



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**DISEÑO DE UN LOMMER INDUSTRIAL PARA PODAR ARBUSTOS
BUXUS Y TAXUS EN FORMA ESFÉRICA SIGUIENDO LOS
ESTÁNDARES DEL PASAPORTE FITOSANITARIO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
MECATRÓNICA**

Emilio José Páez Cajas

DIRECTOR: VICTORIA MERA, (Msc.)

D. M. Quito,

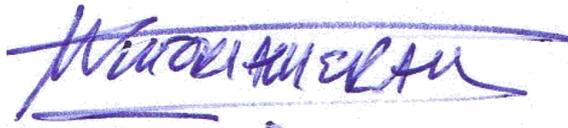
2021

CERTIFICACIÓN

El docente de la Escuela de Ciencias Técnicas Msc. Victoria Mera

CERTIFICA QUE:

El proyecto de investigación “Diseño de un lommer Industrial para podar arbustos Buxus y Taxus en forma esférica siguiendo los estándares del pasaporte fitosanitario.”, fue desarrollado por: Emilio José Páez Cajas y ha sido debidamente revisado y está en condiciones de ser entregado para que siga lo dispuesto por la Escuela de Ciencias Técnicas correspondiente a la sustentación y defensa del mismo.



ING. Victoria Mera, Msc

DIRECTOR DE PROYECTO

Dedico a mis padres por su motivación y apoyo incondicional.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia por su constante apoyo en cada una de mis decisiones, a mis padres por enseñarme cada día a ser una mejor persona y esforzarme para lograr las metas que me he planteado en la vida. A mis hermanos por estar a mi lado en cada paso de la vida sin importar nada, a mi compañera de vida por ser un apoyo muy fuerte en mi día a día y terminar agradeciendo a Dios por darme la oportunidad de que mi abuelita vea como me convierto en un profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	Tema	1
2.	Objetivos	1
2.1.	General	1
2.2.	Específicos	1
3.	Planteamiento del Problema	1
4.	Hipótesis	2
5.	Análisis del Proyecto	2
6.	Análisis de Involucrados	2
7.	MÁQUINAS PODADORAS PARA ARBUSTOS	5
7.1.	Formas para la poda de arbustos	5
7.2.	Tipos de Podadoras de Arbustos en Forma Esférica	5
7.3.	Estudio del Producto	9
7.4.	Pasaporte Fitosanitario	12
7.5.	¿Qué es el pasaporte fitosanitario?	12
7.6.	Organismo Emisor	13
7.7.	Flujograma para la emisión del Pasaporte Fitosanitario de Exportación	14
7.8.	NORMA NIMF 12	16
7.9.	Matriz de Residuos Ponderados	16
8.	BOSQUEJO DEL PROTOTIPO	17
8.1.	Elementos principales del sistema	18
9.	DISEÑO MECÁNICO DEL PROTOTIPO	19
9.1.	Dimensionamiento de la Viga Superior Izquierda y Derecha	20
9.2.	Dimensionamiento de la Viga de Soporte del Sistema Cortador	23
9.3.	Dimensionamiento de la columna	26
9.4.	Dimensionamiento de la Soldadura General	28
9.5.	Selección de Cortasetos	31
9.6.	Dimensionamiento del motor de giro para el sistema podador	32
9.7.	Selección de llantas para el Sistema	34

9.8.	Estabilidad del sistema	35
10.	SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELECTRÓNICOS Y DE CONTROL	37
10.1.	Selección del motor de giro para el sistema podador	37
10.2.	Sistema de elevación hidráulica	38
10.3.	Encoder incremental magnético	39
10.4.	Diagrama de Control y Alimentación	40
10.5.	Controlador para motor a pasos	41
10.6.	Protección de la fuente	41
10.7.	Fuente de alimentación de 24 Vdc	42
10.8.	Selección de módulo de control	42
10.9.	Interfaz Humano Máquina (HMI)	43
10.10.	Algoritmo General de Programación	44

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Buxus Sempervirens [7]	10
2. Taxus Brevifolia [8]	11
3. Dureza de Janka [9]	11
4. Módulo de Ruptura [9]	11
5. Certificado Fitosanitario [13]	14
6. Flujograma del Pasaporte Fitosanitario en Ecuador [13]	15
7. Diagrama Categorización por Riesgo de Plaga [14]	16
8. Lommer en campo	18
9. Componentes principales del lommer	19
10. Caja de control vista externa	19
11. Caja de control vista internamente	20
12. Bosquejo de alternativa seleccionada	20
13. Diagrama de cuerpo libre de la viga superior	21
14. DCL de las fuerzas sobre la viga superior	21
15. DCL de Cortantes sobre la viga superior	22
16. DCL de Momentos sobre la viga de apoyo	22
17. Tabla desplazamientos	23
18. Esfuerzos en la viga	24
19. DCL Viga de Soporte	24
20. DCL de las Fuerzas sobre la Viga de Superior	24
21. DCL de Momentos sobre la viga de Superior	25
22. DCL de Cortantes sobre la Viga Superior	25
23. Esfuerzos en la Viga 2	26
24. Tabla de Desplazamientos en la Viga 2	26
25. Camino de la soldadura	29
26. Chasis del Sistema	31
27. Soldadura En Cartela	31
28. Cortasetos Bosch 0600833300 [18]	32

29. Propiedades Mecánicas Cuchillas de Corte	33
30. Cuchillas de Corte	34
31. DLPO Heavy duty 304ss [19]	35
32. Tabla de centro de masa Lommer	36
33. Centro de masa cuchilla giro 90 grados	36
34. Centro de masa cuchilla giro 180 grados	37
35. Centro de masa cuchilla giro 0 grados	37
36. Motor NMRV50 + 90ZYT [20]	38
37. Sistema de Elevación SUSPA pistón [21]	39
38. Sistema Hidráulico SUSPA [21]	39
39. encoder magnético incremental tipo arandela [22]	39
40. encoder magnético por cinta [22]	40
41. Diagrama de Control y Voltajes	40
42. Driver DM860 [23]	41
43. Interruptor termomagnético SICA [24]	42
44. Fuente ALM314 [25]	42
45. PLC Arduino ARDBOX 20 I/Os Analog HF Modbus [26]	43
46. ComfileHMI CHC-070WR [27]	44
47. Interfaz Usuario-Sistema	45
48. Algoritmo de Programación	45

ÍNDICE DE TABLAS

1. Matriz de Interesados	3
2. Tipos de poda para arbustos	5
3. Tipos de Podadores de Arbustos	6
4. Especificaciones Buxus	9
5. Especificaciones Taxus	10
6. Características físicas y mecánicas del Buxus	12
7. Características físicas y mecánicas del Taxus	12
8. Alternativas para el Análisis	17
9. Asignación de Letras de los Criterios de Ponderación	17
10. Análisis de alternativas	17
11. Resistencia de Electroodos	29
12. Características Cortasetos Bosch 0600833300 [18]	32
13. DLPO Heavy duty 304ss Características [19]	35
14. Características Motor NMRV50 + 90ZYT [20]	38
15. Características Fuente Sitop PSU100S	42
16. Características Principales del PLC	43
17. Características HMI [27]	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Productos que mantienen su capacidad de ser infestados	51
Anexo B: Ecuación para el desplazamiento máximo en voladizo [16]	52
Anexo C: Ecuación para el desplazamiento máximo con una carga intermedia [16]	53
Anexo D: Catálogo Dipac para tubo estructural cuadrado	54
Anexo E: Constantes para el calculo de una columna [17]	55
Anexo F: Planos mecánicos	55
Anexo G: Planos electrónicos	57
Anexo H: Planos de control	58

1. Tema

Diseño y Dimensionamiento de un lommer Industrial para podar arbustos Buxus y Taxus en forma esférica siguiendo los estándares del pasaporte fitosanitario.

2. Objetivos

2.1. General

Diseñar un lommer Industrial para podar arbustos Buxus y Taxus en forma esférica siguiendo los estándares del pasaporte fitosanitario.

2.2. Específicos

- Documentar los principios técnicos para una poda de arbusto con estándares fitosanitarios de arbustos buxus y taxus.
- Investigar los tipos de mecanismos implementados en el mercado para podadoras de arbustos buxus y taxus.
- Dimensionar los mecanismos y componentes del lommer para podar arbustos buxus y taxus.
- Diseñar los elementos mecánicos del lommer para la sujeción de la podadora y rotación de las cuchillas.
- Simular el prototipo de lommer para podar arbustos buxus y taxus en forma de una esférica.
- Diseñar una interfaz de comunicación amigable con el usuario para la operación de la máquina.

3. Planteamiento del Problema

Las empresas agrícolas enfocadas en la reducción de tiempos debido a que la demora en la poda de los arbustos provoca pérdidas económicas puesto que los podadores toman demasiado tiempo por cada arbusto ya que no se cuenta con un equipo que permita una

poda precisa y rápida por lo cual se busca mejorar la precisión en la poda esférica donde no se encuentran resultados iguales en los arbustos, debido a la demanda de este producto se ha provocado tiempos muertos y cuellos de botella en el podado de los arbustos por ser una actividad repetitiva durante toda la semana, a su vez para la comercialización y exportación de productos agrícolas es necesario contar con la aprobación del pasaporte fitosanitario según la norma NIMF 12 en el momento de la exportación.

4. Hipótesis

El lommer permitirá reducir los tiempos y costos del podado industrial, aumentando la precisión en el formado de arbustos buxus y taxus para calificar al pasaporte fitosanitario y exportar estos arbustos a la Unión Europea. El lommer permitirá podar un arbusto buxus y taxus en 15 segundos dando una forma normalizada de una esfera de 60 cm, 70 cm y 80 cm de diámetro.

5. Análisis del Proyecto

En la realización de un lommer para podar arbustos Buxus y Taxus en forma esférica, siguiendo los estándares del pasaporte fitosanitario para la industria, existen factores variables que afectan directamente en el diseño del proyecto tales como:

- Estatura del usuario.
- Peso del usuario.
- Condiciones climáticas de la zona de uso del prototipo.
- Durabilidad de los componentes.
- Velocidad de desplazamiento del usuario.

6. Análisis de Involucrados

El análisis de involucrados se realiza para identificar los diferentes grupos que tienen una relación ya sea directa o indirecta con la problemática seleccionada, donde también se deben incluir organismos e instituciones que ayuden o perjudiquen al proyecto. Estos grupos

a su vez pueden realizar contribuciones externas como un financiamiento que ayude en la producción del proyecto como se muestra en la Tabla 1, la matriz presentada es importante en el desarrollo del proyecto debido a que al sistema se lo considera como un producto tomando en cuenta que el sector agrícola exportador privado es el principal interesado en el desarrollo y la implementación del sistema.

Tabla 1. Matriz de Interesados

GRUPOS O ACTORES	CATEGORÍAS				
	Funciones	Intereses	Potencialidades	Limitaciones	Temores
Instituciones públicas. Ministerio de Agricultura y Ganadería	Presta atención y es la encargada de las operaciones en cuanto a agricultura y ganadería del Ecuador.	Mejorar la calidad de vida de las personas que se encuentran laborando o involucradas en el campo ganadero o agrícola.	Aumentar la eficiencia en el momento de trabajar en la poda de arbustos.	Falta de inversión en nuevos proyectos por el sector público	Falta de interés. Inversión fallida

GRUPOS O ACTORES	CATEGORÍAS				
	Funciones	Intereses	Potencialidades	Limitaciones	Temores
Instituciones ONG. Cooperación para la Agricultura y Microfinanzas	Institución enfocada en el desarrollo para fortalecer el trabajo.	Apoyar el desarrollo socio-económico en el sector.	Distribuir el producto a nivel nacional e internacional y fomentar su uso.	Bajos recursos.	Bajo presupuesto para el apoyo de proyectos nuevos. Falta de interés en el producto.
Empresa Privada. HEIFER	Empresa enfocada en cuidar el ecosistemas mientras que vigila el crecimiento económico de las comunidades aledañas.	Brindar un Producto con potencial para la exportación.	Crecimiento empresarial.	Poco conocimiento del maquinaria automatizada.	Inversión Fallida. Desinterés de la población ecuatoriana en el producto.
Beneficiarios. Personas Naturales	Actuar como un usuario del producto	Confianza, y comodidad	Eficiencia en la poda de forma	Costos de adquisición del Producto.	Falta de Interés.

7. MÁQUINAS PODADORAS PARA ARBUSTOS

7.1. Formas para la poda de arbustos

Existen distintas formas que permiten podar arbustos y que estos conserven su forma, en la Tabla 2 se visualiza un cuadro comparativo entre los diferentes métodos de poda donde cada uno de ellos es considerado mecánico y abrasivo [1].

Tabla 2. Tipos de poda para arbustos

Poda de Formación	Poda de Despunte	Poda de Recorte
En este tipo de poda se utiliza la habilidad del podador para dar formas a los arbustos ya sean geométricas, letras, etc.	El fin de la poda de despunte es el de aportar volumen al arbusto y a su vez aumentar la densidad del mismo sin realizar cortes excesivos o innecesarios.	Este tipo de poda se realiza a conveniencia del usuario debido a que no ayuda al arbusto pero si conviene en cuanto a mantener una forma adecuada y evitar el crecimiento excesivo.

El tipo de poda que se va a utilizar en este proyecto es la poda de Formación y Recorte, debido a que la poda se realiza periódicamente sobre el arbusto para mantener una forma esférica con diámetros previamente establecidos.

7.2. Tipos de Podadoras de Arbustos en Forma Esférica

En la Tabla 3 se visualiza diferentes opciones de máquinas podadoras de arbustos con distintos tipos de forma conservando el corte esférico como principio de funcionamiento.

Tabla 3. Tipos de Podadores de Arbustos

Nombre de Máquina	Cuchillas de Corte	Diámetros	Peso	Potencia / Motor	Dimensiones	Fotografía
EZ Globe/Cone Trimmer [2]		60 - 178 cm	80 kg	1,5 - 2 HP Husqvarna 143R-II	560 x 1000 x 1200 mm	
Lommers Crown Mower [3]		15 - 45 cm	20 kg	0,8 - 1 HP Husqvarna 226R	550 x 550 x 1400 mm	

Nombre de Máquina	Cuchillas de Corte	Diámetros	Peso	Potencia / Motor	Dimensiones	Fotografía
Orlandi Trimming Machine RAP10 [4]		15 - 45 cm	40 kg	1,3 HP HONDA GX35	490 x 550 x 1750 mm	
Orlandi Trimming Machine RAP205 [5]		30 - 70 cm	60 kg	1,3 HP HONDA GX35	510 x 600 x 1200 mm	

Nombre de Máquina	Cuchillas de Corte	Diámetros	Peso	Potencia / Motor	Dimensiones	Fotografía
GP60 globe pruner suitable [6]		15 - 60 cm	18,15 kg	1 - 1,3 HP HONDA GX25	649,9 x 800,1 x 1299,97 mm	

7.3. Estudio del Producto

7.3.1. Arbustos

7.3.1.1 Buxus

En la Tabla 4 se muestran las características del arbusto buxus.

Tabla 4. Especificaciones Buxus

Nombre Científico	Buxus Sempervirens
Nombre Común	Buxus, Boxwood, Common Box
Distribución	Europa, USA, África, Asia
Color de Madera	Color de Madera Crema Claro, Oscurece con luz
Resistencia a la Pudrición	Duradero
Crecimiento	15cm/año

Este pequeño árbol, como se muestra en la Figura 1, perteneciente al género buxus es una especie arbórea pequeña de hoja perenne y follaje muy ramificado. Puede alcanzar en su hábitat natural 12 metros de altura, pero si se cultiva es habitual dejar que crezca hasta aproximadamente 3 metros por lo que se considera un arbusto; este arbusto se desarrolla salvajemente en áreas de arbustos colinas y otros terrenos rocosos en Europa y Asia. Sus tallos son muy ramificados y están cubiertos de corteza, y la apariencia de la corteza cambia según la edad del arbusto. Es un tipo de crecimiento muy lento por lo que es mejor tolerar la multiplicación por esquejes. Si la reproducción se realiza mediante semillas el desarrollo total de buxus sempervirens puede llevar mucho tiempo. Se puede podar para mantener su forma natural o para convertirlo en setos y así decorar el jardín o el interior de la casa; en el caso del buxus, se lo puede podar en cualquier época del año [7].



Figura 1. Buxus Sempervirens [7]

7.3.1.2 Taxus

En la Tabla 5 se muestran las características del arbusto Taxus.

Tabla 5. Especificaciones Taxus

Nombre Científico	Taxus Brevifolia
Nombre Común	Taxus, Pacific Yew, Oregon Yew
Distribución	Europa, USA
Color de Madera	Amarillo Pálido o Marrón Anaranjado
Resistencia a la Pudrición	Muy Duradero
Crecimiento	60cm/año

Taxus brevifolia es un arbusto conífero perteneciente a la familia Taxaceae como se muestra en la Figura 2, también se lo conoce como el tejo del Pacífico. Es una planta de tamaño mediano que puede llegar a superar los 20 metros de altura; también es bastante largo. El tejo del Pacífico es una especie nativa de América del Norte. Se puede encontrar en áreas como la costa del Pacífico del sureste de Alaska, el sur de los Estados Unidos de América, el oeste de Columbia Británica y el Pacífico. Crece a alturas que van de 0 a 2200 metros sobre el nivel del mar, tanto en bosques abiertos como en bosques espesos [8].



Figura 2. Taxus Brevifolia [8]

7.3.2. Características físicas y mecánicas del producto

Para realizar un diseño se debe considerar las características físicas y mecánicas de los productos con los que se va a trabajar, en los arbustos el corte que se va a realizar es un corte tangencial por lo cual es muy importante la Dureza de Janka para determinar la resistencia del arbusto en cuanto a golpes, abolladuras y desgaste, por lo tanto, este valor es muy importante para predecir la dificultad de lijar o aserrar un arbusto como se muestra en la Figura 3.

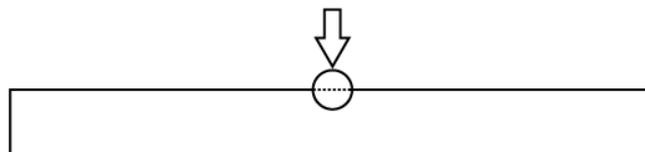


Figura 3. Dureza de Janka [9]

A su vez se analiza el módulo de ruptura, al cual también se lo conoce como resistencia a la flexión conocido como una medida de la resistencia de un espécimen antes de que este se rompa como se muestra en la Figura 4. Muy importante para poder determinar la resistencia general de la madera midiendo la fuerza necesaria para poder romperla [9].

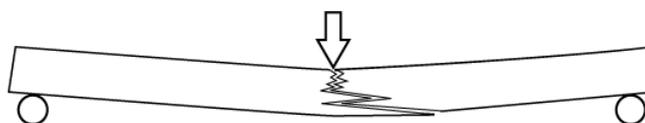


Figura 4. Módulo de Ruptura [9]

7.3.3. Características físicas y mecánicas del arbusto Buxus

En la Tabla 6 se muestra las características físicas y mecánicas del arbusto buxus [10] las cuales van a ser consideradas en el diseño del sistema.

Tabla 6. Características físicas y mecánicas del Buxus

Dureza de Janka	2,840 lbf (12,610 N)
Módulo de Ruptura	20,960 lbf/in ² (144,5 MPa)
Módulo Elástico	2'494.000 lbf/in ² (17,20 GPa)
Resistencia a la Compresión	9,950 lbf/in ² (68,6 MPa)

7.3.4. Características físicas y mecánicas del arbusto Taxus

En la Tabla 7 se muestran las características físicas y mecánicas del arbusto taxus [9] las cuales van a ser consideradas en el diseño del sistema.

Tabla 7. Características físicas y mecánicas del Taxus

Dureza de Janka	1,600 lbf (7,120 N)
Módulo de Ruptura	15,200 lbf/in ² (104,8 MPa)
Módulo Elástico	1'350.000 lbf/in ² (9,31 GPa)
Resistencia a la Compresión	8,100 lbf/in ² (55,9 MPa)

7.4. Pasaporte Fitosanitario

7.5. ¿Qué es el pasaporte fitosanitario?

Según el ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España en [11] donde dice que: "El Pasaporte fitosanitario es el documento que garantiza que los vegetales, productos vegetales y otros objetos que los acompañan, han sido sometidos a los controles y/o trata-

mientos fitosanitarios que exige la normativa vigente, y por lo tanto, se encuentran libres de plagas de cuarentena.

Existen dos tipos de pasaporte que se diferencian del que se utiliza de forma habitual para la circulación intercomunitaria (Pasaporte Fitosanitario PF), y que llevan un distintivo que los identifica:

- Pasaporte Fitosanitario para Zona Protegida, con distintivo “ZP”: se utiliza cuando el destino de la mercancía es una Zona Protegida para una plaga determinada oficialmente por los Organismos Competentes.
- Pasaporte Fitosanitario de Sustitución, con distintivo “RP”: se puede autorizar cuando un comerciante mezcla o divide partidas que ya se acompañan de Pasaporte Fitosanitario. Este Pasaporte sustituye al de origen, y en él siempre se identifica el número de registro del Productor original del material vegetal”

La normativa vigente para este Pasaporte se basa en la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. El documento es expedido antes del despacho aduanero [12].

7.6. Organismo Emisor

Lo emite la Subdirección General de Sanidad Vegetal [13], Dirección General de Agricultura (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) y consejerías de Agricultura de las Comunidades Autónomas como se muestra en la Figura 5.

1. Nombre y dirección del exportador []	2. CERTIFICADO FITOSANITARIO N.º CEE/E/ 817251 N	
3. Nombre y dirección declarados del destinatario	4. Organización de Protección Fitosanitaria de ESPAÑA As Organización(es) de Protección Fitosanitaria de	
6. Medios de transporte declarados	5. Lugar de origen	
7. Punto de entrada declarado	MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION Dirección General Producción Agraria - Subdirección General Sanidad Vegetal	
8. Marcos distintivos de los bultos; número y descripción de los bultos; nombre del producto; nombre botánico de las plantas	9. Cantidad declarada	
SPECIMEN		
10. Por la presente se certifica que las plantas o productos vegetales descritos más arriba - se han inspeccionado de acuerdo con los procedimientos adecuados y - se consideran exentos de plagas de cuarentena, y prácticamente exentos de otras plagas nocivas, y que - se considera que se ajustan a las disposiciones fitosanitarias vigentes en el país importador.		
11. Declaración suplementaria		
TRATAMIENTO DE DESINFECCIÓN Y/O DESINFESTACIÓN		Lugar de expedición
12. Tratamiento	13. Producto químico (ingrediente activo)	Fecha
15. Concentración	14. Duración y temperatura	Sello de la Organización
17. Información adicional	16. Fecha	Nombre y Firma del Funcionario autorizado

Figura 5. Certificado Fitosanitario [13]

7.7. Flujograma para la emisión del Pasaporte Fitosanitario de Exportación

En la Figura 6 se muestra el procedimiento necesario para la obtención del pasaporte fitosanitario en Ecuador [13].

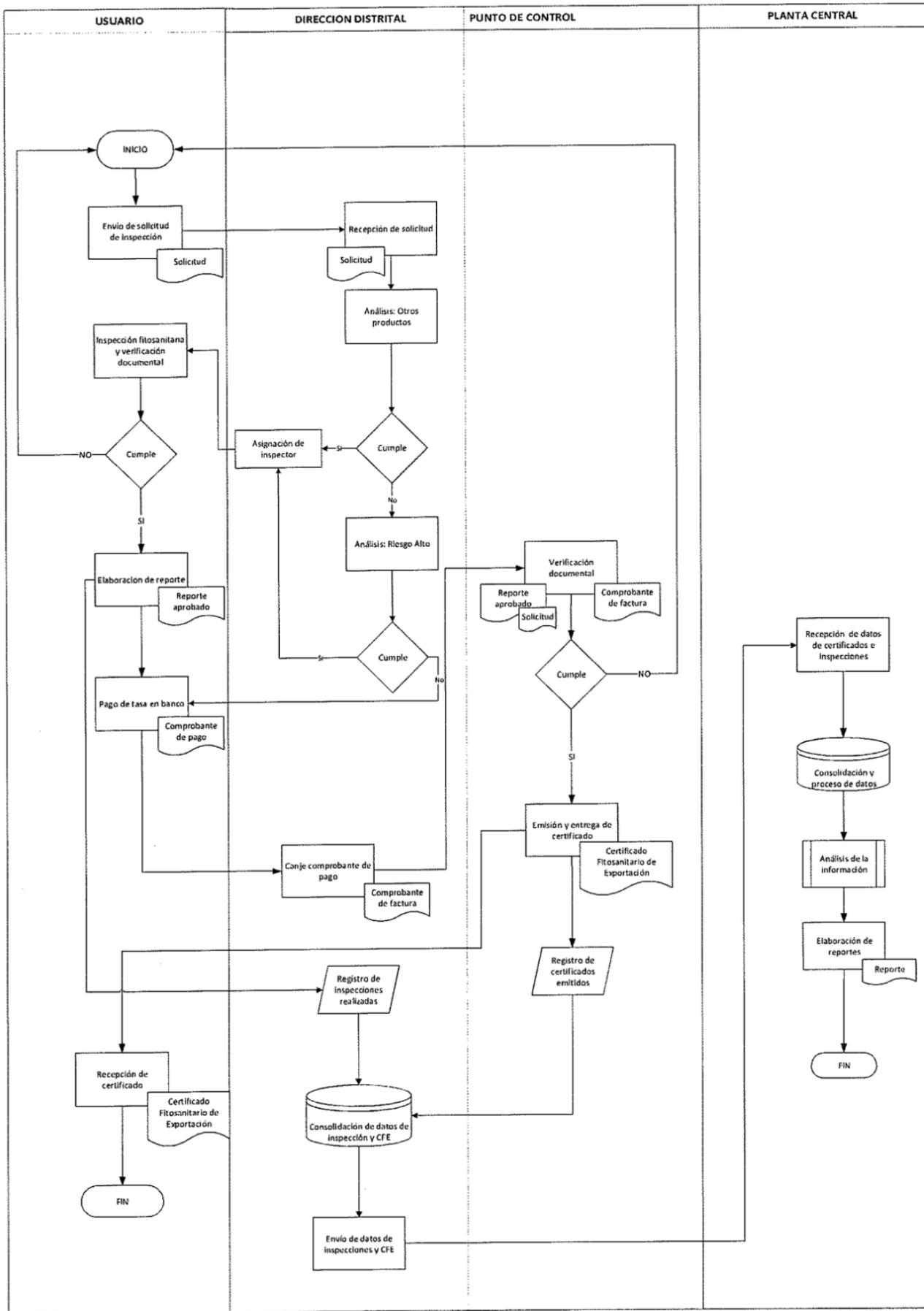


Figura 6. Flujograma del Pasaporte Fitosanitario en Ecuador [13]

7.8. NORMA NIMF 12

En la Figura 7 se muestra el Diagrama para la categorización de un producto dependiendo del riesgo de plagas que tiene, donde el proceso a realizarse en este proyecto se encuentra dentro de la categoría 4 debido a que el arbusto mantiene su capacidad de ser infestado una vez que el proceso de poda ha terminado [14], categorizando el proceso como se muestra en el Anexo A.

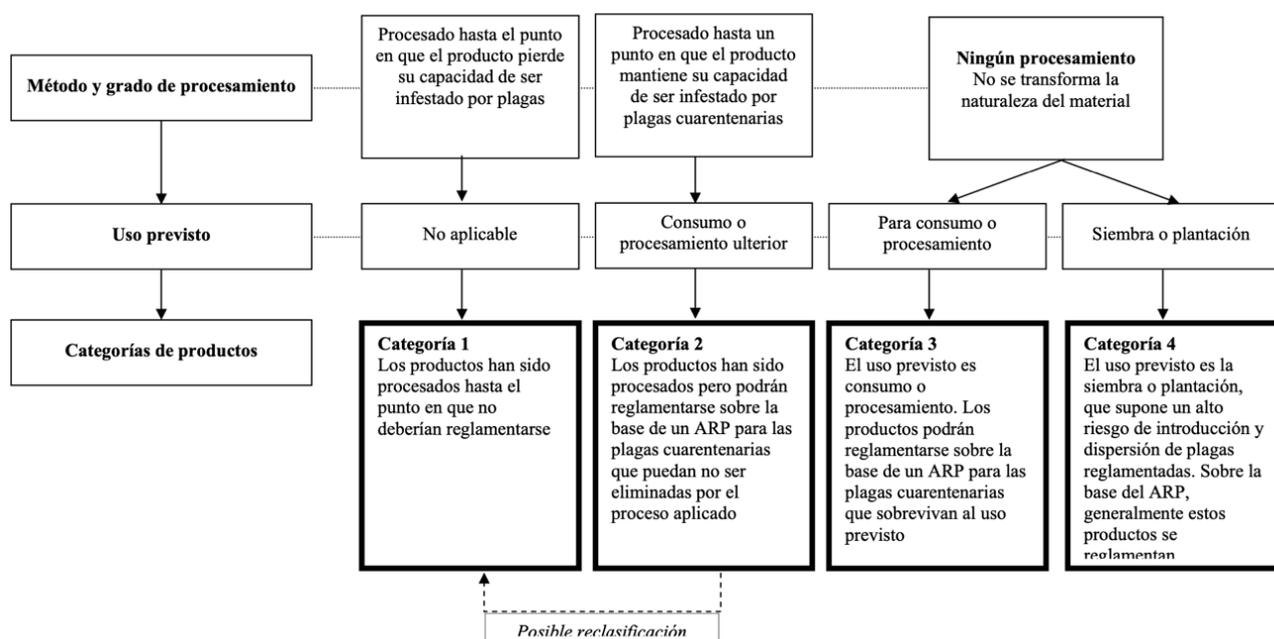


Figura 7. Diagrama Categorización por Riesgo de Plaga [14]

7.9. Matriz de Residuos Ponderados

La matriz de residuos ponderados permite determinar cuál de las alternativas generadas en la matriz morfológica es la óptima para basar el diseño del sistema, esta selección se la realiza mediante criterios específicos de evaluación. En la Tabla 10 se presentan los resultados de los 5 criterios de ponderación para comparar entre 4 alternativas asignándolas como se muestra en la Tabla 8. Como resultado la Alternativa 1 con un valor de 0.295 es la mejor opción para basar el diseño del sistema debido a que tomando en cuenta los criterios de movilidad, precisión, tamaño, seguridad y peso. La alternativa 1 es la que más se adapta a las ideas sugeridas por el usuario para el bosquejo del proyecto. En la Tabla 9 se indica el significado de las letras asignadas a los criterios de ponderación.

Tabla 8. Alternativas para el Análisis

ALTERNATIVA	NOMBRE
1	EZGlobe/ConeTrimmer [2]
2	Lommers CrownMower [3]
3	Orlandi TrimmingMachine RAP10[4]
4	Orlandi TrimmingMachine RAP205[5]

Tabla 9. Asignación de Letras de los Criterios de Ponderación

ASIGNACIÓN	CRITERIOS
A	Movilidad
B	Precisión
C	Selección Tamaño
D	Seguridad
E	Peso

Tabla 10. Análisis de alternativas

	A	B	C	D	E	$\sum +1$	Prioridad
Alternativa 1	0.093	0.030	0.035	0.047	0.090	0.295	1
Alternativa 2	0.027	0.070	0.015	0.020	0.030	0.162	4
Alternativa 3	0.080	0.070	0.015	0.020	0.075	0.260	3
Alternativa 4	0.067	0.030	0.035	0.047	0.105	0.283	2

8. BOSQUEJO DEL PROTOTIPO

Para el diseño del lommer, se deben tomar en cuenta distintos aspectos importantes para su altura: la mesa de control y empuje debe estar a 90 cm del suelo aproximadamente según [15], el diámetro máximo de corte de un arbusto es de 80 cm y la altura del tallo es de 10 cm. La altura del sistema puede variar 30 cm por lo cual el sistema tendrá una altura de 140 cm. En la mesa de control se utiliza un tablero MDP RH Novopan que cumpla con la norma EN-321.MDP. El tablero deberá ser fresado para poder colocar los elementos en su lugar y a su vez este tablero debe soportar las condiciones climáticas a las que sea expuesto como se muestra en la Figura 8. El sistema permite que la cuchilla de corte gire de tal manera que los corta setos roten para así podar el arbusto que se desee. La alternativa que se proponer consiste, en una estructura móvil que en su centro tiene un sistema que dependiendo de su diámetro junto con las cortadoras de setos dará forma al arbusto. Esta

estructura rota debido a un motor colocado en la parte superior de la viga superior donde se encuentra instalado un sistema de elevación hidráulico para variar la altura del lommer dependiendo del arbusto que se vaya a podar, el sistema es controlado desde un HMI, a su vez se tiene una mesa de control donde se encuentran los elementos de control y la base para empujar el lommer.



Figura 8. Lommer en campo

8.1. Elementos principales del sistema

En la Figura 9, Figura 10 y Figura 11 se muestra los elementos principales que componen el sistema lommer industrial para podar arbustos buxus y taxus en forma esférica siguiendo los estándares del pasaporte fitosanitario.

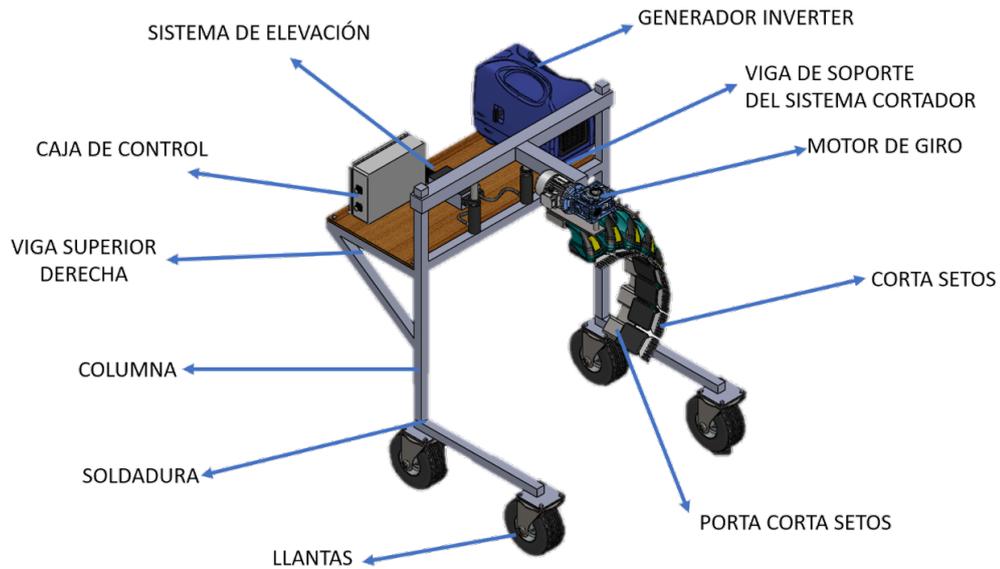


Figura 9. Componentes principales del lommer

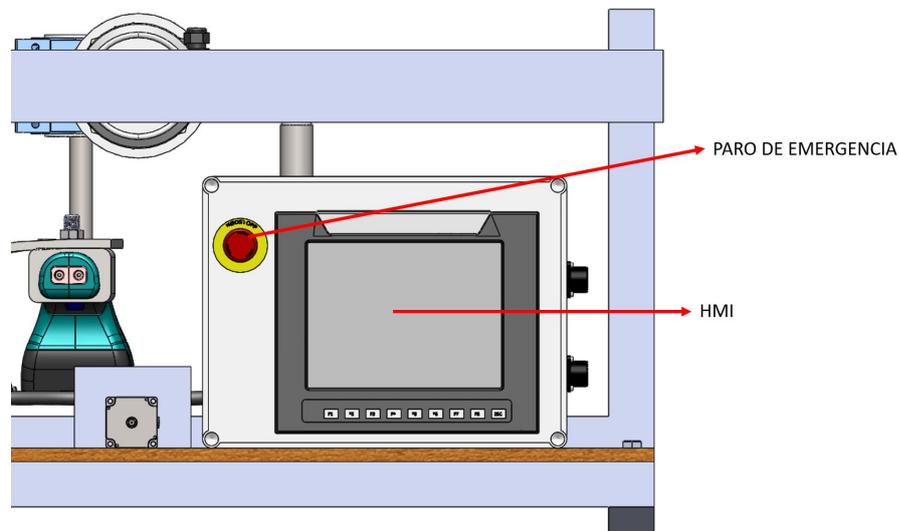


Figura 10. Caja de control vista externa

9. DISEÑO MECÁNICO DEL PROTOTIPO

Una vez realizado el análisis en la matriz de residuos ponderados se diseña la estructura principal del lommer mediante cálculos matemáticos para obtener los elementos mecánicos que componen el sistema. En la Figura 12 se presenta los elementos principales a ser diseñados debido a que estos son los que soportan mayor carga para luego estandarizar la estructura, en todo el sistema se va a considerar un factor de seguridad en carga de 2,5 debido a que el sistema soportará la carga de los elementos y cargas adicionales del usuario que son indeterminadas.

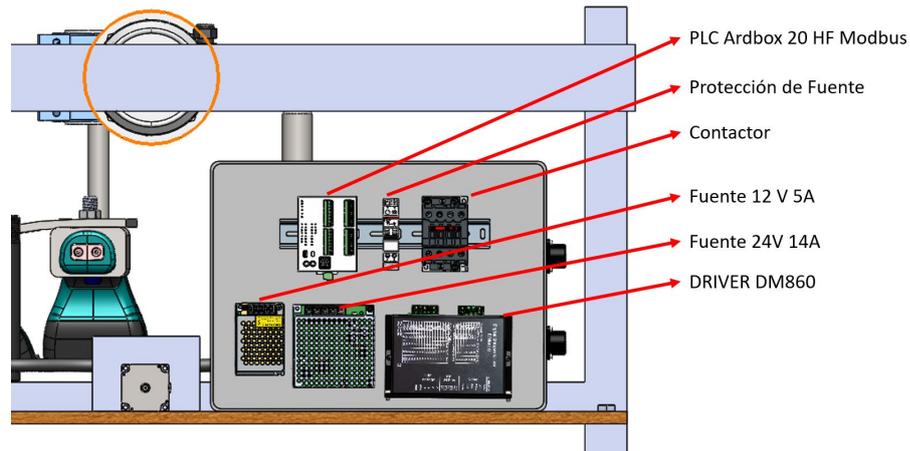


Figura 11. Caja de control vista internamente

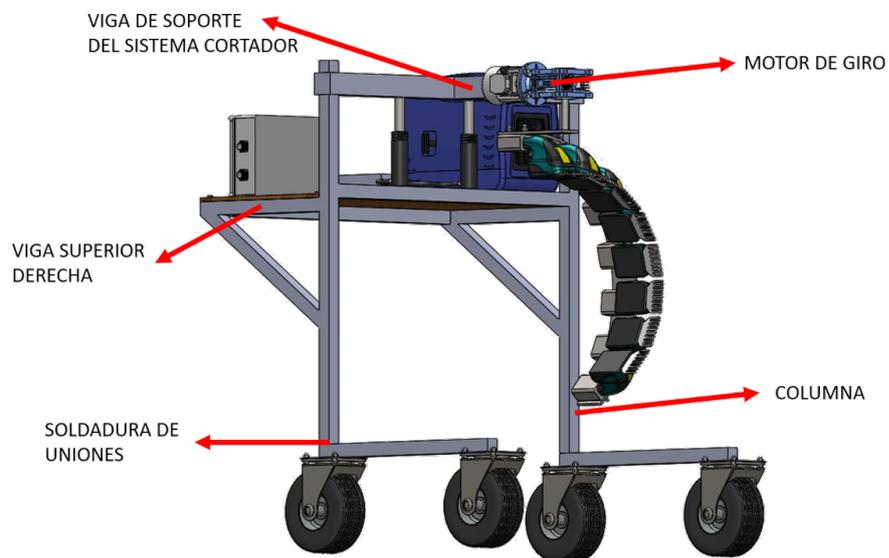


Figura 12. Bosquejo de alternativa seleccionada

9.1. Dimensionamiento de la Viga Superior Izquierda y Derecha

Se busca una viga que soporte el empuje de un humano que según [16] es de 12 Kgf considerado como F_1 al multiplicarlo por la gravedad y a su vez un generador inverter encargado de la generación de la energía necesaria para alimentar el sistema el cual tiene un peso de 32 kg considerado como F_2 al multiplicarlo por la gravedad. Para lo cual se realiza el siguiente diagrama de cuerpo libre como se muestra en la Figura 13.

Donde realizando el sumatorio de fuerzas y momentos se encuentra que:

$$RxA = 902,52 \text{ N}$$

$$MA = 306,07 \text{ Nm}$$

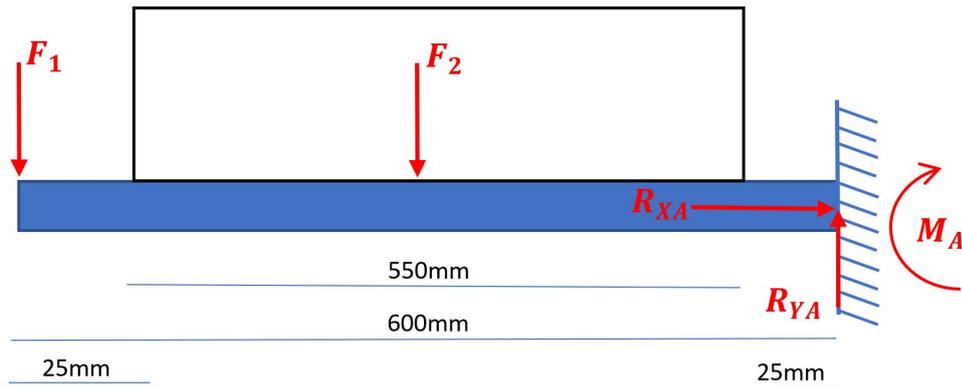


Figura 13. Diagrama de cuerpo libre de la viga superior

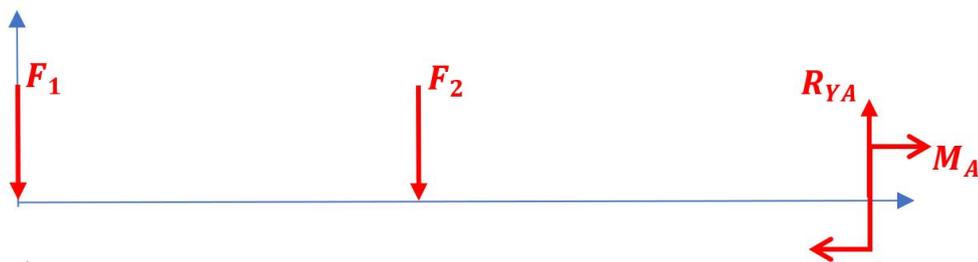


Figura 14. DCL de las fuerzas sobre la viga superior

Se conoce que el acero a utilizarse es un acero estructural ASTM A36, el cual tiene un $S_y = 246 \text{ MPa}$, obteniendo el momento se aplica estos valor en la ecuación (1) y (2).

$$\sigma = \frac{MC}{I} \quad (1)$$

Donde

σ esfuerzo, en Pa;

M Momento, en Nm;

C Distancia del centroide al punto de análisis, en m.

I Momento de Inercia, en m^4 ;

$$W = \frac{I}{C} \quad (2)$$

Donde

W Módulo de resistencia de la sección, en cm^3 ;

I Momento de Inercia, en cm^4 ;

C Distancia del centroide al punto de análisis, en m.

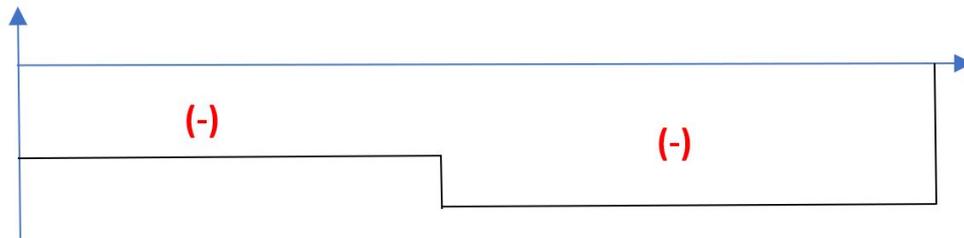


Figura 15. DCL de Cortantes sobre la viga superior

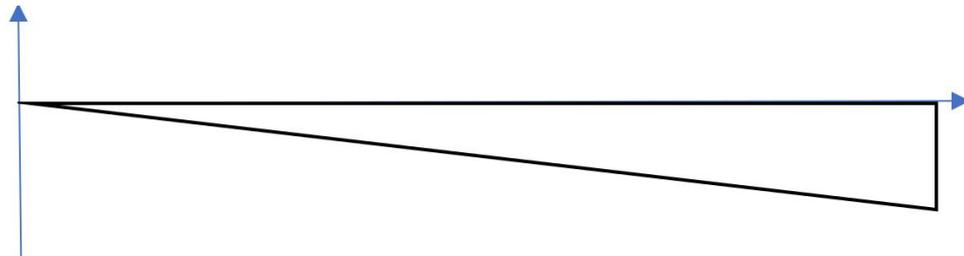


Figura 16. DCL de Momentos sobre la viga de apoyo

reemplazando (1) en (2) se obtiene:

$$W = \frac{nM}{S_y}$$

$$W = 2 \text{ cm}^3$$

Una vez calculados los valores anteriores con las ecuaciones de [17] se realiza el análisis por rigidez donde se va a considerar que la viga es un elemento de máquina con precisión moderada el cual debe cumplir con la ecuación (3) para obtener el máximo de deformación admisible.

$$Y_{maxadm} = \frac{l}{2000} \quad (3)$$

Donde

l longitud de la viga, en mm.

Y máxima deformación permitida, en mm.

Se debe tomar en consideración para obtener el valor del momento de inercial que se tiene dos fuerzas en la viga una carga en el extremo y una carga intermedia donde rigen las ecuaciones que se muestran en el Anexo B y Anexo C.

$$Y_{adm} = \frac{F_1 l^3}{3EI} + \frac{F_2 a^3}{6EI} \times (a - 3l) \quad (4)$$

Donde

E modulo de Young, en GPa.

l longitud de la viga, en mm.

Y máxima deformación permitida, en mm.

a distancia desde el extremo al punto de fuerza, en mm.

$$I = 5,29 \text{ cm}^4$$

Con estos datos se selecciona la viga a utilizarse en la estructura como apoyo, del Anexo D se selecciona un tubo estructural cuadrado con dimensiones 40 mm \times 40 mm con espesor 1,5 mm cuya inercia es de 5,48 cm⁴. Una vez obtenidos los resultados se simula la viga en el software Solidworks[®] Student Edition 2019 para realizar una análisis mediante elementos finitos y ver cómo se comporta el material. Como se muestra en la Figura 17 el desplazamiento máximo de la viga es de 0,026 mm y en la Figura 18 el esfuerzo máximo es de 3,86x10⁸ N/m² mientras que en cálculos se encontró que el valor del esfuerzo máximo es de 3,54x10⁸ N/m² dando un error del 8 % entre lo calculado y lo simulado.

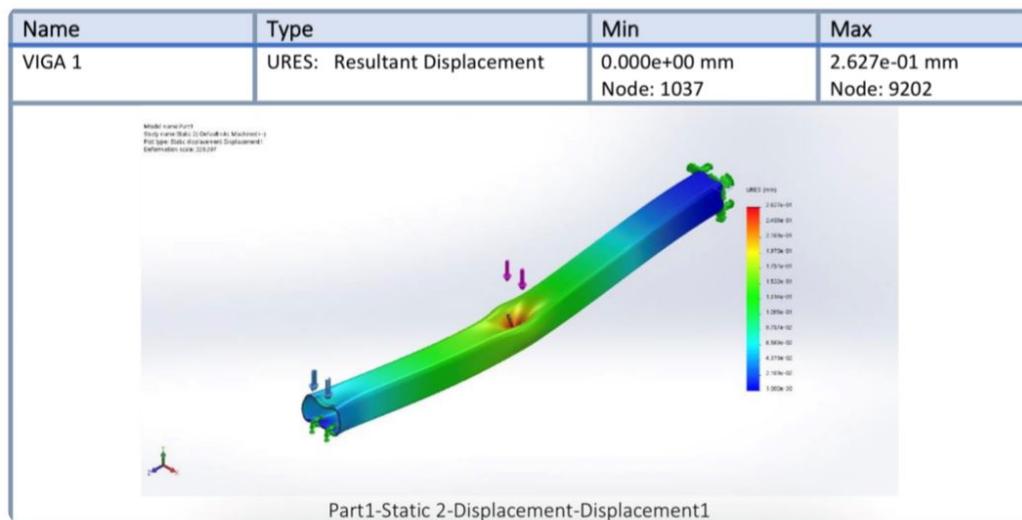


Figura 17. Tabla desplazamientos

9.2. Dimensionamiento de la Viga de Soporte del Sistema Cortador

Se necesita dimensionar una viga que soporte la estructura de corte que tiene un peso aproximado de 30 kg según la simulación con materiales del sistema en el software Solidworks[®] Student Edition 2019 y a su vez puede cargar un máximo de 8 corta setos

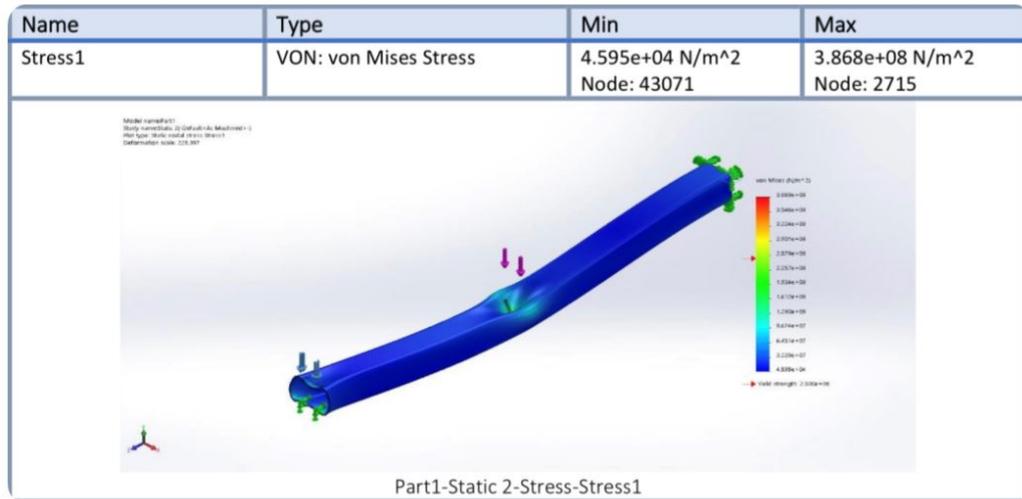


Figura 18. Esfuerzos en la viga

de 1,4 kg cada uno. Para lo cual se realiza el siguiente diagrama de cuerpo libre como se muestra en la Figura 19.

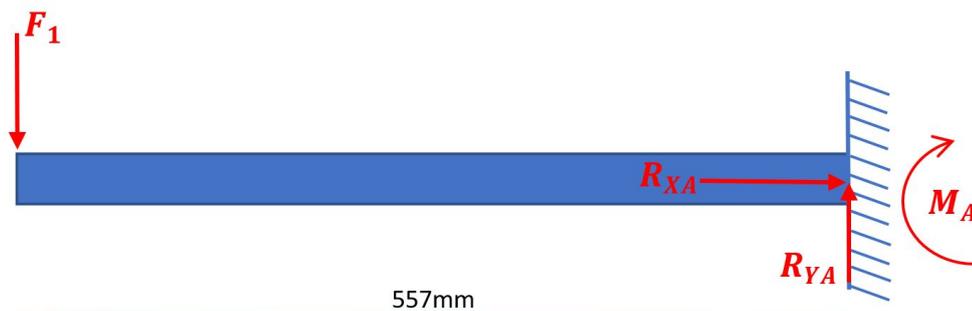


Figura 19. DCL Viga de Soporte

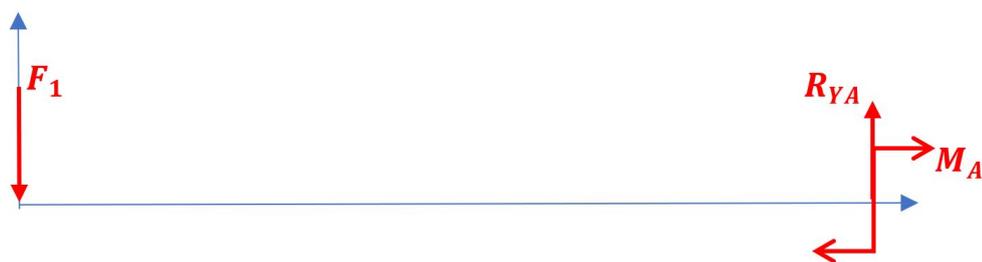


Figura 20. DCL de las Fuerzas sobre la Viga de Superior

Donde realizando el sumatorio de fuerzas y momentos se encuentra que:

$$R_{xA} = 880,287 \text{ N}$$

$$M_A = 490,32 \text{ Nm}$$

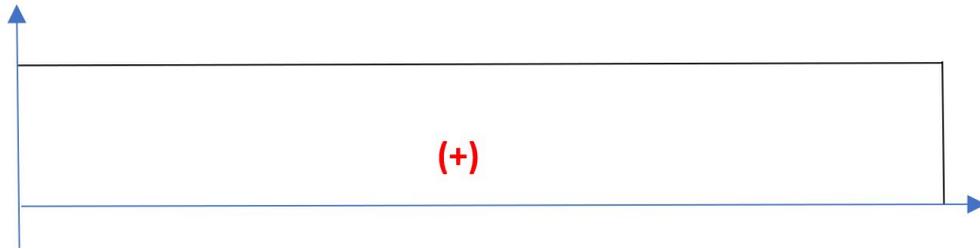


Figura 21. DCL de Momentos sobre la viga de Superior

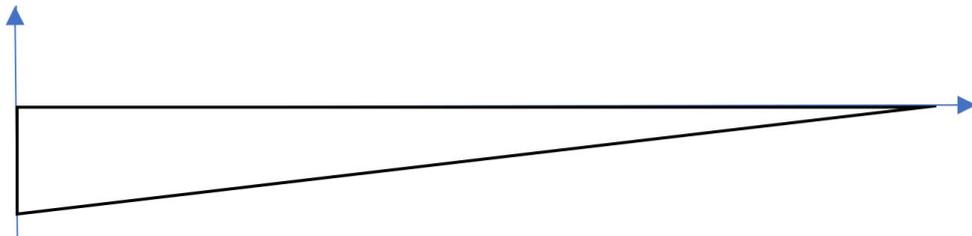


Figura 22. DCL de Cortantes sobre la Viga Superior

reemplazando (1) en (2) se obtiene:

$$W = \frac{nM}{S_y}$$

$$W = 5 \text{ cm}^3$$

Una vez calculados los valores anteriores, se realiza el análisis por rigidez donde se va a considerar que la viga es un elemento de máquina con precisión moderada. El cual debe cumplir con la ecuación (3), para obtener el máximo de deformación admisible y considerar las ecuaciones que rigen el sistema para encontrar su deformación máxima como se muestra en el Anexo B para determinar la ecuación (5).

$$Y_{max} = \frac{-Fl^3}{3EI} \quad (5)$$

$$I = 10 \text{ cm}^4$$

Con estos datos se selecciona la viga a utilizarse en la estructura como apoyo. Del Anexo D se selecciona un tubo estructural cuadrado con dimensiones 40 mm × 40 mm con espesor 3 mm cuya inercia es de 10,20 cm⁴. Una vez obtenidos los resultados se simula la viga en el software Solidworks[®] Student Edition 2019 para realizar un análisis mediante elementos finitos y ver cómo se comporta el material según se muestra en la Figura 24. El desplazamiento máximo de la viga es de 0,26 mm y en la Figura 23 el esfuerzo máximo es de 9,27x10⁷ N/m², mientras que en cálculos se encontró que el valor del esfuerzo máximo

es de $9,80 \times 10^7 \text{ N/m}^2$, dando un error del 6 % entre lo calculado y lo simulado.

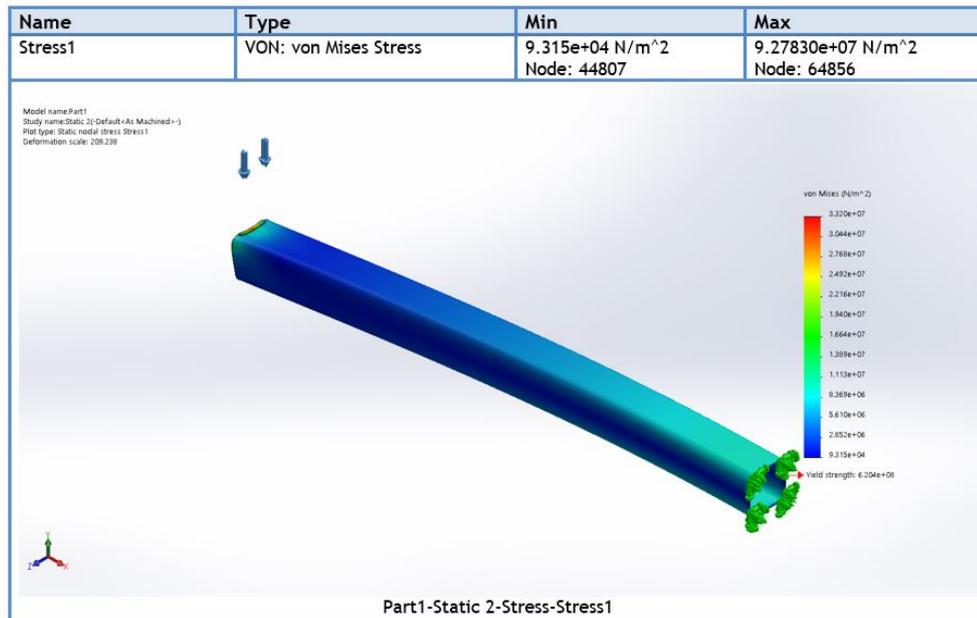


Figura 23. Esfuerzos en la Viga 2

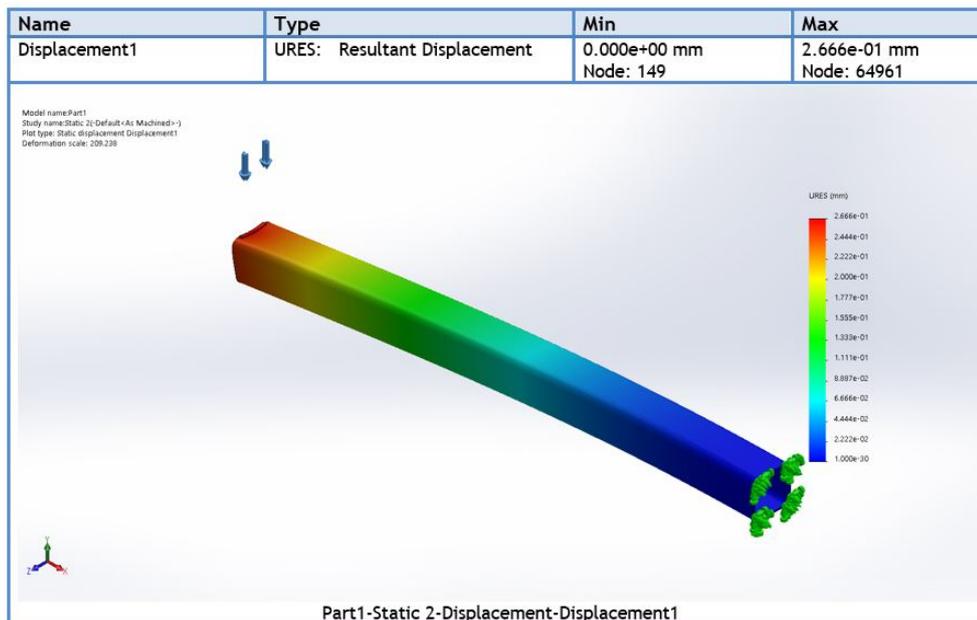


Figura 24. Tabla de Desplazamientos en la Viga 2

9.3. Dimensionamiento de la columna

En la selección de vigas se determinó el perfil a utilizar de 50 x 50 x 3 mm y por el tamaño de la estructura se tiene una altura de 1400 mm. Con estos datos se dimensiona la columna en función de las cargas que se conocen. En el Anexo E, se pueden visualizar el

factor de fijación para las columnas, considerando que se tiene un extremo fijo y el otro se encuentra libre como en [17].

Se calcula la longitud efectiva (6)

$$L_E = K \times L \quad (6)$$

Donde

L_E Longitud efectiva, en mm;

K Factor de fijación;

L Longitud de la viga, en mm ;

$$L_E = 2,10 \times 1400$$

$$L_E = 2940\text{mm}$$

luego se calcula el radio mínimo mediante la ecuación (7) conociendo la sección transversal del perfil.

$$r = \sqrt{\frac{I}{A_1}} \quad (7)$$

Donde

r radio mínimo de giro, en mm;

I Inercia de la sección transversal, en mm^4 ;

A_1 Área de la sección transversal, en mm^2 ;

$$I = \frac{50^4 - 47^4}{12} = 114193 \text{ mm}^4$$

$$A_1 = 50^2 - 47^2 = 291 \text{ mm}^2 = 2,91 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$r = \sqrt{\frac{114193}{291}} = 19,81 \text{ mm} = 0,1981 \text{ cm}$$

Con la ecuación (8) se calcula la relación de esbeltez máxima.

$$SR = \frac{L_E}{r} \quad (8)$$

$$SR = \frac{2940}{19,81} = 148,41$$

Con la ecuación (9) se calcula la constante de la columna C_C , conociendo el módulo de elasticidad del acero E y la resistencia a la fluencia S_y

$$C_C = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}} \quad (9)$$

$$C_C = \sqrt{\frac{2\pi^2 \times 200 \times 10^9 \text{ Pa}}{245 \times 10^6 \text{ Pa}}} = 126,99$$

Debido a que $SR > C_C$ la columna se la considera como larga y por ende se debe utilizar la fórmula de Euler (11) para su carga permisible .

$$A_2 = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (10)$$

$$A_2 = \frac{\pi \times (39,62)^2}{4}$$

$$A_2 = 1232,87 \text{ mm}^2$$

$$P_{CR} = \frac{\pi^2 \times E \times A_2}{(SR)^2} \quad (11)$$

$$P_{CR} = \frac{\pi^2 \times 200 \times 10^9 \times 12,3287^{-6}}{(148,41)^2}$$

$$P_{CR} = 163977 \text{ N}$$

Se emplea un factor de diseño $N = 3$, donde se obtiene que la carga permisible P_A es:

$$P_A = \frac{P_{CR}}{N} = \frac{163977}{3} = 54659 \text{ N}$$

9.4. Dimensionamiento de la Soldadura General

Para dimensionar la soldadura se utilizar los esfuerzos del elemento más crítico de la estructura para estandarizar un solo electrodo y patrón de suelda en todo el sistema y sus parte en donde se considera que el cordón de suelda va a ser en la parte superior e inferior del perfil como se muestra en la Figura 25 y también se conoce la resistencia de los electrodos en la Tabla 11.

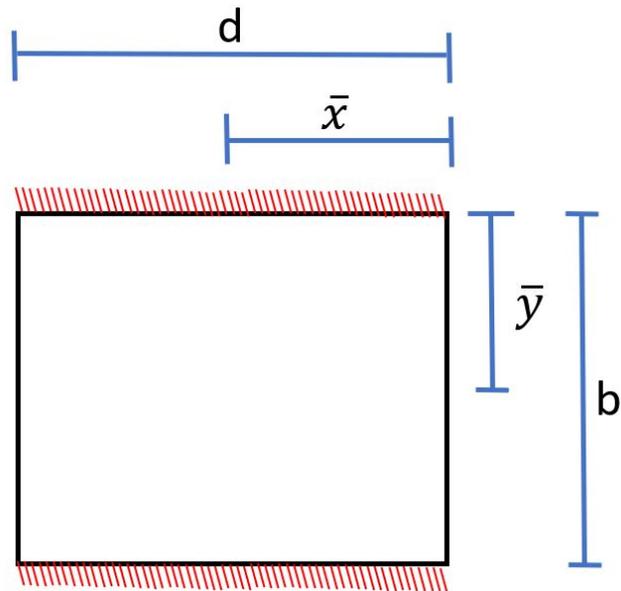


Figura 25. Camino de la soldadura

Tabla 11. Resistencia de Electroodos

Número de electrodo AWS	Resistencia Última Kpsi-MPa	Resistencia de fluencia Kpsi-MPa	Elongación
E60XX	62 (427)	50 (345)	17-25
E70XX	70 (428)	57(393)	22
E80XX	80 (551)	67 (462)	19
E90XX	90 (620)	77 (531)	14-17
E100XX	100 (689)	87 (600)	13-16
E120XX	120 (827)	107 (737)	14

Se calcula el área de la soldadura A_s con la ecuación (12), el segundo momento polar unitario del área con la ecuación (13) y el momento se lo calcula con la ecuación (14) de [17].

$$A_s = l, 41 \times h \times d \quad (12)$$

Donde

h altura de la suelda, en m.

d distancia de la suelda, en m.

$$J_u = \frac{d(3b^2 + d^2)}{6} \quad (13)$$

Donde

b altura del rectángulo, en m;

d ancho del rectángulo, en m;

J_u momento de inercia polar unitaria, en m^3 .

$$J = 0,707 \times h \times J_u \quad (14)$$

Donde

J momento de inercia, en m^4 .

$$A = 0,000338 \text{ m}^2$$

$$J_u = 0,000043 \text{ m}^3$$

$$J = 1,80992 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$\tau' = 1,195 \text{ MPa}$$

$$\tau'' = 171005 \text{ Pa}$$

$$\tau A = 1,20 \text{ MPa}$$

Con esto se concluye que, se puede utilizar para la suelda de todos los componentes de la estructura el electrodo E6011 como se muestra en la Figura 26 (capturada del software Solidworks[®] Student Edition 2019). Toda la estructura principal tiene soldadura en la unión de sus componentes, considerando cartelas en las uniones como se muestra en la Figura 27 (capturada del software Solidworks[®] Student Edition 2019).



Figura 26. Chasis del Sistema

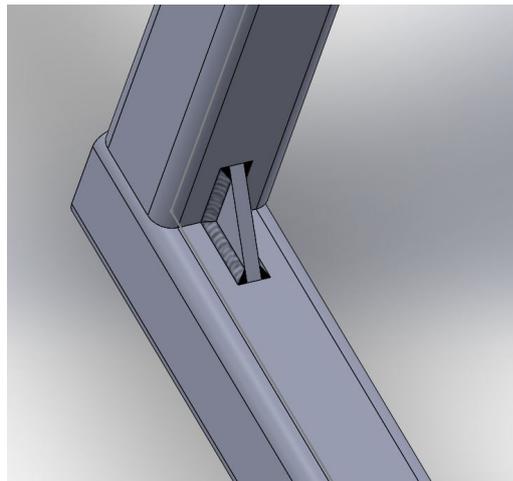


Figura 27. Soldadura En Cartela

9.5. Selección de Cortasetos

Para la selección del cortasetos se utilizan los datos del arbusto Buxus debido a que este es el arbusto con mayor dureza de Janka como se muestra en la Tabla 6, El cortasetos elegido es el Cortasetos Bosch 0600833300 [18] como se muestra Figura 28 y sus características técnicas en la Tabla 12.



Figura 28. Cortasetos Bosch 0600833300 [18]

Tabla 12. Características Cortasetos Bosch 0600833300 [18]

Voltaje de Carga	110 V
Voltaje de Batería	12 V
Potencia	10,8 W
Peso	720 gr
Velocidad de Ralentí	1000 U/min
Fuerza de Corte	20 N
Batería	Litio-Ion

9.6. Dimensionamiento del motor de giro para el sistema podador

Para calcular el torque necesario del motor se utilizan los datos de la Tabla 6. Debido a que el arbusto Buxus es el arbusto con mayor Dureza de Janka. Por ese motivo, el cálculo se lo realiza para este arbusto con las ecuaciones (15) y (16).

$$T_1 = F \times d \quad (15)$$

Donde

F Fuerza, en N.

d distancia del centro al borde de corte, en m.

$$T_2 = I \times \alpha \quad (16)$$

Donde

I Inercia de la estructura de corte, en $\text{Kg}\cdot\text{cm}^2$.

α aceleración angular, en rad/s^2 .

La inercia de la estructura de corte se obtiene de la simulación en el software Solidworks® Student Edition 2019 que se muestra en la Figura 29.

```

Mass properties of CUCHILLA
Configuration: Default
Coordinate system: -- default --

Mass = 37959.99 grams

Total weld mass = 0.00 grams

Volume = 9307147.84 cubic millimeters

Surface area = 4331293.69 square millimeters

Center of mass: ( millimeters )
X = 95.62
Y = -329.49
Z = 351.61

Principal axes of inertia and principal moments of inertia: ( grams * square millimeters )
Taken at the center of mass.
lx = ( 0.01, 0.90, -0.44)    Px = 748870148.68
ly = ( 0.14, 0.43, 0.89)    Py = 4843066163.82
lz = ( 0.99, -0.07, -0.12)  Pz = 5243724690.71

Moments of inertia: ( grams * square millimeters )
Taken at the center of mass and aligned with the output coordinate system.
Lxx = 5235657514.33    Lxy = 45020097.97    Lxz = 40195596.39
Lyx = 45020097.97    Lyy = 1539722497.96    Lyz = -1618135239.25
Lzx = 40195596.39    Lzy = -1618135239.25    Lzz = 4060280990.92

Moments of inertia: ( grams * square millimeters )
Taken at the output coordinate system.
lxx = 14049614709.20    lxy = -1150887641.74    lxz = 1316393876.87
lyx = -1150887641.74    lyy = 6579713693.72    lyz = -6015826148.21
lzx = 1316393876.87    lzy = -6015826148.21    lzz = 8528345521.57

```

Figura 29. Propiedades Mecánicas Cuchillas de Corte

Se obtiene que:

$$T1 = 51,46 \text{ Kg} * \text{cm}$$

$$T2 = 544,3764 \text{ Kg} * \text{cm}$$

$$T = T1 + T2$$

$$T = 595,8364 \text{ Kg} * \text{cm} = 58,44 \text{ N} * \text{m}$$

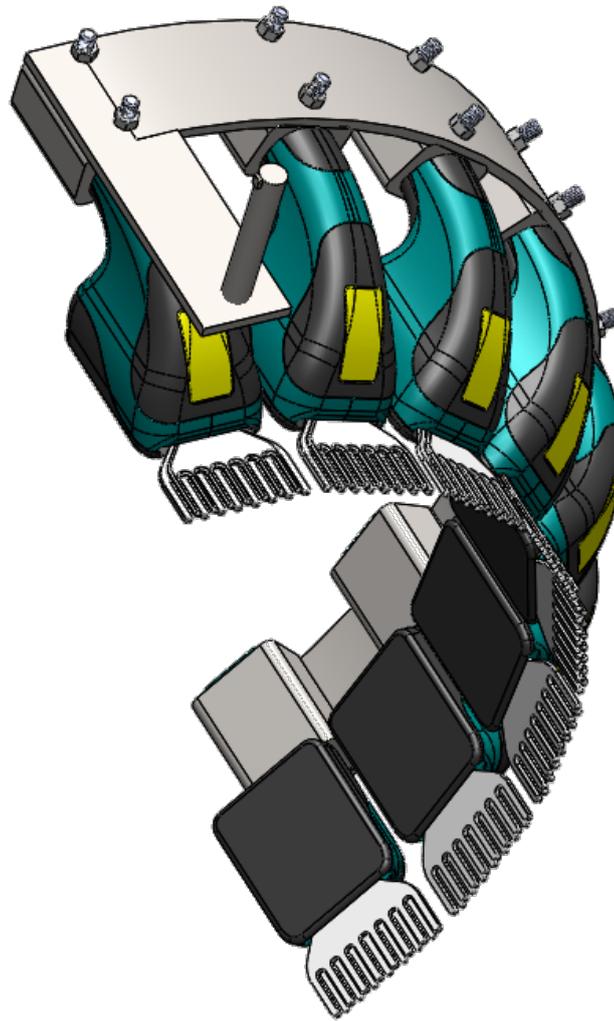


Figura 30. Cuchillas de Corte

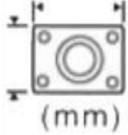
9.7. Selección de llantas para el Sistema

Una vez concluido el diseño de los componentes estructurales y motor del sistema se selecciona el tipo de llantas que se ajusten al sistema, las cuales deben adaptarse al terreno de trabajo. Debido a estas condiciones se busca un tipo de llanta que tenga un labrado profundo para garantizar la tracción del sistema en tierra y lodo, también se busca que las llantas del sistema sean anchas para garantizar la estabilidad del sistema en cualquier condición del suelo. Mediante la simulación en el software Solidworks[®] Student Edition 2019 se estima que el peso del sistema es de 140Kg. Considerando estos aspectos se opta por la llanta DLPO Heavy duty 304ss frame/bracket PU hot wheels pneumatic caster wheel with double brake [19], como se muestra en la Figura 31, sus características se muestran en la Tabla 13



Figura 31. DLPO Heavy duty 304ss [19]

Tabla 13. DLPO Heavy duty 304ss Características [19]

	202
	52
	241
	115*100
	400
MATERIAL LLANTA	Poliuretano
MATERIAL CARCASA	Acero inoxidable

9.8. Estabilidad del sistema

Para garantizar que el sistema no se pueda caer o desestabilizar durante el traslado, operación y proceso de poda. Se debe mantener el centro de masa del lommer cerca de la columna como se muestra en la Figura 32, Figura 33, Figura 34 y Figura 35 (capturadas del

software Solidworks® Student Edition 2019) donde analizando todos los casos en los que la cuchilla puede moverse se observan variaciones en la posición del centro de masa pero este, no debe pasar de la columna hacia la mesa de control por este motivo se conserva una relación de peso de 5 a 1 entre componentes.

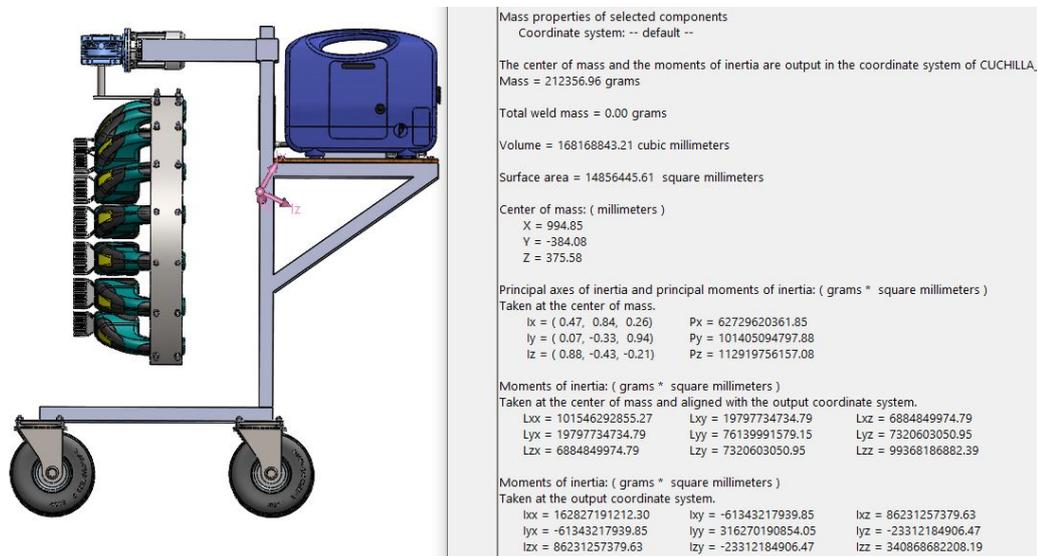


Figura 32. Tabla de centro de masa Lommer

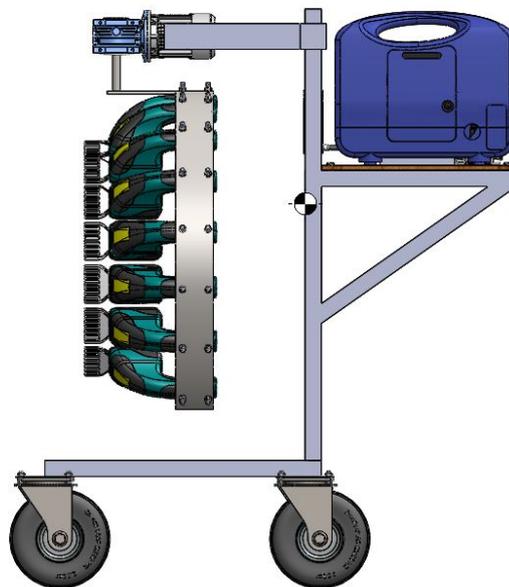


Figura 33. Centro de masa cuchilla giro 90 grados

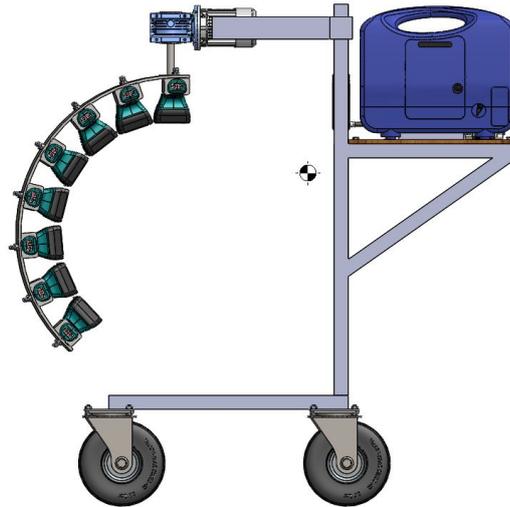


Figura 34. Centro de masa cuchilla giro 180 grados

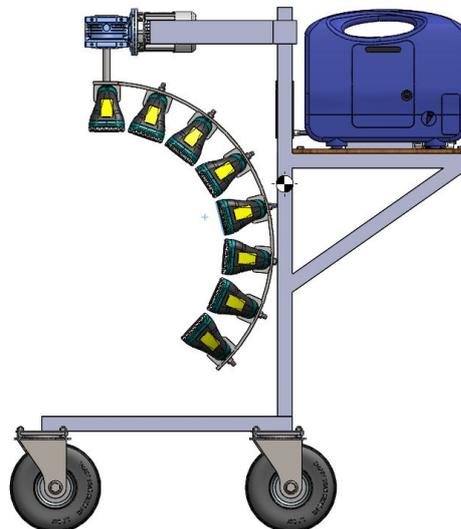


Figura 35. Centro de masa cuchilla giro 0 grados

10. SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELECTRÓNICOS Y DE CONTROL

Una vez concluida la sección de diseño mecánico se selecciona los componentes electrónicos o dispositivos que van a ser controlados desde el PLC.

10.1. Selección del motor de giro para el sistema podador

Una vez conocido que se necesita vencer un torque de $58,44 \text{ N}\cdot\text{m}$ se selecciona un motor que abastezca el torque calculado y que a su vez trabaje con 24V ; el motor elegido es el que se muestra en la Figura 36 y sus características en la Tabla 14 (Anexo D) [20]. Debido a la velocidad del motor con carga, se estima que por cada revolución el sistema podador

tarda 2,4 segundos y para asegurar una poda uniforme el sistema realizará 5 revoluciones; por lo cual con un margen de error en el tiempo por revolución del 25 % el sistema podador termina una operación de poda en 14 segundos.

Tabla 14. Características Motor NMRV50 + 90ZYT [20]

Voltaje de Trabajo	24 V
Potencia	315 W
Radio de Reducción	100
Velocidad con Carga	25 RPM
Torque	62.5 N*m
Tolerancia Acople	ISO preve 18 IT-10



Figura 36. Motor NMRV50 + 90ZYT [20]

10.2. Sistema de elevación hidráulica

Conociendo que el peso del sistema de podado es de 50 kg como se muestra en la Figura 29. Se selecciona un sistema de elevación hidráulica que soporte este peso más el factor de seguridad de diseño que es mínimo de 2; el sistema de elevación elegido es el que se muestra en la Figura 37 y en la Figura 38 se muestra su composición interna detallada en [21].

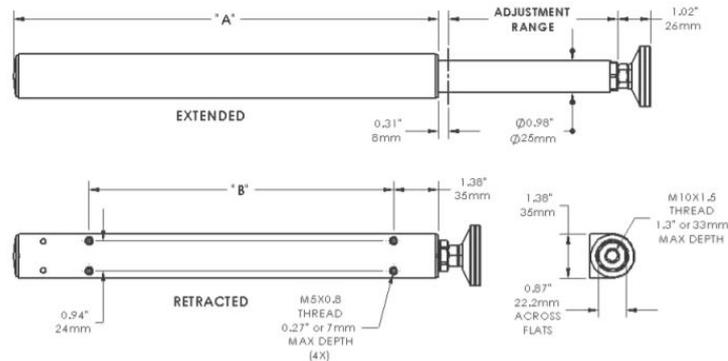


Figura 37. Sistema de Elevación SUSPA pistón [21]

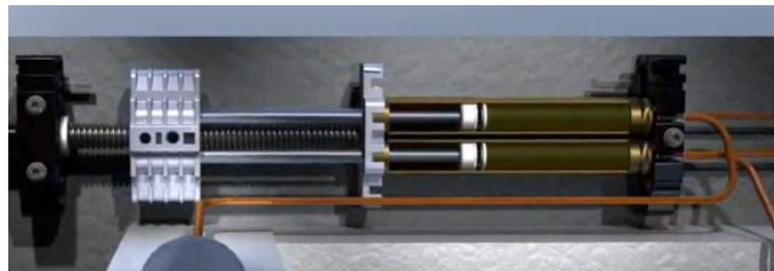


Figura 38. Sistema Hidráulico SUSPA [21]

10.3. Encoder incremental magnético

Conociendo el funcionamiento del sistema giratorio y de elevación se procede a utilizar un encoder incremental magnético, para poder medir su funcionamiento una vez implementados; utilizando un encoder incremental angular tipo anillo PMIRx [22] como se muestra en la Figura 39, el cual envía un pulso por cada grado rotado para el movimiento del sistema giratorio y un encoder incremental magnético PMIS3 [22] como se muestra Figura 40, el cual envía un pulso por cada milímetro que el sistema de elevación avance.



Figura 39. encoder magnético incremental tipo arandela [22]



Figura 40. encoder magnético por cinta [22]

10.4. Diagrama de Control y Alimentación

En la Figura 41 se muestra el diagrama de Bloques del sistema en el cual se observa la relación entre los componentes en cuanto a recepción y envío de datos, también los voltajes de trabajo de cada uno de los bloques.

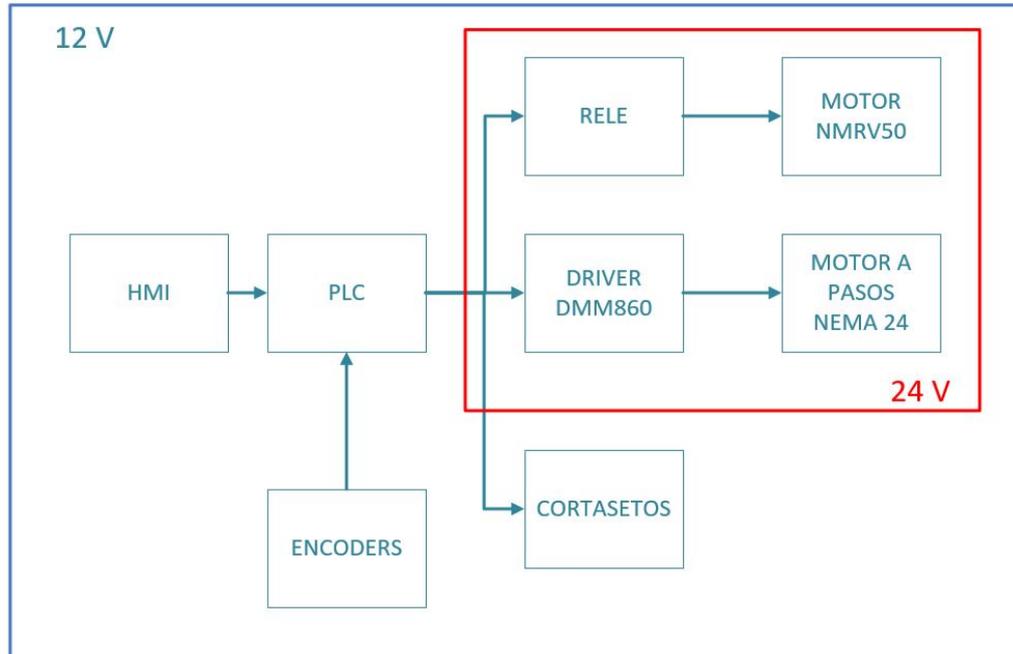


Figura 41. Diagrama de Control y Voltajes

10.5. Controlador para motor a pasos

Para controlar el motor Nema del sistema de elevación es necesario utilizar un driver para su correcto funcionamiento, el driver seleccionado es un DM860 ya que es compatible con el PLC seleccionado; además trabaja con un voltaje de 24 Vdc hasta 80 Vdc y sirve para motores desde 2 A hasta 7 A. En la Figura 42 se presenta el driver seleccionado, más detalles de este driver se encuentran en [23].



Figura 42. Driver DM860 [23]

10.6. Protección de la fuente

La protección de estos elementos se la realiza con un interruptor termo magnético el cual protege contra cortocircuitos y sobrecargas. Para proteger los elementos de control para el motor se utiliza un interruptor SICA782215 el cual protege corrientes superiores a 14 A, considerando que la fuente tiene un límite de intensidad de corriente de 15 A. En la Figura 43 se presenta el interruptor termo magnético seleccionado para la protección de la fuente y elementos de control del sistema [24].



Figura 43. Interruptor termomagnético SICA [24]

10.7. Fuente de alimentación de 24 Vdc

La fuente de alimentación se encarga de brindar el voltaje y corriente necesarios para el funcionamiento del motor de giro para la poda que consume 14 A de corriente y funciona con 24 Vdc con una potencia de 315 W. Tomando en cuenta la corriente y el voltaje necesario para el motor se decide implementar una fuente ALM314 [25], la cual se presenta en la Figura 44 y tiene como características las que se muestran en la Tabla 15.



Figura 44. Fuente ALM314 [25]

Tabla 15. Características Fuente Sitop PSU100S

Descripción	Características
Alimentación	110/220 Vac
Tensión nominal	24 Vdc
Intensidad nominal	15 A

10.8. Selección de módulo de control

Para el sistema de control se utiliza un controlador lógico programable PLC Arduino ARDBOX 20 I/Os Analog HF Modbus [26], el módulo se presenta en la Figura 45. Este tipo

de controlador lógico programable es ideal para soluciones de gama baja de automatización, sus características se presentan en la Tabla 16. Lo que lo hace una solución perfecta para el control de una amplia variedad de aplicaciones en el sector industrial.



Figura 45. PLC Arduino ARDBOX 20 I/Os Analog HF Modbus [26]

Tabla 16. Características Principales del PLC

Descripción	Características
Digitales I/O	10 entradas / 10 salidas
Analógicas	8 entradas
Digitales	2 entradas
Alimentación	12-24 Vdc

10.9. Interfaz Humano Máquina (HMI)

El HMI crea una manera de comunicación entre el usuario y el control del sistema. Se selecciona una pantalla HMI de marca ComfileHMI modelo CHC-070WR la cual es compatible con el PLC seleccionado. Este modelo de HMI es de uso en exteriores, a prueba de agua y tiene una pantalla de 7" [27], la cual es adecuada para visualizar el sistema a controlar y los comandos de selección para rotación y regulación de altura. En la Figura 46 se presenta el HMI seleccionado.

Las características principales del panel ComfileHMI CHC-070WR se presentan en la Tabla 17.



Figura 46. ComfileHMI CHC-070WR [27]

Tabla 17. Características HMI [27]

Descripción	Características
Alimentación	12-24 VDC
Comunicación	RS485 Ethernet
Resolución	800 x 480
Pantalla	7"

El HMI incluye el software ConfileHMI Editor V3.11 en el cual se diseña la interface entre el usuario y el sistema como se indica en la Figura 47, el cual consta de 4 Botones donde en la sección de regulación de altura se encuentran dos botones con los cuales se puede regular la altura del sistema, en la barra lateral de la sección de regulación se muestra el porcentaje de elevación de altura del sistema, en la sección de giro se muestra una luz indicadora de giro y un botón para accionar el proceso de poda de un arbusto, a su vez en el costado de la sección de giro se muestra una barra de progreso la cual muestra el porcentaje de la operación que se esta realizando. Una vez que el botón de giro se acciona cambia el color de la luz indicadora para inhabilitar los botones de regulación de altura y también en el centro del HMI se puede observar el paro de emergencia que inhabilita los otros botones y detiene cualquier proceso.

10.10. Algoritmo General de Programación

En la Figura 48 se muestra el algoritmo de programación que sigue el sistema considerando que cada acción que realice debe terminarla antes de comenzar la siguiente y no puede realizar dos acciones a la vez respondiendo siempre a los comandos del usuario.



Figura 47. Interfaz Usuario-Sistema

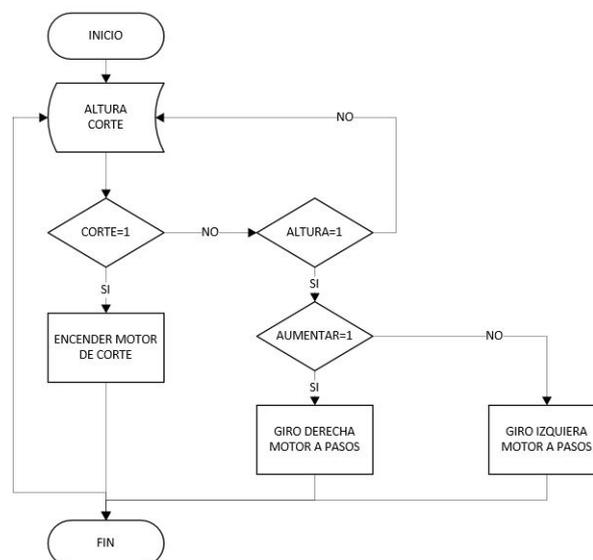


Figura 48. Algoritmo de Programación

Conclusiones

- El lommer tiene la capacidad de podar un arbusto buxus o taxus en 15 segundos debido a las capacidades del motor seleccionado lo cual garantiza el cumplimiento del tiempo planteado al inicio del proyecto.
- Una de las más importantes ventajas del sistema es su capacidad de adaptarse a distintas formas y de utilizar cortasetos para su funcionamiento de poda lo cual lo hace único en el mercado, creando así un sistema con distintas opciones de trabajo que a su vez puede ser reparado con elementos de fácil adquisición.
- La altura del lommer puede variar hasta 30 cm para poder adaptarse a distintos am-

bientes ya sea podando en un campo o podando sobre una maceta.

- Todas las uniones de la estructura principal del sistema son soldadas con un electrodo E6011 para estandarizar las uniones entre los componentes estructurales del sistema, ya que en el elemento mas crítico la suelda con este electrodo tiene un factor de seguridad de 2.
- Los elementos seleccionados para este sistema permiten trabajar en terreno seco como también en lodo o distintos tipos de terreno en donde el sistema soporta hasta 500 kg con un freno manual para el momento de detener el sistema.
- El diseño por rigidez de la estructura garantiza la funcionalidad y rigidez de la máquina, con una deflexión máxima de 0,03mm en la estructura principal del sistema considerando un elemento de máquina con precisión moderada en cada uno de sus elementos.
- El análisis del centro de masa en el sistema permite garantizar su estabilidad en distintos terrenos y condiciones. Es importante conocer el centro de masa del sistema ya que en este punto se encuentran la fuerza del pesos del sistema en general, cuando se empuje el sistema el centro de masa del mismo se mueve como si fuera una masa puntal.

Recomendaciones

- En caso de implementar el sistema la adquisición de elementos debe realizarse respetando las medidas mencionadas en la memoria técnica especialmente considerando los perfiles estructurales y motor de giro.
- El sistema de elevación necesita lubricación, mantenimiento o revisión cada 6 meses de acuerdo con las recomendaciones del fabricante por su exposición constante al ambiente.
- En el caso de implementar el sistema se debe estandarizar cada uno de los elementos calculados para utilizar en la estructura un perfil estructural de 50 x 50 x 3 mm para garantizar los factores de seguridad.

- El módulo de madera a utilizarse cuando el proyecto se implemente debe ser un MDP RH Novopan que siga la norma EN-321.MDP debido a que este tipo de tableros son calificados para uso en exteriores.
- La caja de control no se debe manipular o abrir por ningún motivo debido a que se debe sellar una vez implementado el proyecto para evitar el ingreso de polvo o agua a los componentes internos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. Quijada, *Tipos de poda y producción en el municipio de Baralt*, 1st ed. ISBN: 91007753, pp. 304 - 311. Zulia - Venezuela, 2009.
- [2] Hort tech systems, "hort tech systems sharing your vision of nursery automation". [En línea]. Disponible: <https://horttechsystems.com/trimming02fa181a-6ad0-4fc0-830bae9dbe45fd43>. [Fecha de consulta: Noviembre 2019]
- [3] "midas crown mower by lommers," midas nursery solution, vol. 1, pp. 1 – 2. [En línea]. Disponible: <http://www.citationmachine.net/items/1393669564/> [Fecha de consulta: Noviembre 2019]
- [4] "trimming machine rap 10," . orlandi special equipment. [En línea]. Disponible: <http://www.orlandigroup.it/index.php/en/products/trimming-machine/rap-10>. [Fecha de consulta: Noviembre 2019]
- [5] "trimming machine rap 205," orlandi special equipment. [En línea]. Disponible: <http://www.orlandigroup.it/index.php/en/products/trimming-machine/rap-205>. [Fecha de consulta: Noviembre 2019]
- [6] "g60 globe pruner suitable," pazzaglia. [En línea]. Disponible: <https://www.agriculturexprt.com/products/pazzaglia-model-gp-60-pruners-548920> [Fecha de consulta: Noviembre 2019]
- [7] R. Zampardo, *Guide to Identifying Trees and Shrubs Plants A-L: Includes Conifers, Vines and Groundcovers.*, 2nd ed. pp. 106 - 120. California - United States, 2014.
- [8] P. Savill, *Guide to Identifying Trees and Shrubs Plants A-L: Includes Conifers, Vines and Groundcovers.*, 1st ed. "Taxus baccata L. - yew.," The silviculture of trees used in British forestry, pp. 208 – 213. DOI: 10.1079/9781780640266.0208, 2016.
- [9] C. collins, and d. curl, "pacific yew," the wood database. [En línea]. Disponible: <https://www.wood-database.com/pacific-yew/>. [Fecha de consulta: Noviembre 2019]

- [10] M. Bährle-Rapp, *Buxus sempervirens,* 1st ed. Springer Lexikon Kosmetik und Körperpflege, pp. 80 - 81, DOI: 97835407109501453, 2007.
- [11] "pasaporte fitosanitario." pasaporte fitosanitario. [En línea]. Disponible: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/pasaporte-fitosanitario/>. [Fecha de consulta: Diciembre 2019]
- [12] Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. (2016). categorización de productos según su riesgo de plagas. [En línea]. Disponible: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/32.pdf> [Fecha de consulta: Diciembre 2019]
- [13] "azure." certificado fitosanitario. [En línea]. Disponible: <https://azure.afi.es/ContentWeb/EmpresasUnicaja/certificado/fitosanitario/contenido-sidN-1052259-sid2N-1052384-cidIL-954948-ctyIL-139-scidN-954948-utN-3.aspx?axisU=informe.pdf>. [Fecha de consulta: Diciembre 2019]
- [14] Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca. "manual de certificación fitosanitaria para exportación.". [En línea]. Disponible: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2016/06/MANUAL-DE-CERTIFICACIÓN-FITOSANITARIA-DE-EXPORTACIÓN-RESOLUCIÓN-175.pdf> [Fecha de consulta: Diciembre 2019]
- [15] P. R. Mondelo y E. G. Torada, *Ergonomía 1. Fundamentos*. Univ. Politèc. de Catalunya, 2010.
- [16] L. Barbosa, *"Determinación de la fuerza máxima aceptable para empujar y halar una carga por parte de trabajadores con experiencia previa en manipulación de cargas, en una muestra del personal de la Pontificia Universidad Javeriana"*, 1st ed. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2004.
- [17] R. L. Mott, R. Navarro Salas *et al.*, *Resistencia de materiales aplicada*, 1996.
- [18] Home and garden 0600833101 bosch isio cortasetos. [En línea]. Disponible: <https://www.amazon.es/dp/B00GFQLYGW/?tag=mejor10-21> [Fecha de consulta: Noviembre 2019]

- [19] Dlpo heavy duty 304ss frame/bracket pu hot wheels pneumatic caster wheel with double brake. [En línea]. Disponible: <https://www.alibaba.com/product-detail/DLPO-Heavy-duty-304ss-frame-bracket-62367902685.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal-offer.d-title.417f6dfcFlyleE> [Fecha de consulta: Noviembre 2019]
- [20] Motor nmr50 + 90zyt. [En línea]. Disponible: <http://www.beotehnika.rs/Pdf/Nmr50/NMRV-fascicolo-1.pdf> [Fecha de consulta: Noviembre 2019]
- [21] Movotec dual-drive "bolt-on"lift system manual by suspa. [En línea]. Disponible: <https://www.tsoverheadcrane.com/pdf/suspa-dual-drive-lift-system-manual.pdf> (2020)
- [22] Sensores y transductores - 'sensores de ángulo y rotación'. [En línea]. Disponible: <https://sensores-de-medida.es/medicion/sensores-y-transductores/sensores-de-angulo-y-rotacion/> (2020)
- [23] Manual de usuario dm860. [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/2SCAD8h> [Fecha de consulta: Julio 2019]
- [24] Interruptor termomagnetico sica. [En línea]. Disponible: <https://sicaelec.com/el-mejor-termomagnetico-y-disyuntor-para-tu-proyecto/> (2019)
- [25] Alm314 fuente alimentación 24 v 360 w 15 a. [En línea]. Disponible: <https://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp> (2020)
- [26] Plc arduino ardbox 20 i/os analog hf modbus. [En línea]. Disponible: <https://www.industrialshields.com/es-ES/shop/product/plc-arduino-ardbox-20-i-os-analog-hf-modbus-17?category=2> (2020)
- [27] Chc-070wr - 7"water-resistant human machine interface (hmi). [En línea]. Disponible: <http://comfiletech.com/new-products/chc-070wr-7-water-resistant-human-machine-interface-hmi/> (2020)
- [28] J. McCormac, "*Diseño de Estructuras de Acero*", 5th ed. Alfaomega, 2016.

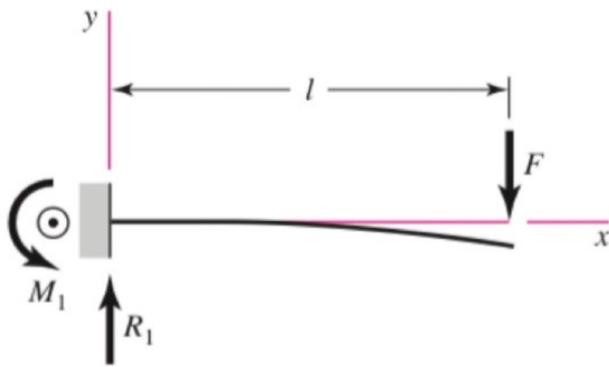
Anexo A: Ejemplos de metodos de procesamiento comercial con productos resultantes que mantienen su capacidad de ser infestados por plagas cuarentenarias como se prescribe en la norma NIMF 32 [14]

PROCESO COMERCIAL	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO DE PRODUCTO RESULTANTE	INFORMACIÓN ADICIONAL
Astillado (de madera)	Reducción de la madera a pedazos pequeños	Astillas de madera	La probabilidad de infestación está relacionada con la especie de madera, la presencia de corteza y el tamaño de las astillas
Picar	Cortar en pedazos	Frutas, nueces, granos, hortalizas picados	
Triturado	Rotura del material vegetal en pedazos mediante la aplicación de una fuerza mecánica	Hierbas, nueces	Generalmente se aplica a productos secos
Secado/ deshidratación (de frutas y hortalizas)	Eliminación de la humedad para preservar el producto o para reducir su peso o volumen	Fruta u hortalizas deshidratadas	
Pintura (incluye laqueado y barnizado)	Cubrir con pintura	Madera y cañas pintadas, fibras	
Pelado y descascarado	Eliminación del tejido externo, epidermis o vaina	Frutas, hortalizas, granos o nueces pelados	
Pulido (de granos)	Suavizar y sacar brillo a los granos mediante frotación o acción química que elimina sus capas exteriores	Arroz y granos de cacao pulidos	
Manipulación poscosecha (de frutas y hortalizas)	Operaciones tales como clasificación, separación, lavado o cepillado y/o encerado de frutas y verduras	Frutas y hortalizas clasificadas, lavadas o cepilladas y/o enceradas	Suele realizarse en plantas de embalaje

Figura 1. Productos que mantienen capacidad de ser infestados

Anexo B: Ecuación para el desplazamiento máximo en voladizo [17]

En voladizo: carga en extremo



$$R_1 = V = F \quad M_1 = Fl$$

$$M = F(x - l)$$

$$y = \frac{Fx^2}{6EI}(x - 3l)$$

$$y_{\text{máx}} = -\frac{Fl^3}{3EI}$$

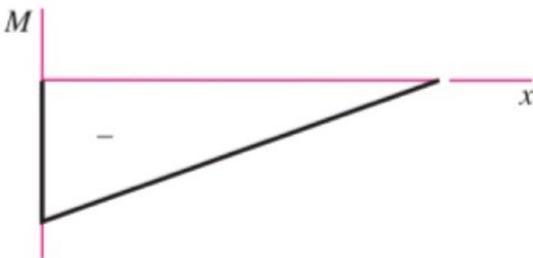
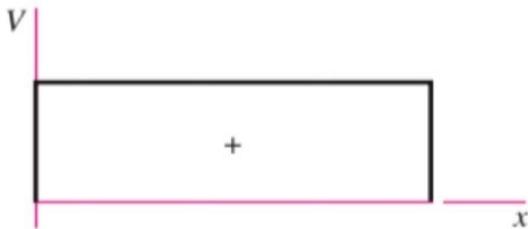
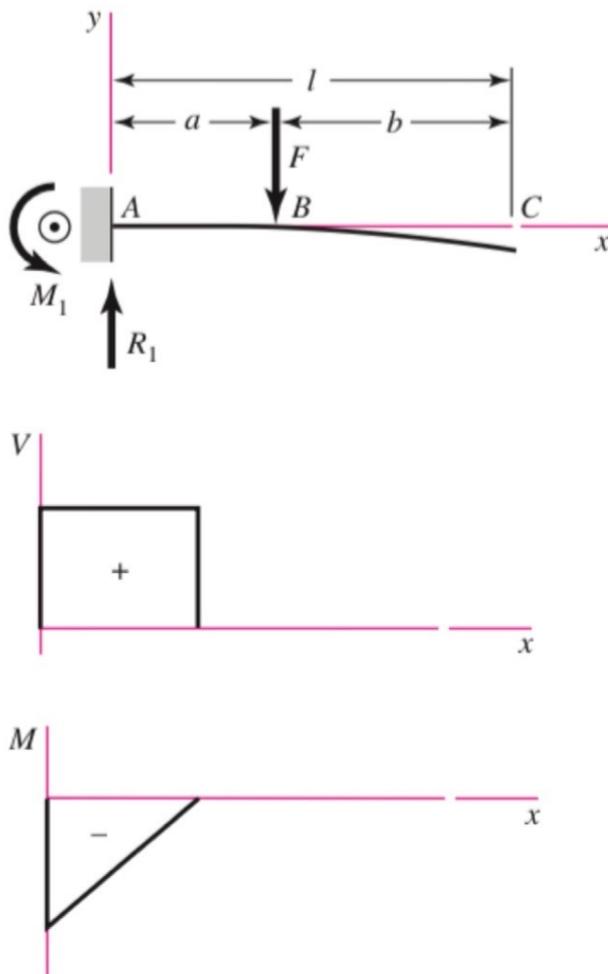


Figura 1. Desplazamiento Máximo con Voladizo [16]

Anexo C: Ecuación para el desplazamiento máximo con una carga intermedia [17]

En voladizo: carga intermedia



$$R_1 = V = F \quad M_1 = Fa$$

$$M_{AB} = F(x - a) \quad M_{BC} = 0$$

$$y_{AB} = \frac{Fx^2}{6EI}(x - 3a)$$

$$y_{BC} = \frac{Fa^2}{6EI}(a - 3x)$$

$$y_{\text{máx}} = \frac{Fa^2}{6EI}(a - 3l)$$

Figura 1. Desplazamiento Máximo con una carga intermedia [16]

Anexo D: Catálogo Dipac para tubo estructural cuadrado



DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO



TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm



DIMENSIONES		AREA		EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84

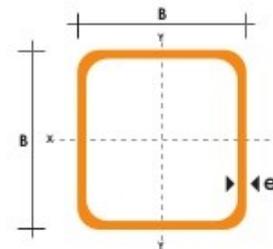


Figura 1. Catálogo Dipac para tubo estructural cuadrado

Anexo E: Constantes para el calculo de una columna [28]

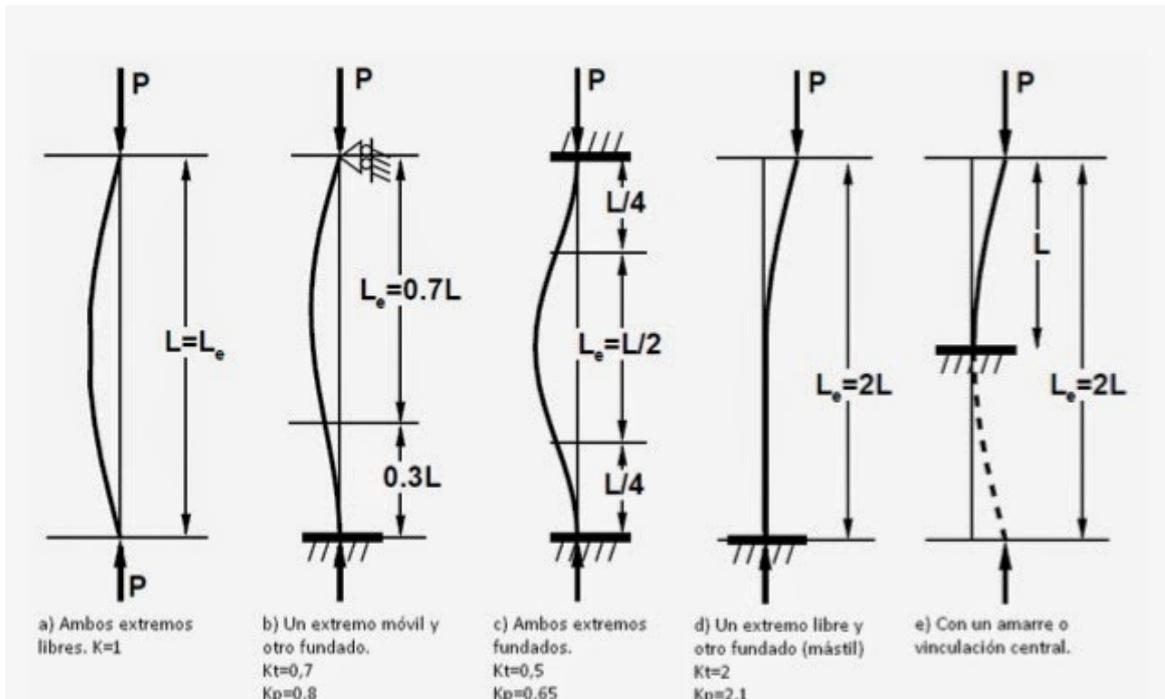
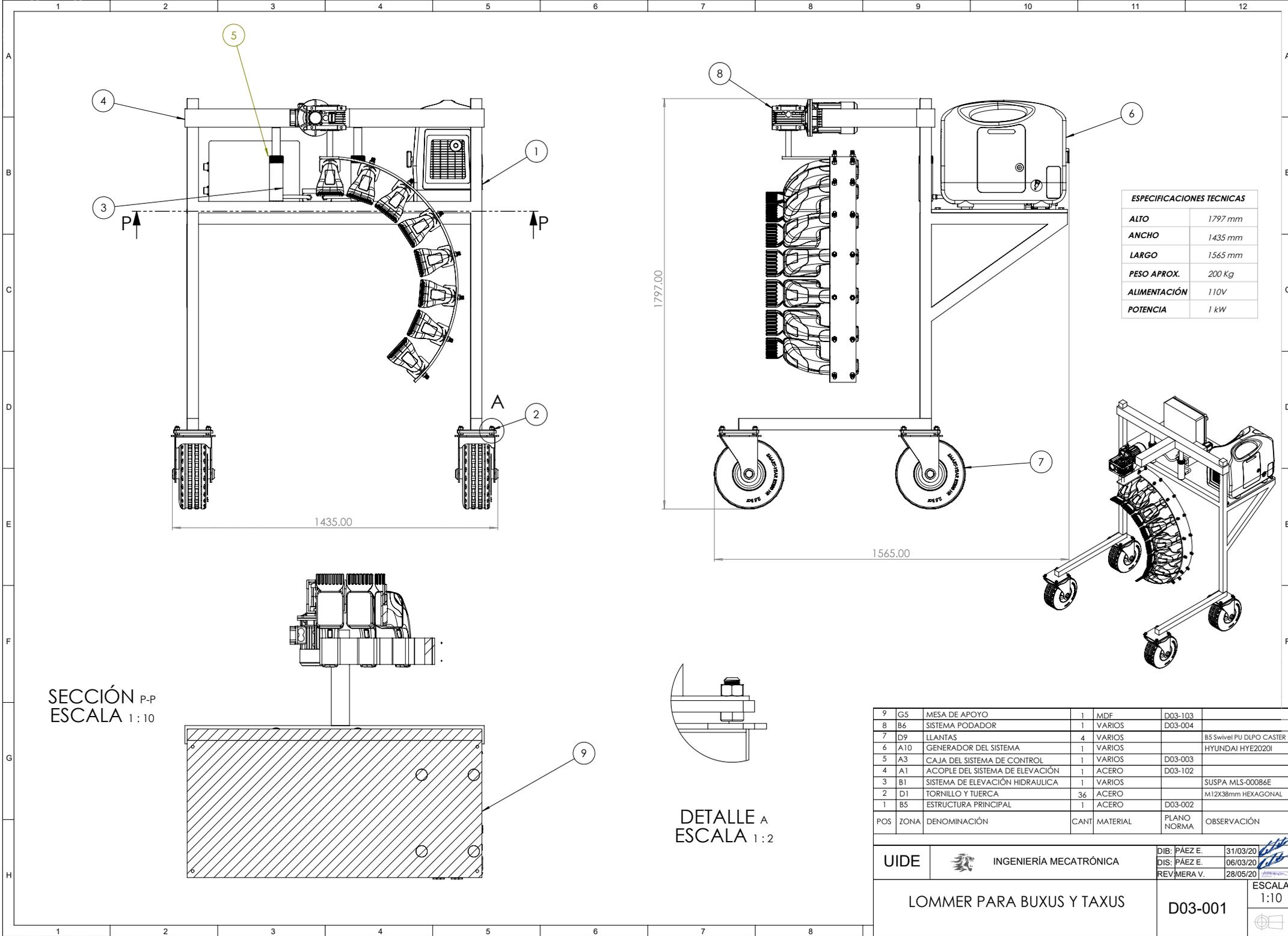


Figura 1. Constantes para el calculo de una columna [17]

Anexo F: Planos mecánicos



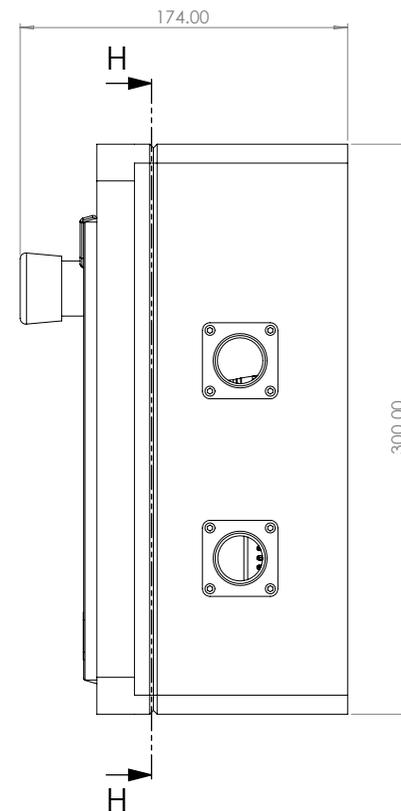
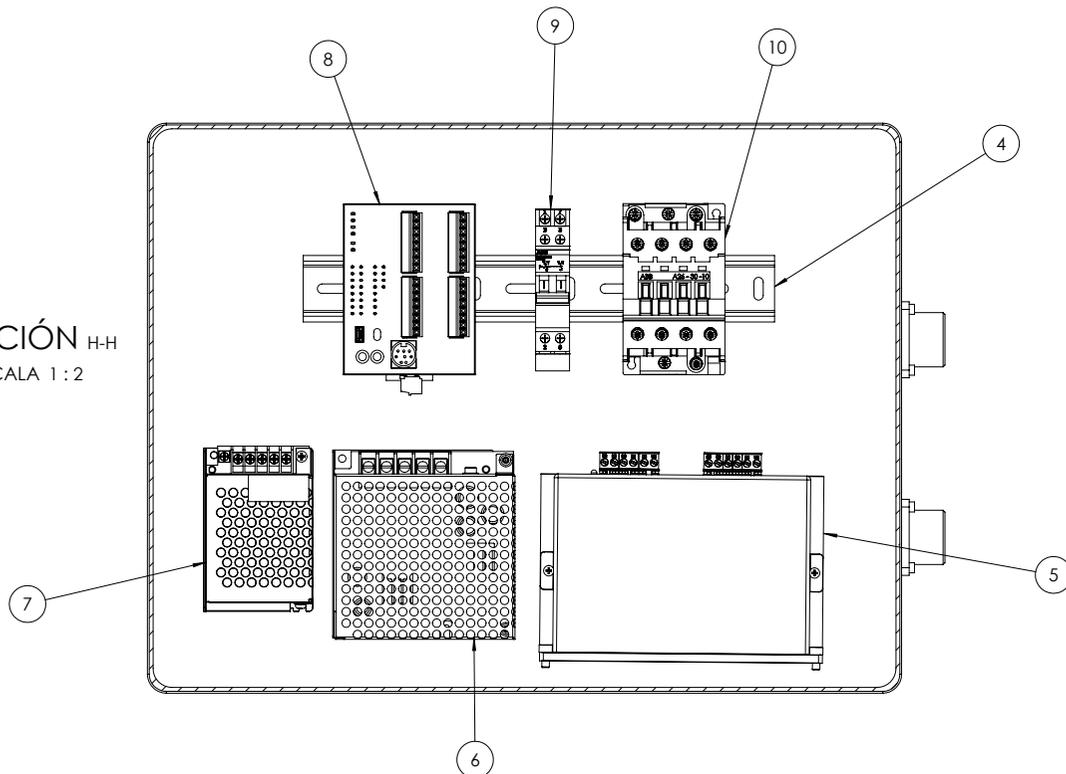
ESPECIFICACIONES TECNICAS

ALTO	1797 mm
ANCHO	1435 mm
LARGO	1565 mm
PESO APROX.	200 Kg
ALIMENTACIÓN	110V
POTENCIA	1 kW

POS	ZONA	DENOMINACIÓN	CANT	MATERIAL	PLANO NORMA	OBSERVACIÓN
9	G5	MESA DE APOYO	1	MDF	D03-103	
8	B6	SISTEMA PODADOR	1	VARIOS	D03-004	
7	D9	LLANTAS	4	VARIOS		B5 Swivel PU DLPO CASTER
6	A10	GENERADOR DEL SISTEMA	1	VARIOS		HYUNDAI HYE2020I
5	A3	CAJA DEL SISTEMA DE CONTROL	1	VARIOS	D03-003	
4	A1	ACOPLE DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN	1	ACERO	D03-102	
3	B1	SISTEMA DE ELEVACIÓN HIDRAULICA	1	VARIOS		SUSPA MLS-00084E
2	D1	TORNILLO Y TUERCA	36	ACERO		M12X38mm HEXAGONAL
1	B5	ESTRUCTURA PRINCIPAL	1	ACERO	D03-002	

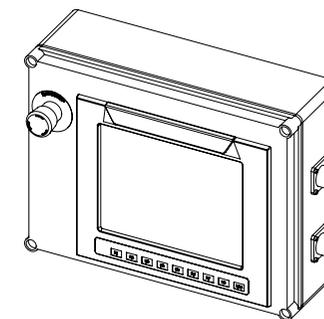
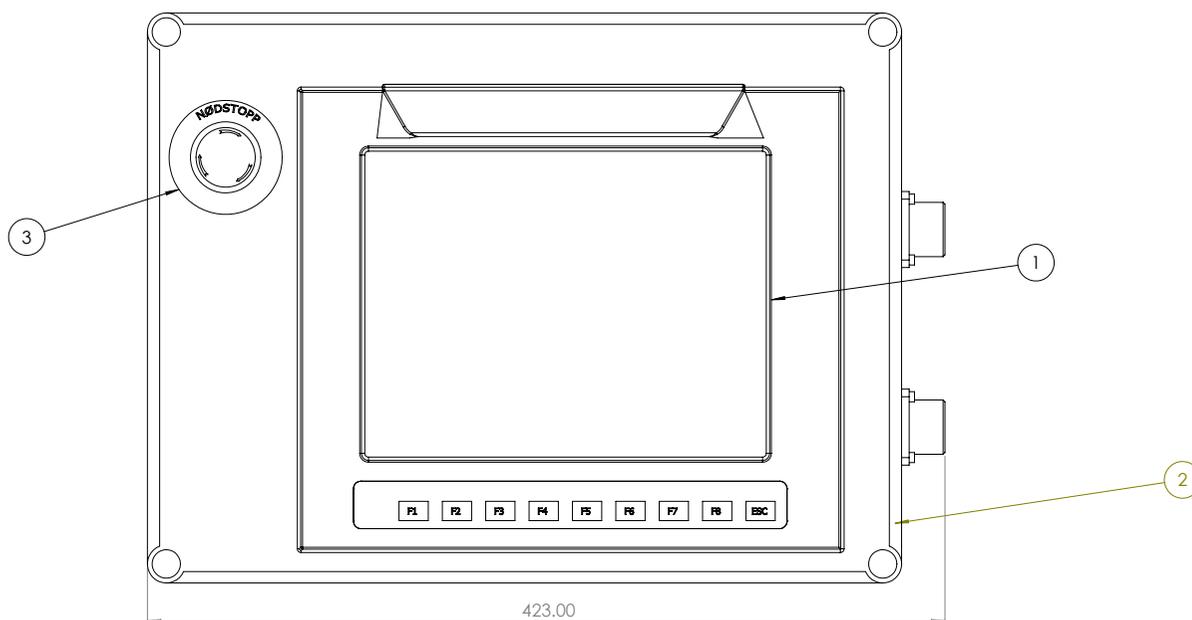
UIIDE		INGENIERÍA MECATRÓNICA	DIB: PÁEZ E.	31/03/20	
			DIS: PÁEZ E.	06/03/20	
			REV: MERA V.	28/05/20	
LOMMER PARA BUXUS Y TAXUS				D03-001	ESCALA 1:10

SECCIÓN H-H
ESCALA 1:2



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ALTO	300 mm
ANCHO	174 mm
LARGO	423 mm
PESO APROX.	-
ALIMENTACIÓN	110V
POTENCIA	1 kW



POS	ZONA	DENOMINACIÓN	CANT	MATERIAL	PLANO NORMA	OBSERVACIÓN
10	A6	CONTACTOR	1	VARIOS		Schneider EZ9F56325
9	A4	INTERRUPTOR	1	VARIOS		SICA 782215
8	A3	PLC	1	VARIOS		ARDBOX 20 I/Os Analog HF
7	D1	FUENTE 12 V	1	VARIOS		ALM216
6	E4	FUENTE 24 V	1	VARIOS		ALM314
5	D7	DRIVER	1	VARIOS		DM860
4	B7	RIEL	1	VARIOS		RIEL DIN
3	F1	PARO DE EMERGENCIA	1	VARIOS		SWITCH ENCLAVADO ROJO
2	H8	CAJA DE ELEMENTOS	1	VARIOS		CYKLOS GPM 450 SA
1	F7	HMI	1	VARIOS		ComfileHMI CHC-070WR

UIIDE



INGENIERÍA MECATRÓNICA

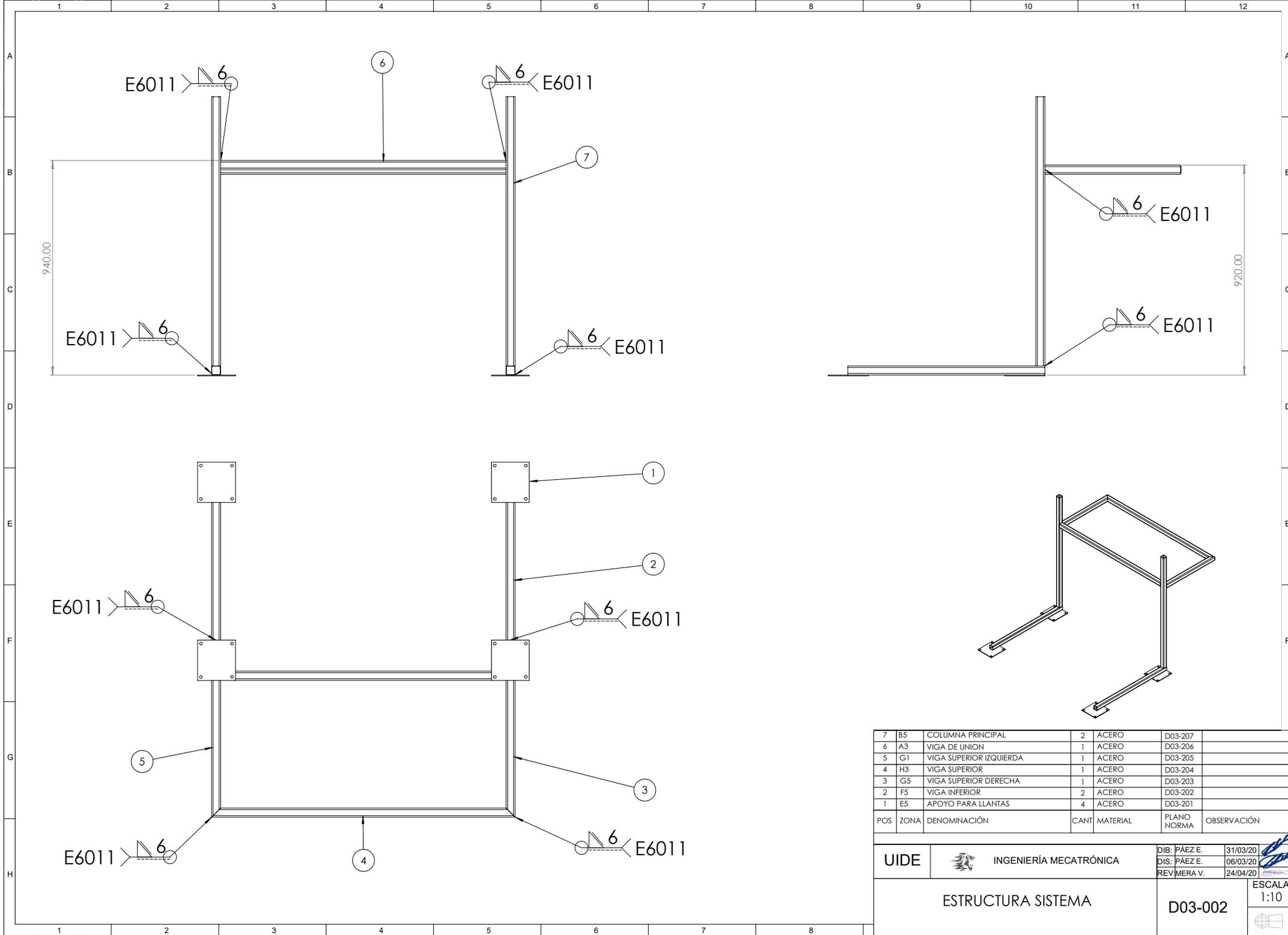
DIB: PAÉZ E. 31/03/20
DIS: PAÉZ E. 06/03/20
REV MERA V. 24/04/20

CAJA DE CONTROL LOMMER

D03-003

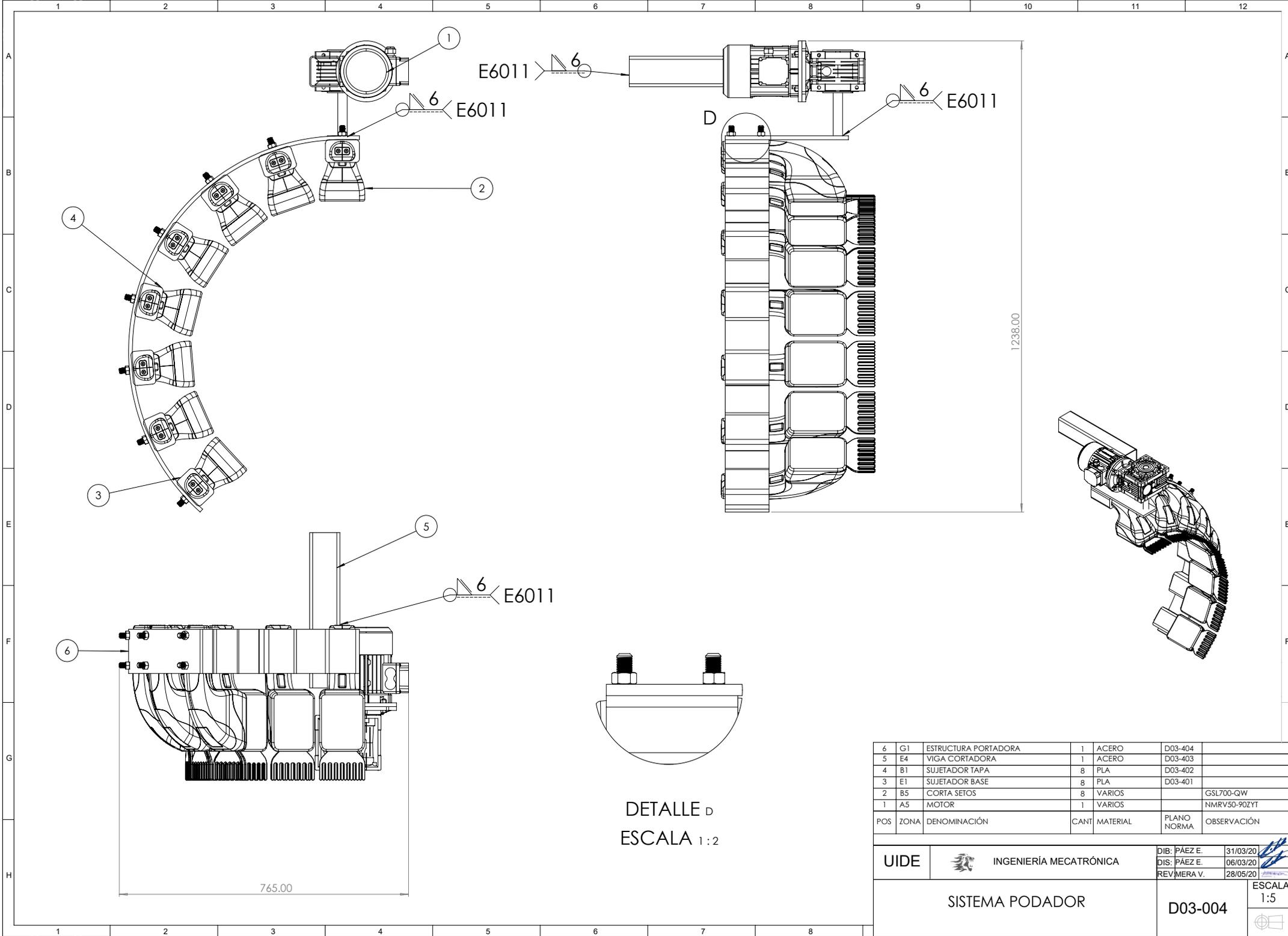
ESCALA
1:10





POS	ZONA	DENOMINACIÓN	CANT	MATERIAL	PLANO NORMA	OBSERVACIÓN
7	B5	COLUMNA PRINCIPAL	2	ACERO	D03-207	
6	A3	VIGA DE UNION	1	ACERO	D03-206	
5	G1	VIGA SUPERIOR IZQUIERDA	1	ACERO	D03-205	
4	H3	VIGA SUPERIOR	1	ACERO	D03-204	
3	G5	VIGA SUPERIOR DERECHA	1	ACERO	D03-203	
2	F5	VIGA INFERIOR	2	ACERO	D03-202	
1	E5	APOYO PARA LLANTAS	4	ACERO	D03-201	

UIIDE		INGENIERÍA MECATRÓNICA	DIB: PÁEZ E.	31/03/20	
			DIS: PÁEZ E.	06/03/20	
			REV: MERA V.	24/04/20	
ESTRUCTURA SISTEMA			D03-002		ESCALA 1:10



E6011

E6011

E6011

E6011

DETALLE D
ESCALA 1:2

765.00

1238.00

6	G1	ESTRUCTURA PORTADORA	1	ACERO	D03-404	
5	E4	VIGA CORTADORA	1	ACERO	D03-403	
4	B1	SUJETADOR TAPA	8	PLA	D03-402	
3	E1	SUJETADOR BASE	8	PLA	D03-401	
2	B5	CORTA SETOS	8	VARIOS		GSL700-QW
1	A5	MOTOR	1	VARIOS		NMRV50-90ZYT
POS	ZONA	DENOMINACIÓN	CANT	MATERIAL	PLANO NORMA	OBSERVACIÓN

UIDE  INGENIERÍA MECATRÓNICA

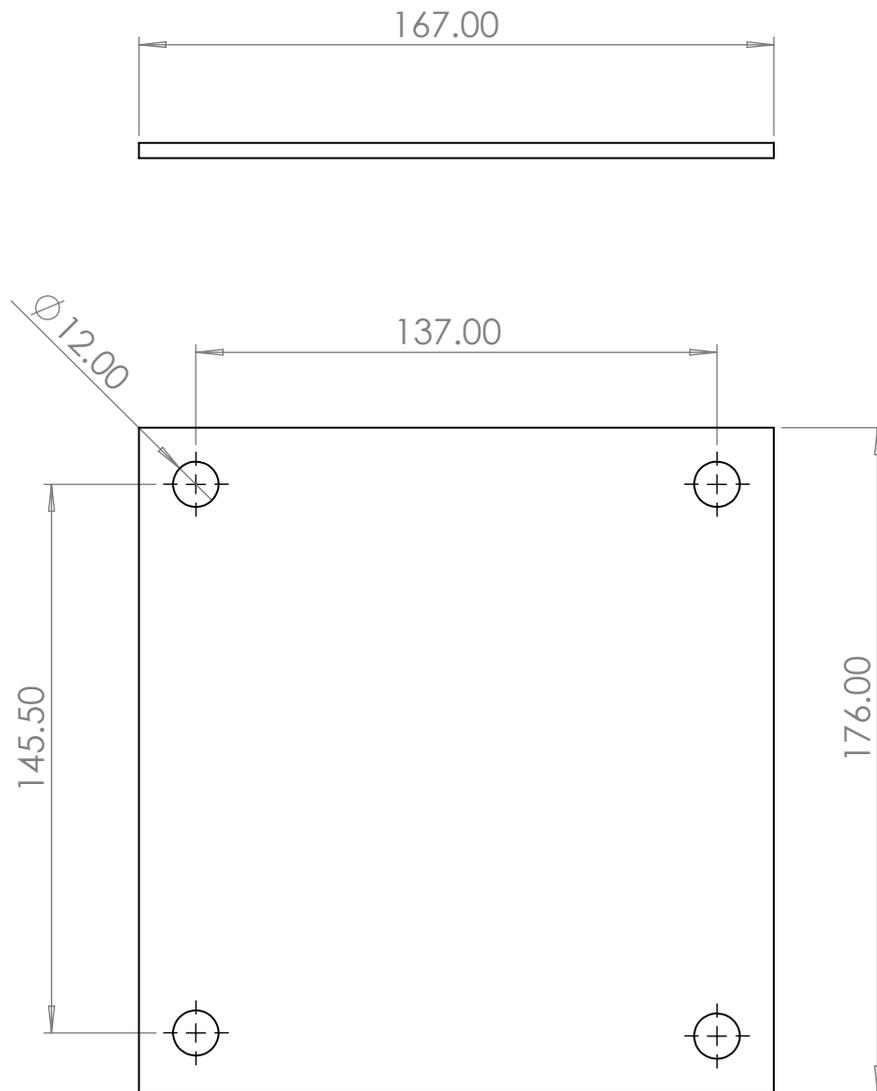
DIB: PÁEZ E. 31/03/20
DIS: PÁEZ E. 06/03/20
REV: MERA V. 28/05/20

SISTEMA PODADOR

D03-004

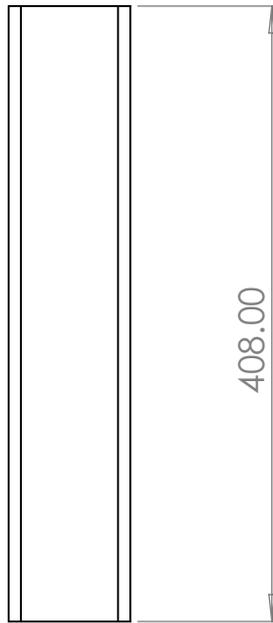
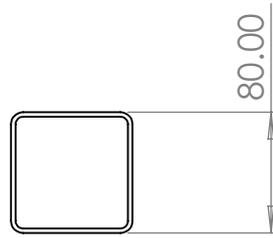
ESCALA 1:5





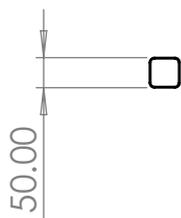
NOTA:
 PROCESO: Corte
 ESPESOR: 6 mm

TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRÓNICA			
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PÁEZ E.	25-03-20	
MATERIAL: Acero Inoxidable AISI 304	TOL. GRAL.: ±1	ESCALA: 1:2	DIS.	PÁEZ E.	03-03-20	
			REV	MERA V.	05-24-20	
			APOYO PARA LLANTAS		D03-201	



NOTA:
 PROCESO: Corte
 ESPESOR: 3 mm

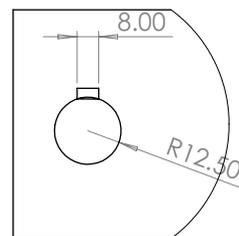
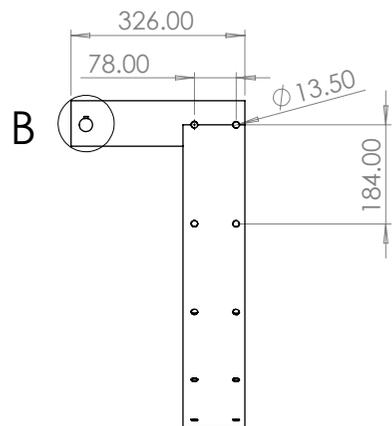
TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRÓNICA			
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PÁEZ E.	25-03-20	
MATERIAL: Acero Inoxidable AISI 304	TOL. GRAL.: ±1	ESCALA: 1:5	DIS.	PÁEZ E.	03-03-20	
			REV	MERA V.	05-24-20	
			VIGA CORTADORA		D03-403	



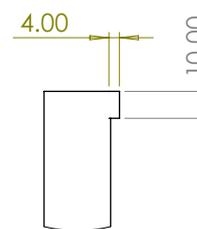
NOTA:
 PROCESO: Corte
 ESPESOR: 3 mm

TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRÓNICA		
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PÁEZ E.	25-03-20
MATERIAL: Acero Inoxidable AISI 304	TOL. GRAL.: ±1	ESCALA: 1:2	DIS.	PÁEZ E.	03-03-20
			REV	MERA V.	05-24-20
			COLUMNA PRINCIPAL		D03-207
					

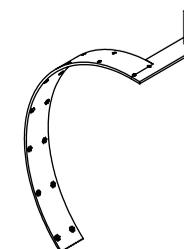
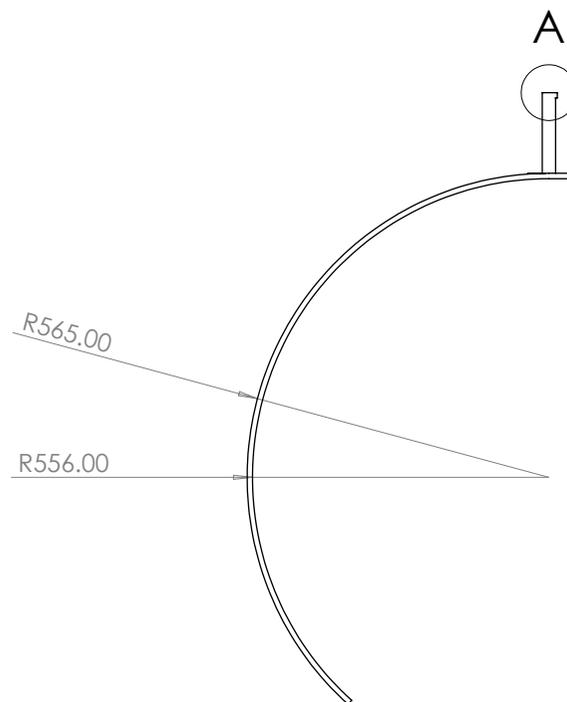
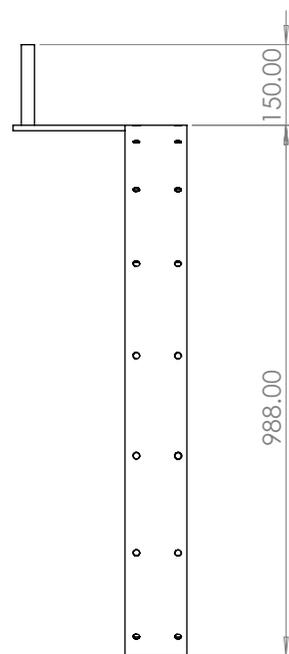
N6



DETALLE B
ESCALA 1:2



DETALLE A
ESCALA 1:2

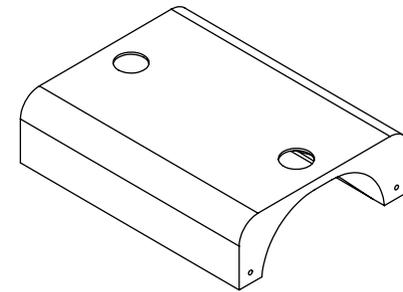
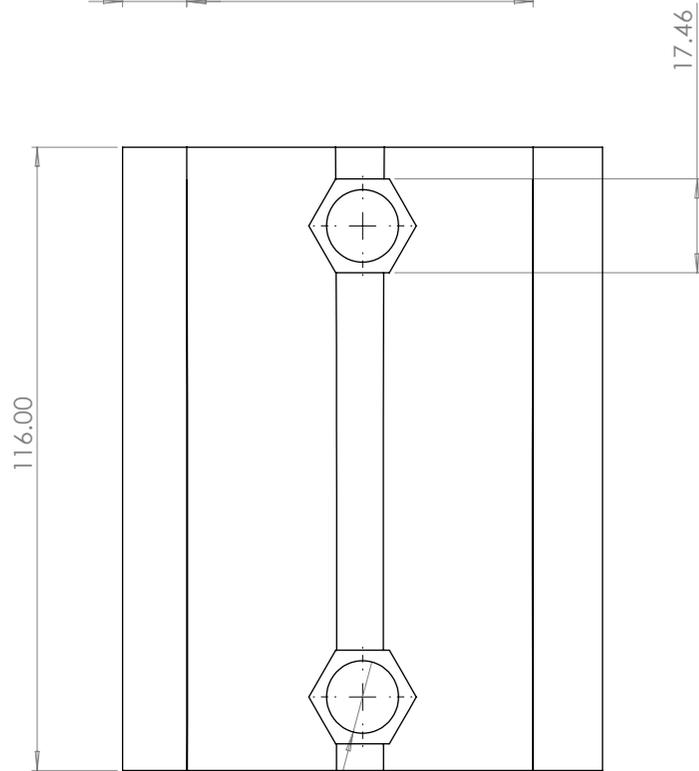
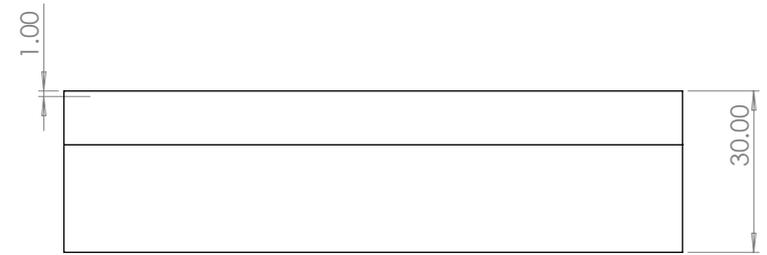
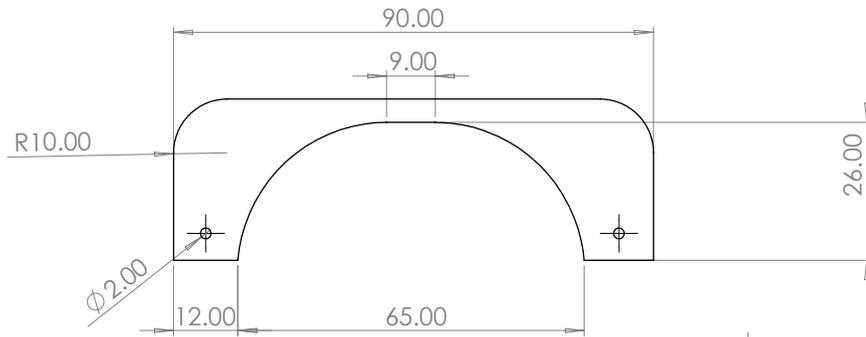


NOTA:
PROCESO:
ESPESOR:

DOBLADO
5mm

TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRONICA		
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PAEZ E.	31-03-20
MATERIAL: ACERO INOXIDABLE ASIS 304	TOL. GRAL.: 0.1	ESCALA:	DIS.	PAEZ E.	06-03-20
		1:1	REV	MERA V.	28-05-20
ESTRUCTURA PORTADORA		D03-404			

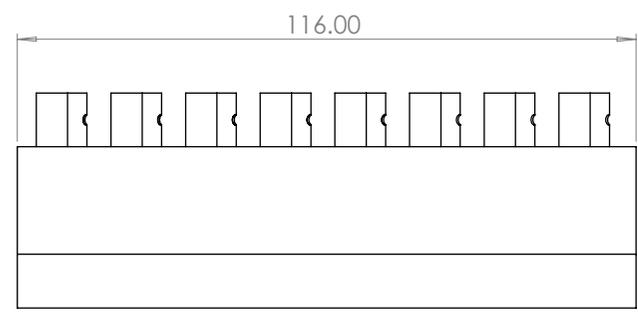
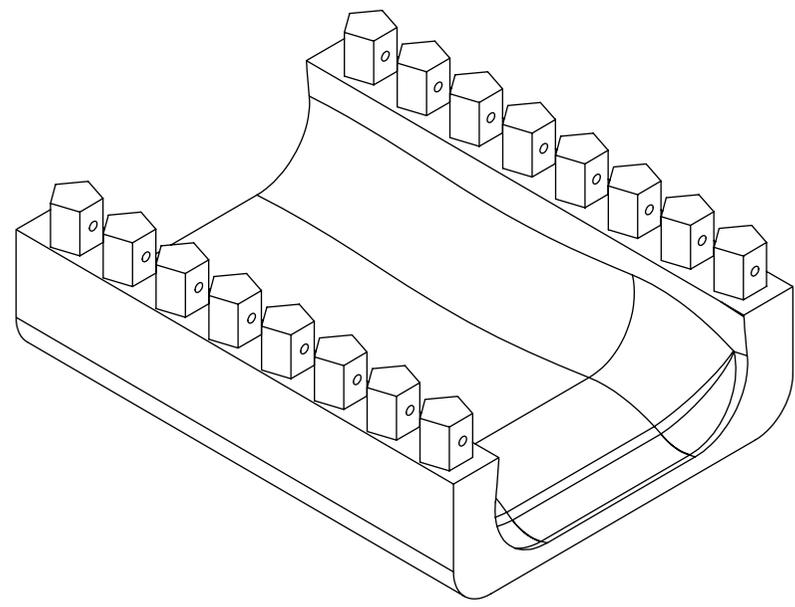
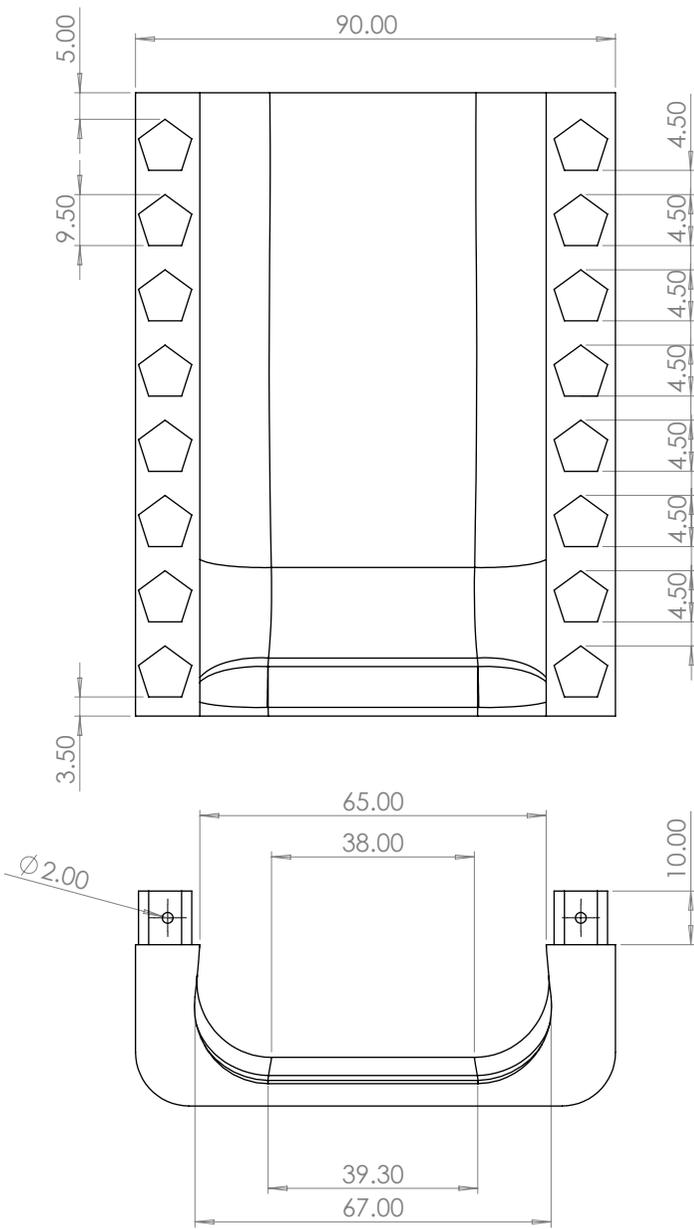
N5



Ø13.50

NOTA:
 T. RELLENO: Triangular
 % DE RELLENO: 100%
 MODELO IMP: Prusa I3
 TEMP: 210

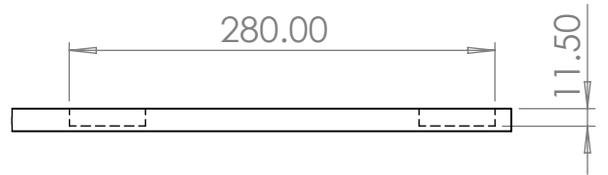
TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRONICA	
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PAEZ E. 31-03-20
MATERIAL: plastico PLA	TOL. GRAL.: 0.1	ESCALA: 1:1	DIS.	PAEZ E. 06-03-20
			REV	MERA V. 28-05-20
SUJETADOR BASE		D03-401		



NOTA:
 T. RELLENO: Triangular
 % DE RELLENO: 100%
 MODELO IMP: Prusa I3
 TEMP: 210

TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRONICA	
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PAEZ E. 31-03-20
MATERIAL: plastico PLA	TOL. GRAL: ±0.1	ESCALA: 1:1	DIS.	PAEZ E. 06-03-20
			REV	MEVA V. 28-05-20
SUJETADOR TAPA		D03-402		

N8

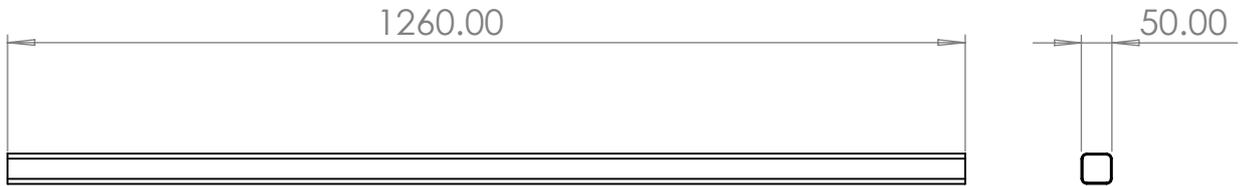


DETALLE A
ESCALA 1:5

NOTA:
PROCESO: FRESADO

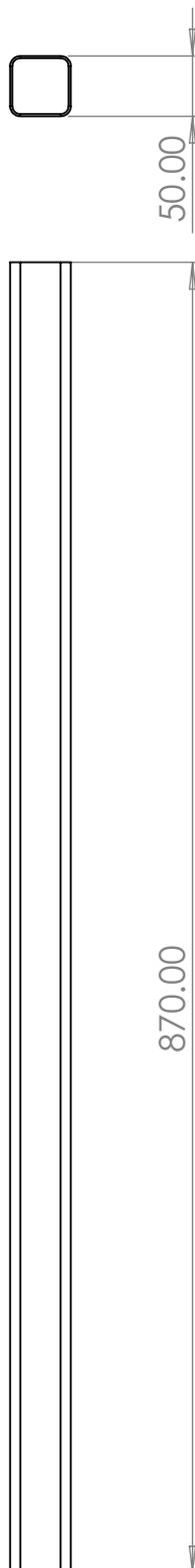
TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRÓNICA		
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB. PÁEZ E.	25-03-20	
MATERIAL: MADERA MDP RH	TOL. GRAL.: ±1	ESCALA: 1:2	DIS. PÁEZ E.	03-03-20	
			REV MERA V.	05-24-20	
			MESA DE APOYO		D03-103

N7



NOTA:
 PROCESO: Corte
 ESPESOR: 3 mm

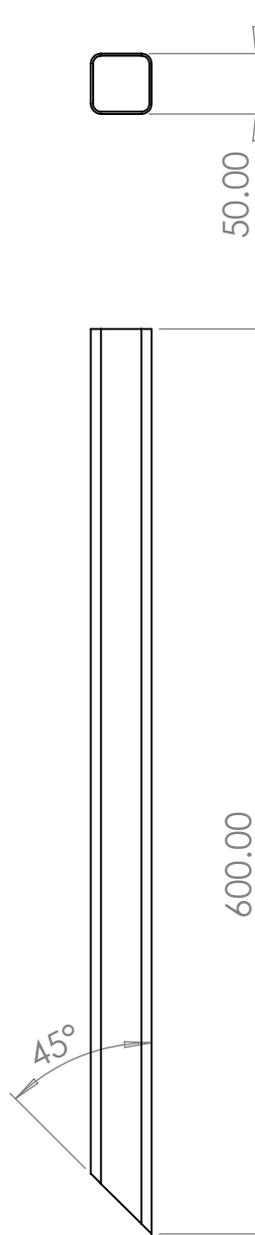
TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRÓNICA			
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PÁEZ E.	25-03-20	
MATERIAL:	TOL. GRAL.:	ESCALA:	DIS.	PÁEZ E.	03-03-20	
Acero Inoxidable AISI 304	±1	1:2	REV	MERA V.	05-24-20	
VIGA SUPERIOR		D03-206				



NOTA:
 PROCESO: Corte
 ESPESOR: 3 mm

TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRÓNICA			
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PÁEZ E.	25-03-20	
MATERIAL: Acero Inoxidable AISI 304	TOL. GRAL.: ±1	ESCALA: 1:5	DIS.	PÁEZ E.	03-03-20	
			REV	MERA V.	05-24-20	
			VIGA INFERIOR		D03-202	

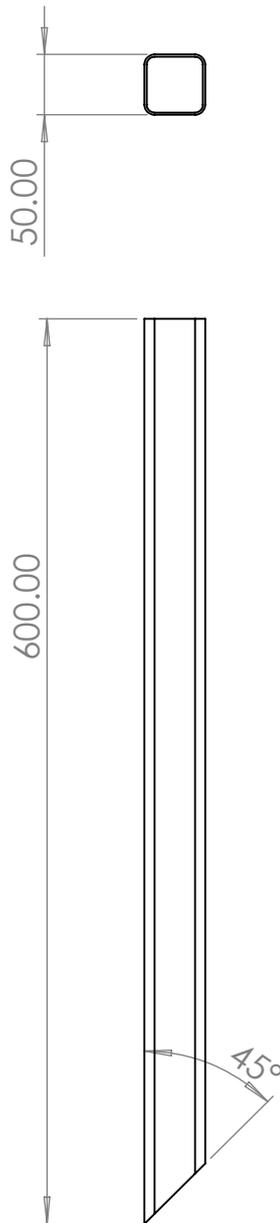
N7



NOTA:
 PROCESO: Corte
 ESPESOR: 3 mm

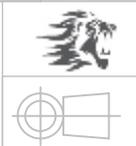
TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRÓNICA		
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PÁEZ E.	25-03-20
MATERIAL:	TOL. GRAL.:	ESCALA: 1:5	DIS.	PÁEZ E.	03-03-20
Acero Inoxidable AISI 304	±1		REV	MERA V.	05-24-20
VIGA SUPERIOR DERECHA			D03-203		



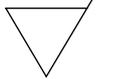
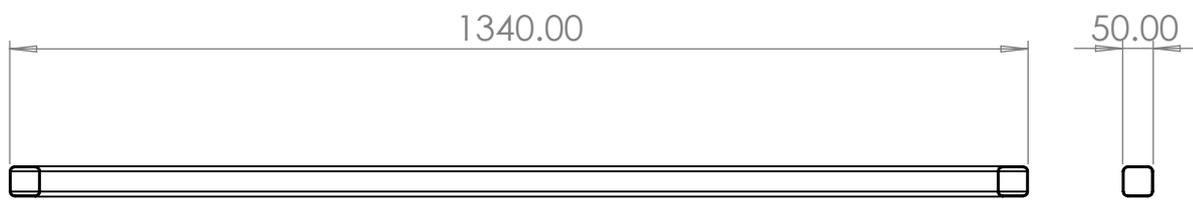


NOTA:
 PROCESO: Corte
 ESPESOR: 3 mm

TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRÓNICA		
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PÁEZ E.	25-03-20
MATERIAL:	TOL. GRAL.:	ESCALA: 1:5	DIS.	PÁEZ E.	03-03-20
Acero Inoxidable AISI 304	±1		REV	MERA V.	05-24-20
VIGA SUPERIOR IZQUIERDA			D03-205		



N7

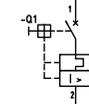
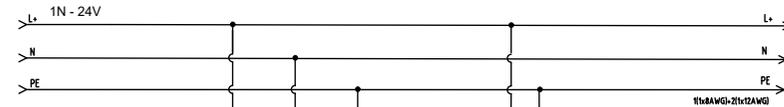
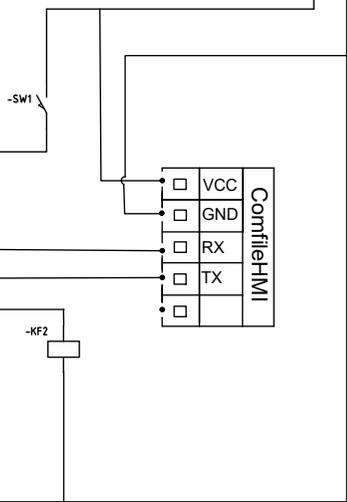
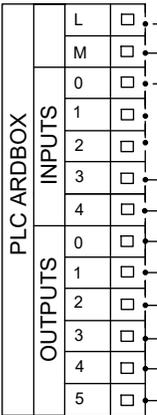
NOTA:
 PROCESO: Corte
 ESPESOR: 3 mm

TRATAMIENTO: SIN TRATAMIENTO		UIDE	INGENIERÍA MECATRÓNICA		
RECUBRIMIENTO: SIN RECUBRIMIENTO			DIB.	PÁEZ E.	25-03-20
MATERIAL: Acero Inoxidable AISI 304	TOL. GRAL.: ±1	ESCALA: 1:2	DIS.	PÁEZ E.	03-03-20
			REV	MERA V.	05-24-20
			VIGA SUPERIOR		D03-204
					

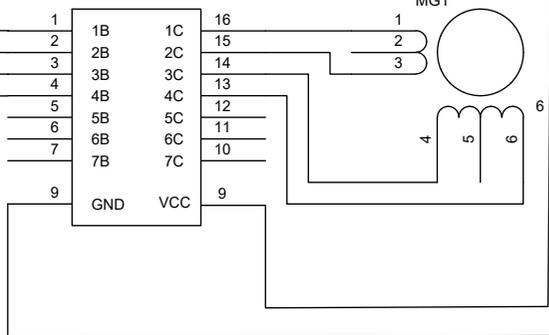
Anexo G: Planos electrónicos



INDUSTRIALSHIELDS
ARDBOX
20 I/Os Analog HF Modbus
Ref.IS.AB20ANA.base



U1



UIDE  INGENIERÍA MECATRÓNICA

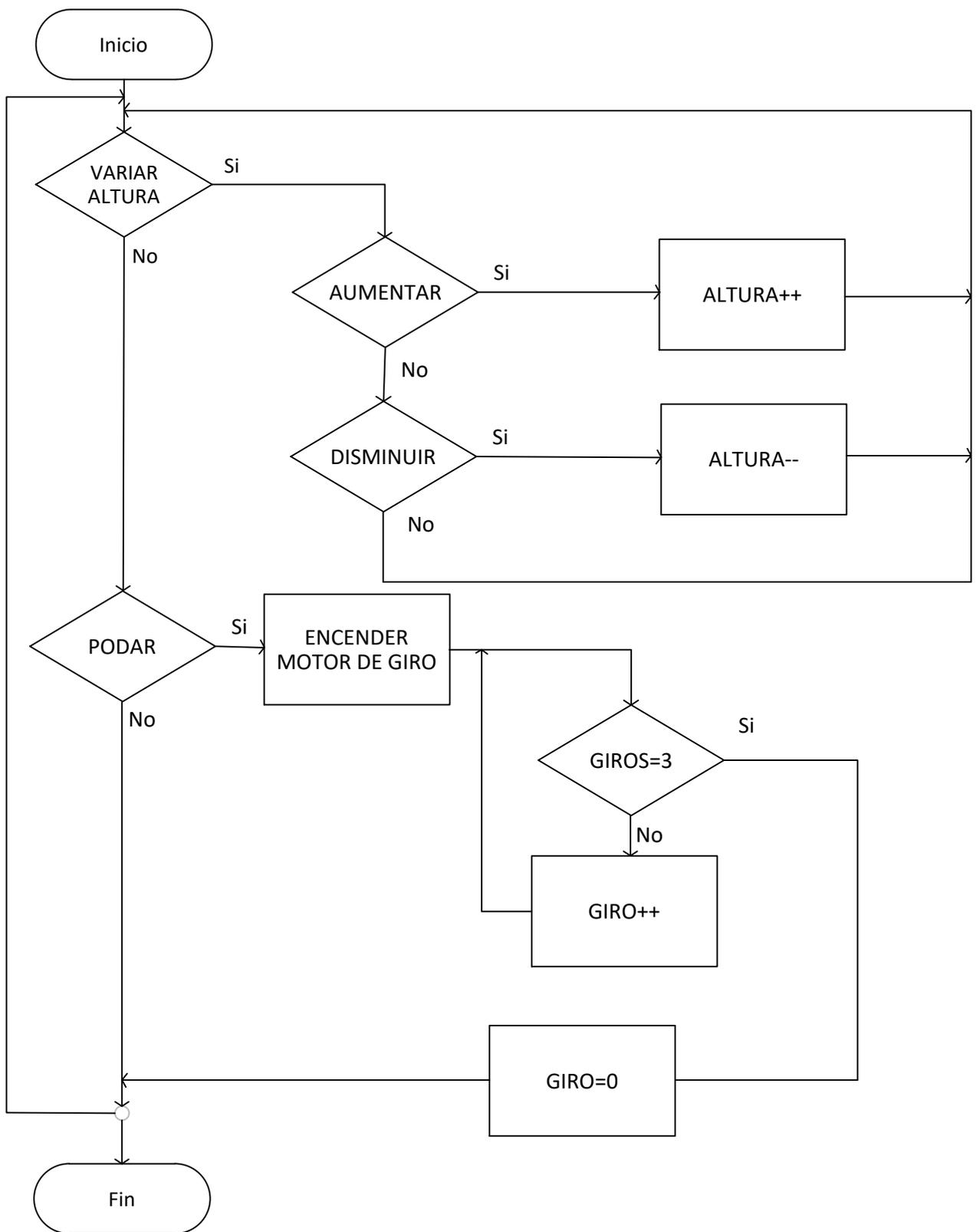
DIB.	PÁEZ A.	25/05/2020	
DIS.	PÁEZ A.	12/05/2020	
REV.	MERA V.	29/05/2020	

LOMMER PARA BUXUS Y TAXUS
PLANO ELÉCTRICO

D02-001

ESCALA	N/A
	N/A

Anexo H: Plano de control



UIDE



INGENIERÍA MECATRÓNICA

DIB.	PÁEZ E.	04/05/2020	
DIS.	PÁEZ E..	20/05/2020	
REV.	MERA V.	27/05/2020	

LOMMER PARA BUXUS Y TAXUS

D01-001

ESCALA
N/A

DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL

N/A