundición de lozas.*

Según Guerra (2020), "la construcción y el desarrollo de infraestructura ha sido una herramienta utilizada, muchas veces en época de crisis", al igual que se evidencia la importancia económica del sector de la construcción, que también engloba varios sectores estratégicos como son la producción de materiales de construcción disponibles. De esta manera se plantea la necesidad de una reforma que incentive la participación conjunta del gobierno, Los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADS), banca privada/empresarios de la construcción, que flexibilice los estándares de urbanización y vivienda para la ejecución de proyectos grandes y pequeños, esto con la ayuda del conocimiento de los constructores y la aplicación del diseño (Roberto Carrión, 2020 p.19). La participación del diseño es primordial, pues con la ayuda de los conocimientos aplicados se pueden generar propuestas que beneficien al sector de la construcción en el Ecuador, que está en constante crecimiento e innovación, las formas de construir para la edificación de obras deberán ir de la mano con la aparición de nuevas técnicas constructivas, mismas que están en armonía con las necesidades de las personas.

Ilustración 2: *Obrero en una Construcción.*

Frente a un nuevo escenario el sector de la construcción en Ecuador es uno de los mejores preparados, cuenta con el conocimiento y recursos, plasmados en protocolos de trabajo, también su capacidad de adaptarse de manera creativa a las necesidades que el tiempo requiere, como es la incorporación de espacios de respiro dentro de las ciudades en constante crecimiento, en efecto, el espacio debe ser aprovechado de la mejor manera, para ello se considera la construcción de pérgolas en exteriores con la intención del aprovechamiento del espacio y resguardo del clima. Al respecto, Jakob Brandt Berg, (2020) argumenta: "Entre los enfoques más integrales para hacer que las ciudades y los edificios sean saludables está agregar más espacio al aire libre a sus diseños, incluso en los edificios más altos, esta tendencia tendrá repunte" (p.25).

1.2.- El sector maderero

Ilustración 3: *Estructura de madera.*

Palacios y Reyes (2016) explican que, el Ecuador se ha caracterizado por ser proveedor de materias primas en el mercado internacional, uno de los sectores más importantes en la extracción de estas materias, es el de productos forestales de madera, que forma parte de los catorce sectores productivos más importantes que aportan a la economía ecuatoriana. El sector maderero está considerado dentro de un plan de reformulación de la matriz productiva, que busca una política comercial estratégica enfocada en potenciar las capacidades productivas y el avance progresivo, mejorando de las aportaciones económicas, además este plan conlleva varias consideraciones en el ámbito de responsabilidad ambiental, que buscan un manejo adecuado de la extracción del material, mediando hacia la planeación de una economía sostenible que considera en el mínimo impacto, las mismas son: programa nacional de incendios forestales con fines de lucro, programa nacional de restauración y programa socio bosque (Municipio de Quito y COMAFORS, P 39,2018).

Ecuador según las estadísticas recopiladas por el municipio de Quito y la Corporación de Manejo Forestal Sustentable – COMAFORS (2018), tiene una superficie de 25,6 millones de hectáreas, de las cuales el 50% está cubierta por bosques, la cobertura vegetal depende fuertemente de las regiones geográficas, puesto que el país cuenta con cuatro regiones geográficas muy diferentes: Costa, Sierra, Amazonía y la Región Insular.

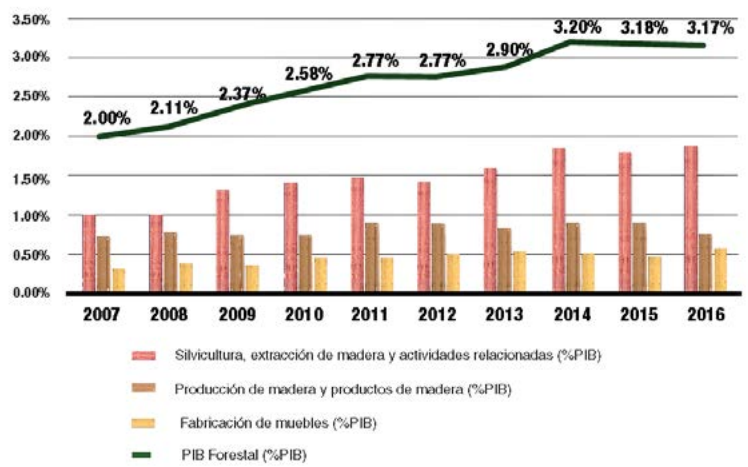


Ilustración 4: *Participación del producto interno bruto del sector forestal y madera.*

En cuanto a la contribución económica que genera al país, el sector forestal y la transformación de madera ha crecido paulatinamente, comparando los años comprendidos entre 2007 hasta 2016, en la que se observa la participación hacía el producto interno bruto (PIB) del sector forestal y madera.

Observando que el PIB nacional en el año 2007 representaba el 2.0%, mientras que en el año 2016 alcanzó el 3.2%, equivalentes a USD 1.08 miles de millones en el año 2007 a USD 2.2% miles de millones en el año 2016.

Ilustración 5: *Troncos de madera.*

1.3.- La industria metalmecánica como medio productivo

El alcance de la metalmecánica en Ecuador tiene un panorama muy amplio, como señalan Palacios y Reyes (2016), forma parte de uno de los catorce sectores productivos más importantes, aporta constantemente a la economía con ayuda de un plan de mejoramiento en la matriz productiva que busca mejorar las aportaciones económicas generadas, pensando en una política comercial estratégica enfocada en potenciar las capacidades productivas y el avance progresivo.

Jiménez y Navarrete (2018) argumentan que, la utilización de esta materia prima ayudó en el crecimiento del sector constructivo y otros que tienen como base dicho material, el consumo del hierro ha crecido exponencialmente al pasar los años, con ayuda del perfeccionamiento de las técnicas ha logrado procesos más eficientes en el campo (p.588), el sector metalmecánico ha mejorado sus técnicas a través de la variedad de derivados, muchos enfocados en la elaboración de productos y piezas, como: refrigeradores, congeladores, aires acondicionados, luminaria, acabados de construcción, partes y repuestos de vehículos, entre otros.

Ecuador al necesitar materia prima para la elaboración de productos derivados del acero optó por la importación, que con un proceso de reciclado de la chatarra, realiza todos sus derivados (Jiménez y Navarrete, 2018), hasta la fecha no cuenta con minas de hierro destinadas para la extracción, y así obtener material para la generación de todos los productos; el reciclaje de los metales y su tratamiento, por ahora son la única fuente de suministro de material para las industrias.

Ilustración 6: *Esmeriladora.*

Ilustración 7: *Soldadura por arco.*

Jiménez y Navarrete (2018), definen a la industria metalmecánica como el "proceso de diseño y fabricación de estructuras metálicas". Así mismo, definen al metal como "cada uno de los elementos químicos que se caracterizan por ser sólidos, buenos conductores del calor y la electricidad, por ejemplo, el hierro" (p. 591).

A lo largo del tiempo se fueron estableciendo empresas importantes dedicas al manejo del material como la aparición de la empresa ADELCA, en el año 1963 se convertiría en la primera acería del Ecuador, pionera en el reciclaje y fabricación de acero, más adelante en el año 1964 aparece la empresa ANDEC y en el año 1973 la empresa NOVACERO, juntas tienen la mayor participación con respecto al sector de la metalmecánica dentro del Ecuador.

La participación productiva de todas las industrias dedicadas a la producción con este material está debidamente clasificada en varios aspectos, como señala Pérez y Lucín (2018), el sector de la metalmecánica en el Ecuador está dividido por regiones según sus niveles de competitividad nacional a través de un enfoque comparativo sobre sus cantidades de empresas por cantón, actividades, exportaciones y ventas internas, en las cuales se evidencia el potencial productivo. En efecto, el sector metalmecánico según manifiesta Jiménez y Navarrete (2018), influye en más del 10% de la industria ecuatoriana, generando una cobertura más amplia al pasar del tiempo, su análisis es trascendente dado que su participación en el mercado actual augura pronósticos excelentes para el futuro (p.590), el potencial económico del sector es evidente y de igual manera determinar los lugares en donde se encuentran más capacitados para hacerlo.

1.3.1.- Potencial de la industria metalmecánica en Cuenca

Ilustración 8: *Taladro de banco.*

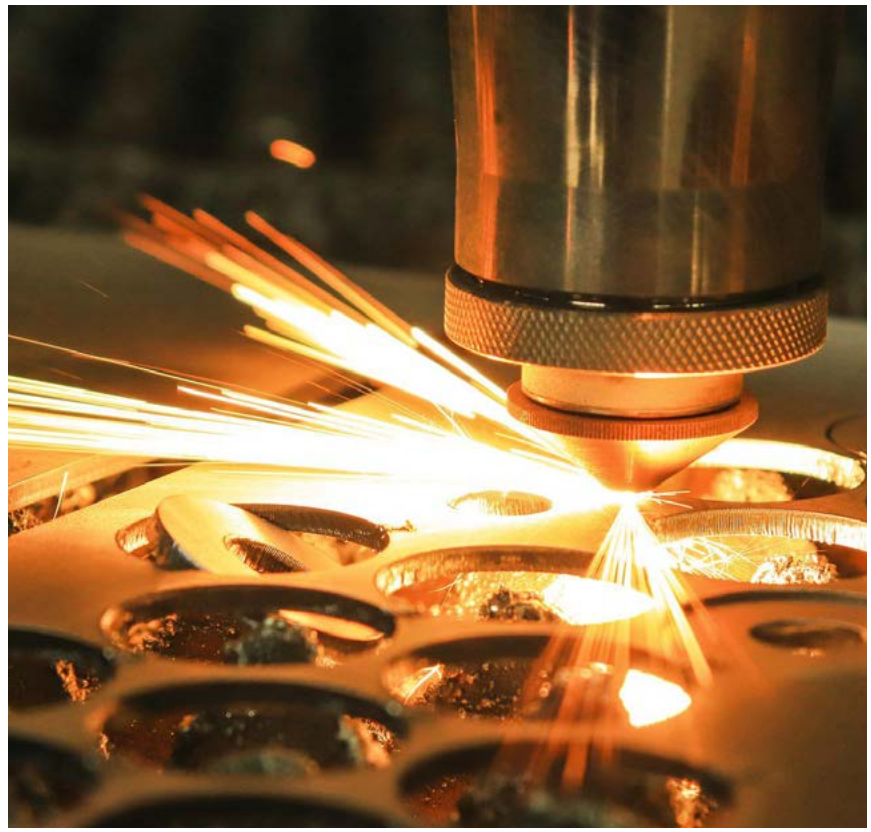


Ilustración 9: *Corte laser de plancha metálica.*

En Cuenca la industria metalmecánica se encuentra bien establecida, cuenta con el tercer lugar en cuanto a la mayor cantidad de empresas existentes en su territorio que comprenden el 6.1% del total en el Ecuador, con respecto a las exportaciones (Pérez y Lucín, 2018) las ventajas comparativas de Cuenca son muy marcadas, en cuanto a las ventas de productos metalmecánicos dirigidos al mercado nacional todos los cantones tienen ventajas comparativas débiles.

Cuenca se destaca por la fabricación y exportación de aparatos de uso doméstico, la fabricación de hornos y quemadores, productos primarios de metales preciosos y metales no ferrosos, entre otros. Teniendo como principal ventaja comparativa la fabricación de aparatos domésticos (Pérez y Lucín, 2018), se evidencia que la tecnología disponible es prometedora para el desarrollo de nuevas propuestas de diseño, mismos que están presentes en herramientas como: tornos, fresadoras, prensas, entre otros, a esto cabe recalcar que esta tecnología no es accesible para todos por varios motivos, entre ellos el del poder adquisitivo que representa, creando así una brecha competitiva.

Jiménez y Navarrete (2018) consideran que, los procesos actuales involucrados en el sector metalmecánico requieren tecnificarse, a esto se le denomina tendencia verde, por tanto el cuidado de la naturaleza es primordial, entre los principales productos requeridos constan: estructuras metálicas, artículos de ferretería y sistemas constructivos (P .596); la tecnificación es clave en el sector metalmecánico, con él se pueden lograr propuestas de producción de herramientas que estén a la disposición del sector constructivo, esto puede ser lograr estableciendo diseños eficientes que sean versátiles para cada necesidad y puedan adaptarse a los espacios requeridos.

1.4.- Las pérgolas en el Ecuador

En el Ecuador la construcción de pérgolas empezó con la creación de haciendas, estaban ubicadas en las entradas y contenían plantas a manera de decoración que colgaban de su estructura; más adelante gracias al desarrollo económico y el avance de la arquitectura en el país existió un desarrollo considerable en el surgimiento de nuevos estilos de construcción, a su vez mejoraron las posibilidades constructivas, esto con la llegada del conocimiento y capacitación extranjera permitió posteriormente la introducción de elementos decorativos como son las pérgolas, que en un principio eran vistos como elementos más estéticos que funcionales (Castillo, 2017), el progreso de la utilización de las pérgolas en el Ecuador tuvo una evolución sucesiva con respecto al conocimiento adquirido, ya que al tener nuevas ideas constructivas ayudó cada vez más a la implementación de estas estructuras en la cotidianidad.

Los procesos constructivos para la elaboración de las pérgolas fueron mejorando con el tiempo, perfeccionando técnicas, procesos, capacitación que requerían. Córdova (2005) evidencia que, la aparición más formal de construcción de pérgolas en el Ecuador dentro de la urbanización en el caso la capital tiene lugar en los años cincuenta, donde se identificó la aplicación de la denominada ventana corrida, que cambió el pensamiento de relación entre espacios exteriores e interiores, es aquí donde destaca la aparición y utilización de elementos exteriores como es el uso de las pérgolas, muros corridos, espejos de agua, entre otros, esto con el pasar de los años ha prosperado, ya que la técnicas constructivas fueron cada vez mejorando y dando paso a la experimentación de la forma y la utilización de materiales disponibles que serían implementados para su construcción, según Castillo (2017), a partir de los años cincuenta en adelante "sería cada vez

Ilustración 10: *Hacienda Zuleta.*

más normal el uso de estas estructuras en el país, aunque la misma ha tomado mucha fuerza en los últimos años"(pg.1), esto debido en gran parte a la facilidad constructiva que implica respecto a construcciones convencionales y los beneficios logrados gracias a su implementación.

El uso de las pérgolas por parte de los ecuatorianos es variado, es flexible y fácil de integrar en la arquitectura presente con la ayuda de un rediseño de la ubicación a emplear, se construyen pérgolas en su mayoría con técnicas tradicionales, es la forma más conocida de construcción de este tipo de edificaciones por la disponibilidad de material y mano de obra capaz, en su mayoría es utilizado maderas que están presentes la zona, también se las suele construir en metal, aunque este material está más orientado a la construcción industrial (Castillo, 2017), por otro lado la utilización de metal para su construcción es cada vez más solicitada, debido a que toma menor tiempo de edificación, aunque, por lo general la construcción de las pérgolas es de acuerdo al gusto y las necesidades que tenga cada persona.

La construcción de este tipo de cubiertas no solo implica la protección de clima, también otra de las ventajas de la colocación de pérgolas es la adecuación de un nuevo ambiente en estancias abiertas, el mismo que estaría cubierto, pero a la vez despejado propicio para la relación familiar (Comercio,2016), considerar la ejecución de estas estructuras en ambientes exteriores beneficia a la recreación del hombre y también en su salud, como determina la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2021) en su artículo digital, La ventilación y el coronavirus, donde señala "aumentar el nivel de ventilación puede formar parte de un plan para protegerse y proteger a su familia en espacios cerrados" (párr,1), determinando que los ambientes al aire libre son propicios para una buena salud y a su vez pueden ser logrados gracias la implementación de pérgolas.

Ilustración 11: *Pérgolas en Quito.*

1.5.- Estados del arte

1.5.1.- Great things to people
Cracked shelf

GT2P (Great things to people) es un estudio involucrado en proyectos de arquitectura, arte y diseño que desarrolló una propuesta llamada *cracked shelf*, en su traducción al español significa 'estante agrietado', se ejecutó con la finalidad de generar una nueva propuesta de diseño de conexiones que pueden ser utilizadas para la generación de estructuras en madera.

Esta propuesta de uniones sirve para la generación de módulos y fue realizada con características del diseño modular, estandarizar las dimensiones de los materiales utilizados para la construcción, está paramétricamente diseñada desde las piezas más pequeñas que la componen, hace énfasis en la facilidad de armado del mueble, ya que no necesita herramientas para su armado.

Como resultado de esta investigación se generó un sistema de uniones metálicas en acero de 1.5mm de espesor, cortadas en láser y posteriormente dobladas, sujetas a una serie de piezas de madera rectangulares que forman un estante, el cual busca facilitar el tiempo de armado y su posibilidad de combinarse libremente en cualquier dirección (GT2P, 2011).

Ilustración 12: *Cracked Shelf System.*

Ilustración 13: *Módulos Cracked Shelf.*

1.5.2.- Beza Projekt

Parches

Beza Projekt, es un estudio polaco enfocado en la creación de artefactos, mediante el análisis de propuestas de diseño funcionales y conceptuales, que buscan crear productos caracterizados por su sencillez e ingenio.

De esta manera el estudio elaboró una propuesta constructiva para la creación de mobiliario estructurado con madera, el proyecto "Parches" ganó varios premios por su creatividad y fue realizado por los diseñadores, Anna Loskiewicz-Zakrzewska, Zofia Strumillo-Sukiennik y Tomasz Korzewski, el resultado es un producto espontáneo que al no seguir un orden, no necesita de una regla para instalarlos uniformemente, prácticamente sin limitaciones acoplándose a lo que necesite el usuario, consiste en una serie de piezas metálicas cortadas y dobladas de manera que puedan ser sujetas con el uso de tornillería, los autores consideran que el producto parches da respuesta a las necesidades de construcción y bricolaje que se presenta al momento que una persona quiera construir su propio mueble. (Kołodziejski, 2013).

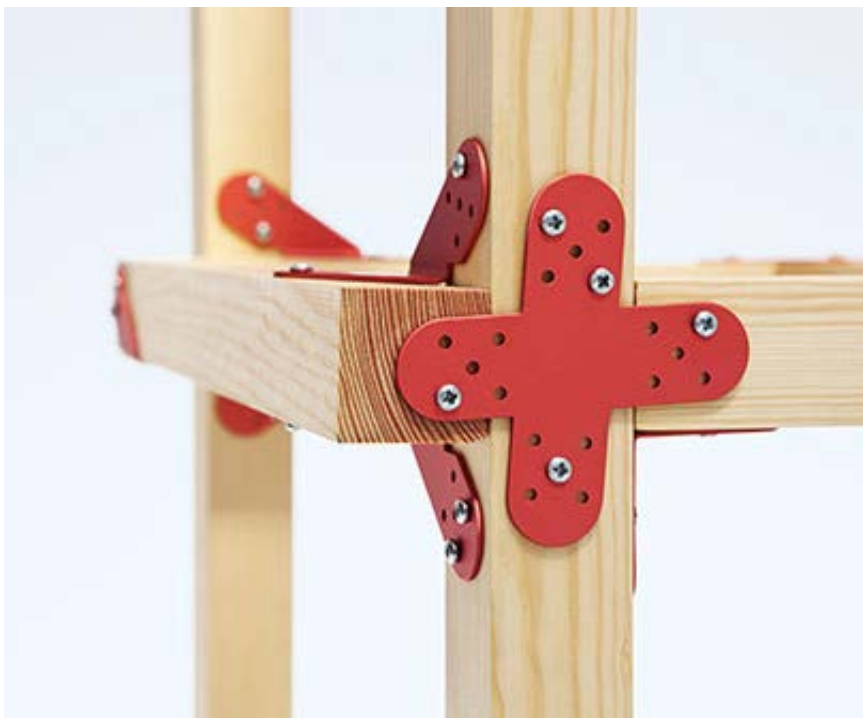


Ilustración 14: *Los angelitos en forma de parches.*

1.5.3.- Análisis de estados del arte

En el análisis de los estados del arte, se determina que tanto el proyecto de estantería "Cracked shelf " como el de mobiliario realizado con "Parches" son el resultado de un estudio en el cual se aplican los principios característicos de la modularidad en el diseño, ya que mediante dichas propuestas el usuario tiene libertad creativa en la construcción gracias a una serie de partes estandarizadas que conforman cada uno de sus conjuntos, de igual manera la descomposición de sus partes facilita un mejor entendimiento de uso y función que tiene el producto.

Ilustración 15: *Estación de trabajo basada en un barco pirata.*

1.6.- Homólogos

1.6.1.- Simpson Strong-Tie

Conexiones para ensambladuras de madera

Ilustración 16: *Estructura por Simpson Strong-Tie.*

Ilustración 17: *Conjunto de piezas de Simpson Strong-Tie.*

Simpson Strong-Tie, empresa francesa líder mundial en soluciones de productos estructurales realizó un catálogo de Conexiones para ensambladuras de madera.

Esta empresa está enfocada en la construcción rápida de estructuras en el ámbito residencial y de expansión de espacios, dos puntos importantes a considerar al momento de la ideación y planificación de este proyecto, debido a que esta empresa ha estimado, el diseño, investigación y desarrollo de sus productos para lograr concebir un producto confiable que es fabricado con altos estándares de calidad.

La empresa dedica tiempo en la investigación y desarrollo para generar productos cada vez más eficaces, mejor adaptados a las necesidades de los profesionales y más fáciles de utilizar, diseñan sus productos de principio a fin, sometidos a numerosas pruebas para cumplir con normativas y estándares de calidad. (Simpson Strong-Tie, 2019)

1.6.2.- Rothoblaas
Placas y conectores para madera

Robert Blaas, fundador y CEO de Rothoblaas, empresa multinacional italiana líder en el desarrollo y la provisión de soluciones de alto contenido tecnológico para la construcción en madera.

Esta empresa ha identificado toda una cadena necesaria para la creación de sus productos, que podrían ser replicados fácilmente con la implementación de tecnología y personal capacitado en cualquier parte del mundo, la empresa reconoce la importancia de implementar una serie conectores metálicos para madera y cómo producirlos masivamente a bajo costo, por este motivo disponen de varias soluciones constructivas que varían una de otras en costo y dificultad que llevan al momento de ser utilizadas.

Ilustración 18: *Catalogo placas y conectores por Rothoblaas.*

Ilustración 19: *Conector oculto de concesión LOCK T EVO.*

Ilustración 20: *Conector oculto de concesión UV-T.*

El objetivo de la empresa es desarrollar soluciones para los profesionales de la construcción como, sistemas de fijación, sistemas para la impermeabilización, entre otros. El nacimiento del producto comienza a partir de la idea, desarrollo de producto y salida al mercado. Diseñan y prueban sus productos antes de realizar especificaciones técnicas, detalles constructivos, todo esto gracias a una verificación en fases de producción que garantizan un control de calidad, con verificaciones como geometría según tolerancias y calibraciones conformes a las normas (Rothoblaas, 2020).

1.6.3.- Análisis de los homólogos

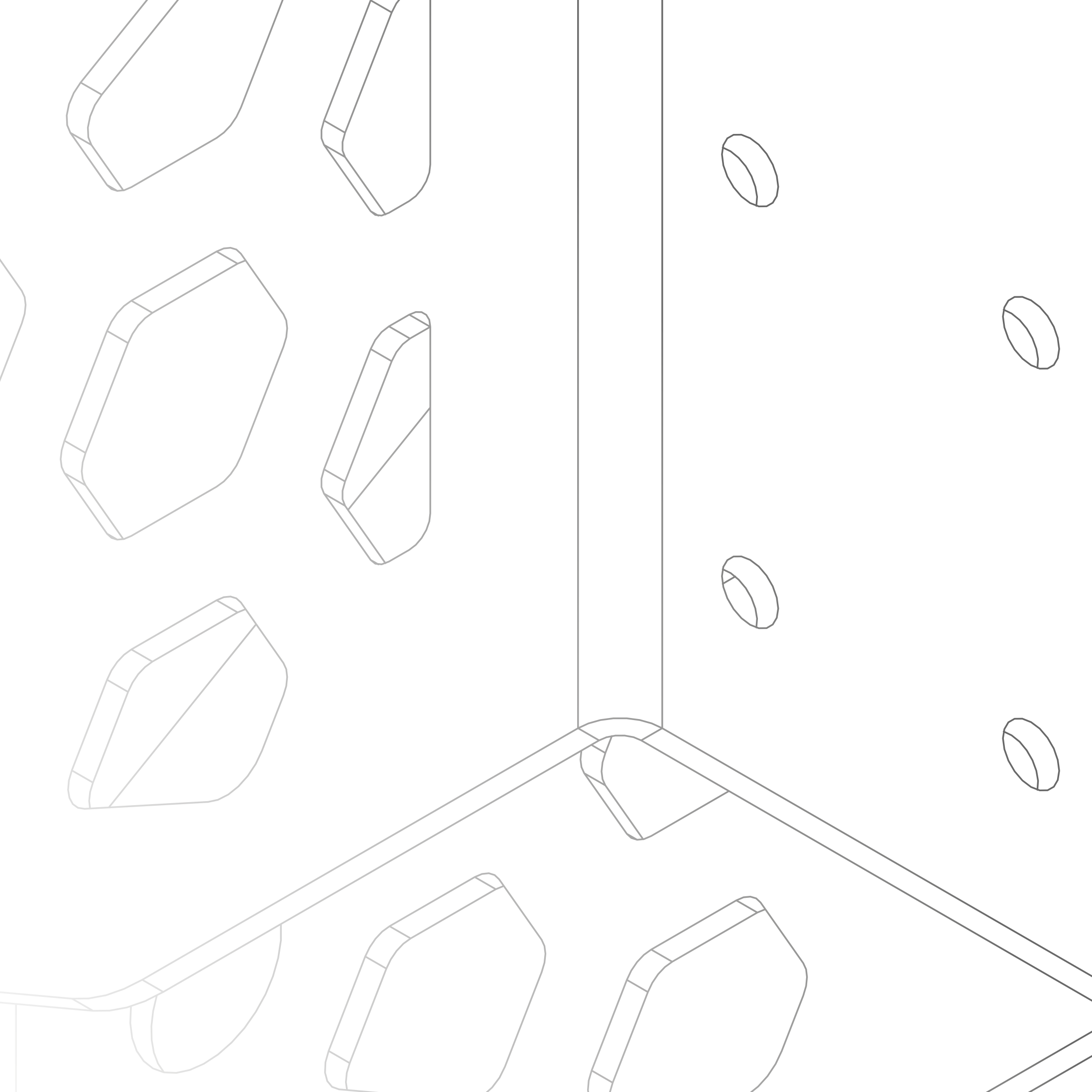
En el análisis comparativo de los homólogos, se observa el trabajo realizado por las empresas: Rothoblaas y Simpson Strong-Tie, que lograron la producción y manufactura de diversos sistemas enfocados a la construcción, mediante la implementación de la madera y el metal, de esta forma presentar al mercado un catálogo extenso y representativo en el cual se ilustra todas las características en cuanto a dimensionamiento, manuales de uso, propiedades mecánicas y físicas para el uso adecuado.

Al ser empresas dedicadas netamente a la producción de uniones para madera, se encuentran similitudes a cómo solucionan las distintas necesidades que requiere cada tipo de estructura, en algunos casos las similitudes están presentes en el sistema de anclaje, no obstante cada producto es fácilmente identificable gracias a su forma y tecnología necesaria para su fabricación, siendo la empresa Italiana Rothoblaas, quien ha invertido más tiempo en la complejidad de sus productos, de igual manera la empresa Simpson Strong-Tie, apuesta por un sistema digital que busca ayudar al usuario a decidir, dando asesoría mediante una visualización tridimensional gratuita para quienes quieran por ejemplo construir una pérgola en su patio exterior.

1.7.- Conclusiones

Se determina que el sector de la construcción engloba varios factores importantes para la economía y el bienestar de las personas, no obstante, el crecimiento poblacional ha provocado una reducción significativa en la integración de espacios exteriores, una de las soluciones es la creación de pérgolas, que pueden ser fabricadas de distintas maneras, unas más eficientes que otras, pero que en su mayoría dentro del Ecuador son realizadas de forma artesanal; sin embargo, se brinda la posibilidad de una nueva propuesta constructiva mediante los principios de estandarización de sus partes y a su vez que posibiliten la fabricación de los mismos en el medio productivo.

Además el análisis de investigación realizado a los sectores implicados en esta propuesta, determinó que tanto el sector metal mecánico como el sector maderero, tienen las posibilidades y aptitudes necesarias para el desarrollo de esta tesis.



02

Marco **Teórico**

02

Marco **Teórico**

2.- Capítulo: Marco Teórico **33**

2.1.- Concepto de pérgola **33**

2.2.- Tipos de pérgolas **34**

2.2.1.- Principales materiales de construcción 36

2.3.- El diseño modular **37**

2.4.- La modularidad **38**

2.4.1.- Tipos de modularidad 39

2.5.- Arquitectura de producto **40**

2.6.- La estandarización **41**

2.7.- La tecnificación **43**

2.7.1.- Dimensiones de la Tecnificación: 44

2.- Capítulo: Marco Teórico

Introducción

Se analizará distintos conceptos para el desarrollo de la propuesta, es necesario inicialmente conocer la definición de pérgola y sus tipos, pues será la primera condicionante para el diseño, además se abordarán temas como la modularidad en el diseño, la arquitectura de producto y la tecnificación, que permitirán la estandarización de los objetos.

2.1.- Concepto de pérgola

El concepto pérgola tiene sus orígenes en la América prehispánica cuando se elaboraban jardines botánicos, esta práctica era realizada con motivo de belleza y ornamentación de los espacios exteriores, además en este tipo de jardines era común la implementación de estructuras realizadas en madera que comparten similitud con lo que hoy conocemos como pérgola.

Ilustración 21: *Pérgola rustica.*

A su vez esta estructura ha formado parte de la vida de los seres humanos desde tiempos inmemorables, en un principio la construcción de pérgolas tuvo como finalidad proteger ciertos espacios de las inclemencias del clima, por otro lado, el origen del término proviene del latín *pergula,* que se refiere a una cubierta o construcción saliente que está prolongada a la fachada de una edificación (Definición.de, 2015), otra definición similar está en el diccionario de Oxford (2020), que define a pérgola como: "El armazón formado por dos hileras paralelas de columnas o pilares que soportan un techo de vigas y correas transversales o un enrejado, sobre el que se entrelazan plantas trepadoras" (s/p); en síntesis, dos definiciones que determinan a pérgola como una construcción que está presente en el exterior, carece de paredes o ventanas, no obstante sí posee resguardo de un techo, el cual estaría compuesto por tiras seleccionadas, apoyadas sobre los pilares.

La definición de pérgola determina puntos importantes a considerar al momento de la realización de propuestas constructivas, Littlewood.M (2013), argumenta que el diseño de una pérgola debe "lucir integrado haciendo eco del uso de los materiales en su construcción" (pág.1); la vinculación del diseño ha determinado definiciones claras respecto a la construcción, que parten desde los conceptos, el diseño y la ejecución para la realización de las pérgolas, como es el caso de la empresa mexicana, SAX diseño & desarrollo (2019), la cual argumenta que una idea original de dar sombra es la que se consigue gracias a la construcción de pérgolas, que pueden no solo ser hechas de madera, ya que existen otros materiales que pueden ser implementados en su construcción. Así, este tipo de elementos tienen la posibilidad de generar continuidad entre estructuras, enlazadas entre sí. (Ecotoldo, 2022)

2.2.- Tipos de pérgolas

El tiempo y el desarrollo benefició la construcción de las pérgolas, la nueva tecnología, los nuevos materiales, dieron paso a la experimentación, la cual tiene como finalidad generar nuevas propuestas de diseño, por una parte gracias al intercambio cultural que con el paso de los años y el surgimiento de las necesidades de las personas favoreció el avance del diseño en la construcción.

Con base en lo antes mencionado, sabemos que las pérgolas se encuentran en ambientes exteriores, pueden ser construidas de dos maneras: 1, como independiente a una edificación o 2, como pérgola unida a una fachada, cada una tiene sus ventajas y consideraciones de ser construidas de una forma u otra (Bricoydeco,2022). El sitio de la construcción es importante, puesto que el diseño, material y costo será diferente.

A. Pérgolas unidas a una fachada

Entre las características principales encontramos que su construcción estará junto a una edificación, ésta puede ser vista como una casa, un edificio, un comercio o restaurante, espacios públicos, entre otros, es llamada también pérgola adosada ya que hace uso de una pared ya existente para realizar una prolongación de la fachada; la pérgola puede tener un techo recto o inclinado dependiendo del requerimiento que la construcción tenga que cumplir. (Bricoydeco, 2022)

Ilustración 22: *Pérgola adosada.*

Las pérgolas unidas a la fachada suelen ser más firmes y permite un ahorro de materiales, se valen de una pared para anclarse, estas pérgolas son elaboradas principalmente ya que permite el aprovechamiento de los espacios, son perfectas para la realización de detalles constructivos ya sea para el adecuamiento de terrazas, porches, espacios de ocio, espacios para la elaboración de alimentos y consumo. Así, la construcción de pérgolas adosadas a una construcción es la mejor manera de aprovechamiento del uso de suelo, siendo una de las formas más económicas y rápidas para adecuamiento de un espacio. (Castillo, 2017)

B. Pérgolas independientes

La construcción de estas pérgolas tiende a ser un poco más costosas, es necesario más material para construirla y se necesita preparar el terreno dependiendo de su ubicación (Castillo, 2017).

Como su nombre lo indica son pérgolas independientes, no están fijadas a una estructura externa es decir, su construcción está dirigida hacia espacios más amplios, al no contar con una pared en cual aferrarse va fijada hacia el piso; la construcción de la pérgola puede estar ubicada en una terraza o un jardín, dependiendo de lo que se necesite. (Bricoydeco, 2022).

Ilustración 23: *Pérgola sola.*

Al igual que la anterior, la pérgola independiente está dirigida para detalles de construcción, ornamentación y aprovechamiento de espacios exteriores, como espacios de descanso al aire libre, la preparación de alimentos para el consumo, entre otros.

2.2.1.- Principales materiales de construcción

En cuanto a los materiales existentes para la elaboración de las pérgolas hoy en día son variados, gracias a nuevas propuestas de diseño se ha llegado a considerar materiales nuevos, como es el caso del aluminio, la caña guadua, madera laminada, madera plástica, hierro fundido, entre otros; sin embargo, para la elaboración de este trabajo se tomarán las características constructivas de la madera y el metal utilizados en la construcción y diseño de pérgolas.

Por otro lado, a pesar de las nuevas propuestas de materias, en Ecuador sigue predominando el uso de materiales tradicionales como es la madera, y materiales pre fabricados como los perfiles metálicos (Comercio, 2016), después de todo dando a conocer las preferencias y gustos del mercado local.

a) Madera

Ciertamente para la elaboración de las pérgolas en Ecuador se utilizan en su mayoría tipos de maderas presentes en la zona, que facilita la construcción debido a la fácil obtención, por las características estéticas, por las propiedades del material, dado que entre los tipos de madera más utilizados encontramos: el fresno, el pino, el colorado. Del mismo modo se deben considerar que para la elaboración de vigas y columnas dentro de la construcción es utilizado el moral, colorado, chanul y arenillo; por último otras maderas importantes usadas en la construcción son el eucalipto y el laurel (Castillo, 2017), dándonos un amplio inventario para su uso en el diseño de estas estructuras.

En el mercado existen varios tipos de madera, cada una posee distintas características, se busca comprar la indicada para la construcción de pérgolas, en efecto, es importante el asesoramiento previo, se puede realizar consultas en los lugares de expendio, aserríos o centros de comercialización proveedores de distintos tipos de madera, con el fin de comprar la más adecuada para la construcción, igualmente optimizando el costo y el tiempo al asegurarse que el material no tendrá problemas futuros; para concluir, la utilización de la madera tiene sus consideraciones, eligiendo también el tipo de tratado previo, así como su construcción y unión para mayor durabilidad, sobre todo, la madera tiene la particularidad de adaptarse a cualquier diseño, brinda un estilo rústico y hasta un estilo contemporáneo. (Leonor, 2022)

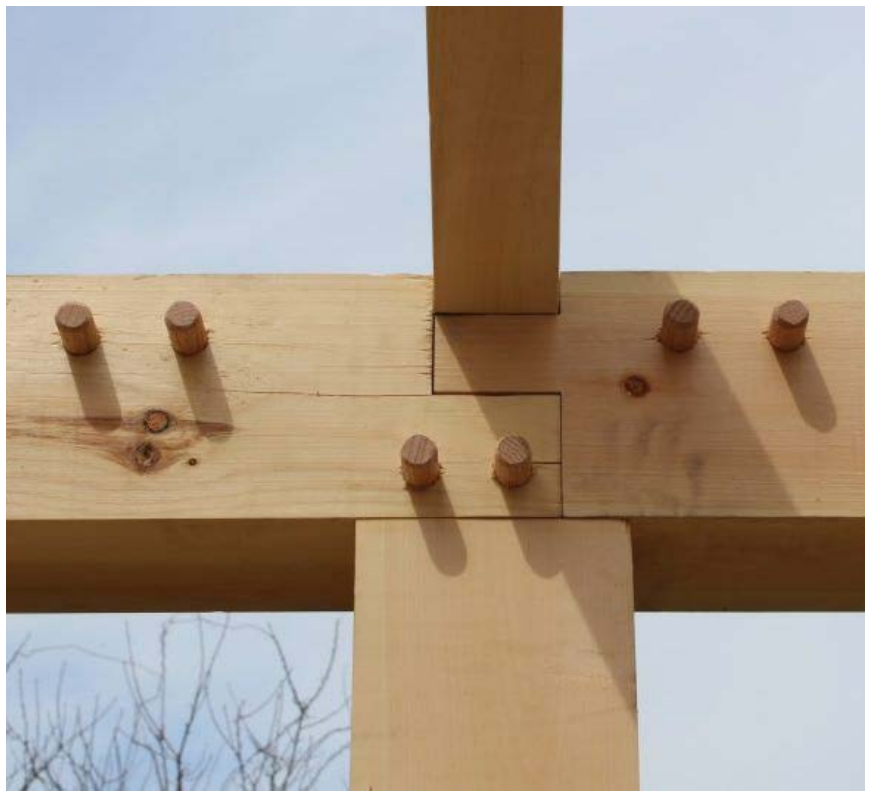


Ilustración 24: *Uniones de madera para estructuras.*

b) Metal

Con respecto a la elaboración de construcciones metálicas en Ecuador, es utilizada la implementación de perfiles prefabricados, presentes en el mercado con una gran variedad de perfiles, tuberías, varillas, cubiertas metálicas y laminados (Jiménez y Navarrete, 2018), además se determina que una de las ventajas de la utilización de estos elementos, es porque "al ser perfiles prefabricados, no necesitan de mayores preparativos para su utilización" (Castillo, 2017, pg.21), por esta razón permite ahorrar dinero gracias a la optimización de tiempo en la construcción.

Por otra parte, el material tiene varias ventajas al ser implementado en la construcción, al ser tan adaptable es fundamental la manipulación adecuada de mano de obra capacitada, más: "La supuesta perfección de este metal, tal vez el más versátil de todos los materiales estructurales, parece más razonable cuando se considera su gran resistencia, poco peso, facilidad de construcción y otras propiedades" (MoCormac, 2016, pág.1), de manera que estas características pueden ser utilizadas en la construcción y diseño de pérgolas.

Ilustración 25: *Uniones metálicas para estructuras.*

2.3.- El diseño modular

En cuanto a la definición de diseño modular Adam y Ebert (1991) determinan que es, "la creación de productos a partir de alguna combinación de subsistemas básicos preexistentes" (pág.143), también la combinación de subsistemas puede variar para generar otras opciones de un producto, por lo tanto, la modularidad en el diseño está presente al identificar sus módulos, mismos que surgen al subdividir un sistema en partes más pequeñas, como resultado estos módulos son creados de forma independiente para luego ser utilizados en diferentes sistemas. (Lonnie, 2015)

Ilustración 26: *Mueble de corcho que cambia de forma.*

"El diseño modular es una excelente base para la renovación continua del producto, así como de un concurrente desarrollo del sistema de producción" (Erixon, 1996), ciertamente la implementación de diseño modular en la fabricación proporciona más opciones, pero además ofrece ventajas considerables que promueve la manufactura, al establecer diseños modulares que facilitan la construcción (Adam y Ebert, 1991), más aún, para la elaboración de estos productos es utilizada la estandarización conjuntamente con la personalización (Casiopea, 2022); por otra parte, se destaca la definición de conceptos directamente relacionados al tema: modularidad y arquitectura de producto.

2.4.- La modularidad

Se define a la modularidad como el modelo de inspección utilizado en analizar y controlar sistemas complejos, mediante la identificación funcional de conjuntos similares, a fin de convertirlos en sistemas independientes (Lidwell, Holden, & Butler, 2013), de esta forma es necesaria la división física de los componentes del producto. Por su parte, Ulrich y Eppinger (2013), afirman que "la modularidad es una propiedad relativa; los productos no pueden clasificarse como modulares o no, sino que exhiben más o menos modularidad en el diseño" (pág. 220).

En cuanto al análisis y diseño de la modularidad con respecto a los objetos, se determina que es necesario tener ciertas consideraciones importantes como son: antes, en el análisis no se debe modularizar la solución, sino que primero se tiene que modularizar el problema, de igual forma al tener muy claro el panorama del problema, se logra obtener una solución mediante el diseño en la fabricación (Asión, L 2017).

En cuanto al desarrollo de modularidad, parte de la idea de resolver un problema mediante la separación de sus partes, a su vez también son llamadas módulos, al ser independientes permiten ser: diseñados, desarrollados, probados y modificados de una mejor manera, a este proceso se lo conoce como programación modular (Asión, L 2017), para ello la modularidad requiere de la estandarización del producto y de sus piezas, con base al argumento de Ulrich y Eppinger (2013), el cual establece que "la independencia de los componentes es la propiedad de un diseño que permite la estandarización y la intercambiabilidad" (pág. 220), como resultado se obtiene una clasificación de distintos produc-

Ilustración 27: *Mueble de corcho que cambia de forma A.*

Ilustración 28: *Mueble de corcho que cambia de forma B.*

Ilustración 29: *Mueble de corcho que cambia de forma C.*

tos de acuerdo a la composición y distribución de sus módulos.

2.4.1.- Tipos de modularidad

Los tipos de modularidad fueron descritos, en base a los criterios del libro “Fundamentos del modularidad del producto” de 1991 por Ulrich y Tung, posteriormente descritos y clasificados por Elgard y Miller, los cuales son:

I. Modularidad de componentes intercambiables

Se presenta cuando el módulo base puede emparejarse con dos o más módulos, creando diferentes variantes del producto, es asociada a la creación de la variedad externa (Elgard y Miller, 1998).

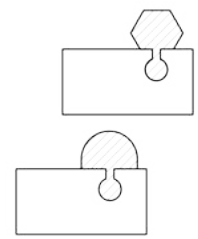


Ilustración 30: *Component swapping modularity.*

II. Modularidad para componentes compartidos

Se utiliza el mismo módulo para toda la familia de productos, de igual manera el módulo es utilizado en diferentes familias, es asociada a la estandarización y expulsión de la variedad inútil (Elgard Y Miller, 1998).

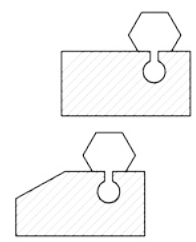


Ilustración 31: *Component Sharing modularity.*

III. Modularidad de bus

Sucede cuando un módulo básico puede incorporarse con cualquier número y combinación de elementos de un conjunto, permite la variación en el número y espacio de los componentes en el sistema (Elgard y Miller, 1998).

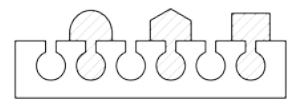


Ilustración 32: *Bus modularity.*

IV. Modularidad seccional

Es la combinación de todo tipo de módulos en cualquier número y combinación de forma arbitraria, con la condicionante de que los módulos estén conectados en su interfaz, por lo tanto, las limitaciones estructurales son pocas (Elgard y Miller, 1998).

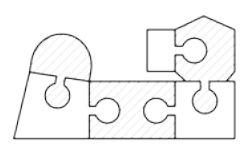


Ilustración 33: *Sectional modularity.*

V. Modularidad de apilamiento

Es la unión de una colección de módulos que crean una unidad con valor en la dimensión, estos pertenecen a un mismo tipo de interfaz, con la combinación de módulos de distintos o iguales tamaños (Elgard y Miller, 1998).

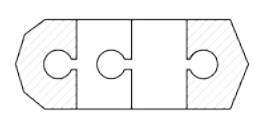


Ilustración 34: *Stack modularity.*

2.5.- Arquitectura de producto

Ulrich y Eppinger (2013), clasificaron la arquitectura de producto en dos modelos: la arquitectura modular y la arquitectura integral.

La arquitectura integral de producto es una herramienta útil para el desarrollo de nuevas propuestas constructivas, definida como "el esquema mediante el cual las funciones de un producto se asignan a componentes físicos" (Ulrich y Tung, 1991), para cumplir su propósito, es necesario identificar los elementos que conforman un producto, posteriormente se clasifica y define cada elemento en dos términos: qué función cumple y cuál es su interfaz.

Además Ulrich y Eppinger (2013), afirman que "quizá la característica más importante de la arquitectura de un producto sea su modularidad" (pág. 185). Por otra parte, la arquitectura de producto modular es una metodología que presenta un enfoque de familia de producto, está compuesta por módulos que pueden ser intercambiados uno con el otro, a diferencia de la plataforma de un producto fijo en la que solo se realiza derivaciones de productos realizando varias sustituciones de sus módulos complementarios, la arquitectura de un producto modular propone ver a la plataforma como un módulo más (Holtta, 2005), de esta forma se determina que: La arquitectura de producto es una forma especial de diseñar interfaces estandarizadas, con el objetivo de implementar una arquitectura de producto flexible (Sanchez & Mahoney, 1996). En otra perspectiva, se destaca la definición de conceptos directamente relacionados al tema: tecnificación y estandarización.

Ilustración 35: *Conexión de tubos de acero por Alex Cashmore.*

2.6.- La estandarización

La definición de estandarización según Tafolla (2000), implica “el desarrollo sistemático, aplicación y actualización de patrones, medidas uniformes y especificaciones para materiales, productos o marcas” (pág.1), se rige de lineamientos establecidos en su mayoría implementados en la producción industrial presentes como normativas, que están aplicadas en ciertos contextos globales (Niebel y Freivalds,2009), los productos estandarizados pueden ser fabricados a gran escala, permitiendo que su costo sea mínimo, optimizan los recursos y el tiempo de fabricación.

A su vez, existen ciertos factores que impulsan la producción de elementos estandarizados, la arquitectura de producto por ejemplo subdivide las partes de un producto con el objetivo de analizar y estandarizar los módulos que las componen, además dentro de los aspectos que alcanzan las reglas de diseño en la arquitectura de producto se logran: protocolos de verificación de estándares de cada uno de los módulos. (Maury & Riba, 2006)

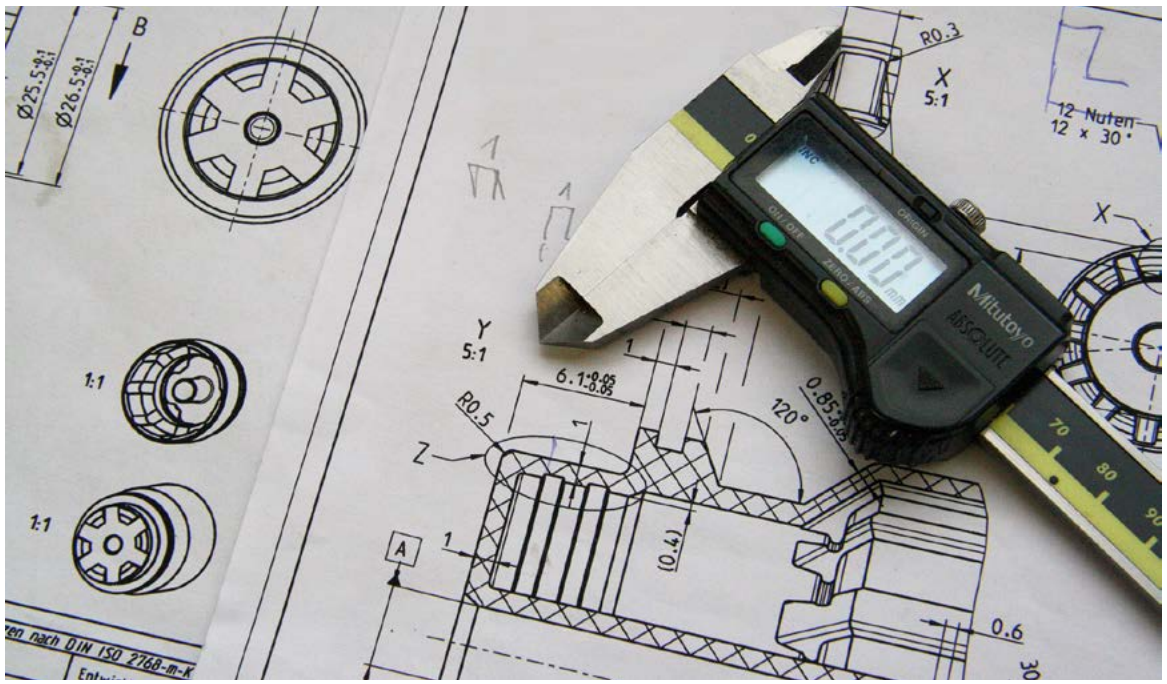


Ilustración 36: *Lectura de planos.*

De la misma manera, la modularidad obliga la construcción de piezas estandarizadas que puedan ser utilizadas de forma universal, esto permite que los módulos puedan ser reemplazados y reutilizados. Tafolla (2000), argumenta que estandarizar es “un método excelente para controlar los costos de materiales y ayudar a la gente a identificar los productos en donde quiera que se encuentre” (pág.1), de igual manera facilita su uso, construcción y fabricación con la implementación de la tecnología existente. . Siempre que el proceso sea debidamente analizado y controlado en base a los requerimientos que exige su manufactura, los elementos reducen el porcentaje a posibles errores cometidos por la mano de obra o en la utilización de maquinaria que estén presentes en una cadena de producción.

Por ejemplo, en el libro ¨La Meta¨ realizado por Eliyahu Goldratt (2005), determina las condicionantes presentes en las líneas de producción presentes de una compañía, y establece que toda empresa debe esclarecer y tener presente sus metas, argumenta que, un emprendimiento sin metas no alcanzara la productividad deseada, ya que la meta principal no es más que la de generar dinero. De esta manera se plantea identificar ciertos parámetros que establezcan el nivel lucrativo de la empresa, primero tenemos el concepto de Throughput, basado en el análisis del método empleado por la compañía en el que se determina la rapidez en la que el sistema es capaz de generar capital a través de la venta; en segundo lugar, se considera al inventario que se dispone en el momento y a su vez que el mismo es producto de la inversión en objetos que se pretenden despachar; por último se observa los gastos generados por el sistema en la obtención de inventario, reflejados en los gastos de operación de toda la compañía.

Así, la estandarización de cada uno de los procesos presentes en la manufactura tiene el objetivo de alcanzar y mejorar la productividad al identificar dos fenómenos que influyen en la producción como son:

Ilustración 37: *Cadena productiva.*

- **Los eventos dependientes**
  Consiste en una sucesión de eventos presentes en una cadena productiva, tienen un orden establecido y cada uno de ellos están relacionados de tal manera que para llevar a cabo el siguiente proceso es necesario que el anterior haya terminado.

- **Las fluctuaciones estadísticas**
  Es información que no se puede anticipar y está presente en la mayoría de los factores críticos de una empresa, por ejemplo, el tiempo que un obrero tarda en ensamblar un producto.

De esta manera se analiza el cada uno de los procesos dependientes en relación a las estadísticas que no se pueden predecir con exactitud, para identificar la acumulación de fluctuaciones en una línea de producción, con la intención de exponer posibles cuellos de botella que antes no se tenían en cuenta, ya que son recursos que no cumplen con la demanda requerida. Así la capacidad efectiva de un proceso dentro de la compañía es delimitada por los cuellos de botella presentes, ya que el tiempo perdido en un cuello de botella no es recuperable, y de esta manera se busca un balance entorno a la capacidad de flojo del producto dando prioridad a lo esencial.

2.7.- La tecnificación

Par Rammert (2001), “la tecnificación significa mayor confiabilidad, mayor acoplamiento de los elementos, y más eficiencia en el control” (pág.10), es la implementación de la tecnología y conocimiento especializado en sectores estratégicos, busca potenciar su sistema productivo, es decir la tecnificación es el proceso en el cual se aplica el conocimiento, con el uso de procedimientos técnicos y el manejo de recursos tecnológicos, que desde un inicio no se manejaban en la producción. (La Real academia Española, 2022).

Ilustración 38: *Limpieza convencional.*

Además, la implementación de la tecnología y conocimiento especializado en sectores estratégicos busca potenciar su sistema productivo, en efecto, el Diccionario Bibliatodo (2022) determina que, el objetivo de tecnificar es poder manipular el medio físico logrando resolver problemas prácticos de la provisión de bienes y servicios con ayuda de la tecnología; la tecnificación es derivada en distintas dimensiones en las que el ser humano interactúa, entre ellas: el conocimiento, la economía, la socialización y el medio ambiente.

Ilustración 39: *Limpieza automatizada.*

2.7.1.- Dimensiones de la Tecnificación:

Ilustración 40: *Técnica.*

1) Dimensión Técnica
Es un proceso que está enfocado en los temas de relación y aplicabilidad del conocimiento de manera específica para un óptimo desenvolvimiento, como resultado en una industria determinaría el volumen, calidad y distribución anual de una producción (Herrera, 2022).

2) Dimensión Económica
Determina el desempeño y desarrollo económico de la producción, como indicadores están: la relación con el mercado y el margen de beneficios respecto de las inversiones y costos (Herrera, 2022).

Ilustración 41: *Económica.*

Ilustración 42: *Ambiental.*

3) Dimensión Ambiental
Es importante para la eficacia de un proceso, para prever resultados a favor o en contra de un proceso determinado, como indicador está el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (Herrera, 2022).

4) Dimensión Social
Involucra a la producción y va hasta los adquisidores de algún bien o servicio, es determinante para el proceso la situación social en la que se encuentran cada uno de ellos, a medida que una persona establece un vínculo interpersonal e intersubjetivo con agentes sociales que integran los demás miembros de la población, se determinará las acciones de tecnificación evaluando y cuantificando las intervenciones personales, como indicador está la generación de empleos (Herrera, 2022).

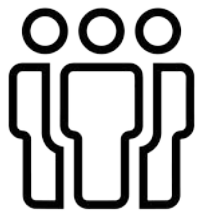


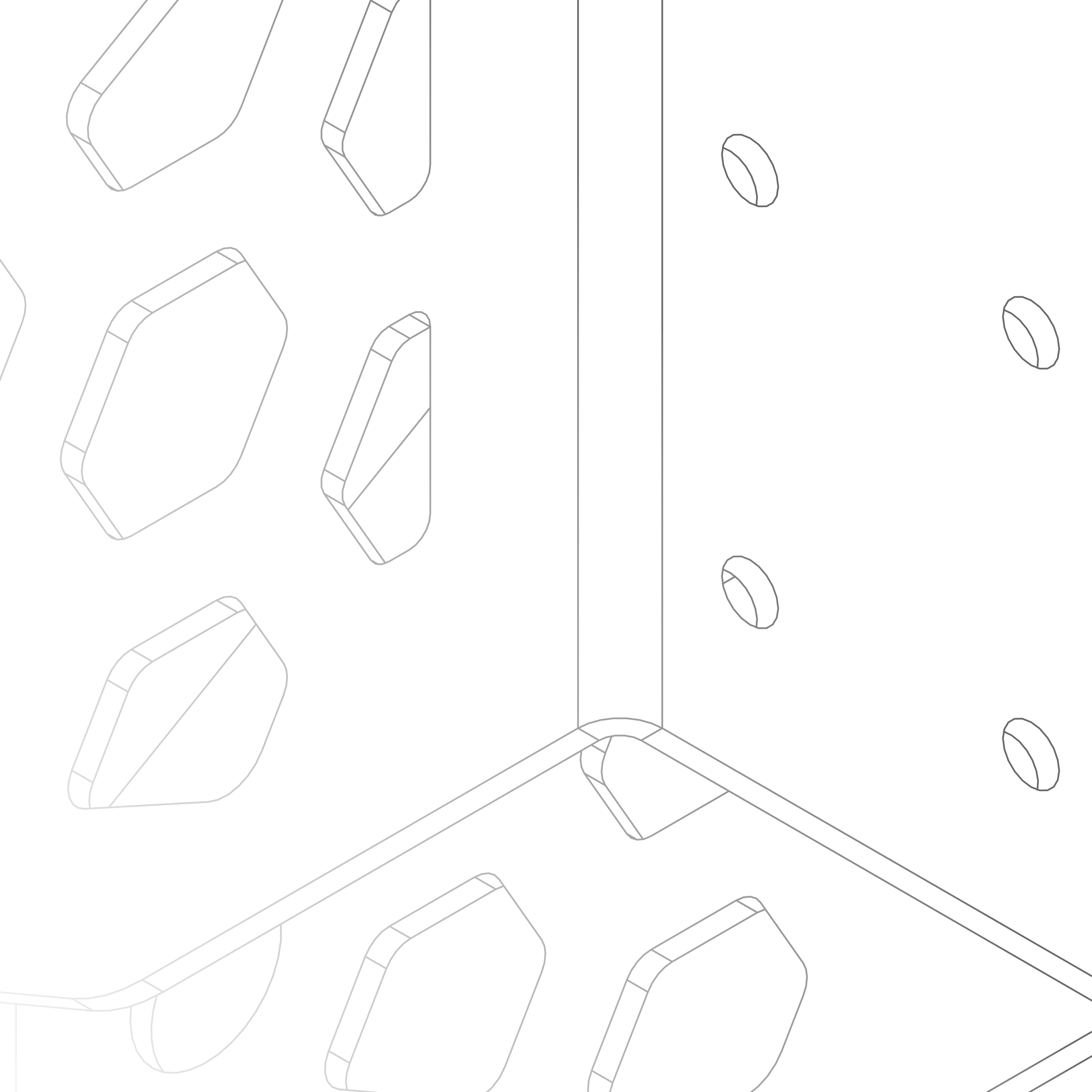
Ilustración 43: *Social.*

5) Dimensión Humana
Dentro de este contexto se presentan diversos caracteres propios de la dimensión humana, como la personalidad, aptitud, disposición y organización de la persona, con lo que se genera una mirada puesta en una mejora y mayor producción en el rubro de la tecnificación, como indicadores están la perspectiva e interés de desarrollo personal, de quienes operan directamente la unidad de producción (Herrera, 2022).

Ilustración 44: *Humano.*

Conclusiones

Después de realizar un análisis teórico de los conceptos presentados, se determina que para la correcta planificación constructiva de pérgolas conlleva un proceso metodológico técnico, en el cual se establecen parámetros de materialidad, dimensionamiento y espacio, de igual manera, se considera que el proceso de diseño será ejecutado mediante la aplicación conceptual de los temas abordados como, la arquitectura de producto y la modularidad de sus componentes, con la finalidad de controlar la complejidad de su sistema de producción y el desarrollo sistemático de cada una de sus partes.



03

Ideación

03

Ideación

3.- Capítulo: Ideación **49**

3.1.- Brief de investigación **49**

3.1.1.- Descripción 49
3.1.2.- Objetivos de la investigación 50
3.1.3.- Metodología 50
3.1.4.- Resultados 51
3.1.5.- Perfil de usuario 1 52
3.1.6.- Perfil de usuario 2 52

3.2.- Partidas de diseño **53**

3.2.1.- Formal 53
3.2.2.- Funcional 53
3.2.3.- Tecnológico 53

3.3.- Propuestas de diseño **54**

3.3.1.- Ideación 54

3.4.- Concreción de Ideas **56**

3.4.1.- Bocetacion 57

3.5.- Propuesta de diseño **60**

3.6.- Conclusiones **61**

3.- Capítulo: Ideación

Introducción

Se definirá las características y necesidades para definir el perfil de usuario, el desarrollo de las propuestas de diseño se realizará a partir de un proceso de ideación, representación gráfica y selección de una propuesta final, definiendo las partidas formales, funcionales y tecnológicas.

3.1.- Brief de investigación

3.1.1.- Descripción

Mediante una investigación realizada a expertos en el tema, se determina el mercado desde un enfoque productivo identificando las características y necesidades presentes al momento de la fabricación, de igual manera se busca analizar el uso de elementos estandarizados en su construcción. Para de esta manera establecer el perfil de usuario, los alcances y consideraciones del proyecto.

Ilustración 45: *investigación y análisis.*

3.1.2.- Objetivos de la investigación

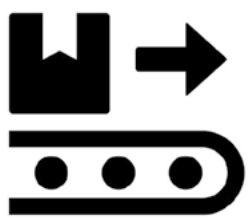


Ilustración 46: *Producción.*

- Conocer el mercado de la construcción de pérgolas.

Ilustración 47: *Elaboración.*

- Identificar el proceso de elaboración de las estructuras.

Ilustración 48: *Método de construcción.*

- Determinar el uso de elementos estandarizados en la construcción de pérgolas.

3.1.3.- Metodología

El universo de estudio se desarrolla dentro de una muestra por conveniencia, ya que en el Austro no hay una empresa en la que su actividad este destinada solo a la fabricación de pérgolas, además las entrevistas que se presentan son de aquellas empresas las cuales estuvieron dispuestas a participar en la investigación.

Para el desarrollo de la investigación, se ejecutaron entrevistas estructuradas con preguntas abiertas. Las entrevistas se realizaron a empresas que tienen entre 10 - 30 años de experiencia, las mismas que brindan sus servicios en el área Industrial, comercial y residencial. **Pérgolas y Decks**, es la única empresa en Quito que se dedica netamente a la construcción y comercialización de pérgolas. **Domos Luz**, fabrica techos y estructuras en diversos tipos de material, entre sus servicios y productos están las pérgolas, tiene su matriz en Quito y una oficina en la ciudad de Cuenca, finalmente, **SIMETRIKA**, es una empresa dedicada a procesar acero y sus derivados, entre la variedad de sus productos ofrece la fabricación de pérgolas y se encuentra ubicada en Quito.

3.1.4.- Resultados

Como resultado se obtuvo información referente a su clientela, se determinó que su enfoque está dirigido a usuarios de alrededor de 30 a 50 años y de igual manera toma contratos de terceras personas que requieran su servicio, por lo general su producto es requerido por usuarios que dispongan de una vivienda o que pretendan ejecutar un proyecto en el cual sea necesario la intervención y análisis de los espacios al aire libre que en su mayoría estén en contacto con la vegetación. De este modo el servicio está condicionado por los requerimientos a ejecutar como: el dimensionamiento, el espacio y materialidad en la que será construido el proyecto, sin dejar a un lado el aspecto estético y ornamental que tendrá la intervención final.

Por otra parte, respecto al proceso de elaboración de las estructuras se destacó la similitud en el proceso de ejecución de cada proyectó, se observó que la planificación a la hora de realizar una propuesta de diseño es realizada con base a referencias digitales de estructuras similares que, al realizar ciertos cambios en su forma, son adaptadas a las necesidades del usuario. Además, el proceso constructivo es elaborado y modificado en lugar, ya que se consideran ciertos aspectos que podrían intervenir al momento del ensamblaje como: irregularidades de medidas tomadas en el terreno, falta de materiales o errores cometidos por el personal encargado de elaborarlo.

Por último, el uso de elementos estandarizados implementados en la construcción de pérgolas es bajo, ya que depende del tipo de material implementado en su construcción, de esta manera la única infraestructura registrada que utiliza este tipo de elementos es la fabricación mediante el uso de perfilería metálica, que al ser elementos prefabricados y de fácil obtención el tiempo de construcción es significativo con respecto a la fabricación mediante el uso de madera y tornillería.

Ilustración 49: *Resultados.*

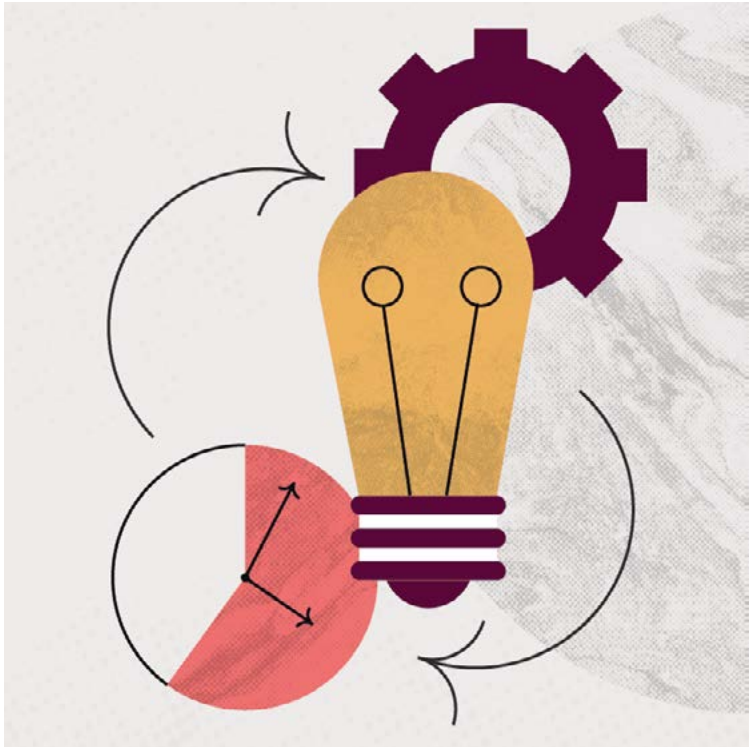


Ilustración 50: *Diseño de proyecto.*

3.1.5.- Perfil de usuario 1

Cristian David González

Edad: 29
Ocupación: Arquitecto
Nacionalidad: Ecuatoriano
Ingresos económicos: medios

Biografía
Cristian nació en Cuenca, estudió arquitectura en la Universidad del Azuay y tuvo la oportunidad de realizar sus pasantías en una consultora especializada en urbanismo. Al culminar sus estudios decidió mudarse a la ciudad de Quito donde emprendería en un negocio enfocado en la integración de áreas verdes y distribución de espacios. Actualmente, vive con su pareja y juntos trabajan como profesionales independientes brindando asesoría en la construcción de urbanizaciones residenciales, en donde su trabajo consiste en la planificación de viviendas con espacios al aire libre, ya que al ser una ciudad muy grande los espacios disponibles son aprovechados al máximo.

Ilustración 51: *Arquitecto.*

3.1.6.- Perfil de usuario 2

Raúl Francisco Verdugo

Edad: 36
Ocupación: Contratista
Nacionalidad: Ecuatoriano
Ingresos económicos: medios – altos

Biografía
Raúl nació y estudio en la ciudad de Cuenca, después de terminar el colegio migro a los Estados Unidos, en el cual trabajo como ayudante en construcciones de casas con el uso de todo tipo de materiales del mercado. Al regresar después de un tiempo a su país natal se casó y formo una familia, con los conocimientos que aprendió en el exterior tuvo la idea de iniciar su propio negocio enfocado en la ejecución de obras para otras personas con el lema de trabajo seguro y a tiempo. Actualmente, vive con toda su familia en la ciudad, su emprendimiento gracias a sus buenas referencias de trabajo cada vez tiene más demanda en especial en la ejecución, remodelación y mantenimiento de espacios exteriores, para seguir brindando el mejor servicio a sus clientes constante mente se capacita e investiga nuevas formas de mejorar su servicio.

Ilustración 52: *Contratista.*

3.2.- Partidas de diseño

Para el desarrollo del sistema de unión estandarizado en la elaboración de pérgolas, se necesita definir las partidas formales, funcionales y tecnológicas, con base en los conceptos analizados y al perfil de usuario previamente desarrollado.

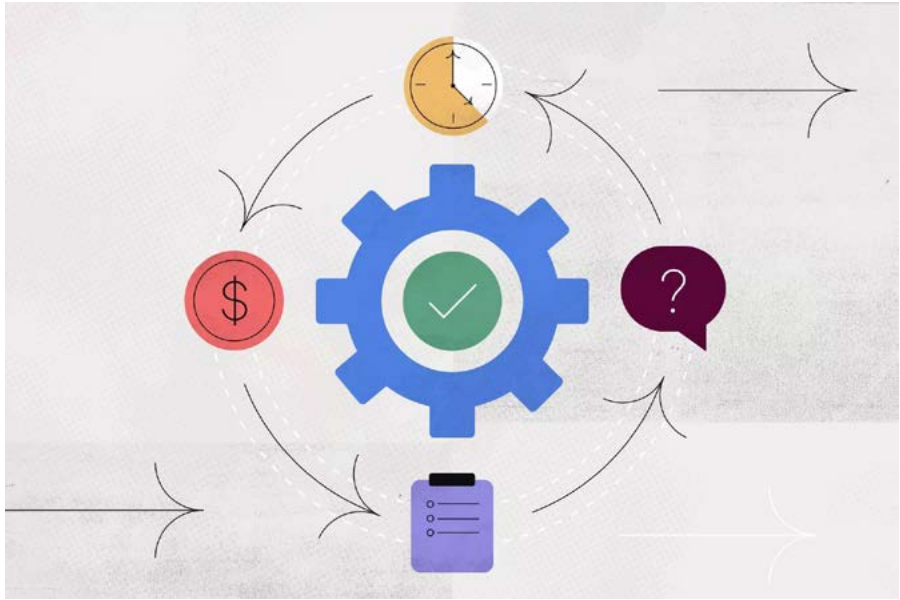


Ilustración 53: *Coordinación de proyectos.*

3.2.1.- Formal

Para la etapa formal se considera la modularidad de sus componentes a partir de geometrías, también se considera el montaje y dimensionamiento de sus partes al analizar parámetros morfológicos presentados en el segundo capítulo.

3.2.2.- Funcional

las uniones metálicas para madera tienen como función principal reducir el tiempo de elaboración de pérgolas, optimizando los recursos necesarios para su construcción, al implementar un sistema de construcción versátil que satisfaga las necesidades requeridas.

3.2.3.- Tecnológico

Como sistema de producción para elementos fabricados es utilizado la sucesión de diferentes procesos como matrices de corte, doblado y pulido. la elaboración de cada parte es realizada mediante el uso de Acero inoxidable o hierro, además se utiliza distintos elementos normativizados para la contención y soporte del sistema facilitando el uso y ensamblaje del producto.

3.3.- Propuestas de diseño

Una vez establecido los parámetros formales y funcionales, se procede a generar distintas baces de diseño para el desarrollo y construcción de pérgolas a partir de la estandarización de sus uniones.

3.3.1.- Ideación

01

Seriación
La forma a partir de la repetición o gradación de los elementos permitiendo la distribución y dimensionamiento del conjunto.

02

Minimalismo
El diseño de una estructura simple que cumpla su función conformada por líneas rectas, una morfología limpia e integrada, con la eliminación de uniones vistas y elementos superfluos.

03

Múltiple materialidad
Utilizar distintos tipos de acero comerciales con el objetivo de generar diferentes contrastes de los componentes.

04

Prefabricados
Modificar lo mínimo posible la perfilería metálica y utilizarla para la elaboración de distintas uniones útiles para estructurar la madera.

05

Biomimética
El diseño basado en patrones de la naturaleza, para la creación de distintas tramas o caladuras.

06

Acabados
Priorizar y resaltar el uso de la materialidad implementada, de manera general para el contraste de cada una de sus partes.

07

Procesos
Con la finalidad de la optimización de los procesos necesarios para la fabricación de las piezas, se busca disminuir al máximo los procesos requeridos, de manera que el producto requiera lo mínimo necesario para su materialización en el menor tiempo y costo posible.

08

Simplificación
Eliminar elementos innecesarios o vialmente pesados, simplificando el máximo el conjunto.

09

Articulación
Implementar el diseño de un sistema articulado, para crear distintas angulaciones de la estructura.

10

Estilo industrial
El diseño de una estructura de componentes sin pretensiones, dando hincapié en el uso de las uniones metalizas sujetas a la madera.

3.4.- Concreción de Ideas

Por último, para finalizar el proceso de ideación del proyecto se analizó y escogió distintas propuestas tomadas a partir de los conceptos anteriormente numerados, de igual manera se toma la información correspondiente al marco teórico presentado para la concreción de las propuestas.

- **Simplificación**
  Eliminar elementos innecesarios o visiblemente pesados, simplificando el máximo el conjunto.

- **Estilo industrial**
  La forma del producto expuesta haciendo hincapié en el uso del mismo.

- **Acabados**
  Priorizar y resaltar el uso de la materialidad implementada, de manera general para el contraste de cada una de sus partes.

- **Articulación**
  Implementar el diseño de un sistema articulado, para crear distintas angulaciones de la estructura.

3.4.1.- Bocetacion

Boceto 1.

Sistema de unión basado en la superposición de sus partes, las cuales interactúan entre si mediante filos, compuesta por dos partes que mediante tornillería son empotradas a elementos que requieran estructurarse.

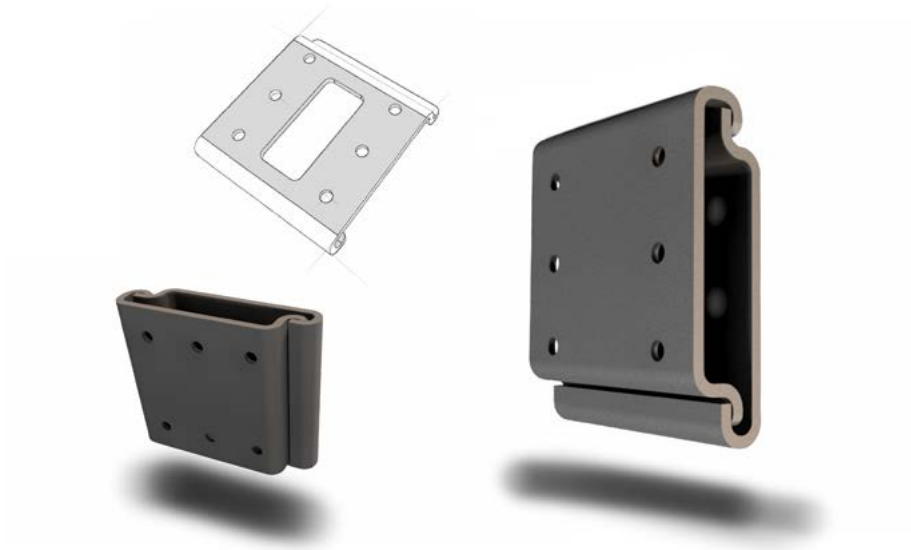


Ilustración 54: *Bocetación 1.*

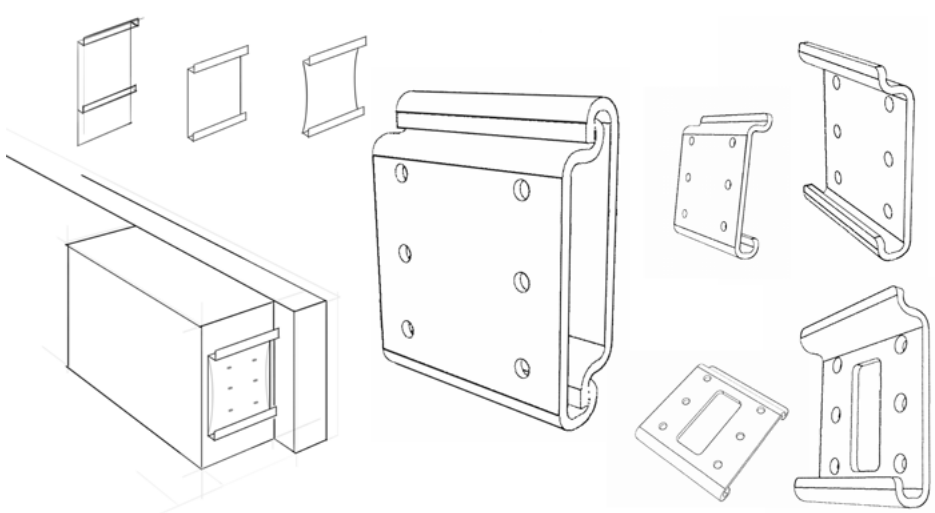


Ilustración 55: *Bocetación 1.1*

Boceto 2.

Sistema de unión de dos partes metálicas en las cuales mediante tornillería son fijadas, además el modelo esta resuelto de manera que las piezas se incrusten una con la otra gracias a un biselado que impida que se muevan.

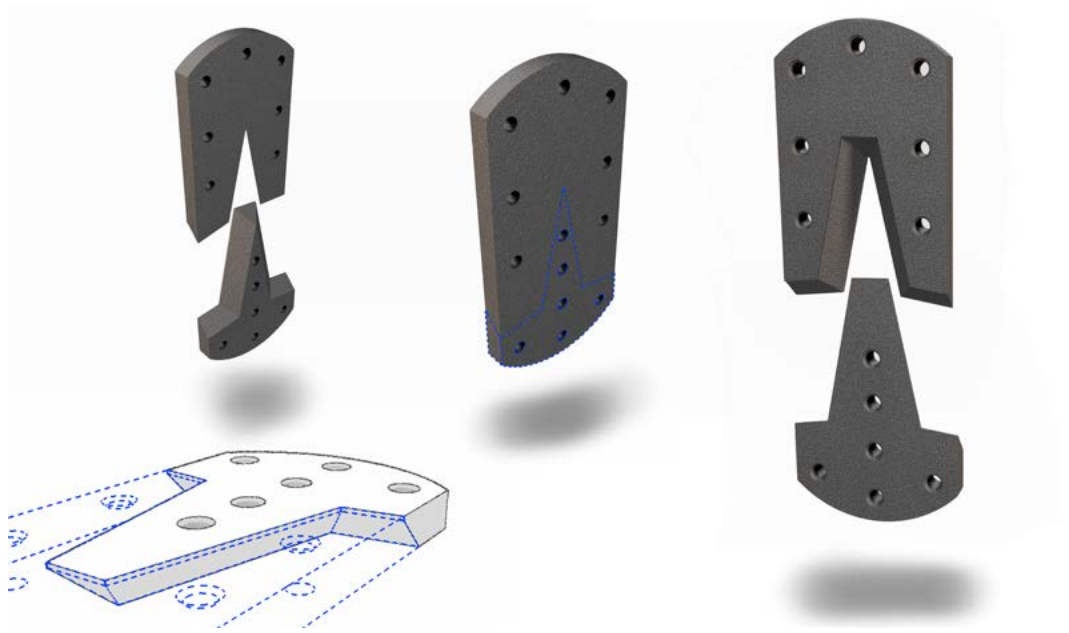


Ilustración 56: *Bocetación 2.2*

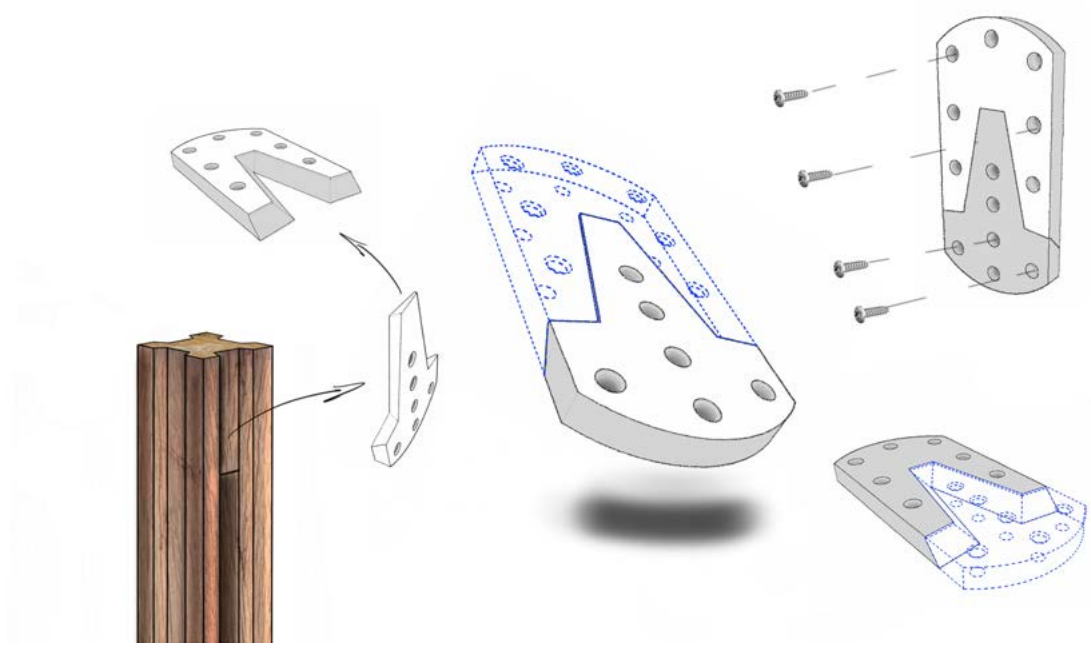


Ilustración 57: *Bocetación 2.*

Boceto 3.
Sistema de anclaje y sujeción mediante dos conjuntos que al unirse se articulan en un eje central permitiendo una movilidad, de la misma manera gracias a tornillería en sus extremos pueden ser sujetada a una base.

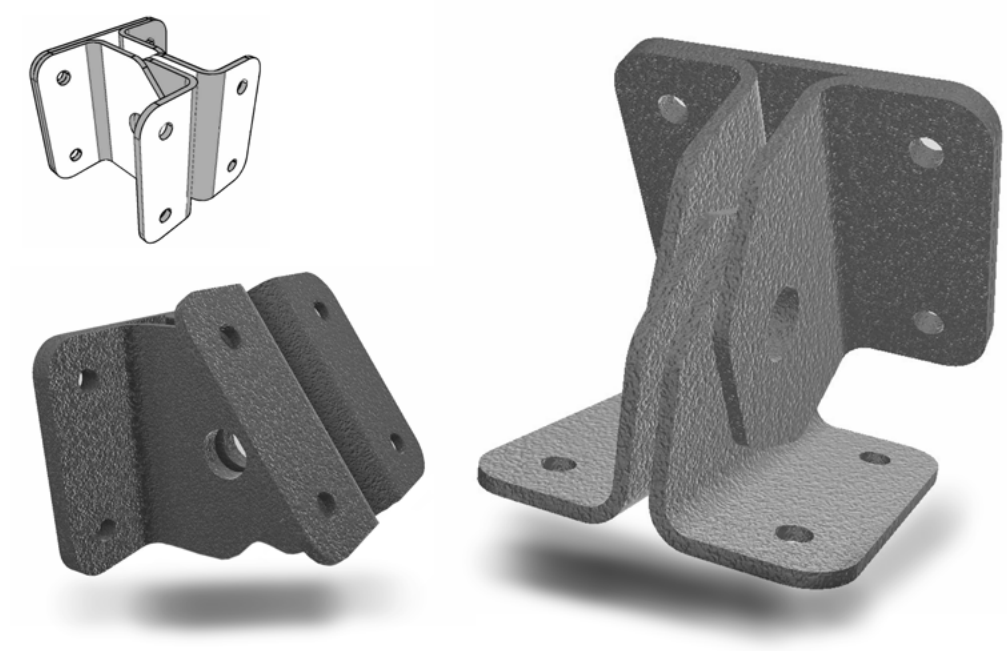


Ilustración 58: *Bocetación 3.3*

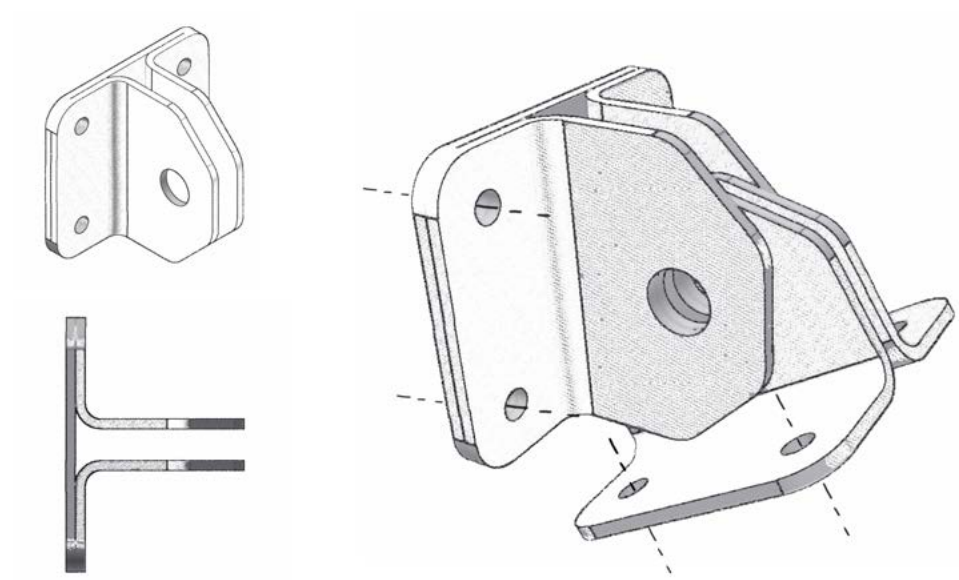


Ilustración 59: *Bocetación 3.*

3.5.- Propuesta de diseño

Después de realizar los tres conceptos se efectuó una mezcla de las mejores propiedades de cada idea, tomando como prioridad la movilidad mediante el posicionamiento de un eje que permita la articulación de la estructura, además se parte del concepto de plegabilidad para la formación del conjunto, de esta manera se obtiene un sistema de unión para estructuras el cual consta de patrones hexagonales y líneas rectas a manera de panes que se desdoblan sobre el material.

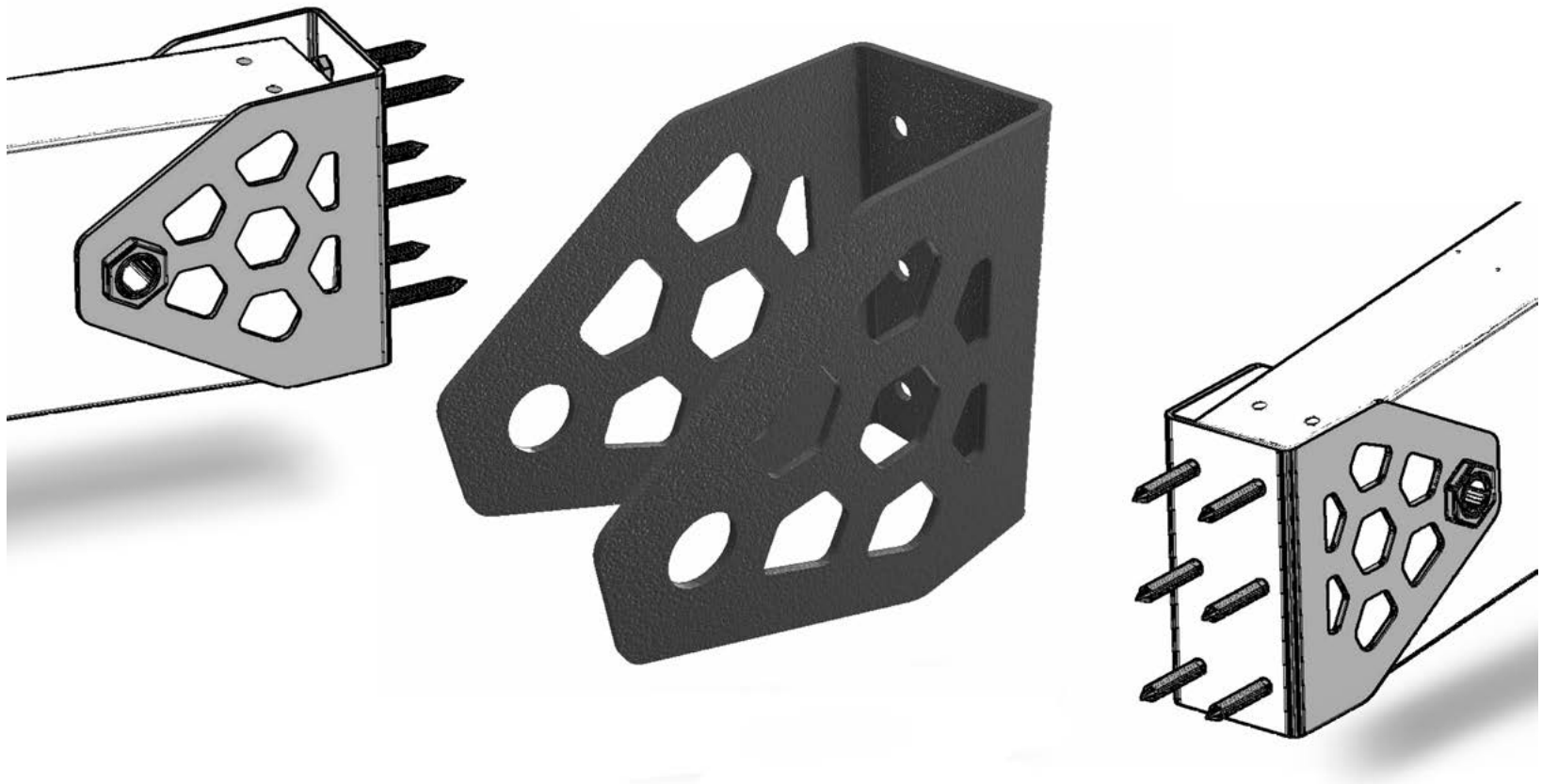


Ilustración 60: *Propuesta de diseño.*

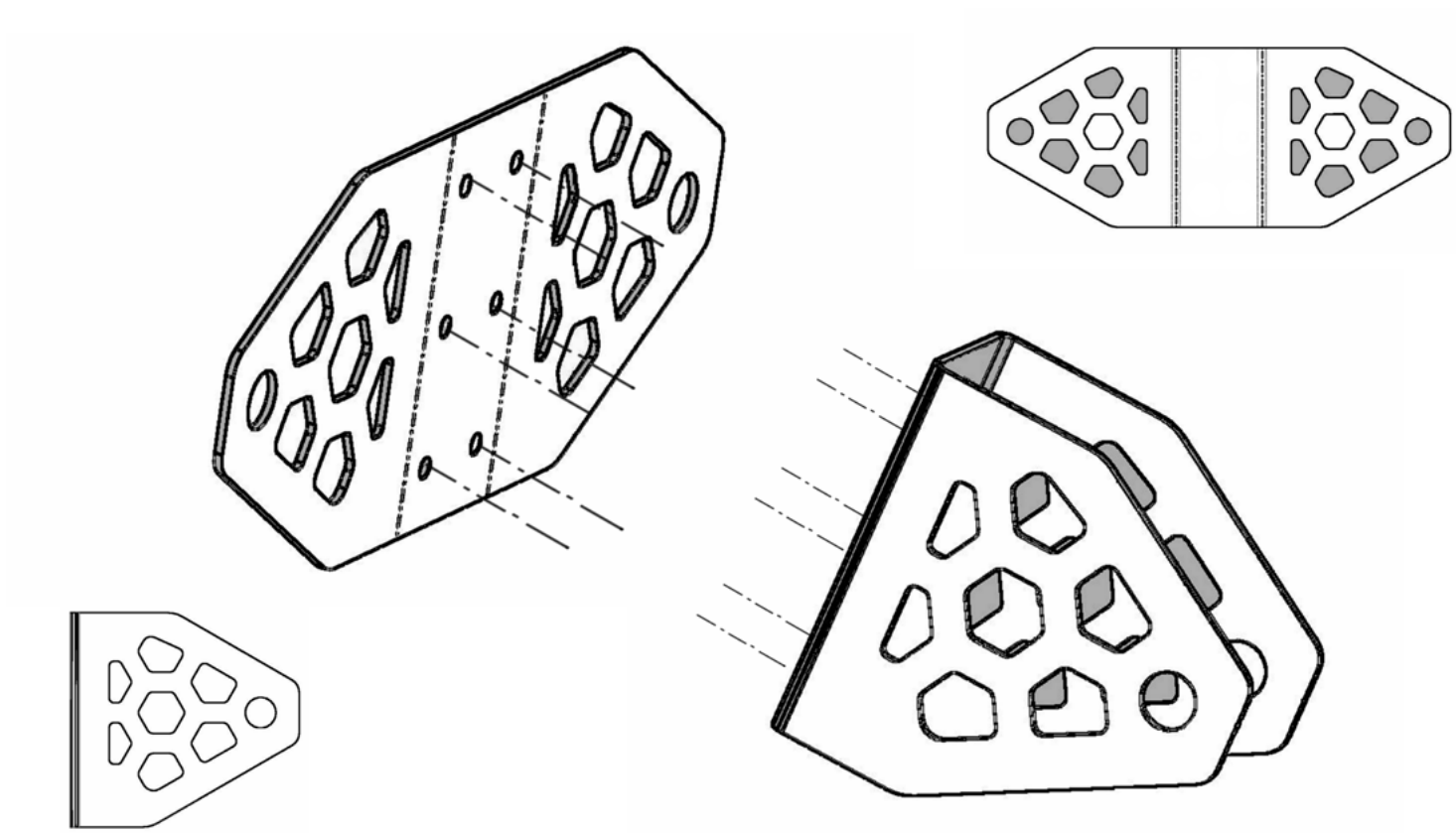
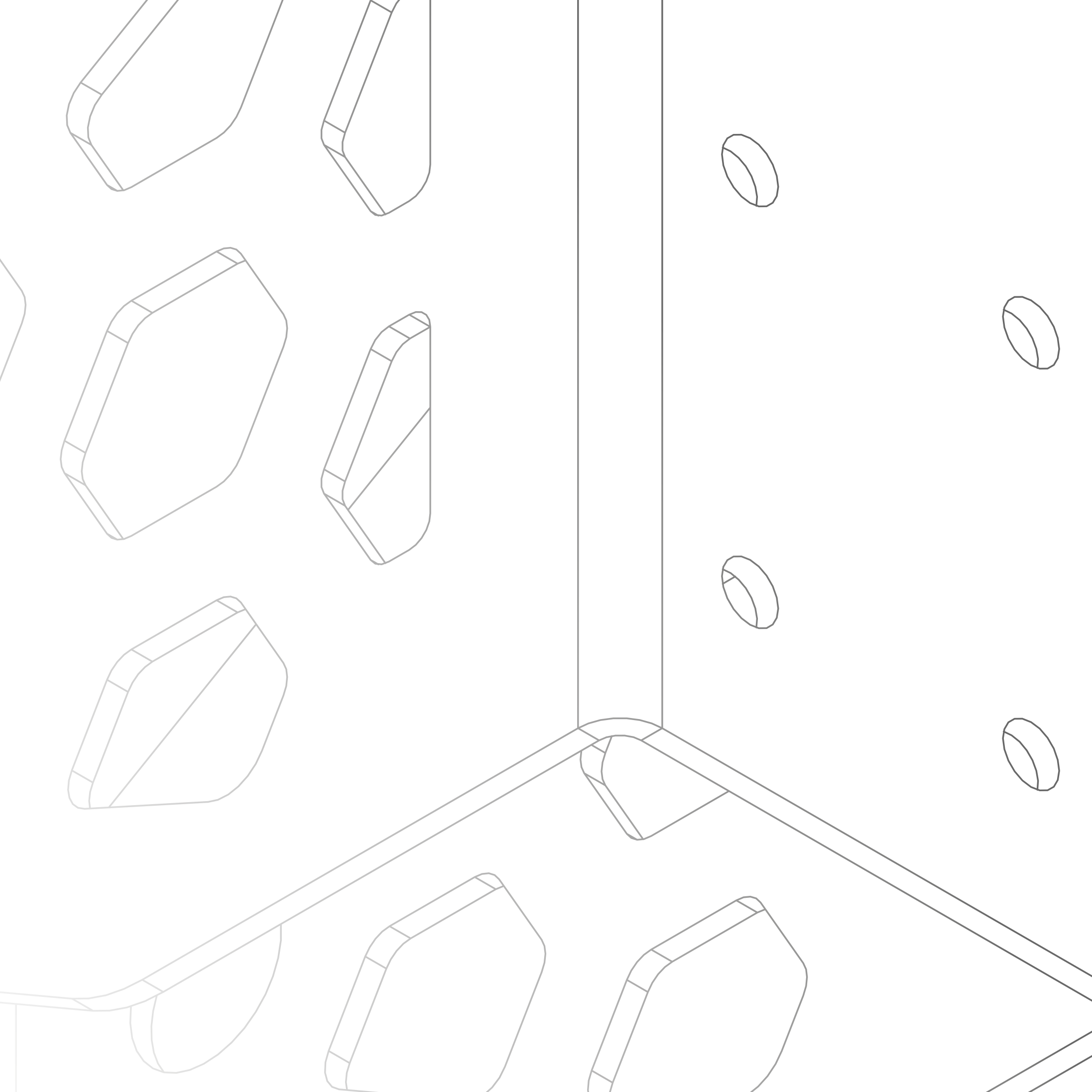


Ilustración 61: *Propuesta de diseño 1.*

3.6.- Conclusiones

En conclusión, al realizar el análisis la de información recopilada se pudo determinar los requerimientos del mercado y las características del perfil de usuario, de este modo se estableció los parámetros necesarios que fueron tomados para la ideación y concreción de la propuesta de diseño. Se desarrolló un sistema para la estructuración de madera mediante los principios de estandarización, al permitir la modulación de sus partes y el desarrollo de cada uno de sus componentes, con el objetivo de facilitar la interacción constructiva de la infraestructura con respecto al usuario.



04

Resultados

04

Resultados

4.- Capítulo: Resultados **65**

4.1.- Sistema de uniones metálicas **65**

4.2.- Análisis estructural de la pérgola **66**

4.2.1.- Generalidades 66
4.2.2.- Procedimiento de diseño 66
4.2.3.- Criterio de evaluación Estructural 66
4.2.4.- Cargas 67
4.2.5.- Configuración de Pérgola 67
4.2.6.- Modelo Matemático 67
4.2.7.- Diseño y Comprobación de miembros estructurales 68
4.2.8.- Análisis general del estudio 75

4.3.- Documentación técnica **76**

4.4.- Renders **89**

4.5.- Ambientaciones **92**

4.6.- Fotografías del producto **96**

4.7.- Packaging de productos **98**

4.7.1.- Logotipo 98
4.7.2.- Planos de troquel 99

4.8.- Manual de usuario **108**

4.9.- Costos **111**

4.9.1.- Unión A - 90 111
4.9.2.- Unión B Piso 111
4.9.3.- Unión C Techo 112

4.10.- Protocolo de validación **113**

4.10.1.- Definir el propósito de la prueba 113
4.10.2.- Escoger una población a encuestar 113
4.10.3.- Seleccionar el formato de encuestas 113
4.10.4.- Resultados 115

4.- CAPÍTULO: RESULTADOS

4.1.- Sistema de uniones metálicas

Made-Rap

El sistema Made-Rap ofrece un diseño moderno y funcionalidad para todo tipo de entorno, el diseño crea un aspecto integral al ser incorporado en el material, además es una estructura de rendimiento con base a un análisis completo que certifica su resistencia y estabilidad asegurada, utilizar el kit de pérgola del sistema te da un atractivo visual único, a diferencia de la mayoría de productos de aluminio o acero galvanizado comunes del mercado, Made-Rap esta elaborado con acero inoxidable de alta calidad que garantiza la integridad y calidad del producto a posibles corrosiones que afecten la integridad del producto.

Ilustración 62: *Sistema Made-Rap.*

Características

- La estructura puede soportar vientos de hasta 109 mph y cargas de vigas de hasta 350 cm de largo hasta una altura de más de 300 cm.
- Con solo un kit básico puedes cubrir una extensión hasta de 10m2, además si se requiere incorporar un espacio adicional se lo puede hacer con la mitad recursos necesarios, y así multiplicar x2 el área cubierta, pasando de 10 m2 a 20 m2,30,40.... Según se requiera.
- El sistema Made-Rap ofrece intercambiabilidad de sus productos en caso de requerir ser reemplazados, cada una de sus partes se pueden adquirir por separado.

4.2.- Análisis estructural de la pérgola

4.2.1.- Generalidades

I. Objetivo
La presente memoria de cálculo contiene la evaluación y verificación del diseño de los elementos de la Pérgola de madera, prototipo para tesis.

II. Descripción de las pérgolas
Los apoyos serán de columna compuesta de madera, el techo de la estructura estará compuesto por cobertura de vidrio o cubierta de polipropileno, viguetas y vigas de madera. La cobertura se plantea de vidrio de 8mm como máximo de carga.

III. Normatividad
Se ha considerado para la verificación estructural la siguiente normativa.

- (Norma Técnica E.010 Madera Del reglamento Nacional de edificaciones, 2021).
- (Norma Ecuatoriana de la Construcción, Cargas no sísmicas, 2014).
- (Norma Ecuatoriana de la Construcción, Estructuras de Madera, 2014).

4.2.2.- Procedimiento de diseño

I. Análisis Estructural
Para el análisis estructural se generará un modelo matemático respectivo. Este modelo será utilizado en el programa de cálculo estructural SAP 2000 V23.0.

II. Verificación de Resistencia
Entre los parámetros que intervienen en la evaluación estructural se encuentran las fuerzas de flexión y compresión a los que serán sometidos los diferentes elementos constitutivos de la pérgola. Los valores de esfuerzos permisibles son los correspondientes a la madera del grupo A.

III. Verificación de Estabilidad
Siendo las armaduras estructuras que soportan eficientemente cargas aplicadas en su plano y con poca rigidez fuera de éste, hay que tomar en cuenta el desplazamiento.

4.2.3.- Criterio de evaluación Estructural

Debido a que la estructura es liviana, se realizará el análisis de la misma ante la acción de cargas de gravedad (Peso propio, carga muerta, y carga viva) y se verificará que las fuerzas generadas no superen los esfuerzos admisibles considerados en la normativa.

4.2.4.- Cargas

I. Cargas Permanentes
Son cargas provenientes del peso propio de los elementos que conforman la estructura y/o se consideran permanentes.

Densidad Madera: 831.27 *kg/m³*
- Viguetas: 33.25 *kg/cm²*
- Vigas: 11.64 *kg/cm²*

Plancha de vidrio: 8mm
- Peso Vidrio: 20 kg/m2

II. Sobrecargas:
Cargas que provienen de los pesos no permanentes de la estructura tales como montaje, mantenimiento, etc.
- Carga Viva de cubiertas b **L**: 70 *kg/cm²*
- Sobrecarga por granizo: **S**: 50 *kg/cm²*

III. Combinaciones de Carga
Las combinaciones de carga corresponden a las de diseño por esfuerzos admisible (ASD).
- D
- D + L
- D + S
- D + 0.75 L + 0.75 S

4.2.5.- Configuración de Pérgola

La pérgola está configurada de 4 columnas unidas mediante vigas, con una viga intermedia sobre ella viguetas de madera de 4 x 4 cm finalmente planchas de vidrio.

4.2.6.- Modelo Matemático

A continuación, se presenta el modelo analítico realizado en SAP200.

Propiedades mecánicas de elementos
Vigas y columnas de madera

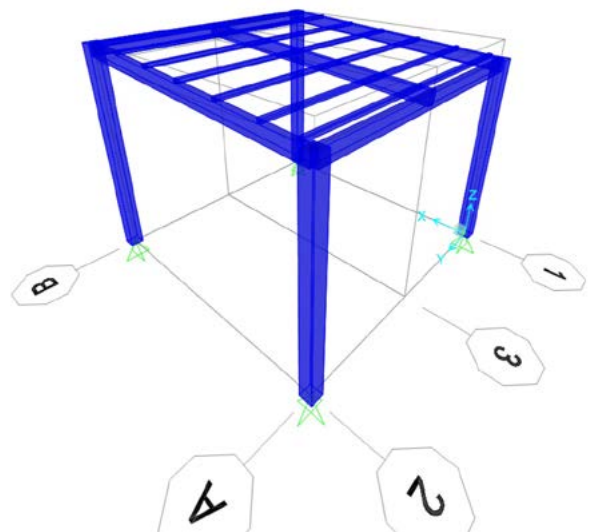


Ilustración 63: *Configuración de Pérgola.*

$$fm := 305.9 \quad kgf/cm^2$$

$$E := 214865.63 \quad kgf/cm^2$$

$$f_{vk} := 30.6 \quad kgf/cm^2$$

$$fco := 234.5 \quad kgf/cm^2 \qquad fc90 := 27.5 \quad kgf/cm^2$$

$$fto := 183.5 \quad kgf/cm^2 \qquad ft90 := 6.1 \quad kgf/cm^2$$

$$fy := 1800 \quad kgf/cm^2$$

$$fu := 4900 \quad kgf/cm^2$$

Acero de placas AISI 304

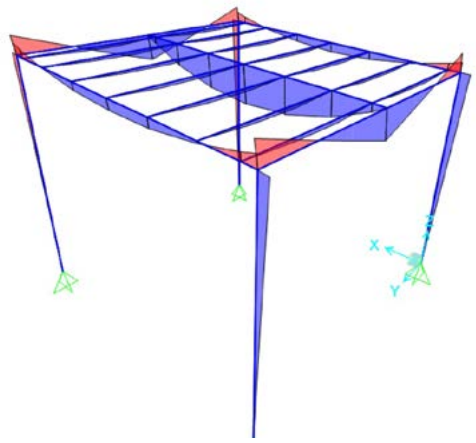


Ilustración 64: *Modelo Matemático.*

Tirafondos DIN 571

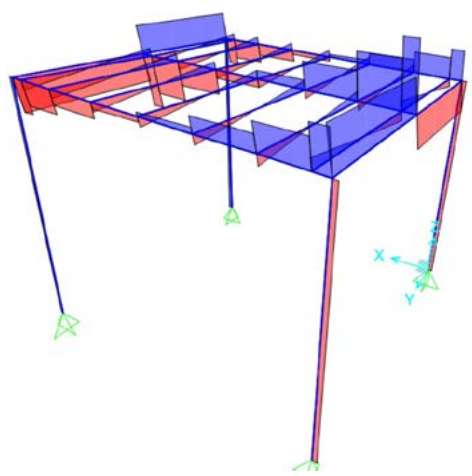


Ilustración 65: *Modelo Matemático 2.*

$R_{vk0} := 2.96\ \text{kN}$ Res. a corte paralelo

$R_{vk90} := 2.23\ \text{kN}$ Res. a corte perpendicular

$R_T := 2.78\ \text{kN}$ Res. a extracción

(Rothoblaas, KOP-TIRAFONDO DIN571, 2022)
(Sistemas de anclaje HJC, 2022)

4.2.7.- Diseño y Comprobación de miembros estructurales

I. Diseño de Vigas

Se diseña la viga con mayores solicitudes, debido a que es la viga que más va a estar esforzada si cumple los requisitos esta, las demás vigas también cumplirán.

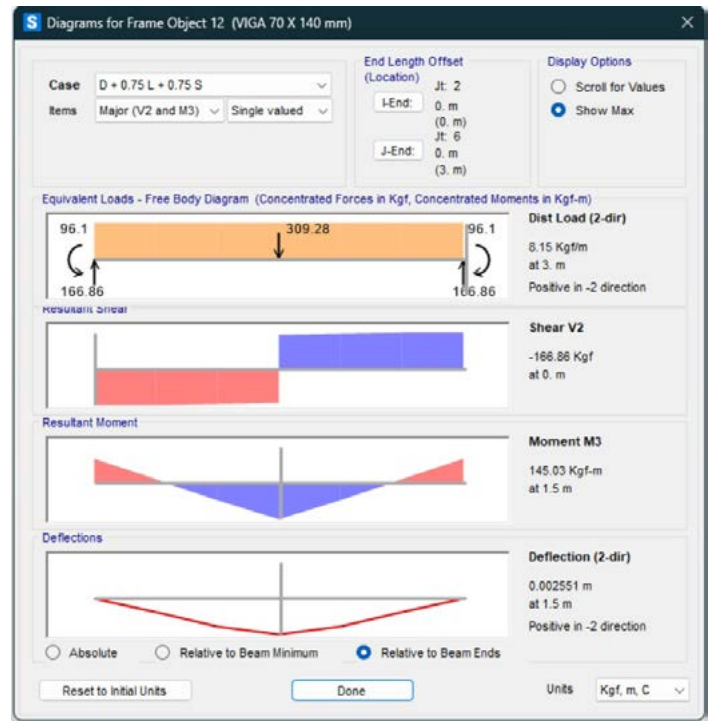


Ilustración 66: *Diagrams for frame objetct.*

Evaluación:

$l := 300\ cm$

Deformaciones admisibles

Para carga total: $\Delta_{max} < l/250$

Para sobrecarga: $\Delta_{max} < l/350$

Esfuerzos máximos

Momento máximo: $M_{max} := 145.43\ kgf \cdot m$

Cortante máximo: $V_{max} := 165.5\ kgf$

Esfuerzos Admisibles

$E := 214865.63\ \ kg/cm^2$

$fm := 305.9\ \ kgf/cm^2$

Momentos de Inercia

$\Delta_{max} < l/350 = 8.571\ mm$

$\Delta_{calculado} := 3\ mm$

Por cálculo de deflexión la viga **"CUMPLE"**

$b := 7\ cm$

$h := 14\ cm$

$I := b \cdot h^3/12 = (1.601 \cdot 10^3)\ cm^4$

$c := h/2 = 7\ cm$

$Z := b \cdot h^6/6 = (8.784 \cdot 10^6)\ cm^7$

$\sigma_m := 6 \cdot M_{max}/b \cdot h^2 := 63.599\ kgf/cm^2$

$\sigma_m < fm = 1$

Para cálculo de resistencia a flexión en vigas "CUMPLE"

Diseño a corte:

$fvk := 30.6\ kgf/cm^2$

$\tau := 3 \cdot V_{max}/2 \cdot b \cdot h := 2.533\ kgf/cm^2$

$\tau < f_{vk} = 1$

Por cálculo de cortante la viga **"CUMPLE"**

Compresión perpendicular a las fibras

El esfuerzo de compresión promedio en la dirección perpendicular a las fibras debe verificarse en los apoyos y otros puntos donde hay carga concentrada en áreas pequeñas.

Este caso se da en vigas apoyadas en columnas y sobre estas y cargadas sobre las mismas. Sin embargo, debido al tipo de conexión estos esfuerzos no se dan y no es necesaria su verificación.

II. Diseño y Verificación de columnas

Esbeltez
Se presenta en función de la relación:

$l_{ef} := 3\ m$ Longitud efectiva

$d := 14\ cm$ Dimensión de la sección transversal en la dirección considerada

$\lambda := l_{ef}/d = 21.429$

Clasificación de las columnas	
Columnas cortas	$\lambda < 10$
Columnas Intermedias	$10 < \lambda <$
Columnas largas	$< \lambda < 50$

Tabla 1. Clasificación de las columnas.

De acuerdo con esto la columna se clasifica como columna intermedia

Relación de esbeltez límite entre columnas intermedias y largas

$E = (2.149 \cdot 10^5)\ kgf/cm^2$ Módulo de elasticidad

$fc := 234.5\ kgf/cm^2$ Resistencia a compresión paralela a las fibras

$C_k := 0.7025 \cdot \sqrt{E / fc} = 21.265$

Si este valor excede de 50 no se puede usar el elemento como columna, en este caso se cumple y se puede usar el elemento como columna estructural.

(Olarte, 2012)

(Norma Ecuatoriana de la Construcción, Guía práctica para el diseño de estructuras de madera de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

Columnas Intermedias

Las columnas fallan por una combinación de aplastamiento e inestabilidad lateral (pandeo). Su carga admisible puede estimarse como:

$$N_{adm} := fc \cdot A \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\lambda}{c_k}\right)^4\right) \qquad A := 14\ cm \cdot 14\ cm = 196\ cm^2$$

$$N_{adm} = (3.016 \cdot 10^4)\ kgf$$

Diseño por esfuerzos admisibles por flexo compresión

Los elementos deben diseñarse para satisfacer la siguiente expresión

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{K_m \cdot M_{max}}{fm} < 1$$

Donde:
Km Factor de magnificación de momentos debido a la presencia de carga axial Z Módulo de sección transversal con respecto al eje alrededor del cual se produce la flexión

Cálculo de carga crítica de Euler

La carga critica de Euler para pandeo en la dirección en que se aplican los momentos de flexión Ncr se calcula mediante:

$$N_{cr} := E \cdot I \cdot \pi^2 / lef^2$$

$$b := 14\ cm$$

$$h := 14\ cm$$

$$I := b \cdot h^3 / 12 = (3.201 \cdot 10^3)\ cm^4$$

$$lef = 3\ m$$

$$N_{cr} = (3.772 \cdot 10^4)\ kgf$$

Cálculo de factor de magnificación de momentos Km

$$km := 1 / 1 - (1.5\ N / N_{cr})$$

$N := 184.27\ kgf$ Carga axial máxima aplicada

$$km := 1 / 1 - (1.5\ N / N_{cr}) = 1.007$$

Chequeo por esfuerzos admisibles por flexo compresión La columna debe satisfacer la siguiente ecuación:

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{K_m \cdot M_{max}}{Z \cdot fm} < 1$$

$$N = 184.27\ kgf$$

$$M_{max} := 3727.439\ kgf \cdot cm \qquad fm = (3 \cdot 10^7)\ Pa$$

$$Z := b \cdot h^2 / 6 = 457.333\ cm^3$$

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{K_m \cdot M_{max}}{Z \cdot fm} = 0.033$$

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{K_m \cdot M_{max}}{Z \cdot fm} < 1 = 1$$

Por lo tanto, la columna por flexo compresión **"CUMPLE"**

Esfuerzos admisibles por flexocompresión

El elemento debe satisfacer la siguiente ecuación:

$$\frac{N}{A \cdot ft} + \frac{M_{max}}{Z \cdot fm} < 1 \qquad ft := 183.5\ kgf / cm^2$$ Resistencia a tracción paralela

$$\frac{N}{A \cdot ft} + \frac{M_{max}}{Z \cdot fm} = 0.032$$

$$0.032 < 1$$

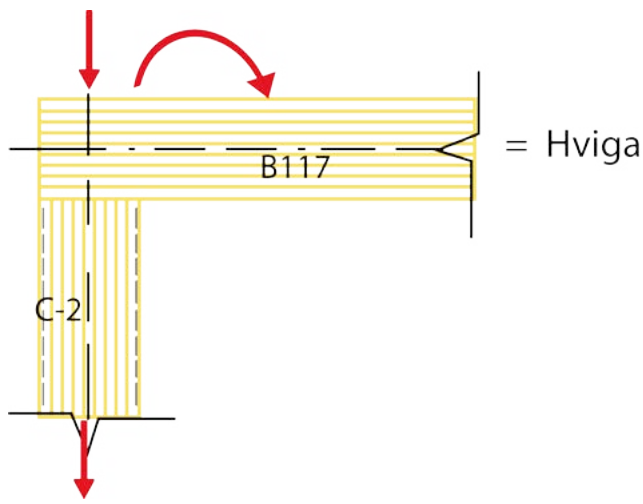
Por lo tanto, la columna por flexo tracción **"CUMPLE"**
(Diseño y cálculo de uniones en estructuras de madera, 2021)

III. Revisión y Diseño de Conexiones de madera

De la concepción del modelo de pórticos con uniones que resisten al momento y otros con uniones articuladas. Con base al funcionamiento del mismo se dividieron en tres grupos identificados como: conexiones a momento y conexiones no resistentes a momentos.

Conexiones resistentes a momento

Este tipo de conexión se da principalmente en la unión de las vigas y columnas, de las mismas se procede con la ubicación de donde se producen las cargas máximas que se obtuvieron del modelo de SAP 2000.



$$V := 47.94\ kgf$$
$$M := 93.74\ kgf \cdot m$$
$$b_{viga} := 7\ cm$$
$$b_{viga} := 14\ cm$$
$$N := 367.11\ kgf$$
$$b_{columna} := 14\ cm$$
$$h_{columna} := 14\ cm$$

Ilustración 67: *Conexiones resistentes a momento.*

Una vez definida por completo la conexión, se procedió a evaluar cada uno de los elementos teniendo en cuenta parámetros como tipo de madera, cargas admisibles, tipo de cizallamiento, número de pernos etc.

Los valores para número de pernos y posicionamiento de los mismos se realizaron siguiendo los lineamientos dados por el Manual de Diseño de Maderas del Grupo Andino (JAC,1986), mientras que el diseño de las platinas de unión se ejecutó con los parámetros de la Norma Sismorresistente. Esfuerzos admisibles de la Madera Abio Fuente: (Laboratorio de Arquitectura, Tecnología y Procesos, 2018).

Se definen nuevamente las propiedades de resistencia de la madera:

$$F_b := 305.9\ kgf/cm^2 \qquad F_{t0} := 183.5\ kgf/cm^2 \qquad F_{c0} := 234.5\ kgf/cm^2$$

$$F_v := 30.6\ \ kgf/cm^2$$

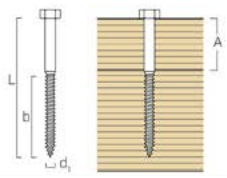
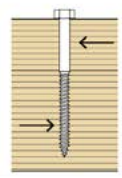
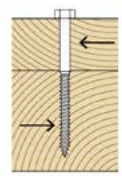
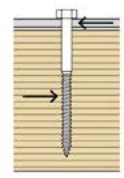
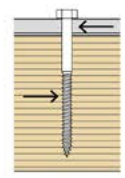
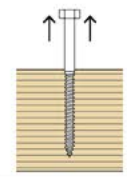
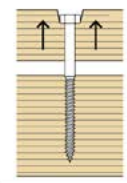
geometría				CORTE						TRACCIÓN	
				madera-madera α = 0°(1)	madera-madera α = 90°(2)	acero-madera placa fina (3)		acero-madera placa gruesa (4)		extracción de la rosca (5)	penetración cabeza(6)
											
d_1 [mm]	L [mm]	b(7) [mm]	A [mm]	$R_{V,k}$ [kN]	$R_{V,k}$ [kN]	$R_{V,k}$ [kN]		$R_{V,k}$ [kN]		$R_{ax,k}$ [kN]	$R_{head,k}$ [kN]
8	50	30	20	2,96	2,23	S_{PLATE} = 4 mm	2,64	S_{PLATE} = 8 mm	3,75	2,78	3,54
	60	36	24	3,28	2,68		3,22		4,38	3,34	3,54
	70	42	28	3,55	2,87		3,51		4,56	3,90	3,54
	80	48	32	3,78	3,01		3,65		4,70	4,45	3,54
	100	60	40	3,96	3,32		3,93		4,98	5,56	3,54
	120	72	48	3,96	3,42		4,20		5,25	6,68	3,54
	140	84	56	3,96	3,42		4,48		5,53	7,79	3,54
	160	96	64	3,96	3,42		4,76		5,81	8,90	3,54
	180	108	72	3,96	3,42		5,04		6,09	10,02	3,54
	200	120	80	3,96	3,42		5,07		6,37	11,13	3,54

Ilustración 68: *Parámetros de resistencia de Tirafondos.*

$d1 := 8mm$ $\quad l_{perno} := 50\ mm$ $\quad R_{vk0} := 2.96\ kN$ $\quad R_T := 2.78\ kN$

$R_{vk90} := 2.23\ kN$

Distancia min de pernos

$a1 := 4\ cm \quad a11 := 4\ cm$

$a2 := 3.2\ cm \quad a22 := 5.2\ cm$

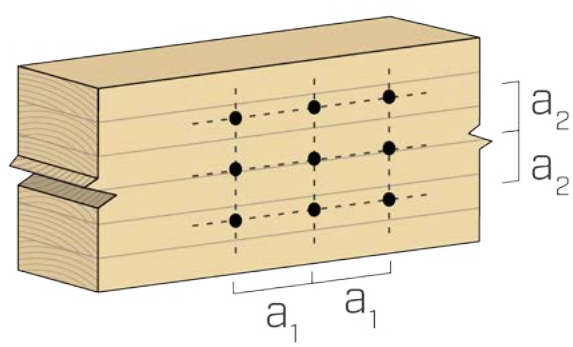


Ilustración 69: *Distancia de pernos.*

Determinación de número de pernos

Una vez estimada la carga resistida por la sección en función de la dirección de aplicación de la fuerza se puede determinar el número de pernos requeridos para la conexión, para ello se realiza el cociente de la carga aplicada 10 y la carga encontrando así el número de pernos para el caso de la columna (carga paralela) y la viga (carga perpendicular) respectivamente.

$$F1 := N = 367.11\ kgf \qquad e := M/N = 25.535\ cm$$

$$\#pernos_{col} := F1/R_{vk0} = 1.216 \qquad F2 := V + M/e = 415.05\ kgf$$

$$\#pernos_{viga} := F2/R_{vk90} = 1.825$$

Verificando el diseño propuesto se ve que los 6 tirafondos conectados a la columna y los dos tirafondos conectados a la viga cumplen con los criterios.

$$l := 6.5\ cm \qquad l1 := 0.15\ m$$

$$d := 0.95\ cm \qquad d1 := 0.0127\ cm$$

$$l1/d1 = 0$$

Revisión de pletinas metálicas
Es pertinente revisar la resistencia de las mismas, de tal manera que ni la madera ni la platina alcancen la falla, conservando así la integridad de la conexión diseñada.

Fluencia en área total
Se procede inicialmente determinando el tamaño de la platina a usar en función del número de pernos y su ubicación, para ello se tiene en cuenta el ancho del elemento a conectar razón por la cual se tomó un ancho de 7.5 cm con el cual se cumple las distancias entre pernos y se asumió un espesor de platina 1.5mm cuyo material es acero inoxidable AISI 304.

Una vez determinadas las dimensiones se procede al cálculo del área total Ag que estará dada por el producto entre el ancho de la platina (8 cm) y su espesor (1.5mm)

$$Ag := 6\ cm \cdot 0.15\ cm = 0.9\ cm\ 2$$

Haciendo uso de los esfuerzos admisibles se halla la carga admisible de la platina (Fadm) como 0.6 veces el esfuerzo de fluencia del material Fy en el área total Ag, donde se comprueba que la resistencia aportada por la platina es mayor que la requerida.

$$Fy := 1800\ \ kgf/cm^2 \qquad Fu := 4900\ \ kgf/cm^2$$

$$Fadm := 0.6 \cdot Fy \cdot Ag = 972\ kgf$$

Fractura en área neta

Este estado límite de la platina está determinado como 0.45 veces el esfuerzo último del material Fue en el área neta An.

$n_{pernos} := 2$

$d_{perno} := 7.5\ mm$

$d_{perf} := 8\ mm$

$e := 1.5\ mm$

$A_{Tperf} := d_{perf} \cdot n_{pernos} \cdot e = 0.24\ cm^2$

$Ag = 0.9\ cm^2$

$A_{neta} := Ag - A_{Tperf} = 0.66\ cm^2$

$Fadm := 0.5 \cdot Fu \cdot A_{neta} = 1617\ kgf$

Aplastamiento

La carga admisible de aplastamiento es función del tipo de agujero utilizado, que para este caso es un agujero estándar, lo cual implica que la fuerza de diseño estará dada por 1.2 veces el esfuerzo último del material multiplicado por el área de perforación.

$Ap := d_{perf} \cdot e = 0.12\ cm^2$

$F_{adm} := 1.2 \cdot Fu \cdot A_p = 705.6\ kgf$

Se verifica que la fuerza axial es menor a las admisibles

Diseño, Verificación de Conexión y anclaje a cimentación

$\mathbf{P_{max}} := 363.74\ \mathrm{kgf}$

$\mathbf{V_{max}} := 41.58\ \mathrm{kgf}$

$\mathbf{R_{vk0}} = 301.836\ \mathrm{kgf}$

$\mathbf{R_{vk90}} = 227.397\ \mathrm{kgf}$

Pernos que se deben usar para conectar platinas metálicas con la base de la madera Corte Paralelo a la fibra

$P_{max} / R_{vk0} = 1.205$
Corte Perpendicular a la fibra la fibra
$V_{max} / R_{vk90} = 0.183$

Para el diseño se pude verificar que se usan 2 tirafondos en dos líneas lo que nos da 4 en total con lo cual se verifica que la conexión **"CUMPLE"**

Anclaje de madera en cimentación de concreto

Se asume el uso de concreto de resistencia *f'c de 210 kgf/cm2*

$P_{max} = 363.74\ kgf$ $\quad V_{max} = 41.58\ kgf$ $\quad A2 := 14\ cm \cdot 14\ cm = 196\ cm^2$

$Mu := 0\ kgf \cdot cm$ $\quad fc := 210\ \ kgf/cm^2$ $\quad A1 := A2$

$Fy = 1800\ kgf/cm^2$

$N := 14\ cm$ *Peralte de placa*

$B := 14\ cm$ *Base de placa*

$d := 14\ cm$ *Peralte de perfil*

$bf := 14\ cm$ *Base de perfil*

$e := Mu / P_{max} = 0\ cm$; No hay excentricidad la placa está sometida totalmente a compresión

$Fp := 0.85 \cdot fc \cdot /2.5 \cdot (A2/A1)^{1/2} = 71.4\ kgf/cm^2$

Revisión a cortante de anclas de 1/2" y L: 76mm
$Fv := 571\ kgf$ Cortante admisible de pernos de anclaje
Vmax /Fv = 0.073
Vmax /Fv < 1**"CUMPLE"**

Presión de contacto máxima

$$qadm := Fp \cdot B = 999.6 \ \ kgf/cm$$

Excentricidad critica

$$ec := N/2 \ - P_{max}/2 \cdot qadm = 6.818 \ cm$$

$$e < ec = 1 \ \text{"CUMPLE"}$$

Presión de aplastamiento

$$qa := P_{max}/(N - 2 \cdot e) = 25.981 \ kgf/cm$$

$$qa < qadm = 1 \ \text{"CUMPLE"}$$

Espesor de Placa
Esfuerzo de aplastamiento

$$f_a := B \cdot Pmax / B \cdot (N - 2 \cdot e) = 1.856 \ kgf/cm^2$$

$$m1 := (N - 0.95 \ d) / 2 = 0.35 \ cm$$

$$n := (B - 0.80 \cdot bf) / 2 = 1.4 \ cm$$

Espesor requerido

$$t1 := 1.83 \cdot m1 \cdot (f_a / F_y)^{1/2} \ = 0.206 \ mm$$

$$t2 := 1.83 \cdot n \cdot (f_a / F_y)^{1/2} \ = 0.823 \ mm$$

El espesor de 3mm de la placa de anclaje "**CUMPLE"**

Se ha realizado un modelo aparte empotrando la base de la columna para verificar en caso de que las alas trabajasen a tensión.

$$P_{max} = 363.74 \ kgf$$

$$Mu := 44 \ kgf \cdot m$$

$$e := Mu / Pmax = 12.097 \ cm$$

$$T := Mu \cdot 2 \ cm = 88 \ m \cdot kgf \cdot cm$$

$$Tadm := 300 \ kgf$$

(para un solo perno en este caso de igual manera se tienen 4 además que la conexión se comporta a compresión).

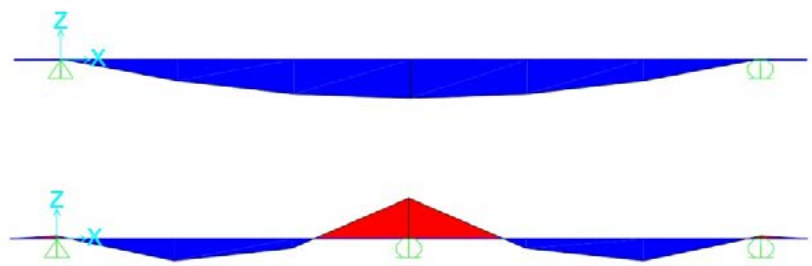


Ilustración 70: *Verificación de viguetas de madera.*

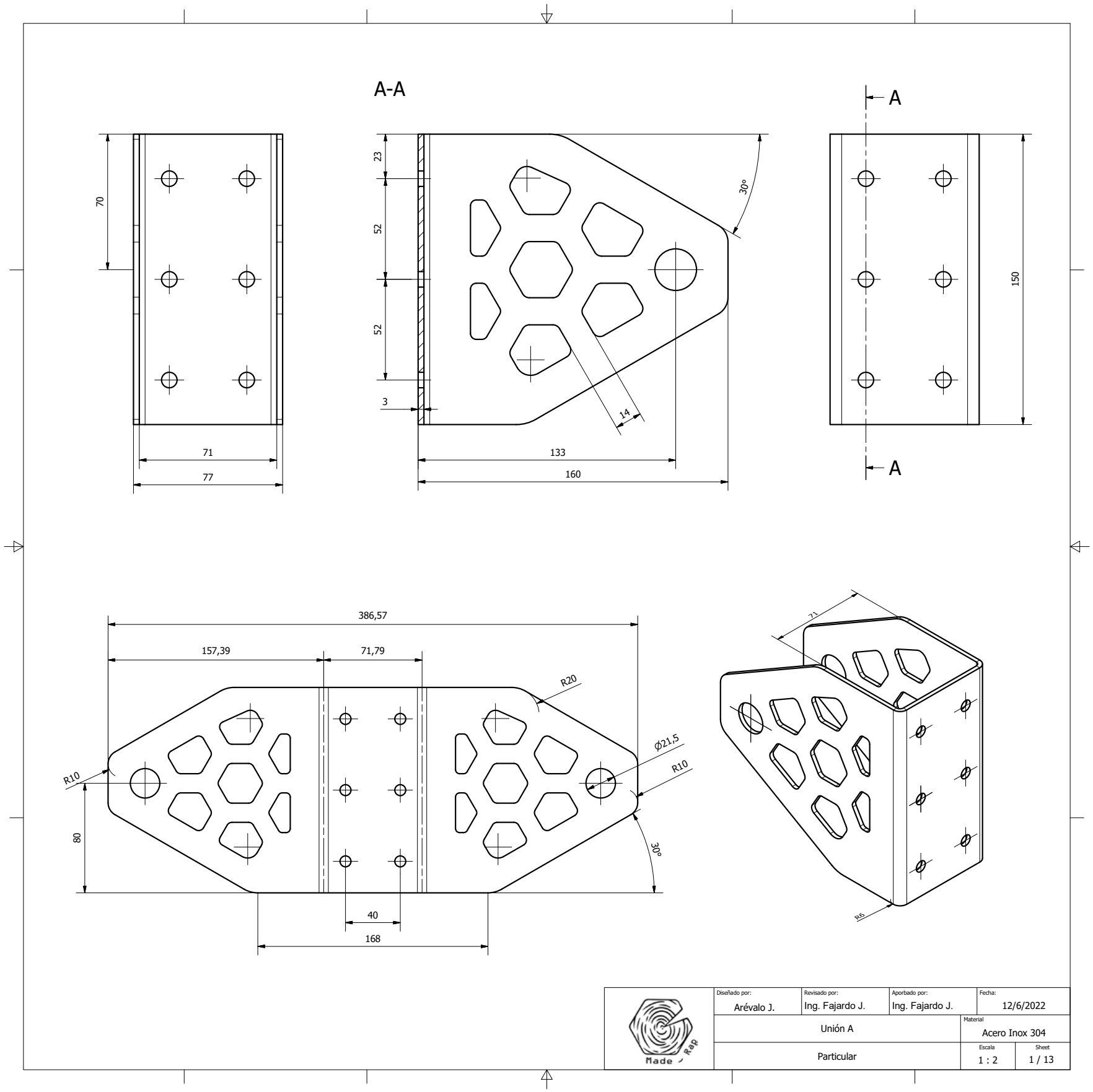
Se ha verificado las viguetas de madera de 4cm x 4cm con apoyo de viga intermedia y sin apoyo los resultados muestran una deflexión de 10 cm con tiras sin apoyo y de 2 mm con apoyo a continuación se puede apreciar los diagramas de momento de las viguetas.

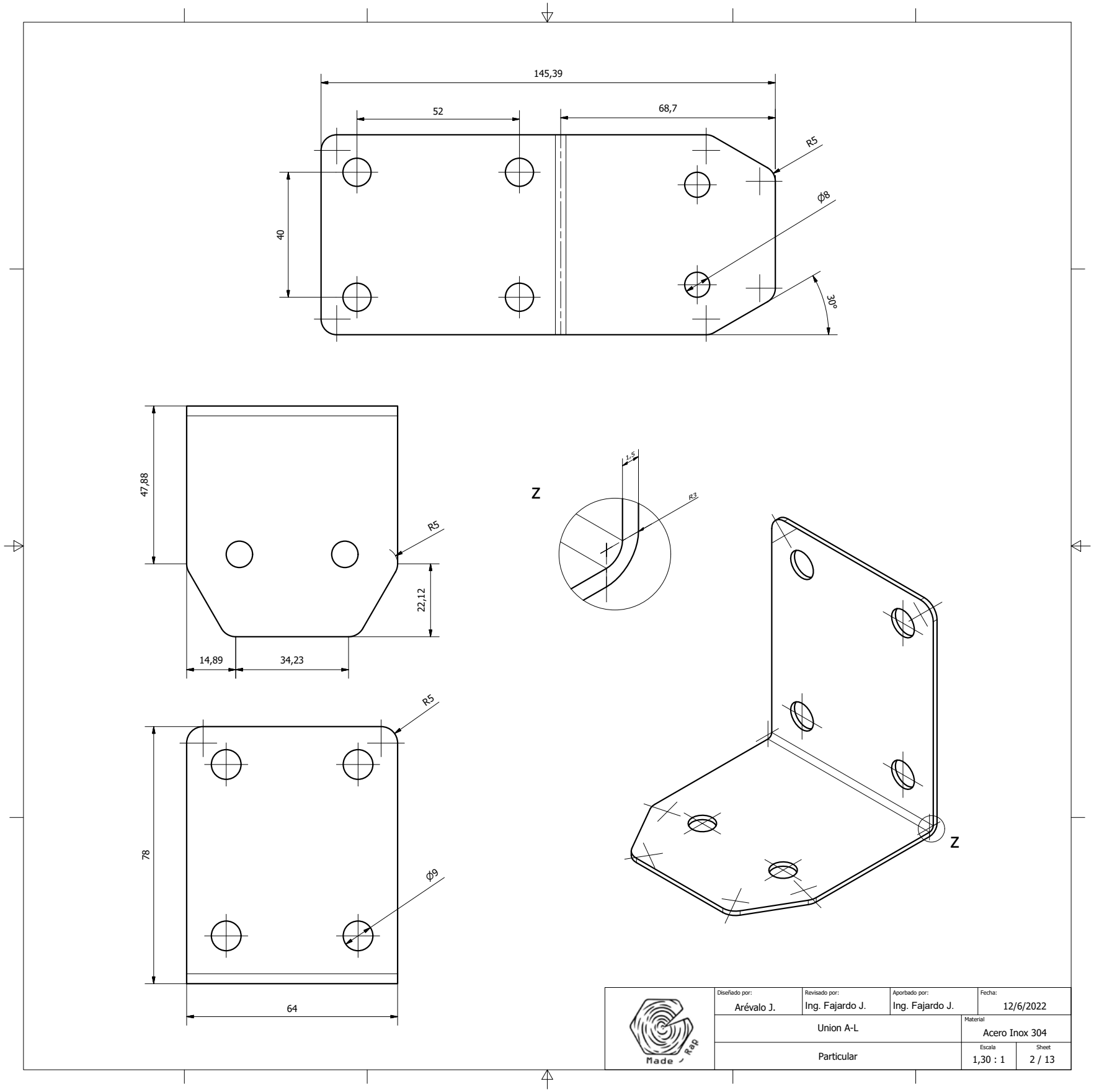
4.2.8.- Análisis general del estudio

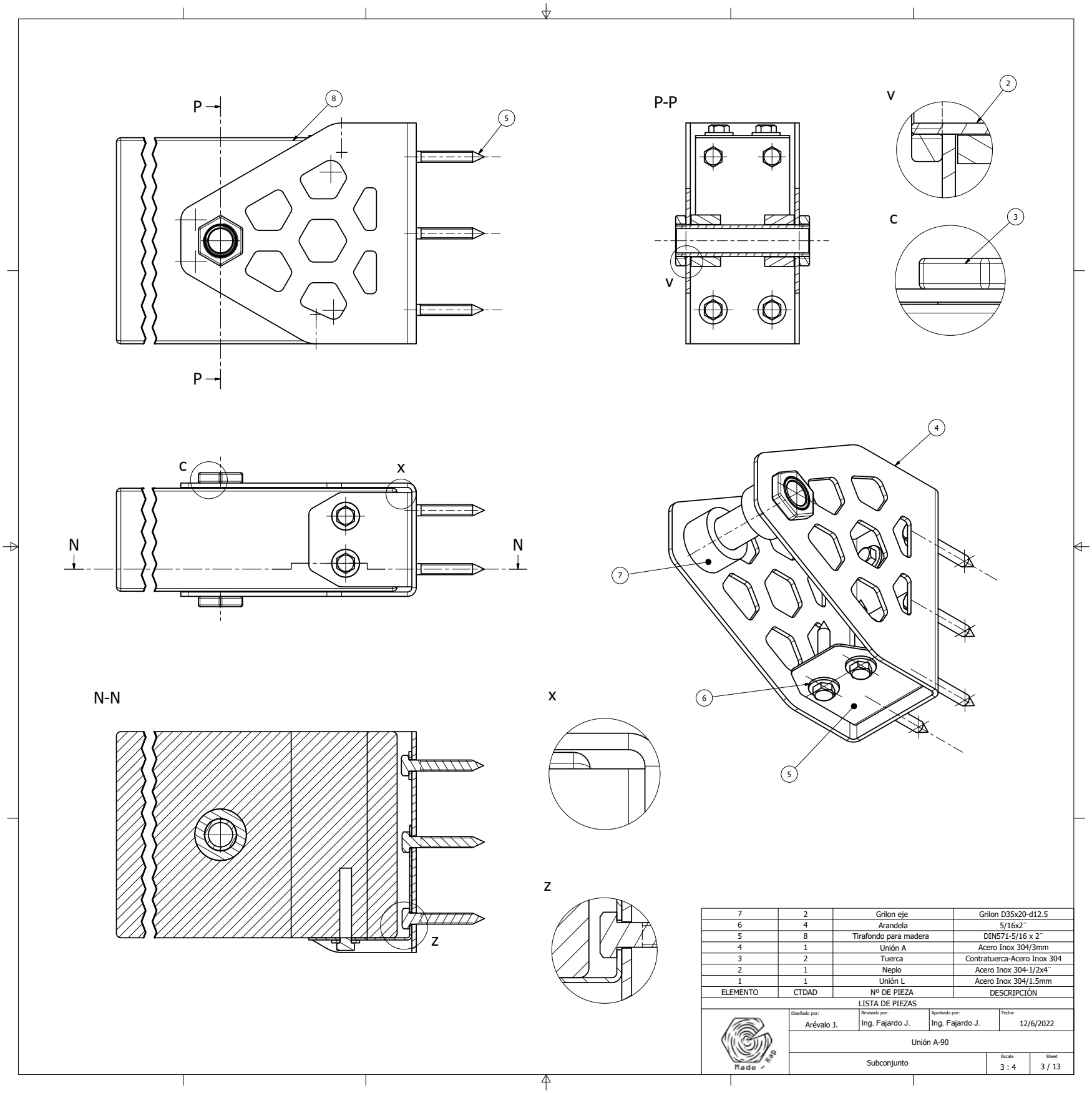
Como consecuencia del análisis estructural resuelto se determina que la construcción mediante el sistema Made-Rap cumple con todas las medidas técnicas de seguridad, con base a las dimensiones de los elementos estructurales del sistema (columnas, vigas y viguetas) de madera cumplen con los criterios de resistencia por el método de esfuerzos admisibles (ASD), dicta la normativa para estructuras de madera NEC-SE-MD bajo carga muerta, viva y de granizo. Así mismo, se obtuvo deflexiones de los elementos de vigas y viguetas de 3 mm máximo que cumplen con la deflexión máxima permisible de 8mm.

De la misma manera, los elementos que conforman los sistemas de conexión como son platinas y tirafondos que también se analizaron por el método de esfuerzos admisibles mismos que cumplen con los esfuerzos máximos. Para terminar, la conexión de las columnas con la base mediante perfiles de acero, tirafondos y anclajes cumplen con los esfuerzos máximos admisibles, mismos que se han comparado tomando en cuenta los esfuerzos máximos de los elementos según el catálogo del fabricante con los esfuerzos calculados.

4.3.- Documentación técnica




145,39
52
68,7
R5
Ø8
40
30°
47,88
R5
22,12
14,89
34,23
Z
1,5
R3
R5
78
Ø9
64
Z
Made in Rap
Diseñado por:
Arévalo J.
Revisado por:
Ing. Fajardo J.
Aporbado por:
Ing. Fajardo J.
Fecha:
12/6/2022
Union A-L
Material
Acero Inox 304
Particular
Escala
1,30 : 1
Sheet
2 / 13



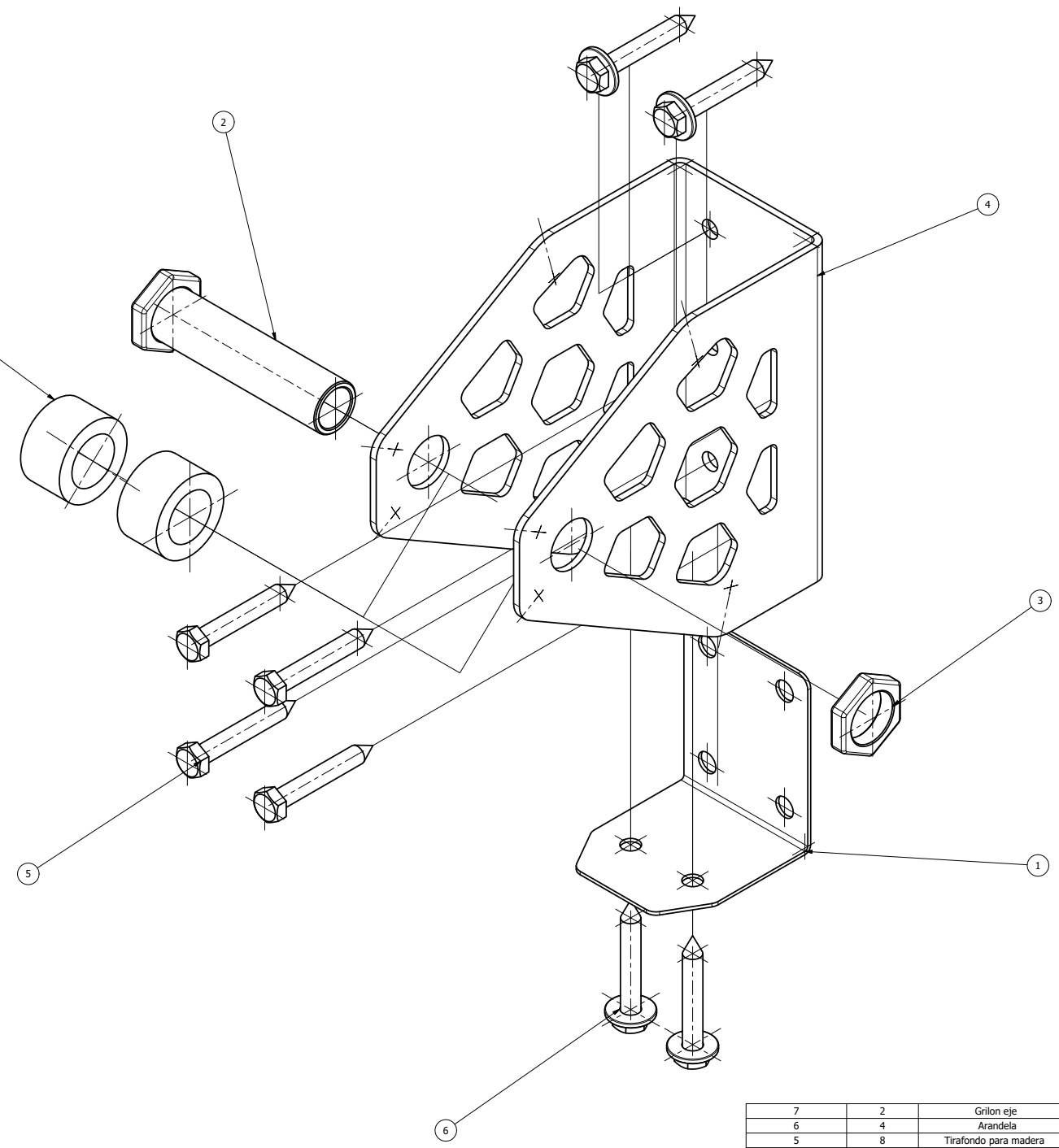
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
7	2	Grilon eje	Grilon D35x20-d12.5
6	4	Arandela	5/16x2¨
5	8	Tirafondo para madera	DIN571-5/16 x 2¨
4	1	Unión A	Acero Inox 304/3mm
3	2	Tuerca	Contratuerca-Acero Inox 304
2	1	Neplo	Acero Inox 304-1/2x4¨
1	1	Unión L	Acero Inox 304/1.5mm

LISTA DE PIEZAS

Diseñado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
Arévalo J.	Ing. Fajardo J.	Ing. Fajardo J.	12/6/2022

Unión A-90

Subconjunto	Escala	Sheet
	3 : 4	3 / 13



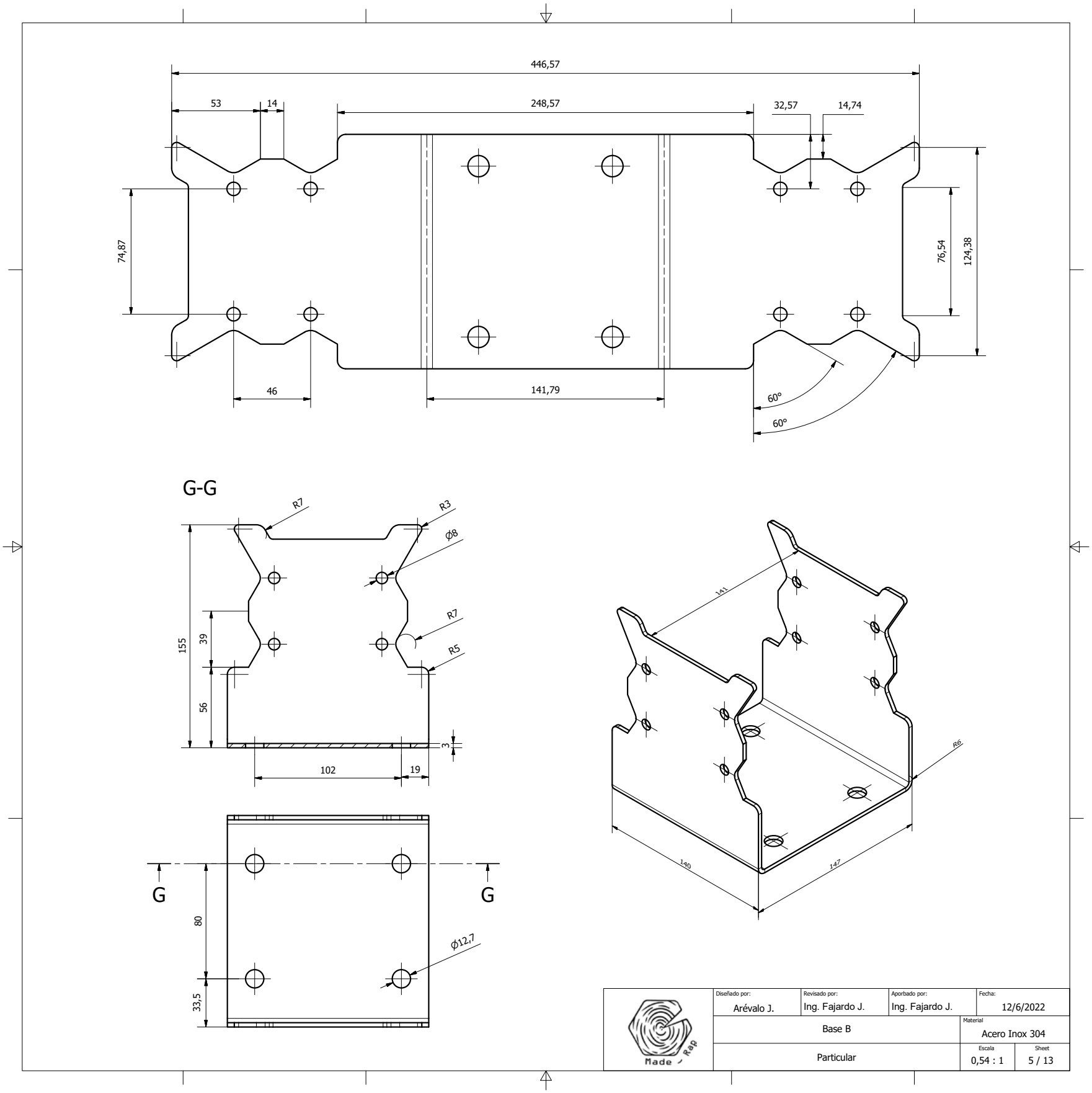
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
7	2	Grilon eje	Grilon D35x20-d12.5
6	4	Arandela	5/16x2¨
5	8	Tirafondo para madera	DIN571-5/16 x 2¨
4	1	Unión A	Acero Inox 304/3mm
3	2	Tuerca	Contratuerca-Acero Inox 304
2	1	Neplo	Acero Inox 304-1/2x4¨
1	1	Unión L	Acero Inox 304/1.5mm

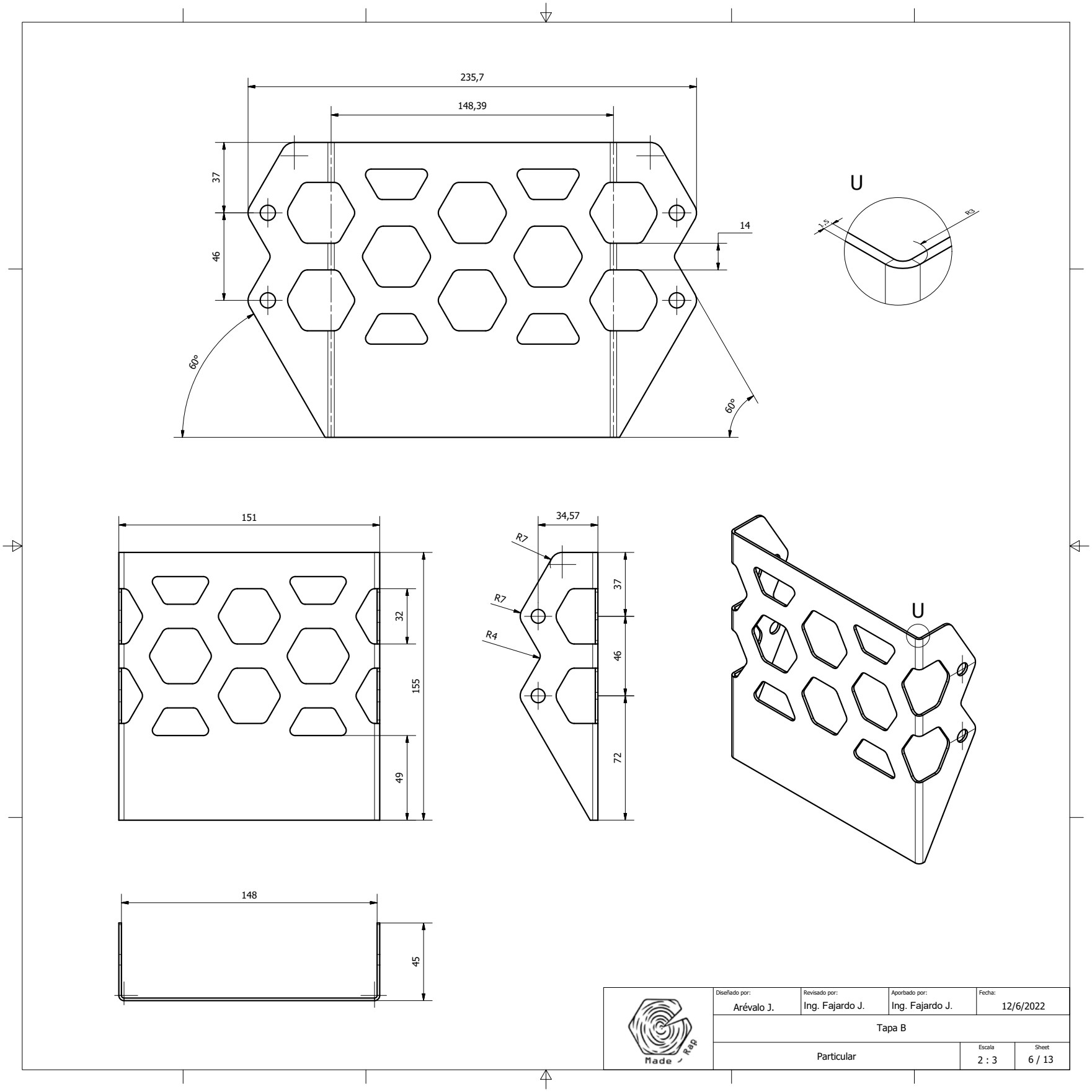
LISTA DE PIEZAS

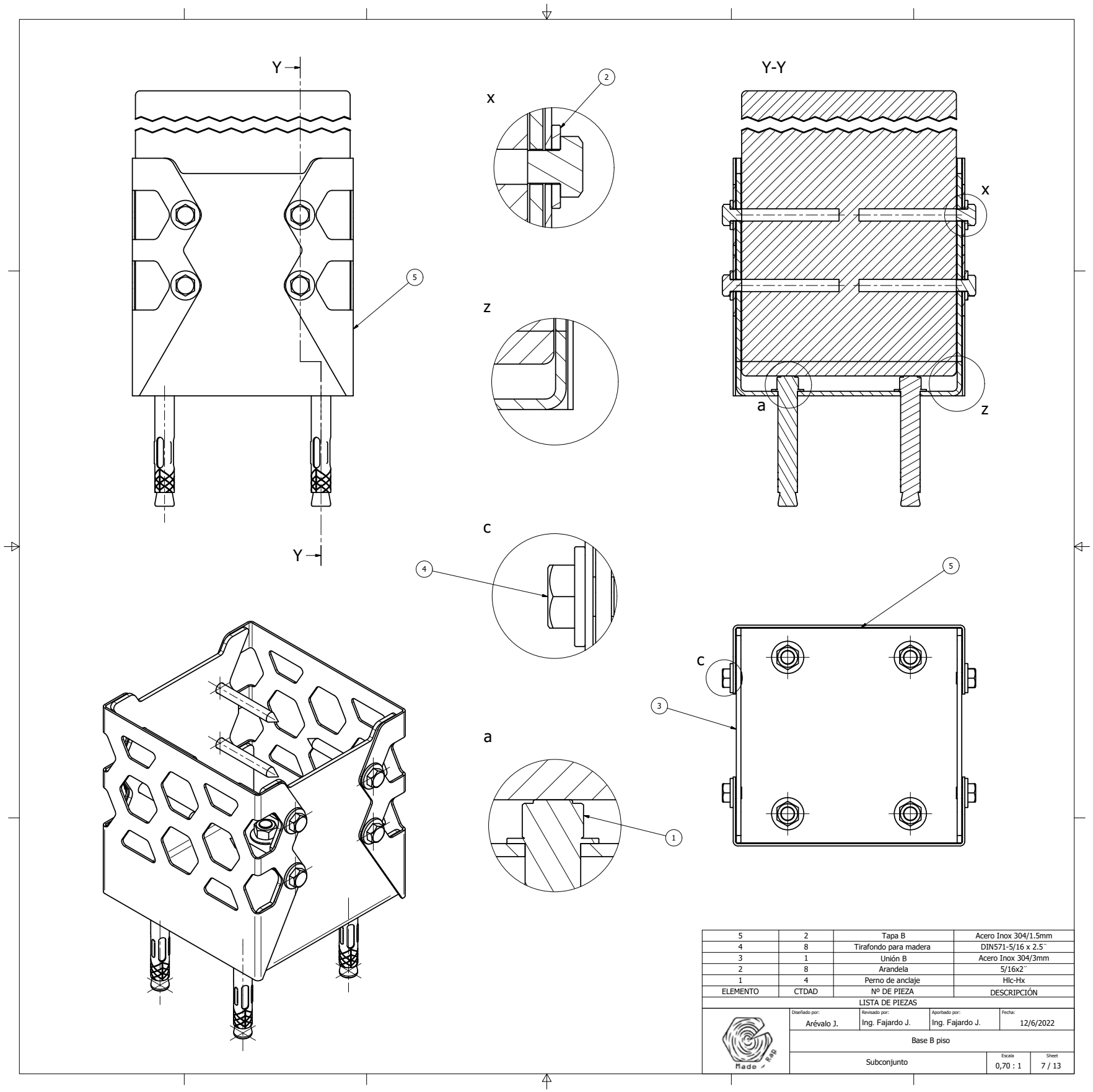
Diseñado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
Arévalo J.	Ing. Fajardo J.	Ing. Fajardo J.	12/6/2022

Unión A-90

Axonometría explotada	Escala	Sheet
	1 : 1	4 / 13


446,57
53
14
248,57
32,57
14,74
74,87
76,54
124,38
46
141,79
60°
60°
G-G
R7
R3
Ø8
R7
R5
155
39
56
3
102
19
G
G
80
Ø12,7
33,5
141
R6
140
147
Diseñado por:
Arévalo J.
Revisado por:
Ing. Fajardo J.
Aporbado por:
Ing. Fajardo J.
Fecha:
12/6/2022
Base B
Material
Acero Inox 304
Particular
Escala
0,54 : 1
Sheet
5 / 13


235,7
148,39
37
46
14
60°
60°
U
1,5
R3
151
32
155
49
34,57
R7
R7
R4
37
46
72
U
148
45
Diseñado por:
Arévalo J.
Revisado por:
Ing. Fajardo J.
Aporbado por:
Ing. Fajardo J.
Fecha:
12/6/2022
Tapa B
Particular
Escala
2 : 3
Sheet
6 / 13



ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
5	2	Tapa B	Acero Inox 304/1.5mm
4	8	Tirafondo para madera	DIN571-5/16 x 2.5¨
3	1	Unión B	Acero Inox 304/3mm
2	8	Arandela	5/16x2¨
1	4	Perno de anclaje	Hlc-Hx

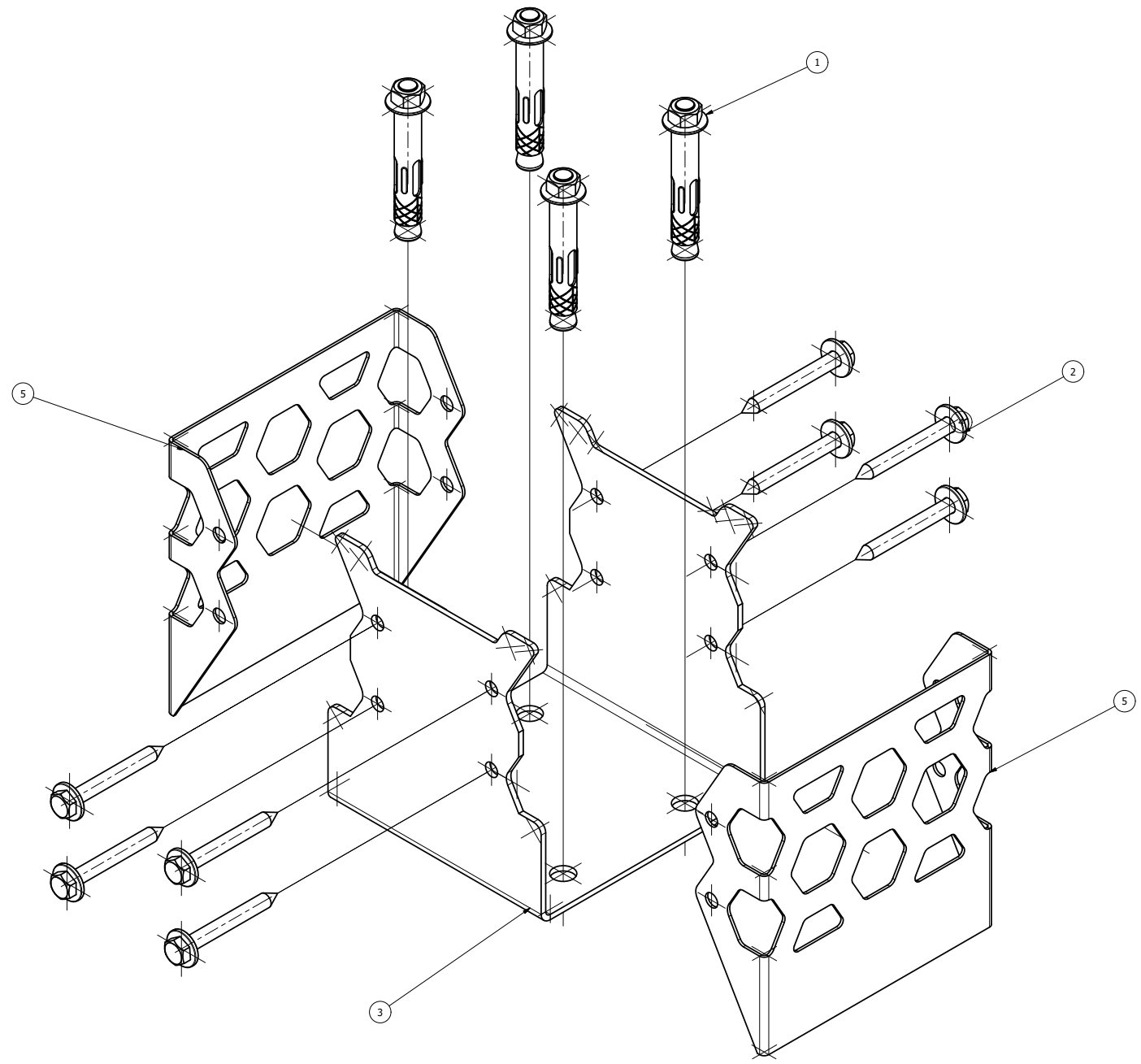
LISTA DE PIEZAS

Diseñado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
Arévalo J.	Ing. Fajardo J.	Ing. Fajardo J.	12/6/2022

Base B piso

Subconjunto

Escala 0,70 : 1 — Sheet 7 / 13



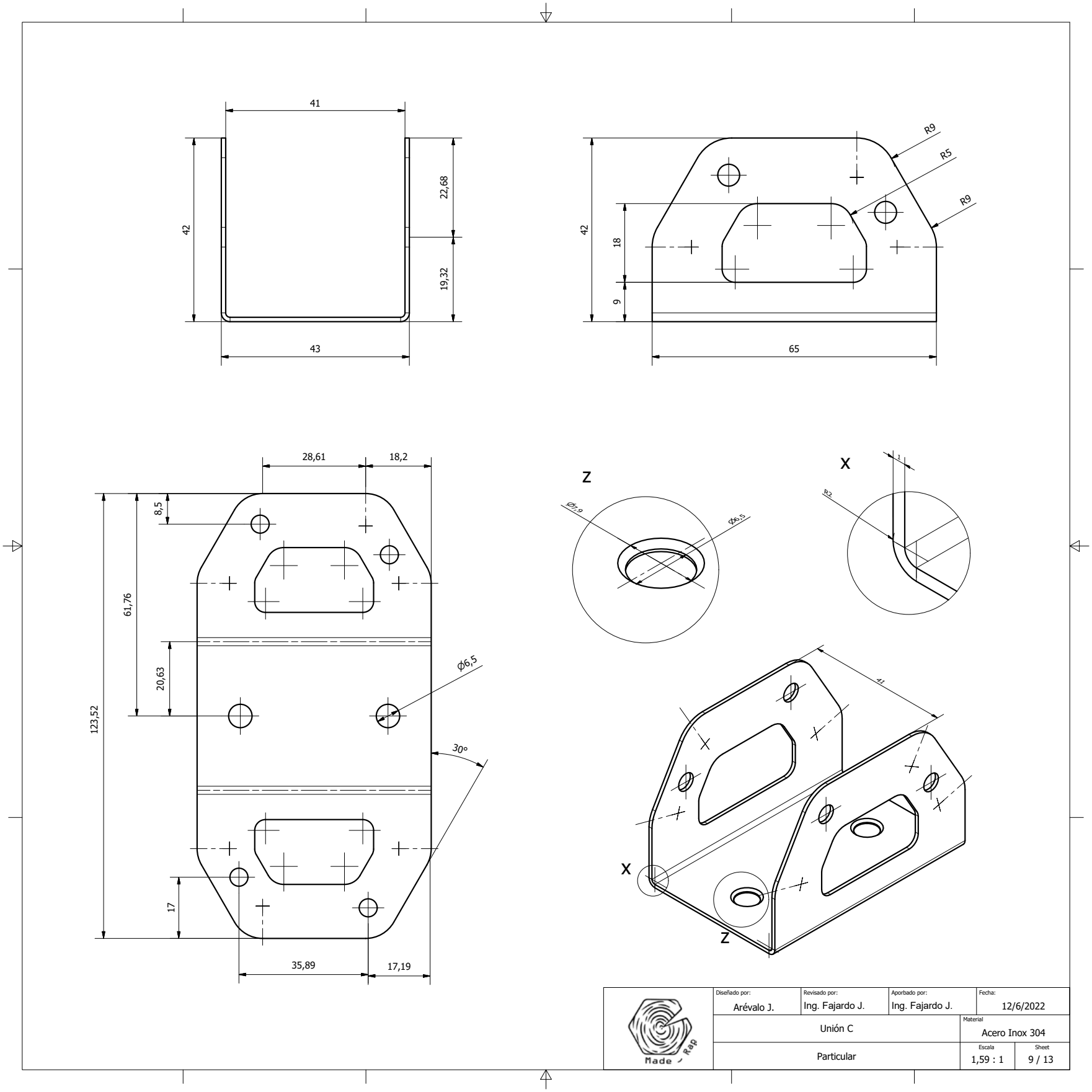
5	2	Tapa B	Acero Inox 304/1.5mm
4	8	Tirafondo para madera	DIN571-5/16 x 2.5¨
3	1	Unión B	Acero Inox 304/3mm
2	8	Arandela	5/16x2¨
1	4	Perno de anclaje	Hlc-Hx
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN

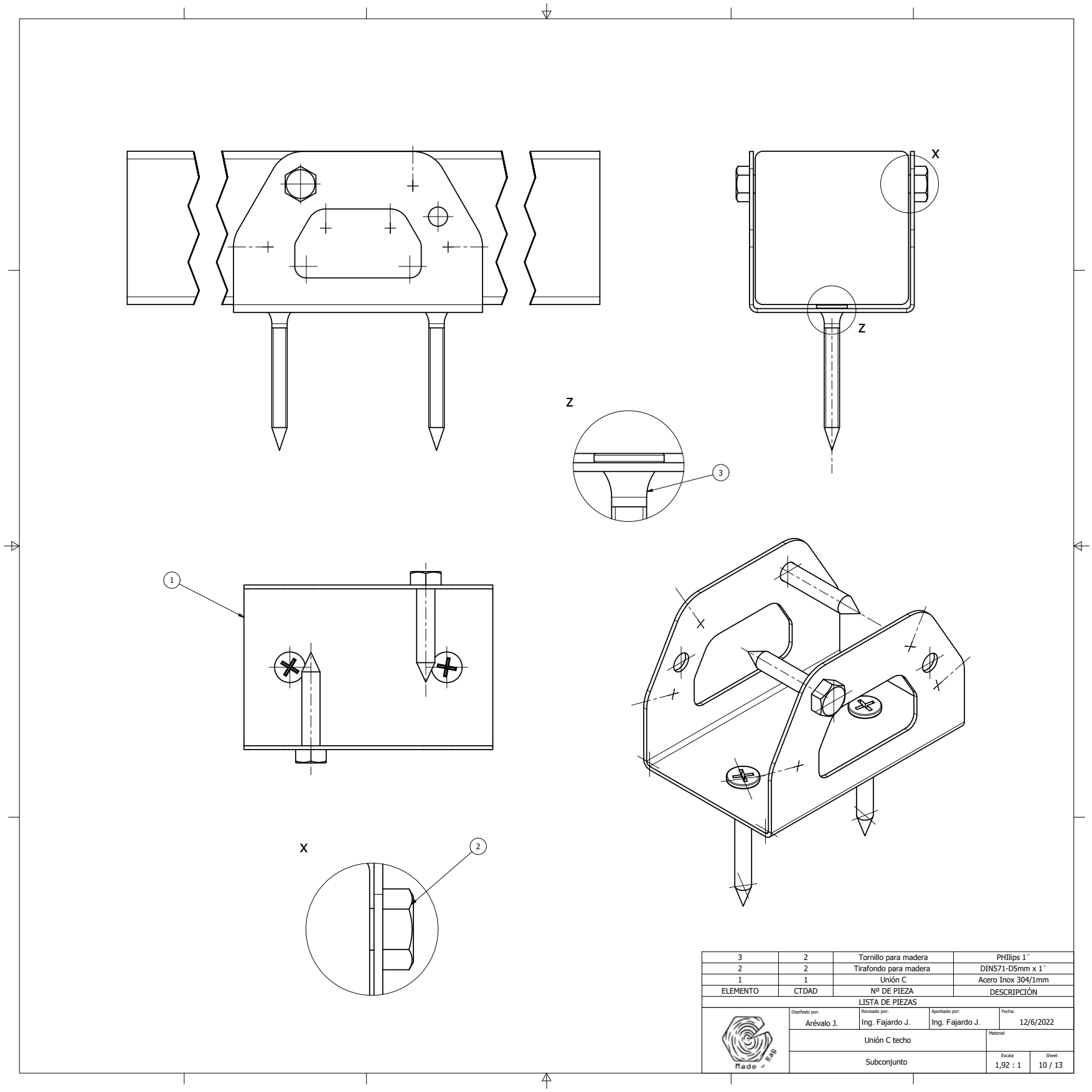
LISTA DE PIEZAS

Diseñado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
Arévalo J.	Ing. Fajardo J.	Ing. Fajardo J.	12/6/2022

Unión B Piso

Axonometría explotada	Escala	Sheet
	3 : 4	8 / 13


41
42
22,68
19,32
43
R9
R5
R9
42
18
9
65
28,61
18,2
8,5
61,76
20,63
123,52
ϕ6,5
30°
17
35,89
17,19
Z
ϕ7,9
ϕ6,5
X
R2
41
X
Z
Diseñado por:
Arévalo J.
Revisado por:
Ing. Fajardo J.
Aporbado por:
Ing. Fajardo J.
Fecha:
12/6/2022
Unión C
Material
Acero Inox 304
Particular
Escala
1,59 : 1
Sheet
9 / 13
Made Rap



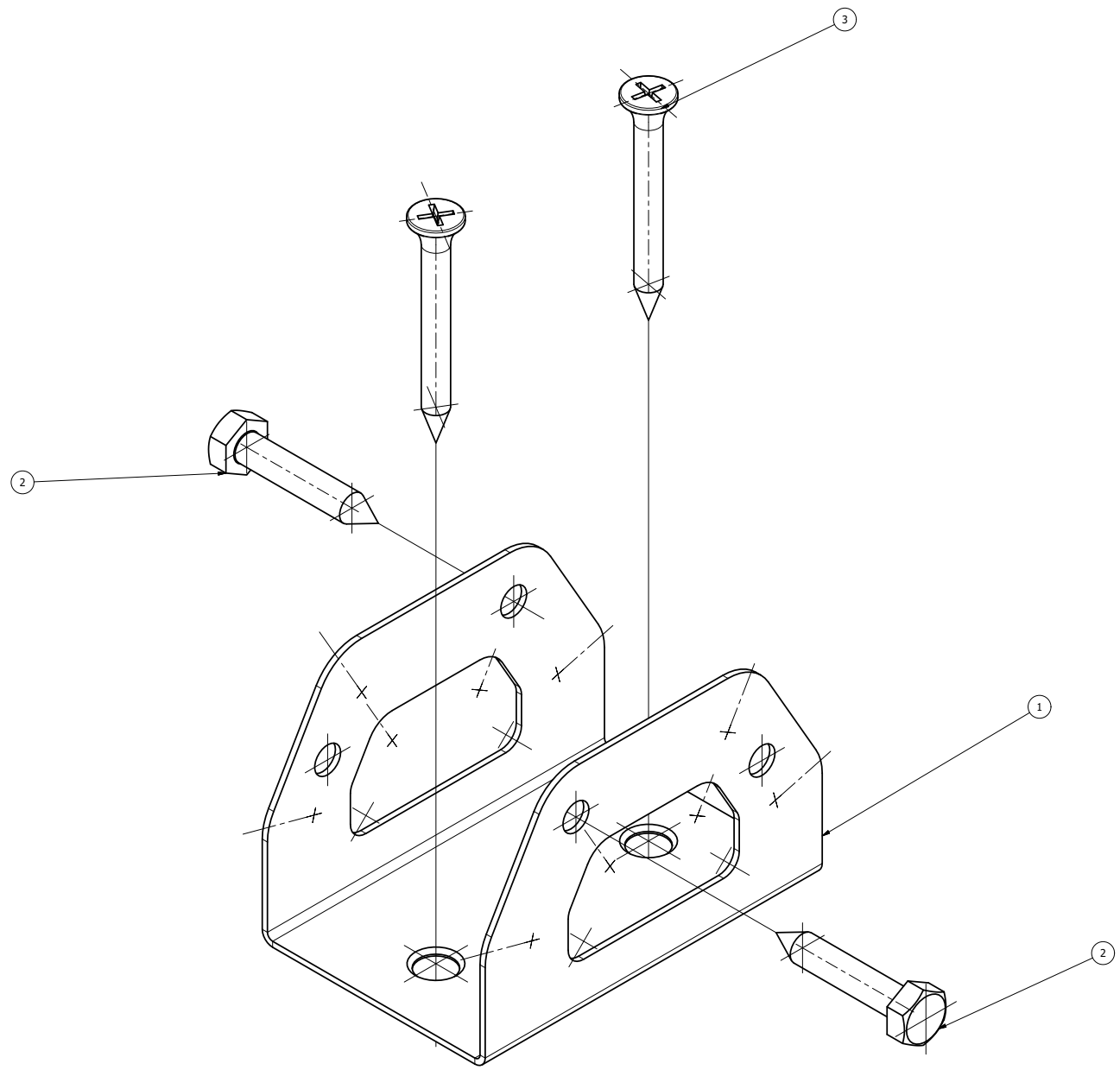
3	2	Tornillo para madera	PHIlips 1¨
2	2	Tirafondo para madera	DIN571-D5mm x 1¨
1	1	Unión C	Acero Inox 304/1mm
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN

LISTA DE PIEZAS

Diseñado por:	Revisado por:	Aporbado por:	Fecha:
Arévalo J.	Ing. Fajardo J.	Ing. Fajardo J.	12/6/2022

Unión C techo — Material

Subconjunto — Escala 1,92 : 1 — Sheet 10 / 13



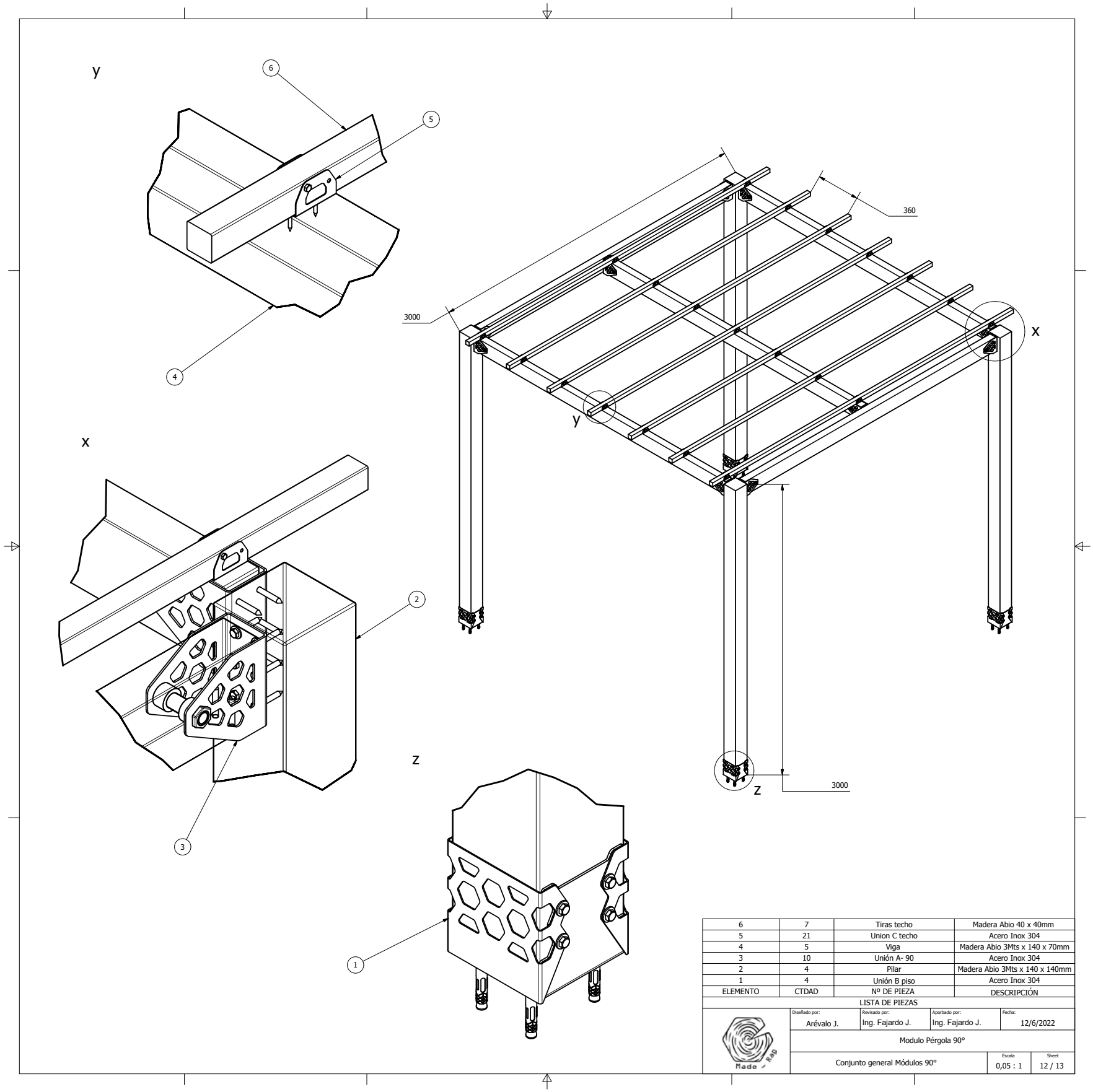
3	2	Tornillo para madera	PHIlips 1¨
2	2	Tirafondo para madera	DIN571-D5mm x 1¨
1	1	Unión C	Acero Inox 304/1mm
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN

LISTA DE PIEZAS

Diseñado por:	Revisado por:	Aporbado por:	Fecha:
Arévalo J.	Ing. Fajardo J.	Ing. Fajardo J.	12/6/2022

Unión C techo

	Escala	Sheet
Axonometría explotada	2,40 : 1	11 / 13



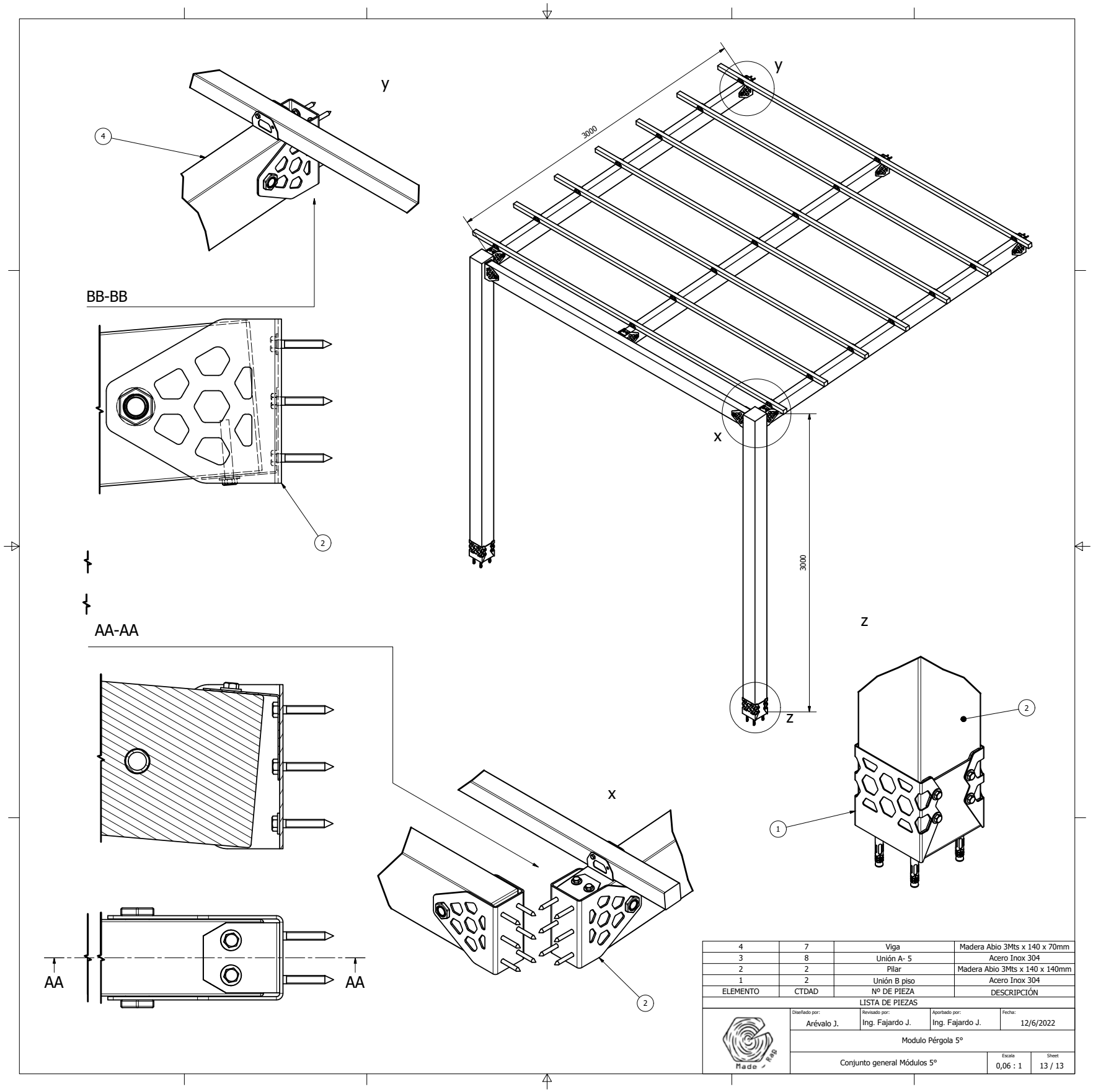
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
6	7	Tiras techo	Madera Abio 40 x 40mm
5	21	Union C techo	Acero Inox 304
4	5	Viga	Madera Abio 3Mts x 140 x 70mm
3	10	Unión A- 90	Acero Inox 304
2	4	Pilar	Madera Abio 3Mts x 140 x 140mm
1	4	Unión B piso	Acero Inox 304

LISTA DE PIEZAS

Diseñado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
Arévalo J.	Ing. Fajardo J.	Ing. Fajardo J.	12/6/2022

Modulo Pérgola 90°

	Escala	Sheet
Conjunto general Módulos 90°	0,05 : 1	12 / 13



4	7	Viga	Madera Abio 3Mts x 140 x 70mm
3	8	Unión A- 5	Acero Inox 304
2	2	Pilar	Madera Abio 3Mts x 140 x 140mm
1	2	Unión B piso	Acero Inox 304
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN

LISTA DE PIEZAS

Diseñado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
Arévalo J.	Ing. Fajardo J.	Ing. Fajardo J.	12/6/2022

Modulo Pérgola 5°

	Escala	Sheet
Conjunto general Módulos 5°	0,06 : 1	13 / 13

4.4.- Renders

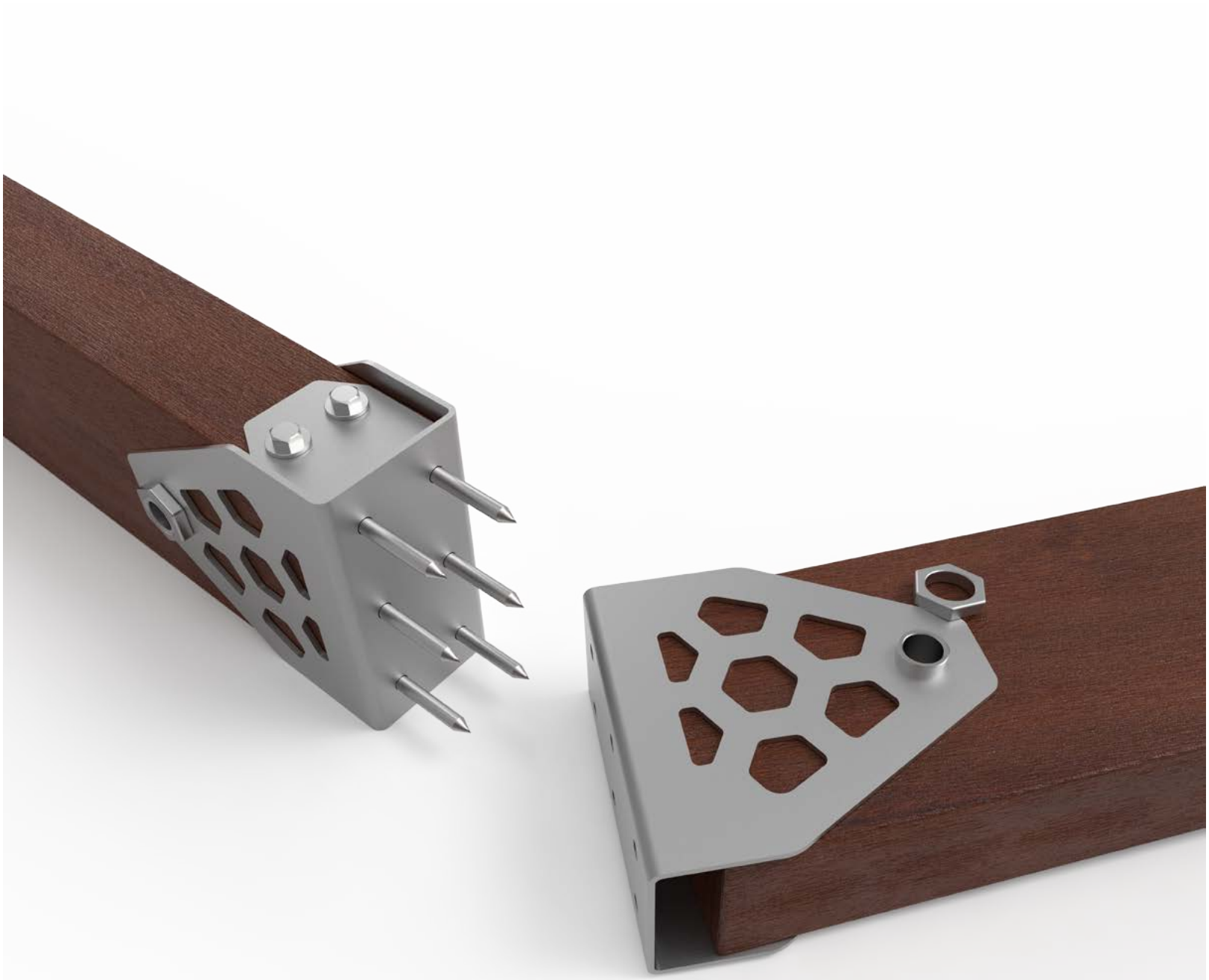


Ilustración 71: *Render 1 Unión A.*

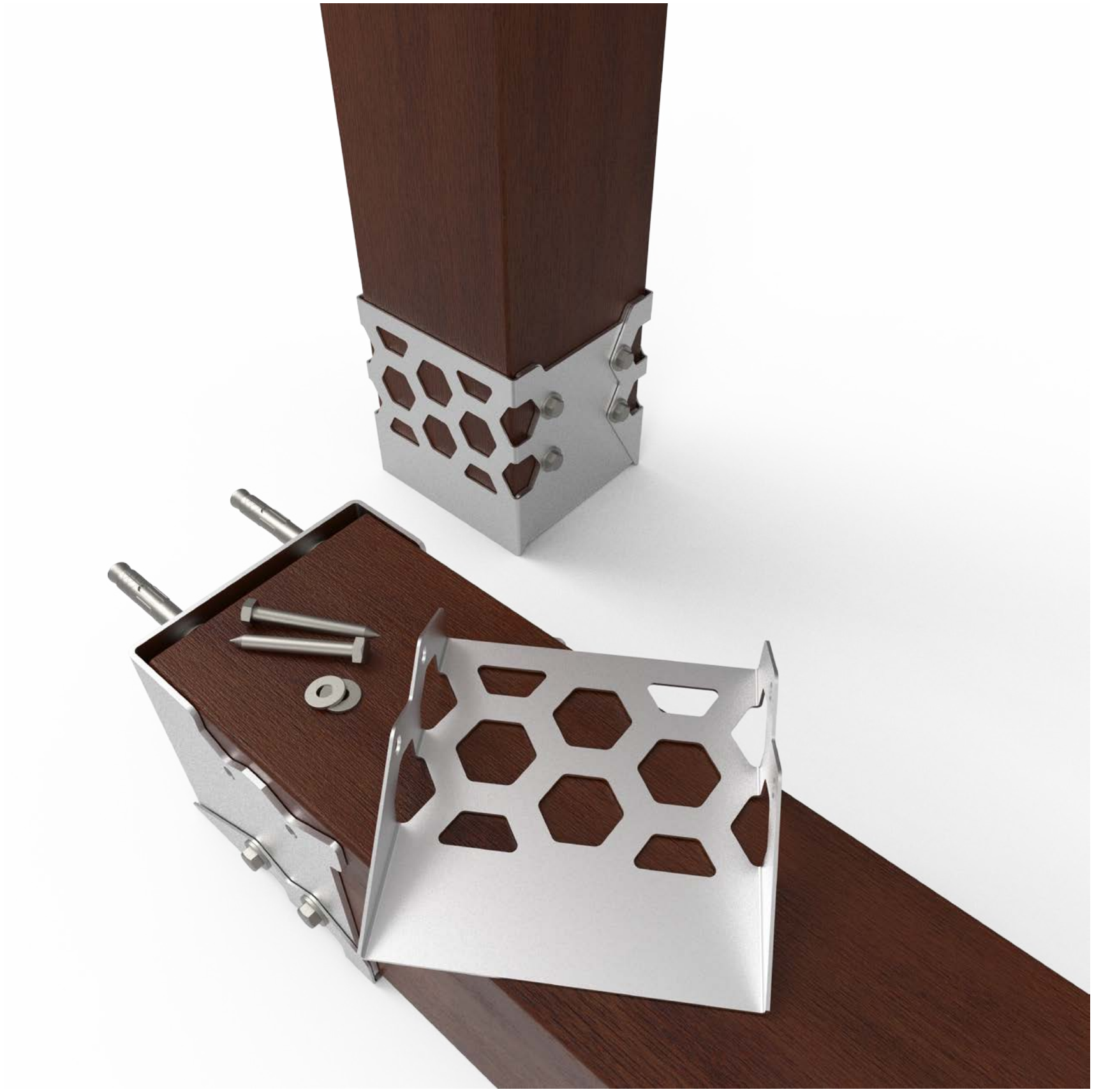


Ilustración 72: *Render 2 Unión B piso.*

Ilustración 73: *Render 1 Unión C Techo.*

4.5.- Ambientaciones

Ilustración 74: *Pérgola adosada para cubierta de vehículo.*

Ilustración 75: *Pérgola adosada parte de la fachada para cubierta de vehículo.*

Ilustración 76: *Pérgola adosada parte trasera para recreación social*

Ilustración 77: *Pérgola adosada para recreación social y consumo de alimentos.*

Ilustración 78: *Pérgola adosada para ocio y recreación social.*

Ilustración 79: *Pérgola adosada para la elaboración de comida.*

Ilustración 80: *Pérgola adosada incorporada en un balcón.*

Ilustración 81: *Pérgola independente para la protección del clima.*

4.6.- Fotografías del producto

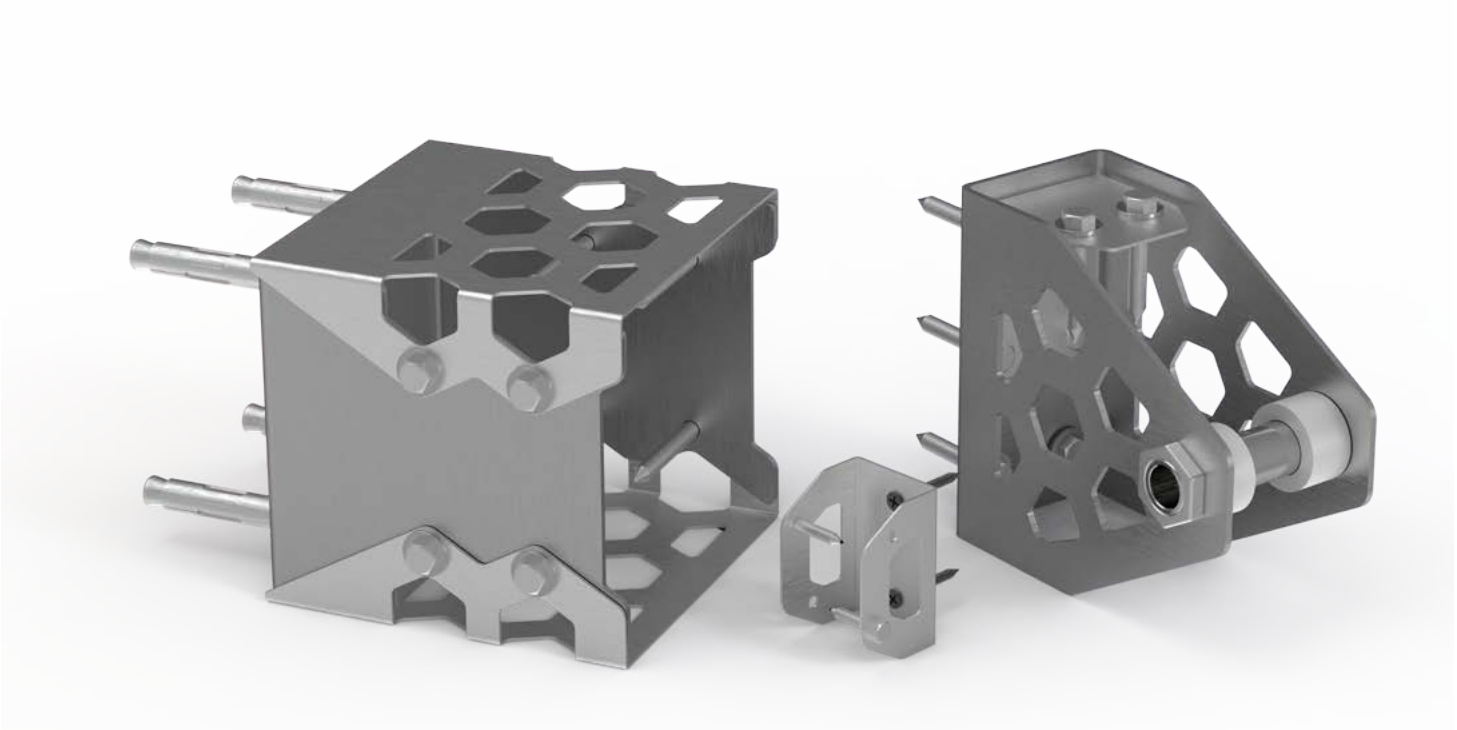


Ilustración 82: *Sistema Made-Rap conjunto general del producto.*

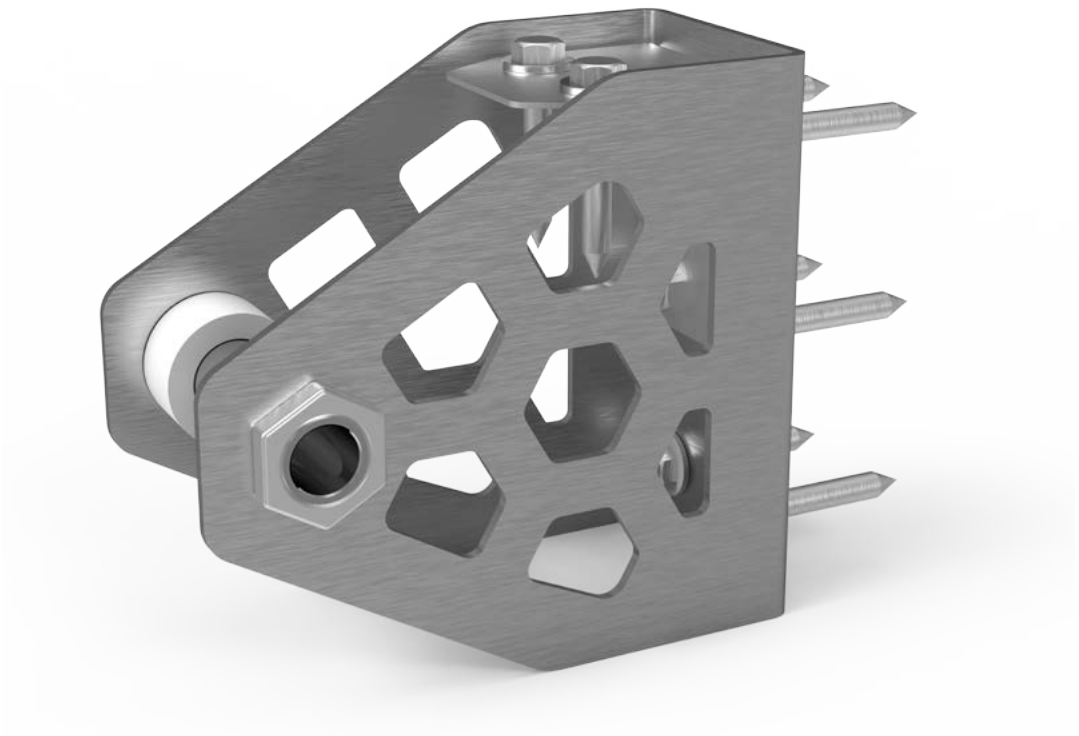


Ilustración 83: *Subconjunto completo Unión A.*

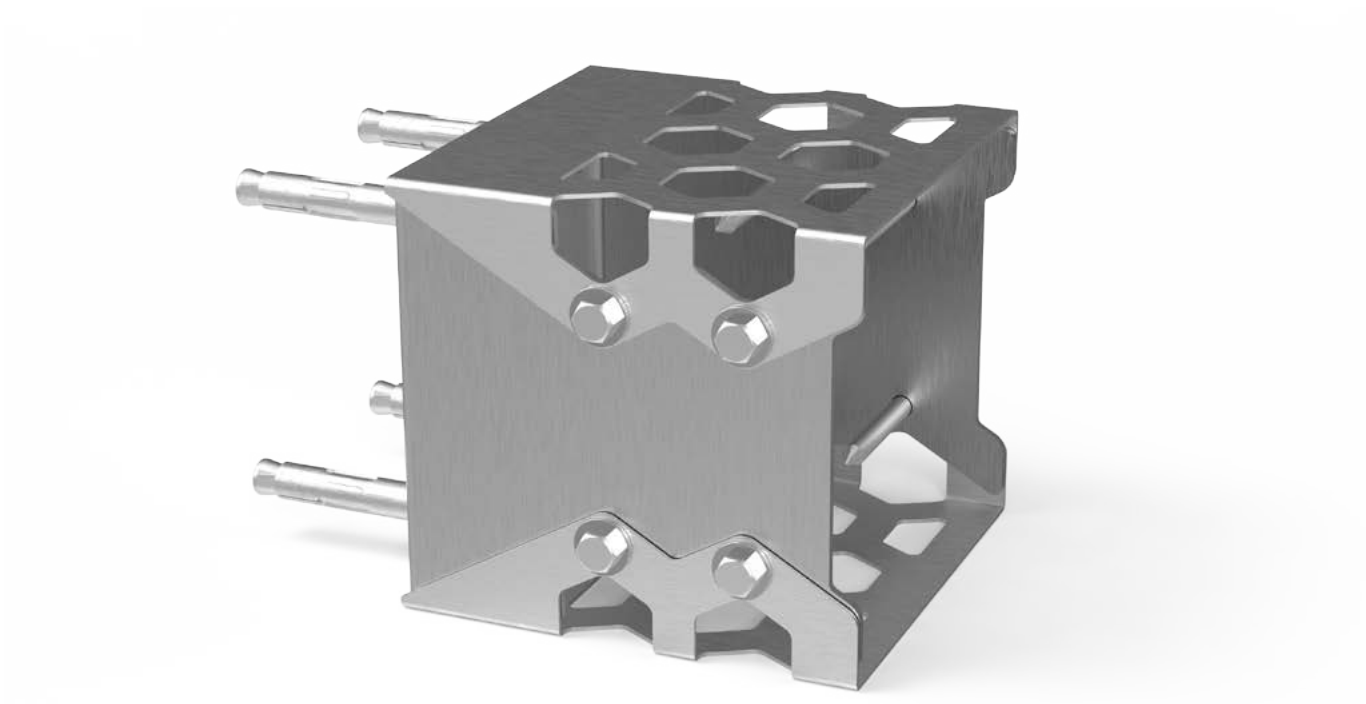


Ilustración 84: *Subconjunto completo Unión B.*

Ilustración 85: *Subconjunto completo Unión C.*

4.7.- Packaging de productos

Diseño sencillo, fácil de ensamblar y utilizar, 3 empaques que albergan entre 2 a 3 piezas, cada una de ellas con su manual de uso y tornillería, materializado en cartón corrugado de un espesor de 2mm con una cara blanca y la otra natural.

4.7.1.- Logotipo

La propuesta de logotipo de marca sigue la morfología de corte empleado en las uniones metálicas, en el interior del logotipo es conformado por un hexagonal que simula ser un corte de madera a manera de representación de los anillos de la madera, a un costado derecho inferior está ubicado el nombre MADE – RAP, que refiere a la rapidez de estructuración de la madera empleada gracias a la línea de uniones metálicas de la marca.

Ilustración 86: *Made-Rap.*

4.7.2.- Planos de troquel

Caja Unión A
2 unidades por caja

Contenido:
Tirafondos 5/16” x 2”
Tirafondos 5/16” x 2 ½”
Arandelas 5/16”
Buje grillon

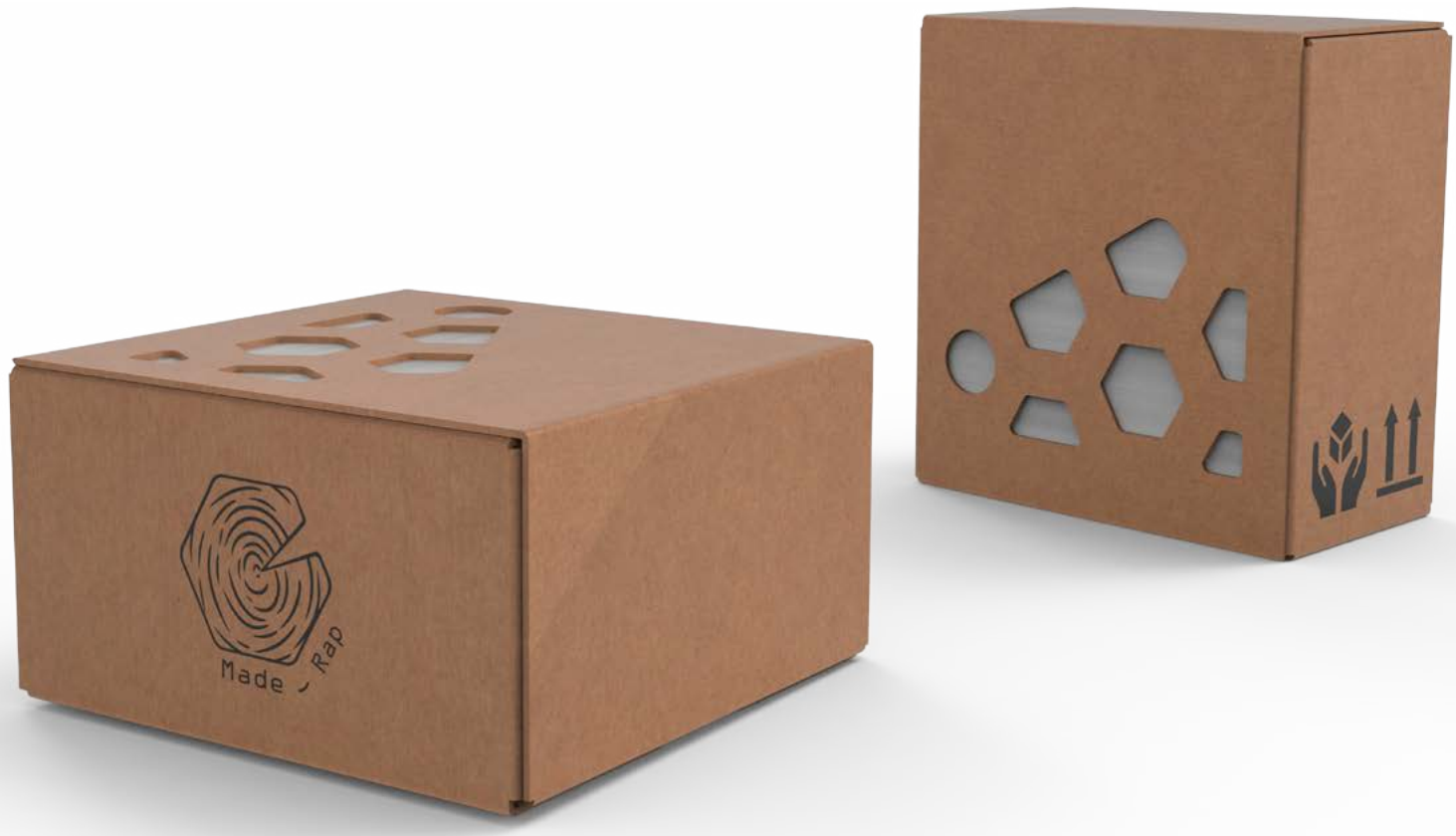


Ilustración 87: *Caja Unión A.*

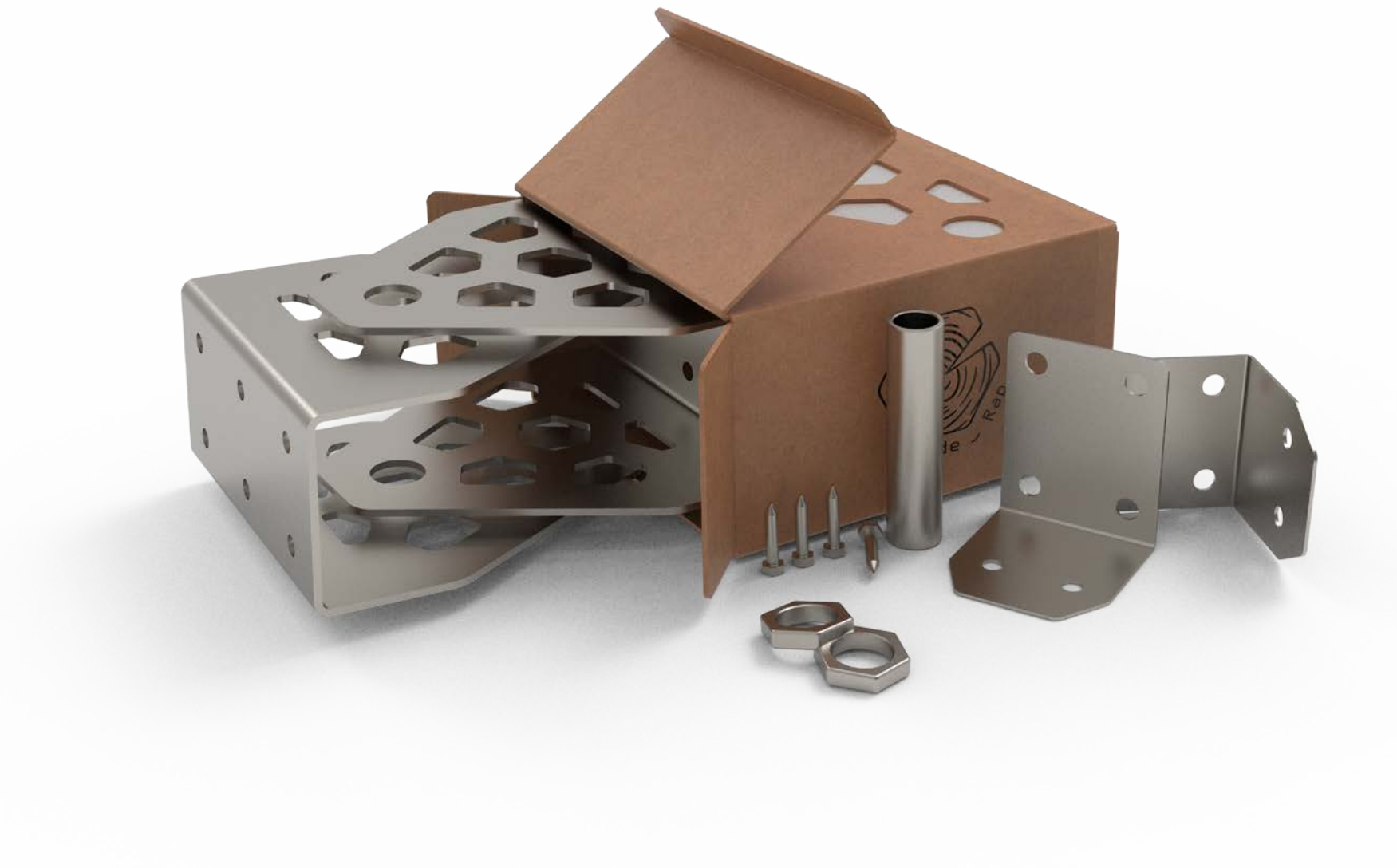
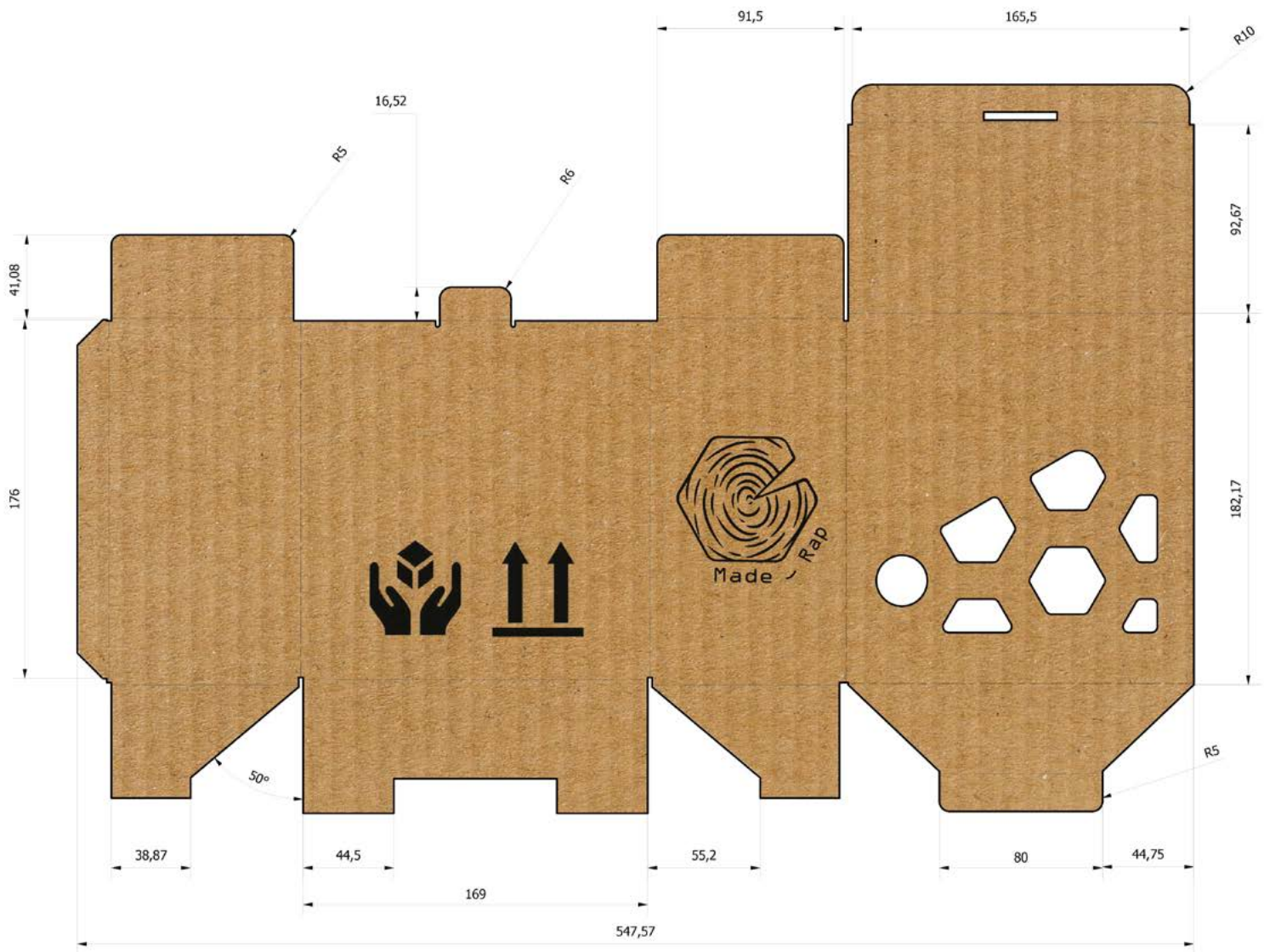


Ilustración 88: *Caja Unión A -contenido.*



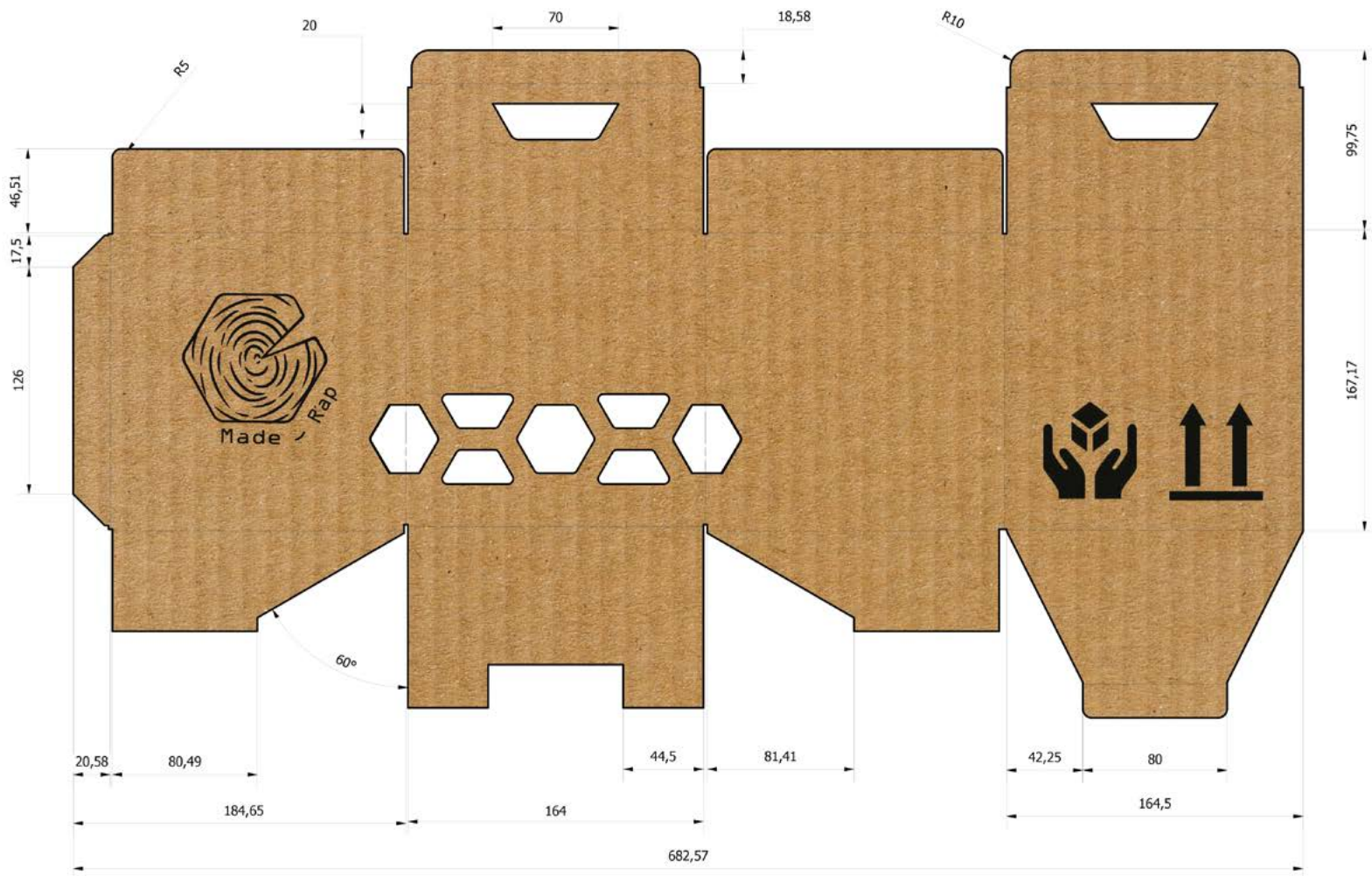
	Diseñado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
Made Rap	Arévalo J.	Ing. Fajardo J.	Ing. Fajardo J.	12/6/2022
	Caja – Unión-90		Material: Cartón Corrugado	
	Plano de troquel		Escala: 0,55 : 1	Sheet: 2/3

Caja Unión B
1 unidad por caja

Contenido:
Tirafondos 5/16” x 2 ½”
Pernos de Expansión Hilti ½” x 3”
Arandelas 5/16”

Ilustración 89: *Caja Unión B.*

Ilustración 90: *Caja Unión B -contenido.*



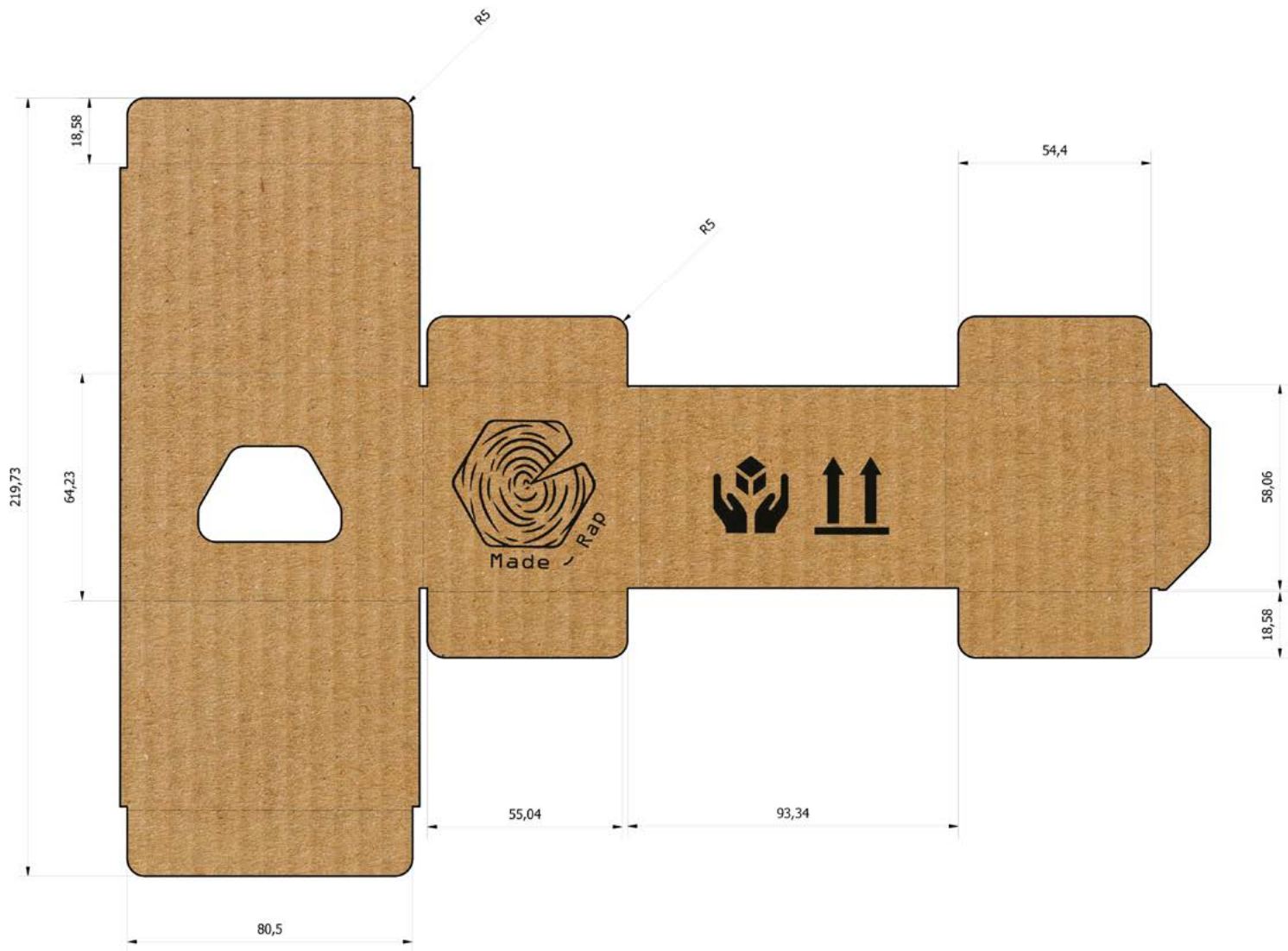
	Diseñado por:	Revisado por:	Aporbado por:	Fecha:
Made Rap	Arévalo J.	Ing. Fajardo J.	Ing. Fajardo J.	12/6/2022
	Caja – Unión B psio			Material: Cartón Corrugado
	Plano de troquel		Escala: 0,47 : 1	Sheet: 1/3

Caja Unión C
2 unidades por caja

Contenido:
Tirafondos 3/16” x 1”
tornillos phillips 1”

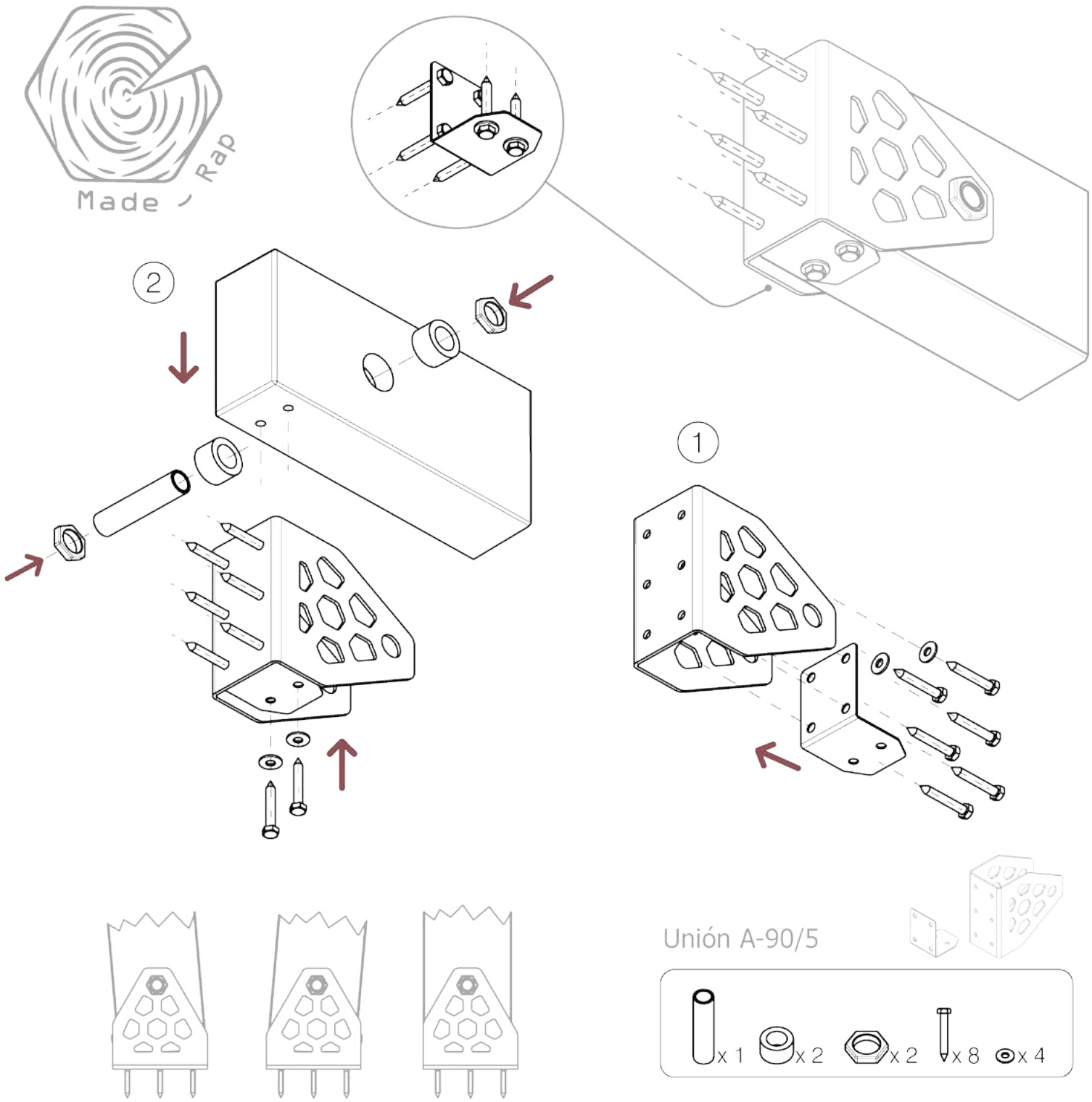
Ilustración 91: *Caja Unión C.*

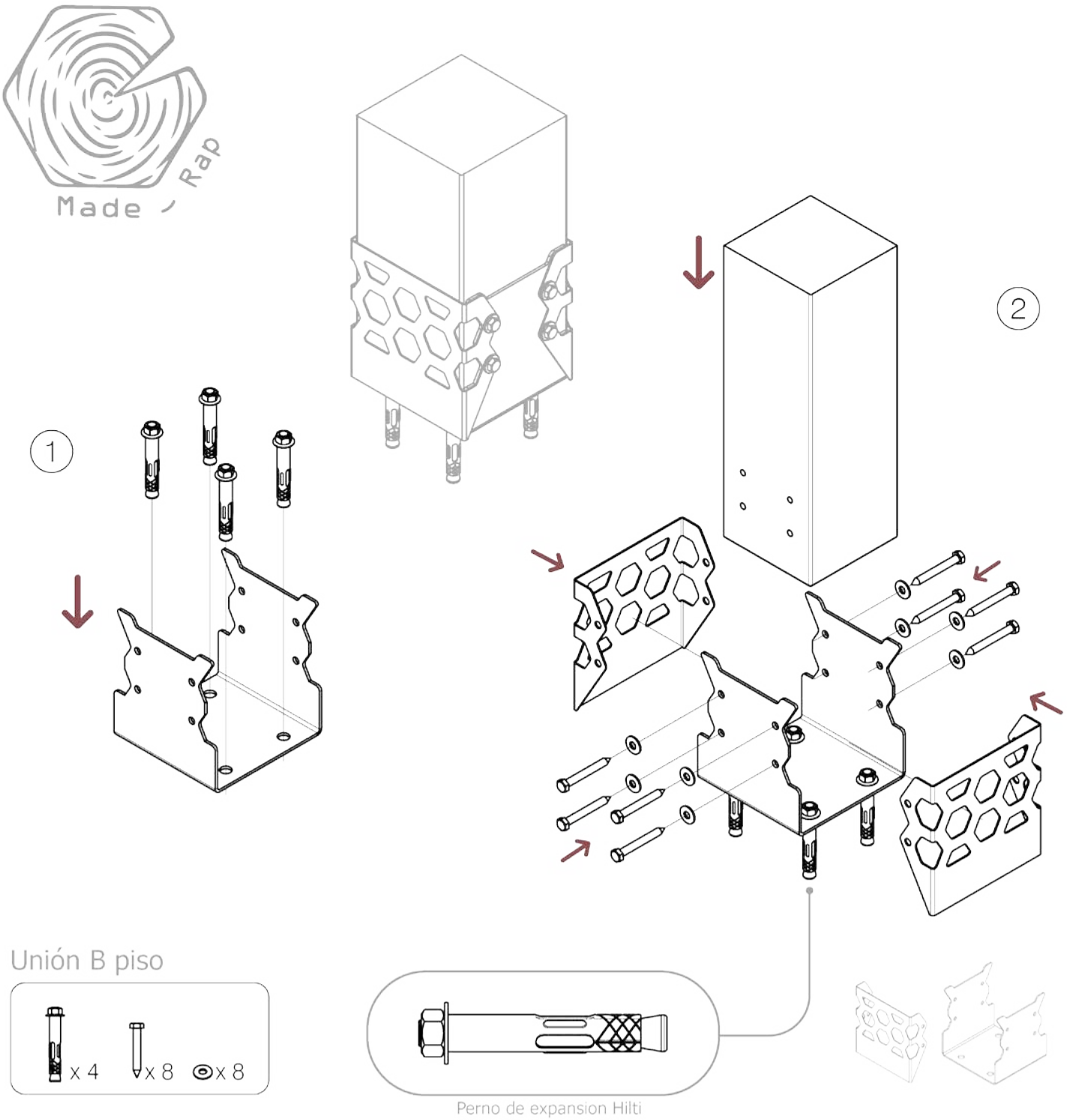
Ilustración 92: *Caja Unión C -contenido.*

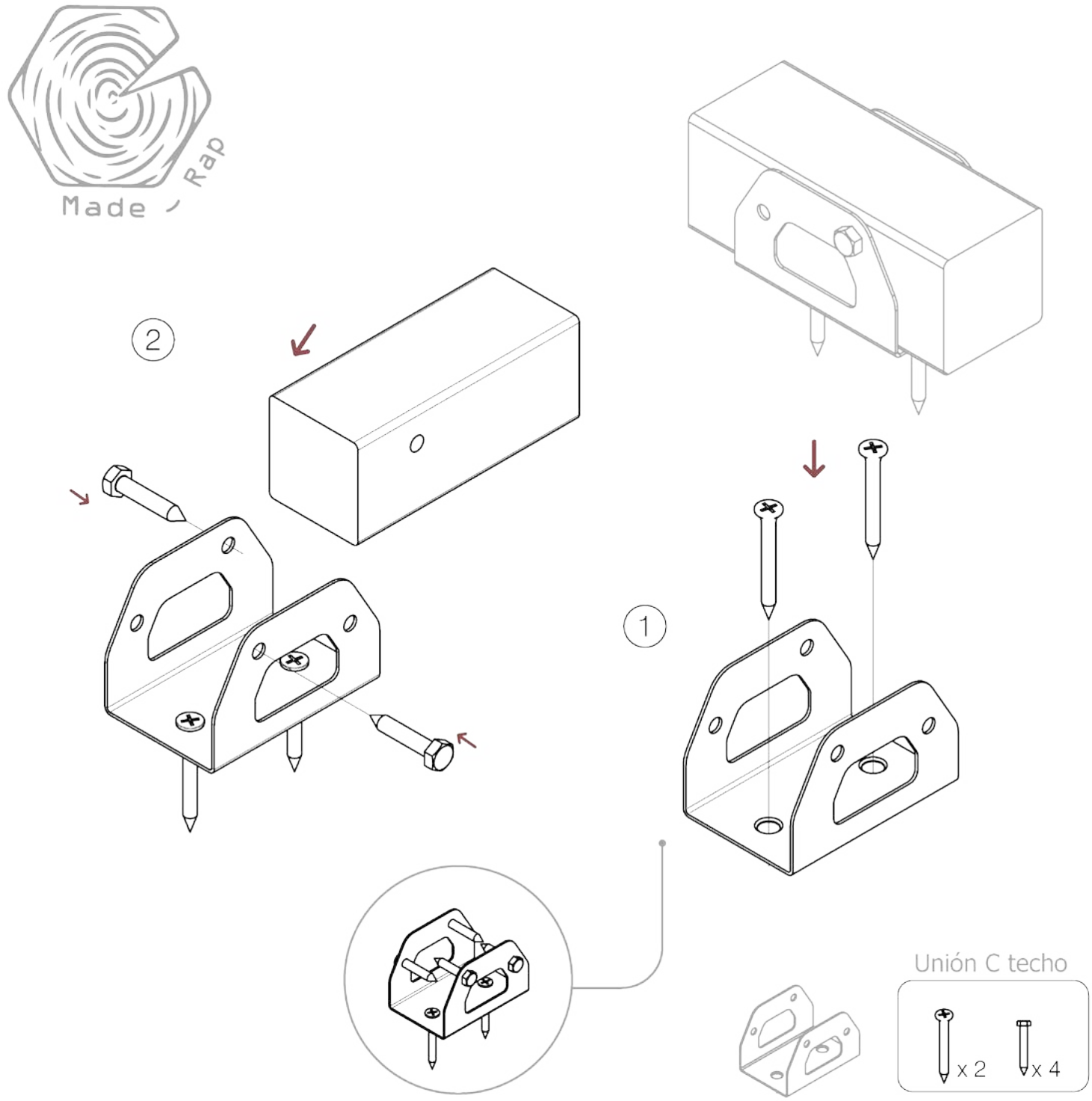


Made Rap	Diseñado por: Arévalo J.	Revisado por: Ing. Fajardo J.	Aprobado por: Ing. Fajardo J.	Fecha: 12/6/2022
	Caja – Unión C techo			Material: Cartón Corrugado
	Plano de troquel			Escala: 0,93 : 1 / Sheet: 3/3

4.8.- Manual de usuario




Made Rap
1
2
Unión B piso
x 4
x 8
x 8
Perno de expansion Hilti


Made Rap
2
1
Unión C techo
x 2
x 4

4.9.- Costos

4.9.1.- Unión A - 90

Acero inoxidable

Costo variable	Costo fijo anual	Unidades de proyección anual
$ 16.66	$ 37.738,40	28800

Tabla 2. Unión A - 90 costos v, f, a inox.

Costo fijo unitario	$ 1.31
Costo total unitario	$ 17.97
Utilidad 34%	$ 6.02
P.V.P.=	$ 23.99

Tabla 3. Unión A precio de venta al público, inox.

Costo variable	Costo fijo anual	Unidades de proyección anual
$ 12.28	$ 37.738,40	28800

Tabla 4. Unión A - 90 costos v, f, a, hierro.

Hierro

Costo fijo unitario	$ 1.31
Costo total unitario	$ 13.59
Utilidad 32%	$ 4.40
P.V.P.=	$ 17.99

Tabla 5. Unión A precio de venta al público, hierro.

4.9.2.- Unión B Piso

Acero inoxidable

Costo variable	Costo fijo anual	Unidades de proyección anual
$ 21.47	$ 37.738,40	28800

Tabla 6. Unión B Piso costos v, f, a, inox.

Costo fijo unitario	$ 1.31
Costo total unitario	$ 22.78
Utilidad 32%	$ 7.21
P.V.P.=	$ 29.99

Tabla 7. Unión B Piso precio de venta al público, inox.

Hierro

Costo variable	Costo fijo anual	Unidades de proyección anual
$ 13.66	$ 37.738,40	28800

Tabla 8. Unión B Piso costos v, f, a, hierro.

Costo fijo unitario	$ 1.31
Costo total unitario	$ 14.97
Utilidad 34%	$ 5.03
P.V.P.=	$ 19.99

Tabla 9. Unión B Piso precio de venta al público, hierro.

4.9.3.- Unión C Techo

Acero inoxidable

Costo variable	Costo fijo anual	Unidades de proyección anual
$ 3.54	$ 37.738,40	28800

Tabla 10. Unión C Techo costos v, f, a, inox.

Costo fijo unitario	$ 1.31
Costo total unitario	$ 4.85
Utilidad 31%	$ 1.50
P.V.P.=	$ 6.35

Tabla 11. Unión C Techo precio de venta al público, inox.

Hierro

Costo variable	Costo fijo anual	Unidades de proyección anual
$ 2.87	$ 37.738,40	28800

Tabla 12. Unión C Techo costos v, f, a, hierro.

Costo fijo unitario	$ 1.31
Costo total unitario	$ 4.18
Utilidad 30%	$ 1.27
P.V.P.=	$ 5.45

Tabla 13. Unión C Techo precio de venta al público, hierro.

4.10.- Protocolo de validación

El objetivo de esta tesis es el diseño de un diseño de un juego de uniones estandarizadas para la creación de pérgolas de madera mediante la modularidad del producto.

4.10.1.- Definir el propósito de la prueba

En el estudio de validación, se pretende resolver lo siguiente:

- ¿Cuál es la facilidad con la que las personas pueden construir pérgolas con Made-Rap?
- ¿Qué dificultades se pueden tener al momento del montaje de la estructura?
- ¿El producto se adecua correctamente a los espacios requeridos?

Ilustración 93: *Made-Rap 2.*

4.10.2.- Escoger una población a encuestar

Para este proyecto se buscará obtener información con personas del área local que trabajen en la elaboración de pérgolas, gracias a estas personas se podrá evaluar correctamente los elementos que son necesarios para la fabricación de pérgolas con las uniones de Made-Rap y que tan factible es la utilización de estas uniones con respecto a métodos similares de construcción.

4.10.3.- Seleccionar el formato de encuestas

En una primera etapa, se realizará por medio de pruebas de reconocimiento y exposición, se expondrá mediante imágenes y videos instructivos el concepto del producto, y se reforzará mediante una guía verbal, para lograr una mayor comprensión de su funcionalidad.

Ficha de validación 1	Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
¿Es fácil ensamblar cada una de sus partes?	☐	☐	☐	☐
¿Es necesario el uso del manual?	☐	☐	☐	☐
¿Se entiende el concepto de unión?	☐	☐	☐	☐

Tabla 14. Ficha de validación 1.

Ficha de validación 2	Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
¿El producto se adecua en el espacio fácilmente?	☐	☐	☐	☐
¿Fue fácil la manipulación del producto?	☐	☐	☐	☐
¿Es de fácil mantenimiento?	☐	☐	☐	☐

Tabla 15. Ficha de validación 2.

4.10.4.- Resultados

La validación del producto se realizó con el objetivo de analizar la relación entre el usuario y el uso del sistema constructivo Made-Rap, de esta manera se busca obtener información del nivel de dificultad presente en la utilización del producto.

En general, los usuarios expresaron gran interés por las posibilidades constructivas que pueden ser logradas mediante el uso del sistema, el levantamiento de información mediante la socialización de preguntas esclareció que al referirse a la complejidad que implica el uso del producto por parte de los usuarios es determinada gracias a la simplificación de la forma y reducción de pasos en el ensamblaje, el sistema constructivo resulta fácil de interpretar y de deducir, no obstante es necesario la implementación de un manual de usuario detallado que mejore la interacción del usuario con respecto al sistema, por último se determino que el producto se desenvuelve correctamente en entornos controlados donde previamente exista una planificación sobre el proyecto a ejecutarse, para de este modo el sistema pueda acoplarse sin inconvenientes a un espacio.

Ilustración 94: *Construcción Unión A.*

Ilustración 95: *Construcción 1 modulo sistema Made-Rap.*

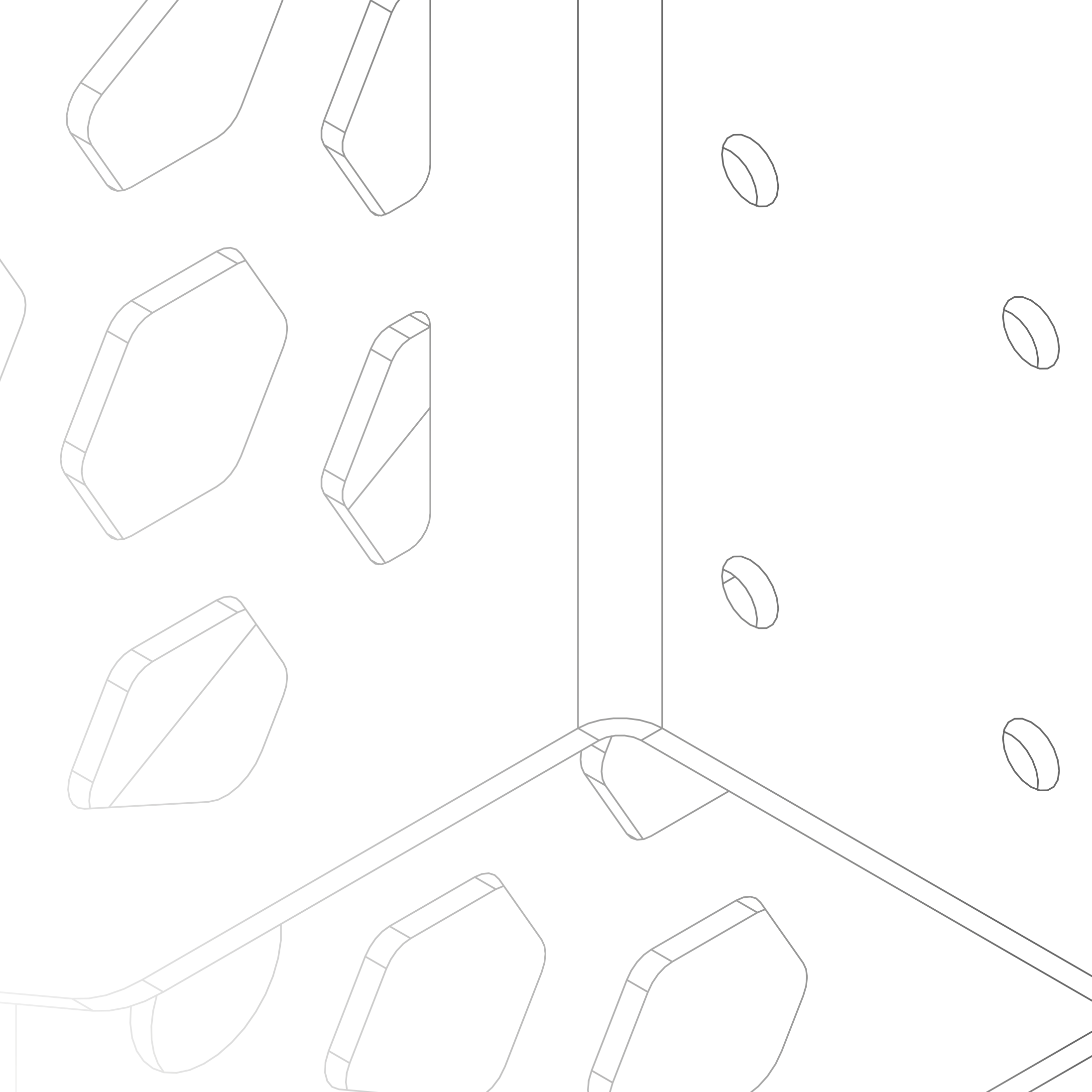
CONCLUSIÓN

Con el objetivo de facilitar la elaboración de pérgolas, se desarrolló un sistema estandarizado para la construcción de estructuras de madera mediante la ejecución de un proceso de diseño, y a través de la recolección de información relacionada en la elaboración de este tipo de estructuras dentro del Ecuador, de igual manera los sectores productivos que pueden contribuir en su fabricación.

Además, en la realización del proyecto se abordaron conceptos del marco teórico como la tecnificación, la estandarización y la modularidad de producto para la correcta elaboración del proceso de diseño, obteniendo como resultado un propuesta que interactúe con los usuarios y satisfaga sus necesidades.

Por otra parte, la ideación requirió de un proceso de obtención de información que fue necesaria para la elaboración del perfil de usuario, determinando sus necesidades usuario y estableciendo las consideraciones constructivas que se presentan en el mercado, de esta manera se establece las partidas formales, funcionales y tecnológicas en las cuales se basará el producto.

En general, el sistema de construcción Media-Rap permite a los usuarios una alternativa diferente para la elaboración de pérgolas estándar caracterizadas por una adaptabilidad y capacidad de modificación según el espacio necesario que el usuario requiera intervenir, De esta manera se generó producto seguro que aporta al sector de la construcción mediante la estandarización, cumpliendo con los objetivos planteados.



REF.

Referencias

BIBLIOGRAFÍA

Adam, E., & Ebert, R. (1991). *Administración de la Producción y las Operaciones, conceptos, modelos y funcionamiento.* Missouri: Pearson Educación.

Asión, L. (2017). *Estudio de los métodos de diseño modular y sus aplicaciones.* Zaragoza: University of Zaragoza. Obtenido de https://zaguan.unizar.es/record/63678/files/TAZ-TFM-2017-771.pdf

Bibliatodo Diccionario. (2022). *Tecnificación Que es, Concepto y Definición.* Obtenido de https://www.bibliatodo.com/Diccionario-biblico?s=tecnificacion

Brandtberg , J. (2020). Construcción: Antes, durante y después del covid-19. En Ekos, *Mundo Constructor* (Vol. 41, págs. 24-25). Quito. Obtenido de http://dp.hpublication.com/publication/52afce92/mobile/

Bricoydeco. (2022). *Tipos de pérgolas de jardín.* España. Obtenido de https://www.bricoydeco.com/tipos-pergolas-jardin-estilos/

Carrión , R. (2020). Los efectos del covid-19. En Ekos, *Construcción: Antes, durante y después del covid-19* (págs. 18-19). Quito. Obtenido de http://dp.hpublication.com/publication/52afce92/mobile/

Casiopea. (2022). *Diseño Modular.* Obtenido de https://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Dise%C3%B1o_Modular

Casiopea. (2022). *Estructuras Modulares.* Obtenido de https://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Estructuras_Modulares

Castillo , M. (2017). *Diseño de construcción de pérgolas usando caña guadua reemplazando materiales tradicionales como la madera y el metal.* Quito: Universidad de las Américas. Obtenido de https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8394

Córdova, M. (2005). *Quito: Imagen Urbana, Espacio Público, Memoria e Identidad.* Quito: Trama. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612007000100008&script=sci_arttext

Definicion.de. (2015). Definicion.de. En J. Pérez, & M. Merino, *Definición de pérgola.* Obtenido de https://definicion.de/pergola/

Ecotoldo. (2022). *Historia de la pérgola a lo largo del tiempo.* Madrid. Obtenido de https://ecotoldo.es/historia-de-la-pergola-como-elemento-arquitectonico#h2-que-es-una-pergola

El comercio . (22 de 01 de 2016). Pérgolas, óptimas opciones para los espacios sociales. pág. 1. Obtenido de https://www.elcomercio.com/tendencias/pergolas-espacios-sociales-exteriores-construccion.html

Elgård, P, & Miller, T. (1998). *Designing Product Families.* Kongens Lyngby: Aalborg University.

EPA. (2021). *La ventilación y el coronavirus (COVID-19).* la agencia de protección ambiental de Estados Unidos. Obtenido de https://espanol.epa.gov/cai/la-ventilacion-y-el-coronavirus-covid-19#:~:text=Cuando%20se%20utiliza%20junto%20con,de%20ventilar%20con%20aire%20exterior.

Erixon, G. (1998). *Modular Function Deployment.* Stockholm: The Royal Institute of Technology.

Goldratt, E. (2005). *La meta: Un proceso de mejora continua* (3 ed.). Díaz de Santos, S.A.

Great things to people . (2011). *Cracked shelf.* Chile. Obtenido de https://gt2p.com/Cracked-Shelf

Guerra, M. (2020). Desafíos y oportunidades de la construcción en tiempos de covid-19. En Ekos, *Construcción: Antes, durante y después del covid-19* (págs. 48-50). Quito. Obtenido de http://dp.hpublication.com/publication/52afce92/mobile/

Herrera, A. (2022). *Tecnificación del procesamiento de productos lácteos en la Granja Kayra.* CUSCO: Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco. Obtenido de https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6349

Hilti. (2022). *Sistemas de anclaje HJC.* Colombia. Obtenido de https://www.hilti.com.co/media-canonical/ASSET_DOC_LOC_6852540_APC_RAW/Ficha%20t%C3%A9cnica%20del%20anclaje%20camisa%20HLC%7D

Holtta Otto, K. (2005). *Modular product platform design.* Espoo, Finland: Helsinki University of Technology.

Jiménez, M., & Navarrete, M. (2018). Perfil Ecuatoriano de las empresas metalmecánicas. En *Ciencias económicas y empresariales* (pág. Vol. 4). Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP). Obtenido de https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/769

Kołodziejski, J. (2013). *Patches.* Polonia. Obtenido de https://korzewski.net/Patches

Laboratorio de Arquitectura, Tecnología y Procesos. (2018). *Catálogo de Madera Estructural del Ecuador.* Cuenca: Universidad del Azuay.

Leonor, J. (2020). *Materiales para tener un pergolado perfecto en tu terraza o jardín.* Santo Domingo. Obtenido de https://www.diariolibre.com/autor/jessica-leonor/1747

Lidwell, W., Holden , K., & Butler, J. (2003). *Universal Principles of Design.* USA: Rockport Publishers. Obtenido de https://www.academia.edu/39721272/William_lidwell_kritina_holden_jill_butler_universal_principles_of_design_rockport_publishers

Littlewood, M. (2013). *Landscape Detailing Volume 3* (Vol. 3). New York: Routledge.

Lonnie , M. (2015). *Handbook of Research on Instructional Systems and Educational Technology.* (T. C. Psychology, Ed.) USA : IGI Global.

madera, S. E. (2021). *Diseño y cálculo de uniones en estructuras de madera.* Madrid: Maderia. Obtenido de https://egoin.com/wp-content/uploads/2021/03/Guia-calculo_uniones_estructuras.pdf

Maury, H., & Riba, C. (2006). Ingeniería Concurrente:Una metodología integradora Arquitectura de producto y modularidad. En *Arquitectura de producción y modularidad* (1 ed., pág. 49). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/263046753_Arquitectura_de_producto_y_modularidad

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Norma Técnica E.010 Madera Del reglamento Nacional de edificaciones.* Perú.

MoCormac , J., & Csernak , S. (2012). *Diseño de estructuras de acero* (5 ed.). New Jersey: Alfaomega Grupo Editor. Obtenido de https://issuu.com/gustavochonlongalcivar/docs/p__ginas_desde248353723-estructuras

Municipio de Quito, & COMAFORS. (2018). El sector forestal del Ecuador y su reto para una economÍa sostenible. En *Innovación para la construccón sostenible* (págs. 37-38-39-40). Quito: Publicado por Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y la Corporación de Manejo Forestal Sustentable - COMAFORS. Obtenido de https://comafors.org/biblioteca/publicaciones/innovacion-para-la-construccion-sostenible-casos-de-exito-del-uso-de-madera-1521.html

Niebel , B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial.Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12 ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Norma Ecuatoriana de la Construcción . (2014). *Cargas no sísmicas.* (MIDUVI, Ed.) Ecuador . Obtenido de https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-CG-Cargas-S%C3%ADsmicas.pdf

Norma Ecuatoriana de la Construcción . (2015). *Guía práctica para el diseño de estructuras de madera de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción* (Vol. 4). Ecuador : MIDUVI. Obtenido de https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-4-MADERA.pdf

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2014). *Estructuras de Madera.* Ecuador: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI. Obtenido de https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-MD-Estructuras-Madera.pdf

Olarte, A. (2012). *Diseño de conecciones estructurales de bamú-gadua lamina pegada prensada, para un proyecto de vivienda.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia .

Oxofrd,D. (2020). Pérgola. En *Diccionario Español Oxford living dictionaries.* Obtenido de https://www.lexico.com/es/definicion/pergola

Palacios, D., & Reyes, P. (2016). *Cambio de la matriz productiva del Ecuador y su efecto en el comercio exterior* (Vol. 2). Manta: Universidad Laica Eloy Alfaro. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5761576

Pérez, P., & Lucín, V. (2018). Competitividad ex post de la industria metalmecánica ecuatoriana. En U. P. Salesiana, *4to. Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad. Memoria académica* (págs. 390-405). Quito: Editorial Universitaria Abya-Yala. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16318

Peters, C. (2020). Producción de Construcción Latinoamericana. En Ekos, *Construcción: Antes, durante y después del covid-19* (págs. 28-30-32). Quito. Obtenido de http://dp.hpublication.com/publication/52afce92/mobile/

Rammert, W. (2001). Tecnificación y práctica técnica: relaciones que constituyen la tecnología. En *La tecnología: sus formas y las diferencias de los medios.* Berlín: Universidad Técnica de Berlín.

Real Academia Española. (2022). *Diccionario de la lengua española: Tecnificar.* versión 23.5 en línea. Obtenido de https://dle.rae.es/tecnificar

Rothoblaas. (2020). *Placas y conectores por Rothoblaas - Edificios, Estructuras y exteriores.* Italia. Obtenido de https://www.rothoblaas.es/

Rothoblaas. (2022). *KOP-TIRAFONDO DIN 571.* Italia. Obtenido de https://www.rothoblaas.es/productos/fijacion/tornillos/tornillos-carpinteria/kop

Sanchez, R., & Mahoney, J. (1996). *Modularidad, flexibilidad y gestión del conocimiento en el diseño de productos y organizaciones.* Revista de gestión estratégica. Obtenido de https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/smj.4250171107

SAX Diseño & Desarrollo. (2019). *¡Pérgolas qué son y para qué sirven!* Ciudad de México. Obtenido de https://sa-x.net/category/fachadas/pergolas/

Simpson Strong-Tie. (2019). *Conexiones para ensambladuras de madera.* Francia. Obtenido de https://www.strongtie.com/

Tafolla, H. (2000). Estandarización y Globalización. *Segmento*, No. 6. Obtenido de http://segmento.itam.mx/Administrador/Uploader/material/Estandarizacion%20y%20Globalizacion.PDF

Ulrich, K., & Eppinger, S. (2013). *Diseño y desarrollo de productos* (Vol. 5). México D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de https://www.academia.edu/16512984/Dise%C3%B1o_y_desarrollo_de_productos_5ed_Karl_T_Ulrich

Ulrich, K., & Tung, K. (1991). *Fundamentals of Product Modularity.* Management of Design.

BIBLIOGRAFÍA DE ILUSTRACIONES

1. Ilustración. https://obras.expansion.mx/construccion/2020/05/08/el-protocolo-que-deben-seguir-las-construcciones-cuando-reanuden-labores

2. Ilustración. https://www.pexels.com/es-es/foto/2-hombre-en-el-sitio-de-construccion-durante-el-dia-159306/

3. Ilustración. https://pixabay.com/es/photos/armadura-de-techo-entablamiento-3339206/

4. Ilustración. https://www.pinterest.com/pin/329396160251564374/

5. Ilustración. https://pixabay.com/es/photos/madera-troncos-de-%c3%a1rboles-tronco-1846059/

6. Ilustración. https://pixabay.com/es/photos/obrero-amoladora-f%c3%a1brica-5736096/

7. Ilustración. https://www.pexels.com/es-es/foto/hombre-soldando-en-chapa-gris-2480481/

8. Ilustración. https://pixabay.com/es/photos/taladro-industria-m%c3%a1quina-3047522/

9. Ilustración. https://pixabay.com/es/photos/l%c3%a1ser-de-corte-de-metal-chispas-4373878/

10. Ilustración. https://discover-your-south-america.com/blog/best-hacienda-hotels-in-ecuador/

11. Ilustración. https://construex.com.ec/exhibidores/3_a_del_ecuador/producto/pergolas_en_quito

12. Ilustración. https://www.archilovers.com/projects/55174/cracked-shelf-system.html

13. Ilustración. https://www.archilovers.com/projects/55174/cracked-shelf-system.html

14. Ilustración. https://korzewski.net/Patches

15. Ilustración. https://www.dezeen.com/2013/07/24/patch-project-diy-furniture-by-beza-projektl/

16. Ilustración. https://madera.uc.cl/es/quienes-somos/socios/simpson

17. Ilustración. https://comafors.org/biblioteca/publicaciones/innovacion-para-la-construccion-sostenible-casos-de-exito-del-uso-de-madera-1521.html

18. Ilustración. https://issuu.com/rothoblaas/docs/2-placas-y-conectores-para-madera

19. Ilustración. https://www.rothoblaas.es/productos/fijacion/angulares-y-placas/uniones-ocultas/lock-t-evo

20. Ilustración. https://www.rothoblaas.es/productos/fijacion/angulares-y-placas/uniones-ocultas/uv-t

21. Ilustración. https://pixabay.com/es/photos/p%c3%a9rgola-jard%c3%adn-3739952/

22. Ilustración. https://technoswiss.ec/producto/pergola-adosada/?v=3fd6b696867d

23. Ilustración. https://www.backyarddiscovery.com/products/cedar-pergola

24. Ilustración. https://bricolajefacil.net/las-10-poderosas-uniones-de-vigas-y-columnas-para-madera-que-los-expertos-recomiendan-realizar/

25. Ilustración. https://johnroeluna.tumblr.com/post/184880955743

26. Ilustración. https://www.yankodesign.com/2020/10/12/this-shape-shifting-cork-furniture-transforms-to-be-a-lounger-center-table-or-even-a-side-bench/amp/

27. Ilustración. https://www.yankodesign.com/2020/10/12/this-shape-shifting-cork-furniture-transforms-to-be-a-lounger-center-table-or-even-a-side-bench/amp/

28. Ilustración. https://www.yankodesign.com/2020/10/12/this-shape-shifting-cork-furniture-transforms-to-be-a-lounger-center-table-or-even-a-side-bench/amp/

29. Ilustración. https://www.yankodesign.com/2020/10/12/this-shape-shifting-cork-furniture-transforms-to-be-a-lounger-center-table-or-even-a-side-bench/amp/

30. Ilustración. Autor

31. Ilustración. Autor

32. Ilustración. Autor

33. Ilustración. Autor

34. Ilustración. Autor

35. Ilustración. https://myeyesopen.tumblr.com/post/141551809647

36. Ilustración. https://pixabay.com/es/photos/dibujo-t%-c3%a9cnico-calibre-taller-3324368/

37. Ilustración. https://todossomoscienciaconicyt.wordpress.com/2019/10/17/cadena-de-valor-en-los-emprendimientos/

38. Ilustración. https://www.pexels.com/es-es/foto/polvo-casa-de-madera-apartamento-4108715/

39. Ilustración. https://www.pexels.com/es-es/foto/mano-casa-apartamento-limpiar-4107252/

40. Ilustración. Autor

41. Ilustración. Autor

42. Ilustración. Autor

43. Ilustración. Autor

44. Ilustración. Autor

45. Ilustración. https://asana.com/es/resources/project-design

46. Ilustración. https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/5726037-conjunto-simple-de-iconos-solidos-vectoriales-relacionados-con-la-fabrica-contiene-iconos-como-engranajes-transportador-hart-sombrero-y-mas

47. Ilustración. https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/5726037-conjunto-simple-de-iconos-solidos-vectoriales-relacionados-con-la-fabrica-contiene-iconos-como-engranajes-transportador-hart-sombrero-y-mas

48. Ilustración. https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/5726037-conjunto-simple-de-iconos-solidos-vectoriales-relacionados-con-la-fabrica-contiene-iconos-como-engranajes-transportador-hart-sombrero-y-mas

49. Ilustración. https://asana.com/es/resources/strategy-implementation

50. Ilustración. https://asana.com/es/resources/project-design

51. Ilustración. https://www.pexels.com/es-es/foto/hombre-persona-trabajando-pared-6474475/

52. Ilustración. https://www.pexels.com/es-es/foto/hombre-sujetando-profesional-obrero-7861507/

53. Ilustración. https://asana.com/es/resources/project-coordination-tips

54. Ilustración. Autor

55. Ilustración. Autor

56. Ilustración. Autor

57. Ilustración. Autor

58. Ilustración. Autor

59. Ilustración. Autor

60. Ilustración. Autor

61. Ilustración. Autor
62. Ilustración. Autor
63. Ilustración. Autor
64. Ilustración. Autor
65. Ilustración. Autor
66. Ilustración. Autor
67. Ilustración. Autor
68. Ilustración. Autor
69. Ilustración. Autor
70. Ilustración. Autor
71. Ilustración. Autor
72. Ilustración. Autor
73. Ilustración. Autor
74. Ilustración. Autor
75. Ilustración. Autor
76. Ilustración. Autor
77. Ilustración. Autor
78. Ilustración. Autor
79. Ilustración. Autor
80. Ilustración. Autor
81. Ilustración. Autor
82. Ilustración. Autor
83. Ilustración. Autor
84. Ilustración. Autor
85. Ilustración. Autor
86. Ilustración. Autor
87. Ilustración. Autor
88. Ilustración. Autor
89. Ilustración. Autor
90. Ilustración. Autor
91. Ilustración. Autor
92. Ilustración. Autor
93. Ilustración. Autor
94. Ilustración. Autor
95. Ilustración. Autor