**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**
**SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

# DISEÑO Y MODELACIÓN DE ESTACIÓN MODULAR DESARMABLE PARA LA COSECHA DE MIEL.

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en PROYECTO
Y DISEÑO MECÁNICO

Alumnos:
Bárbara Isabel Gallardo Riffo
Gerald Antonio Zurita Benitez

Profesor Guía:
Sra. Caren Carmona Vega

**2019**

*La presente tesis se la dedico a mi madre, por ser mi pilar en lo emocional, a mi hermano, por siempre hacerme ver que no existen imposibles, y a mi padre, por brindarme siempre la ayuda que necesité.*
*Agradezco a cada uno de ustedes por siempre tener una palabra de aliento en este proceso de mi vida.*
*Por ustedes soy lo que soy, gracias totales.*

*Bárbara Isabel Gallardo Riffo.*

*En este último trabajo el cual me da la oportunidad de titularme quisiera agradecer a todas las personas que siempre han estado apoyándome, a mis padres Rodrigo y Solange que con mucho esfuerzo me dieron la oportunidad de estudiar, a familia Karen y Amaro por el apoyo y el ánimo que me dan para poder lograr mis metas, mi compañera Bárbara por todo el esfuerzo dedicado en este trabajo, a la profesora Caren Carmona.*

*Gracias a todos.*

*Gerald Antonio Zurita Benitez.*

# RESUMEN

**Keywords:** APICULTURA – MIEL – SALA DE COSECHA – TERRENO – DISEÑO – DESARMABLE

La apicultura es una actividad dedicada a la crianza de las abejas, en donde se les prestan los cuidados necesarios, con el objetivo de obtener y consumir los productos que ellas son capaces de elaborar. El principal producto que se obtiene de esta actividad es la miel.

El actual trabajo de título está enfocado en el caso de un apicultor que realiza la actividad a modo de "hobby" y cosecha miel para consumo personal. El **“apicultor”** será denominado a lo largo del trabajo como **"el mandante"**, y su **“actual sala de cosecha”** se denominará **“Sala A”.**

El mandante del proyecto desea cambiar la Sala A por otra que brinde mayor protección a los equipos que utiliza dentro de ésta. Para ello se debe saber que la Sala A y los colmenares están situados en la parcela del mandante, ubicada en Olmué, y el sector, donde están dispuestos es de terreno irregular. Por este motivo se llevó a cabo la idea de una “estación modular desarmable para la cosecha de miel”. La solución se denominará “sala nueva” y solo se encargará del diseño y el modelado de la estructura de la sala. Todo lo relacionado al abastecimiento energético no compete dentro del tema a desarrollar.

El capítulo 1 abarcará los aspectos generales y documentación, subdividiéndose en objetivos generales, objetivos específicos, especificaciones técnicas, antecedentes de los equipos de cosecha que posee el mandante, y la actual problemática, y las normativas aplicables al diseño de la sala nueva.

Para finalizar, el capítulo 2 contendrá la ingeniería básica del proyecto; es decir en este capítulo dispondrá la información de todos los elementos a usar para el desarrollo del diseño y la modelación de la sala nueva. Además comprenderá todo lo que es la ingeniería de desarrollo del proyecto. Se hará mención al software de modelamiento 3D que se utilizará para el diseño de la sala nueva. También abarcará los detalles de armado mediante planos. Para finalmente entregar un presupuesto, costo de componentes y partes del proyecto.

# ÍNDICE


**RESUMEN** **5**

**INTRODUCCIÓN** **1**

**CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN** **3**

**1. ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN** **5**

**1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO** **5**

1.1.1 Objetivo General 5

1.1.2 Objetivos Específicos 5

**1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO** **6**

1.2.1 Ubicación 8

**1.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS** **10**

1.3.1 Especificaciones técnicas generales 10

1.3.2 Especificaciones técnicas específicas 11

**1.4 ASPECTOS LEGALES, NORMATIVAS Y REGLAMENTOS** **20**

1.4.1 Normas ISO 20

1.4.2 Normativas y Decretos Chilenos 21

1.4.3 Norma ASTM D714/D117 21

1.4.4 Norma ANSI/IEC 60529 – 2004 22

**1.5 DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA** **24**

1.5.1 Bruno Munari 24

1.5.2 Planteamiento del problema actual 26

1.5.3 Solución preliminar para el problema 27

**CAPÍTULO 2: PROCEDIMIENTOS DE INGNIERÍA Y CÁLCULOS** **29**

**2. PROCEDIMIENTOS DE INGENIERÍA Y CÁLCULOS** **31**

**2.1 DEFINICIÓN DE ZONAS DE TRABAJO** **31**

2.1.1 Definición de medidas ergonómicas: 32

**2.2 PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE DISEÑO PARA SALA NUEVA** **34**

2.2.1 Propuesta N° 1 de EMDCM 34

2.2.2 Propuesta N° 2 de EMDCM 40

2.2.3 Selección de propuesta de diseño. 44

**2.3 MATERIALES Y PROPIEDADES** **46**

2.3.1 Plancha de Acero 46

2.3.2 Goma Esponja 47

2.3.3 Pernería 48

**2.4 MEMORIA DE CÁLCULO** **49**

2.4.1 Cálculo de piezas del Conjunto Inferior 50
2.4.2 Cálculo de piezas del Conjunto Superior 58
2.4.3 Cálculo de piezas del Conjunto Paneles 67
2.4.4 Cálculo de piezas del Conjunto Techo 75
2.4.5 Cálculo de piezas del Conjunto Piso 77
2.4.6 Cálculo de piezas del Conjunto Soporte 79
2.4.7 Cálculo de viento según NCh 432.Of 71 81
**2.5 COSTO Y PRESUPUESTO 86**
2.5.1 Cotización Empresa MIES. 87
**CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES 89**
**BIBLIOGRAFÍA / WEBGRAFÍA 90**
**ANEXOS 92**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Diagrama de flujo del proceso de miel realizado por el mandante. 6
Figura 1-2. Fotografía satelital de la ubicación. 9
Figura 1-3. Descripción gráfica del terreno. 9
Figura 1-4. Actual sala de cosecha del mandante (Sala A). 10
Figura 1-5. Distribución de zonas sala de Cosecha. 12
Figura 1-6. Marcos de Colmenas. 13
Figura 1-7. Marco en condiciones de cosechar. 14
Figura 1-8. Marco con miel y tapones de cera. 14
Figura 1-9. Batea desoperculadora 1.5 [m]. 15
Figura 1-10. Marco en trabajo de desoperculado. 16
Figura 1-11. Manilla para decantado. 16
Figura 1-12. Centrífuga eléctrica. 17
Figura 1-13. Tambor interno de una centrífuga. 17
Figura 1-14. Mesa de trabajo en acero inoxidable 18
Figura 1-15. Foco proyectos Led recargable. 19
Figura 1-16. Ejemplo explicativo grado IP-65. 22
Figura 1-17. Tabla de protección contra sólidos y agua. 23
Figura 1-18. IP-66 Contra aguas lluvias. 24
Figura 1-19. Metodología Bruno Munari. 25
Figura 1-20. Inclinación en terreno de ingreso a la Sala A. 26

Figura 2- 1. Distribución de zonas interior de la sala Nueva. 32
Figura 2- 2. Dimensiones de trabajo. 33
Figura 2- 3. Dimensiones de equipos y de zona de trabajo en milímetros. 33
Figura 2-4. Vista de planta propuesta N°1 EMDCM. 35
Figura 2- 5. Esqueleto de propuesta N°1 EMDCM. 36
Figura 2- 6. Geometría de perfil A en color amarillo con corte superior en 45°. 37
Figura 2- 7. Geometría de perfil B en color celeste. 38
Figura 2- 8. Geometría de Pestaña C. 38
Figura 2- 9. Geometría de perfil D. 39
Figura 2- 10. Geometría de las tapas. 40
Figura 2- 11. Propuesta N°2 de la EMDCM. 41
Figura 2- 12. Esqueleto de propuesta N°2 EMDCM. 42
Figura 2- 13. Planchas plegadas. 43
Figura 2- 14. Travesaño superior e inferior. 43
Figura 2- 15. Tapas. 44
Figura 2- 16. Imagen comparativa entre propuestas EMDCM 1° y EMDCM 2°. 45
Figura 2- 17. Catálogo Sack S.A. 47
Figura 2- 18. Ejemplo del uso de goma esponja en tapas. 48
Figura 2- 19. Ferretería Pernoval. 48
Figura 2- 20. Ferretería Pernos Brasil. 49
Figura 2- 21. Pieza BRI01. 50
Figura 2- 22. Pieza BRI02. 51
Figura 2- 23. Pieza BRI03. 52
Figura 2- 24. Pieza BRI04. 53
Figura 2- 25. Pieza BRI05. 54
Figura 2- 26. Pieza BRI06. 55
Figura 2- 27. Pieza BRI07. 56
Figura 2- 28. Pieza BRI08. 57
Figura 2- 29. Pieza BRS01. 58
Figura 2- 30. Pieza BRS02. 59
Figura 2- 31. Pieza BRS03. 60
Figura 2- 32. Pieza BRS04. 61
Figura 2- 33. Pieza BRS05. 62
Figura 2- 34. Pieza BRS06. 63
Figura 2- 35. Pieza BRS07. 64
Figura 2- 36. Pieza BRS08. 65
Figura 2- 37. Pieza BRS09. 66

Figura 2- 38. Pieza PR01 67
Figura 2- 39. Pieza PR02. 68
Figura 2- 40. Pieza PL01. 69
Figura 2- 41. Pieza PL02. 70
Figura 2- 42. Pieza PL03. 71
Figura 2- 43. Pieza PL04. 72
Figura 2- 44. Pieza PL05. 73
Figura 2- 45. Pieza PL06. 74
Figura 2- 46. Pieza PL07. 75
Figura 2- 47. Pieza TC01. 76
Figura 2- 48. Pieza TC02. 77
Figura 2- 49. Pieza PS01. 78
Figura 2- 50. Pieza SP01. 80
Figura 2- 51. Presión básica para diferentes alturas sobre el suelo. 81
Figura 2- 52. Estructura EMDCM N°2. 82
Figura 2- 53. Sección de estructura sometida al análisis. 83
Figura 2- 54. Resultado tipo: Von Mises Stress del análisis. 85
Figura 2- 55. Resultado tipo: Displacement del análisis. 85
Figura 2- 56. Cotización entregada por empresa MIES. 87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2- 1. Tabla de plegados para plegadora modelo Schroder 690. 49
Tabla 2- 2. Datos del material. 84
Tabla 2- 3. Resultados del análisis. 84
Tabla 2- 4. Resultados del análisis. 86
Tabla 2- 5. Presupuesto total. 88

## A. SIGLA

EMDCM : Estación modular desarmable para la cosecha de miel.
AISI : Instituto Americano del Hierro y el Acero.

| | | |
|---|---|---|
| CRI | : | Índice de reproducción cromática. |
| LED | : | Diodo emisor de luz. |
| ISO | : | Organización Internacional de Estandarización. |
| NCh | : | Norma Chilena. |
| ASTM | : | Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. |
| IEC | : | Comisión Electrotécnica Internacional. |
| EN | : | Nación Europea. |
| UNE | : | Unión Española. |
| IP | : | Protección internacional. |
| 3D | : | Tres dimensiones. |
| SAE | : | Sociedad de Ingenieros Automotores. |
| UV | : | Radiación ultravioleta. |
| ANSI | : | Instituto Nacional Estadounidense de Estándares. |

## B. SIMBOLOGIA

| | | |
|---|---|---|
| ° | : | Grados. |
| w | : | West / Oeste. |
| s | : | Sur. |
| m | : | Metros. |
| mm | : | Milímetros. |
| HP | : | Caballo de fuerza. |
| cm | : | Centímetros. |
| N° | : | Número. |
| x | : | Multiplicación. |
| - | : | Resta. |
| % | : | Porcentaje. |
| ~ | : | Equivalencia. |
| N | : | Newton. |
| $m/s^2$ | : | Metro por segundo al cuadrado. |
| $Kg/m^2$ | : | Kilogramo por metro al cuadrado. |
| Kg | : | Kilogramo. |
| $m^2$ | : | Metro cuadrado. |

# INTRODUCCIÓN

El mandante del proyecto desea cambiar su ***actual sala de cosecha***, la que se ha denominado ***Sala A,*** ya que ésta no asegura una protección real para los equipos de cosecha, a causa de los materiales con los cuales se encuentra fabricada.

A causa a la irregularidad del terreno en la parcela del mandante, en donde se encuentra la Sala A, se dio origen a la idea de diseñar una ***"Estación modular desarmable para la cosecha de miel, (EMDCM)"*** la cual se denominó ***sala nueva***.

La solución expuesta anteriormente busca resolver dos problemáticas. La primera de ellas es lo que el mandante requiere, que es asegurar la vida útil de los equipos que se encuentran en la Sala A, por medio de un nuevo diseño en base a materiales adecuados.
Y como también se menciona, una segunda problemática para el traslado de una nueva estructura es la irregularidad del terreno. Por ello la solución se basa en un diseño que se pueda desarmar, facilitando el traslado de las piezas al sector de cosecha. A su vez, esta solución daría la posibilidad al mandante de trasladar la sala nueva en caso de que así lo requiera, sin que esto signifique un gasto de materiales para una nueva estructura.

# CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN

# 1. ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACIÓN

En este capítulo se darán a conocer los antecedentes generales del proceso que realiza el mandante para su cosecha de miel, la cual es de consumo personal, logrando identificar las problemáticas actuales sobre el cuidado de los equipos y la irregularidad del terreno para una nueva estructura, y así proponer un diseño que dé solución a éstas.

## 1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

En el siguiente punto se muestran los objetivos ordenados paso a paso para lograr un adecuado desarrollo del proyecto, logrando así un diseño adecuado.

### 1.1.1 Objetivo General

Diseñar y modelar una estación modular desarmable para la cosecha de miel que proporcione un cuidado adecuado para los equipos de cosecha que el mandante utiliza, y que a su vez sea fácil de transportar al sector que él ha determinado para esta actividad.

Es importante mencionar que el actual proyecto solo se encargará del diseño, el modelado estructural y la distribución de los elementos interiores actuales, no de su funcionamiento, ni de su abastecimiento energético.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

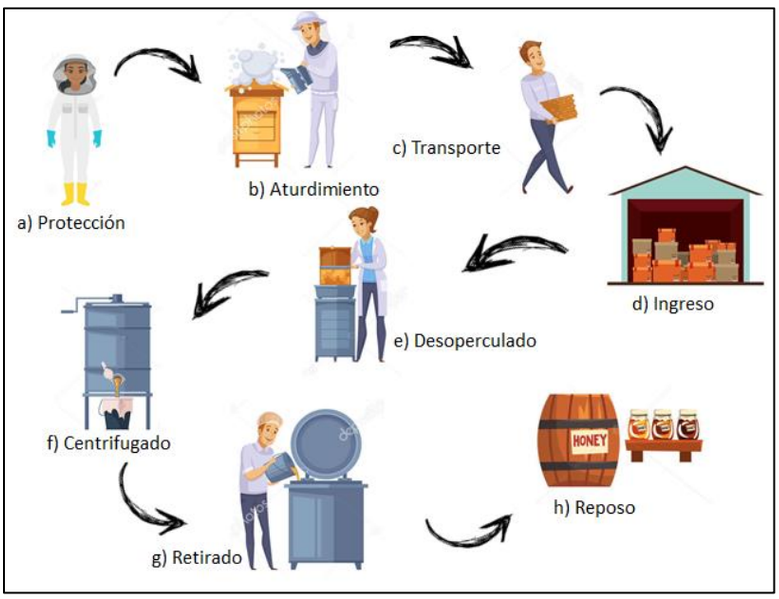
- Identificar las problemáticas presentes en la actual sala de cosecha.
- Investigar sobre un sistema el cual pueda ser montado y desmontado las veces que sean necesarias para cumplir con el trabajo requerido.
- Organizar la información obtenida.
- Seleccionar el material más adecuado para un diseño estructural.
- Desarrollar propuestas de diseño en base a la información obtenida de las investigaciones (los materiales más adecuados para ello según la investigación realizada) y los requerimientos del mandante.
- Seleccionar la alternativa de diseño que más se acomode a las necesidades del proyecto.

- Realizar planimetría y modelo tridimensional de la estación modular para la extracción de miel mediante el software AutoCad.
- Elaborar un layout de los equipos que optimice el tiempo de extracción de miel, evitando así un entrecruzamiento del proceso dentro de la sala nueva.
- Realizar cubicación y presupuesto del proyecto.

## 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La apicultura es aquella actividad que tiene como finalidad el cuidar y multiplicar rebaños de abejas para obtener productos tales como propóleo, polen, jalea real, cera, miel, entre otros, siendo la miel el único producto que el mandante del actual proyecto obtiene y utiliza para consumo personal.

El objetivo de la extracción de miel es retirar el producto que es almacenado por las abejas en los marcos por medio de un proceso. El mandante de este proyecto realiza este proceso mediante ocho etapas, las cuales son ***protección, aturdimiento, transporte, ingreso, desoperculado***, ***centrifugado, retirado y reposo.*** Estas se describen a continuación. (Fig. 1-1.)




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa.

Figura 1-1. Diagrama de flujo del proceso de miel realizado por el mandante.

a) Protección: El proceso para la cosecha de miel realizada por el mandante tiene como primera etapa la retirada de los marcos con el producto de las colmenas. Para este proceso se utilizan guantes, trajes especiales (en la mayoría de los casos blanco para distinguir la presencia de las abejas) y un velo para proteger el rostro.

b) Aturdimiento: Una vez protegidos, el mandante y sus ayudantes se dirigen al colmenar (conjunto de colmenas) y se les aplica humo en las entradas de las colmenas con la ayuda de un "Fumador". Este aparato se llena con carbón y se presiona logrando así la salida del humo por la boquilla. Éste paso es de suma importancia para lograr retirar los marcos sin una interrupción excesiva de las abejas ya que el humo logra "aturdir" a los insectos, y esto hace que el flujo de ellos disminuya.

c) Transporte: Cuando seleccionan y retiran los marcos que se encuentran listos, se llevan a una sala de cosecha que el mandante tiene (sala A) en un terreno próximo al colmenar. Los marcos son transportados por medio de un vehículo o caminando, esto depende de la cantidad de ayudantes que se encuentren en el lugar. Una vez en la entrada del terreno, los marcos deben ser llevados a pie por un camino inclinado de tierra, hasta la sala de cosecha. Es aquí donde el proceso de extracción comienza con ayuda de los instrumentos que el mandante desea "proteger".

d) Ingreso: Cuando los marcos ingresan a la sala A son dispuestos sobre una mesa de acero, donde son cepillados levemente para quitar material particulado que pudiera contener.

e) Desoperculado: Luego ser trasladados, los marcos se trabajan uno a uno en la "batea desoperculadora". Es sobre este equipo donde se elimina el sello de cera que trae por ambas caras con la ayuda de un cuchillo, logrando dejar a la vista la miel dentro de las ranuras. Este proceso se denomina "desoperculado".

f) Centrifugado: Prontamente los marcos se llevan a una "centrifuga" para extraer la miel, la cual es desprendida de los marcos a causa del giro del tambor y la fuerza centrífuga que esto produce para luego escurrir por el fondo del recipiente.

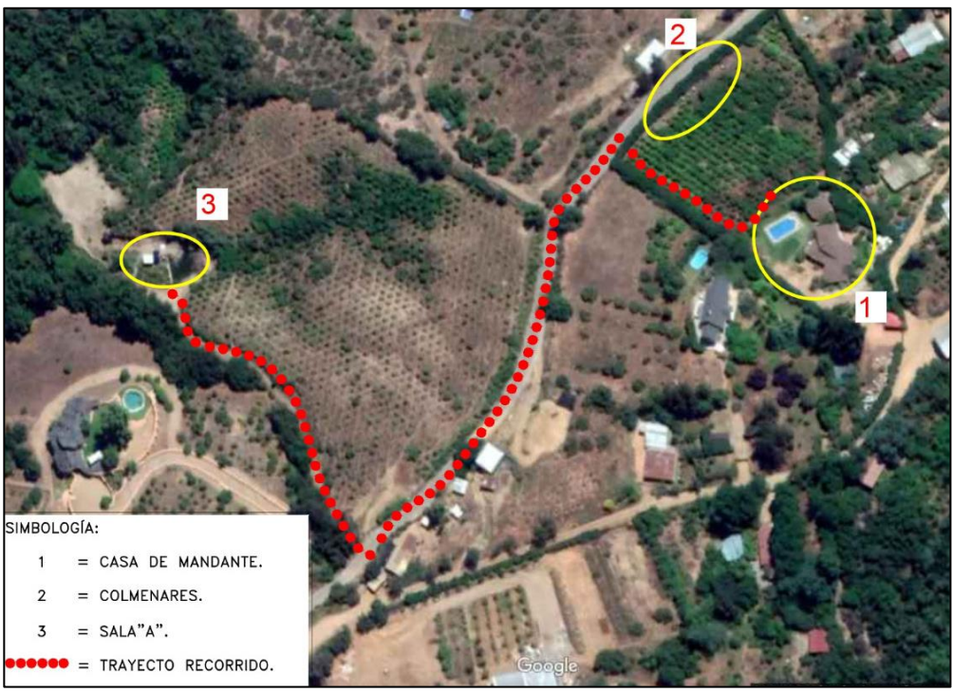
g) Retirado: En el actual caso, el mandante retira la miel del tambor mediante la boquilla que este equipo posee y llena un tambor de almacenamiento.
h) Reposo: El tambor de almacenamiento es transportado a la residencia del mandante y es ahí donde se deja reposar el producto. De esta manera todas las impurezas que pudieran encontrarse presente en la miel logran flotar. En efecto se evita encontrar gran cantidad de residuos dentro del producto a la hora de consumir.

Es de importancia para el proyecto destacar que el mandante, actualmente posee dos colmenares, pero solo uno de ellos está activo. Estos no son utilizados de manera simultánea. Y el actual colmenar es aquel que se encuentra más próximo a la sala de cosecha.

### 1.2.1 Ubicación

El mandante cuenta con dos terrenos rurales. En uno se encuentran las colmenas junto a la dependencia del mandante y en el segundo la Sala A. Ambos terrenos están ubicados en la comuna de Olmué, camino Quebrada el Maqui.

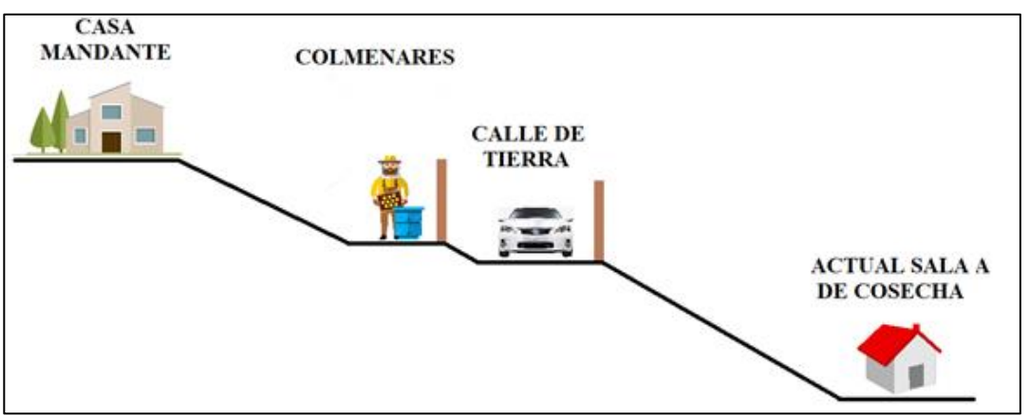
Como se puede apreciar en la Fig. 1-2, el ***número 1,*** donde se encuentra la casa en la cual dejan decantar los tambores de miel, la ubicación geográfica es latitud 33°00’46”S y longitud 71°03’31”W. El ***número 2,*** el actual sector donde se encuentran las colmenas, ubicación geográfica dada por latitud 33°00’4”S y longitud 71°03’33”W. Finalmente se puede visualizar el ***número 3,*** muestra donde se encuentra la actual sala de cosecha (Sala A), la cual se ubica de manera geográfica entre latitud 33°00’45”S y longitud 71°03’43”W.




Fuente:https://earth.google.com/web/@-33.01255171,-71.05953807,707.66014868a,426.93244638d,35y,0.00000001h,5.0003346t,360r

Figura 1-2. Fotografía satelital de la ubicación.

La parcela comienza desde el terreno plano de la casa del mandante para toparse con un terreno inclinado con cultivos de palto hacia los colmenares. Luego se tiene el límite de propiedad, seguido por una calle de tierra. Si se avanza por la calle se encontrará una propiedad del mandante (Línea naranja punteada (Fig. 1-2), cuyo terreno comienza en una bajada de inclinación acentuada. Al final de la bajada, el terreno se dispone con superficie "plana" en donde se encuentra la Sala A. (Fig. 1-3).




Fuente: Elaboración propia en base a terreno del mandante.

Figura 1-3. Descripción gráfica del terreno.

## 1.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas se basan en aquellos documentos que ayudan a definir una serie de normativas, requisitos, exigencias y procedimientos a emplear en la fabricación o elaboración de un producto. En el caso presentado las especificaciones técnicas se regirán en base a la situación actual del mandante y lo que se desea cambiar. Esto ayudará a realizar un diseño adecuado para una sala nueva, prolongando así la vida útil de los equipos que se utilizan en su interior.

### 1.3.1 Especificaciones técnicas generales

Tras una investigación, en el siguiente punto a tratar se expone la situación actual del mandante, el cual desea realizar un cambio sobre su actual sala de cosecha (***Sala A***). Este cambio se debe a la problemática  actual proyecto, relacionado a las condiciones en las cuales se encuentran los equipos utilizados por él a la hora de cosechar, debido a los materiales de fabricación de la actual sala de cosecha. En la Fig. 1-4, se puede apreciar que la ***Sala A*** no está fabricada con los materiales más apropiados para el resguardo de artefactos eléctricos.

Fuente: Fotografía obtenida por personal del mandante.

Figura 1-4. Actual sala de cosecha del mandante (Sala A).

### 1.3.2 Especificaciones técnicas específicas

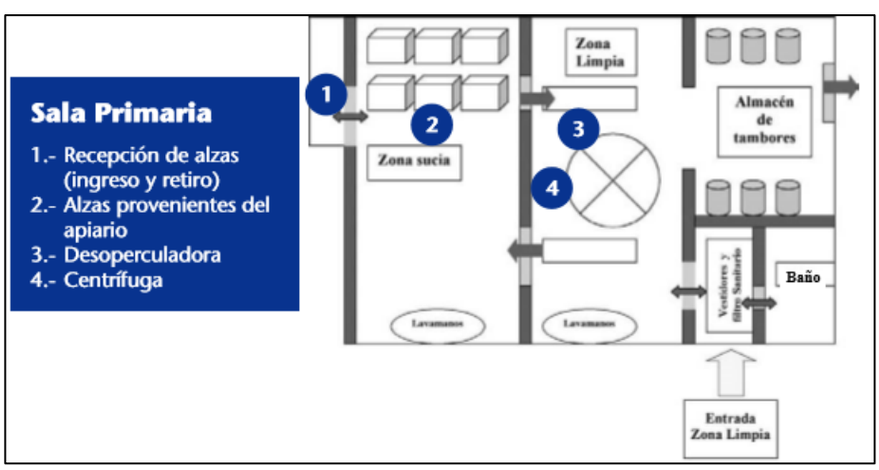
En el presente ítem se detallarán las especificaciones técnicas generales mencionadas en el ítem anterior, mediante una serie de información respecto a los distintos equipos con los que se trabaja al momento de obtener la miel, sus dimensiones y funciones que cumple cada equipo para situarlo en un lugar donde no entorpezca el proceso (entrecruzamiento), los materiales adecuados para la fabricación de la ***sala nueva***, fichas técnicas, catálogos utilizados, etc.

- Especificaciones técnicas de la sala de cosecha

Para lograr un diseño de sala de cosecha adecuado es necesario conocer los requerimientos del mandante, el terreno donde se encuentran los colmenares, que protección estructural existe para el polvo y el agua en caso de lluvia, y el flujo del proceso de extracción de miel (Fig. 1-5), realizado por el mandante, para lograr un trabajo eficaz.

Una sala de cosecha consta de tres zonas: zona sucia, zona limpia, y el área de almacenamiento del producto. En el caso del actual proyecto, la última zona no es necesaria, ya que el mandante una vez centrifugados los marcos, deja decantar la miel del tambor dentro de la casa que posee en el recinto.

En la Fig. 1-5, se puede visualizar la ***zona sucia,*** en donde ocurre la recepción de los marcos. Luego los marcos pasan a la ***zona limpia***, donde se realiza el desoperculado. Finalmente, en la misma ***zona limpia*** son introducidos en la centrifuga.




Fuente: Manual de interpretación de pautas de evaluación de salas de extracción de miel y bodegas.

Figura 1-5. Distribución de zonas sala de Cosecha.

a) Zona sucia:

- El cielo de la sala debe ser de un material no poroso, de esta manera se evitará la acumulación de residuos (polvo).
- La cubierta de paredes puede estar construida de concreto pintado, ladrillo estucado o pintado, termopaneles, internit forrado o acero pintado. La pintura que se debe ocupar para las cubiertas debe ser lavable y epóxica o también puede ser cubierta con revestimiento vinílico. No se exige el uso de cerámicas o azulejos.
- El piso puede ser pintado con pintura epóxica. No se exige el uso de cerámica.
- Las puertas no deben tener una superficie porosa por lo que pueden ser cubiertas con pintura epóxica, evitando acumulación de suciedad.
- En caso de ventanas, deben ser de aluminio o de fierro con mallas para evitar el ingreso de insectos. Se debe mantener en cuenta que la inclusión de ventanas sube la probabilidad del ingreso de material particulado a la sala de cosecha.

b) Zona limpia:

- Se pueden repetir las especificaciones anteriores para cielos, paredes, piso, puertas, ventanas, iluminación y ventilación.
- Los equipos en esta zona deben ser de acero inoxidable.
- Los utensilios para esta zona deben ser de acero inoxidable.
- Esta zona debe estar demarcada para identificar la zona sucia de la zona limpia. (Cinta delimitadora)

c) Área de almacenamiento de miel envasada en tambores:

Como se explica al principio de las especificaciones técnicas, la sala de cosecha a diseñar no necesita un área para almacenar, ya que, al ser para consumo personal no es envasada y el tambor para decantación de miel es ubicado al interior de la casa del mandante para el consumo personal.

- Especificaciones técnicas de los marcos:

Como se puede apreciar en la Fig. 1-6, los marcos de apicultura son utilizados dentro de la colmena para que las abejas formen el panal sobre una lámina de cera, la cual se adhiere a unos alambres insertos dentro de éste.

Fuente: Descripción de colmena Langstroth

Figura 1-6. Marcos de Colmenas.

Una vez que el marco se encuentre en condiciones aptas para su cosecha, es retirado de la colmena para la extracción del producto

En las Fig. 1-7, Fig. 1-8, se puede apreciar un marco que ya fue retirado del colmenar y se encuentra listo para su cosecha, ya que contiene la miel atrapada en las celdillas por medio de un tapón natural de cera generado por las abejas.

Características principales de los marcos:

- Los marcos generalmente están hechos de madera.
- En su parte interior cuentan con alambres, los cuales son calentados mediante una batería o transformador para adherir de esta manera la cera.
- Los marcos se disponen al interior de las colmenas y las abejas los utilizan para el almacenamiento de la miel que producen.

Fuente: Fotografía obtenida por el mandante.

Figura 1-7. Marco en condiciones de cosechar.

Fuente: Fotografía obtenida por el mandante.

Figura 1-8. Marco con miel y tapones de cera.

- Especificaciones técnicas batea desoperculadora

El primer equipo que se utiliza dentro de la Sala A (actual sala de cosecha), es la batea desoperculadora (Fig. 1-9). En ella se disponen los marcos que vienen sellados con una capa de cera y se desoperculan, es decir que se les quita la capa de cera que posee cada celda (Fig. 1-10), para ser llevados al siguiente equipo de cosecha.

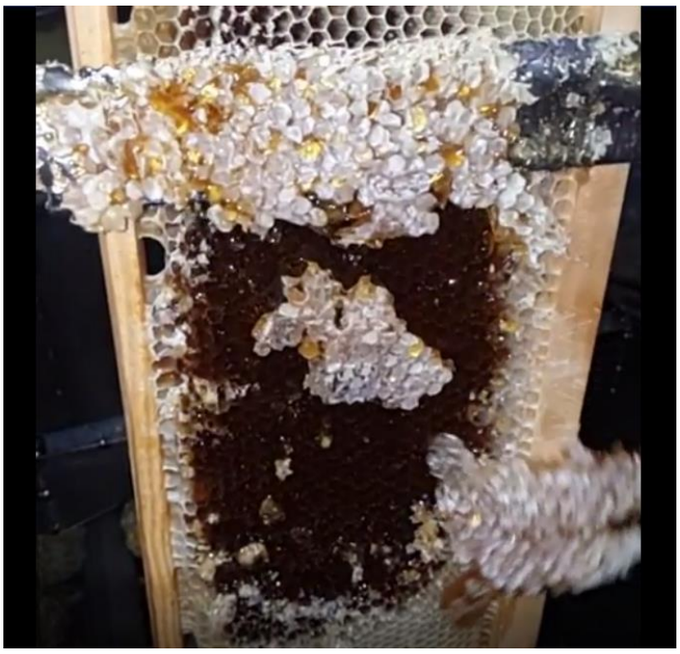
La batea utilizada posee un decantador para aprovechar la miel que escurre mientras se realiza la actividad de quitar los tapones de cera. Gracias a esto se reduce la pérdida del producto. (Fig. 1-11).

Fuente: www.brei.cl

Figura 1-9. Batea desoperculadora 1.5 [m].

Características principales de la batea:

- Fabricada en acero inoxidable, calidad 304.
- Cuerpo de la batea en acero inoxidable, calidad 304.
- Filtro en plancha perforada 3 [mm] acero inoxidable, calidad 304.
- Porta marcos en acero inoxidable, calidad 304.
- Estructura de la batea de fierro pintado electrostático, secado al horno.
- Llave guillotina sanitaria para el drenado de miel
- Capacidad varía según necesidad del cliente.



Fuente: Captura de pantalla realizada a video del mandante.

Figura 1-10. Marco en trabajo de desoperculado.

Fuente: www.brei.cl

Figura 1-11. Manilla para decantado.

- Especificaciones técnicas centrífuga eléctrica.

El segundo equipo comúnmente utilizado en una sala de cosecha es la centrífuga (Fig. 1-12), y es la encargada de separar la miel de los marcos, los cuales son ubicados en el trompo de centrifugado (Fig. 1-13). Una vez encendida la máquina, la miel es esparcida por las paredes interiores del dispositivo por la fuerza centrífuga que ejerce

ésta, para luego caer al fondo. Las centrífugas de una sala de cosecha pueden ser manuales o eléctricas y de distintas capacidades de marcos según la necesidad del cliente.

Fuente: www.brei.cl

Figura 1-12. Centrífuga eléctrica.

Fuente: www.brei.cl

Figura 1-13. Tambor interno de una centrífuga.

Características principales de la centrífuga:

- Capacidad para marcos: según el cliente requiera.
- Tambor acero inoxidable, calidad AISI304.
- Canasto acero inoxidable, calidad AISI304.
- Eje diámetro 16 [mm] de acero inoxidable, calidad AISI 304.
- Tapas en policarbonato transparente.
- Variador de frecuencia 1/2 [HP] con ciclo de trabajo manual y automático.
- Motor 1/2 [HP].
- Llave guillotina de salida para drenado de miel. (polietileno).
- Tapas acrílico transparente.
- Estructura anclable. (pintado electrostático, secado al horno).

- Especificaciones técnicas Mesa de trabajo.

Para el proceso de extracción de miel es necesario el uso de una mesa de trabajo para poder disponer los marcos o las herramientas de desoperculado. Para esto el mandante selecciona una mesa que cumpla con medidas ergonómicas para evitar esfuerzos que conlleven a dolores de espalda y que a su vez se adecue al espacio dentro de la sala de cosecha. (Fig. 1-14).

Fuente: https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-471415882-meson-mural-acero-inoxidable-60x60

Figura 1-14. Mesa de trabajo en acero inoxidable

Características principales de la mesa de trabajo.

- Fabricado completamente en acero inoxidable de 1,2 [mm] de espesor.
- Viga de refuerzo de 1 [mm] de espesor en perfil de 30 x 30 [mm] a lo largo de toda la cubierta.
- Incluye respaldo mural sanitario de 10 [cm] de alto.
- Sub-cubierta de acero.
- Patas de perfil tubular de alta resistencia.
- Medidas de la mesa de trabajo según el requerimiento del mandante.

- Luz interior

En el caso de la iluminación interior de la sala, se mantendrá el uso de focos proyectores Led recargables. Estos focos son los utilizados dentro de la Sala A del mandante.(Fig.1-15).

Fuente: www.easy.cl

Figura 1-15. Foco proyectos Led recargable.

Características principales de los focos recargables.

- Fabricado completamente en acero inoxidable de 1,2 [mm] de espesor.
- Tiempo de carga: 6 horas

- Medidas: 11 x 22.5 [cm] (ancho x alto)
- Ampolleta tipo CRI LED

## 1.4 ASPECTOS LEGALES, NORMATIVAS Y REGLAMENTOS

Para que una sala de cosecha de miel pueda operar correctamente, se cuenta con diversas normativas y reglamentos que son necesarios cumplir para producir y exportar miel. En el actual proyecto solo se hará mención de aquellas normativas aplicables al *consumo personal* del producto y se dejarán fuera aquellas que sean una guía para la comercialización de este.

### 1.4.1 Normas ISO

Las normas ISO están establecidas por la ***"International Standarization Organization".*** Cuyo significado en español es **"Organismo Internacional de Estandarización".**

Es aquí donde se darán a conocer las respectivas normativas utilizadas para el diseño a realizar según los requerimientos del proceso de producción y el tipo producto.

- Norma ISO 22000 - Gestión de la Seguridad Alimentaria

La norma ISO 22000 define aquellos requisitos que debe cumplir un sistema de gestión de seguridad alimentaria, asegurando la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria.

La presente normativa, en una primera instancia, iba a ser utilizada para la elección del material a ocupar en la construcción de la sala nueva, siendo el acero AISI 304 el "adecuado". Luego de un análisis en base a la actividad de la apicultura realizada por el mandante, se determinó que el acero a utilizar no debía ser exclusivamente uno apto para la industria alimenticia, debido a que el producto como tal a cosechar no tendría contacto con la estructura. Lo que sí se recomienda es seguir las indicaciones del **"*Manual de interpretación de pautas de evaluación de salas de extracción de miel y bodegas*"** mencionado en el punto 1.3.2.

### 1.4.2 Normativas y Decretos Chilenos

- NCh 427/1 Cálculo estructuras de acero.

La NCh 427/1 fija las normas en cuanto a materiales para acero estructural, requisitos de diseño y especificaciones para estructuras.

- Decreto N° 977

Reglamento sanitario de los alimentos. Ministerio de Salud. Como se menciona anteriormente, se deja en claro que los decretos relacionados especialmente al alimento no serán de influencia en el siguiente proyecto, debido a que éste no tendrá contacto alguno con la estructura de la sala.

Se recomienda el uso de una mesa de acero inoxidable para acomodar los marcos de entrada a la sala nueva.

- NCh 432.Of71

La Norma Chilena 432 es también conocida como la norma sobre el "Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones". Esta norma decreta la carga de viento a utilizar en sectores de campo abierto.

### 1.4.3 Norma ASTM D714/D117

Las normas ASTM (*American Society for Testing and Materials*) mencionadas son aplicables para pinturas y recubrimientos afines, por lo que para la sala de cosecha se deben tomar en cuenta.

La simulación de la resistencia de corrosión por medio de la "cámara de niebla" que dictan estas normas es uno de los aspectos importantes a la hora de escoger la empresa donde se deseará enviar a fabricar la sala a diseñar. De esta manera se asegura al mandante que el producto a fabricar resiste correctamente a las futuras corrosiones que el ambiente pueda ocasionarle.

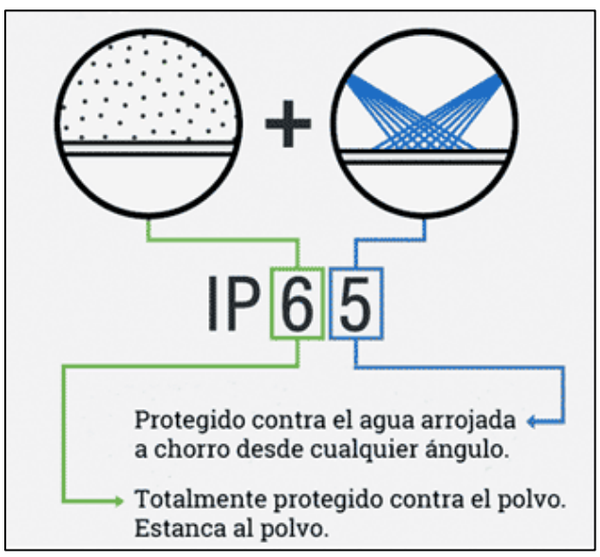
Un caso óptimo sería una empresa que posea tratamiento de fosfatizado en zinc certificado y uso de pintura epóxica (la pintura epóxica posee gran resistencia contra sustancias de carácter corrosivos).

### 1.4.4 Norma ANSI/IEC 60529 – 2004

La norma ANSI/IEC 60529 – 2004, EN 60529 (Versión europea) o UNE 20324 (Versión española) determina los grados de protección para estructuras envolventes, conocidos como grados de protección IP (*International Protection*).

En el caso a tratar, la normativa mencionada es de sumo impacto, debido a la tenencia de máquinas eléctricas dentro de la estructura a diseñar, por lo que debe poseer protección contra el ingreso de material particulado y contra agua en caso de lluvias.

Esta normativa designa los grados de protección con el código "IP" seguido de dos dígitos. El primer dígito se relacionará con el ingreso de material particulado, teniendo una escala de 0 a 6 (siendo "0" para la inexistencia de protección y "6" para protección total). El segundo dígito se relacionará con el ingreso del agua en una escala de 0 a 8 (siendo "0" para la inexistencia de protección y "8" para protección total). Un ejemplo de esta normativa sería el grado de protección IP-65. (Fig. 1-16)

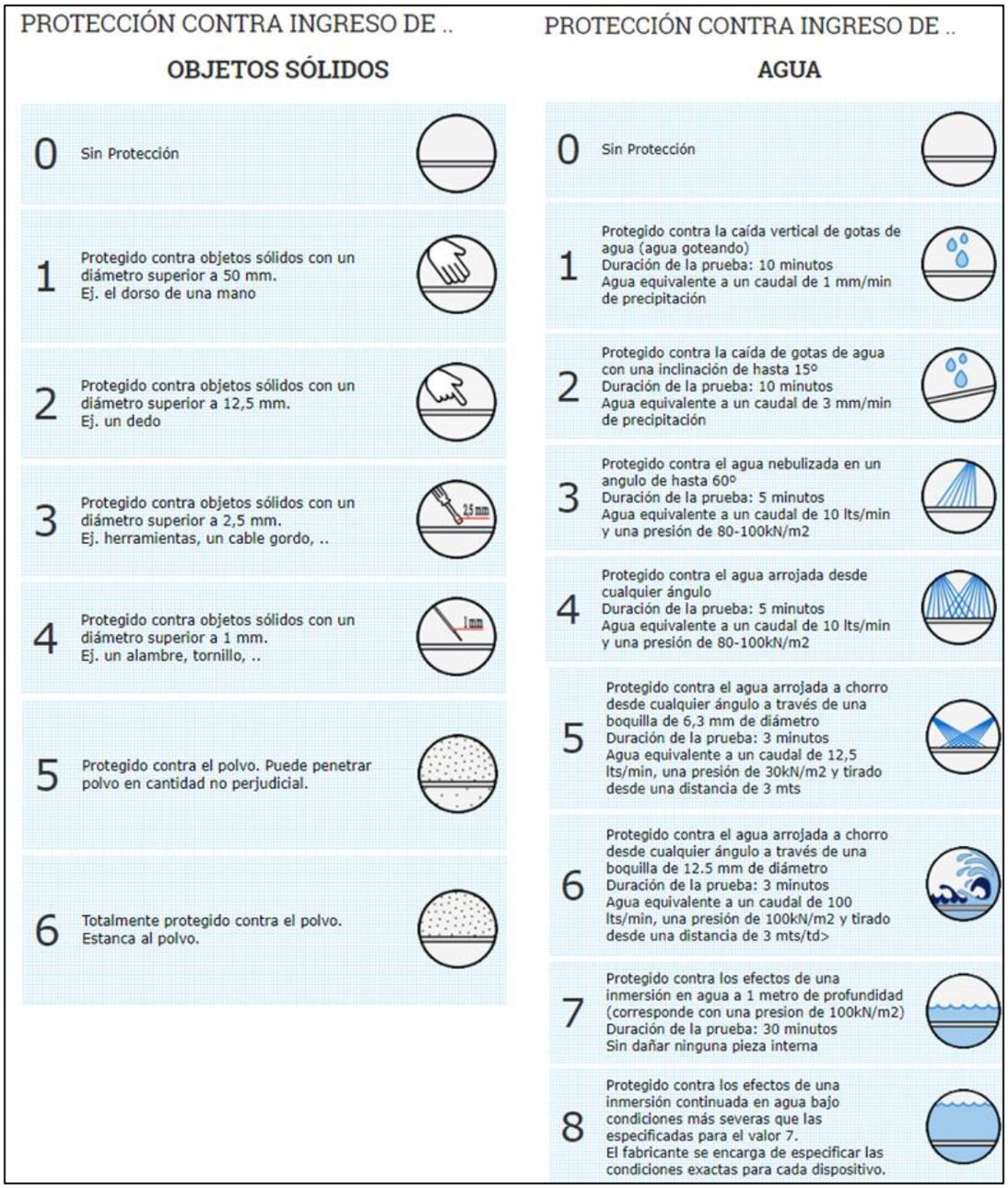



Fuente: ANSI-IEC 60529 - El grado de protección contra ingreso -IP-

Figura 1-16. Ejemplo explicativo grado IP-65.

Para lograr el grado de protección IP adecuado según lo que se requiera construir existen 2 tablas, las cuales sirven de guía (Fig.1-17). Comúnmente los grados de

protección IP-55 son para estructuras menores de uso en interiores, y la protección IP-66 para uso de exteriores.



PROTECCIÓN CONTRA INGRESO DE ..

**OBJETOS SÓLIDOS**

| | |
|---|---|
| 0 | Sin Protección |
| 1 | Protegido contra objetos sólidos con un diámetro superior a 50 mm. Ej. el dorso de una mano |
| 2 | Protegido contra objetos sólidos con un diámetro superior a 12,5 mm. Ej. un dedo |
| 3 | Protegido contra objetos sólidos con un diámetro superior a 2,5 mm. Ej. herramientas, un cable gordo, .. |
| 4 | Protegido contra objetos sólidos con un diámetro superior a 1 mm. Ej. un alambre, tornillo, .. |
| 5 | Protegido contra el polvo. Puede penetrar polvo en cantidad no perjudicial. |
| 6 | Totalmente protegido contra el polvo. Estanca al polvo. |

PROTECCIÓN CONTRA INGRESO DE ..

**AGUA**

| | |
|---|---|
| 0 | Sin Protección |
| 1 | Protegido contra la caída vertical de gotas de agua (agua goteando) Duración de la prueba: 10 minutos Agua equivalente a un caudal de 1 mm/min de precipitación |
| 2 | Protegido contra la caída de gotas de agua con una inclinación de hasta 15º Duración de la prueba: 10 minutos Agua equivalente a un caudal de 3 mm/min de precipitación |
| 3 | Protegido contra el agua nebulizada en un angulo de hasta 60º Duración de la prueba: 5 minutos Agua equivalente a un caudal de 10 lts/min y una presión de 80-100kN/m2 |
| 4 | Protegido contra el agua arrojada desde cualquier ángulo Duración de la prueba: 5 minutos Agua equivalente a un caudal de 10 lts/min y una presión de 80-100kN/m2 |
| 5 | Protegido contra el agua arrojada a chorro desde cualquier ángulo a través de una boquilla de 6,3 mm de diámetro Duración de la prueba: 3 minutos Agua equivalente a un caudal de 12,5 lts/min, una presión de 30kN/m2 y tirado desde una distancia de 3 mts |
| 6 | Protegido contra el agua arrojada a chorro desde cualquier ángulo a través de una boquilla de 12.5 mm de diámetro Duración de la prueba: 3 minutos Agua equivalente a un caudal de 100 lts/min, una presión de 100kN/m2 y tirado desde una distancia de 3 mts/td> |
| 7 | Protegido contra los efectos de una inmersión en agua a 1 metro de profundidad (corresponde con una presion de 100kN/m2) Duración de la prueba: 30 minutos Sin dañar ninguna pieza interna |
| 8 | Protegido contra los efectos de una inmersión continuada en agua bajo condiciones más severas que las especificadas para el valor 7. El fabricante se encarga de especificar las condiciones exactas para cada dispositivo. |

Fuente: ANSI-IEC 60529 - El grado de protección contra ingreso -IP-

Figura 1-17. Tabla de protección contra sólidos y agua.

Según los requerimientos para la estructura, se debería utilizar un grado IP-66 totalmente protegido contra el polvo y protegido contra el agua arrojada a chorro desde cualquier ángulo a través de una boquilla de 12.5 [mm] de diámetro.

El grado IP-66 (Fig.1-18), es equivalente al usado en tableros y gabinetes eléctricos de exteriores**.** Por ello, con esta elección de IP, se espera que los elementos eléctricos internos de la sala de cosecha estén asegurados contra polvo y agua.

Es de importancia destacar que el modelo a diseñar se basará en esta normativa, pero no es posible afirmar que se cumpla el grado de IP, ya que para ello se debe tener un modelo de prueba el cual debe ser certificado, y el actual proyecto solo contempla el diseño y el modelado, no la fabricación de la estructura.

Fuente: www.ibertest.es

Figura 1-18. IP-66 Contra aguas lluvias.

## 1.5 DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA

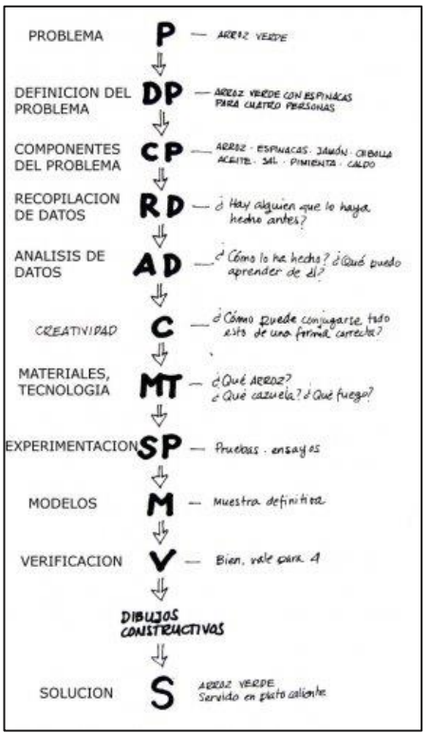
La metodología de trabajo es de gran importancia para el proyecto, ya que ésta será la guía de organización para afrontar las problemáticas que se desean solucionar. Esto quiere decir que la metodología de trabajo tiene como finalidad conseguir un resultado apropiado, empleando un esfuerzo mínimo. Es por ello que se opta por la aplicación de la metodología de Bruno Munari, ya que se tiene la experiencia en su aplicación.

### 1.5.1 Bruno Munari

La metodología proyectual de Bruno Munari es un modelo de trabajo del tipo lineal, cuyo principal objetivo es la resolución de un problema mediante doce pasos

ordenados de manera lógica (Fig. 1-19), en donde se somete a componentes del problema, posibles soluciones y el resultado final para resolver lo expuesto.

La metodología de Bruno Munari comienza con la identificación del problema. Una vez identificado, se deberá proceder a la definición del problema. Cuando se defina, se realizará la identificación de los componentes del problema para obtener las soluciones adecuadas. La siguiente etapa es la recopilación de datos, en la cual se realizará una investigación sobre casos similares, los cuales serán estudiados en la siguiente etapa denominada análisis de datos. Es aquí donde se obtendrá una guía real para el diseño que se debe realizar. En la etapa de creatividad, se realizará una recopilación de las ideas propuestas en base a bosquejos y croquis que deben ser analizados para determinar las ventajas y desventajas de cada uno. Siguiendo con la etapa de los materiales, el o los diseñadores verifican los materiales que sean más adecuados para la solución, y en la etapa de experimentación es donde se deberán estudiar los materiales que se seleccionen para instruirse en las técnicas de diseño aplicables a estos. En base a lo mencionado, se realizan los modelos que pueden ser visualizados mediante planimetría o modelos 3D, los cuales se verifican mediante cálculos, obteniendo así la solución final.




Fuente: http://graffica.info/bruno-munari-y-los-fundamentos-del-proceso-del-diseno/

Figura 1-19. Metodología Bruno Munari.

### 1.5.2 Planteamiento del problema actual

Como se explica en el punto 1.3.1, el origen del proyecto se debe a la ***primera problemática*** con la cual se encuentra el mandante. En base, es la condición en la que se encuentran los equipos de cosecha de miel del mandante, mencionados en el punto 1.3.2, debido a los materiales con los cuales está fabricada la sala A, los cuales no son los adecuados para lograr un real resguardo de estos.

A causa del cambio que el mandante del proyecto desea realizar, aparece una ***segunda problemática*** con respecto a la irregularidad del terreno para hacer ingreso al sector donde se ubica la sala A, y lo que el mercado actualmente ofrece como solución al proyecto. Esto se debe a que existen alternativas de contenedores, containers, box, entre otros, las cuales no son viables para el actual proyecto, debido a que se construyen con ayuda de maquinaria, la cual, en este caso, no puede hacer ingreso al sector donde el mandante tiene ubicada la sala A, debido a la irregularidad de la entrada al terreno expuesta en la Fig. 1-20.

Fuente: Fotografía obtenida por personal del mandante.

Figura 1-20. Inclinación en terreno de ingreso a la Sala A.

Por los motivos mencionados en los párrafos anteriores es que se dio origen a la idea de diseñar una “Estación modular desarmable para la cosecha de miel” la cual se denominó sala nueva.

### 1.5.3 Solución preliminar para el problema

La solución a dar busca satisfacer la necesidad principal del mandante de cambiar su actual sala de cosecha para brindar una mayor protección a los equipos eléctricos que utiliza dentro de ésta. La solución será planteada mediante la metodología de trabajo de Bruno Munari explicada en el punto 1.5.1.

- Problema: Cambiar la sala de cosecha actual (Sala A) para mayor protección de los equipos eléctricos.

- Definición del problema: A pedido del mandante, se desea cambiar la estructura de la Sala A (actual sala de cosecha), para un mejor resguardo de los equipos eléctricos que se utilizan en su interior para realizar la cosecha de miel. La segunda problemática encontrada se basa en el acceso al lugar donde se encuentra la Sala A. Esto dificulta el traslado de una sala o piezas de grandes dimensiones.

- Componentes del sistema: Sala, equipos, terreno, apicultura, miel, desarmable

- Recopilación de datos: Se realiza una búsqueda de datos que se apegue a los requerimientos del mandante y su necesidad de darle mayor protección estructural a los equipos de cosecha. Los datos sobre los equipos eléctricos, mesas, marcos, entre otros, los encontramos especificados en el punto 1.3.2 y las normativas y aspectos legales en el punto 1.4.

- Análisis de datos: Según los datos recopilados obtenidos del mandante y del área donde ejerce el rubro, se determina que el diseño de la sala de cosecha debe ser de tal forma que este pueda ser desarmado, logrando ser transportarlo a las diferentes áreas del terreno. Se solicitará al mandante un terreno preparado para montar sobre éste la sala a diseñar.

- Creatividad: Se realiza una lluvia de ideas, bosquejos y croquis, basándose en los distintos tipos de sala de extracción de miel, normativas y requerimientos del

caso para lograr solucionar las problemáticas expuestas de la Sala A. Por lo que se propone una idea innovadora para la solución del problema.

- Materiales, tecnología: Debido al requerimiento del mandante, la sala de cosecha debe contar con un sistema de acople fácil de ensamblar. Es por ello que los materiales deben soportar el armado y desarmado cuando sea requerido y además que sean fáciles de transportar hacia los puntos de trabajo. También se debe tener en consideración una sala de cosecha cuyo diseño evite la entrada de material particulado y agua en caso de lluvia, como también que evite la corrosión del material con el cual se fabricará.

- Experimentación: Las piezas para la sala de cosecha se deben fabricar en una empresa que cuente con las certificaciones necesarias, tanto para esfuerzos mecánicos como para uso en exteriores. El acero debe resistir la corrosión, al igual que la pintura que se le aplique a éste, según las normativas expuestas en el punto 1.4 del capítulo anterior.

- Modelos: A la hora de modelar ,se debe tomar en cuenta el flujo de trabajo dentro de la sala para optimizar al máximo el espacio en ella sin entorpecer las actividades que se llevarán a cabo.

- Verificación: Se verificará, una vez que se defina el modelo de la sala de cosecha, cada una de las partes que la componen para que ésta cumpla con los requisitos anteriormente mencionados

- Solución: La solución que se propone se ha llamado ***estación modular desarmable para la cosecha de miel***. Es aquí donde se busca satisfacer la necesidad principal del mandante para la extracción del producto sin descuidar los equipos eléctricos, gracias a una sala construida con los materiales adecuados. Se busca que la estación modular brinde al apicultor el espacio necesario para los equipos utilizados en la labor, y a su vez se pueda desarmar y ser llevada al punto que éste estime conveniente a la hora de cosechar el producto. La solución sería una estructura desmontable similar una casa pre-fabricada, con la opción de armar y desarmar cuantas veces sea necesario.

# CAPÍTULO 2: PROCEDIMIENTOS DE INGNIERÍA Y CÁLCULOS

# 2. PROCEDIMIENTOS DE INGENIERÍA Y CÁLCULOS

En este capítulo se tendrán los factores críticos para las soluciones que se desean plantear.

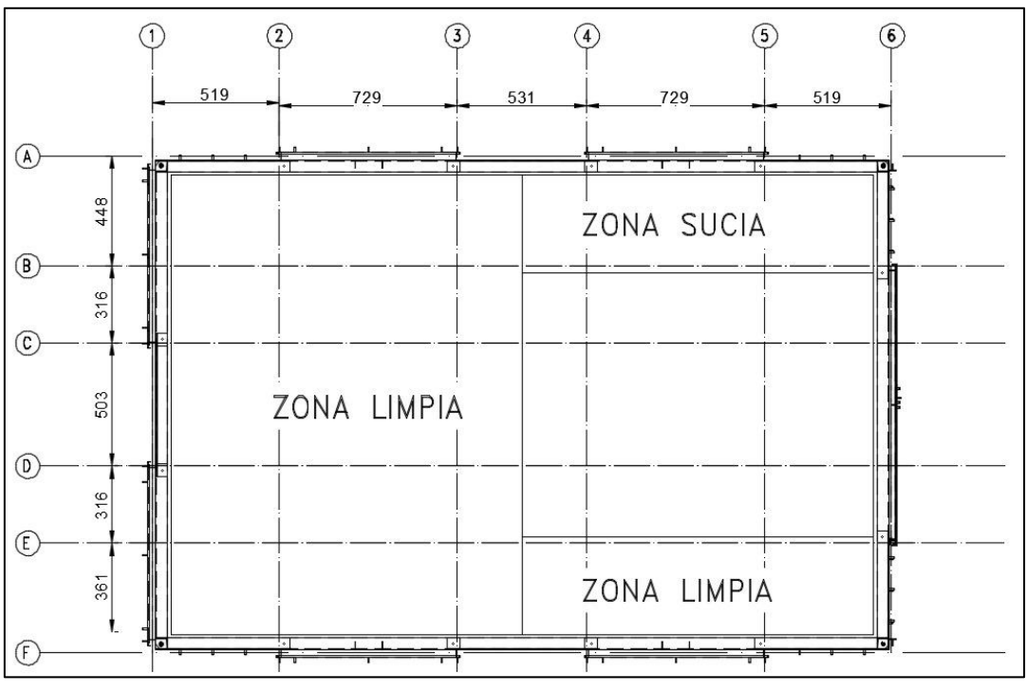
Para cualquier diseño que se desee proponer, serán un factor crítico las dimensiones a dar. Esto va de la mano con el tamaño de los equipos que el mandante ya posee (Centrifuga eléctrica; batea desoperculadora), por lo que se dará un modelo de referencia de cada uno de éstos, apuntando a sus cotas, para obtener las dimensiones mínimas de la sala nueva.

## 2.1 DEFINICIÓN DE ZONAS DE TRABAJO

Como exigencia que se explica en el punto 1.3.2, y en base al ***"Manual de interpretación de pautas de evaluación de salas de extracción de miel y bodegas"*** se deberían definir tres zonas de trabajo. En el caso a tratar, solo se necesitan dos de las tres zonas de trabajo dentro de la sala nueva, las cuales son: zona sucia y zona limpia, eliminando de su interior la existencia de una zona de almacenamiento, ya que esto se realiza al interior del hogar del mandante.

Para definir las zonas dentro de una sala nueva, se debe conocer el procedimiento al momento de realizar la extracción de miel y su proceso hasta su consumo.

Como se aprecia en la Fig. 2-1, se indican las zonas de trabajo de acuerdo a las exigencias establecidas para que de esta forma no exista contaminación ni entrecruzamiento de actividades.




Fuente: Elaboración propia, con finalidad de explicar la distribución de zonas.

Figura 2- 1. Distribución de zonas, interior de la sala Nueva.

### 2.1.1 Definición de medidas ergonómicas:

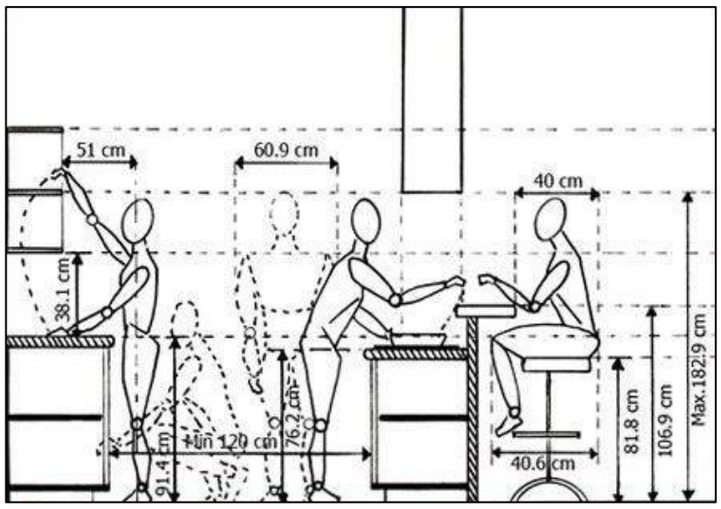
Las medidas ergonómicas también son de suma importancia a la hora de crear el diseño de la sala nueva, ya que el movimiento de una persona al interior de esta es un factor crítico.

Para comenzar a definir el modelo o prototipo de la sala nueva, se definirán los equipos y medidas mínimas. Se considerarán los equipos anteriormente mencionados, debido a que son los equipos utilizados por el mandante del proyecto.

- Batea desoperculadora: 1020 x 530 x 1550 [mm] (alto x ancho x largo)
- Centrífuga eléctrica: 1150 x 950 x 950 [mm] (alto x ancho x largo)
- Mesa de acero inoxidable: 600 x 600 x 800 [mm] (alto x ancho x largo)

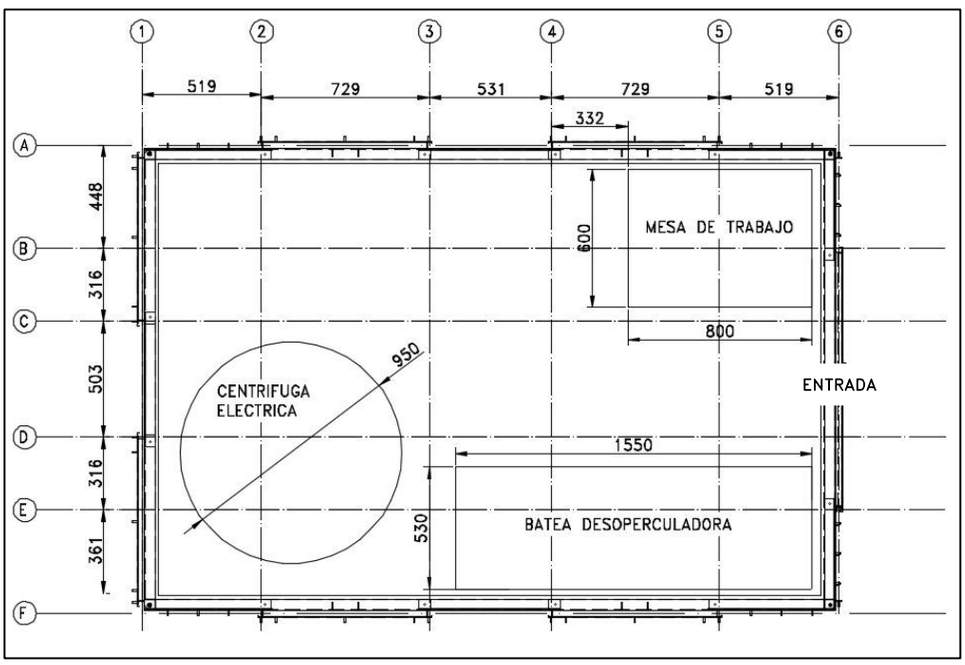
Una vez definidos los equipos, se procede a distribuirlos en las diferentes zonas, según corresponda. La ubicación de cada uno está definida en las exigencias dadas a conocer anteriormente en base a zona sucia y zona limpia. Al realizar esto, se pueden definir las dimensiones necesarias para que el mandante pueda trabajar dentro de la sala nueva, sin obstáculos que puedan impedir el proceso.

Las distancias entre los equipos que estarán dentro de la sala nueva no deberán intervenir con la tarea (Fig. 2-3), y a su vez se evitará un sobreesfuerzo en el trabajo a realizar, gracias a las medidas ergonómicas a tomar en consideración como las que se muestran en la Fig. 2-2, donde se pueden apreciar diferentes posiciones que una persona puede adoptar en un área de trabajo sin interrupciones.




Fuente: https://www.instudiointeriorismo.com

Figura 2- 2. Dimensiones de trabajo.




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa.

Figura 2- 3. Dimensiones de equipos y de zona de trabajo en milímetros.

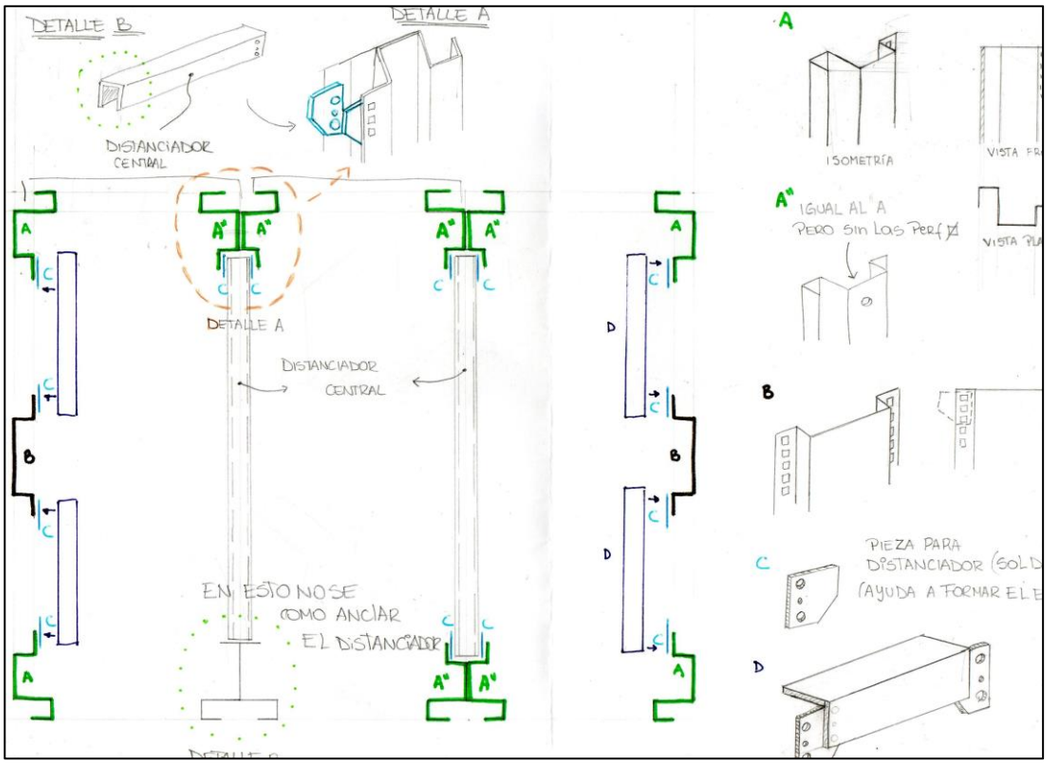
## 2.2 PROPUESTAS Y SELECCIÓN DE DISEÑO PARA SALA NUEVA

Luego de indicar los objetivos específicos, se realiza la recopilación de información necesaria para la ejecución de propuestas e ingeniería básica del proyecto. Los datos recopilados deben ser analizados y una vez evaluados, se procede a seleccionar aquellos que sean de real importancia. Posteriormente se prosigue con la implementación del proceso creativo, en base a lo que se desea realizar; en el actual caso una ***estación modular desarmable para la cosecha de miel (EMDCM)***, donde se plantean las diferentes propuestas para dar una solución a la problemática ya expuesta en el Capítulo 1.

Para realizar una selección apropiada a las necesidades que se buscan satisfacer, se analizarán dos alternativas que han sido propuestas como posibles soluciones para el proyecto.

### 2.2.1 Propuesta N° 1 de EMDCM

Como se hace mención en el primer capítulo del presente proyecto, la principal causa para una nueva sala de cosecha es la adecuada elección de materiales con los cuales se fabricará ésta. Es por ello que la presente propuesta consta de perfiles metálicos plegados SAE 1010, en base a la ***Norma ANSI/IEC 60529 – 2004***, referente a los grados de protección IP, mencionados en el punto 1.4.4, Capítulo 1. Estos perfiles plegados formarían el esqueleto principal de la EMDCM, el cual una vez montado, sería cubierto mediante tapas metálicas fabricadas en el mismo material y cubiertas por pintura epóxica, dando así, mayor vida útil y evitando su corrosión.
(Fig. 2-4).

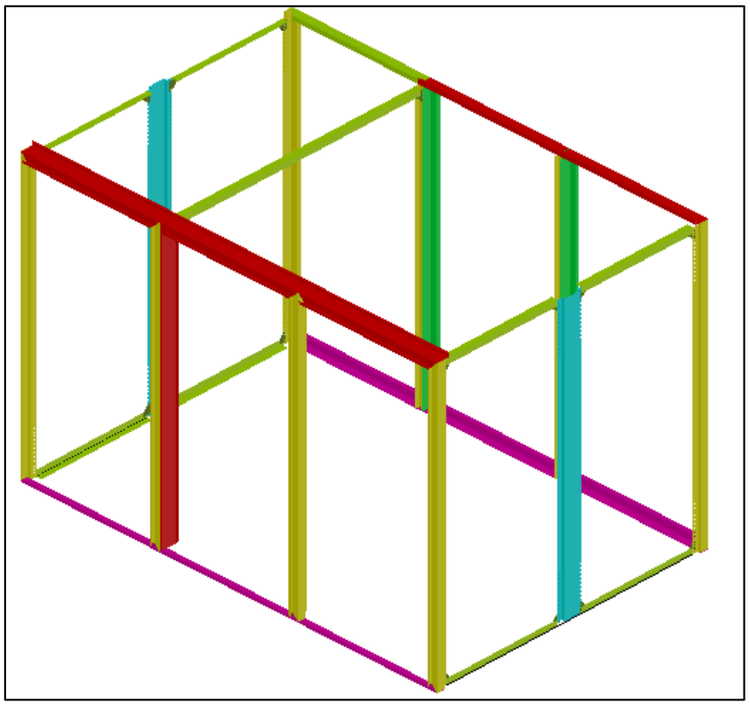



Fuente: Elaboración propia, con finalidad de explicar la propuesta descrita.

Figura 2-4. Vista de planta propuesta N°1 EMDCM.

a) Esqueleto

El esqueleto de la propuesta analizada se compone de pilares plegados. Estas piezas se repiten a lo largo de la estructura, dando así la forma base para la montura de las tapas. (Fig. 2-5)

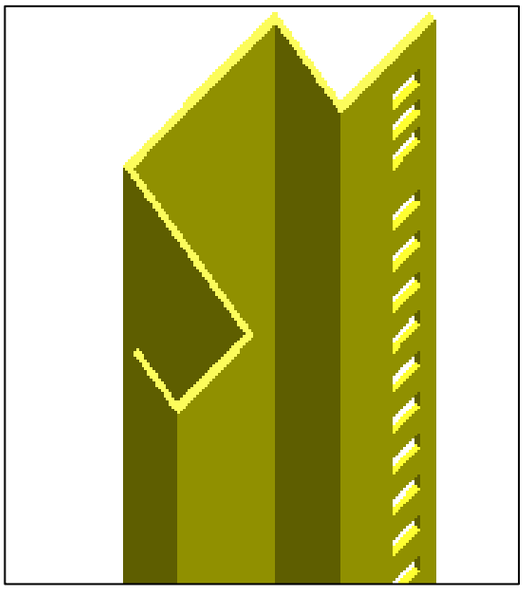


Fuente: Elaboración propia, con finalidad de explicar la propuesta descrita.

Figura 2- 5. Esqueleto de propuesta N°1 EMDCM.

- Perfiles plegados A y A”

Los perfiles plegados A y A” son aquellos que se disponen en la cara frontal y posterior de la sala propuesta, como se logra apreciar en la Fig. 2-4. Estos perfiles cuentan con un plegado como se logra ver en la Fig. 2.6, el cual se basa al grado de protección IP-66, lo que ayuda a proteger el interior de la sala de cosecha de material particulado y el agua.



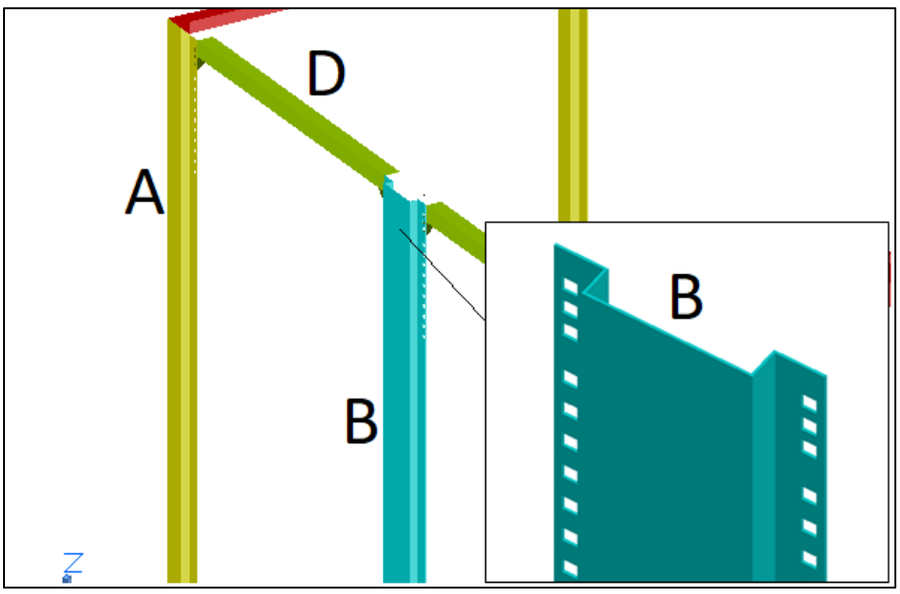
Fuente: Elaboración propia con finalidad de describir la pieza.

Figura 2- 6. Geometría de perfil A en color amarillo con corte superior en 45°.

- Perfil plegado B

El perfil plegado B es aquel que va en el centro de los laterales. Este perfil metálico se une al perfil plegado D mediante la pestaña C como se divisa en la Fig. 2-4. Tanto la pieza B como la A utilizan como método de unión la pestaña C. (Fig.2-7).

Las tapas de los laterales están embutidas en la estructura, es decir que no sobresalen.

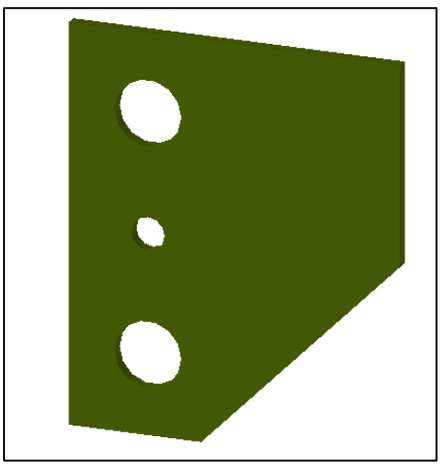



Fuente: Elaboración propia con finalidad de describir la pieza.

Figura 2- 7. Geometría de perfil B en color celeste.

- Pestaña C

La pestaña C es una pieza fundamental en este diseño, ya que con esta pieza se unen los perfiles metálicos formando así el esqueleto de la estructura a proponer. (Fig. 2-8).

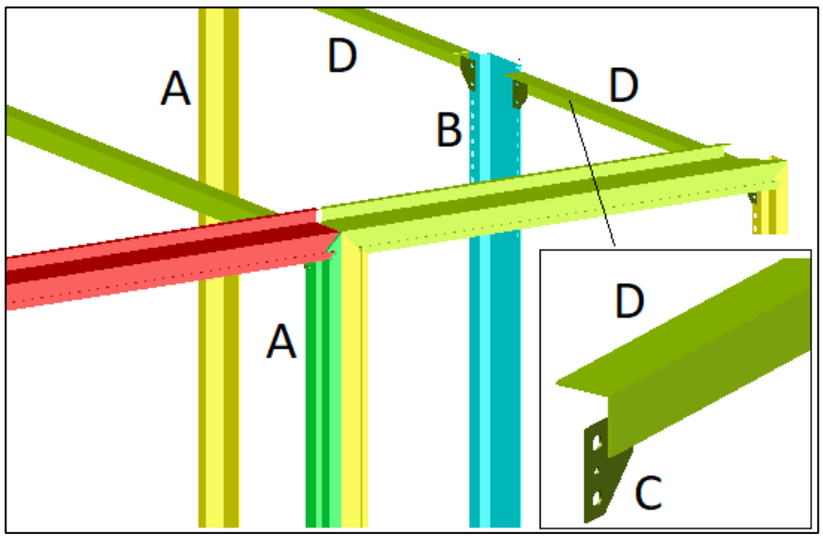


Fuente: Elaboración propia con finalidad de describir la pieza.

Figura 2- 8. Geometría de Pestaña C.

- Perfil plegado D

Como se aprecia en la Fig. 2.4, el perfil plegado D es aquel que mediante la pestaña C logra unificar los perfiles plegados A y B, logrando así la estabilidad del esqueleto de la estructura. El perfil D deberá estar soldado a la pestaña C, como se aprecia en la Fig. 2-9.

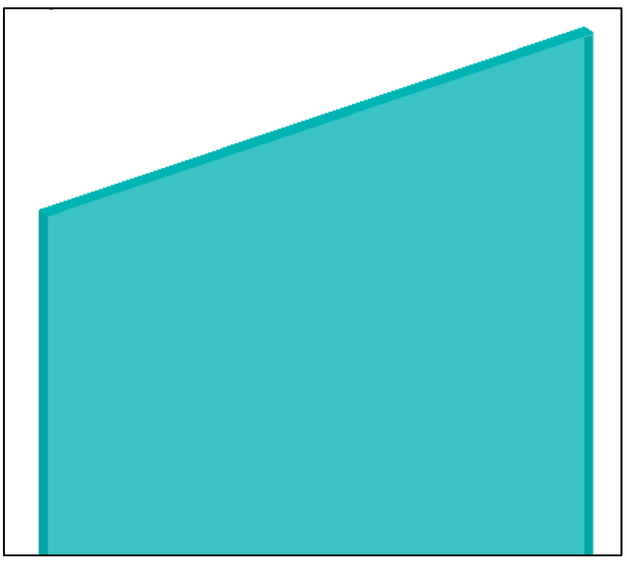



Fuente: Elaboración propia con finalidad de describir la pieza.

Figura 2- 9. Geometría de perfil D.

b) Tapas

Las tapas frontales del modelo propuesto cuentan con un pliegue para lograr pestañas interiores que recubran la boca de entrada de las paredes (Fig. 2-10). Además, cuentan con goma esponja para evitar, a su vez, la filtración de material particulado y agua en caso de lluvia.

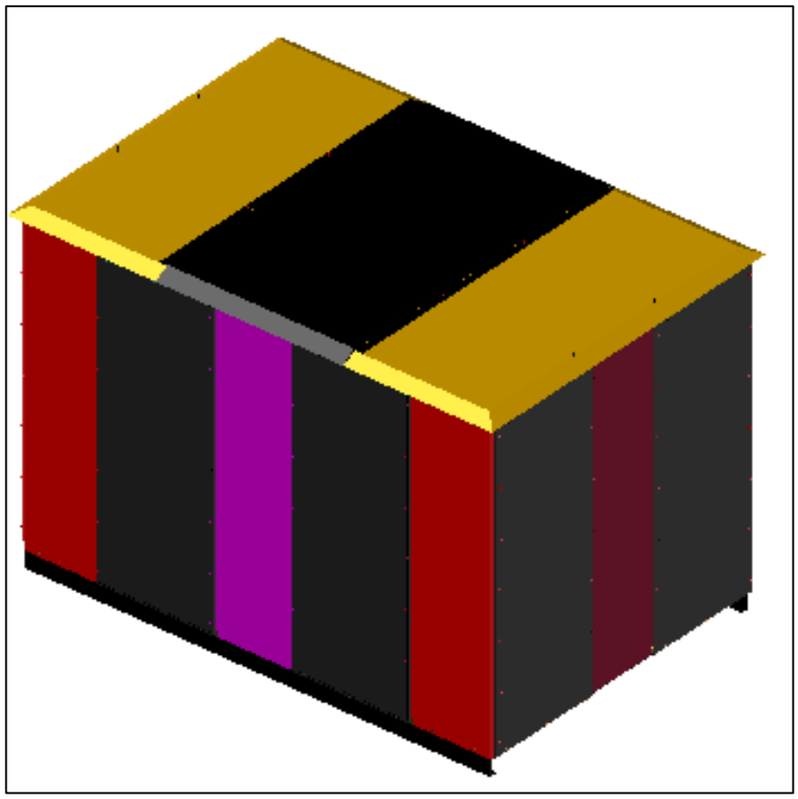


Fuente: Elaboración propia con finalidad de describir la pieza.

Figura 2- 10. Geometría de las tapas.

### 2.2.2 Propuesta N° 2 de EMDCM

La propuesta N°2 [Ver Anexo A-1] de la sala nueva consiste en, básicamente, una idea similar de construcción a la anterior, pero en vez de pilares, ésta se constituye en base a planchas plegadas para formar el esqueleto. Esto disminuye la cantidad de piezas metálicas, facilitando una futura construcción. (Fig. 2-11)

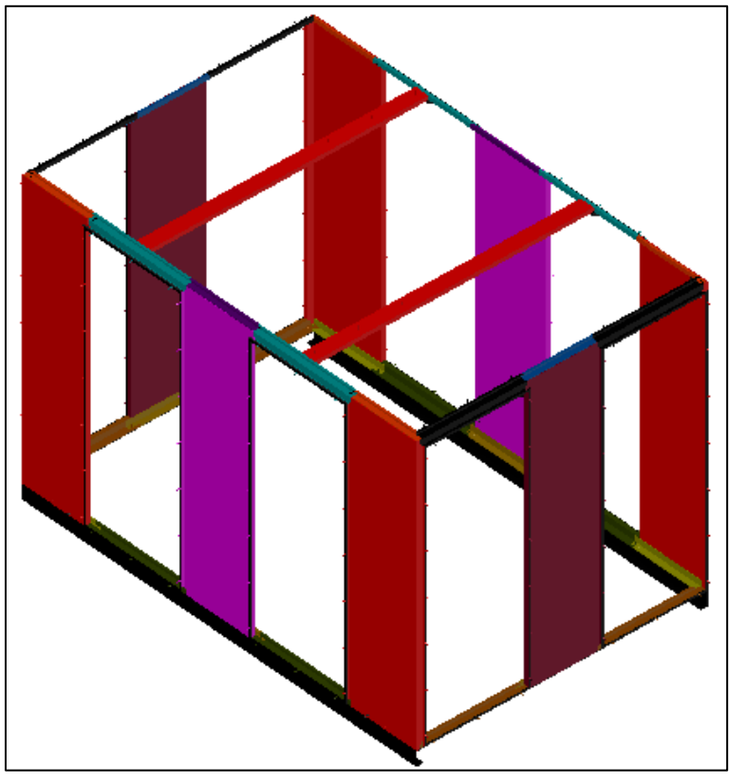


Fuente: Elaboración propia con finalidad de explicar la propuesta.

Figura 2- 11. Propuesta N°2 de la EMDCM.

a) Esqueleto

El esqueleto de esta propuesta, como se explica en el párrafo anterior, posee un diseño similar a la propuesta N°1, con la diferencia de que posee planchas verticales en lugar de pilares. Esto evita la inclusión de tapas embutidas, por ende, significa mayor seguridad para las junturas de las piezas metálicas. (Fig. 2-12)

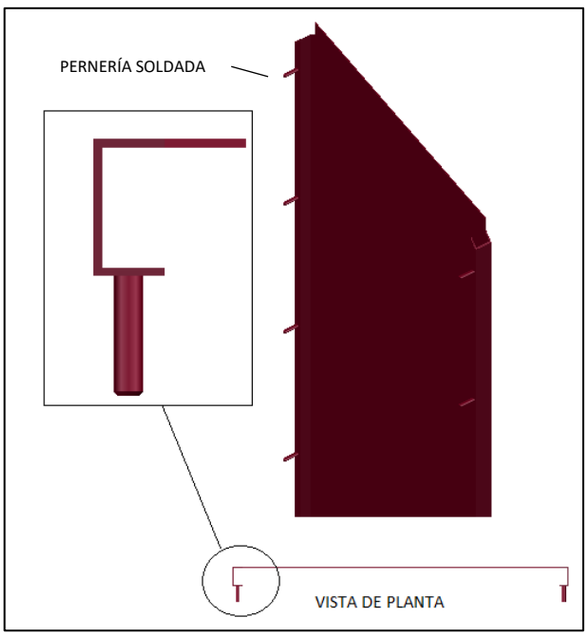


Fuente: Elaboración propia con finalidad de explicar la propuesta descrita.

Figura 2- 12. Esqueleto de propuesta N°2 EMDCM.

- Planchas plegadas

Las planchas del esqueleto poseen doble pliegue en sus pestañas para lograr una entrada que cumpla con el grado de protección IP-66. Como se nota en la Fig. 2-13, el último pliegue posee pernos soldados para lograr de esta manera el ensamble de las tapas. Todas las planchas verticales se rigen por esta metodología de anclaje, rodeada de goma esponja que ayuda a dar mayor protección al grado de IP-66, contra la entrada de agua que se desea respetar.

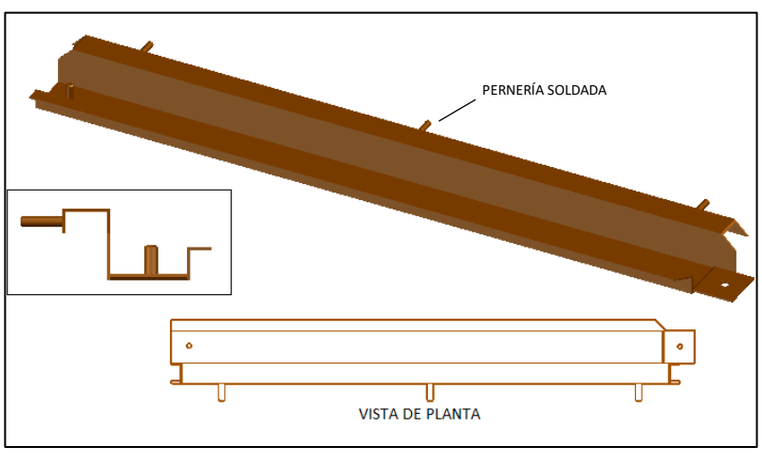



Fuente: Elaboración propia con finalidad de describir la pieza.

Figura 2- 13. Planchas plegadas.

- Travesaño superior e inferior para tapas.

Los travesaños superior e inferior para los sectores donde van las tapas de la estructura están diseñados con la misma idea que la pieza descrita anteriormente. Pueden variar solo en largo, en caso de travesaños frontales y laterales de la estructura. Al igual que la pieza anterior, el sistema de fijación se realiza mediante la existencia de pernería como se aprecia en la Fig. 2-14.

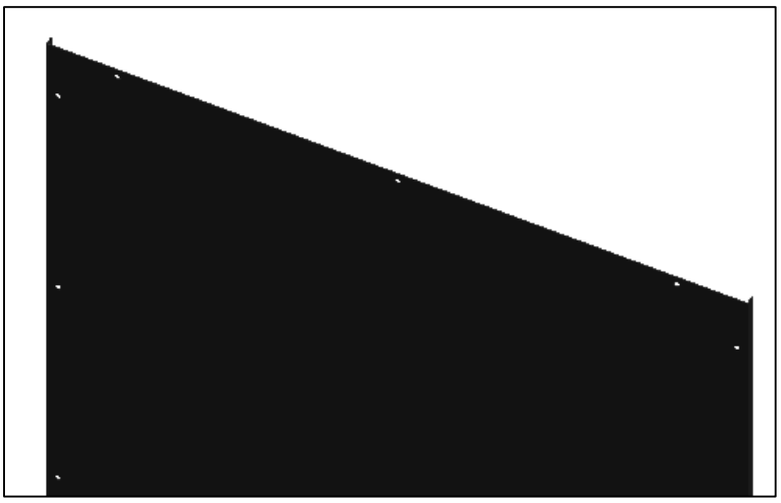



Fuente: Elaboración propia con finalidad de describir la pieza.

Figura 2- 14. Travesaño superior e inferior.

- Tapas

Las tapas de la estructura, poseen el mismo diseño de unión, en base a perforaciones que logran acoplarse a la pernería soldada que el esqueleto de la estructura posee. (Fig. 2-15).

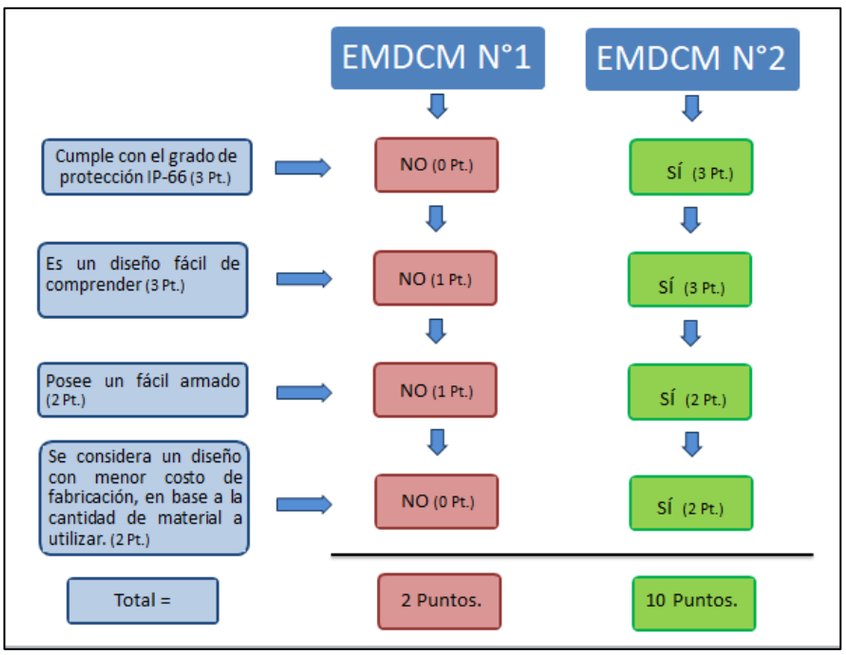


Fuente: Elaboración propia con finalidad de describir la pieza.

Figura 2- 15. Tapas.

### 2.2.3 Selección de propuesta de diseño.

En base a los criterios utilizados, se opta por la propuesta que es más factible para cumplir las necesidades del proyecto. Ésta deberá ser comprobada para posicionarse como la solución final a las problemáticas expuestas. (Fig. 2-16).




Fuente: Elaboración propia con finalidad comparativa

Figura 2- 16. Imagen comparativa entre propuestas EMDCM 1° y EMDCM 2°.

Al analizar y evaluar las propuestas en su totalidad, se ha optado por seleccionar la propuesta N°2 de la EMDCM *(Estación modular desarmable para la cosecha de miel)*,en base a que la propuesta N°1 podría causar problemas de protección IP, ya que en las junturas a 90° de los perfiles plegados y en las uniones laterales podría existir filtración de agua (debido a sus perforaciones cuadradas), lo que dejaría nulo al grado de IP diseñado en los contornos del esqueleto. En cambio, la estructura esquelética de la propuesta N°2 posee mayor cobertura mediante goma esponja, debido a la geometría de entrada para la tapa dada por las planchas plegadas, logrando así el cumplimiento de la IP-66 que se desea respetar.

Como segundo y tercer punto se determina que la propuesta N°2 es más fácil de comprender y de armar, debido a que posee piezas que se repiten a lo largo de la estructura, y todas son de tamaños mediano/grandes, lo que hace más fácil su comprensión a la hora de interpretar la planimetría y su armado. En cambio la propuesta N°1 posee mayor cantidad de piezas de diversos tamaños, entre ellas piezas pequeñas como las ***"Pestañas C"*** (punto 2.2.1), que hacen más difícil la comprensión del diseño.

Cabe mencionar que la propuesta N°2 posee la facultad de ser desarmable, posee piezas repetitivas lo que la hace una estructura más simple y fácil de armar.

## 2.3 MATERIALES Y PROPIEDADES

Para la elección de materiales para la construcción de la EMDCM se tomaron en cuenta las indicaciones del "***Manual de Interpretación de Pautas de Evaluación de Salas de Extracción de Miel y Bodegas***" el cual hace referencia a temáticas como "*Zona sucia : Zona limpia; Área de almacenamiento", "Estructuras".* Es en estos puntos donde se denota qué tipo de materiales se deben utilizar en las instalaciones, ya sea en especificaciones de techumbre, suelo, paredes, ventanas, entre otros, que fueron explicados en el Capítulo 1, punto 1.3.2.

### 2.3.1 Plancha de Acero

Para la estructura de la sala de cosecha, se ha seleccionado el uso de planchas de acero para dar rigidez y a su vez una mayor protección al interior de la sala nueva.

Las planchas a utilizar deberán poseer resistencia a la corrosión y a su vez ser aptas para lograr los plegados propuestos para fabricar la estructura de la propuesta EMDCM N°2.

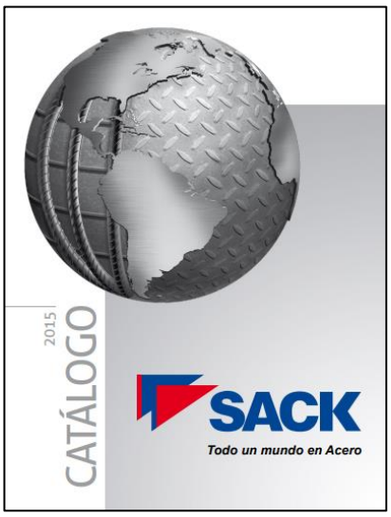
- Acero SAE 1010

Los aceros al carbono son conocidos por sus dos primeros dígitos, 10xx, donde xx es el contenido de carbono. En el caso expuesto el acero SAE 1010 posee entre 0,08 - 0,13 % de carbono. Este acero es utilizado en la industria eléctrica/electrónica para la fabricación de gabinetes eléctricos, cajas de compañía, tableros murales, entre otros, lo que indica que es un material apto para el recubrimiento de equipos eléctricos.

El acero SAE 1010 posee 2 características de suma importancia para el modelo a proponer, siendo la primera de ella su aplicación para obtener piezas plegadas, y como segunda, pero no menos importante, su resistencia a la corrosión.

Es importante destacar que a pesar de poseer una buena resistencia a la corrosión, un complemento importante para reforzar esto seria seleccionar una empresa para la fabricación de las piezas de la nueva sala que, idealmente, posea un tratamiento de fosfatado y terminación en pintura epóxica.

A continuación, se expondrá el catálogo donde se encuentran las planchas que se seleccionaron para la fabricación de la estructura del diseño. (Fig. 2-17)




Fuente: http://www.sack.cl/catalogo

Figura 2- 17. Catálogo Sack S.A.

### 2.3.2 Goma Esponja

La goma esponja tiene diversos usos en el área industrial como sellos, juntas de dilatación, aislamiento, etc.

Este material cuenta con alta resistencia al oxígeno del entorno, radiación UV, ozono y ambientes climáticos extremos. Por otra parte, es altamente resistente a productos químicos y diferentes solventes, lo cual proporciona una durabilidad prolongada.

La goma esponja será utilizada como método de sello en las tapas de la estructura a proponer, evitando así la entrada de material particulado, o en su efecto agua, en caso de lluvia.

Como se puede apreciar, en la Fig. 2-18, en color negro se ve instalada la goma esponja que, una vez cerrada la puerta, se montará en la pestaña de entrada de la cara mostrada, logrando así el sello de la estructura.

Fuente: http://www.ramek.cl

Figura 2- 18. Ejemplo del uso de goma esponja en tapas.

### 2.3.3 Pernería

El uso de pernería (Pernos, Golillas, tuercas, entre otros.), cumple un rol muy importante en el diseño, ya que gracias al uso de estos se obtendrá la unión de las piezas fabricadas en planchas de acero, logrando así la rigidez que la estructura necesita.

A continuación, se expondrán las empresas cuyos productos de pernería son aptos para la fabricación del diseño a proponer. (Fig. 2-19 -Fig. 2-20)

Fuente: http://www.pernoval.cl

Figura 2- 19. Ferretería Pernoval.

Fuente: http://www.pernosbrasilltda.cl/

Figura 2- 20. Ferretería Pernos Brasil.

## 2.4 MEMORIA DE CÁLCULO

En la memoria de cálculo se tomarán en consideración las fuerzas que actúan sobre el diseño expuesto, obteniendo mediante análisis de esfuerzos y mediante el software ***Inventor Professional 2018***, resultados que determinan si el diseño propuesto es viable o no.

Además se realizarán aquellos cálculos que ayuden a determinar la cantidad de planchas de acero que se necesitaran para fabricar las piezas plegadas del diseño propuesto y seleccionado. Estos cálculos serán realizados a partir de una ***"tabla de plegados"*** (Fig. 2-21), la cual no se encuentra normalizada, ya que ésta se fabricó en base a su utilización en una fábrica de índole metal-mecánica, ubicada en Viña del Mar, para las planchas de acero utilizadas en la plegadora modelo ***Schroder 690***.

Se destaca en color azul el grosor 1,2 [mm] / 1,9 [mm] / 3,0[mm], ya que estos serán los utilizados en los cálculos de desplanche para el modelo seleccionado.

Tabla 2- 1. Tabla de plegados para plegadora modelo Schroder 690.

| Tabla de plegados para plegadora modelo **Schroder 690** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cantidad de | Espesor de planchas | | | | | | | | |
| | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 1,9 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| 1 | 0,7 | 1,6 | 2 | 2,4 | 3 | 3,8 | 4 | 5 | 6 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 13 | 17 | 20 | 22 | 25 |
| 6 | 9 | 10 | 11 | 12 | 16 | 20 | 23 | 26 | 30 |
| 7 | 11 | 12 | 13 | 14 | 18 | 23 | 22 | 30 | 36 |
| 8 | 13 | 14 | 15 | 16 | 20 | 25 | 30 | 34 | 40 |

Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en [mm].

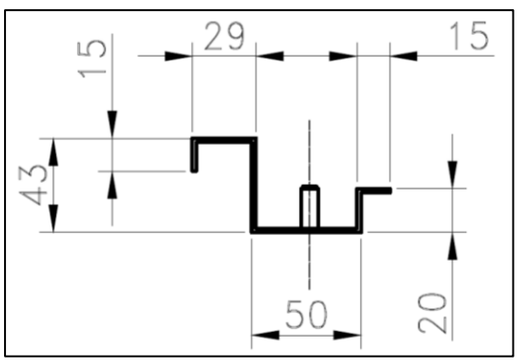
Las piezas del diseño tendrán los nombres de la “Descripción” de los planos. De esta manera, se mantendrá el orden y una mejor comprensión sobre a cuál de ellas se hace referencia ***(No tiene relación con el correlativo de los planos).***

### 2.4.1 Cálculo de piezas del Conjunto Inferior

Las piezas pertenecientes al Conjunto Inferior se encuentran como estructura formada en el plano correlativo: *EMDCMTT_2019_01_003. [Ver Anexo B-1]*

- Cálculo desplanche de pieza BRI01

La pieza BRI01 (Fig. 2-21), es una pieza de la cual se necesita 1 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 1130 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_006.*
*[Ver Anexo B-2]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 21. Pieza BRI01.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRI01 se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-21, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 6 plegados.

$$15 + 29 + 43 + 50 + 20 + 15 = 622\ [mm]$$

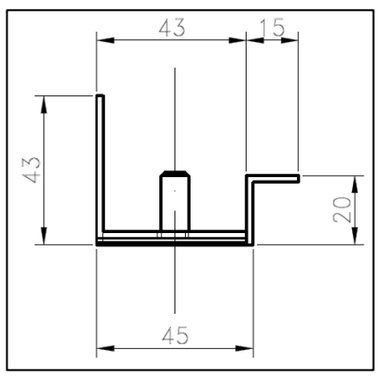
Una vez lista la suma, se aplica la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°6, lo que da “20”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$622 - 20 = 602\ [mm]$$

Para la pieza **BRI01** se necesitará 1 unidad de ***"Pl. 1,9 x 602 x 1130 [mm]".***

- <u>Cálculo desplanche de pieza BRI02</u>

La pieza BRI02 (Fig. 2-22), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 482 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_007.*
*[Ver Anexo B-3]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 22. Pieza BRI02.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRI02 se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-22, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$43 + 45 + 20 + 15 = \ 123\ [mm]$$

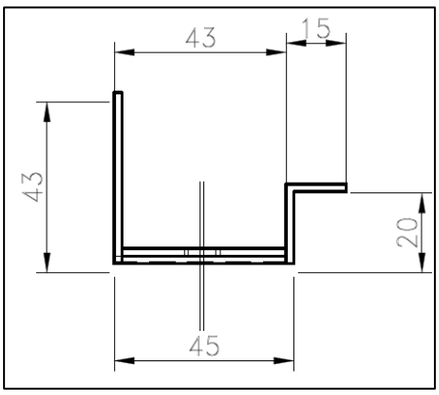
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4, lo que da "14". Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$123 - 14 = 109\ [mm]$$

Para la pieza **BRI02** se necesitarán 2 unidades de ***"Pl. 1,9 x 109 x 482 [mm]".***

- <u>Cálculo desplanche de pieza BRI03</u>

La pieza BRI03 (Fig. 2-23), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 545 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_008.*
*[Ver Anexo B-4]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 23. Pieza BRI03.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRI03, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-23, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$43 + 45 + 20 + 15 = \ 123\ [mm]$$

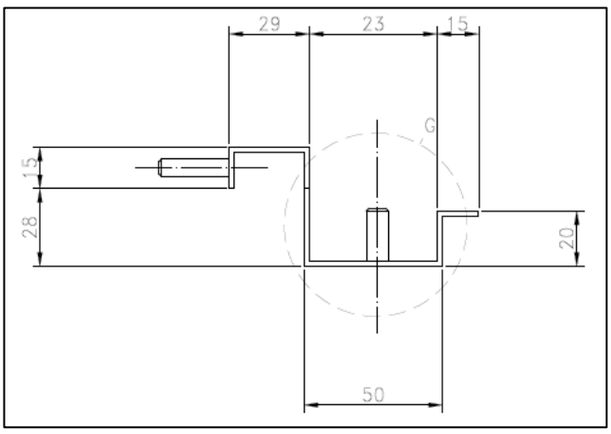
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4, lo que da “14”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$123 - 14 = 109\ [mm]$$

Para la pieza **BRI03** se necesitarán 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 109 x 545 [mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRI04</u>

La pieza BRI04 (Fig. 2-24), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 744 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_009.*
*[Ver Anexo B-5]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 24. Pieza BRI04.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRI04, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-24, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 6 plegados.

$$15 + 29 + 43 + 50 + 20 + 15 = \ 172\ [mm]$$

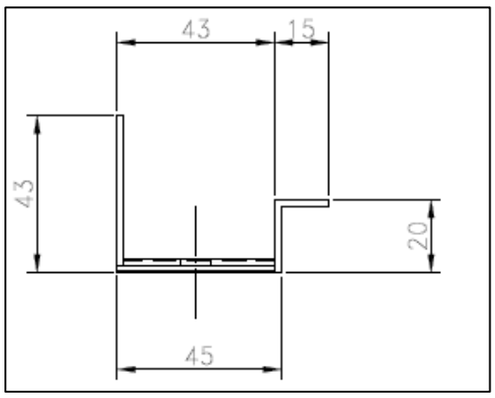
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°6, lo que da “20”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$172 - 20 = 152\ [mm]$$

Para la pieza **BRI04** se necesitarán 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 152 x 744 [mm]”.***

- <u>Cálculo desplanche de pieza BRI05</u>

La pieza BRI05 (Fig. 2-25), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 616 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_010.*
*[Ver Anexo B-6]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 25. Pieza BRI05.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRI05, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-25, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$43 + 45 + 20 + 15 = \ 123\ [mm]$$

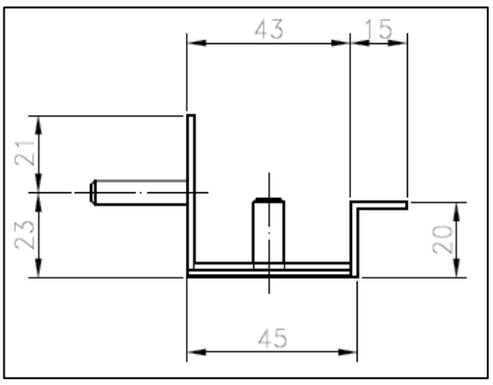
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4, lo que da “14”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$123 - 14 = 109\ [mm]$$

Para la pieza **BRI05** se necesitarán 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 109 x 616 [mm]”.***

- Cálculo para desplanche de pieza BRI06

La pieza BRI06 (Fig. 2-26), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 616 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_011*.
*[Ver Anexo B-7]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 26. Pieza BRI06.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRI06, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-26, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$44 + 45 + 20 + 15 = \ 124\ [mm]$$

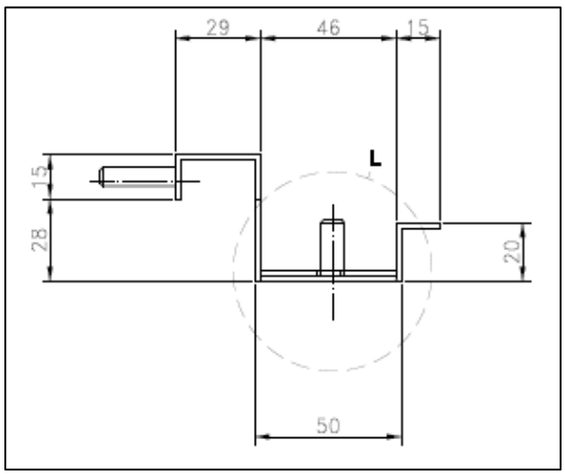
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4, lo que da “14”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$124 - 14 = 110\ [mm]$$

Para la pieza **BRI06** se necesitarán 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 110 x 616 [mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRI07</u>

La pieza BRI07 (Fig. 2-27), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 751 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_012.*
*[Ver Anexo B-8]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 27. Pieza BRI07.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRI07, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-27, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 6 plegados.

$$15 + 29 + 43 + 50 + 20 + 15 = \ 172\ [mm]$$

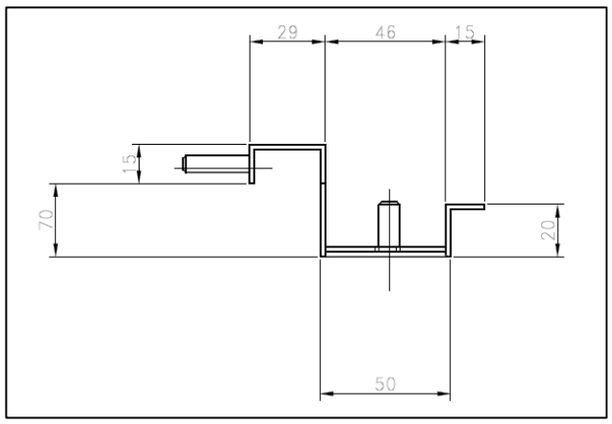
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°6, lo que da “20”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$172 - 20 = 152\ [mm]$$

Para la pieza **BRI07** se necesitarán **2 unidades** de ***“Pl. 1,9 x 152 x 616 [mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRI08</u>

La pieza BRI08 (Fig. 2-28), es una pieza de la cual se necesita 1 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 588 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_013.*
*[Ver Anexo B-9]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 28. Pieza BRI08.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRI08, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-27, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$43 + 113 + 20 + 38 = 214\ [mm]$$

Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4, lo que da “14”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$214 - 14 = 200\ [mm]$$

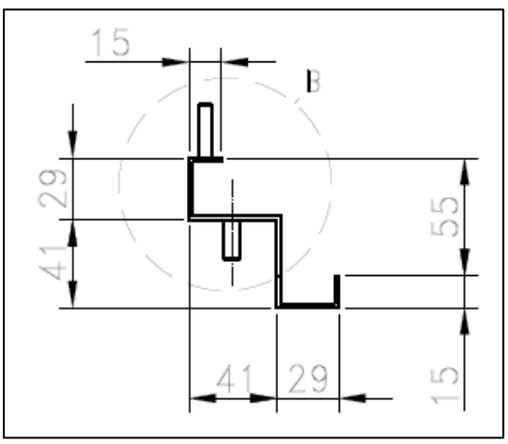
Para la pieza **BRI08** se necesita 1 unidad de ***“Pl. 1,9 x 200 x 616 [mm]”.***

### 2.4.2 Cálculo de piezas del Conjunto Superior

Las piezas pertenecientes al Conjunto Superior se encuentran como estructura formada en el plano correlativo *EMDCMTT_2019_01_002. [Ver Anexo C-1]*

- Cálculo para desplanche de pieza BRS01

La pieza BRS01 (Fig. 2-29), es una pieza de la cual se necesita 1 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 1130 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_014.*
*[Ver Anexo C-2]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 29. Pieza BRS01.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRS01, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-29, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 6 plegados.

$$15 + 29 + 41 + 41 + 29 + 15 = \ 170\ [mm]$$

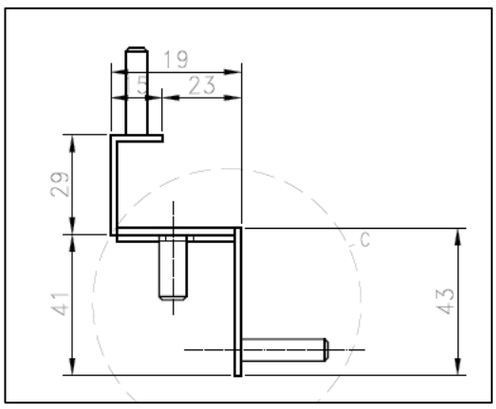
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°6, lo que da “20”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$170 - 20 = 150\ [mm]$$

Para la pieza **BRS01** se necesita 1 unidad de ***"Pl. 1,9 x 150 x 1130 [mm]".***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRS02</u>

La pieza BRS02 (Fig. 2-30), es una pieza de la cual se necesita 2 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 482 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_015.*
*[Ver Anexo C-3]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 30. Pieza BRS02.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRS02, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-30, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$15 + 29 + 38 + 43 = \ 125\ [mm]$$

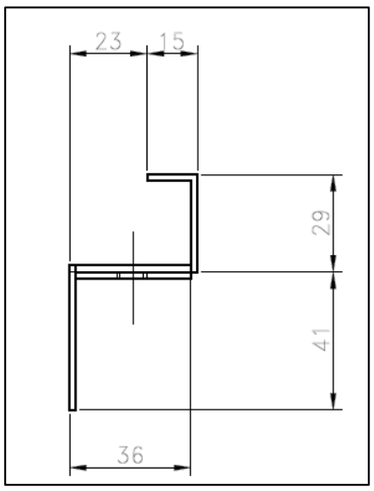
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4 lo que da "14". Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$125 - 14 = 111\ [mm]$$

Para la pieza **BRS02** se necesitan 2 unidades de ***"Pl. 1,9 x 111 x 482 [mm]".***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRS03</u>

La pieza BRS03 (Fig. 2-31), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 550 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_016.*
*[Ver Anexo C-4]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 31. Pieza BRS03.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRS03, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-31, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$15 + 29 + 36 + 41 = \ 121\ [mm]$$

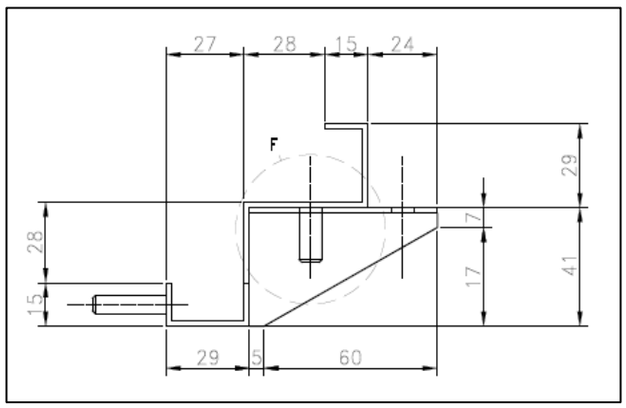
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4 lo que da “14”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$121 - 14 = 107\ [mm]$$

Para la pieza **BRS03** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 107 x 550 [mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRS04</u>

La pieza BRS04 (Fig. 2-32), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 744 [mm]. *(Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_017)*
*[Ver Anexo C-5]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 32. Pieza BRS04.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRS04, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-32, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 6 plegados.

$$15 + 29 + 43 + 43 + 29 + 15 = 174\ [mm]$$

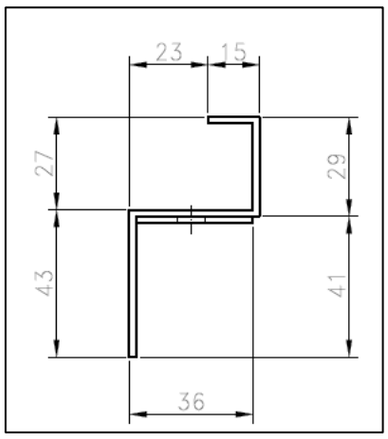
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°6 lo que da “20”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$174 - 20 = 154\ [mm]$$

Para la pieza **BRS04** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 154 x 744[mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRS05</u>

La pieza BRS05 (Fig. 2-33), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 616 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_018.*
*[Ver Anexo C-6]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 33. Pieza BRS05.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRS05, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-33, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$15 + 29 + 36 + 43 = 123[mm]$$

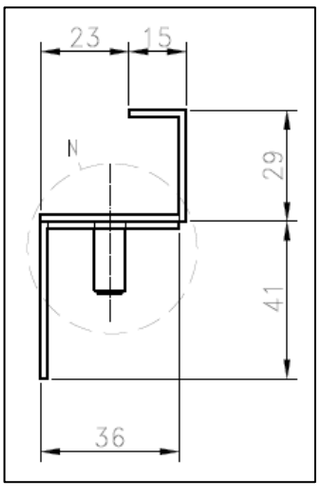
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4 lo que da “14”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$123 - 14 = 109\ [mm]$$

Para la pieza **BRS05** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 109 x 616 [mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRS06</u>

La pieza BRS06 (Fig. 2-34), es una pieza de la cual se necesita 2 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 553 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_019.*
*[Ver Anexo C-7]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 34. Pieza BRS06.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRS06, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-34, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$15 + 29 + 36 + 41 = 121\ [mm]$$

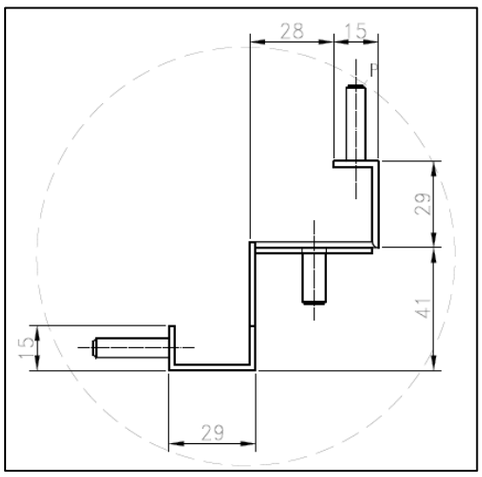
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4 lo que da “14”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$121 - 14 = 107\ [mm]$$

Para la pieza **BRS06** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 107 x 553 [mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRS07</u>

La pieza BRS07 (Fig. 2-35), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 751 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_020.*
*[Ver Anexo C-8]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 35. Pieza BRS07.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRS07, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-35, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 6 plegados.

$$15 + 29 + 43 + 29 + 15 = 131\ [mm]$$

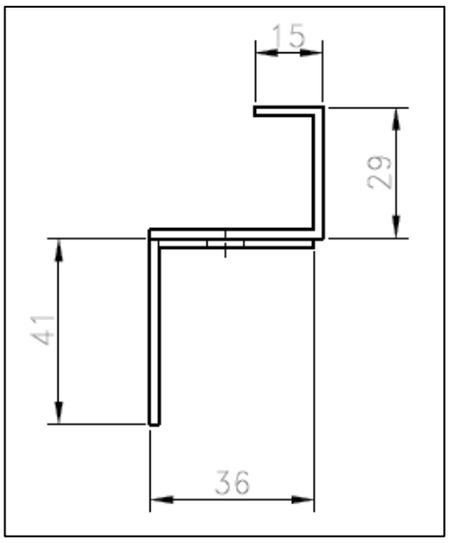
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°6 lo que da “20”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$131 - 20 = 111\ [mm]$$

Para la pieza **BRS07** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 111 x 751[mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRS08</u>

La pieza BRS08 (Fig. 2-36), es una pieza de la cual se necesita 1 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 588 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_021*.
*[Ver Anexo C-9]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 36. Pieza BRS08.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRS08, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-36, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$15 + 29 + 36 + 41 = 121\ [mm]$$

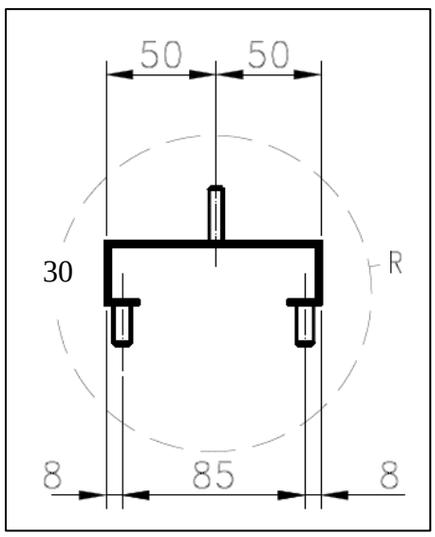
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 1-2 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4 lo que da “14”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$121 - 14 = 107\ [mm]$$

Para la pieza **BRS08** se necesita 1 unidad de ***"Pl. 1,9 x 107 x 751 [mm]".***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza BRS09</u>

La pieza BRS09 (Fig. 2-37), es una pieza de la cual se necesita 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 1918 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_022.*
*[Ver Anexo C-10]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 37. Pieza BRS09.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza BRS09, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-37, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 5 plegados.

$$15 + 30 + 100 + 30 + 15 = 190\ [mm]$$

Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°5 lo que da "17". Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$190 - 17 = 173\ [mm]$$

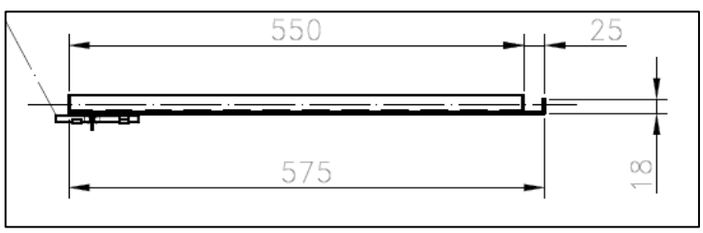
Para la pieza **BRS09** se necesitan 2 unidades de ***"Pl. 1,9 x 173 x 1918 [mm]".***

### 2.4.3 Cálculo de piezas del Conjunto Paneles

Las piezas pertenecientes al Conjunto Paneles se encuentran como estructura formada en el plano correlativo ***EMDCMTT_2019_01_004.*** *[Ver Anexo D-1]*

- Cálculo para desplanche de pieza PR01

La pieza PR01 (Fig. 2-38), es una pieza de la cual se necesita 1 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 1940 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_023. [Ver Anexo D-2]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 38. Pieza PR01

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza PR01, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-38, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 2 plegados.

$$575 + 18 = 593\ [mm]$$

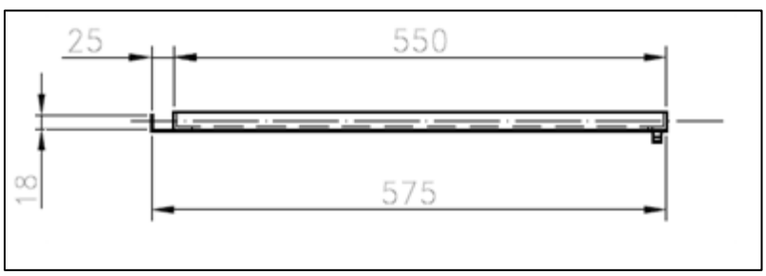
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°2 lo que da "7". Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$593 - 7 = 586\ [mm]$$

Para la pieza **PR01** se necesita 1 unidad de ***"Pl. 1,9 x 586 x 1940 [mm]".***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza PR02</u>

La pieza PR02 (Fig. 2-39), es una pieza de la cual se necesita 1 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 1940 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_024. [Ver Anexo D-3]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 39. Pieza PR02.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza PR02, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-39, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 2 plegados.

$$575 + 18 = 593\ [mm]$$

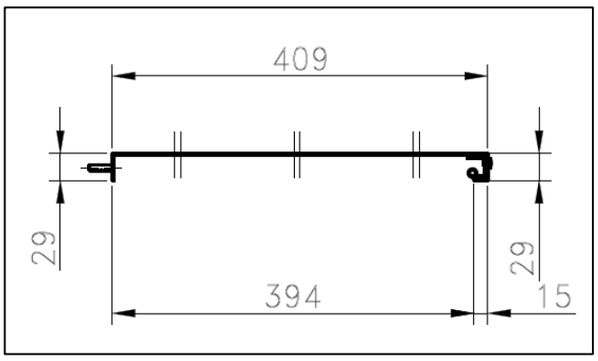
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°2 lo que da "7". Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$593 - 7 = 586\ [mm]$$

Para la pieza **PR02** se necesita 1 unidad de ***"Pl. 1,9 x 586 x 1940 [mm]".***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza PL01</u>

La pieza PL01 (Fig. 2-40), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 1996 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_025.*
*[Ver Anexo D-4]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 40. Pieza PL01.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza PL01, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-40, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$29 + 409 + 29 + 15 = 482\ [mm]$$

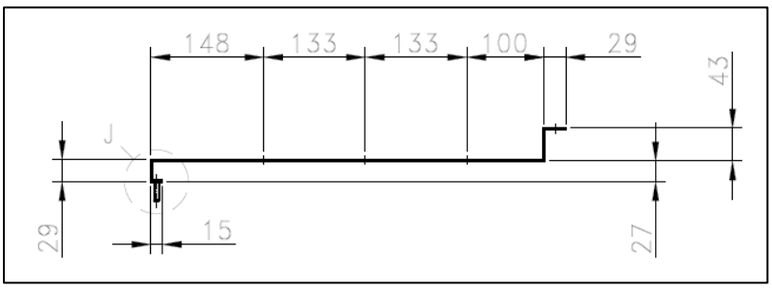
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°4 lo que da “14”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$482 - 14 = 468\ [mm]$$

Para la pieza **PL01** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 468 x 1996 [mm]”.***

- Cálculo para desplanche de pieza PL02

La pieza PL02 (Fig. 2-41), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 1996 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_026.*
*[Ver Anexo D-5]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 41. Pieza PL02.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza PL02, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-41, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 5 plegados.

$$15 + 29 + 514 + 43 + 29 = 630\ [mm]$$

Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°5 lo que da “17”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

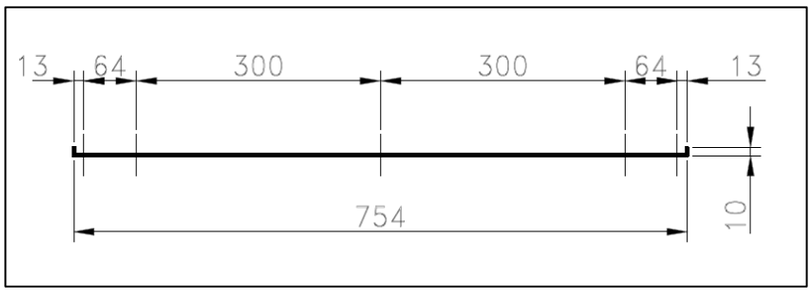
$$630 - 17 = 613\ [mm]$$

Para la pieza **PL02** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 613 x 1996 [mm]”.***

- Cálculo para desplanche de pieza PL03

La pieza PL03 (Fig. 2-42), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una

longitud de 1949 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_027. [Ver Anexo D-6]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 42. Pieza PL03.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza PL03, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-42, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 3 plegados.

$$10 + 754 + 10 = 774[mm]$$

Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°3 lo que da “10”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$774 - 10 = 764\ [mm]$$

Para la pieza **PL03** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 764 x 1949 [mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza PL04</u>

La pieza PL04 (Fig. 2-43), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 1996 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_028. [Ver Anexo D-7]*

Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 43. Pieza PL04.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza PL04, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-43, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 5 plegados.

$$15 + 29 + 546 + 29 + 15 = 634\ [mm]$$

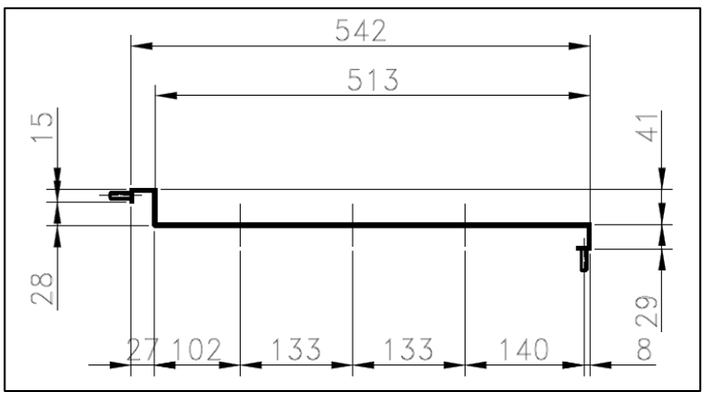
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°5 lo que da “17”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$634 - 17 = 617\ [mm]$$

Para la pieza **PL04** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 617 x 1996 [mm]”***.

- <u>Cálculo para desplanche de pieza PL05</u>

La pieza PL05 (Fig. 2-44), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 1996 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_029.*
*[Ver Anexo D-8]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 44. Pieza PL05.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza PL05, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-44, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 6 plegados.

$$15 + 29 + 41 + 513 + 29 + 15 = 642\ [mm]$$

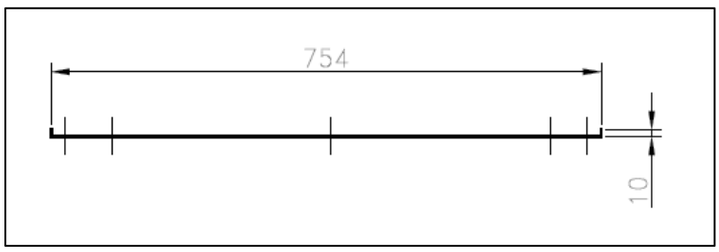
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°6 lo que da “20”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$642 - 20 = 622\ [mm]$$

Para la pieza **PL05** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 622 x 1996 [mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza PL06</u>

La pieza PL06 (Fig. 2-45), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,2 [mm], y posee una longitud de 1949 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_030.*
*[Ver Anexo D-9]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 45. Pieza PL06.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza PL06, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-45, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 3 plegados.

$$10 + 754 + 10 = 774\ [mm]$$

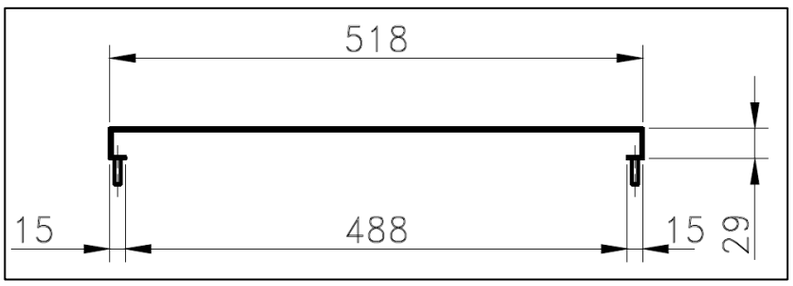
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,2 [mm] y la cantidad de plegados n°3 lo que da “6”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$774 - 6 = 768\ [mm]$$

Para la pieza **PL06** se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,2 x 768 x 1949 [mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza PL07</u>

La pieza PL07 (Fig. 2-46), es una pieza de la cual se necesita 1 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 1996 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_031. [Ver Anexo D-10]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 46. Pieza PL07.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza PL07, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-46, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 5 plegados.

$$15 + 29 + 518 + 29 + 15 = 606\ [mm]$$

Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°5 lo que da "17". Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$606 - 17 = 589\ [mm]$$

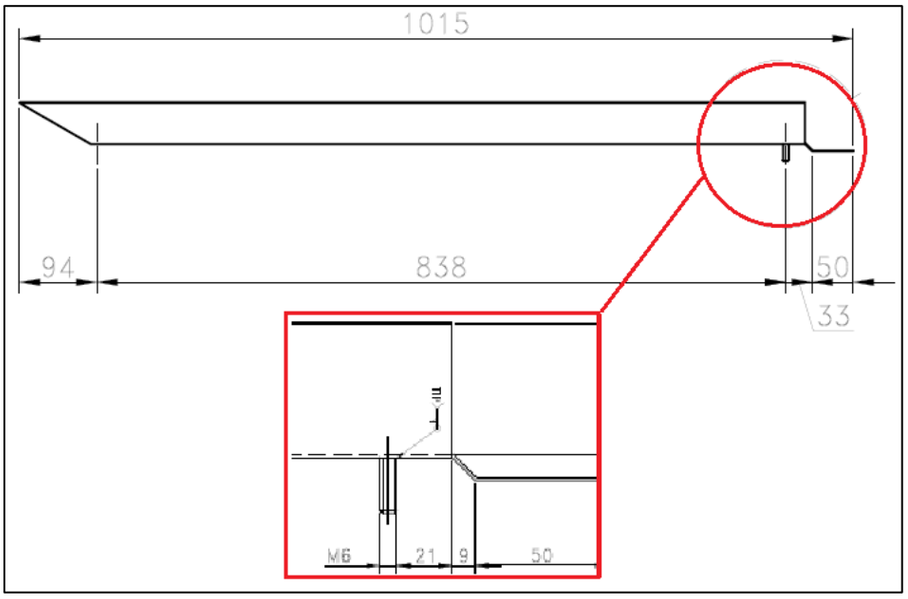
Para la pieza **PL07** se necesita 1 unidad de ***"Pl. 1,9 x 589 x 1996 [mm]".***

### 2.4.4 Cálculo de piezas del Conjunto Techo

Las piezas pertenecientes al Conjunto Techo se encuentran como estructura formada en el plano correlativo ***EMDCMTT_2019_01_005.*** *[Ver Anexo E-1]*

- Cálculo para desplanche de pieza TC01

La pieza TC01 (Fig. 2-47), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,2 [mm], y posee una longitud de 2121[mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_032.*
*[Ver Anexo E-2]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 47. Pieza TC01.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza TC01, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-47, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 4 plegados.

$$953 + 9 + 50 = 1012\ [mm]$$

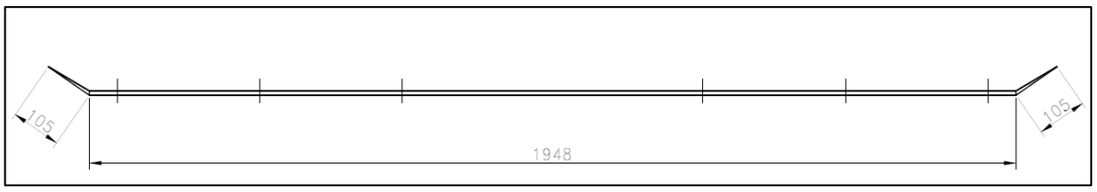
Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,2 [mm] y la cantidad de plegados n°4 lo que da “8”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$1012 - 8 = 1004\ [mm]$$

Para la pieza **TC01**, se dejaran los 1004 [mm] en 1000 [mm], por lo que se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,2 x 1000 x 2121 [mm]”.***

- Cálculo para desplanche de pieza TC02

La pieza TC02 (Fig. 2-48), es una pieza de la cual se necesita 1 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,2 [mm], y posee una longitud de 2121[mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_033. [Ver Anexo E-3]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 48. Pieza TC02.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza TC02, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-48, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 3 plegados.

$$105 + 1948 + 105 = 2158\ [mm]$$

Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,2 [mm] y la cantidad de plegados n°3 lo que da “6”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$2158 - 6 = 2152\ [mm]$$

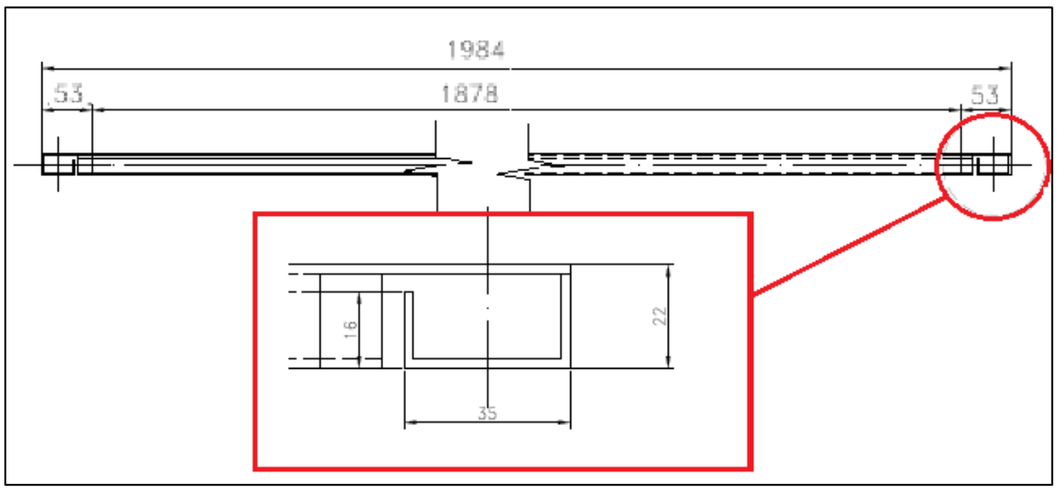
Para la pieza **TC02**, se necesita 1 unidad de ***“Pl. 1,2 x 2121 x 2152 [mm]”.***

### 2.4.5 Cálculo de piezas del Conjunto Piso

Las piezas pertenecientes al Conjunto Piso se encuentran como estructura formada en el plano correlativo *EMDCMTT_2019_01_034. [Ver Anexo F-1]*

- <u>Cálculo para desplanche de pieza PS01</u>

La pieza PS01 (Fig. 2-49), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 525 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_035. [Ver Anexo F-2]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 49. Pieza PS01.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza PS01, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-49, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 7 plegados.

$$16 + 35 + 22 + 1984 + 22 + 35 + 16 = 2130\ [mm]$$

Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 1,9 [mm] y la cantidad de plegados n°7 lo que da “23”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$2130 - 23 = 2107\ [mm]$$

Para la pieza **PS01**, se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 2107 x 525 [mm]”.***

- Cálculo para desplanche de pieza PS02

La pieza PS02 es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 627 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_036. [Ver Anexo F-3]*

El cálculo a realizar es el mismo que el de la pieza PS01, solo varia en su longitud. Por lo tanto para la pieza **PS02**, se necesitan 2 unidades de ***"Pl. 1,9 x 2107 x 627 [mm]".***

- Cálculo para desplanche de pieza PS03

La pieza PS03 es una pieza de la cual se necesita 1 unidad a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 1,9 [mm], y posee una longitud de 566 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_037. [Ver Anexo F-4]*

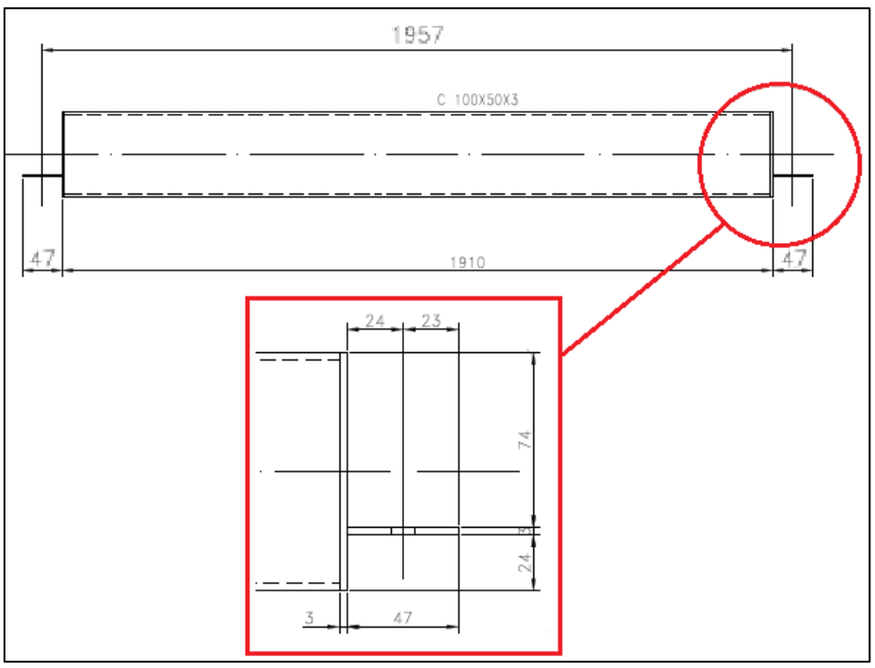
El cálculo a realizar es el mismo que el de la pieza PS01, solo varía en su longitud. Por lo tanto para la pieza **PS02**, se necesita 1 unidad de ***"Pl. 1,9 x 2107 x 566 [mm]".***

### 2.4.6 Cálculo de piezas del Conjunto Soporte

Las piezas pertenecientes al Conjunto Soporte se encuentran como estructura formada en el plano correlativo *EMDCMTT_2019_01_038. [Ver Anexo G-1]*

- Cálculo para desplanche de pieza SP01

La pieza SP01 (Fig. 2-50), es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 3,0 [mm], y posee una longitud de 47 [mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_039.*
*[Ver Anexo G-2]*




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa, medidas en milímetros.

Figura 2- 50. Pieza SP01.

Para comenzar el cálculo del desplanche de la pieza SP01, se sumarán cada una de las medidas dadas en la Figura 2-49, en la que se pueden apreciar cada uno de sus 7 plegados.

$$1910 + 74 + 74 + 47 + 47 = 2152\ [mm]$$

Una vez lista la suma, utilizamos la tabla 2-1 de plegados y se ubica el recuadro perteneciente al espesor 3,0 [mm] y la cantidad de plegados n°5 lo que da “25”. Este valor se le restará a la sumatoria, obteniendo así el desplanche de la pieza.

$$2152 - 25 = 2127\ [mm]$$

Para la pieza **SP01**, se necesitan 2 unidades de ***“Pl. 1,9 x 2127 x 47 [mm]”.***

- <u>Cálculo para desplanche de pieza SP02</u>

La pieza SP02 es una pieza de la cual se necesitan 2 unidades a lo largo de la estructura, fabricada en una plancha de espesor 3,0 [mm], y posee una longitud de 47[mm]. *Correlativo del plano: EMDCMTT_2019_01_040. [Ver Anexo G-3]*

El cálculo a realizar es el mismo que el de la pieza SP01, solo varía en su longitud 1904. Por lo tanto para la pieza **SP02**, se necesitan 2 unidades de ***"Pl. 1,9 x 2904 x 47[mm]".***

### 2.4.7 Cálculo de viento según NCh 432.Of 71

Para comenzar con el análisis estructural de la EMDCM 2° se debe tener en consideración las fuerzas que actúan sobre esta. Una de estas es la velocidad del viento en el sector.

En base a la NCh 432. Of.71, se utiliza la imagen de ***"Presión básica para diferentes alturas sobre el suelo"***, la cual dicta presiones para ***"Construcciones situadas en campo abierto, ante el mar, o en sitios asimilables a estas condiciones, a juicio de la Autoridad Revisora",*** Fig. 2-51 en donde se puede apreciar que en alturas de 0 a 15 metros la presión a utilizar es de ***70 Km/m²*** y la segunda consideración es la fuerza gravitatoria 9.8 m/s². *[Ver Anexo H-1]*

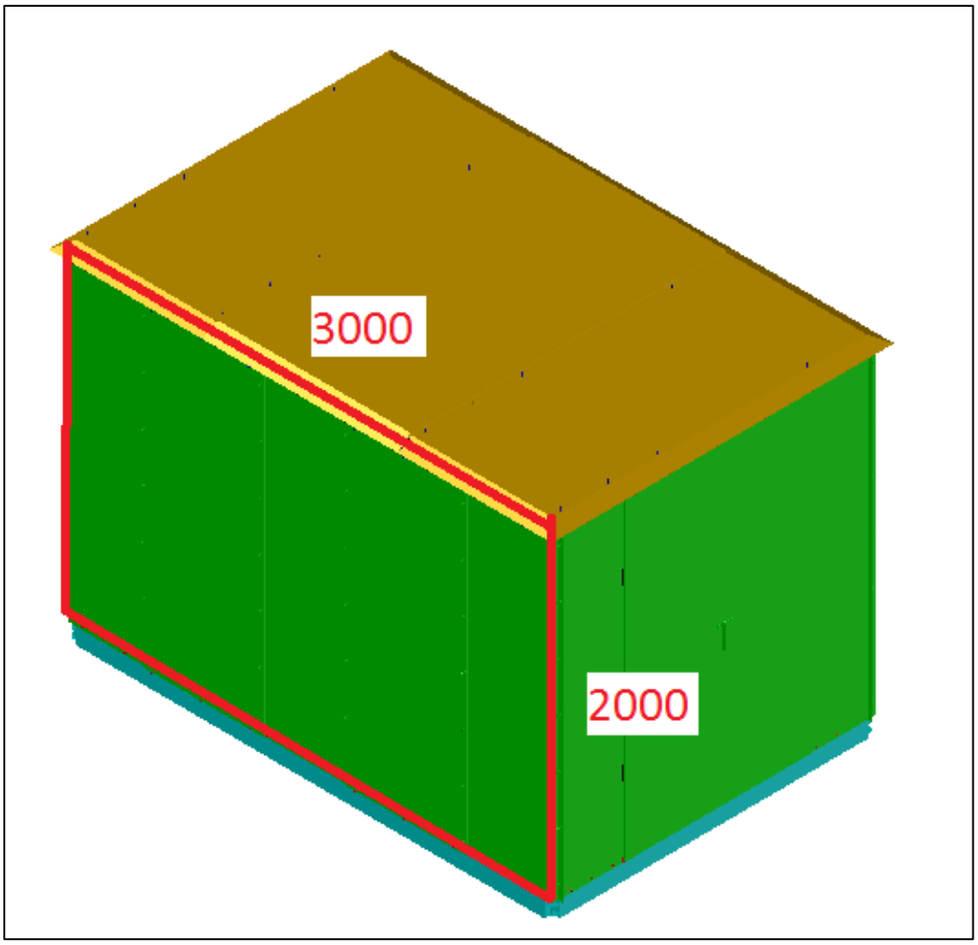
| Construcciones situadas en la ciudad o lugares de rugosidad comparable, a juicio de la Autoridad Revisora | | Construcciones situadas en campo abierto, ante el mar, o en sitios asimilables a estas condiciones, a juicio de la Autoridad Revisora | |
|---|---|---|---|
| Altura sobre el suelo, m | Presión básica, q, en kg/m² *) | Altura sobre el suelo, m | Presión básica, q, en kg/m² *) |
| 0 | 55 | 0 | 70 |
| 15 | 75 | 4 | 70 |
| 20 | 85 | 7 | 95 |
| 30 | 95 | 10 | 106 |
| 40 | 103 | 15 | 118 |
| 50 | 108 | 20 | 126 |
| 75 | 121 | 30 | 137 |
| 100 | 131 | 40 | 145 |
| 150 | 149 | 50 | 151 |
| 200 | 162 | 75 | 163 |
| 300 | 186 | 100 | 170 |
| | | 150 | 182 |
| | | 200 | 191 |
| | | 300 | 209 |

Fuente: Nch 432. Of.71 - Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones.

Figura 2- 51. Presión básica para diferentes alturas sobre el suelo.

Se determinará uno de los laterales de la sala para realizar el cálculo por esfuerzos del viento, por lo que se toma en cuenta que éste posee un área de 3.000 x 2.000 [mm]. (Fig. 2-52.)

$$3.000\ x\ 2.000 = 6.000.000\ [mm^2] \sim 6\ [m^2]$$




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa.

Figura 2- 52. Estructura EMDCM N°2.

Por lo cual se realiza una proporción a una superficie de 1 x 1 [$m^2$] con una fuerza de viento de 70 [kg/$m^2$] se tiene que:

$$\frac{70\ [Kg]}{X\ [Kg]} = \frac{1\ [m^2]}{6\ [m^2]}$$

$$X\ [Kg] = \frac{70\ [Kg]\ x\ 6\ [m^2]}{1\ [m^2]}$$

$$X\ [Kg] = 420\ [Kg]$$

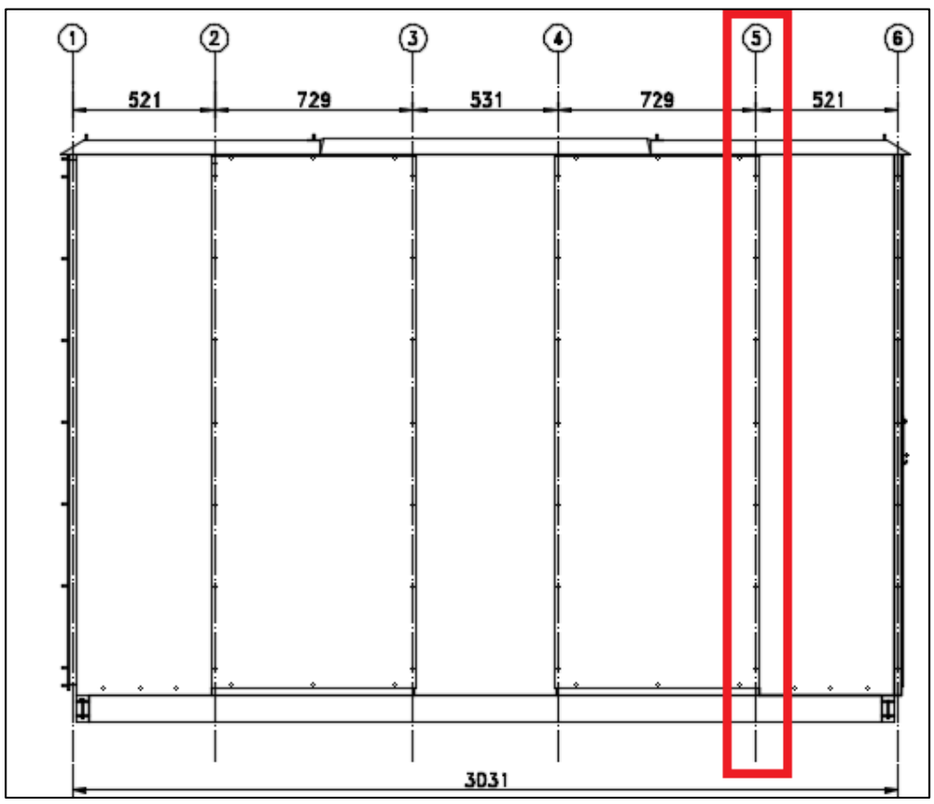
Este resultado se transformar a la unidad de Newton [N] para poder ser aplicada en el software Inventor Professional, por lo tanto:

$$420\ [Kg]\ x\ \frac{9{,}8\ [N]}{1[Kg]} = 4116\ [N]$$

Esto quiere decir que sobre un lado de la sala de 6 [$m^2$] actúan 4116 [N] de fuerza de viento.

Una vez realizado este cálculo de seleccionar un eje lateral de la sala para analizar el esfuerzo en una de las uniones que soportan la estructura. Para esto se someterá a análisis de esfuerzo a viga típica a una carga de viento distribuida de 70 [kg/m2].

Al ser una viga típica, repetida 6 veces en la cara de la estación modular se asume que los esfuerzos y deformaciones serán iguales para cada viga de la sección del módulo.




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa.

Figura 2- 53. Sección de estructura sometida al análisis.

Para esto la fuerza resultante de 4116 [N] se divide por los 6 ejes que tiene la sala dando como resultado:

$$4116[N] : 6 = 686\ [N]$$

Este valor será el esfuerzo que actué sobre el eje en cuestión.

Tabla 2- 2. Datos del material.

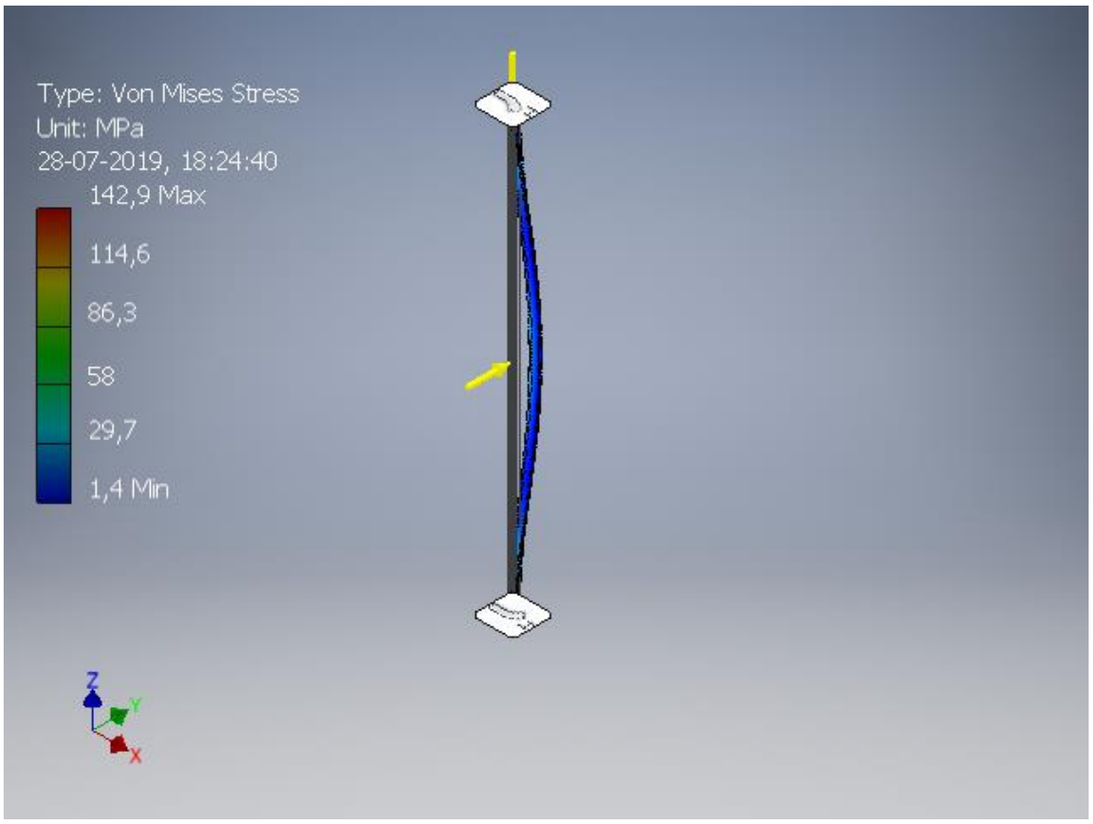
| Name | Steel AISI 1015 | |
|---|---|---|
| General | Densidad | 7,87 g/cm^3 |
| | Esfuerzo de fluencia | 285 MPa |
| | Tensión de rotura | 385 MPa |
| Esfuerzo | Modulo de Young | 205 GPa |
| | Coeficiente de Poisson | 0,29 ul |
| | Módulo de cizalle | 79,4574 GPa |

Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa.

Tabla 2- 3. Resultados del análisis.

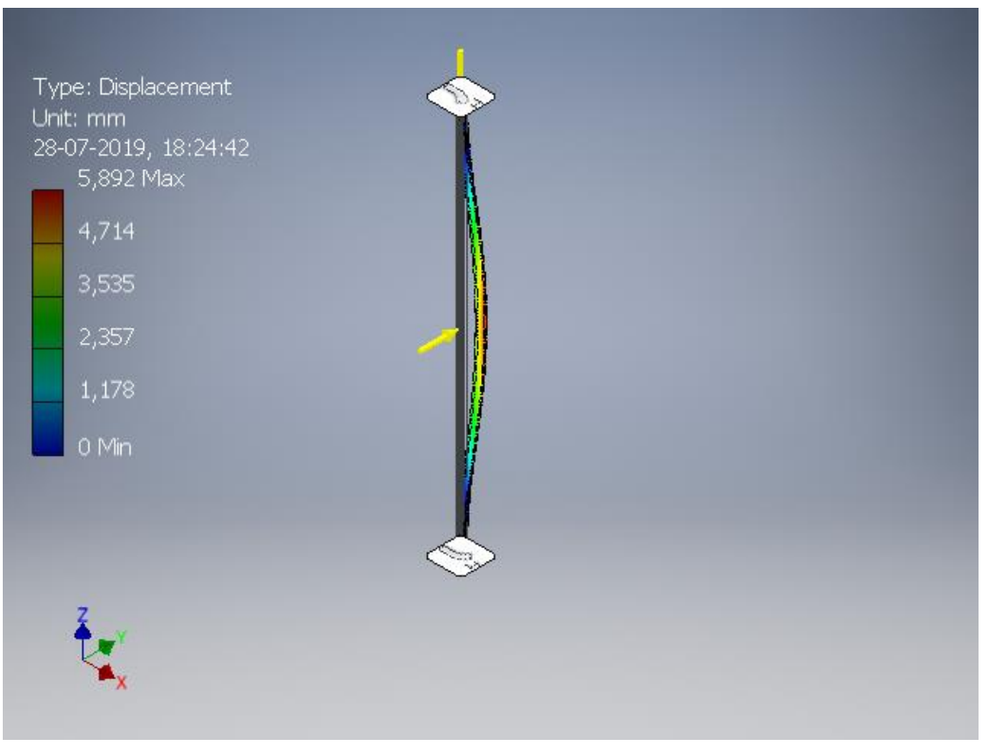
| **Name** | **Minimum** | **Maximum** |
|---|---|---|
| Volumen | 290880 mm^3 | |
| Masa | 2,28923 kg | |
| Von Mises Stress | 1,41996 MPa | 142,877 MPa |
| Desplazamiento | 0 mm | 5,89218 mm |

Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa.




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa.

Figura 2- 54. Resultado tipo: Von Mises Stress del análisis.




Fuente: Elaboración propia con finalidad explicativa.

Figura 2- 55. Resultado tipo: *Displacement* del análisis.

Tabla 2- 4. Resultados del análisis.

| Name | Minimum | Maximum |
|---|---|---|
| Volumen | 290880 mm^3 | |
| Masa | 2,28923 kg | |
| Von Mises Stress | 1,41996 MPa | 142,877 MPa |
| Desplazamiento | 0 mm | 5,89218 mm |

Fuente: Elaboración propia, con finalidad explicativa.

Una vez dado los resultados del análisis en el software Inventor Professional, se puede concluir que los esfuerzos resultantes a la viga son iguales o inferiores al 60% del esfuerzo de fluencia del material (Tabla 2-2). Por lo tanto, los desplazamientos entregados por el análisis son de tipo "elásticos", es decir que toda deformación del material es temporal y este volverá a su posición inicial. Como se puede apreciar en las Fig-54 y Fig. 55, que se mantienen por debajo del color rojo, que vendría siendo una situación crítica para el material seleccionado. Por lo tanto, las vigas para el diseño CUMPLEN para el diseño expuesto.

## 2.5 COSTO Y PRESUPUESTO

Para realizar el presupuesto, primero se deberían consideran los datos obtenidos anteriormente en las cubicaciones, ya que estas ayudaran a calcular el valor total a invertir en los materiales, considerando que se comercializan con ciertas dimensiones estándar. De esta forma, se estimarán las cantidades necesarias para cada uno de los componentes y se inicia el proceso de cotización en el mercado para posteriormente evaluar los costos que estos adquieran en el mercado para la fabricación del proceso. En el actual caso, la cotización se realiza en base a una cotización completa de la estructura y sus piezas, obteniendo así un único presupuesto final sin la necesidad de cotizar los materiales uno a uno.

### 2.5.1 Cotización Empresa MIES.

La cotización entregada por la empresa MIES se realizó en base a la planimetría del diseño seleccionado. Además se solicitó la inserción de goma esponja espesor 3 [mm] para lograr con ella un sello en la estructura.

Cabe mencionar que la goma esponja es la principal responsable del cumplimiento del grado de protección IP-66 mencionado explicado en el punto 1.4.4 del Capítulo 1 del presente proyecto.

**Maestranza Alemania Ltda.**
**Rut: 79.532.470-4**

**Fono 9 56385238**
**Av. Freire 1320 El Belloto Quilpué**
**Giro: Fabricación, Reparación y Mantención de equipos**

Page: 01 de 01

**COTIZACIÓN**

Cliente : G.ZURITA
Proyecto : EMDCM - Piezas plegadas varias.
OT : [redacted] *Válida por 2 semanas.*
Fecha : 26-07-2019
Dirección : [redacted]
Empresa : MAESTRANZA ALEMANIA LTDA

| | DETALLE DE COTIZACIÓN. | CANT. | VALOR |
|---|---|---|---|
| ► | ESTRUCTURA EMDCM, PIEZAS PLEGADAS VARIAS. | 1 | |
| | | | |
| - | Piezas para estructura denominada EMDCM del cliente | | |
| - | Piezas fabricadas en acero SAE 1010, espesores 1,2 mm / 1,9 mm / 3,0 mm | | |
| - | Recubrimiento mediante pintura epoxi - poliester RAL-7032 | | |
| - | Tratamiento de fosfatizado con utilización de jabones alcalinos. | | |
| - | Pernos M6 y M8, con sus respectivas tuercas golillas galvanizado, según | | |
| | corresponda en cada situación. | | |
| - | Piezas incluyen goma esponja espesor 3 mm. | | |
| | | | |
| | IMPORANTE | | |
| - | Cotización realizada en base a planos entregados por el cliente. | | |
| - | La presente cotización quedará invalidada si el cliente realiza algun cambio | | |
| | a la información entregada. | | |
| - | La entrega del producto, puede demorar 30 días hábiles una vez confirmada su compra. | | |
| | | TOTAL | $ 4.307.368 |

| | |
|---|---|
| COTIZADO POR: | M.G.R |
| | |

Página 1

Fuente: Cotización empresa MIES.

Figura 2- 56. Cotización entregada por empresa MIES.

El presupuesto total está conformado por todos los gastos que incluyen la fabricación y terminación de las piezas del proyecto, exceptuando la realización de los planos de éstas. El costo final del proyecto se consta de diseño, planimetría y fabricación. (Tabla 2-5.)

Tabla 2- 5. Presupuesto total.

| ELEMENTO | COSTO ($) |
|---|---|
| Levantamiento (1 día) | $ 120.000 |
| Planimetría (40 planos) | $ 1.400.000 |
| Fabricación | $ 4.307.368 |
| Total | $ 5.827.368 |

Fuente: Elaboración propia, con finalidad explicativa.

Por lo tanto, el valor final del proyecto, tomando en consideración los tres factores mencionados anteriormente, sería de **$5.827.368.-**

# CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

A modo de conclusión es importante destacar, que previo a la realización de un proyecto como el presente, se deben tener los conocimientos necesarios en el área de diseño metal-mecánico de estructuras, el área de esfuerzos mecánicos aplicados a los materiales que se implementaran y una base en costos y presupuestos, dando de esta manera una buena base a cada elemento para obtener una soluciones óptimas ante el proyecto que se presente.

Con este proyecto se dio solución al mandante para el cambio de su actual sala de cosecha de miel que no se encuentra fabricada con los materiales adecuados, dando así, solución en base a una estructura metálica, con su respectivo grado de protección IP para lograr resguardar los equipos que se emplean dentro de esta.

En base a la información facilitada por el mandante y recopilada mediante investigación, se pudo realizar la ingeniería básica y desarrollo del presente proyecto, obteniendo así la capacidad de seleccionar los materiales más adecuados para el caso expuesto y a su vez ayudó a verificar la factibilidad de las propuestas expuestas. Posteriormente se realizó la planimetría del diseño seleccionado, lo que facilitó la etapa de cubicación y presupuesto final.

Se concluye, respecto de las recomendaciones abordadas para este trabajo de título, mantener un orden respecto al diseño que se desea plantear, tanto en planimetría como en la información recopilada, ya que se suele encontrar bastante material de apoyo, pero no todo es útil, eso va dependiendo de las características del problema a resolver.

## BIBLIOGRAFÍA / WEBGRAFÍA


- https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-de-interpretaci%C3%B3n-de-pautas-de-evaluaci%C3%B3n77a85fecaefa640c827dff0000f03a80.pdf?sfvrsn=0
- http://www.sack.cl/productos
- https://www.cintac.cl/planchas-de-acero/
- https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-471415882-meson-mural-acero-inoxidable-60x60-_JM?matt_tool=26414860&matt_word&gclid=Cj0KCQjw9pDpBRCkARIsAOzRzisfWzy2_ITlMprrdTgCgNNOOOxAQ6Mi-i5C4YRTMKyGJjKCOGPwW-waAmzEEALw_wcB&quantity=1
- https://www.odepa.gob.cl/rubros/apicultura
- https://www.rittal.com/es-es/content/es/support/technischeswissen/qminformiert/schutzarten/ip/ip_1.jsp
- https://www.aprendemergencias.es/app/download/6396825011/resumen+IP.pdf?t=1497548832
- https://www.bsigroup.com/es-ES/ISO-22000-Seguridad-Alimentaria/
- https://es.made-in-china.com/co_dgyuanyao/product_ASTM-D117-Standard-Static-Ozone-Test-Chamber-for-Rubbers_eriheohig.html
- http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/chi9315.pdf
- https://earth.google.com/web/@-33.0124863,-71.06031352,691.90684056a,442.7459198d,35y,-0h,5.00034699t,0r
- http://www.brei.cl/web/index.php?id_product=46&controller=product
- http://www.brei.cl/web/index.php?id_category=22&controller=category
- https://www.easy.cl/tienda/producto/foco-proyector-led-recargable-usb-10w-drl-1191827p
- http://graffica.info/bruno-munari-y-los-fundamentos-del-proceso-del-diseno/
- https://www.instudiointeriorismo.com
- http://www.parro.com.ar/definicion-de-pintura+epoxi

# ANEXOS

## ANEXO A: PLANOS DE CONJUNTO GENERAL.

- A-1: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_001

## ANEXO B: PLANOS DE CONJUNTO INFERIOR.

- B-1: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_003
- B-2: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_006
- B-3: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_007.
- B-4: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_008.
- B-5: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_009.
- B-6: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_010.
- B-7: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_011.
- B-8: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_012.
- B-9: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_013.

## ANEXO C: PLANOS DE CONJUNTO SUPERIOR.

- C-1: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_002.
- C-2: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_014.
- C-3: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_015.
- C-4: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_016.
- C-5: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_017.
- C-6: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_018.
- C-7: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_019.
- C-8: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_020.
- C-9: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_021.
- C-10: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_022.

## ANEXO D: PLANOS DE CONJUNTO PANELES.

- D-1: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_004.
- D-2: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_023.
- D-3: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_024.

- D-4: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_025.
- D-5: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_026.
- D-6: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_027.
- D-7: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_028.
- D-8: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_029.
- D-9: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_030.
- D-10: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_031.

**ANEXO E: PLANOS DE CONJUNTO TECHO.**

- E-1: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_005.
- E-2: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_032.
- E-3: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_033.

**ANEXO F: PLANOS DE CONJUNTO PISO.**

- F-1: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_034
- F-2: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_035.
- F-3: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_036.
- F-4: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_037.

**ANEXO G: PLANOS DE CONJUNTO SOPORTE.**

- G-1: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_038
- G-2: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_039
- G-3: Plano correlativo: EMDCMTT_2019_01_040

**ANEXO H: NORMARTIVA PARA CÁLCULO.**

- H-1: NCh 432. Of 71 – Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones.