



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay____
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

**“Sistema de Compostaje Mecanizado para el Guano de
Gallinas Ponedoras”.**

Proyecto N°: PFC 1605A

Autores:

Hergert, Leticia M.
Scandizzo, Ezequiel.

Tutor:

Ing. Mg. Rotundo, Pedro.

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal

AÑO 2017

RESUMEN EJECUTIVO.

Una de las principales actividades económicas en Entre Ríos es la producción avícola de la cual una parte está abocada a la industria de los ovoproductos provenientes de gallinas ponedoras de huevos para consumo humano.

Estas gallinas generan grandes volúmenes de guano diario, el cual si no es tratado adecuadamente ocasiona efectos negativos tales como: contaminación ambiental, proliferación de moscas, transmisión de enfermedades perjudiciales para la salud humana y también animal. Por esta razón, se sugiere dentro de las distintas opciones que existen para reducir o eliminar dichos impactos negativos, la producción de compost, es decir, la elaboración de abono orgánico natural de calidad.

En este proyecto se diseña un sistema mecanizado capaz de contribuir eficientemente al proceso de compostaje tradicional de los subproductos no comestibles de origen aviar, y tiene como propósitos dar solución factible a los problemas mencionados logrando paralelamente convertir un “desecho” sin valor comercial en un producto rentable.

Para esto se realizaron relevamientos de datos en una granja de la zona; se evaluaron las tecnologías nacionales y extranjeras instaladas en nuestro país. También se abordaron las técnicas de compostaje en base al volteo de unas pilas de guano mezclada con materiales orgánicos carbonados que requieren de determinadas dimensiones características las cuales sirvieron para dimensionar en gran parte no sólo la máquina de rotación para homogeneizar y airear la mezcla sino también su estructura contenedora (bateas) y la planta de tratamiento en general.

Se presentan además, las variables que influyen principalmente en el proceso como son la humedad y la temperatura y cómo se realiza su control para mantenerlas dentro de los rangos adecuados para poder obtener un producto final de buena calidad.

Finalmente, es importante destacar que se proyecta teniendo en cuenta criterios técnicos y económicos para que este equipo sea factible de ser fabricado en nuestro país con materia prima nacional y con materiales eléctricos normalizados, procurando el mínimo mantenimiento, la mayor vida útil, la seguridad de la máquina y las personas, generando así una actividad rentable con empleabilidad de mano de obra para su fabricación y posterior operatividad.

ABSTRACT

One of the main economic activities in Entre Rios is the poultry production, of which a part of it is focused on egg products from laying hens of eggs for human consuming.

Those hens generate great amounts of daily guano, which if it is not treated correctly it causes negative effects such as: environmental pollution and proliferation of flies, transmission of harmful diseases for human and animal health. For this reason it is suggested among the different options that exist to eliminate or reduce such negative impacts, the compost production, that is, the elaboration of natural organic fertilizer of great quality.

In this project a mechanical system is designed able to contribute effectively to the process of traditional composting of the inedible sub products of fowl origin, and it has the purposes of giving a workable solution to the problems mentioned, succeeding at the same time in changing a waste without commercial value into a profitable product.

For this a compilation of data was made in a local farm, the national and foreign technologies were evaluated installed in our country. Besides, the composting techniques were discussed based on the rolling over of a few batteries of guano mixed with organic carbonado materials that require specific dimensions features which were useful for measuring not only the rotation machine for homogenizing and airing out but also the containers and the treatment plant in general.

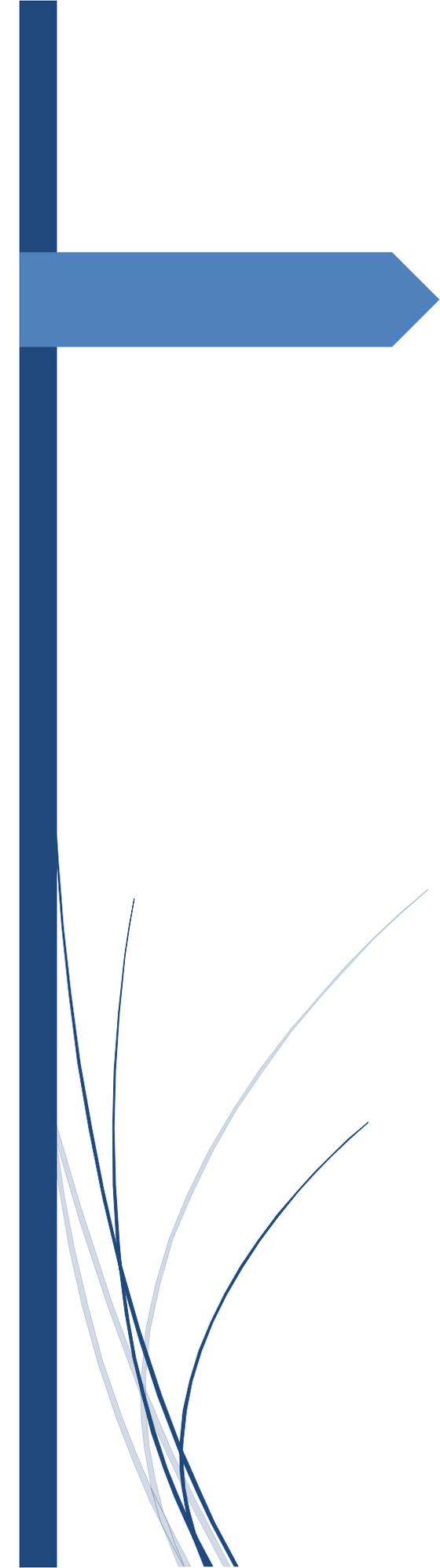
The variable factors that influence mainly in the process such as damp and temperature are also presented, and how their control is done to keep them among the adequate ranges to be able to obtain a final product of good quality.

Finally, it is important to mention that it is projected taking into account technical and economic approaches so that this equipment will be capable of being made in our country as national raw material and with normalized electrical materials, trying the minimal maintenance, the major useful life, the security of the machine and the people, generating in this way a profitable activity with employability of the labor force for its manufacture and its later deployment.



Índices generales

1. A-PFC-1605-A-ANEXO II.
2. C-PFC-1605-A- INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.
3. D-PFC-1605-A- OBJETIVOS, ALCANCES Y PLAN DE TRABAJO.
4. E-PFC-1605-A- INGENIERÍA BÁSICA.
5. F-PFC-1605-A- INGENIERÍA DE DETALLE.
6. G-PFC-1605-A- MEMORIAS DE CÁLCULO.
7. H-PFC-1605-A- ANEXOS COMPLEMENTARIOS.
8. H2-PFC-1605-A- ANEXOS: BIBLIOGRAFÍA, GLOSARIO, ABREVIATURAS, CODIFICACIÓN.



C-PFC-1605A- INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay

**“Sistema de Compostaje
Mecanizado para el Guano de
Gallinas Ponedoras”.**
Año: 2017.

AUTORES

HERGERT, LETICIA; SCANDIZZO, EZEQUIEL.

Índice fascículo C-PFC-1605A

2.1. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1.1. Ubicación geográfica.....	2
2.1.2. Producción avícola nacional.....	2
2.1.3. Situación Problemática:.....	3
2.1.4. Propuesta.....	5
2.1.5. Características generales: guano de gallina y cama de pollo.....	6
2.1.6. Beneficios del abono orgánico en el uso agrícola.....	7
2.2. ANTECEDENTES.....	8
2.2.1. Compostaje.....	8
2.2.2. Volteadores de pilas de excretas comerciales.....	10

Índice de figuras.

Figura 2-1: Población nacional aviar en millones.....	4
Figura 2-2: Distribución granjas avícolas con producción de huevos en 2016.....	4
Figura 2-3: Galpón de Gallinas Ponedoras.....	5
Figura 2-4: Deposiciones de las gallinas.....	5
Figura 2-5: Guano y suciedad del proceso.....	5
Figura 2-6: Proliferación de insectos en excretas.....	5
Figura 2-7: Evolución del compostado.....	11
Figura 2-8: Ejemplo de pilas de compostaje sistema abierto.....	12
Figura 2-9: Dimensiones de una pila de compostaje.....	12
Figura 2-10: Sistema de aireación forzada.....	13
Figura 2-11: Sistema de recolección de lixiviados.....	13
Figura 2-12: Volteo mecanizado.....	13

Índice de tablas.

Tabla 2-1: Cantidad de Establecimientos con Avicultura por Tipo de Producción - Marzo 2015.....	2
Tabla 2-2: Generación anual de guano y cama de pollo a nivel nacional.....	3
Tabla 2-3: Producción y características de excretas removidas de galpones.....	6
Tabla 2-4: Caracterización de excretas frescas de Ponedoras y Parrilleros.....	7

2.1. INTRODUCCIÓN.

Descripción:

Este proyecto está orientado al diseño de un mecanismo electromecánico capaz de contribuir eficientemente al proceso de compostaje tradicional de los subproductos no comestibles de origen aviar; en particular la transformación de guano de gallinas ponedoras en abono orgánico, con el fin de convertir un “desecho” en un producto rentable.

2.1.1. Ubicación geográfica.

Está orientado a emplazarse sobre aquellas zonas que concentren mayor actividad. Según registros de 2015, la provincia de Buenos Aires lidera en cantidad de establecimientos, le siguen Entre Ríos y en menor medida Córdoba y Santa Fé (ver Tabla 1).

Tabla 2-1: Cantidad de Establecimientos con Avicultura por Tipo de Producción - Marzo 2015.

Provincia	Producción de Carne	Producción de Huevos	Reproducción	Recría	Incubación	Otros
TOTAL NACIONAL		1,067	298	-	137	-
BUENOS AIRES	1.386	350	109	144	55	175
ENTRE RIOS	2,339	262	85	45	26	23
CORDOBA	179	96	18	51	9	111
SANTA FE	218	85	32	35	16	55
MENDOZA	91	50	8	13	3	15
SALTA	26	30		6	2	9
MISIONES	79	26	4	9	5	40

Fuente: SIGSA- Dirección de Control, Gestión y Programas Especiales. SENASA.

2.1.2. Producción avícola nacional.

La industria avícola de ovoproductos abarca desde la recolección de los huevos en las granjas, para su expendio directo, hasta la obtención de distintos productos y subproductos, tanto comestibles como no comestibles, que de ellos derivan.

Según registros de SENASA en la Argentina existe una población promedio de 139 millones de aves industriales, de las cuales un 71,3% corresponde a pollos de engorde, un 27% a gallinas de postura, un 1,6% a reproductores padres y abuelos de ambas líneas genéticas y el resto a producciones no industriales (ver Gráfico 1).

Las áreas de producción avícola nacionales se concentran en mayor proporción en las provincias de Entre Ríos 44,43% y Buenos Aires 42,43%. El resto de la producción se distribuye en Córdoba 5,10%, Santa Fe 4,20% y Río Negro 2,84%. El 1% restante se ubica en Neuquén, Mendoza y provincias del noroeste argentino.

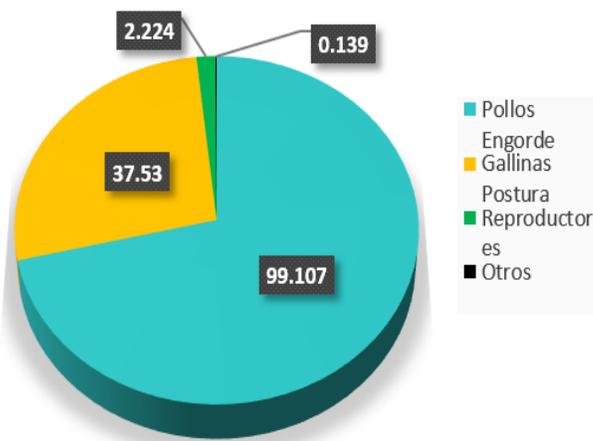


Figura 2-2: Población nacional aviar en millones.



Figura 2-2: Distribución granjas avícolas con producción de huevos en 2016.¹

Los tres principales residuos de interés en la producción aviar son: el guano de ponedoras, la cama de pollos parrilleros y los animales muertos. Aproximadamente se generan en la Argentina anualmente 1.400.000 toneladas de guano y 3.600.000 toneladas de excreta de pollo, las cuales se distribuyen mayoritariamente en las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos. Santa Fe, Córdoba y Mendoza aportan cantidades menores (ver Tabla 2. Fuente SENASA).

Tabla 2-2: Generación anual de guano y cama de pollo a nivel nacional.

	PONEDORAS Y RECRÍA*	POLLOS PARRILLEROS**	TOTAL
Existencias Promedio* y Faena** (número de aves)	44.300.000	732.000.000	776.300.000
Guano y Cama (Ton/año)	1.400.000	5.300.000	6.700.000

2.1.3. Situación Problemática:

La granja sujeta a análisis, es representativa de las situaciones que viven actualmente muchos productores de las zonas antes mencionadas; la misma tiene capacidad para 100.000 gallinas, que generan aproximadamente 8.800 kg de guano húmedo por día, promedio entre gallinas jóvenes y adultas, el cual es retirado de los galpones, tratado como residuo común, sin tratamiento previo, para finalmente esparcirlo al voleo sobre un campo destinado a plantaciones.

Los residuos generados comprenden: efluentes líquidos de la limpieza de los galpones de crianza, guano de la etapa de producción, cáscaras de huevos y cadáveres provenientes de todo el proceso productivo. Esto representa una DBO₅ equivalente un centro urbano que estará disperso en una gran superficie cultivable.



Figura 2-3: Galpón de Gallinas Ponedoras.



Figura 2-4: Depositiones de las gallinas.



Figura 2-5: Guano y suciedad del proceso.



Figura 2-6: Proliferación de insectos en excretas.

La cantidad de guano que se genera, si no es tratado ocasiona inconvenientes y complicaciones a saber:

- Problemas fitosanitarios con la proliferación de vectores, es decir, insectos (moscas y mosquitos) y roedores portadores de enfermedades que resultan nocivos para las aves y las personas, y esto puede causar conflictos indeseados con los vecinos cercanos a la granja y derivar en denuncias.
- Malas condiciones de higiene en el trabajo;
- Requerimiento espacial de deposición;
- Contaminación: acuífera, olores no deseados, entre otros.

La tendencia actual es reutilizar los desechos orgánicos, al mismo tiempo responde a Desafíos Ambientales como es la reducción de pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica; es por eso que se ha encontrado en el guano una nueva unidad de negocio dentro de la industria de la avicultura.

Con el proceso de compostaje controlado se logra convertir el residuo patógeno en no patógeno ya que se impide o elimina el crecimiento poblacional de bacterias y larvas que proliferan en el guano sin tratar. Además se convierte en un subproducto deseable como es el abono natural de calidad que será comercializado a viveros, campos con plantaciones frutales, persona particular, entre otros.

La calidad del producto final estará dirigida a conseguir aspecto y olor aceptable, higienización correcta y muy bajo nivel de impurezas (material inicial sin descomponer).

El uso de una máquina volteadora de compost permite acelerar el proceso de descomposición y se puede además controlar temperatura, olor, humedad y tiempo del proceso de compostaje de residuos orgánicos.

2.1.4. Propuesta.

Este proyecto presenta el diseño de un sistema semiautomático de volteo y aireación para túneles de compostaje horizontales, capaz de transformar, por medio de un proceso de fermentación aeróbica controlada, los líquidos residuales orgánicos fermentables en fertilizantes, o en correctores orgánicos de óptima calidad, contribuyendo a su recuperación y a la valorización de productos que normalmente serían desechados directamente.

Además puede adaptarse para compostar otros tipos de biomasa como pueden ser las procedentes de: instalaciones de ganado vacuno, cunícola, porcino, etc. Lodos domésticos, agroalimentarios, industriales, etc.

El proceso fermentativo garantiza la obtención de un producto de calidad, desinfectado y estabilizado en conformidad con la normativa vigente.

El sistema cuenta con una estructura robusta de alta resistencia lo que garantiza su larga duración. Puede trabajar en ciclos de trabajo continuos o alternos (totalmente lleno-totalmente vacío) en función de las exigencias de proceso y de la capacidad de producción.

De fácil manejo operativo: cuadro de mandos y control, con software PLC, puesta a tierra en ambiente separado, de conformidad con las normas de seguridad vigentes. Tecnología factible de ser fabricada por industria nacional.

Con Posibilidad de incorporar, si es requerido por el proceso o por las características físico-químicas del material o ambientales, un sistema de introducción de aire, un sistema de riego con líquidos y un sistema de aspiración y de tratamiento del aire interior del túnel.

2.1.5. Características generales: guano de gallina y cama de pollo.

El término “guano de gallina” (GG) o excretas, representa las heces producidas por las gallinas ponedoras mientras que la “cama de pollo” (CP) es un material que se introduce en el galpón de pollos parrilleros estando vacío, limpio y desinfectado con el fin de ser utilizada para absorber y alojar las deyecciones.

En general para conformar la cama se utiliza cascara de arroz, viruta de madera, cascara de girasol y maní u otros materiales cuya característica principal sea un bajo contenido de humedad y una importante capacidad de absorción de agua. El objetivo de ésta es proveer a los animales de un “piso” seco, donde la humedad de las excretas vaya siendo absorbida por la cama. El agregado de material para formar la cama de pollo adiciona 1.7 millones de toneladas al volumen de residuos.

Según la American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) se ha tabulado la caracterización de excretas en base a fórmulas que asumen valores de eficiencia de conversión de alimento (retención de nutrientes) y porcentaje de materia seca en la excreta (ver Tablas 3 y 4).

Tabla 2-3: Producción y características de excretas removidas de galpones.

COMPONENTE	UNIDADES	PONEDORAS	PARRILLEROS
Peso	Kg/animal-día	0.03	0.02
Humedad	%	59.27 (14)	31.00 (24)
Sólidos Totales	% Base Húmeda	40	70
Sólidos Volátiles	% de Sólidos Totales	s/d	70
Nitrógeno Kjeldahl	% Base Húmeda	1.85 (30)	3.73 (14)
Nitrógeno-Amoníaco	% Base Húmeda	0.88 (39)	0.75
Fósforo	% Base Húmeda	1.21 (34)	0.60 (22)
Potasio	% Base Húmeda	1.31 (28)	1.37 (13)
Calcio	% Base Húmeda	6.40 (41)	1.82 (17)

Fuente: elaboración propia en base a datos ASABE, 2010
 Números en paréntesis representan el Coeficiente de Variación (CV) porcentual
 s/d = sin dato

Tabla 2-4: Caracterización de excretas frescas de Ponedoras y Parrilleros.

COMPONENTES	UNIDADES	PONEDORAS	UNIDADES	PARRILLEROS*
Peso	kg/animal-día	0.088	Kg/animal terminado	4.9
Volumen	lt/animal-día	0.083	Lt/animal terminado	4.9
Humedad	%	75	%	74
Sólidos Totales	kg/animal-día	0.022	Kg/animal terminado	1.3
Sólidos Volátiles	kg/animal-día	0.016	Kg/animal terminado	0.95
DQO	kg/animal-día	0.018	Kg/animal terminado	1.05
DBO	kg/animal-día	0.0050	Kg/animal terminado	0.30
Nitrógeno	kg/animal-día	0.0016	Kg/animal terminado	0.053
Fósforo	kg/animal-día	0.0005	Kg/animal terminado	0.016
Potasio	kg/animal-día	0.0006	Kg/animal terminado	0.031

Valores en negrita obtenidos por fórmula

*48 días duración fase de engorde y 2.36 kg peso de faena

Fuente: elaboración propia en base a datos ASABE, 2010

2.1.6. Beneficios del abono orgánico en el uso agrícola.

Las excretas de origen animal (E.O.A.) son ricas en contenido de distintos nutrientes esenciales para la producción agrícola, por lo cual son de gran valor e interés para los productores agropecuarios.

Debe entenderse que cuando se promueve la aplicación de efluentes líquidos y sólidos de origen animal sobre lotes agrícolas se está reconociendo no sólo la capacidad de los cultivos de extraer valiosos nutrientes del suelo sino también la capacidad del propio suelo como ecosistema vivo de purificar dichos materiales a través del filtrado físico, la alteración química y la degradación microbiana.

Las excretas poseen cantidades significativas de macro-nutrientes vegetales como Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). También presentan cantidades menores de micro-nutrientes como Zinc (Zn) y Cobre (Cu). Según estudios realizados por INTA, el guano y la cama de pollo contienen los 16 elementos esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas, lográndose incrementar la fertilidad de la tierra y mejorando propiedades físicas determinantes para el éxito de la producción agrícola como la infiltración y la capacidad de retención hídrica, a la vez que reducen la erosión de suelos y los costos afrontados por los productores en la compra de fertilizantes comerciales.

Sostienen su gran valor potencial, afirmando que la Avicultura de Entre Ríos produce todo el Nitrógeno necesario para la producción de maíz de la Provincia.

No obstante, el manejo inadecuado de estos subproductos representa un peligro potencial de contaminación de aguas superficiales y subterráneas como:

- **Fitotoxicidad:** el nitrógeno está más en forma de amonio en lugar de nitrato. Un material sin terminar de compostar contiene compuestos químicos inestables como ácidos orgánicos que resultan tóxicos para las semillas y plantas.
- **Bloqueo biológico del nitrógeno (hambre de nitrógeno):** ocurre en materiales que no han llegado a una relación C/N equilibrada, y que tienen material mucho más rico en carbono que en nitrógeno.
- **Reducción de oxígeno radicular:** cuando se aplica al suelo un material que aún está en fase de descomposición, los microorganismos utilizarán el oxígeno presente en el suelo para continuar con el proceso, agotándolo y no dejándolo disponible para las plantas.
- **Exceso de amonio y nitratos en las plantas y contaminación de fuentes de agua:** un material con exceso de nitrógeno en forma de amonio, tiende a perderlo por infiltración en el suelo o volatilización, y contribuye a la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Igualmente, puede ser extraído por las plantas de cultivo, generando una acumulación excesiva de nitratos, con consecuencias negativas sobre la calidad del fruto y la salud humana.

Lo importante no es biodegradar, sino poder conducir esta biodegradación por rutas metabólicas, que permitan la obtención de un producto final lo más apropiado posible, en el menor tiempo posible. El éxito de un proceso de compostaje, dependerá entonces del manejo de la pila de compost como un medio de cultivo.

2.2. ANTECEDENTES.

Para el tratamiento de GG existen distintas técnicas aplicables basadas en procesos biológicos, físicos y químicos. A continuación se hará referencia únicamente al compostaje, ya que es el proceso asociado al mecanismo a desarrollar, aunque debe saberse que existen otros métodos que no se mencionarán.

2.2.1. Compostaje.

El compostaje tiene su origen en el antiguo y tradicional cúmulo de residuos en el medio rural, que se obtenía luego de las tareas de limpieza y mantenimiento de viviendas e instalaciones. Los desperdicios de las actividades de granja, agropecuarias y domiciliarias se acopiaban por un tiempo a la intemperie con el objetivo de que redujeran su tamaño para luego ser esparcidos empleándolos como abonos.

Esta técnica es el resultado de un proceso de oxidación biológica donde el abono orgánico rico en nutrientes se utiliza para mejorar la calidad de los suelos. En la naturaleza se produce de forma lenta pero continua el recambio cíclico de la materia llamada mineralización. Es decir que compostar significa reproducir en forma parcial y a escala los procesos de la mineralización de la naturaleza.

Hay variables importantes que influyen directamente sobre la calidad del abono y es necesario controlar, como son temperatura, humedad, olores y porosidad, y para ello al guano se le debe realizar el proceso de rotación de la pila junto con fibras, conocido como "volteo".

Los microorganismos presentes en el proceso (bacterias, hongos y actinomicetos) utilizan el carbono y nitrógeno disponibles en los residuos orgánicos, liberando energía calorífica como producto de la actividad metabólica, produciéndose además agua, anhídrido carbónico y sales minerales, debido a una serie de reacciones bioquímicas.

Durante la crianza de gallinas la deposición continua de guano en el suelo produce olor desagradable debido al contenido de sulfuro de hidrógeno (H_2S) y otros compuestos orgánicos. La sensación de suciedad que se presenta en estos lugares, como así también la degradación ambiental del entorno puede ser un foco de transmisión de enfermedades.

El compostaje es más rápido cuando las condiciones que aumentan el crecimiento de los microorganismos son mantenidas. Se le reconocen cuatro estadios o etapas principales (ver gráfico 1):

Mesofílica: La más corta y también la de menor importancia, en donde los microorganismos se preparan fisiológicamente para el posterior proceso.

Termofílica: Más temperatura los microorganismos comienzan a actuar en la transformación, biodegradación y estabilización del material.

Fermentación: Es la más importante, se deben mantener las condiciones y temperatura durante 20 días.

Maduración: El guano finaliza con un 14 por ciento de humedad.

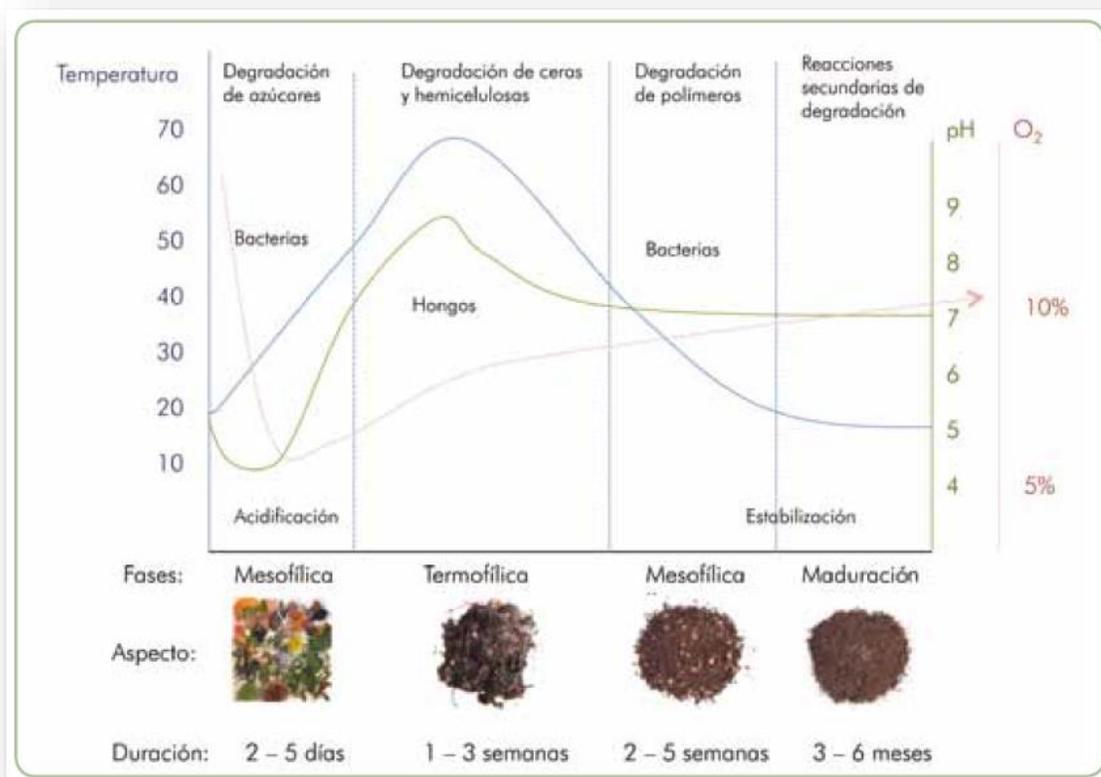


Figura 2-7: Evolución del compostado.

2.2.2. Volteadores de pilas de excretas comerciales.

De acuerdo al método de aireación utilizado, el sistema de pilas se subdivide en: Pilas Móviles, cuando la aireación y homogeneización se realiza por remoción y re conformación de las pilas, y Pilas Estáticas cuando la aireación se realiza mediante instalaciones fijas, en las áreas o canchas de compostaje, que permiten realizar una aireación forzada sin necesidad de movilizar las pilas.

A su vez serán sistemas abiertos porque se hacen al aire libre (figura 4), y sistemas cerrados los que se hacen en recipientes o bajo techo.

Los factores claves al momento de decidir qué método usar incluyen:



Figura 2-8: Ejemplo de pilas de compostaje sistema abierto.

Normalmente, se hacen pilas de entre 1,5 y 2 metros de alto para facilitar las tareas de volteo, y de un ancho de entre 1,5 y 3 metros. La longitud de la pila dependerá del área y del manejo.

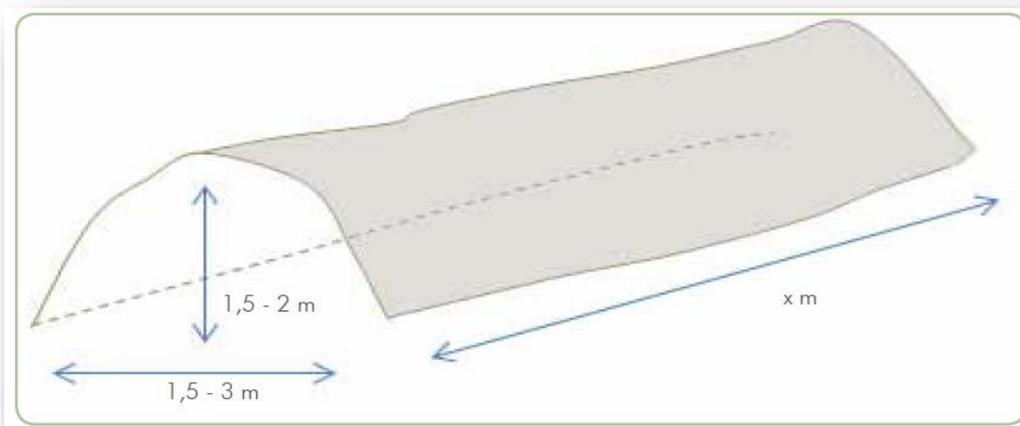


Figura 2-9: Dimensiones de una pila de compostaje.

Durante el proceso de compostaje, la pila disminuye de tamaño (hasta un 50% en volumen) debido en parte a la compactación y en parte a la pérdida de carbono en forma de CO₂.

Tecnificación de las pilas: a continuación se mencionan algunos ejemplos:

Aireación forzada: en esta técnica se proporciona aire a través de canales construidos en el suelo para así mantener los niveles óptimos de oxígeno (figura 6).

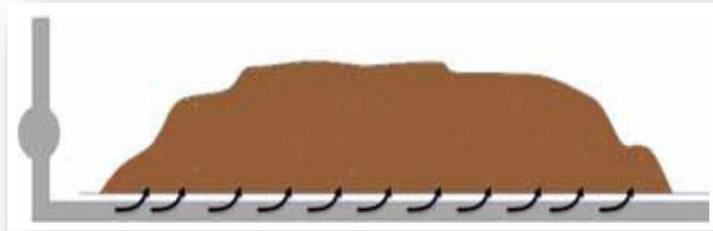


Figura 2-10: Sistema de aireación forzada.

Recolección de lixiviados y su posterior tratamiento.

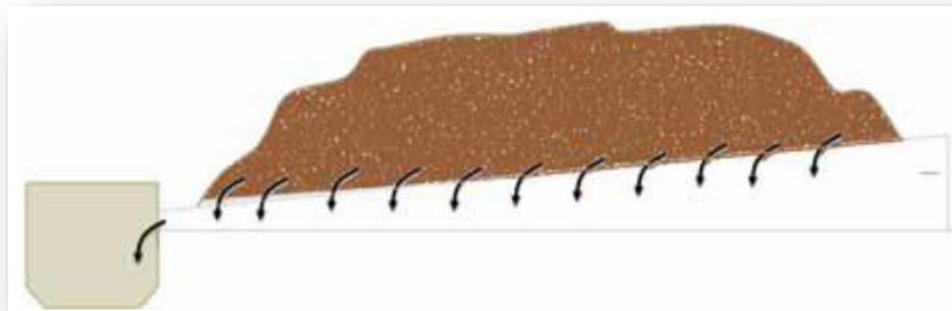


Figura 2-11: Sistema de recolección de lixiviados.

Sistema de pilas con volteo mecanizado: se puede utilizar un volteador lateral de tornillo adaptado a tractor (figura 8 a), o una pala frontal (figura 8 b). En el primer caso, la altura de la pila varía con la altura del volteador lateral de tornillo, mientras que en el segundo, las pilas pueden alcanzar una altura deseable de 1,5 metros, lo que permite facilitar la tarea de volteo.



Figura 2-12: Volteo mecanizado.



D-PFC-1605A – OBJETIVOS, ALCANCES Y PLAN DE TRABAJO.

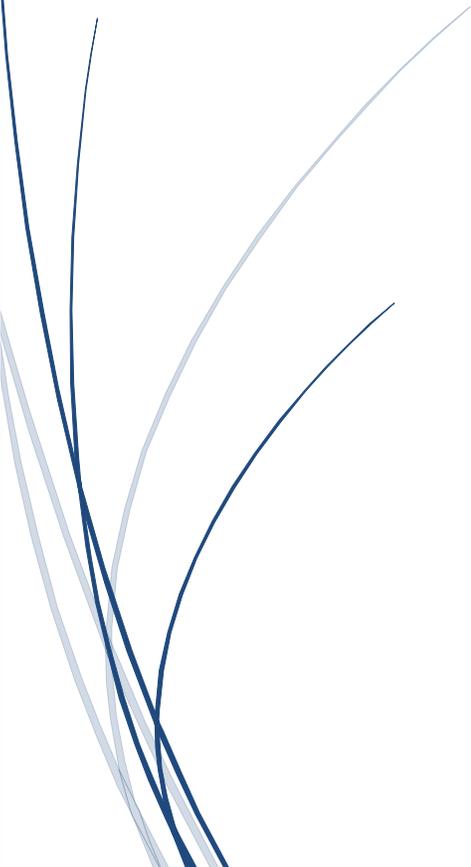
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay

**“Sistema de Compostaje
Mecanizado para el Guano de
Gallinas Ponedoras”.**

Año: 2017.

AUTORES

HERGERT, LETICIA; SCANDIZZO, EZEQUIEL.



Índice de fascículo D-PFC-1605A.

3.1. OBJETIVOS:.....2

3.2. ALCANCES:.....2

3.3. PLAN DE TRABAJO.....2

3.4. PLAN DE EVALUACIÓN Y CONTROL.....3

3.1. OBJETIVOS:

- Diseñar un sistema de compostaje destinado a grandes volúmenes de guano de ganillas ponedoras adecuado a las necesidades de los productores considerando criterios técnicos y económicos.
- Disminuir la cantidad de residuos de origen aviar sin tratar que se vierten diariamente sobre áreas cultivables.
- Convertir un subproducto como es el guano de gallinas ponedoras en un producto rentable con valor agregado y eco-amigable con el ambiente.

3.2. ALCANCES:

- Ingeniería de detalle del diseño electro-mecánico de la máquina. Diseño y cálculo de la máquina teniendo en cuenta el volumen a procesar y las variables a controlar. Incluye planos de detalle y lista de elementos y materiales para cotizar.
- Ingeniería básica de la planta del sistema hídrico y los equipos complementarios para el proceso. Propuesta de automatización,
- Cálculo y selección de elementos componentes del compostador e ingeniería de montaje.

Limitaciones: No se incluye

- Análisis de costos; cotización ni prototipo.
- Diseño y cálculo de obra civil.
- Diseño y cálculo de acometidas que no estén comprendidas en los alcances para el funcionamiento de la planta.

3.3. PLAN DE TRABAJO.

1) Visita a granja cita en zona Villa Elisa, Entre Ríos, con capacidad 100.000 gallinas ponedoras.

2) Relevamiento y antecedentes de volteadores mecanizados de industria nacional e internacional.

- 3) Diseño de la máquina en general y en particular de piezas no disponibles comercialmente. Planimetría.
- 4) Selección de elementos eléctricos y mecánicos del compostador.
- 5) Ubicación y diseño del layout de la planta.
- 6) Dimensionamiento de instalación eléctrica y selección de componentes.
- 7) Diseño del sistema hídrico y selección de componentes.
- 8) Evaluación de Potencia total consumida.

3.4. PLAN DE EVALUACIÓN Y CONTROL.

PLAN DE ENTREGAS PARCIALES		Plan de Entregas (fechas) para:		
		Rev01	Rev02	Aprobó
A-Anexo II – PFC-1605A- (TÍTULO-Autores)	1º	05/2016		03/06/16
B-PFC-1605A - Carátula-Resumen Ejecutivo- Agradecimientos	8º	06/10/17	09/10/17	30/10/17
C-PFC-1605A - Introducción y Situación Problemática-Rev00.	2º	26/05/17	09/10/17	30/10/17
D-PFC-1605A - Objetivos-Alcances Plan de Trabajo-Rev00.	3º	26/05/17	09/10/17	30/10/17
E-PFC-1605A - Ingeniería Básica-Rev00.	4º	26/05/17	04/10/17	30/10/17
F-PFC-1605A - Ingeniería de Detalles-Rev00.	5º	08/08/17	04/09/17	30/10/17
G-PFC-1605A - Memorias de Cálculo-Rev00.	6º	01/09/17	09/10/17	30/10/17
H-PFC-1605A - Anexos Complementarios-Rev00.	6º	04/09/17	09/10/17	30/10/17
I-PFC-1605A - Presentación Para la Defensa-Rev00	7º	09/10/17		23/10/17
FECHA ESTIMADA DE PRESENTACIÓN Anexo-III + 1 Cop.Papel + 3 Cop. DVD				15/11/17



E-PFC-1605A – INGENIERÍA BÁSICA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

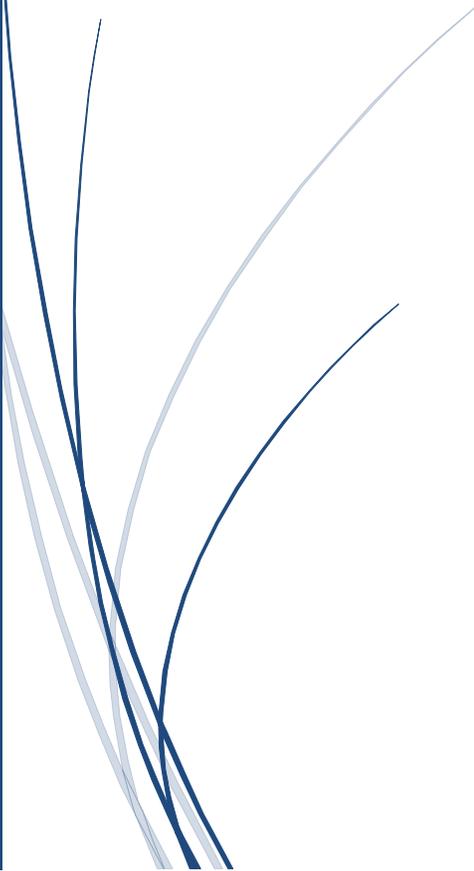
Facultad Regional Concepción del Uruguay

**“Sistema de Compostaje
Mecanizado para el Guano de
Gallinas Ponedoras”.**

Año: 2017.

Autores

HERGERT, LETICIA; SCANDIZZO, EZEQUIEL.



Índice de fascículo E-PFC-1605A.

4. INGENIERÍA BÁSICA.....	6
4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.	6
4.1.1. Descripción del proceso.....	6
4.1.2. Esquema de proceso.	10
4.1.3. Diagrama de proceso.....	11
4.2. LAYOUT.....	12
4.3 ANÁLISIS DE FLUJOS MÁSICOS.	14
4.4. CODIFICACIÓN DE EQUIPAMIENTO.	15
4.5. ELEMENTOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA.....	15
4.5.1 SM-CM-01 Compostador Mecánico.	18
4.5.2 SM-CM-CP-02 Carro principal.	18
4.5.2.1. SM-CM-CP-RMC-012 Rueda Motriz Carro Principal.	19
4.5.2.2. SM-CM-CP-RCC-013 Rueda Conducida Carro Principal.....	19
4.5.3. SM-CM-CR-03 Carro Rotor.....	20
4.5.3.1. SM-CM-CR-EV-014 Ensamblaje de Vigas.....	20
4.5.3.2. SM-CM-CR-RO-015 Rotor.....	21
4.5.3.3. SM-CM-CR-RO-C-032 Cuchillas.	21
4.5.3.4. SM-CM-CR-MR-016 Motorreductor del Rotor.....	21
4.5.3.5. SM-CM-CR-CRO-018 Rodamientos.	22
4.5.3.6. SM-CM-CR-CA Cadena.	22
4.5.3.7. SM-CM-CR-PI-019 Piñón.	23
4.5.3.8. SM-CM-CR-CO-020 Corona.....	23
4.5.3.9. SM-CM-CR-TC-021 Tensor.....	23
4.5.3.10. SM-CM-CR-MTL-022 Motorreductores Traslación Lateral.	24
4.5.3.11. SM-CM-CR-RMR-024 Rueda Motriz Rotor.	24
4.5.3.12. SM-CM-CR-RCR-025 Rueda Conducida Rotor.	24
4.5.4. SM-CM-COB-04 Cobertor.....	25
4.5.5. SM-CM-MCP-05 Motorreductor Carro Principal.	25
4.6. SE-46 SISTEMA ELÉCTRICO.	26
4.6.1. SE-CP Cable de Transmisión de Potencia.....	26

4.6.2. SE-CM Cable de Mando.	27
4.6.3. SE-CML Contactor Motor Desplazamiento Longitudinal.....	27
4.6.4. SE-CMLI Contactor Motor Desplazamiento Longitudinal Inversión de Giro.....	27
4.6.5. SE-CMT Contactor Motor Desplazamiento Transversal.....	27
4.6.6. SE-CMTI Contactor Motor Desplazamiento Transversal Inversión de Giro.	27
4.6.7. SE-CMP Contactor Motor Principal.....	27
4.6.8. SE-CMPI Contactor Motor Principal Inversión de Giro.	28
4.6.9. SE-RTMP Relé Térmico Motor Principal.	28
4.6.10. SE-RTML Relé Térmico Motor Longitudinal.	28
4.6.11. SE-RTMT Relé Térmico Motor Transversal.	28
4.6.12. SE-PLC UNITRONIC M90.	28
4.6.13. SE-AS Arrancador Suave para Motor Principal.	29
4.6.14. SE-SIFL. Sensor Inductivo Fin de Carrera Longitudinal.	29
4.6.15. SE-SICL. Sensor Inductivo Comienzo de Carrera Longitudinal.....	29
4.6.16. SE-SIFT. Sensor Inductivo Fin de Carrera Transversal.....	29
4.6.17. SE-SICT Sensor Inductivo Comienzo de Carrera Transversal.	29
4.6.18. SE-RL. Relé de control.	29
4.6.19. SE-RPC. Riel Porta Cable.....	30
4.6.20. SE-CPC Carro Porta Cable.....	30
4.7. SH-47 SISTEMA HÍDRICO.....	31
4.7.1. Sistema de Riego.....	31
4.7.2. SH-TA Tanque de agua.	32
4.7.3. SH-BO Bomba centrífuga.	32
4.7.4. SH-AS Aspersores.	32
4.7.5. SH-C50 y SH-C75 Caños Termofusión.....	33
4.7.6. Accesorios.	33
4.8. INSTALACIÓN CIVIL.....	33
4.8.1. IC-BA-042 Bateas.	33
4.8.1.1. IC-BA-RIEL-048 Riel sobre bateas.	34
4.8.2. IC-TI-043 Tinglado.	34
4.8.3. IC-DMP-044 Depósito de Materia Prima.	35
4.8.4. IC-DPT-045 Depósito de Producto Terminado.....	35

4.9. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS AL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	35
4.9.1 T-PC Tractor y Pala Frontal.....	35
4.9.2. Transportadores helicoidales.....	36
4.9.2.1 T-RE Rosca Envasadora.....	36
4.9.2.2 T-RG Rosca Granel.....	37
4.9.3. E-SA. Envasadora semiautomática.....	37
4.9.4. B-CA Báscula para Camiones.....	38
4.10. ACOMETIDA Y CONSUMO ENERGÉTICO.....	39
4.11. HIGIENE Y SEGURIDAD.....	40
4.12. PERSONAL DE PLANTA.....	41

Índice de figuras.

Figura 4-1: Croquis de planta. Las flechas indican trayectoria a realizar por la máquina.....	7
Figura 4-2: Movimientos del rotor.....	7
Figura 4-3: Carga (flecha azul) y descarga (flecha verde) de bateas con materia prima.....	8
Figura 4-4: Vista general de los carros que permiten el movimiento de la máquina.....	8
Figura 4-5: Evolución en el aspecto de la materia prima inicial y el producto final madurado.....	9
Figura 4-6: Layout de planta.....	13
Figura 4-7: Vista general del compostador en planta.....	17
Figura 4-8: Vistas principales.....	18
Figura 4-9: Carro principal.....	19
Figura 4-10: Rueda motriz carro principal.....	19
Figura 4-11: Rueda conducida carro principal.....	19
Figura 4-12: Carro Rotor.....	20
Figura 4-13: Ensamble de vigas en carro rotor.....	20
Figura 4-14: Rotor.....	21
Figura 4-15: Cuchillas.....	21
Figura 4-16: Motorreductor de 15HP.....	22

Figura 4-17: Rodamientos.....	22
Figura 4-18: Cadena de rodillos simple.....	23
Figura 4-19: Pinón.....	23
Figura 4-20: Corona.....	23
Figura 4-21: Tensor de cadena.....	23
Figura 4-22: Motorreductor de 1,5HP.....	24
Figura 4-23: Rueda motriz del rotor.....	24
Figura 4-24: Rueda conducida del rotor.....	24
Figura 4-25: Cobertor.....	25
Figura 4-26: Motorreductor de 1HP.....	25
Figura 4-27: Tablero principal.....	26
Figura 4-28: Cable de transmisión de potencia.....	26
Figura 4-29: PLC.....	28
Figura 4-30: Sensor inductivo.....	29
Figura 4-31: Relé de control.....	30
Figura 4-32: Riel porta cable.....	30
Figura 4-33: Trolle porta cable.....	30
Figura 4-34: Esquema sistema de riego.....	31
Figura 4-35: Tanque de agua.....	32
Figura 4-36: Bomba de agua.....	32
Figura 4-37: Bateas de compostado.....	34
Figura 4-38: Riel de bateas.....	34
Figura 4-39: Esquema del galpón de planta.....	35
Figura 4-40: Tractor con pala.....	36
Figura 4-41: Transportador helicoidal.....	37
Figura 4-42: Envasadora de bolsas.....	38
Figura 4-43: Báscula para camiones.....	39

Índice de tablas.

Tabla 4-1: Codificación de piezas de la máquina y componentes de planta	16
Tabla 4-2: Acometida y consumo energético	39
Tabla 4-3: Potencia de la acometida	40
Tabla 4-4: Codificación Personal de planta	41

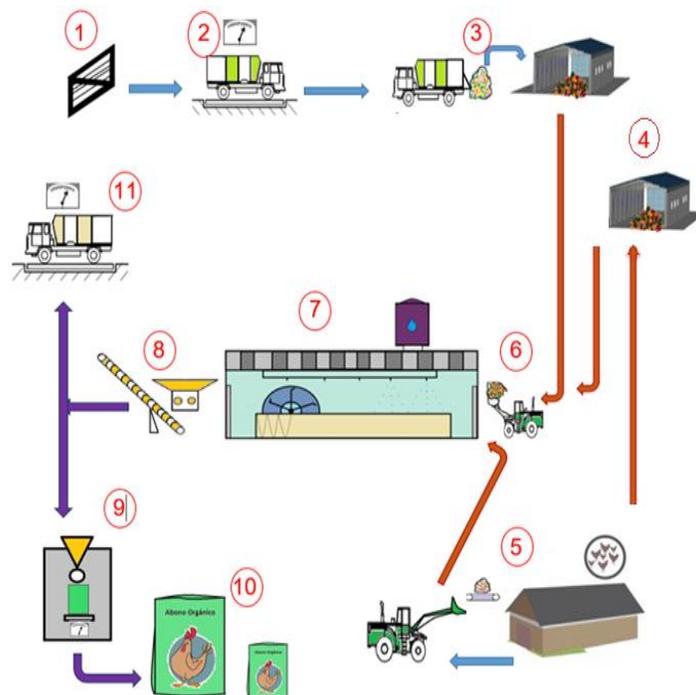
4. INGENIERÍA BÁSICA.

4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.

4.1.1. Descripción del proceso.

El proceso en planta comienza con la **recolección** del guano de los galpones que son acopiados provisoriamente en el lugar llamado **depósito 1**. Paralelamente si el establecimiento o granja no cuenta con material carbonado propio (materia con alto contenido en carbono), deberá adquirirlo de manera externa; de ser así, se prevé arribe en camiones y es confinado al **depósito 2** previo pesado, registro de cantidad y tipificación del mismo.

Dentro del recinto de producción, la carga de bateas se realiza utilizando una pala frontal. Ésta recoge la carga del depósito 2 y lo descarga dentro de la batea, directamente sobre el suelo. Luego procede a hacer lo mismo con el guano del depósito 1 colocándolo por encima del primer material. Se debe asegurar que las cantidades a mezclar sean las adecuadas para mantener la



adecuadas para mantener la relación C/N (Carbono/Nitrógeno) deseado que influye directamente en la calidad del abono obtenido y en la densidad del mismo.

Al momento de la carga, se asegura dejar un espacio considerable entre la deposición y las cuchillas de la máquina para que cuando se produzca el arranque, el rotor tenga la libertad necesaria para propiciar los movimientos de giro.

Un operario manualmente realiza la operación de arranque desde el tablero principal de la máquina y al entrar en funcionamiento, se acciona el mecanismo de avance hacia adelante desplazando el

material hacia la parte posterior del rotor, realizando la mezcla de fases e incorporando aire necesario para la proliferación de las bacterias aeróbicas de fermentación.

A continuación se muestra un croquis (figura 4-1) de las bateas y se indica el sentido de avance de la máquina.

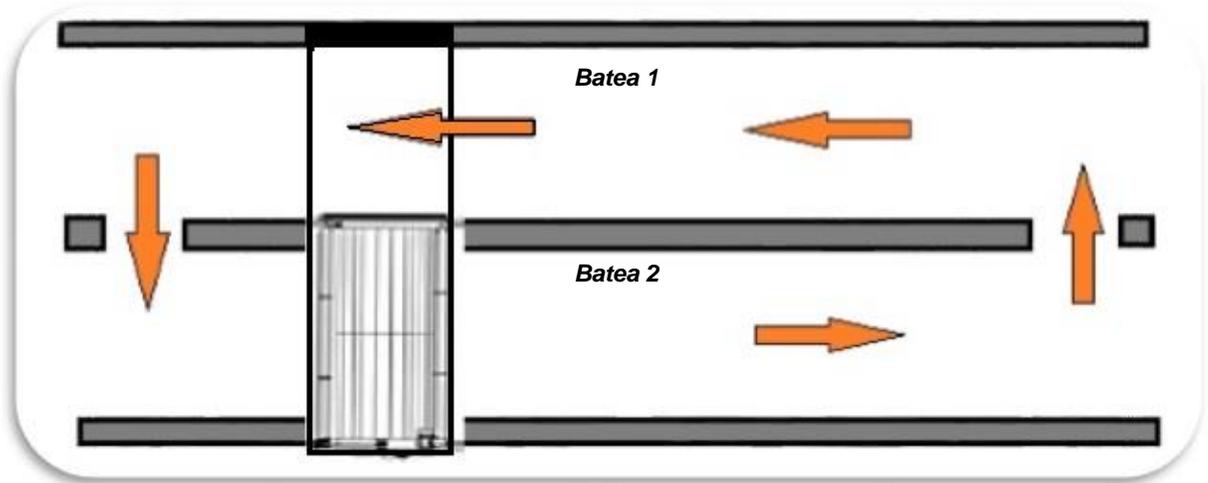


Figura 4-1: Croquis de planta. Las flechas indican trayectoria a realizar por la máquina.

Los movimientos del rotor se pueden apreciar en la vista de corte (figura 4-2). Las flechas rojas indican sentido y dirección.

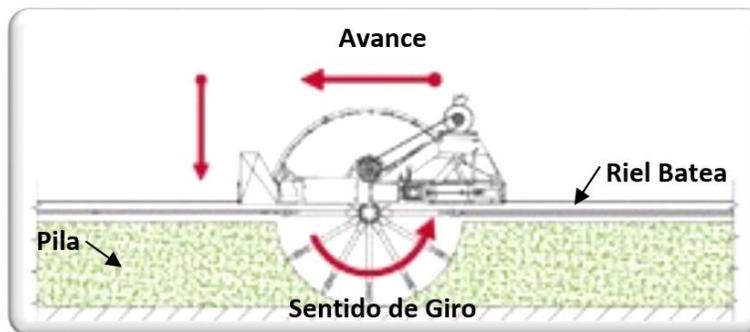


Figura 4-2: Movimientos del rotor.

El llenado (figura 4-3) inicia desde el extremo en la dirección de avance (flecha azul) mientras que la descarga se la hace por el extremo opuesto al avance (flecha verde).

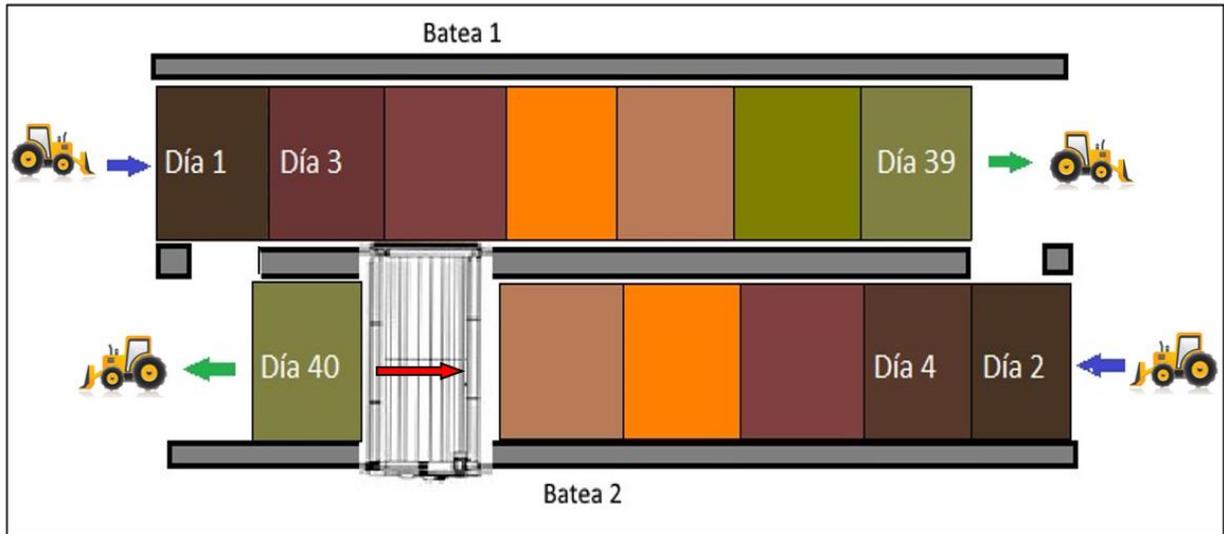


Figura 4-3: Carga (flecha azul) y descarga (flecha verde) de bateas con materia prima.

El compostador realiza una pasada completa, es decir un ciclo estimado cada 12 horas. Tiene una velocidad de avance 5m/min resultando el tiempo que demora en culminar cada ciclo de aproximadamente 43 minutos.

Cuando llega a final de carrera (final de batea) y se completa el medio ciclo, se acciona el mecanismo de traslación transversal (figura 4-4) con una velocidad de 10m/min, lo que permite a la máquina desplazarse desde una batea hacia la otra para continuar con la mitad del ciclo restante y así posicionarse nuevamente en el lugar de partida inicial.

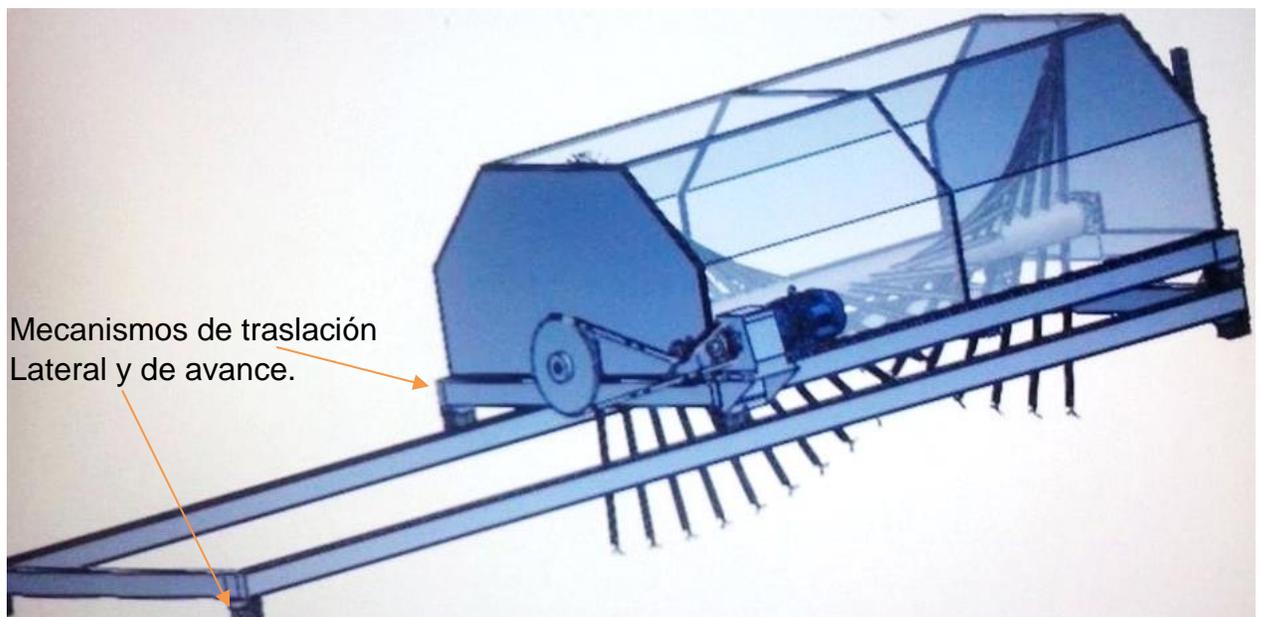


Figura 4-4: Vista general de los carros que permiten el movimiento de la máquina.

El proceso de fermentación presenta aumentos considerables de temperatura (60°C-70°C), que es un indicador de la actividad biológica, ocasionando evaporación de agua de la pila; este fenómeno se debe compensar adicionando un sistema de riego ya que superando este valor, hay pérdidas de carbono (C) por combustión, y el producto final es de inferior calidad. El volteo (aireación) que incorpora oxígeno útil para las bacterias y el riego son operaciones de proceso y control al mismo tiempo, necesarios para la variable temperatura.

Conforme pasan los días y el proceso de fermentación y transformación de la materia se realiza, la masa orgánica cambia su estado físico-químico lo cual se refleja en su apariencia (ver figura 4-5).



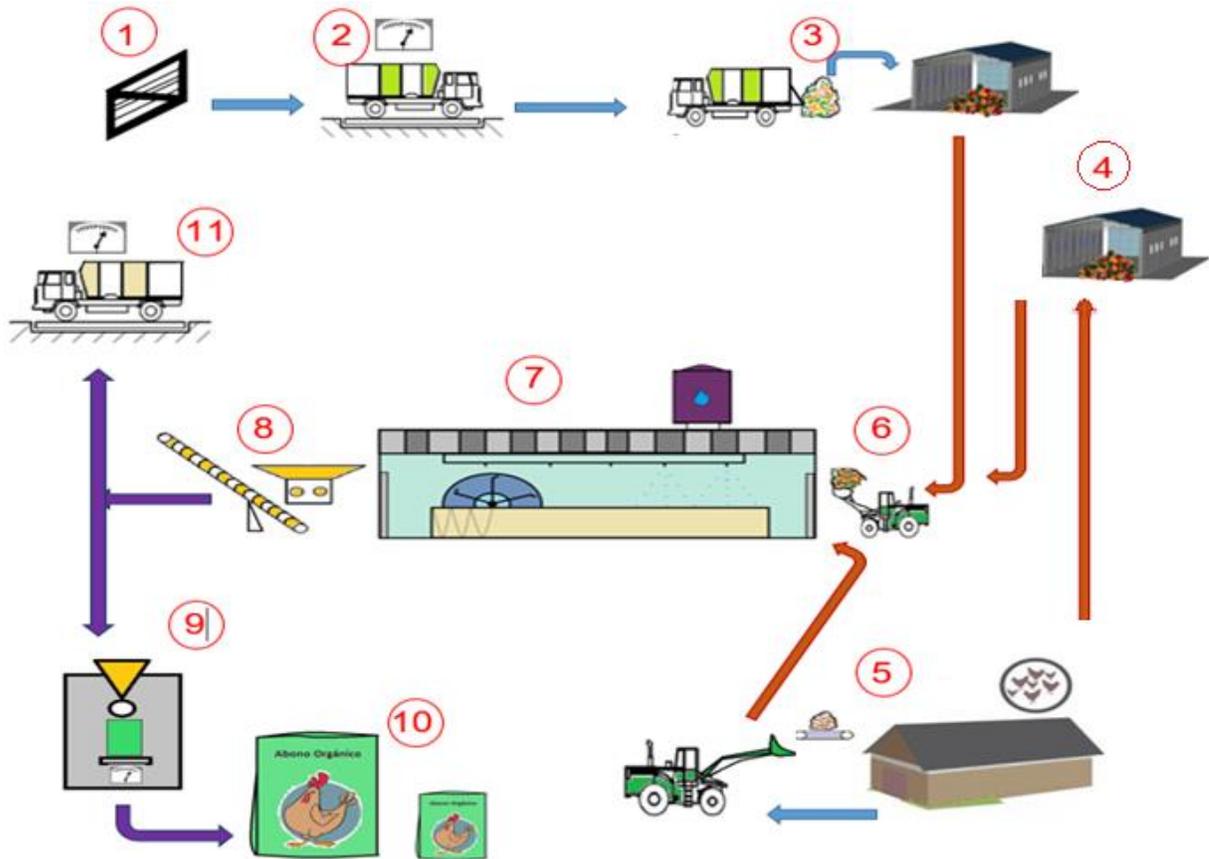
Figura 4-5: Evolución en el aspecto de la materia prima inicial y el producto final madurado.

Cuando el material está en condiciones óptimas para comercializarse (color, olor, apariencia, tamaño y humedad deseables), esto ocurre aproximadamente a los 40 días del ingreso a las bateas, se procede a su extracción mediante distintas alternativas dependiendo el destino. Por ejemplo puede ser embolsado en unidades de diferente peso [4kg-20kg] destinado a pequeños consumidores (jardines, huertas pequeñas, etc); puede ser almacenado en algún depósito intermedio a la espera de nuevas directivas, o bien cargado en camiones o tolvas con la finalidad de ser distribuido a granel (grandes extensiones cultivables).

El embolsado se hace a través de un mecanismo sinfín-tolva y envasadora semi-automática, o manualmente un operario procede al llenado de bolsas provisto de una pala de mano y a través de una báscula se controla el peso por unidad.

En el caso de comercializarse a granel, se usa el mismo mecanismo del sinfín para despachar el abono a través de un camión, tolva o acoplado disponible usando una balanza para camiones de manera de cuantificar el egreso.

4.1.2. Esquema de proceso.

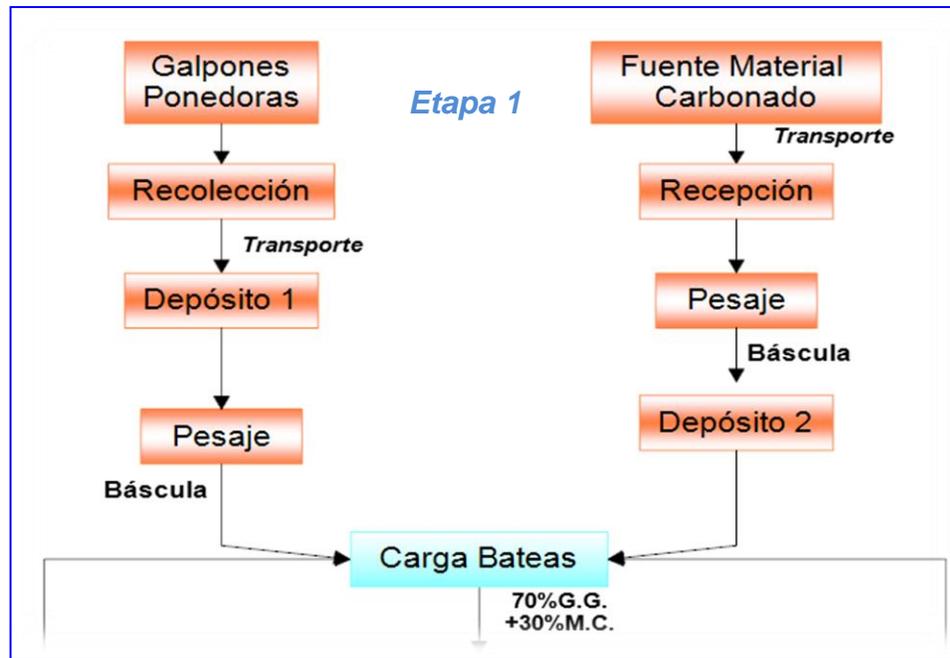


Referencias:

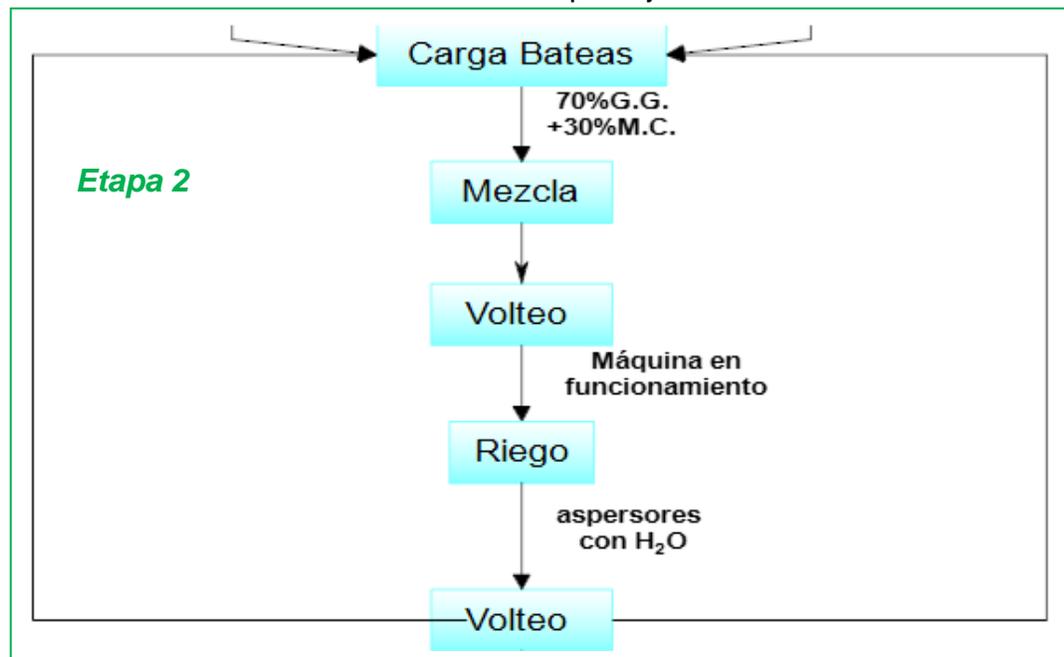
1. Ingreso al complejo.
2. Báscula para camiones.
3. Descarga material carbonado en depósito 2.
4. Descarga de guano en depósito 1 (si es necesario el acopio).
5. Recolección de guano de galpones de ponedoras.
6. Ingreso de materia prima a la planta. Carga de bateas.
7. Proceso de compostaje mecanizado.
8. Uso de sinfín + tolva para transportar abono.
9. Envasadora semiautomática.
10. Abono comercial por bolsa.
11. Abono comercial a granel.

4.1.3. Diagrama de proceso.

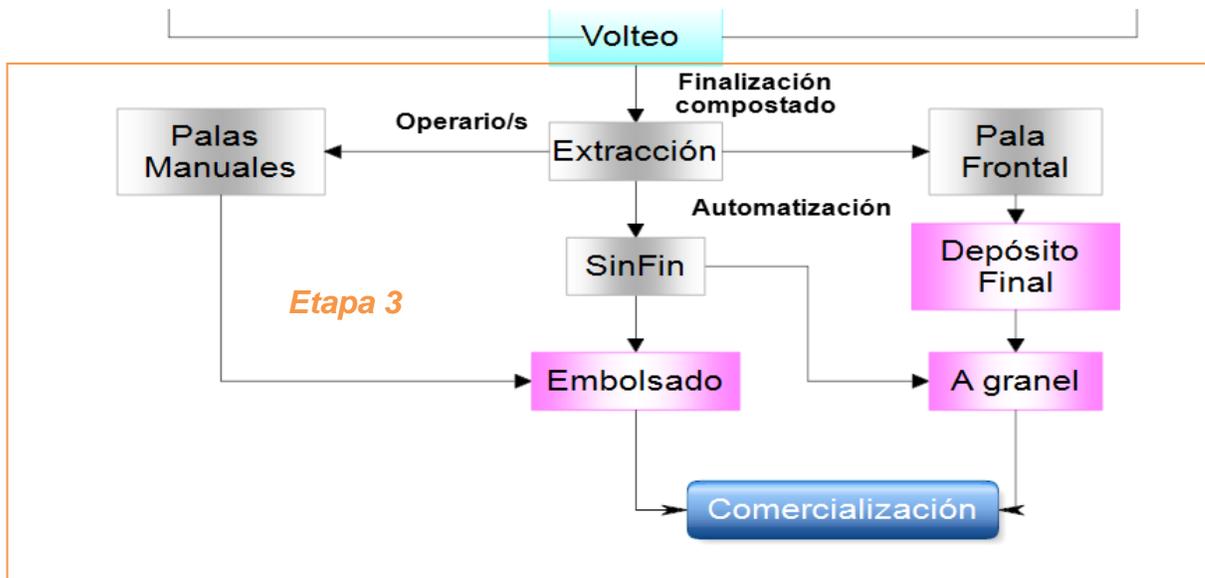
Etapa 1: Recepción y recolección de materia prima. Controles, depósitos y carga de bateas.



Etapa 2: Producción de abono. Proceso de compostaje.



Etapa 3: Abono comercial. Tratamientos según destino final.



4.2. LAYOUT.

El siguiente esquema muestra cómo queda conformada el área de producción y los depósitos desde una vista superior. Se puede apreciar el tamaño de las bateas respecto de los depósitos indicándose algunas de sus dimensiones principales.

Referencias:

- A-1: Deposito 1: materia prima, guano.
- A-1: Deposito 2: materia prima, material carbonado.
- B: Ingreso de materiales batea 1 (guano y materia seca).
- C: Salida de material terminado batea 1(Compost gallinaza).
- E: Ingreso de materiales batea 2.
- D: Salida de material terminado batea 2.

Propuesta de ampliación.

Si se desea ampliar la planta por un aumento en la producción, la opción más recomendable (por ser la más económica) es extender la longitud de bateas lo suficiente para cubrir esa demanda.

Unidades en m.

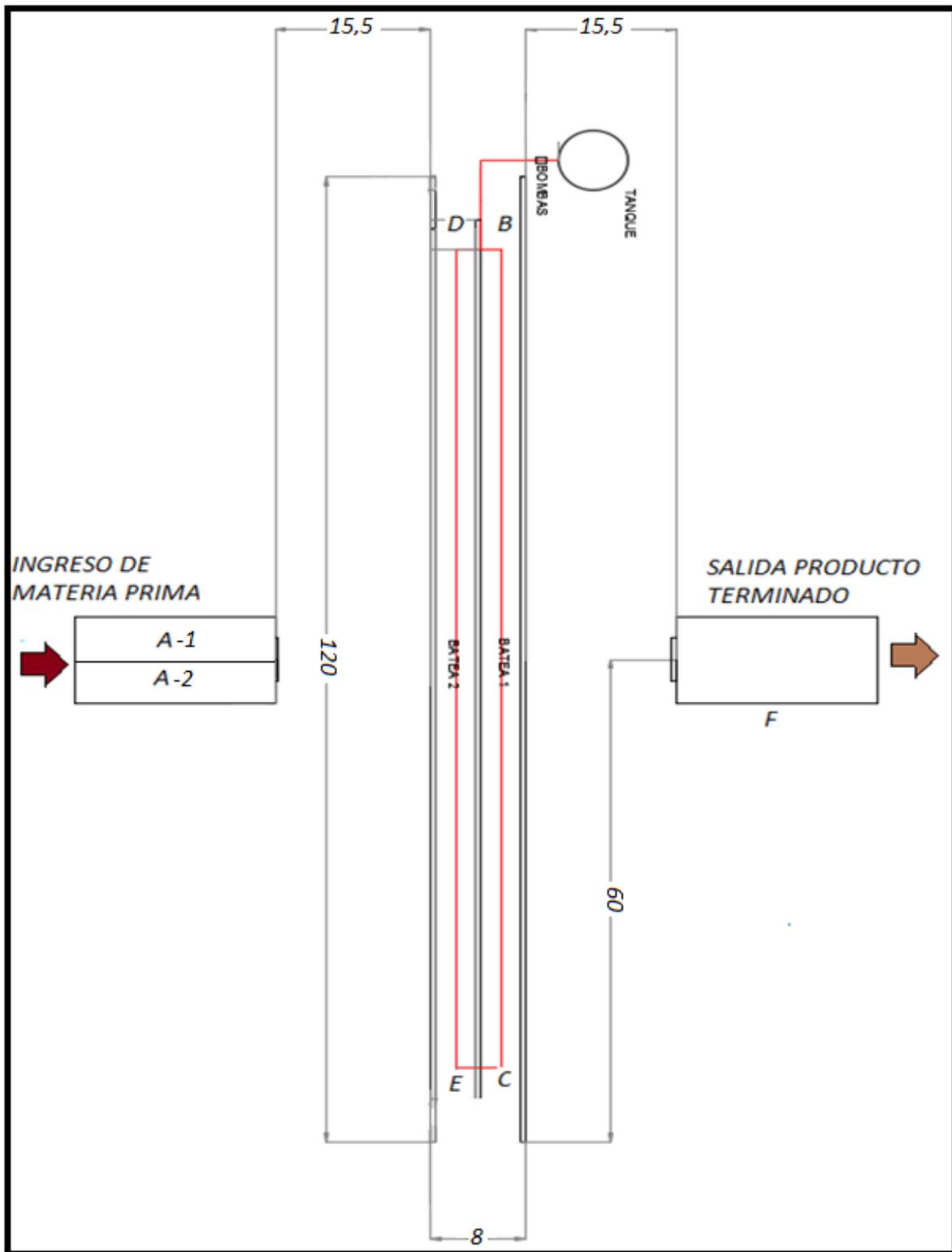
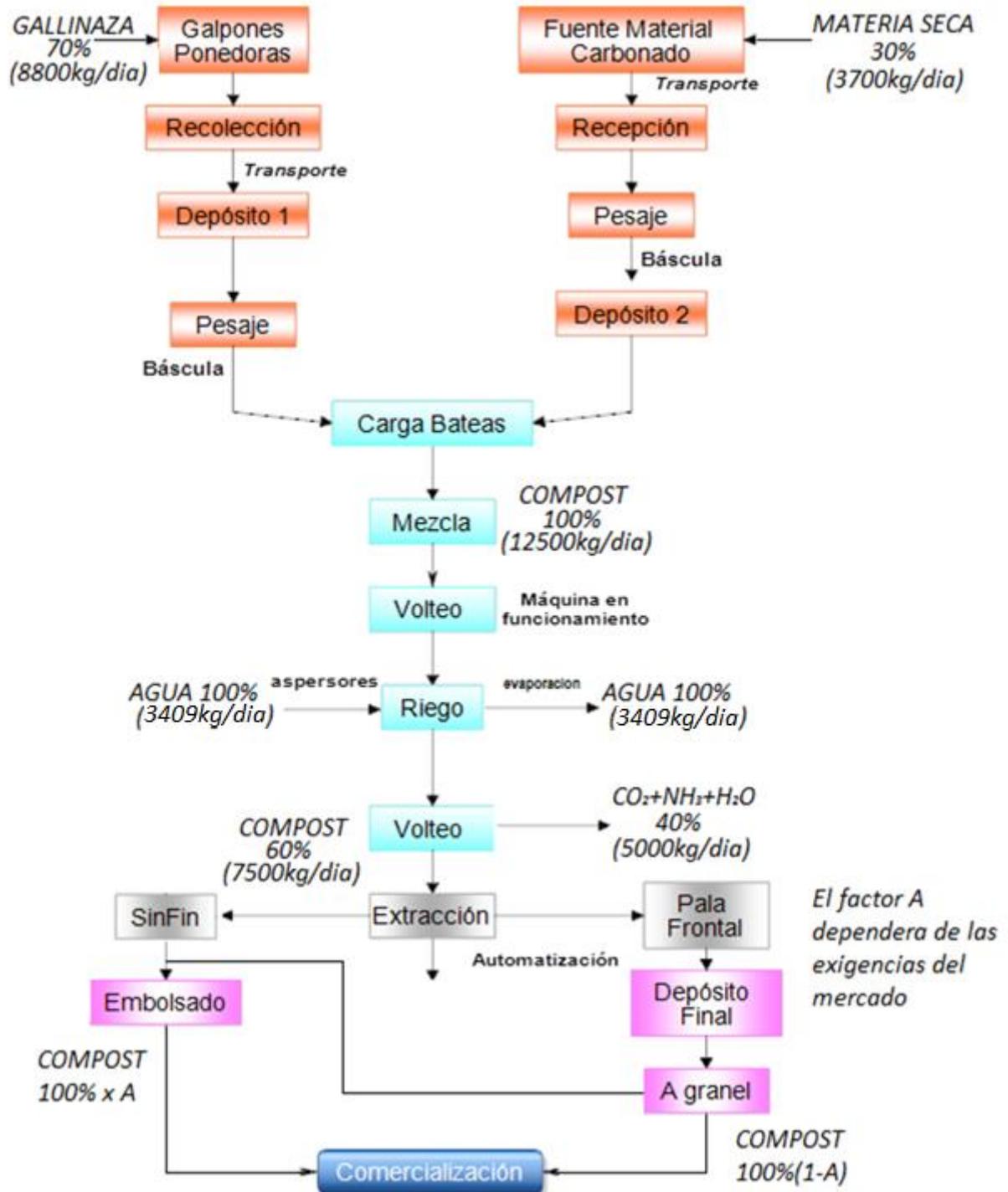


Figura 4-6: Layout de planta.

4.3 ANÁLISIS DE FLUJOS MÁSCOS.

Balance de Masa Relativo y Absoluto.



El factor A se asocia a la cantidad de material que está destinado a la comercialización en bolsas (pequeños consumidores: huertas familiares, jardinería etc.) mientras que lo restante es para la venta a granel (generalmente fertilización de campos). El valor de A, según nuestro cliente, puede oscilar entre 0 y 20%. Conocerlo es importante para el dimensionamiento de las máquinas de transporte, fraccionamiento y packaging.

La cantidad de abono que queda luego del proceso es aproximadamente el 60% de la materia ingresada al inicio, es decir que de los 12.500kg podemos disponer de 7.500kg y esto se debe en gran parte a lo que se pierde en aire como CO₂, NH₃, H₂O, otros nitratos y sulfuros.

4.4. CODIFICACIÓN DE EQUIPAMIENTO.

A continuación se muestra cómo se realiza la codificación para cada uno de los elementos que forman parte de este compostador para su correcta interpretación. Cada código finaliza con el número de plano correspondiente.

El **código de ejemplo** indica:

SM: Sistema mecánico.

CM: Compostador mecánico.

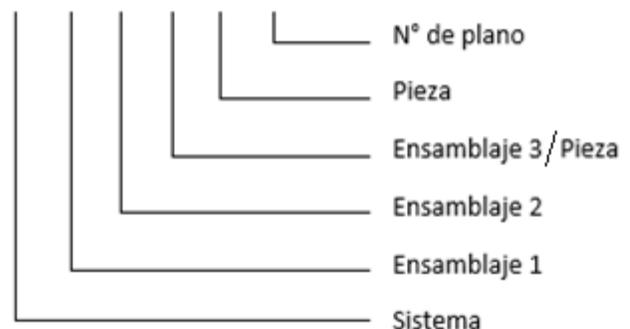
CR: Conjunto rotor.

RO: Rotor.

C: Cuchilla.

032: Es el número de plano.

SM - CM - CR - RO - C - 032



4.5. ELEMENTOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA.

Se detalla a continuación una lista de elementos componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos del compostador, así como también aquellos que forman parte de la planta como son: referidos al sistema hídricos y la obra civil que comprende principalmente las bateas de compostado, el tinglado y todos aquellos equipos que facilitan la tarea de producción (tractor con pala, sinfines, envasadora, etc) haciendo más automático el proceso.

Tabla 4-1: Codificación de piezas de la máquina y componentes de planta.

CODIFICACION DE PIEZAS						
	SISTEMA	ENSAMBLAJE 1	ENSAMBLAJE 2	ENSAM. 3/PIEZA	PIEZA	N° DE PLANO
SM-CM-01	Sistema mecánico	Compostador Mecánico				1
SM-CM-CP-02	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal			2
SM-CM-CP-VP-06	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Viga principal		6
SM-CM-CP-VL-07	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Viga lateral		7
SM-CM-CP-RI-08	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Riel		8
SM-CM-CP-RP-09	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Refuerzo puntera motor avance		9
SM-CM-CP-RP-09b	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Refuerzo puntera motor traslacion		9b
SM-CM-CP-RC-010	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Refuerzo columna		10
SM-CM-CP-CPC-011	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Columna pasacables		11
SM-CM-CP-RMC-012	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Rueda motriz carro		12
SM-CM-CP-RRC-013	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Rueda conducida carro		13
SM-CM-CP-SS-049	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Soporte sensor		49
SM-CM-CR-03	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor			3
SM-CM-CR-EV-014	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Ensamble de vigas		14
SM-CM-CR-RO-015	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rotor		15
SM-CM-CR-RO-CE-029	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rotor	Caño Eje	29
SM-CM-CR-RO-PE-030	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rotor	Puntera Eje	30
SM-CM-CR-RO-BC-031	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rotor	Brazo cuchilla	31
SM-CM-CR-RO-C-032	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rotor	Cuchilla	32
SM-CM-CR-MR-016	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Motorreductor Lentax		16
SM-CM-CR-SM-017	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Soporte motorreductor		17
SM-CM-CR-CRO-018	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Caja de rodamiento		18
SM-CM-CR-CA	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Cadena		
SM-CM-CR-PI-019	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Piñón		19
SM-CM-CR-CO-020	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Corona		20
SM-CM-CR-TC-021	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Tensor Cadena		21
SM-CM-CR-MTL-022	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Motorreductor traslación lateral		22
SM-CM-CR-RCR-023	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Refuerzo caja rod.		23
SM-CM-CR-RMR-024	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rueda Motiz Rotor		24
SM-CM-CR-RCR-025	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rueda conducida rotor		25
SM-CM-COB-04	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor			4
SM-CM-COB-TS-026	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Tapa superior		26
SM-CM-COB-TCOB-027	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Tapa cobertor		27
SM-CM-COB-ECOB-028	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor		28
SM-CM-COB-ECOB-C1-033	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 1	33
SM-CM-COB-ECOB-C2-034	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 2	34
SM-CM-COB-ECOB-C3-035	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 3	35
SM-CM-COB-ECOB-C4-036	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 4	36
SM-CM-COB-ECOB-C5-037	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 5	37
SM-CM-COB-ECOB-C6-038	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 6	38
SM-CM-COB-ECOB-C7-039	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 7	39
SM-CM-COB-ECOB-C8-040	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 8	40
SM-CM-COB-ECOB-C9-041	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 9	41
SM-CM-COB-ECOB-C9-050	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	sujeción	41
SM-CM-MCP-05	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Motorred. Tras. longitudinal			5
SE-46	Sistema Eléctrico					46
SE-CP	Sistema Eléctrico	Cable de Potencia				
SE-CM	Sistema Eléctrico	Cable de Mando				
SE-BPG	Sistema Eléctrico	Botonera puente grúa				
SE-CMP	Sistema Eléctrico	Contactador motor principal				
SE-CMPI	Sistema Eléctrico	Contactador motor principal, inv. de giro				
SE-CML	Sistema Eléctrico	Contactador motor despl. Longitudinal				

SE-CMLI	Sistema Eléctrico	Contactador motor despl. Longitudinal; inv. de giro			
SE-CMT	Sistema Eléctrico	Contactador motor despl. Transversal			
SE-CMTI	Sistema Eléctrico	Contactador motor despl. Transversal inv. de giro			
SE-RTMP	Sistema Eléctrico	Relé térmico motor principal			
SE-RTML	Sistema Eléctrico	Relé térmico motor despl. Longitudinal			
SE-RTMT	Sistema Eléctrico	Relé térmico motor despl. Transversal			
SE-AS	Sistema Eléctrico	Arrancador suave			
SE-PLC	Sistema Eléctrico	PLC			
SE-SIFL	Sistema Eléctrico	Sensor inductivo fin de carrera long.			
SE-SICL	Sistema Eléctrico	Sensor inductivo comienzo de carrera long.			
SE-SIFT	Sistema Eléctrico	Sensor inductivo fin de carrera transv.			
SE-SICT	Sistema Eléctrico	Sensor inductivo comienzo de carrera transv.			
SE-RL	Sistema Eléctrico	Relé de control			
SE-RPC	Sistema Eléctrico	Riel porta cable			
SE-CPC	Sistema Eléctrico	Carro portacable			
SE-CL	Sistema Eléctrico	Circuito lumínico			
SH-47	Sistema Hídrico				47
SH-TA	Sistema Hídrico	tanque			
SH-BO	Sistema Hídrico	bomba			
SH-AS	Sistema Hídrico	aspersores			
SH-C50	Sistema Hídrico	caño 50 mm			
SH-C75	Sistema Hídrico	caño 75 mm			
SH-CO	Sistema Hídrico	codo 90			
IC	Instalacion Civil				48
IC-BA-42	Instalacion Civil	Bateas			42
IC-BA-RIEL-48	Instalacion Civil	Riel			
IC-TI-43	Instalacion Civil	Tinglado			
IC-DMP-44	Instalacion Civil	depósito materia prima			
IC-DPT-45	Instalacion Civil	depósito producto terminado			
T	Transporte				
T-PC	Transporte	Pala cargadora			
T-RE	Transporte	Rosca envasadora			
T-RG	Transporte	Rosca granel			
E-SA	Transporte	Envasadora Semiautomática			
B-CA	Transporte	Bascula para camiones			

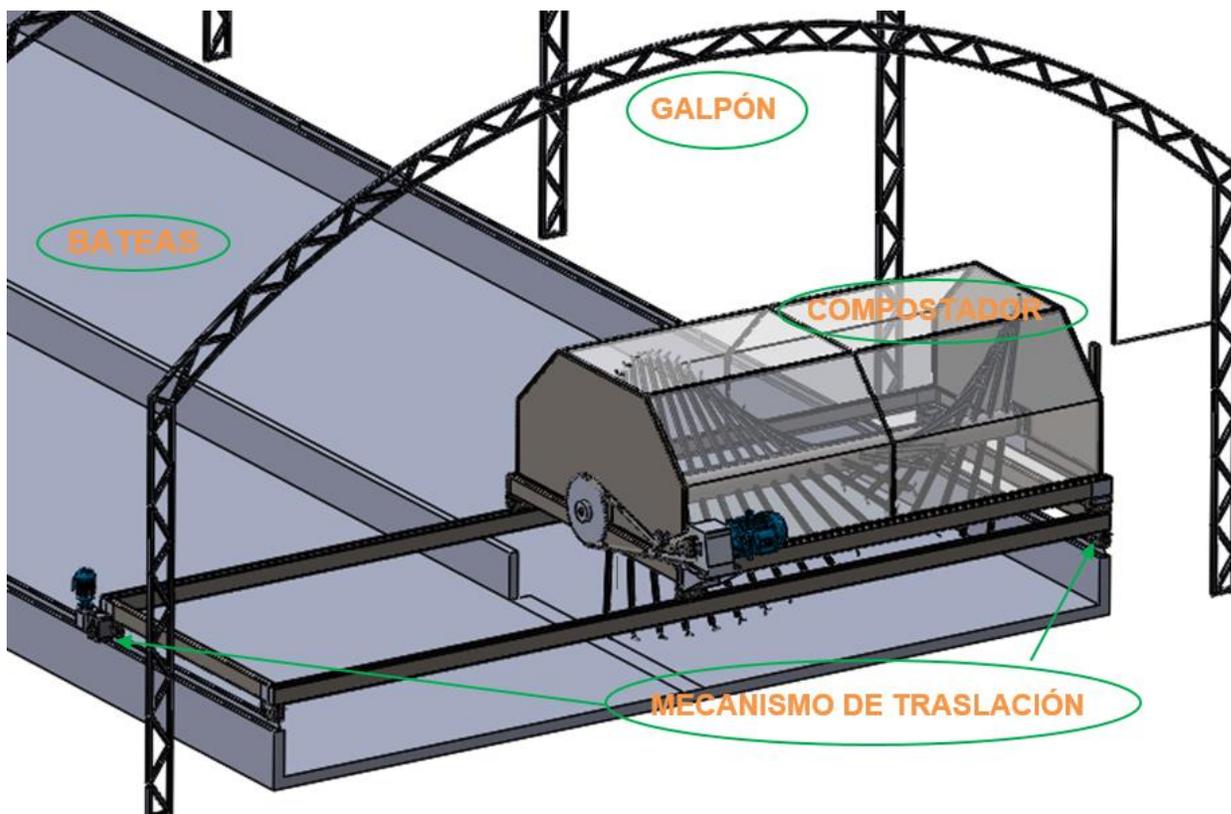


Figura 4-7: Vista general del compostador en planta.

4.5.1 SM-CM-01 Compostador Mecánico.

Ensamblaje general.

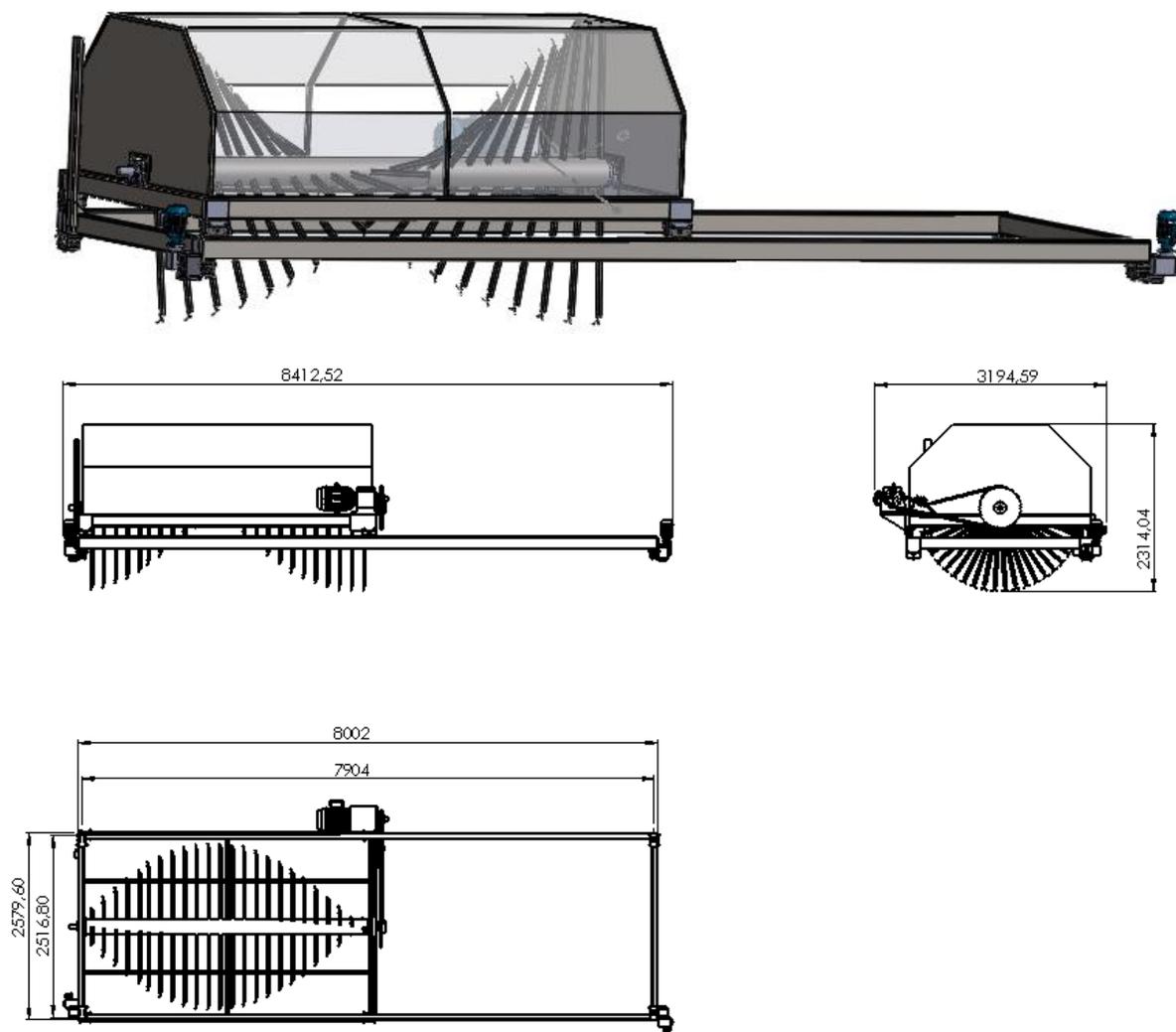


Figura 4-8: Vistas principales.

Peso total: 1500kg

4.5.2 SM-CM-CP-02 Carro principal.

Contiene las vigas principales de la máquina. Las mismas están conformadas por caños estructurales 160 mm x 80 mm x 4.75 mm.

Es el encargado de soportar el peso del carro rotor y desplazar al conjunto longitudinalmente por las bateas.



Figura 4-9: Carro principal.

4.5.2.1. SM-CM-CP-RMC-012 Rueda Motriz Carro Principal.

Son ruedas de 112 mm de diámetro con una garganta adecuada para viajar sobre un riel de 40 mm de ancho. Posee un chavetero para transmitir la potencia.

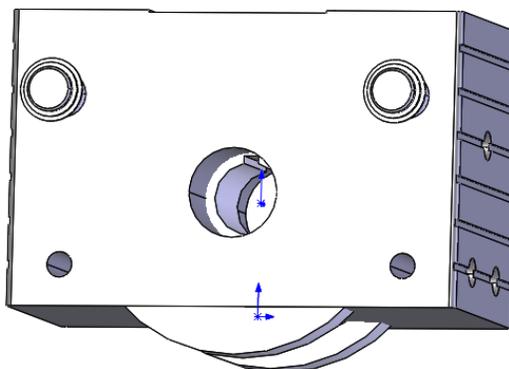


Figura 4-10: Rueda motriz carro principal.

4.5.2.2. SM-CM-CP-RCC-013 Rueda Conducida Carro Principal.

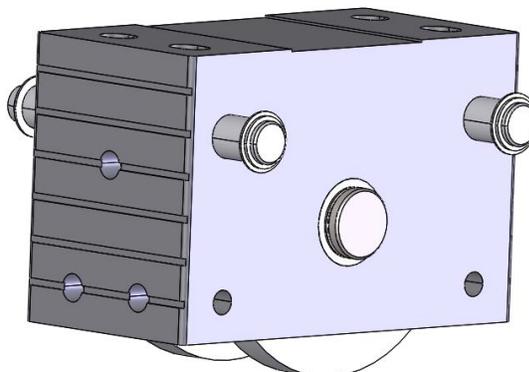


Figura 4-11: Rueda conducida carro principal.

4.5.3. SM-CM-CR-03 Carro Rotor.

Cumple el principal objetivo de la máquina que es mezclar, desplazar e incorporar aire al material de compostaje.

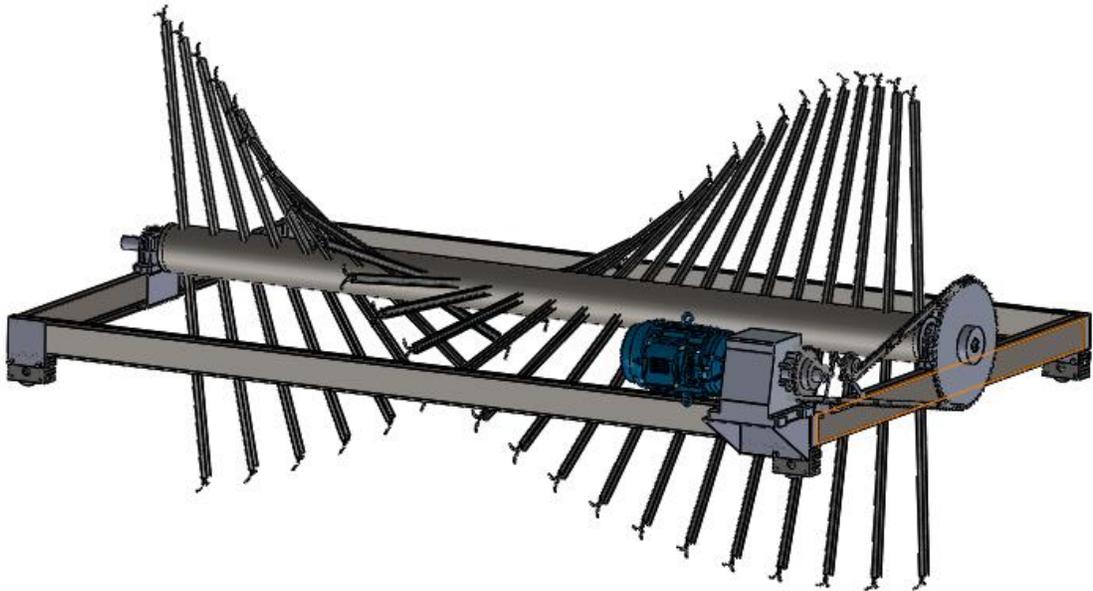


Figura 4-12: Carro Rotor.

4.5.3.1. SM-CM-CR-EV-014 Ensamblaje de Vigas.

La estructura del carro rotor está compuesta por perfiles U plegados para obtener resistencia con una estructura liviana, reforzada en sus zonas más críticas (vínculos entre vigas y ruedas).

Otra razón no menor de utilizar el plegado frente a otras opciones es que facilita la limpieza de las vigas, ya que por su forma evita la deposición de material corrosivo.

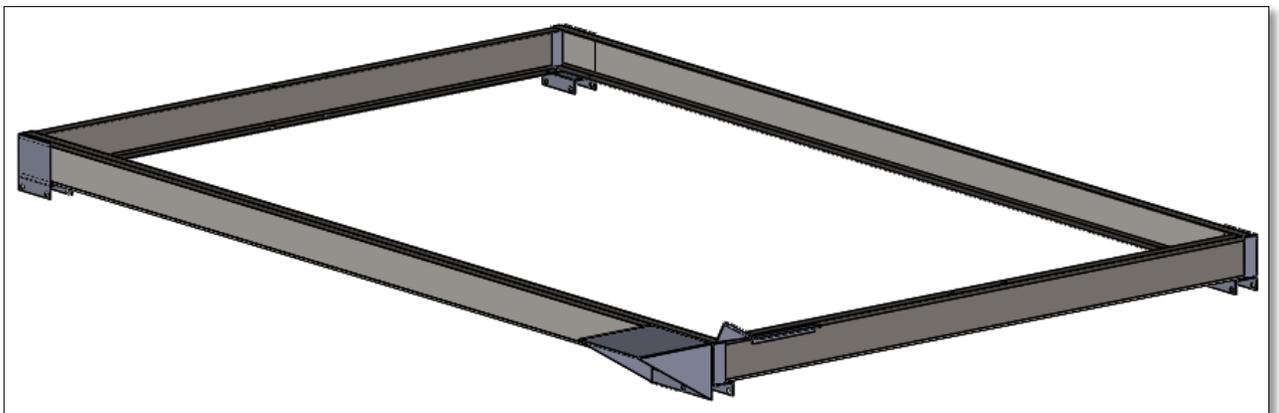


Figura 4-13: Ensamble de vigas en carro rotor.

4.5.3.2. SM-CM-CR-RO-015 Rotor.

El rotor se compone básicamente de un caño de 220 mm x 4,75 mm de espesor, donde se le adosan los brazos, que sujetan la cuchillas, desfasados 7,5° con el fin de lograr que la demanda del par sea lo más uniforme posible.

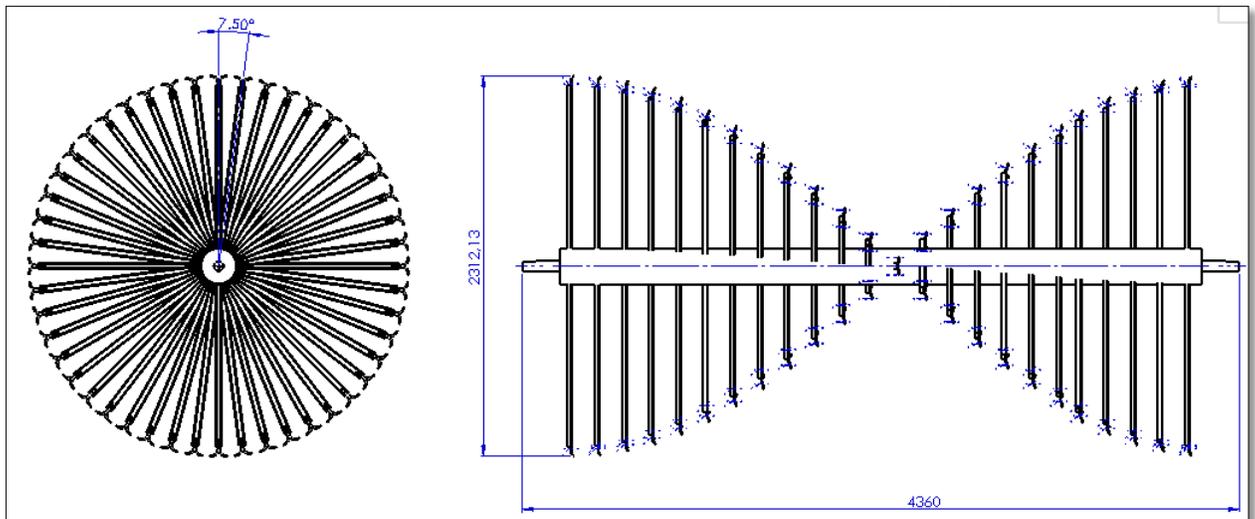


Figura 4-14: Rotor.

4.5.3.3. SM-CM-CR-RO-C-032 Cuchillas.

Construidas en chapa ASTM A36 de 4,75mm con tratamiento galvanizado, son las encargadas de realizar el empuje sobre el material y su molienda permitiendo la incorporación de aire a la mezcla además de otorgarle mayor homogeneidad.

Su diseño incluye “alas” bidireccionales, es decir versátiles en ambas direcciones ya que la máquina presenta la posibilidad de inversión de giro. Ya que es una pieza crítica pues está sometida a desgaste, está diseñada para que resulte de gran facilidad su recambio en caso de mantenimiento.



Figura 4-15: Cuchillas.

4.5.3.4. SM-CM-CR-MR-016 Motorreductor del Rotor.

Este equipo es el que aporta la fuerza motriz suministrando la potencia que demanda el volteo del material, además de hacerlo a una velocidad de avance controlada.

De la línea Lentax se elige un motorreductor del tipo colineal de dos trenes de engranajes de alto rendimiento. La disposición de los ejes y su forma estructural generan gran capacidad de adaptabilidad a la máquina.

- Modelo: C4T2-1500/4-149-B3.
- Potencia: 11 kW (15 HP).
- N° de vueltas de salida: 149 RPM.



Figura 4-16: Motorreductor de 15HP.

4.5.3.5. SM-CM-CR-CRO-018 Rodamientos.

De la marca comercial SKF:

- Modelo caja: SNL 514 tl.
- Rodamiento: 1213 EKTN 9 H213.

Se elige un rodamiento oscilante de bolas para tener una correcta alineación del eje.

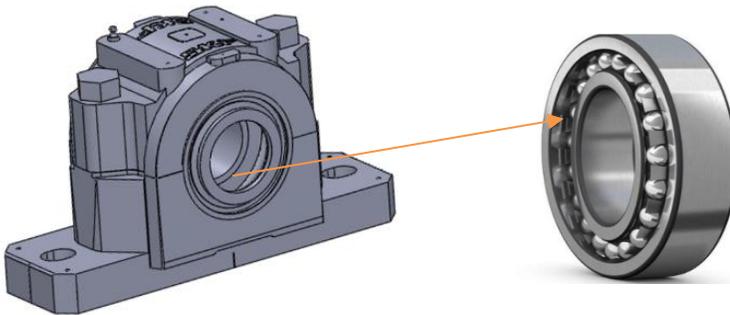


Figura 4-17: Rodamientos.

4.5.3.6. SM-CM-CR-CA Cadena.

Sera del tipo de rodillos simple, con las siguientes características:

- Paso: 1 ¼" (31.75 mm).
- Longitud necesaria: 4,2 m.



Figura 4-18: Cadena de rodillos simple.

4.5.3.7. SM-CM-CR-PI-019 Piñón.

Características:

- Z: 23 dientes.
- Paso: 1 ¼".



Figura 4-19: Pinón.

4.5.3.8. SM-CM-CR-CO-020 Corona.

Características:

- Z: 57 dientes.
- Paso: 1 ¼".

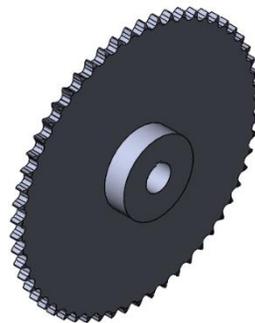


Figura 4-20: Corona.

4.5.3.9. SM-CM-CR-TC-021 Tensor.

Tensor Rosta tipo SE-F.

Código comercial: 06 061 006.



Figura 4-21: Tensor de cadena.

4.5.3.10. SM-CM-CR-MTL-022 Motorreductores Traslación Lateral.

Es el encargado de realizar el movimiento de cambio de carril del carro rotor.

De la línea Lentax se elige un modelo del tipo sin fin y corona, ya que resulta ser el más adecuado por su disposición espacial y por su relación de transmisión dentro de un espacio limitado. Características:



- Línea U block.
- Modelo: 24 3.00/6.
- Potencia: 1,1 kW (1,5HP).
- N° vueltas salida: 24 RPM.
- Cantidad de motores: 2.

Figura 4-22: Motorreductor de 1,5HP.

4.5.3.11. SM-CM-CR-RMR-024 Rueda Motriz Rotor.

Idem a SM-CM-CP-RMC-01.

Se fabricará a pedido.

- Material: Acero comercial SAE 1045.
- Diámetro (garganta): 112 mm.
- Ancho de garganta: 40mm.

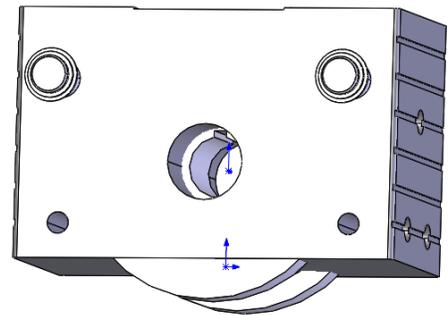
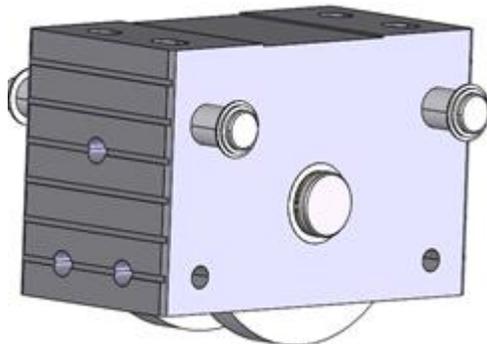


Figura 4-23: Rueda motriz del rotor.

4.5.3.12. SM-CM-CR-RCR-025 Rueda Conducida Rotor.



Idem a SM-CM-CP-RCC-013.
Se fabricará a pedido.

Figura 4-24: Rueda conducida del rotor.

4.5.4. SM-CM-COB-04 Cobertor.

Su función es impedir que el material salga por fuera de las bateas impulsado por centrifugación y lo ordena para mantener la forma de paralelepípedo, es decir crea un área de contención controlada para la masa de materia en proceso.

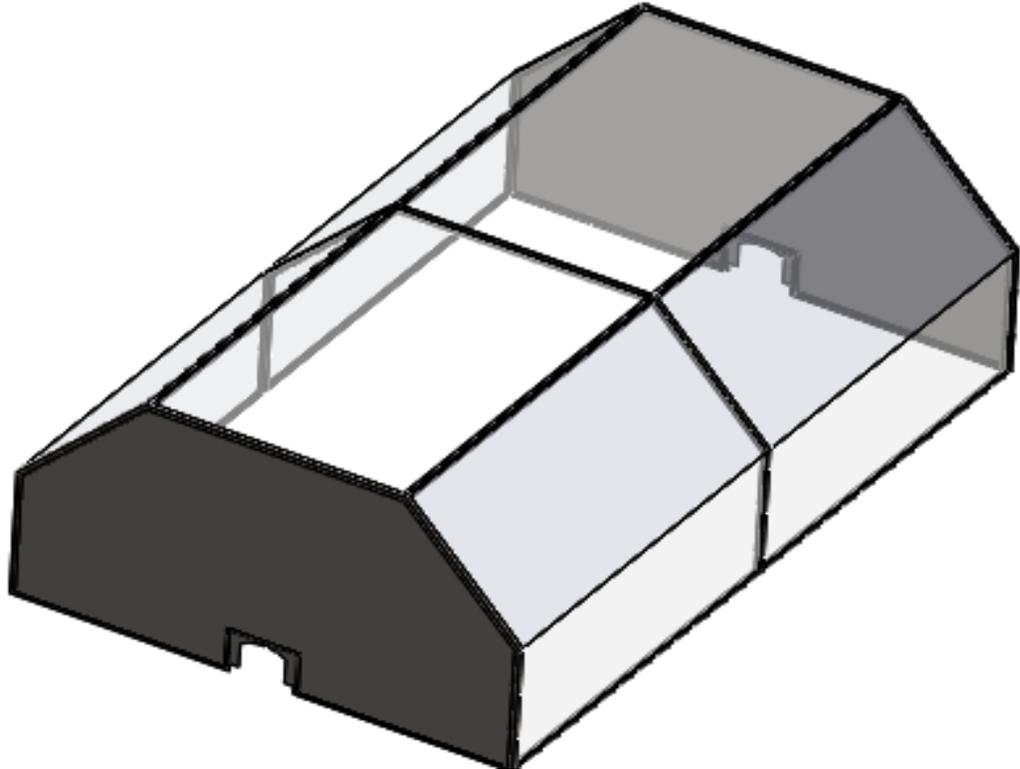


Figura 4-25: Cobertor.

4.5.5. SM-CM-MCP-05 Motorreductor Carro Principal.

Es el encargado de realizar el movimiento avance de la máquina permitiendo el desplazamiento longitudinal del compostador a lo largo de las bateas.

Es del tipo sin fin y corona y al igual que el **SM-CM-CR-MTL-022** se escogió por la elevada relación de transmisión en un espacio reducido

Características:

- Línea U block de Lentax.
- Modelo: 25 TR
- Potencia: 0,75 kW (1 HP).
- N° vueltas salida: 12,4 RPM.
- Cantidad de motores: 2



Figura 4-26: Motorreductor de 1HP.

4.6. SE-46 SISTEMA ELÉCTRICO.

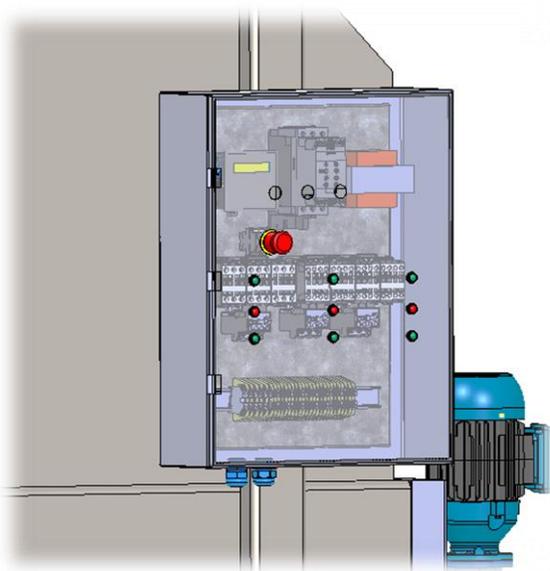


Figura 4-27: Tablero principal.

La máquina se presentará con dos versiones.

Una económica de accionamiento manual, y una automatizada mediante la incorporación de un PLC (autómata programable) y sensores inductivos.

4.6.1. SE-CP Cable de Transmisión de Potencia.

Para transportar la energía a los motores y sistema de mando, se selecciona el cable plano de $4 \text{ mm}^2 \times 4$.

Longitud necesaria: 125m.

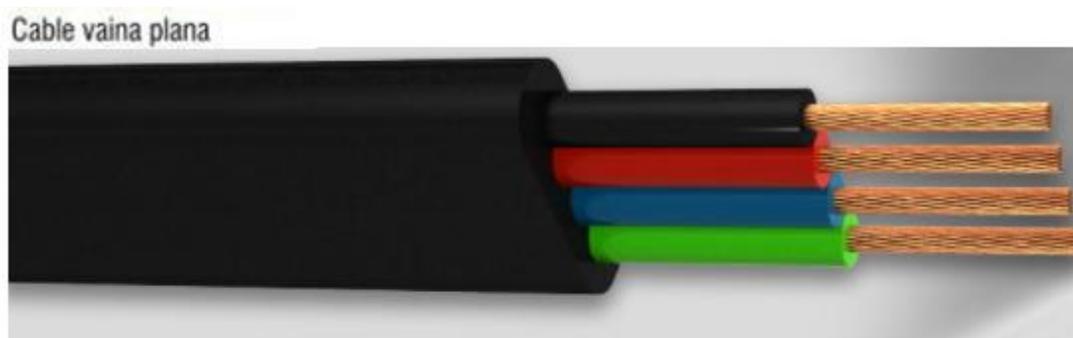


Figura 4-28: Cable de transmisión de potencia.

4.6.2. SE-CM Cable de Mando.

En el caso que se utilice la máquina en forma manual, se dispone de un conjunto de botonerías colocadas en el tablero de mando. En el caso de que se automatice, la señal hacia el PLC es transportada por cables de sección 1mm²:

Cable 1 mm². Longitud requerida 5 m.

4.6.3. SE-CML Contactor Motor Desplazamiento Longitudinal.

Los siguientes elementos eléctricos de maniobra y protección fueron elegidos de la marca comercial WEG.



4.6.4. SE-CMLI Contactor Motor Desplazamiento Longitudinal Inversión de Giro.

Articulo ídem a SE-CML.

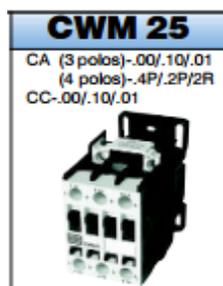
4.6.5. SE-CMT Contactor Motor Desplazamiento Transversal.

Articulo ídem a SE-CML.

4.6.6. SE-CMTI Contactor Motor Desplazamiento Transversal Inversión de Giro.

Articulo ídem a SE-CML

4.6.7. SE-CMP Contactor Motor Principal.



4.6.8. SE-CMPI Contactor Motor Principal Inversión de Giro.

Artículo ídem SE-CMP.

4.6.9. SE-RTMP Relé Térmico Motor Principal.

Protege al motor principal de eventuales sobrecargas como pueden ser atascamientos o falta de alguna fase de la línea.



4.6.10. SE-RTML Relé Térmico Motor Longitudinal.

Corriente de regulación: 3 A.



4.6.11. SE-RTMT Relé Térmico Motor Transversal.

Artículo ídem al SE-RTML con la regulación de la corriente de sobrecarga a 6 A.

4.6.12. SE-PLC UNITRONIC M90.

Es el encargado de automatizar el proceso, llevando a cabo la lógica del ciclo de trabajo.

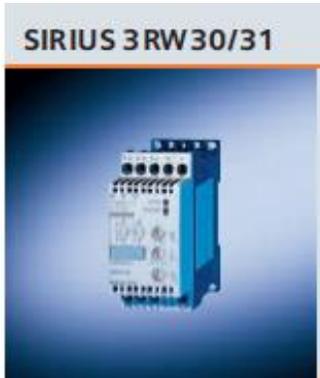
Con el ingreso de señales proveniente de los sensores, genera señales de salida que comandan los distintos motores del sistema.



Figura 4-29: PLC.

4.6.13. SE-AS Arrancador Suave para Motor Principal.

Teniendo en cuenta que el rotor posee elevada inercia, se propone un sistema de arrancador suave para evitar vibraciones en la estructura y los fenómenos eléctricos en el arranque del motor.



4.6.14. SE-SIFL. Sensor Inductivo Fin de Carrera Longitudinal.

Los sensores estarán adosados al carro para detectar los puntos del ciclo del proceso en el que la máquina debe cambiar de dirección.

- Sensor normal abierto (PNP).
- Cableado: 3 hilos.
- Tensión de alimentación 24V cc.



Figura 4-30: Sensor inductivo.

4.6.15. SE-SICL. Sensor Inductivo Comienzo de Carrera Longitudinal.

Articulo ídem SE-SIFL.

4.6.16. SE-SIFT. Sensor Inductivo Fin de Carrera Transversal.

Articulo ídem SE-SIFL.

4.6.17. SE-SICT Sensor Inductivo Comienzo de Carrera Transversal.

Articulo ídem SE-SIFL.

4.6.18. SE-RL. Relé de control.

Controla los contactores de accionamiento en modo manual.

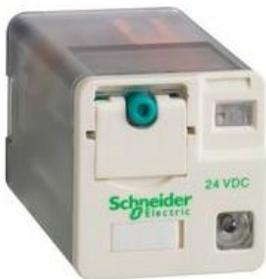


Figura 4-31: Relé de control.

4.6.19. SE-RPC. Riel Porta Cable.

El riel se dispone a lo largo de la batea con el fin de sostener al cable de transmisión de potencia. Longitud necesaria: 120m.



Figura 4-32: Riel porta cable.

4.6.20. SE-CPC Carro Porta Cable.

Carros marca VALHE.
Modelo WS 1F/125-80 G.



Figura 4-33: Trolle porta cable.

4.7. SH-47 SISTEMA HÍDRICO.

La nave debe abastecerse con un sistema de riego que aporte humedad al proceso de compostaje, esto ayuda por un lado a multiplicar y acrecentar la comunidad bacteriológica y por otro durante la fermentación se genera aumento de temperatura (ideal para eliminar agentes patógenos presentes) acompañado de evaporación del agua contenida en la pila, y si no se mantienen los valores mínimos de humedad requerida el proceso de descomposición se interrumpe, la masa eleva su temperatura y combustiona el carbono, todos ellos resultan ser efectos negativos para el producto que se pretende elaborar.

La humedad necesaria se alcanza cuando uno toma y aprisiona con la mano una muestra de cama y no escurre agua, pero se siente húmeda. Si la cama no se mantiene unida, sino que se desintegra, debe agregársele agua.

4.7.1. Sistema de Riego.

El siguiente esquema muestra la red de cañerías con aspersores pensados para la nave.

En la industria avícola se utiliza un sistema similar para refrigerar los galpones de pollos de consumo.

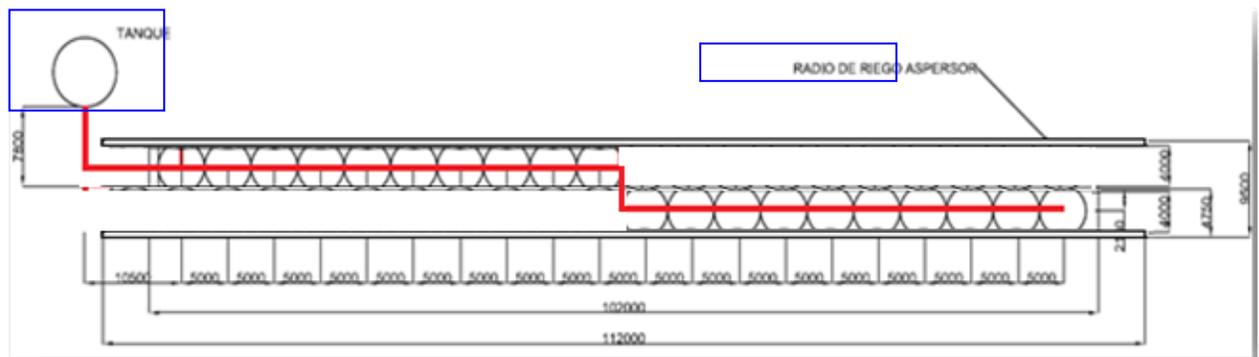


Figura 4-34: Esquema sistema de riego.

Sus principales componentes son:

- Tanque de agua.
- Bomba centrífuga.
- Aspersores.
- Caños y accesorios para agua.

4.7.2. SH-TA Tanque de agua.

De la línea comercial Eternit se elige uno de tipo torre el cual demanda una estructura que puede ser del tipo reticulado de acero preparada para soportar su peso a una altura de 3m:

CAPACIDADES

Litros	Diámetro (mm)	Altura (mm)
3000	1576	1906



Figura 4-35: Tanque de agua.

4.7.3. SH-BO Bomba centrífuga.

Del fabricante Grundfos se elige una bomba centrífuga NB 32, diseño C con:

- Diámetro de rodete de 155 mm.
- 2 polos.
- 2,5 hp.

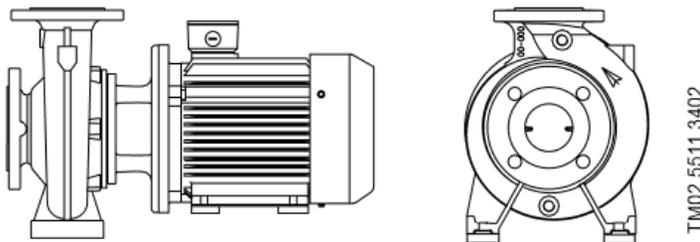


Figura 4-36: Bomba de agua.

4.7.4. SH-AS Aspersores.

La línea tiene 20 aspersores, los que trabajan con una presión de diseño de 2 kg/cm². Tienen una capacidad de 6 l/min y un radio de cobertura de entre 2,1m y 2,6m a 360°.

DATOS DE RENDIMIENTO DE LAS BOQUILLAS DE CHORRO MODELO S-16A							
Sector S-16A	Presión		Radio m	Caudal		Pluv. mm/h	
	bar	kPa		m ³ /h	l/min	■	▲
360°	1,0	100	4,3	0,23	3,9	12	14
	1,5	150	4,6	0,30	5,0	14	16
	2,0	200	5,0	0,38	6,1	15	17
	2,1	210	5,0	0,38	6,3	15	17
	2,5	250	5,3	0,43	7,2	16	18

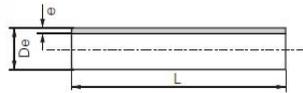
Nota = La presión óptima está indicada en negrita.

BOQUILLAS DE CHORROS



4.7.5. SH-C50 y SH-C75 Caños Termofusión.

Para la red de cañerías se necesitan tubos de PVC tipo termofusión PPR PN20 de 50mm de diámetro para la línea secundaria y de 75mm de diámetro para el tramo principal vinculado a la bomba:



PPR PN 20

Código	Cotas (mm)	e (mm)	De (mm)	L (mm)
131620	20	2.8	20	4000
131625	25	3.5	25	4000
131632	32	4.5	32	4000
131640	40	5.6	40	4000
131650	50	6.9	50	4000
131663	63	8.7	63	4000
131675	75	10.4	75	4000
131690	90	12.5	90	4000

4.7.6. Accesorios.

De la misma marca comercial se eligen los siguientes accesorios.

Codo 90°.

Reductores.

Té con reducción.



4.8. INSTALACIÓN CIVIL.

4.8.1. IC-BA-042 Bateas.

Se debe proyectar la instalación de las bateas, donde se desplaza el compostador mecánico.

Las características que tendrán las obras civiles serán:

- Paredes reforzadas, ya que soportan el peso de la máquina estimado de 1500kg.
- Los pisos deben ser de hormigón alisado, con una barrera impermeable para evitar la migración de líquidos lixiviados a las napas.

Corte transversal de las bateas. Ancho: 8m. Largo: 120m.

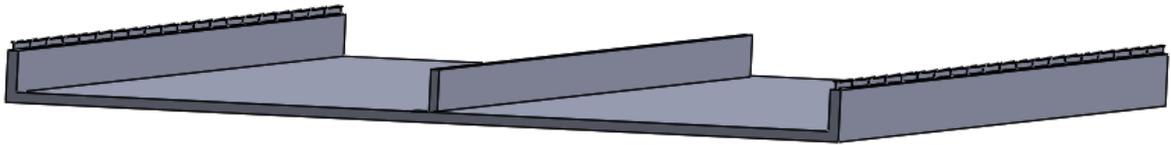
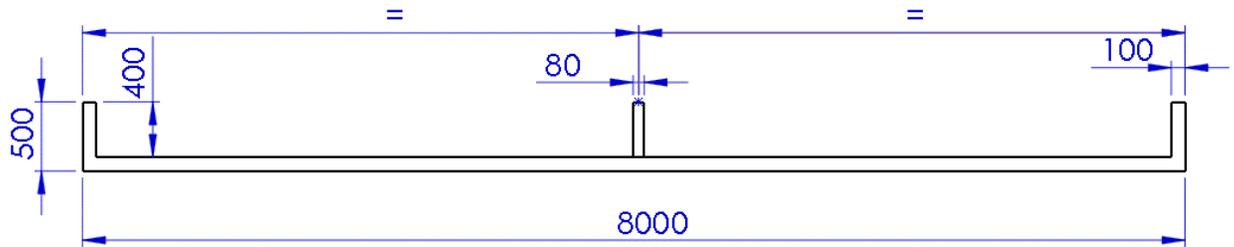


Figura 4-37: Bateas de compostado.

4.8.1.1. IC-BA-RIEL-048 Riel sobre bateas.

Las paredes laterales (exteriores) de las bateas deben contener un perfil UPN 80 que permita el deslizamiento de la máquina. El mismo puede estar vinculado mediante brocas.

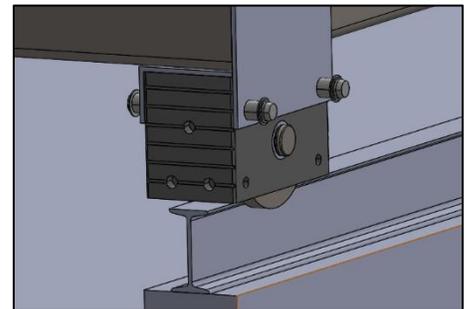


Figura 4-38: Riel de bateas.

4.8.2. IC-TI-043 Tinglado.

Puede realizarse de distintas formas y materiales, siempre y cuando el fin sea proteger al compost de las inclemencias climáticas.

Debe cubrir las bateas en su totalidad y sus dimensiones deben ser tales que sea posible el libre desplazamiento de la máquina.

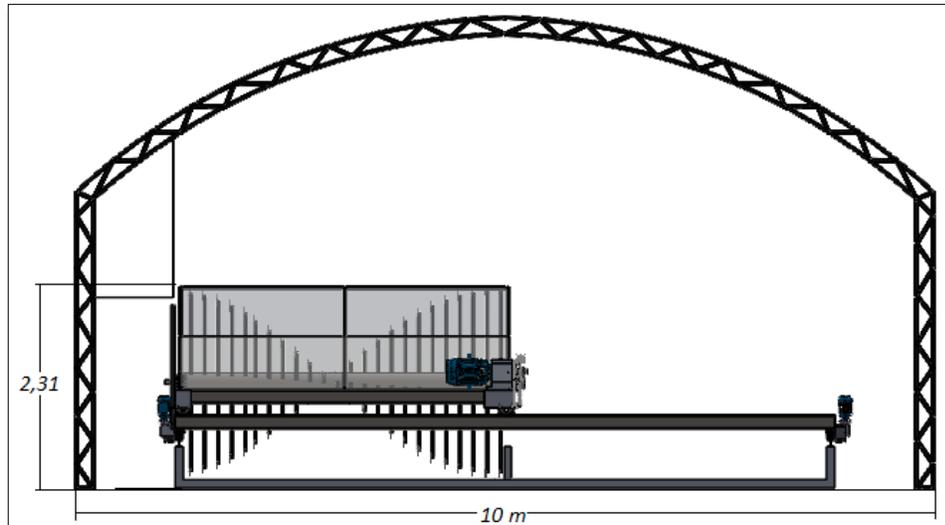


Figura 4-39: Esquema del galpón de planta.

4.8.3. IC-DMP-044 Depósito de Materia Prima.

El depósito de materia prima debe tener un área de 150 m^2 (altura mayor a 2 metros), el mismo será cubierto, ya que en él se deposita materia seca. Las dimensiones están calculadas para acumular el stock equivalente a una semana completa de operación.

4.8.4. IC-DPT-045 Depósito de Producto Terminado.

Al igual que **IC-DMP-044** la capacidad acumulada del depósito es para siete días. El área mínima necesaria es de 90 m^2 .

4.9. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS AL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

4.9.1 T-PC Tractor y Pala Frontal.

Para el traslado de materia prima, carga y descarga de bateas y en general para manipular los productos, es necesario el uso de un mecanismo dotado de fuerza y capacidad volumétrica. Se recomienda el uso de un tractor con pala de acción hidráulica implementada de gran capacidad, ya que se trabaja con material de gran volumen específico.

El tractor con pala frontal sugerido pertenecen a la marca John Deere, serie 5E, modelo 5725, con las siguientes características técnicas:



Figura 4-40: Tractor con pala.

Motor:

- Potencia Motor: 89hp
- Cilindros: 4

Levante hidráulico de 3 puntos:

- Capacidad máxima de levante 1530 Kg.

Características Pala frontal:

- Modelo 563 NSL.
- Capacidad de levante altura máxima de descarga 1931kg.
- Capacidad de levante altura máxima 1317kg.
- Altura máxima elevación: 3287mm.

Sistema hidráulico:

- Caudal de bomba 60,2 l/min.
- Presión máxima: 200 kgf/cm²

Balde tipo opcional.

- Largo: 2150/2300mm.
- Capacidad: 0,64/1,1m³

4.9.2. Transportadores helicoidales.

4.9.2.1 T-RE Rosca Envasadora

Se supone un tiempo estimado para el embolsado del abono comercializable de 4hs. destinando 1500kg de la producción.

El sinfín 1 para la pre-carga del depósito de envasadora semiautomática, debe tener las siguientes características:

- Material SAE 1010
- Paso=Diámetro.

ROSCA EMBOLSADO	
Diámetro	82mm
Largo	3000
RPM	120
Potencia	1/2 HP
Capacidad	375kg/h



Figura 4-41: Transportador helicoidal.

4.9.2.2 T-RG Rosca Granel.

El sinfín 2 para la carga a granel del camión se propone para un tiempo de llenado de aproximadamente de 20 minutos con una capacidad de 6000 kg, es decir alrededor de 13 m³, que serán elevados a una altura de 3m.

ROSCA LINEA GRANEL	
Diámetro	82mm
Largo	6000
RPM	120
Potencia	3 HP
Capacidad	18 ton/h

4.9.3. E-SA. Envasadora semiautomática.

Esta máquina permite automatizar el embolsado de abono orgánico de comercialización en unidades pequeñas, por ejemplo 4kg o 20-25kg según lo defina el estudio de marketing que se realice sobre conveniencias en el mercado.

El equipo debe ser apto para manipular la caracterización física que tiene el abono, calificado como textura granulada con dificultad para el desplazamiento, lo cual hace prever el uso de un dosificador con sinfín y balanza incorporada.

La industria nacional ofrece numerosas envasadoras sujetas a modificación según la capacidad de las bolsas y la tolva como así también las cualidades del material a envasar, es por eso que se sugiere para este caso la siguiente máquina:

Embolsadora para bolsas (o sacos) valvuladas (hasta 50 Kg.), carga por tornillo sinfín de la marca INGESUR.

Se cuelga la bolsa de una manga solidaria a la balanza con un apoyo inferior, se presiona el botón de arranque y se produce el llenado. La máquina se detiene sola al llegar al peso final seteado, e indica mediante una señal luminosa que se puede retirar la bolsa para comenzar un nuevo ciclo.



Figura 4-42: Envasadora de bolsas.

El llenado se produce por el giro de un tornillo sinfín accionado por un motor controlado en velocidad electrónicamente.

La balanza posee 2 cortes programables de modo de permitir el llenado en velocidad rápida y el ajuste del peso final con aproximación lenta. Posee conductos y boquilla de aspiración de polvo para reducir al mínimo la polución, y es fácilmente desarmable para limpieza.

4.9.4. B-CA Báscula para Camiones.

Básculas para realizar el pesaje del camión antes y después de la descarga de material carbonado, de guano y la salida del abono comercial a granel o en bolsas, con el fin de controlar la cantidad de materia prima y procesada que ingresan o egresan de la planta y poder mantener la trazabilidad de estos.

La báscula debe ser capaz de registrar el peso de un camión con acoplado totalmente lleno que no exceda la capacidad de carga permitida por norma para el tránsito en rutas. Por eso se sugiere una báscula para camiones con capacidad de carga de hasta 50000 kg.

El fabricante nacional MAGNINO de balanzas electrónicas para camiones ofrece el modelo MGF-1050G con las siguientes características generales:

- Báscula peso completo para camiones.
- Plataforma compuesta por módulos de 7 m cada uno, construidos con un marco perimetral de chapa doblada en perfil C de 0,30 m de altura y cajas de soportes de celdas reforzadas.
- Los módulos van provistos de fábrica con armadura de hierro de Ø20, Ø16, Ø12, Ø8 mm. Todo cortado y doblado a medida.
- Ocho celdas de carga (sensores) de acero inoxidable de tipo compresión de 30 toneladas de capacidad cada una.
- Indicador electrónico de peso con salida Rs232 para comunicación a P.C

Modelo	Dimensiones	Capacidad
MGF-1050G	10 mts x 3,20 mts	50 ton.



Figura 4-43: Báscula para camiones.

4.10. ACOMETIDA Y CONSUMO ENERGÉTICO.

A continuación se enumeran los equipos con sus correspondientes consumos y potencia para determinar la potencia de la acometida y de esta manera establecer el suministro energético a contratar.

Tabla 4-2: Acometida y consumo energético.

CODIGO	MAQUINA	POTENCIA	ENERGIA CONSUMIDA DIARIA
SM-CM-CR-MR-016	Motorreductor Lentax	11 kW	16 kWh
SM-CM-CR-MTL-022	Motorreductor traslación lateral	2.2kW	0.1 kWh
SM-CM-MCP-05	Motorred. Tras. longitudinal	1.5 KW	2.18 kWh
T-RE	Rosca envolsado	0.35kW	1.4 kWh
T-RG	Rosca granel	2.2kW	0.75 kWh
SH-BO	Bomba	1.8kW	7.2 kWh
SE-CL	Circuito lumínico	2.5kW	5 kWh
TOTAL		21.55 Kw	32.63 kWh/día

Para un consumo mensual, será el valor diario afectado a 30 días para un proceso continuo.

$$E_{\text{mensual}} = 32,63 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} * 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \approx 979 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

Teniendo en cuenta que el precio más IVA del kWh es \$2,6, el costo mensual es de \$2545.4 aproximadamente (valores a mayo de 2017 para tarifa rural general).

Como todas las máquinas no funcionan simultáneamente, se tiene en cuenta un factor de servicio de la instalación.

Tabla 4-3: Potencia de la acometida.

Factor de servicio	0.8
Potencia max	17.24 Kw
Factor de potencia de la instalación	0.85
Potencia de acometida	20 Kva

4.11. HIGIENE Y SEGURIDAD.

Haciendo un análisis general de la situación de producción se sugiere tener presente un plan de contingencias para hacer frente oportunamente a los imprevistos ambientales. El mismo se refiere a situaciones no previsibles que están relacionadas con el potencial de riesgo, la vulnerabilidad de los recursos y las actividades humanas.

Objetivos:

- Prevenir daños a trabajadores o instalaciones.
- Minimizar los daños económicos y perjuicios a la empresa.
- Minimizar impactos en el ambiente.

- 1) Para el **manejo de materia prima**, se utilizará maquinaria de pala frontal, las cuales deben estar debidamente preparadas para las actividades a desarrollar. El operario deberá manipular el material de forma tal de evitar que el mismo se derrame en el momento de su traslado, procurando:
 - Evitar movimientos rápidos o bruscos.
 - No cargar la pala frontal en exceso.
 - Conducir a baja velocidad.
- 2) **Contaminación cruzada:** se debe evitar mezclar material de ingreso a planta con producto procesado o terminado, no sólo porque afecta la calidad del producto final, sino que el material sin tratar puede contener agentes patógenos que pueden resultar vectores de enfermedades.
- 3) **Riesgo de Incendio:**
Si bien el material a tratar posee baja inflamabilidad, existirán máquinas, equipos o materiales (Ej. paja, cascara de arroz, pasto seco, aserrín, etc) que pueden representar un riesgo. Ante la detección de un eventual incidente, se procederá a la detención inmediata de las actividades, y se dará aviso al encargado.

Medidas en caso de incendios:

- Cuando se trate de material sólido como papel, plástico madera se procederá a apagarlo mediante agua o extintores.
- Cuando se trate de líquidos inflamables se utilizarán extintores de polvo químico seco.

Medidas preventivas:

- Correcto uso y mantenimiento de maquinarias y equipos.
 - Capacitación y concientización de personal a cargo.
- 4) Se considerará que el galpón tiene extractores para acondicionar el aire, esto es por la generación de gases no deseables y su acumulación en el ambiente (Ej. amoníaco, sulfuros), resultando nocivos no sólo para la estructura edilicia (corrosión) sino para los operarios afectando sus sistemas respiratorio y visual. Por eso se recomienda el uso de barbijos y antiparras previendo además la posible proyección de partículas que puedan eyectarse del proceso de compostado.
 - 5) El uso de protectores auditivos se sugiere si se determina que los niveles de ruido ocasionados por las máquinas dentro del recinto superan los máximos permitidos, esto es 85 dB(a) (art 92, Dec. 351/79, Ley19.587)
 - 6) Se promueve el uso de zapatos y ropa adecuada para el trabajo; que incluye el uso de guantes cuando el operario tome contacto directo con la materia prima (guano, desechos orgánicos, otras excretas animales, etc.).
 - 7) Es fundamental que toda persona que trabaje dentro de la nave realice frecuentemente el lavado y desinfectado de sus manos durante las labores que realiza. Esta tarea la debe realizar antes, durante (siempre que crea necesario) y cada vez que se quiera egresar del galpón.

4.12. PERSONAL DE PLANTA.

El personal necesario en la planta es aquel que opera las máquinas y equipos que requieran intervención para que realicen determinada actividad, lo cual no significa que se necesite uno para cada equipo, sino que la misma persona puede realizar múltiples tareas que no sean simultáneas. A continuación se resume en una tabla los códigos a los que se hace referencia:

Tabla 4-4: Codificación Personal de planta.

Codificación	Elemento en proceso
--------------	---------------------

T-PC	Tractor con pala frontal
T-RE	Rosca envasadora
T-RG	Rosca granel
E-SA	Envasadora semiautomática
B-CA	Báscula para camiones
SE- (BPG y PLC)	Tablero Mando y PLC
SH-BO	Bomba de agua



F-PFC-1605A – INGENIERÍA DE DETALLE

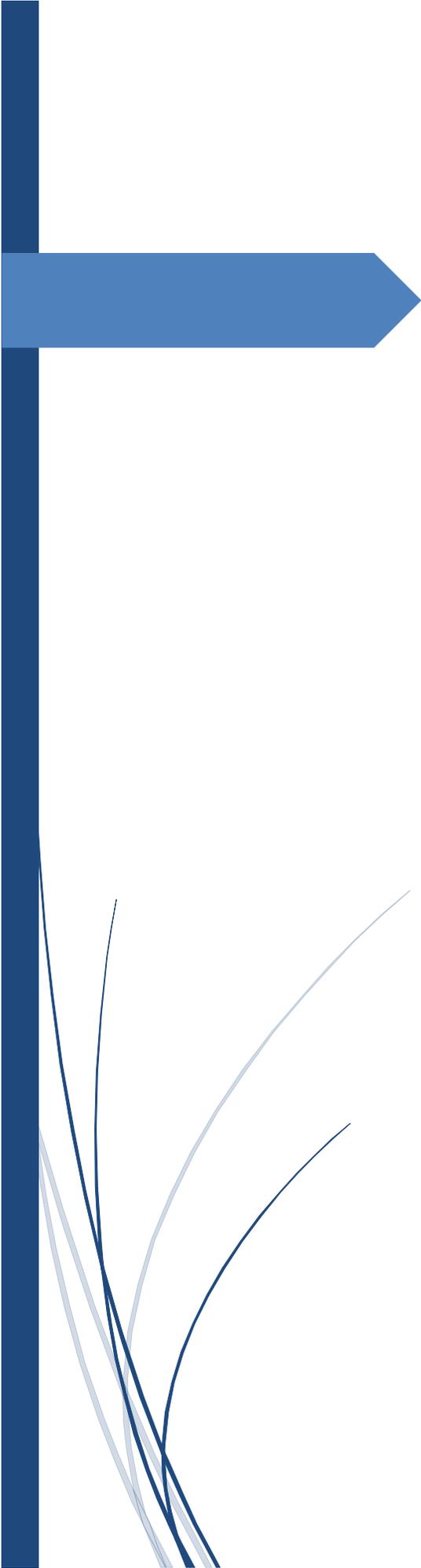
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay

“Sistema de Compostaje
Mecanizado para el Guano de
Gallinas Ponedoras”.

Año: 2017.

AUTORES

HERGERT, LETICIA; SCANDIZZO, EZEQUIEL.



Índice fascículo F-PFC-1605A.

5. INGENIERÍA DE DETALLE	4
5.1. CARRO PRINCIPAL.....	5
5.1.1. Elementos estructurales.....	5
5.1.1.1. Perfil de las Vigas.....	5
5.1.1.2. Refuerzo en vértice del carro.....	6
5.1.1.3. Plataforma de sujeción motorreductor principal.....	7
5.1.1.4. Riel.....	7
5.1.1.5. Columna pasa cable.....	8
5.1.1.6. Rueda Motriz Carro Principal.....	8
5.1.1.7. Rueda Conducida Carro Principal.....	9
5.2. CARRO ROTOR.....	9
5.2.1. Elementos componentes.....	10
5.2.1.1. Ensamblaje de vigas	10
5.2.2.1. Eje.....	11
5.2.2.2. Punteras.....	11
5.2.2.3. Paletas.....	11
5.2.2.4. Cuchillas.....	12
5.2.2.5. Conjunto: Eje-Paletas-Cuchillas.....	13
5.2.2.6. Rodamientos.....	13
5.3. SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR CADENA.....	14
5.3.1. Elementos constitutivos.....	15
5.3.1.1. Corona.....	15
5.3.1.2. Cadena.....	15
5.3.1.3. Tensor.....	16
5.3.1.4. Piñón.....	16
5.3.1.5. Cubierta protectora de la Cadena.....	17
5.4. COBERTOR.....	18
5.5. SISTEMA DE POTENCIA.....	19
5.5.1. Accionamiento del rotor.....	19
5.5.1.1. Motorreductor.....	19

5.5.2. Sistema de Accionamiento lateral.	21
5.5.2.1. Motorreductores.	21
5.5.3. Sistema de Accionamiento longitudinal.	22
5.5.3.1. Motorreductores.	23
5.6. SISTEMA ELÉCTRICO.	24
5.6.1. Circuito unifilar de la instalación.	27
5.6.2. Circuito de potencia.	27
5.6.3. Circuito de mando.	27
5.7. SISTEMA DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN.	27
5.7.1. Contactores.	27
5.7.2. Protecciones.	28
5.7.3. Arrancador suave.	29
5.7.4. Dispositivos de automatización.	30
5.7.4.1. Plc.	30
5.7.4.2. Sensores.	31
5.7.4.3. Relés de control.	31
5.8. LISTADO DE MATERIALES.	32
5.9. PLANIMETRÍA.	33
5.9.1. Listado de Planos.	33

Índice de figuras.

Figura 5-1: Máquina Compostadora.	4
Figura 5-2: Vista general del carro principal.	5
Figura 5-3: a. Unión de vigas. b. Disposición motorreductor de traslación lateral del carro rotor.	6
Figura 5-4: a. Ubicación del motorreductor del rotor. b. Plataforma de sujeción.	7
Figura 5-5: Vista frontal del riel sobre la unión.	7
Figura 5-6: Vista de la columna pasa cable y su unión reforzada a la viga.	8
Figura 5-7: Rueda motriz del carro principal.	8
Figura 5-8: a. Rueda conducida del carro principal. b. Montaje con pernos.	9
Figura 5-9: Vista explosionada del carro rotor con sus principales componentes.	10
Figura 5-10: a. Corte del eje, medidas en mm. b. Vista lateral del caño-eje.	11

Figura 5-11: Puntera de eje.....	11
Figura 5-12: a. Extremo perforado de paleta. b. Conjunto armado paleta-cuchilla. c. Paleta.....	12
Figura 5-13: Cuchilla.....	12
Figura 5-14: Conjunto Eje-Paletas-Cuchillas.....	13
Figura 5-15: a. Rodamiento. b. Bolillero tipo oscilante de bolas.....	13
Figura 5-16: Sistema de transmisión por cadena.....	14
Figura 5-17: Corona dentada.....	15
Figura 5-18: Cadena. Tipo rodillo simple.....	15
Figura 5-19: a. Tensor de la cadena. b. Tensor comercial.....	16
Figura 5-20: Piñón.....	17
Figura 5-21: Protector de la transmisión.....	17
Figura 5-22: Cobertor.....	18
Figura 5-23: Ubicación del cobertor sobre la máquina.....	19
Figura 5-24: Motorreductor principal.....	20
Figura 5-25: Lentax 222. 11kW. 380V.....	20
Figura 5-26: Ubicación física de los motorreductores de traslación lateral.....	21
Figura 5-27: Motorreductor de avance lateral.....	22
Figura 5-28: Ubicación física de los motorreductores de avance longitudinal.....	22
Figura 5-29: a. Conjunto motorreductor y rueda. b. Ubicación física de los motorreductores.....	23
Figura 5-30: Motorreductores a. Del rotor. b. Del movimiento lateral. c. Del movimiento longitudinal.....	24
Figura 5-31: Cable de potencia.....	24
Figura 5-32: Riel porta-cable.....	25
Figura 5-33: Carro porta-cable.....	25
Figura 5-34: Vista externa del Tablero.....	26
Figura 5-36: Tablero Automatizado.....	26
Figura 5-35: Tablero básico.....	26
Figura 5-37: a. PLC. b. Salidas con conexión a relés. c. Estradas de alimentación y señales.....	30
Figura 5-38: Sensor Inductivo.....	31

Índice de tablas.

Tabla 5-1: Listado de Materiales.....	32
Tabla 5-2: Listado de planos.....	34

Preparó: HERGERT, L.; SCANDIZZO BELBEY, I.E.	Revisó:ADC-8-8-17 GP 4-9-17	Aprobó:	Página 3 de 34
--	--------------------------------	---------	----------------

5. INGENIERÍA DE DETALLE.

DESCRIPCIÓN:

Este capítulo describe los elementos componentes de la máquina con instrucciones de montaje y características técnicas inherentes. Como se trata de un mecanismo electromecánico se compone de numerosas piezas más simples y otros conjuntos más complejos, como son los motores eléctricos. El tratamiento de los temas se abordará por partes según sea la función que aportan a la máquina.

Para una mejor organización de los contenidos se presentarán en el siguiente orden:

1-Carro Principal.

2-Carro Rotor.

3-Sistema de Transmisión.

4- Sistema de Potencia.

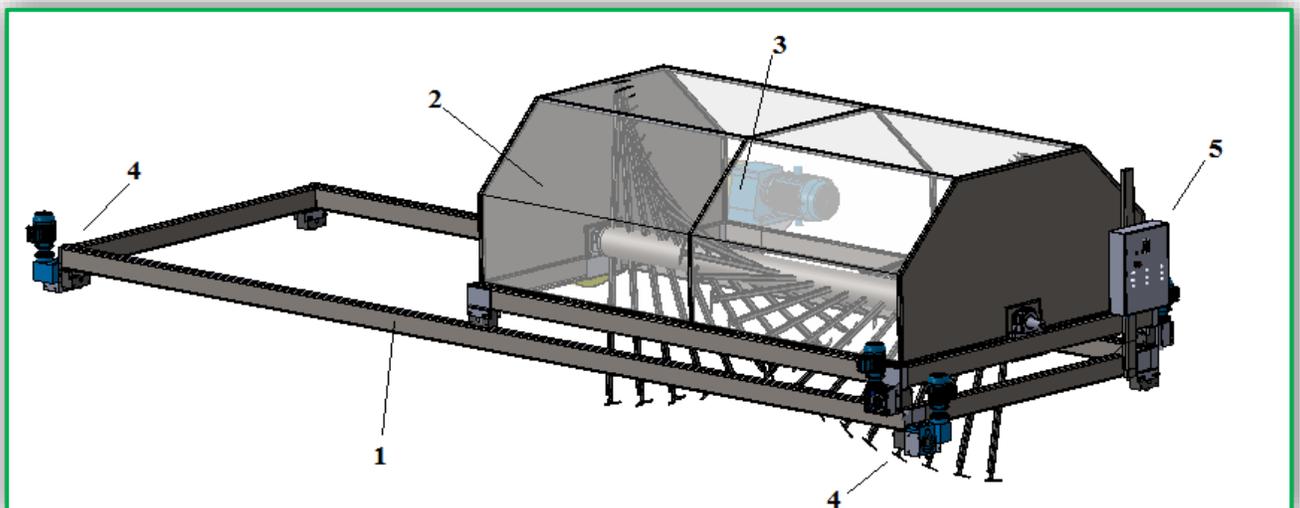


Figura 5.1: Máquina Compostadora.

5-Sistema Eléctrico.

6- Sistema de control e instrumentación.

7-Listado de Materiales.

8-Planimetría.

5.1. CARRO PRINCIPAL.

Código de pieza: SM-CM-CP-02.

Consultar capítulo 6: Memoria de Cálculo (M.C.) Sección 6.4..



Figura 5-2: Vista general del carro principal.

El carro (figura 2) tiene como funciones servir de apoyo soportando todo el peso del carro rotor permitiendo que éste realice los movimientos longitudinales y transversales requeridos para el proceso y además es el elemento vinculante entre el compostador y las bateas que forman parte de la estructura edilicia de la planta.

5.1.1. Elementos estructurales.

5.1.1.1. Perfil de las Vigas.

Ver planos: 06-cyp. y 07-cyp.

Código de pieza: SM-CM-CP-VP-06 y SM-CM-CP-VL-07.

Las vigas principales de la máquina están conformadas por caños estructurales de 160 mm x 80 mm x 4,75 mm.

Perfil: Ala (B): 80mm. Alma (A): 160mm.

Características de la chapa:

Espesor: 4,8mm o 3/16 in.

Peso por m²: 37,7kg

Dimensiones: Sección: 21,38 cm².

Peso/metro: 16,89 kg/m.

Momentos y propiedades resistentes:

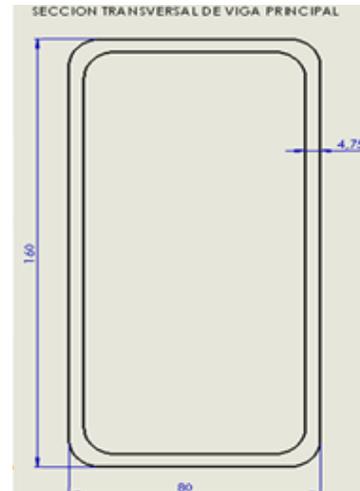


Momento de Inercia s/x: **Jx**: 728 cm⁴.
 Módulo Resistente s/x: **Wx**: 91 cm³.
 Momento de Inercia s/y: **Jy**: 243,2 cm⁴.
 Módulo Resistente s/y: **Wy**: 60,8 cm³.

Referencia:

s/y: según eje y.

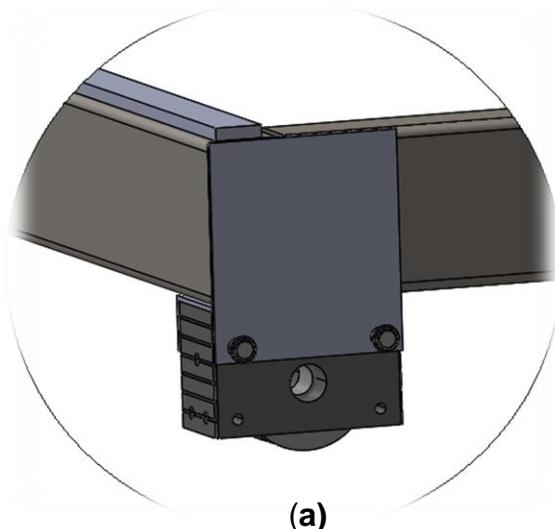
s/x: según eje x.



5.1.1.2. Refuerzo en vértice del carro.

Ver planos: 09-vp y 09b-vp.

Código de pieza: SM-CM-CP-RP-09 y SM-CM-CP-RP-09b.



(a)



(b)

Figura 5-3: a. Unión de vigas. b. Disposición motorreductor de traslación lateral del carro rotor.

En la figura 3 (a) se observa el detalle del refuerzo de unión viga principal con viga lateral. El mismo cumple la función de soporte de rueda. Por encima se encuentra el riel por donde rueda el carro rotor.

En la (b) se puede ver cómo se ubica la plataforma de sujeción del motorreductor de traslación lateral.

5.1.1.3 Plataforma de sujeción motorreductor principal.

Ver plano: 017-sold.

Código de pieza: SM-CM-CR-SM-017.

En la figura 3 se muestra el lugar físico que ocupará el motorreductor del rotor. El mismo estará montado sobre una plataforma que mediante bulones se vinculan a la estructura del carro rotor.

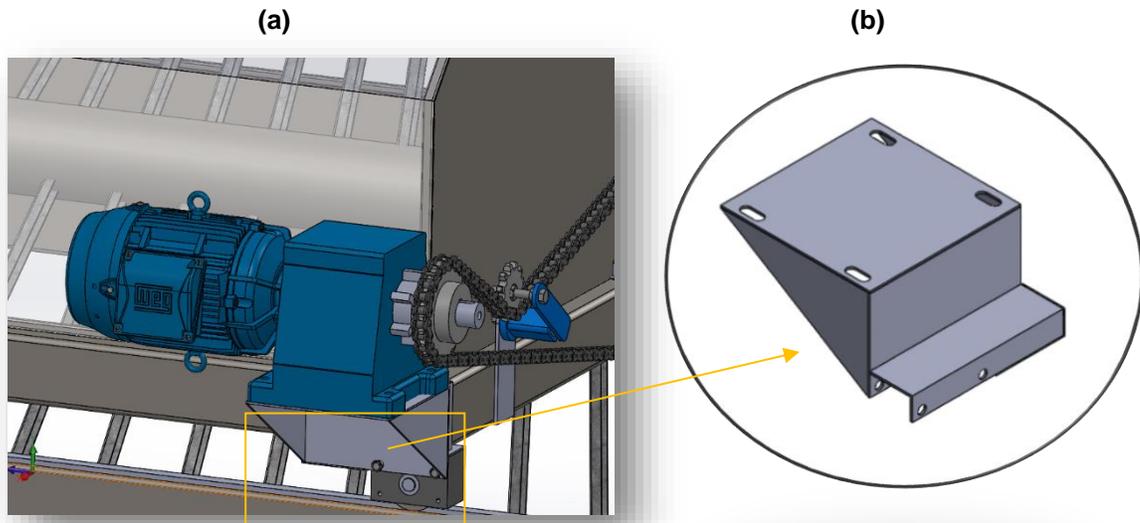
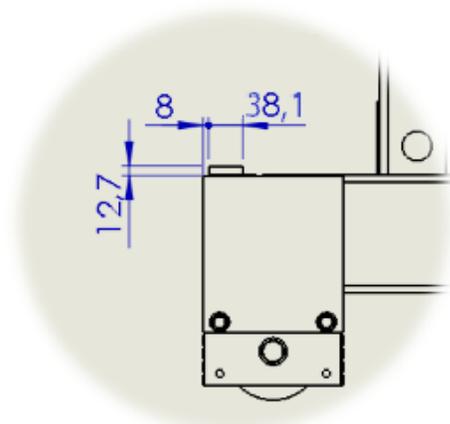


Figura 5-4: a. Ubicación del motorreductor del rotor. b. Plataforma de sujeción.

5.1.1.4. Riel.

Ver plano: 08-vp.

Código de pieza: SM-CM-CP-RI-08.



Está compuesto por una planchuela de 1½" de ancho por ½" de espesor que se sitúa a 8 mm de la cara exterior de la viga.

Figura 5-5: Vista frontal del riel sobre la unión.

5.1.1.5. Columna pasa cable.

Ver Plano: 011-cyp.

Código de pieza: SM-CM-CP-CPC-011.

La columna pasa cable está conformada por un caño estructural 100mm x 50mm x 2mm y el refuerzo es un plegado de chapa de 3/8" (3,2mm) de espesor.

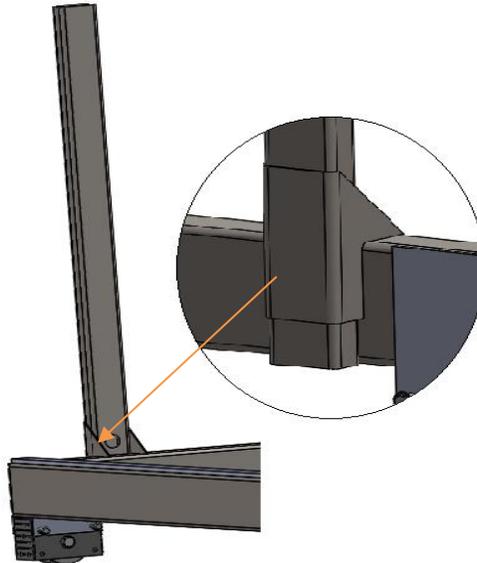


Figura 5-6: Vista de la columna pasa cable y su unión reforzada a la viga.

5.1.1.6. Rueda Motriz Carro Principal.

Ver Plano: 012-vp.

Código de pieza: SM-CM-CP-RMC-012.

Son 2 ruedas de 112 mm de diámetro con una garganta adecuada para viajar sobre un riel de 40 mm de ancho. Posee un chavetero que permite la transmisión de potencia.

Montaje con pernos.

Material: Acero SAE 1045.

Diámetro (garganta): 112 mm.

Las ruedas deberán ser fabricadas según se indica en planos.

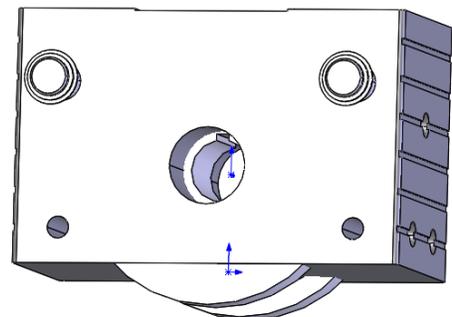


Figura 5-7: Rueda motriz del carro principal.

5.1.1.7. Rueda Conducida Carro Principal.

Ver Plano: 013-vp.

Código de pieza: SM-CM-CP-RCC-013.

Las ruedas deberán ser fabricadas según se indica en planos.

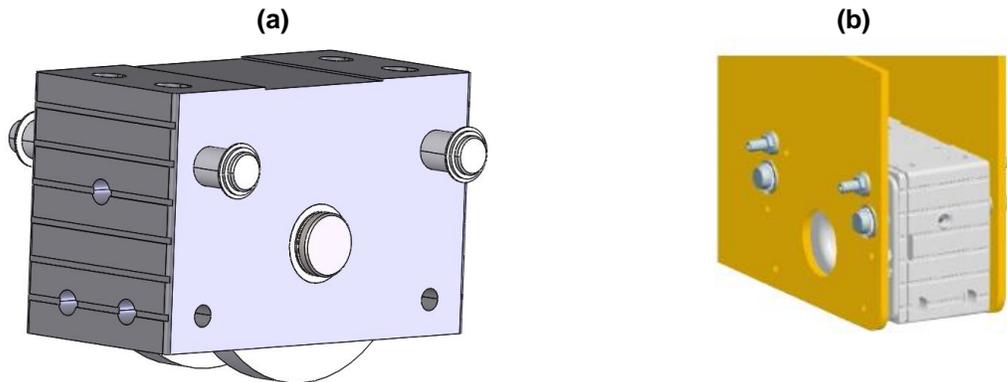


Figura 5-8: a. Rueda conducida del carro principal. b. Montaje con pernos.

5.2. CARRO ROTOR.

Ver planos: 03-ens. y 03-vp.

Código de pieza: SM-CM-CR-03.

Consultar capítulo 6: M.C. Sección 6.3.

Es la parte principal del compostador (ver figura 9). Consiste en un eje de acero hueco ⁽²⁾ con paletas soldadas a lo largo del mismo. Las paletas tienen en su extremo cuchillas diseñadas para cortar y arrastrar el material de compostaje. El eje descansa sobre dos cajas de rodamientos ⁽³⁾ oscilantes de bolas que se encuentran abulonadas al carro rotor ⁽¹⁾.

La transmisión por cadena es solidaria al eje a través de una corona dentada ⁽⁹⁾ ubicada en uno de sus extremos. La cadena ⁽⁷⁾ está comandada por el piñón ⁽⁸⁾ que es solidario al eje del motorreductor. De esta manera se transmite y transforma la energía eléctrica en mecánica de movimiento.

El carro descansa sobre un par de ruedas conductoras ⁽⁴⁾ y otro par de ruedas conducidas ⁽⁵⁾ que permiten rodar a la estructura y avanzar sobre los rieles del carro principal.

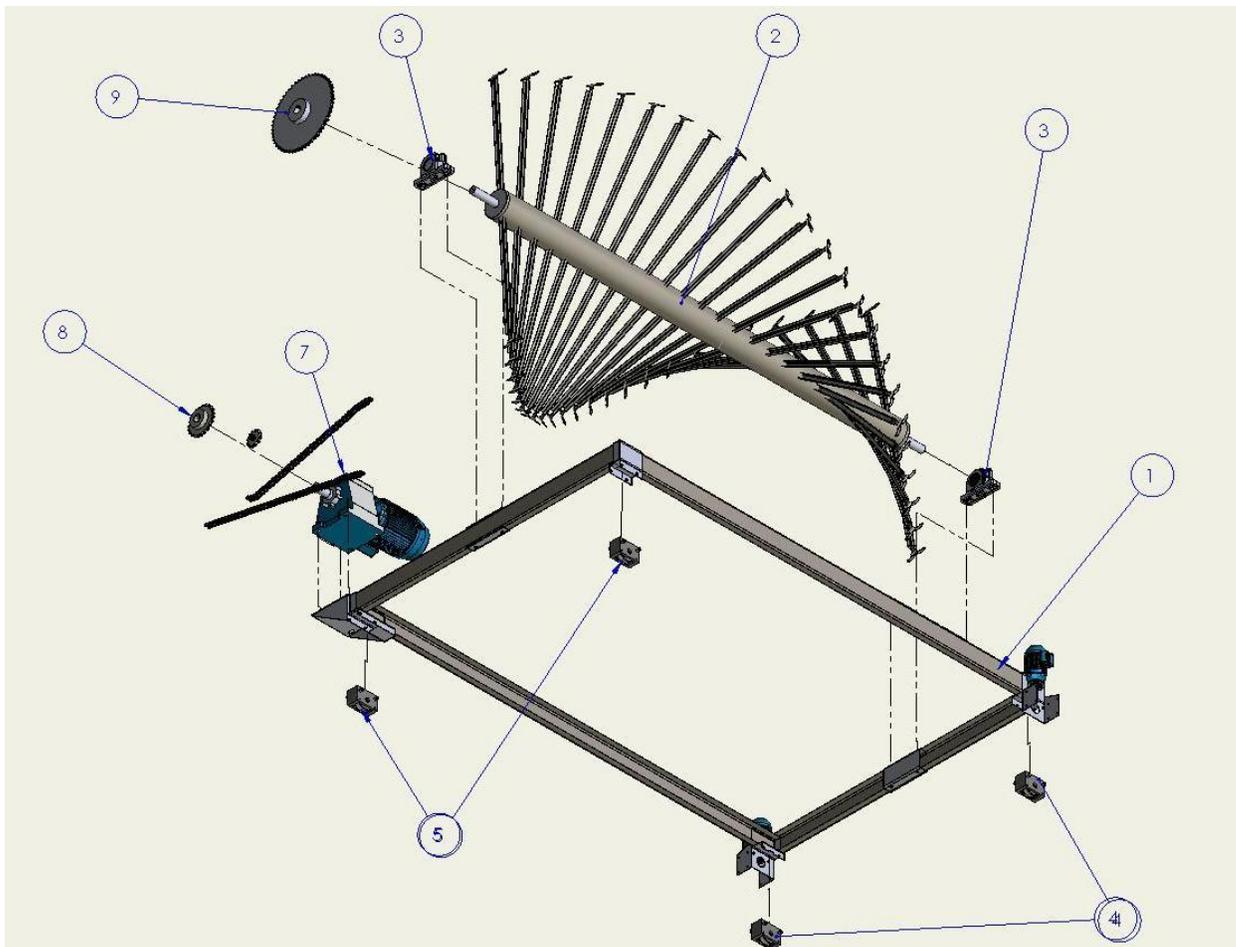


Figura 5-9: Vista explosionada del carro rotor con sus principales componentes.

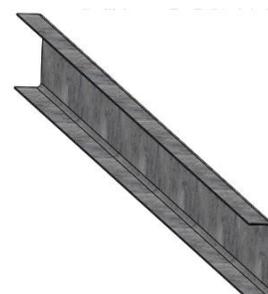
5.2.1. Elementos componentes.

5.2.1.1 Ensamblaje de vigas

Ver planos: 014 cyp. y 014-sold.

Código de pieza: SM-CM-CR-EV-014.

El conjunto de vigas del carro está compuesto de perfiles U de 160 x 60 x 3,2 mm de espesor, en chapa A36. Estas deberán tener un tratamiento de galvanizado en caliente.



5.2.2.1. Eje.

Consiste en un cilindro de acero ASTM A53 con tratamiento superficial galvanizado por inmersión en caliente. Su función es soportar y transmitir el movimiento de giro del rotor, permitiendo que el conjunto paletas-cuchillas vinculado a éste realice la principal tarea del compostador.

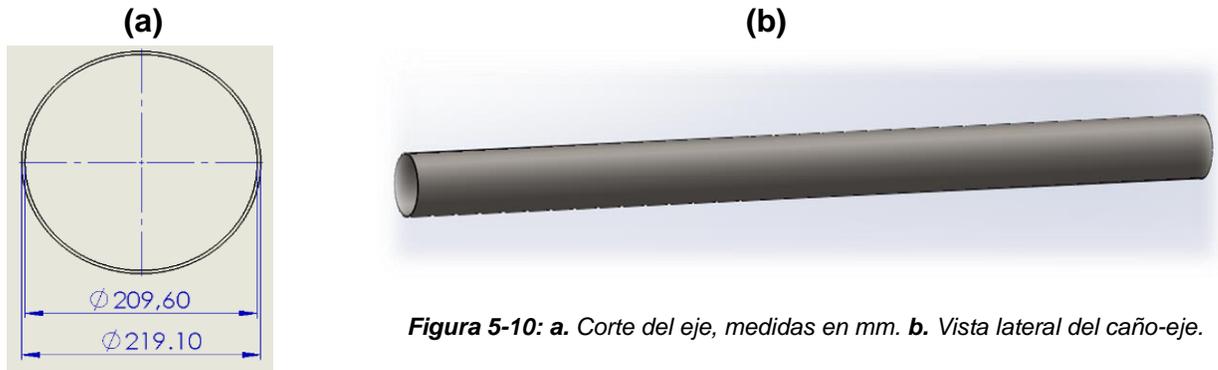


Figura 5-10: a. Corte del eje, medidas en mm. b. Vista lateral del caño-eje.

5.2.2.2. Punteras.

Ver plano: 030-sold.

Código de pieza: SM-CM-CR-RO-PE-030.

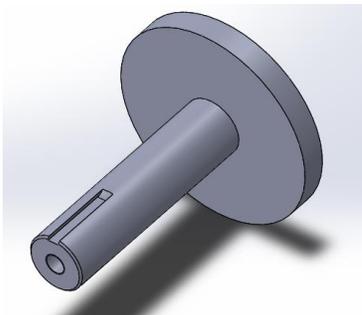


Figura 5-11: Puntera de eje.

El diámetro de las tapas de las punteras coincide con el diámetro del eje del rotor, y se une a éste mediante soldadura sobre ambos extremos. La tapa es de chapa de acero de 1" de espesor que posee en su centro otro eje solidario (soldado a ella) de 60mm de sección circular. La puntera situada sobre el sistema de transmisión por cadena, posee un chavetero para transmitir el par de potencia y será el portador de la corona del sistema.

Chapa: A36. Eje: SAE 4140.

5.2.2.3. Paletas.

Ver plano: 031cyp.

Código de pieza: SM-CM-CR-RO-BC-031.

Es el elemento unión entre el eje y las cuchillas. Consiste en un perfil C de acero 1045 de acabado superficial galvanizado. Posee una longitud de 1,1m. Son 48 unidades en total; soldadas al caño del eje del rotor ubicándose a lo largo del mismo con una

separación angular de $7,5^\circ$ hasta cubrir un giro completo de 360° y de 165mm entre par de paletas sucesivas (véase figura 14).

El extremo libre posee dos perforaciones que mediante unión con bulones serán vinculadas las cuchillas.

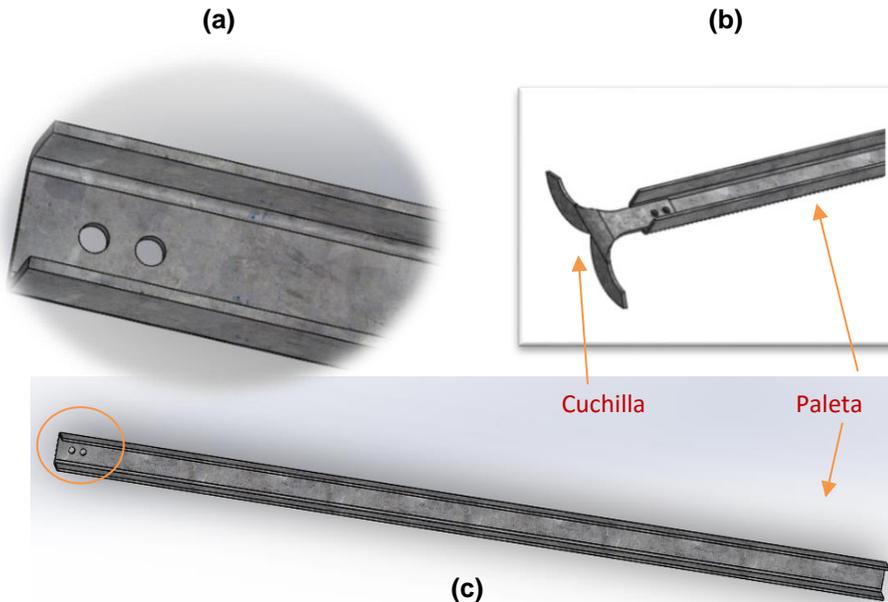


Figura 5-12: a. Extremo perforado de paleta. b. Conjunto armado paleta-cuchilla. c. Paleta.

5.2.2.4. Cuchillas.

Ver plano: 032-cyp.

Código de pieza: SM-CM-CR-RO-C-032.

Son los elementos encargados de cortar y arrastrar el material de abono durante el movimiento de giro. Fueron diseñados para soportar las condiciones de fatiga que se presentan en la periferia del rotor y el tipo de unión con la paleta permite su fácil recambio en caso de que se necesite.

Son de acero SAE 1045, Con tratamiento superficial galvanizado en caliente.

Las cuchillas deberán ser fabricadas según se indica en planos.



Figura 5-13: Cuchilla.

5.2.2.5 Conjunto: Eje-Paletas-Cuchillas.

Ver plano: 015-sold.

Código de pieza: SM-CM-CR-RO-015.

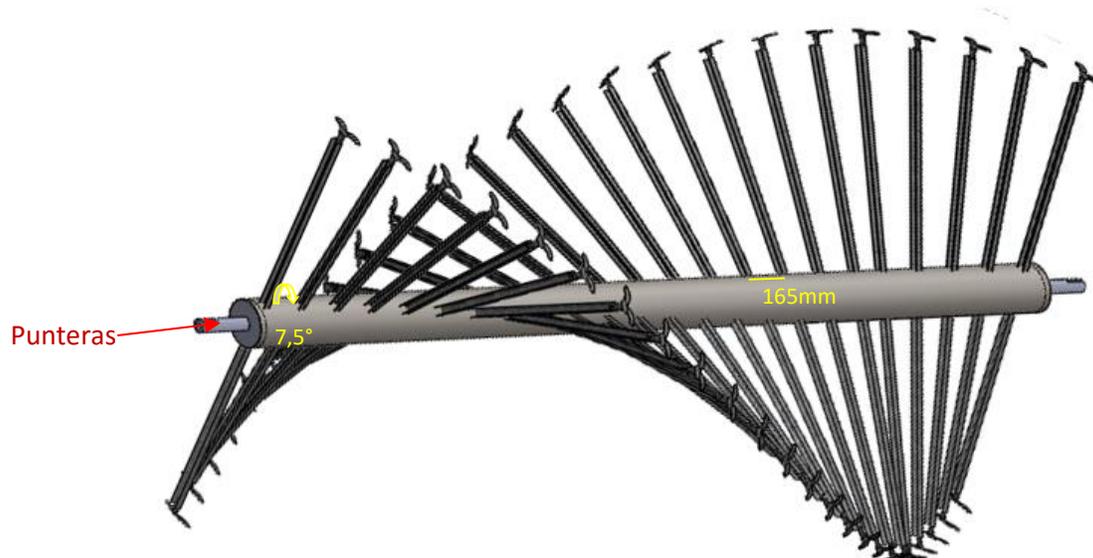


Figura 5-14: Conjunto Eje-Paletas-Cuchillas.

En la figura 14 se muestra el conjunto eje-paletas-cuchillas. Se indica además ángulo y distancias entre paletas. Una vez concluido su ensamble se requiere tratamiento superficial de galvanizado por inmersión en caliente como protección anticorrosiva por el medio y anti desgaste por el rozamiento con el material.

5.2.2.6. Rodamientos.

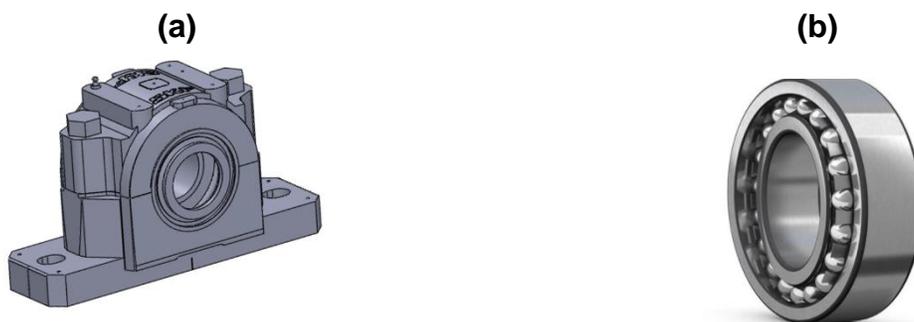


Figura 5-15: a. Rodamiento. b. Bolillero tipo oscilante de bolas.

Los extremos del eje descansan sobre dos rodamientos oscilantes de bolas que permiten mantener una correcta alineación del eje.

Recambio propuesto: cada 10 años.

Se requieren de 2 unidades SKF:

-Código Rodamiento: 1213 EKTN 9 H213.

-Diámetro interno 60mm, con manguito de fijación para facilitar el montaje.

-Modelo caja: SNL 513 tl.

-4 tornillos M20 x 250 mm con tuerca para asegurar la sujeción de la caja.

5.3. SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR CADENA.

Consultar capítulo 6: M.C. Sección 6.3.6.

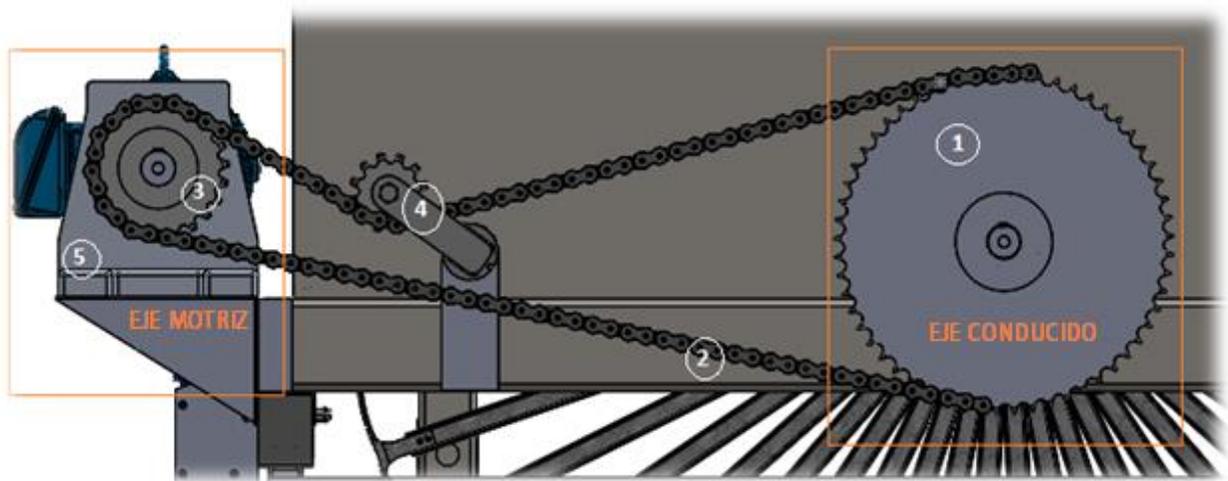


Figura 5-16: Sistema de transmisión por cadena.

El conjunto está formado por:

1-Corona.

2-Cadena.

3- Piñón.

4-Tensor de cadena.

5- Motorreductor eléctrico de Potencia.

6-Cubierta protectora de la Cadena.

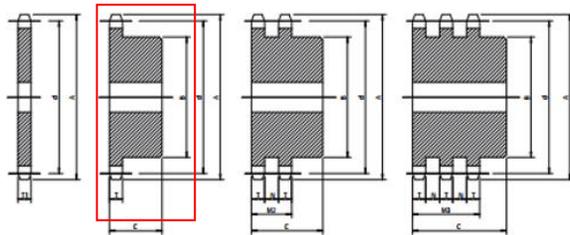
Debido a que la velocidad de giro de trabajo es baja (60 rpm) pero se requiere de gran fuerza (par motor) el sistema indicado es la transmisión por cadena.

Relación: 2,48.

5.3.1. Elementos constitutivos.

5.3.1.1. Corona.

La corona posee 57 dientes. Es de acero SAE 1045 con tratamiento de templado. Tipo ASA 100. Paso 1 y ¼”, con chavetero.



Paso - Pitch 11/4" ASA 100 31,75 mm BS 20		ØRodillo - Roller 19,05 mm ØRodillo - Roller 19,05 mm						
Z	Diámetro Primitivo(d) Pitch Circle Diameter(d)	Diámetro Exterior(A) Top Diameter(A)	Diámetro Cubo(B) Hub Diameter(B)			Largo Total(C) Total Length(C)		
	S	D	T	S	D	T		
57	576.35	594.53	140	150	150	80	100	130

Dimensiones para tipo Americano - (ASA - ANSI) Measurement for American type (ASA - ANSI)					
PASO/Pitch	T	N	M2	M3	T1
ASA100(11/4)	17	18.8	52.8	88.6	17.6

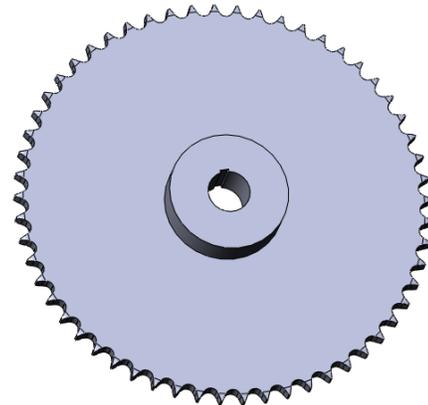


Figura 5-17: Corona dentada.

5.3.1.2. Cadena.

Tipo de rodillos simple, con:

- Paso: $p=31,75\text{mm}$.
- Área de trabajo: $f= 2,62\text{cm}^2$.
- Carga de Rotura: $F_n=8.850\text{kg}$.
- Peso: $g=3,67\text{ kg/m}$.
- Longitud necesaria: 4,2 m.



Figura 5-18: Cadena. Tipo rodillo simple.

Tabla de Medidas Cadenas a Rodillos

Referen. ANSI	Paso de Cadena	Distancia Entre Placas	Diámetro Rodillo	Diámetro Perno	Altura de Placa	Paso Transversal	Longitud de Perno	Seccion de Trabajo	Carga de Rotura	Peso Aproxim.
	p mm	b1 min. mm	d1 max. mm	d2 max. mm	g max. mm	e mm	a1 max. mm	A cm2	min. N	kg/m
100	31.75	18.90	19.05	9.53	30.00		43.60	2.62	88500	3.76

Recomendaciones de mantenimiento:

- Realizar inspecciones visuales periódicas del estado de lubricación de la cadena.
- Reponer el aceite mineral cuando el nivel se encuentre por debajo del recomendado o proceder al recambio en caso de que el fluido esté degradado o sucio.

5.3.1.3. Tensor.

Código comercial: 06 061 006.

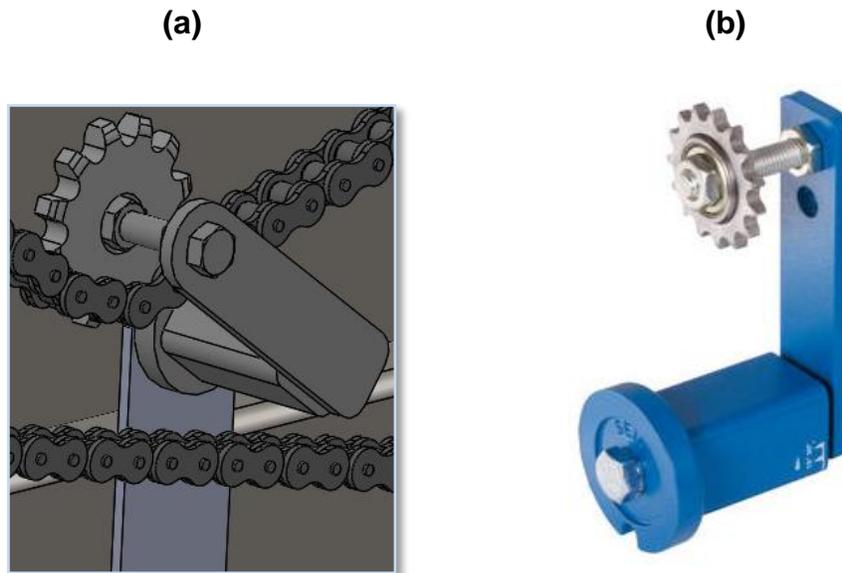


Figura 5-19:a. Tensor de la cadena. b. Tensor comercial.

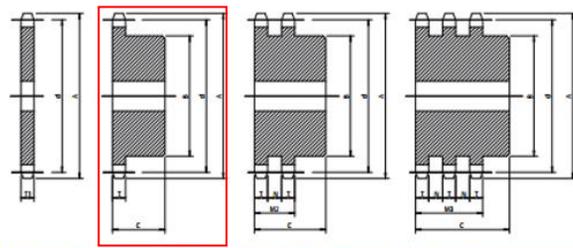
El pedido al fabricante deberá incluir las siguientes características técnicas del tensor de la cadena:

- El engranaje deberá tener el mismo paso que la cadena: 1 y $\frac{1}{4}$ ". Con número de dientes $Z=12$.
- Pretensado angular= 10° .
- Tensor Rosta tipo SE-F.

5.3.1.4. Piñón.

Es el elemento que vincula la cadena con el motorreductor a través del encastramiento entre los dientes y los eslabones de la cadena.

El piñón posee Z= 23 dientes. Acero. ASA 100. Paso 1 y ¼”.



Paso - Pitch 11/4" ASA 100		ØRodillo - Roller 19,05 mm						
31,75 mm BS 20		ØRodillo - Roller 19,05 mm						
Z	Diámetro Primitivo(d)	Diámetro Exterior(A)	Diámetro Cubo(B) Hub Diameter(B)			Largo Total(C) Total Length(C)		
	Pitch Circle Diameter(d)	Top Diameter(A)	S	D	T	S	D	T
23	233.17	250.05	110	140	140	55	80	115

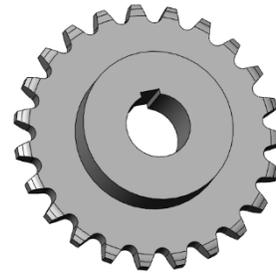


Figura 5-20: Piñón.

Dimensiones para tipo Americano - (ASA - ANSI)				
Measurement for American type (ASA - ANSI)				
PASO/Pitch	T	N	M2	M3
ASA100(11/4)	17	18.8	52.8	88.6
				T1
				17.6

5.3.1.5. Cubierta protectora de la Cadena.

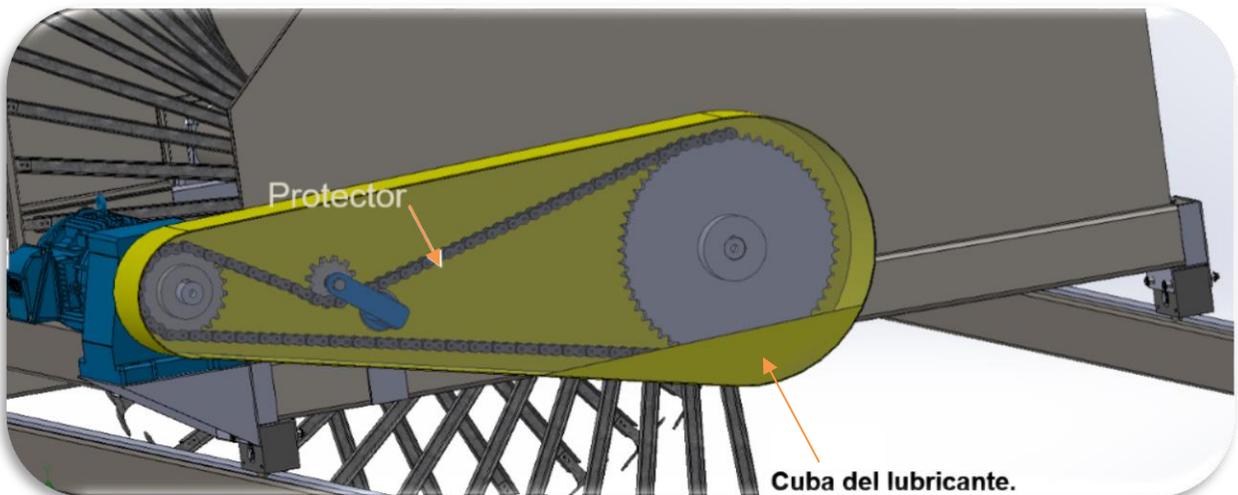


Figura 5-21: Protector de la transmisión.

Este protector cumple diferentes funciones, por un lado evita accidentes de las personas evitando el contacto directo de las mismas con las piezas móviles (la cadena y el par de ruedas dentadas) y por el otro sirve de alojamiento para la lubricación continua de la cadena. Esto último es porque tiene una cuba interna en su parte inferior que aloja el aceite mineral dejando parte de la cadena sumergida permanentemente. Además tiene un tapón de drenaje para el recambio del lubricante.

El diseño con tapa acrílica transparente permite la inspección visual del conjunto en cualquier instante y puede desmontarse fácilmente para tareas de mantenimiento.

5.4. COBERTOR.

Ver planos: 04-ens.

Código de pieza: SM-CM-COB-04

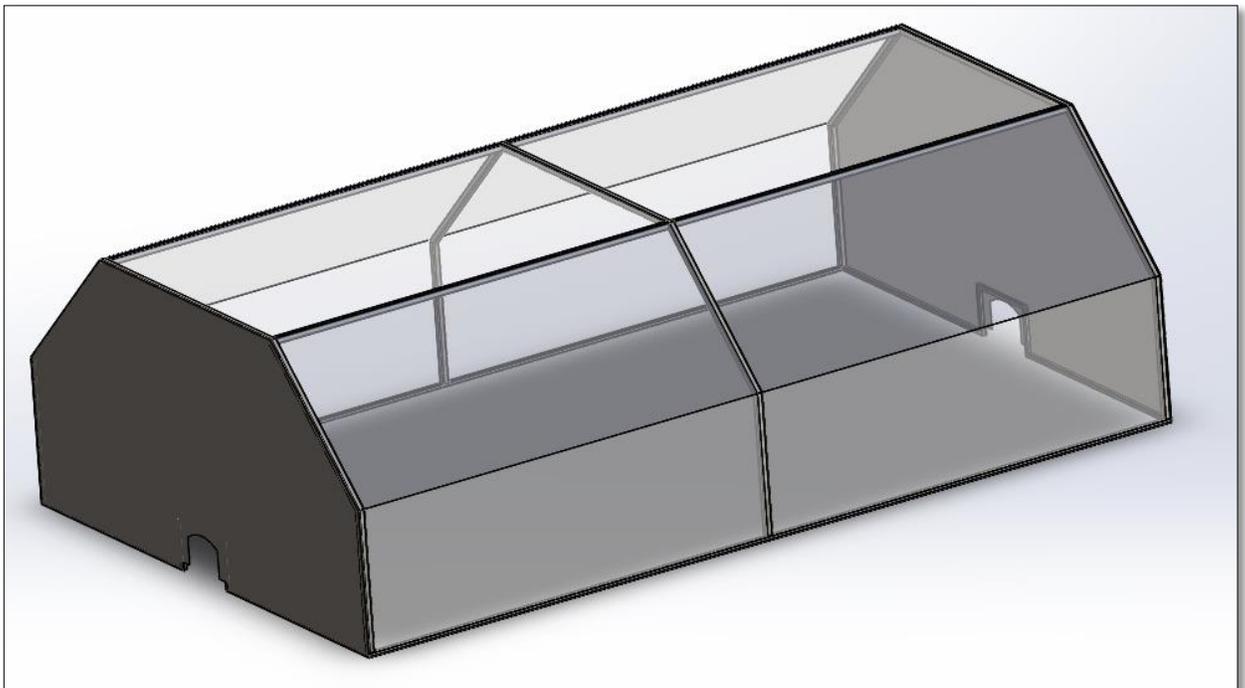


Figura 5-22: Cobertor.

Esta estructura cumple la función de impedir que el material salga por fuera de las bateas impulsado por efecto de la centrifugación producida por el rotor y además “lo ordena” para mantener la forma de paralelepípedo, es decir crea un área de contención controlada para la masa de materia en proceso.

Está construido de chapa de acero 2mm en sus laterales y paños de acrílico cristal transparente de 2mm de espesor, enmarcados por perfiles de acero. La transparencia le confiere un diseño visual único al mismo tiempo que permite visualizar el correcto funcionamiento del conjunto del rotor.

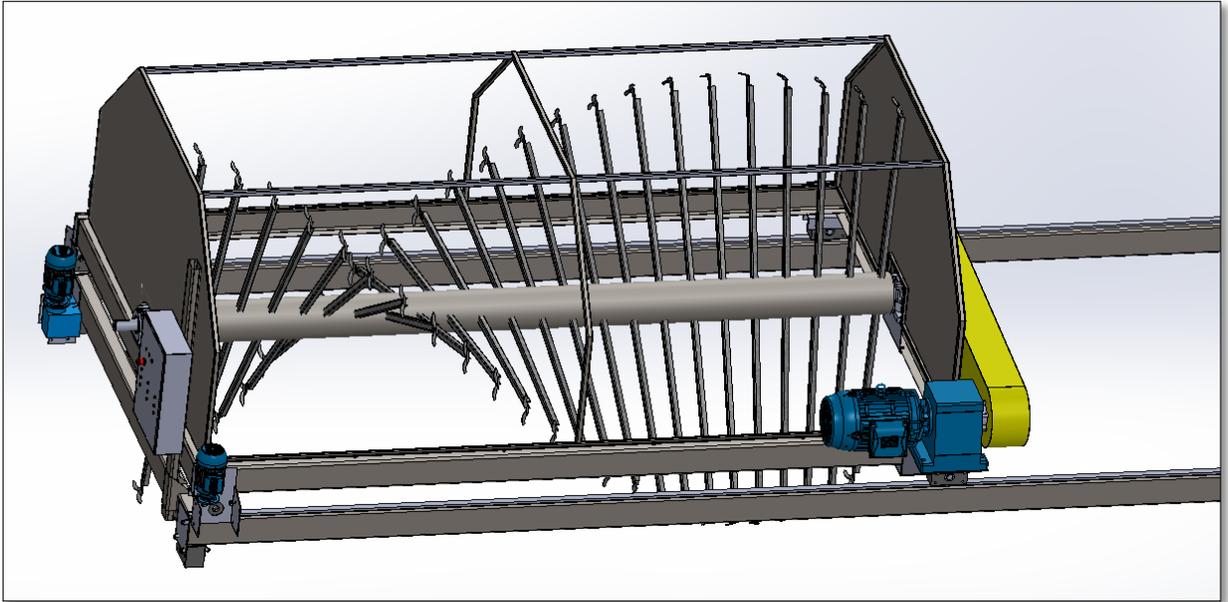


Figura 5-23: Ubicación del cobertor sobre la máquina.

Se vincula al carro rotor por medio de tornillos M6.

5.5. SISTEMA DE POTENCIA.

5.5.1. Accionamiento del rotor.

Consultar capítulo 6: M.C. Sección 6.3.1-5.

Se realiza a través de un sistema motorreductor. Se compone de dos equipos integrados compacto, por un lado el motor eléctrico trifásico y por el otro el reductor con dos trenes de engranajes tipo coaxiales de la línea Lentax 222.

Son de alto rendimiento y funcionamiento suave y silencioso y de elevada duración. Además son construidos con materiales livianos y resultan convenientes para espacios reducidos.

5.5.1.1. Motorreductor.

Ver planos: 017-cyp. y 016-ens.

Código de pieza: SM-CM-CR-SM-017

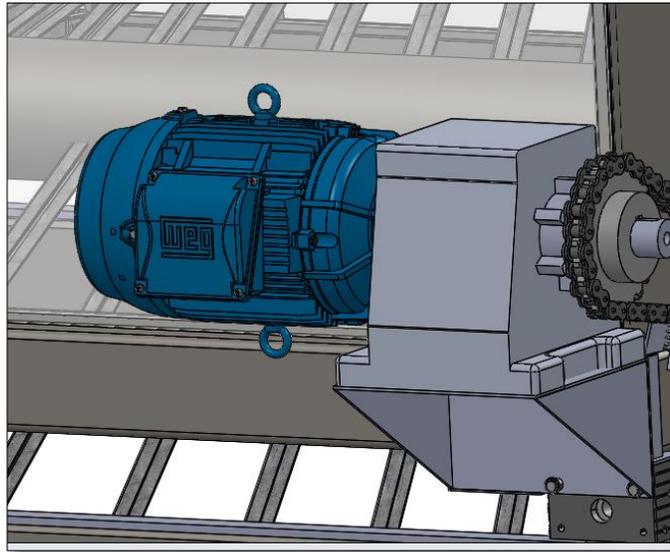


Figura 5-24: Motorreductor principal.

Motor trifásico WEG de 11kW/15HP, 1475 RPM, 380V, 50Hz. Posición de trabajo B3 (horizontal). Posee cáncamos en la carcasa que facilita el montaje con herramientas de sujeción como malacates o aparejos. La caja reductora se encuentra amurada a una plataforma metálica de sujeción unida a la viga principal de la máquina por tornillos. El reductor se compone de 2 trenes coaxiales de engranajes y piñones cementados y templados con flancos rectificados, lo que le otorga gran precisión al equipo.

Relación de transformación: 10.

Rendimiento global: 0,96.

Referencias:

- 1-Eje: 60 mm.
- 2- Cáncamo.
- 3- Caja porta tren engranajes.
- 4- Motor eléctrico.
- 5- Base de apoyo con 4 perforaciones.



Figura 5-25: Lentax 222. 11kW. 380V.

5.5.2. Sistema de Accionamiento lateral.

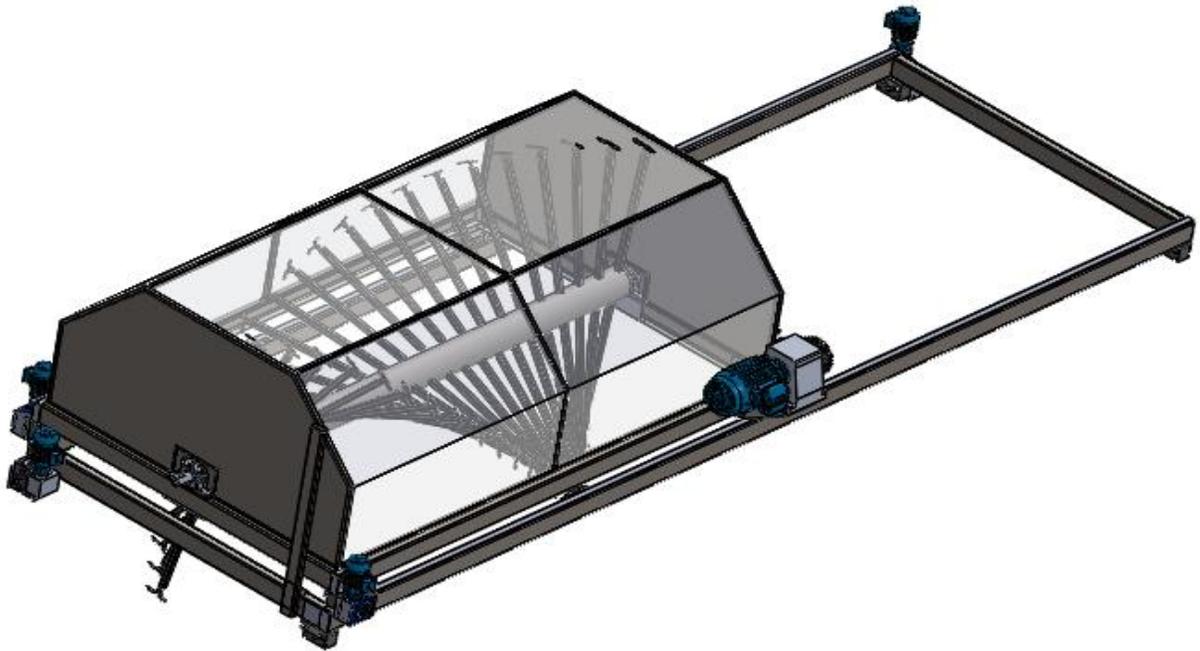


Figura 5-26: Ubicación física de los motorreductores de traslación lateral.

El funcionamiento es comparable a un puente de grúa normal. Consta de dos motorreductores ubicados a cada lado del extremo opuesto del mecanismo de transmisión por cadena.

- La velocidad lateral es de 10 m/min.
- Diámetro de rueda motriz: 132 mm.
- La velocidad angular de la rueda será: 24 rpm.

5.5.2.1. Motorreductores.

Línea Lentax U: 2 motorreductores de potencia $N=1,5$ HP cada uno, modelo 24, compuestos por un mecanismo sin fin y corona.

Son de menor rendimiento respecto de los coaxiales pero poseen mayor versatilidad de adaptación tanto a espacios pequeños como a la máquina.

Rendimiento del reductor sujeta a estas condiciones de trabajo: $R=0,75$.

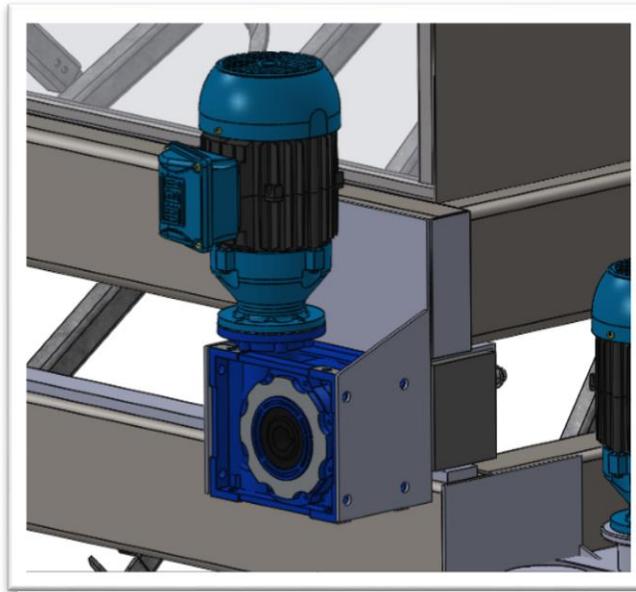


Figura 5-27: Motorreductor de avance lateral.

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.
kW	HP	(RPM)	(i)		(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)
1,10	1,50	24,0	59,00	24	1,50	1,40	315	1430	975	625

5.5.3. Sistema de Accionamiento longitudinal.

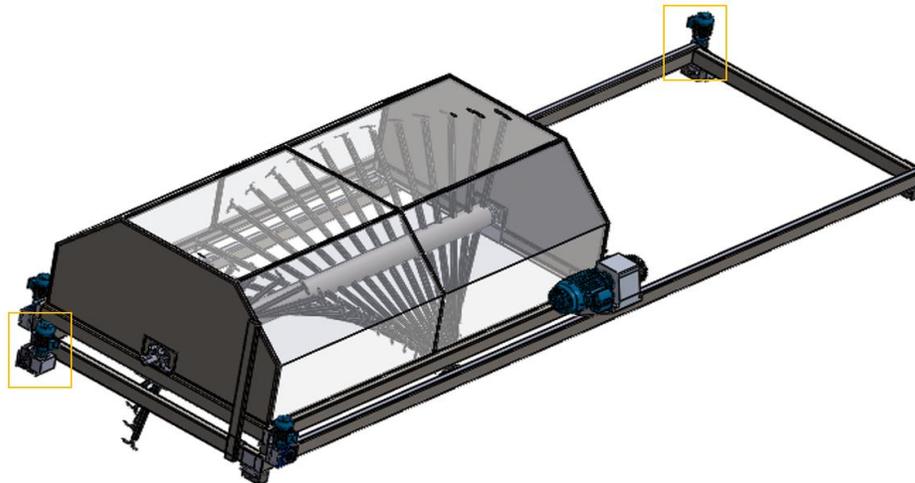


Figura 5-28: Ubicación física de los motorreductores de avance longitudinal.

El movimiento longitudinal comprende el avance del rotor a lo largo de la nave. Las ruedas se desplazan por el riel de las bateas a una velocidad aproximada de 5,14 m/min.

Al igual que para el accionamiento lateral, se requieren de dos motorreductores que estarán ubicados en ambos extremos de la máquina como se muestra en la figura 28:

- Diámetro de rueda motriz: 132 mm
- La velocidad angular de la rueda será: 12,4 rpm.

5.5.3.1. Motorreductores.

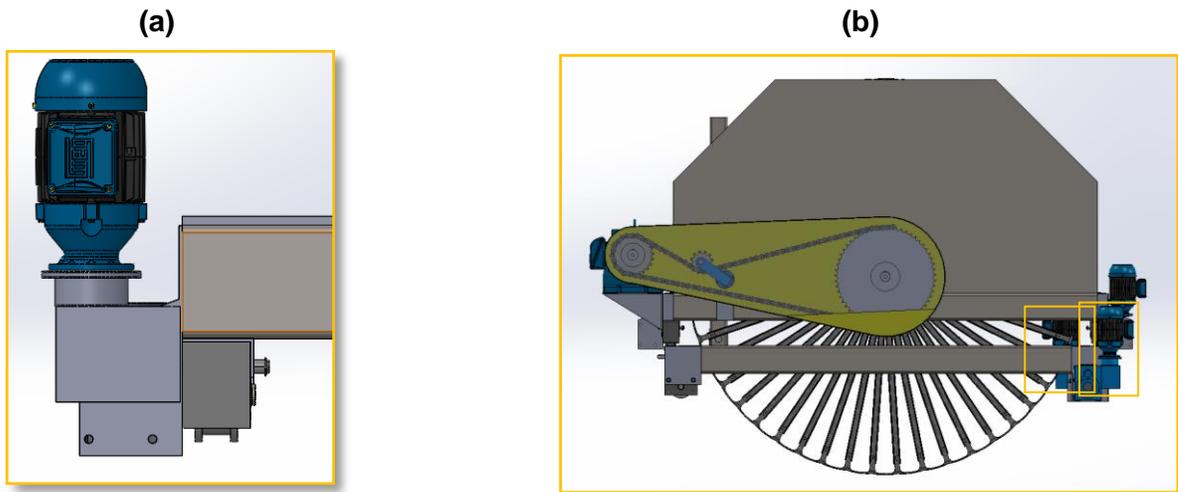


Figura 5-29: a. Conjunto motorreductor y rueda. b. Ubicación física de los motorreductores.

Línea Lentax U: 2 motorreductores de potencia N=1 HP cada uno, modelo 25TR, compuestos por un mecanismo sin fin y corona.

Rendimiento del reductor sujeta a estas condiciones de trabajo: R=0,79.

Velocidad de avance longitudinal $V_{lo}=5,14\text{m/min}$ (0,0857m/s).

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util (Nm)	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Carga Radial adm. (kg)	Carga Axial adm. (kg)	Peso aprox. (kg)
kW	HP	(RPM)			(fz)					
0,75	kW	7,9	178,00	25TR 1,00	1,95	610	1410	1600	1150	76
		10,3	136,92	25TR 1,00	2,25	538	1410	1600	1150	76
1,00	HP	12,4	113,58	25TR 1,00	2,70	445	1410	1600	1150	76

5.6. SISTEMA ELÉCTRICO.

El sistema eléctrico tendrá los siguientes elementos componentes:

- ❖ El conjunto de motores (véase apartados: 5.5.1.1.; 5.5.2.1.; 5.5.3.1.):
 - 1 motor principal accionamiento del rotor (15 HP).
 - 2 motores de accionamiento transversal (1,5 HP).
 - 2 motores de accionamiento longitudinal (1 HP).

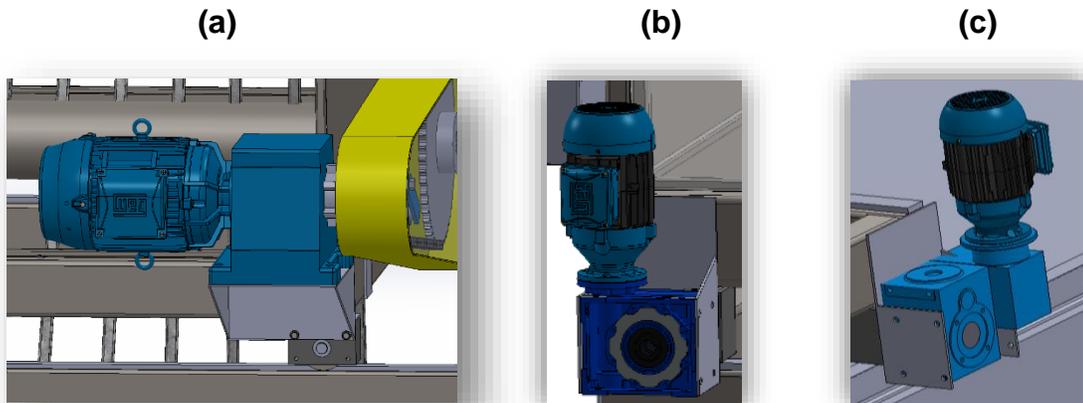


Figura 5-30: Motorreductores **a.** Del rotor. **b.** Del movimiento lateral. **c.** Del movimiento longitudinal.

- ❖ Los conductores:

Cable plano 4 mm² x 4. (125m)



Figura 5-31: Cable de potencia.

- ❖ Riel porta cable.

El riel se dispone a lo largo de la batea con el fin de sostener al cable de transmisión de potencia. Longitud necesaria: 120m.

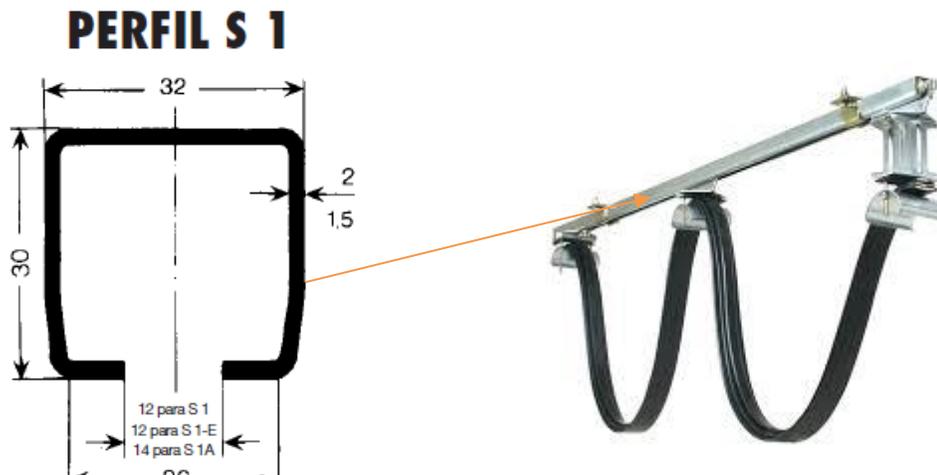


Figura 5-32: Riel porta-cable.

- ❖ Carros porta cables: unidades necesarias: 40.

Carro marca VALHE.
Modelo WS 1F/125-80 G.



Figura 5-33: Carro porta-cable.

- ❖ El Tablero General.

Contiene los dispositivos de protección, como son las llaves termomagnéticas que seccionan los tres circuitos eléctricos referidos a: el compostador, la bomba centrífuga y el sistema lumínico.

- ❖ Tablero de mando:

Contiene los dispositivos necesarios de accionamiento y control.
El formato exterior del tablero es el mismo para las dos versiones de la máquina.

Preparó: HERGERT, L.; SCANDIZZO BELBEY, I.E.	Revisó: ADC-8-8-17 GP 4-9-17	Aprobó:	Página 25 de 34
--	---------------------------------	---------	-----------------

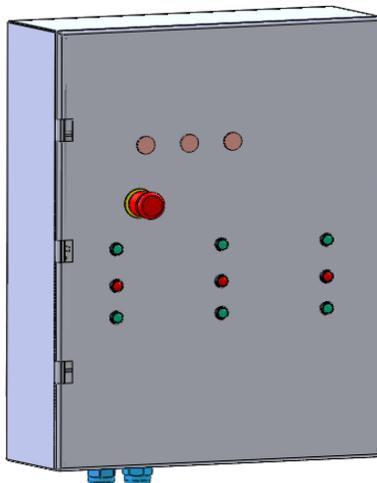


Figura 5-34: Vista externa del Tablero.

Este proyecto incluye en su alcance, la elaboración de una ingeniería básica de automatización; es por es esto que se hará una diferenciación entre dos versiones del compostador. La primera corresponde a un accionamiento preponderantemente manual, lo que significa menor inversión o costo en dispositivos de arranque y control de la máquina. La segunda propuesta sugiere automatizar el proceso mediante el uso de un controlador lógico programable que requiere de una mayor inversión inicial pero disminuye los costes operativos del proceso.

A continuación se muestran los interiores de los tableros de ambas versiones. Ver figuras 35 y 36.

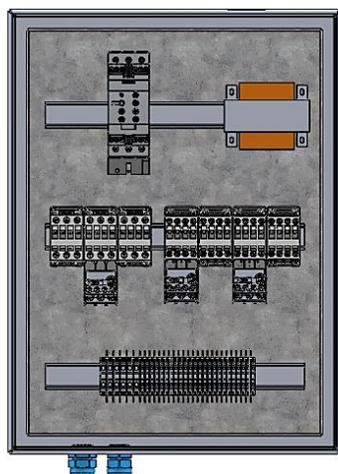


Figura 5-36: Tablero básico.

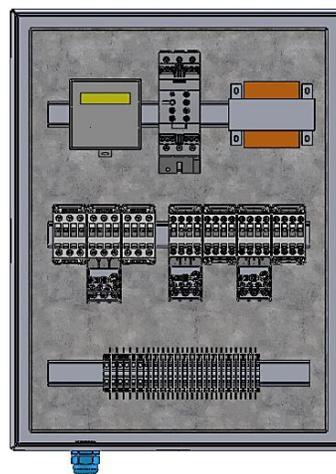


Figura 5-35: Tablero Automatizado.

5.6.1. Circuito unifilar de la instalación.

Ver plano del esquema unifilar de la instalación: E01-UNI.

5.6.2. Circuito de potencia.

Ver plano de potencia: E02-POT.

5.6.3. Circuito de mando.

Ver plano de mando E03-MAN.

5.7. SISTEMA DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN.

Elementos constitutivos:

5.7.1. Contactores.

- Para los motorreductores de desplazamiento longitudinal y lateral.

Código: SE-CML.

Minicontactor Tripolar Línea CW		CW 07		
Bobina Corriente Alterna - CA ¹¹⁾		CA-10/.01		
AC-3 Arranque de motores de jaula con desconexión en régimen nominal.		le máx. (Ue ≤ 440V) (A)	7	
		Potencia	220V HP	2
		(50 y 60Hz)	380V HP	4
			440V HP	-
		Man. / hora a plena carga		300
Fusible máximo (gL/gG) ⁴⁾	A		16	
Cons. Bobina (CA) ¹²⁾ *Ligar* / *Ligada*	VA		19,5 / 5,5	
Peso	kg		0,120	
Dimensiones	Ancho	mm	45	
	Altura	mm	42	
	Profundidad	mm	44	

✚ Contactor Motorreductor Principal.

Código: SE-CMP.

Contactores		CWM 25	
Tripolares/Tetrapolares Línea CWM		 CA (3 polos)-.00/.10/.01 (4 polos)-.4P/.2P/2R CC-.00/.10/.01	
Bobina Corriente Alterna - CA ¹⁾ 50/60Hz o 60Hz Bobina Corriente Continua - CC ¹⁾			
AC-3 Arranque de motores de jaula con desconexión en régimen nominal.	le máx. (Ue ≤ 440V) (A)	25	
	Potencia (50 y 60Hz)	220V HP	7,5
		380V HP	15
		440V HP	15
Man. / hora a plena carga		1200	

5.7.2. Protecciones.

Los elementos de seguridad que protegerán a los motores ante eventuales sobrecargas serán:

- ✚ Relé Térmico Motor Principal.

Código: SE-RTMP.

Relés de Sobrecarga		RW 27D	
Línea RW_D		 Montaje directa al contactor. Montaje en riel con adaptador BF 27D.	
Sensibilidad contra falta de fase; Compensación de temperatura; Clase de disparo 10; Tecla multifunción programable :			
	A Solamente rearme automático. AUTO Rearme, desconexión por botón y función test. HAND Rearme manual, desconexión por botón y función test. R Solamente rearme manual.	Rango Ajuste / Fus.máx.(g/L/gG) ⁴⁾ A : 0,28...0,4 / 2 1,8...2,8 / 6 8...12,5 / 25 0,4...0,63 / 2 2,8...4 / 10 10...15 / 35 0,56...0,8 / 2 4...6,3 / 16 11...17 / 35 0,8...1,2 / 4 5,6...8 / 20 15...23 / 50 1,2...1,8 / 6 7...10 / 25 22...32 / 63 ¹¹⁾	
Dimensiones	Ancho	mm	45
	Altura	mm	79,5
	Profundidad	mm	92
Peso	kg		0,147
Accesorios	 Base Fijación Individual : BF 27D		

- ✚ Relé Térmico Motor Longitudinal.

Código: SE-RTML.

Para la correcta instalación del relé se sobrecarga, con el contactor CW07, se requiere adjuntar en la solicitud de pedido la compra de adaptadores A17.

Relé de Sobrecarga para Minicontactores Línea RW_D 		RW 17D 	
Sensibilidad contra falta de fase; Compensación de temperatura; Clase de disparo 10; Tecla multifunción programable.			
Rango de Ajuste / Fusible máx.(gL/gG) ⁴⁾ A		0,28 ... 0,4 / 2 0,4 ... 0,63 / 2 0,56 ... 0,8 / 2 0,8 ... 1,2 / 4 1,2 ... 1,8 / 6 1,8 ... 2,8 / 6 2,8 ... 4 / 10 4 ... 6,3 / 16 5,6 ... 8 / 20	
Dimensiones	Ancho	mm	45
	Altura	mm	79,5
	Profundidad	mm	92
Peso		kg	0,150
Accesorios Adaptador para montaje con tornillos CW 07 + RW 17D		 Adaptador A17	

5.7.3. Arrancador suave.

Código: SE-AS.

El arrancador suave es un dispositivo electrónico que permite controlar el arranque y parada de motores de inducción, ayudando a proteger el motor y contribuyendo al ahorro de energía.

El tipo elegido es para aplicaciones estándar, por lo tanto **el arranque del rotor debe realizarse en vacío**. Por esta razón se sugiere que las bateas no sean cargadas hasta 1 m de la zona de transferencia de una batea a la otra.

Resumen de los Arrancadores Suaves SIRIUS		
		SIRIUS 3RW30/31
¹⁾ para 3RW31 y 3RW30..-1AA12 sólo arranque suave ²⁾ no para 3RW3003 ³⁾ no es posible con conexión triángulo interior ⁴⁾ para 3RW3003 más de 230 V X = función disponible - = función no disponible		 Aplicaciones Estándar
Corriente nominal a 40 °C	A	3 ... 100
Tensión nominal	V	200 ... 575
Potencia de motor a 400 V (conexión estándar)	kW	1.1 ... 55

Potencia de motor a 400 V (conexión estándar)	kW	1.1 ... 55
Potencia de motor a 400 V (conexión triángulo interior)	kW	–
Temperatura ambiente (en operación)	°C	–25 ... 60
Arranque y parada suaves		x ¹⁾
Rampa de tensión		x
Tensión de arranque y parada	%	40 ... 100
Tiempo de rampa	s	0 ... 20
Control de par de lazo cerrado		–
Par de arranque y parada	%	%
Límite de par	%	–
Tiempo de rampa	s	–

5.7.4. Dispositivos de automatización.

Son los incluidos en la versión automatizada de este proyecto. Cabe mencionar que este tipo de tecnología aporta eficiencia a los procesos, autonomía y reducción de costos operativos y de mantenimiento, por lo cual sugerimos adoptar esta opción en cualquier proceso productivo.

5.7.4.1. Plc.

Ver plano: E03-MAN.

El modelo seleccionado corresponde al M91-2-R34 el cual posee 15 entradas digitales y 12 salidas a relés. La alimentación es con corriente continua en 24V.

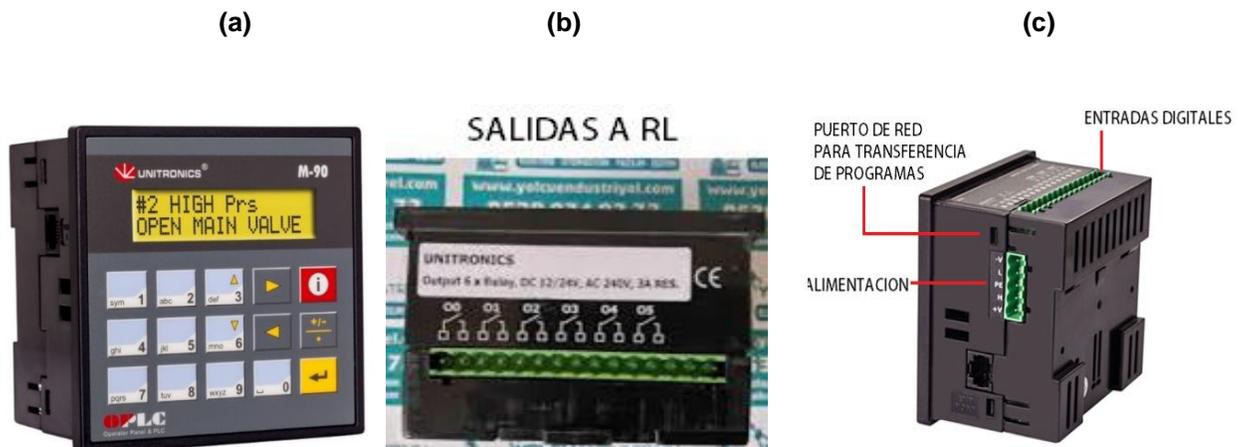


Figura 5-37: a. PLC. b. Salidas con conexión a relés. c. Entradas de alimentación y señales.

Las entradas reciben diferentes señales que son indicadores para la ejecución de las órdenes preestablecidas dentro del software del PLC, Estas señales provienen de:

- La llave selectora Manual-automático: que le indica la forma de trabajo.
- Pulsadores: indica los movimientos en el modo manual.
- Sensores: indica los movimientos en el modo automático.

Las salidas del dispositivo se encargan principalmente de la activación de los diferentes relés que habilitan los contactores de los motores de accionamiento.

5.7.4.2. Sensores.

El sistema contará con sensores que estarán adosados en el carro para detectar los puntos del ciclo del proceso en el que la máquina debe cambiar de dirección e invertir la rotación del rotor.

- Sensor normal abierto (PNP).
- Cableado: 3 hilos.
- Tensión de alimentación 24Vcc.



Figura 5-38: Sensor Inductivo.

5.7.4.3. Relés de control.

Estos elementos están destinados a la activación de los contactores. Cada relé envía a orden a su contacto respectivo. Solo es necesario un canal normal abierto.

La alimentación de la bobina es de 24 Vcc y proviene del PLC.

Características: 4/2
 Referencias: 4/3
 Dimensiones y esquemas: 4/20

Relés Zelio enchufables
RSB Relés Interface
 Características

Relés para aplicaciones estándar			
Relés para aplicaciones estándar			
Tensión de control	Número de contactos - Corriente Térmica		
	1 C/O -12 A 5 Pines	1 C/O -16 A 5 Pines	2 C/O -8 A 8 Pines
	Referencia	Referencia	Referencia
V			
≡ 6	RSB1A120RD	RSB1A160RD	RSB2A080RD
≡ 12	RSB1A120JD	RSB1A160JD	RSB2A080JD
≡ 24	RSB1A120BD	RSB1A160BD	RSB2A080BD
≡ 48	RSB1A120ED	RSB1A160ED	RSB2A080ED



5.8. LISTADO DE MATERIALES.

A continuación se presenta la tabla de materiales correspondientes a la construcción de la máquina y su instalación eléctrica en planta.

Tabla 5-1: Listado de Materiales.

ÍTEMS	Descripción	Marca	Cantidad Estimada
Carros motrices			
Perfil Estructural para Viga	160 mm x 80 mm x 4,75 mm.	Plecor	21 m
Chapa para refuerzos múltiples.	Espesor: 4,75mm.		
Bulones de sujeción.	Plataforma Motorreductores lateral. Diámetro:		8 u.
Bulones de sujeción.	Refuerzos unión vigas		8 u.
Bulones de sujeción.	Plataforma Motorreductor principal. D=		6 u.
Riel Carro Rotor	Planchuela: 38,1mm x 12,7mm.		16 m.
Perfil estructural columna pasa cable.	100mm x 50mm x 2mm		
Chapa refuerzo columna.	3/8"=3,2mm		
Bulones sujeción tablero			2 u.
Chapa cubre ruedas			4 u.
Cepillos ruedas			4 u.
Ruedas	A fabricar		8 u.
Conjunto Eje-Paletas-Cuchillas			
Cilindro Acero Eje.	ASTM A53. Diámetro Interior: 209,6mm. Espesor: 4,75mm.		
Cilindro Maciso Acero Eje punteras.	SAE 4140. Diámetro:60mm.		0,54 m.
Chapa puntera eje.	A36		
Perfil C Paletas.	SAE 1045		53 m.
Bulones Paletas	D=6mm		96 u.
Chapa Cuchillas.	SAE 1045. Espesor: 4,75mm.		
Rodamientos	1213 EKTN 9 H213. Modelo caja: SNL 513 tl.	SKF	2 u.
Tornillos M20	M20 x 250 mm con tuerca.		4 u.
Sistema de Transmisión por Cadena.			
Cadena Simple a rodillo.	Paso: 31,75mm. Área de trabajo= 2,62cm ² . Carga de Rotura=8.850kg. Peso=3,67 kg/m.Longitud necesaria: 4,2 m.	OSCAR VICENTE PELLEGRINI S.A.	1 u.
Corona.	57 dientes. Acero SAE 1045 templado. Tipo ASA 100. Paso 1 y ¼".		1 u.
Tensor de Cadena.	Paso=1 y ¼". Z=12.Pretensado angular=10°.		1 u.
Piñón.	Z= 23 dientes. Acero. ASA 100. Paso 1 y ¼".		1 u.
Acrílico	Plancha cristal: 2mm.		
Protector	Chapa Espesor=3,17mm (1/8")		

ÍTEMS	Descripción	Marca	Cantidad Estimada
Cobertor.			
Chapa acero	Espesor: 2mm		
Acrílico	Plancha cristal: 2mm.		
Tornillos	Tipo: M6		12 u.
Perfiles	20mmx20mm		
Sistema de Potencia.			
Motorreductor Principal Rotor.	Motor trifásico WEG de 11kW/15HP, 1475 RPM, 380V, 50Hz. Eje 60mm	Lentax 222	1 u.
Motorreductor Traslación Lateral.	Motor trifásico WEG, N=1,5 HP. Salida 24RPM. 380V. 50Hz.	Lentax U.	2 u.
Motorreductor Traslacion Longitudinal.	Motor trifásico WEG 25TR, N=1 HP. Salida 12,4RPM. 380V. 50Hz.	Lentax U.	2 u.
Sistema Eléctrico.			
Cable plano.	4 mm ² x 4.	Emysflat	125 m.
Cable para mando.	1 mm ² x 10	Emysflat	16 m.
Cable.	2,5mm ² x 3	Prysmian	26 m.
Gabinete Chapa Acero.	650mm x 450mm x 150mm	Genrod	1 u.
Mini Contactor Tripolar Linea CW.	CW 07. 380V 4HP		4 u.
Contactor Tripolar Linea CWM 25.	380V. 15HP.		1 u.
Relé Térmico Motor Principal.	Linea RW-27D. Rango:22-32 A.		1 u.
Relé de sobrecarga para Minicontactores	RW-17D. Adaptador A17		4 u.
Arrancador Suave	Sirius 3 RW30/31.	Sirius Siem	1 u.
Reles de accionamiento	RSB1A120BD	Schneider	6 u.
Controlador Lógico Programable. PLC.	M91-2-R34. 15 IN DIG. 12 OUT R.		
Sensores Inductivos.	Normal Abierto PNP M12. Cableado 3 hilos.10 a 30Vcc. Alcance nominal 4mm.		4 u.
Obra Civil			
Riel sobre bateas	UPN 80		240m

5.9. PLANIMETRÍA.

La siguiente planilla contiene la información y clasificación de los planos que se exhiben para su mejor interpretación y ubicación.

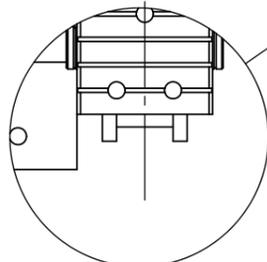
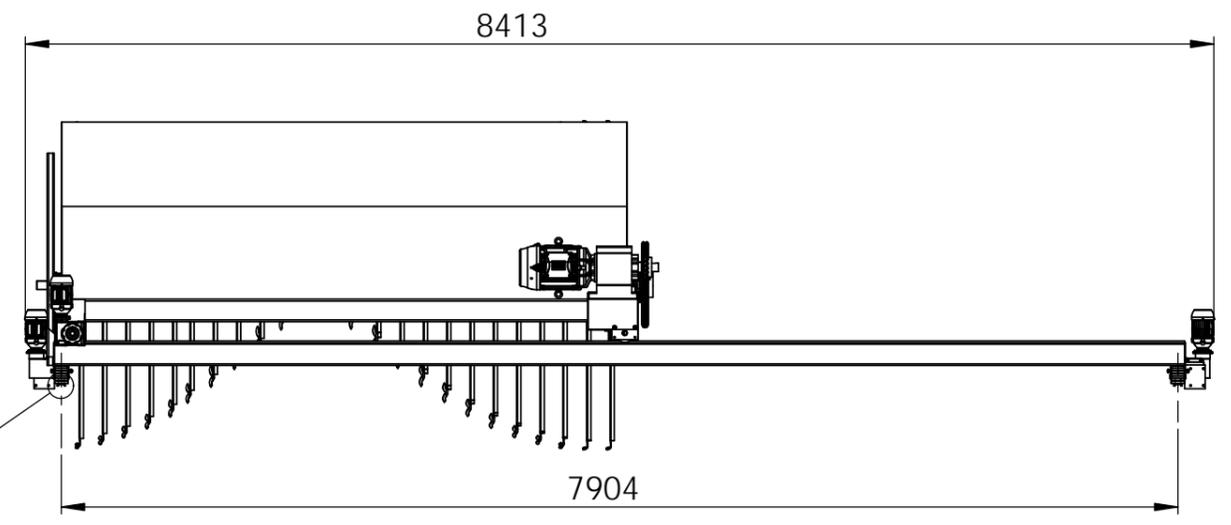
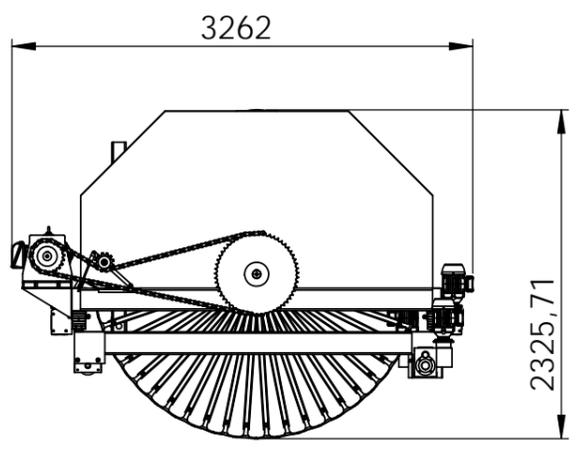
5.9.1. Listado de Planos.

Preparó: HERGERT, L.; SCANDIZZO BELBEY, I.E.	Revisó:ADC-8-8-17 GP 4-9-17	Aprobó:	Página 33 de 34
--	--------------------------------	---------	-----------------

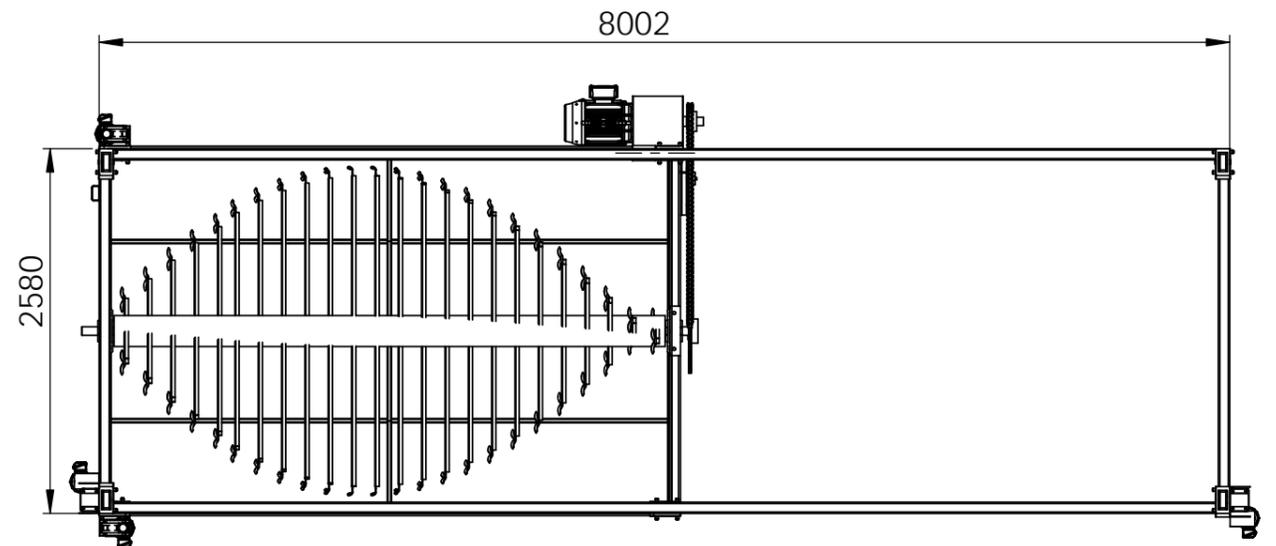
Tabla 5-2: Listado de planos.

Sistema Mecánico del Compostador				
Código Plano	Código Pieza	Título	Tipo de plano	Detalle
01-vp	SM-CM-01	Compostador Mecánico	Vistas Principales	Medidas constructivas generales.
02-sold	SM-CM-CP-02	Carro Principal	Soldadura	Uniones soldadas de los elementos componentes del carro principal.
06-cyp	SM-CM-CP-VP-06	Viga Principal	Corte y Plegado	Medidas de corte y plegado sobre la viga principal.
07-cyp	SM-CM-CP-VL-07	Viga lateral	Corte y Plegado	Medidas constructivas generales.
08-vp	SM-CM-CP-RI-08	Riel	Vistas principales	Medidas constructivas generales.
09-vp	SM-CM-CP-RP-09	Refuerzo Puntera	Vistas principales	Medidas constructivas generales. Corte, plegado y soldadura. Montaje.
09b-vp	SM-CM-CP-RP-09b	Refuerzo Puntera sobre Reductor	Vistas Principales	Medidas constructivas generales. Corte, plegado y soldadura. Montaje.
010-cyp	SM-CM-CP-RC-010	Refuerzo Columna	Corte y Plegado	Medidas de corte y plegado de columna pasa cable.
11-cyp	SM-CM-CP-CPC-011	Columna Pasa Cable	Armado	Medidas de corte y agujereación del caño estructural.
12-vp	SM-CM-CP-RMC-012	Rueda Motriz Carro Principal	Armado	Medidas constructivas.
13-vp	SM-CM-CP-RCC-013	Rueda Conducida Carro Principal	Armado	Medidas Constructivas.
049-cyp	SM-CM-CP-SS-049	SopORTE sensor	Corte y Plegado	Medidas de constructivas
03-vp	SM-CM-CR-03	Carro Rotor	Vistas Principales	Medidas constructivas generales.
03-ens	SM-CM-CR-03	Carro Rotor. Vista Explosionada.	Armado	Armado del carro rotor.
14-sold	SM-CM-CR-EV-014	Ensamble de vigas	Soldadura	Soldadura entre vigas.
14-cyp	SM-CM-CR-EV-014	Ensamble de vigas	Corte y Plegado	Medidas de corte de perfiles de vigas: principal y lateral.
15-sold	SM-CM-CR-RO-015	Rotor	Armado	Numeración de cuchillas, ángulos constructivos. Medidas generales.
029-vp	SM-CM-CR-RO-CE-029	Caño eje	Vistas Principales	medidas principales
30-sold	SM-CM-CR-RO-PE-030	Puntera Eje	Vistas Principales	Soldadura y medidas constructivas.
31-cyp	SM-CM-CR-RO-BC-031	Brazo cuchilla	Corte y Plegado	corte y agujereado de perfil C
32-cyp	SM-CM-CR-RO-C-032	Cuchillas	Corte y Plegado	Medidas de corte y plegado sobre cuchillas.
17-sold	SM-CM-CR-SM-017	SopORTE Motorreductor	Soldadura	Medidas constructivas generales. Corte, agujereado y soldadura. Montaje.
Código Plano	Código Pieza	Título	Tipo de plano	Detalle
019-vp	SM-CM-CR-PI-019	Piñón	Vistas Principales	Medidas de tornería.
020-vp	SM-CM-CR-CO-020	Corona	Vistas Principales	Medidas de tornería.
023-cyp	SM-CM-CR-RCR-023	Refuerzo caja rodamiento	Corte y Plegado	Medidas de corte, plegado y agujereado
24-vp	SM-CM-CR-RMR-024	Rueda Motriz Rotor (idem 12-vp)	Armado	Medidas constructivas, tornería y mecanizado
25-vp	SM-CM-CR-RCR-025	Rueda conducida rotor (idem 13-vp)	Armado	Medidas constructivas, tornería y mecanizado
050-vp	SM-CM-CR-PCA-050	Protector Cadena	Vistas Principales	Medidas constructivas generales.
051-vp	SM-CM-CR-TPCA-051	Tapa Protector Cadena	Vistas Principales	Medidas constructivas.
04-ens	SM-CM-COB-04	Cobertor	Soldadura	Medidas constructivas generales.
026-vp	SM-CM-COB-TS-026	Tapa superior cobertor	Vistas Principales	Medidas constructivas generales.
027-cyp	SM-CM-COB-TCOB-027	Tapa Cobertor	Corte y Plegado	Medidas de corte de la tapa del cobertor
033-cyp	SM-CM-COB-ECOB-C1-033	Caño 1	Corte y Plegado	Medidas de corte de caños del cobertor
034-cyp	SM-CM-COB-ECOB-C2-034	Caño 2	Corte y Plegado	Medidas de corte de caños del cobertor
035-cyp	SM-CM-COB-ECOB-C3-035	Caño 3	Corte y Plegado	Medidas de corte de caños del cobertor
036-cyp	SM-CM-COB-ECOB-C4-036	Caño 4	Corte y Plegado	Medidas de corte de caños del cobertor
037-cyp	SM-CM-COB-ECOB-C5-037	Caño 5	Corte y Plegado	Medidas de corte de caños del cobertor
038-cyp	SM-CM-COB-ECOB-C6-038	Caño 6	Corte y Plegado	Medidas de corte de caños del cobertor
039-cyp	SM-CM-COB-ECOB-C7-039	Caño 7	Corte y Plegado	Medidas de corte de caños del cobertor
041-vp	SM-CM-COB-ECOB-SU-041	Sujeción cobertor	Corte y Plegado	Medidas de corte de sujeción del cobertor
E01-UNI	SE-046	Circuito Unifilar	Unifilar	Tablero general y planta.
E02-POT	E02-Pot	Esquema de Potencia Tablero Máquina.	Trifilar	Esquema de arranque de motores.
E03-MAN	E03-MAN	Circuito de Mando Tablero máquina	Mando	Esquema básico + esquema con automatización.
042-vp	IC-BA-042	Bateas	Vistas Principales	Obra civil bateas. Medidas constructivas.
048-vp	IC-PL-048	Layout de Instalación de Planta	Vistas Principales	Vistas generales de la planta.
047-vp	IC-SH-047	Sistema Hídrico	Vistas Principales	Instalación general de riego.

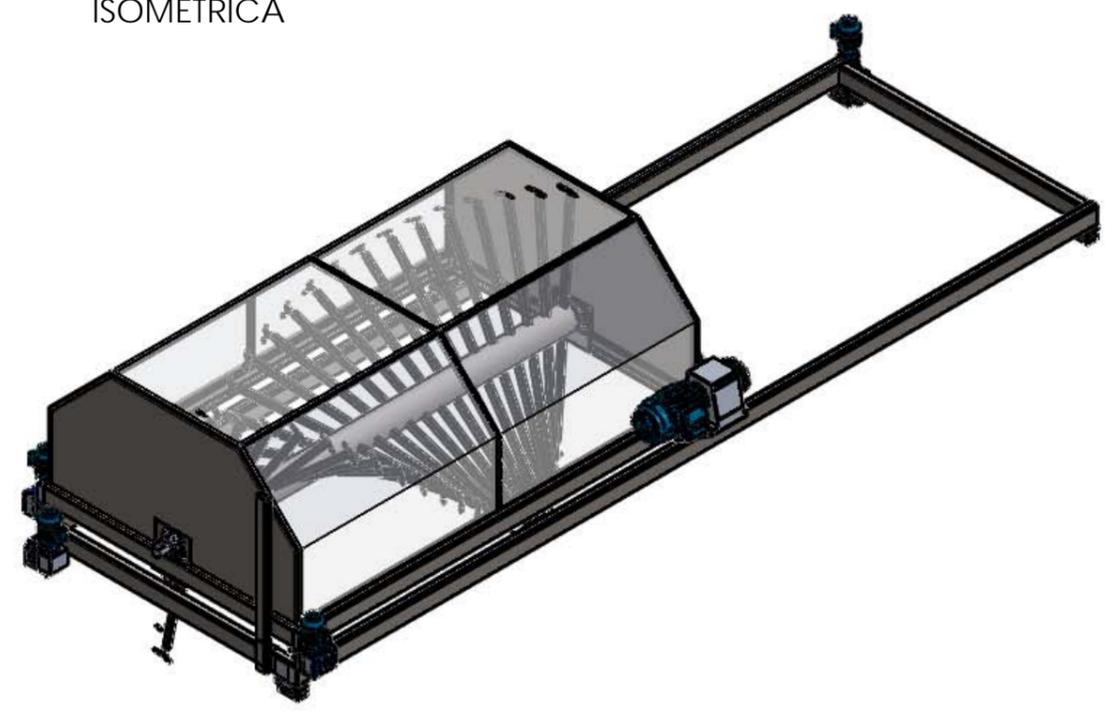
Nº ANT.:		+1000		±1.2	
TOLERANCIAS MECANIZADO		-300	±0.5	-1000	±0.8
BRUTO		±0.8	±1.2	±2	±3
ANEX.:					



DETALLE B
ESCALA 1 : 5

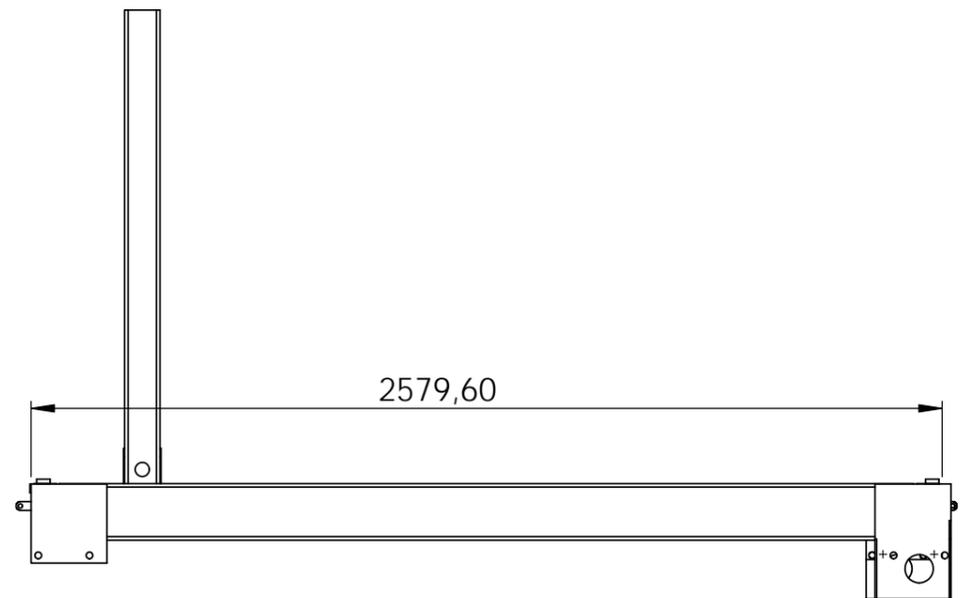
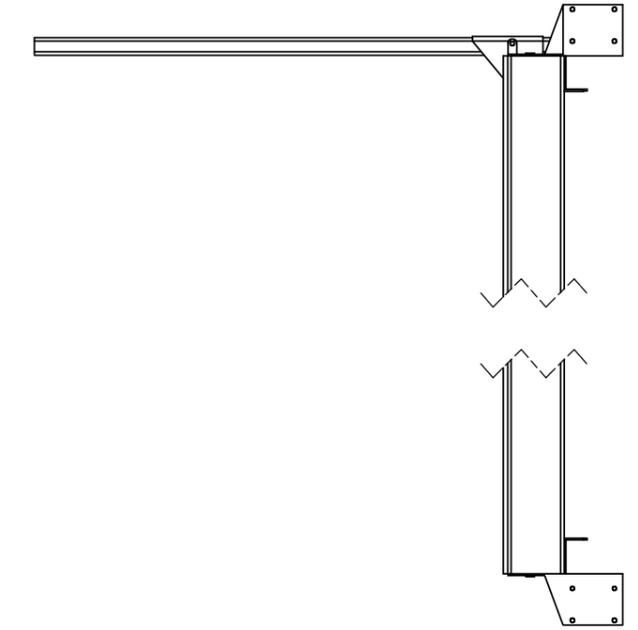
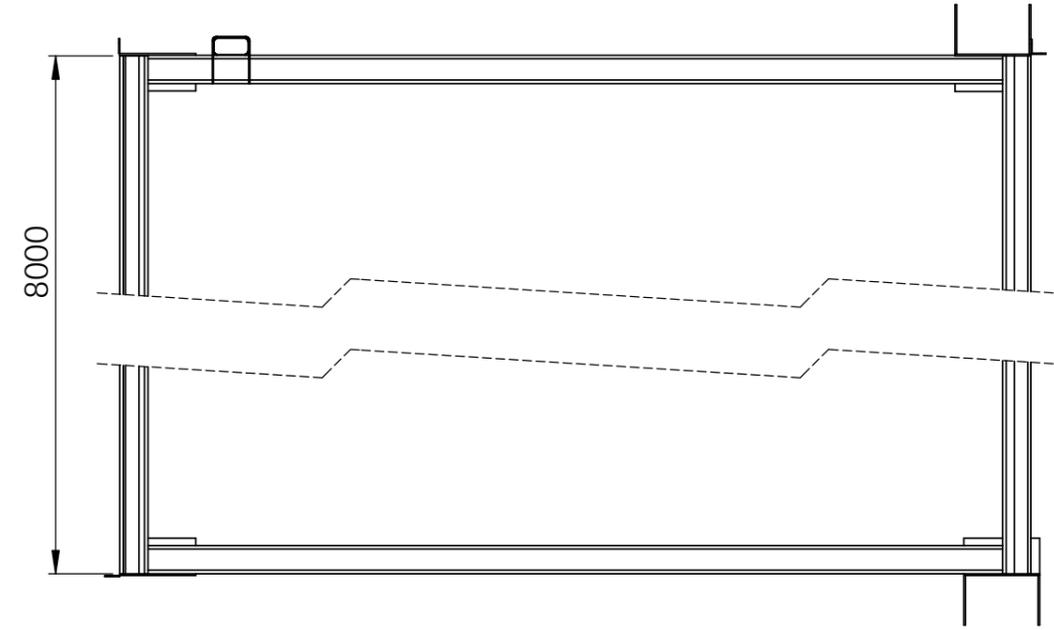


ISOMETRICA

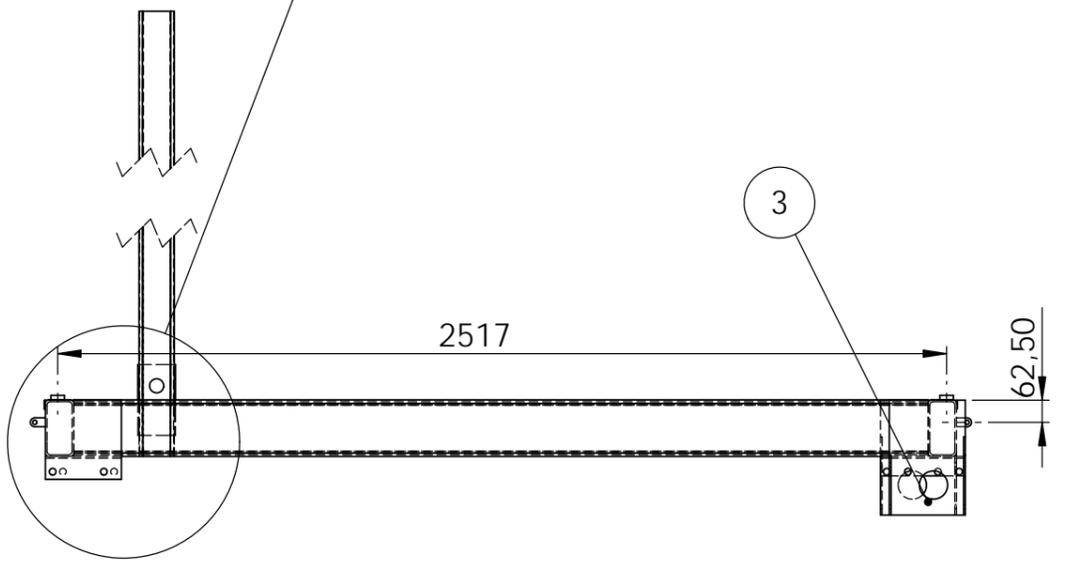
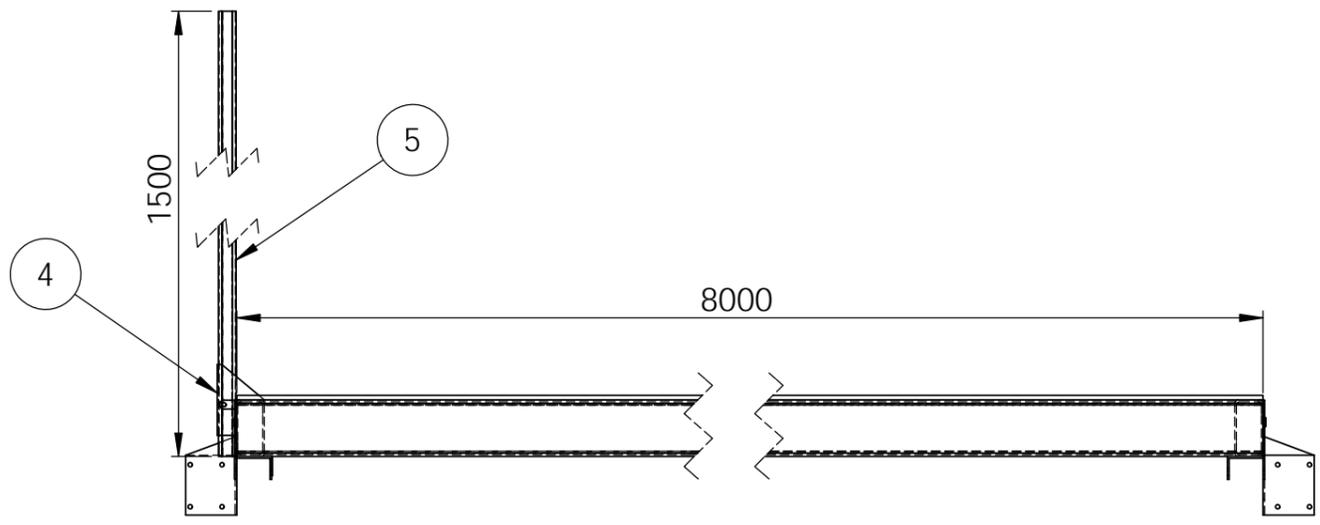
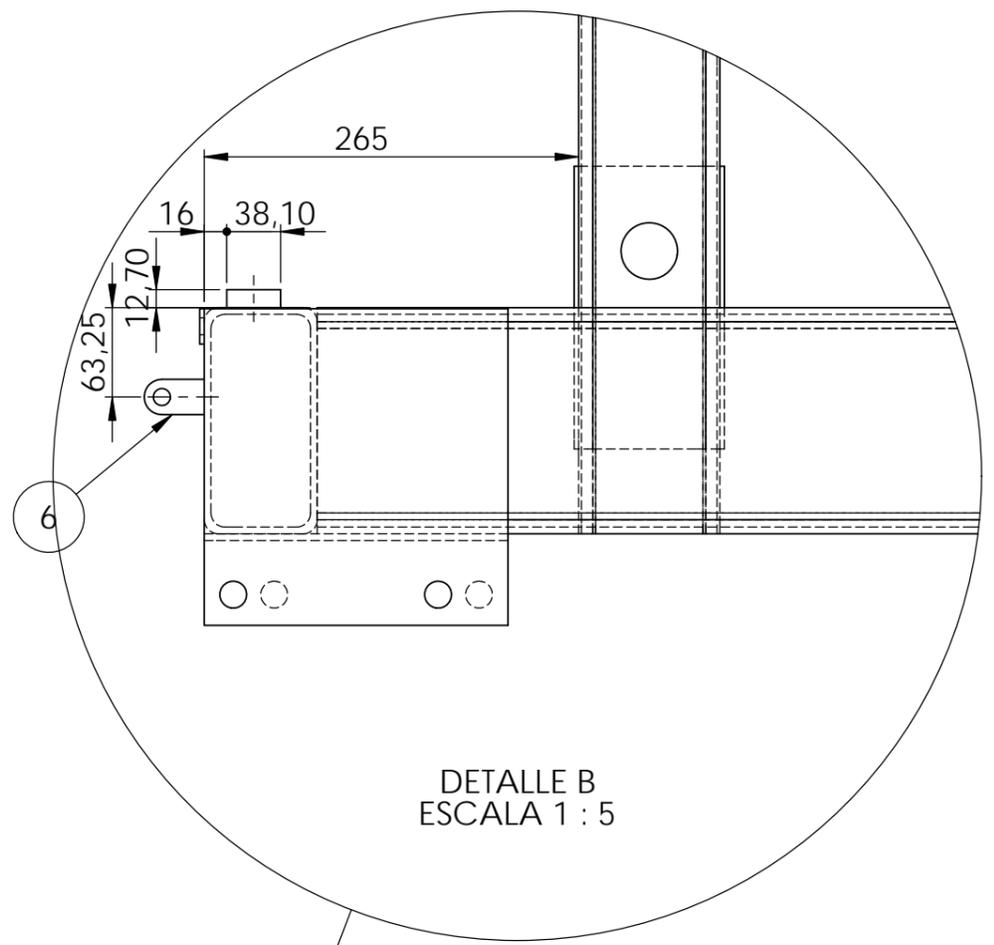
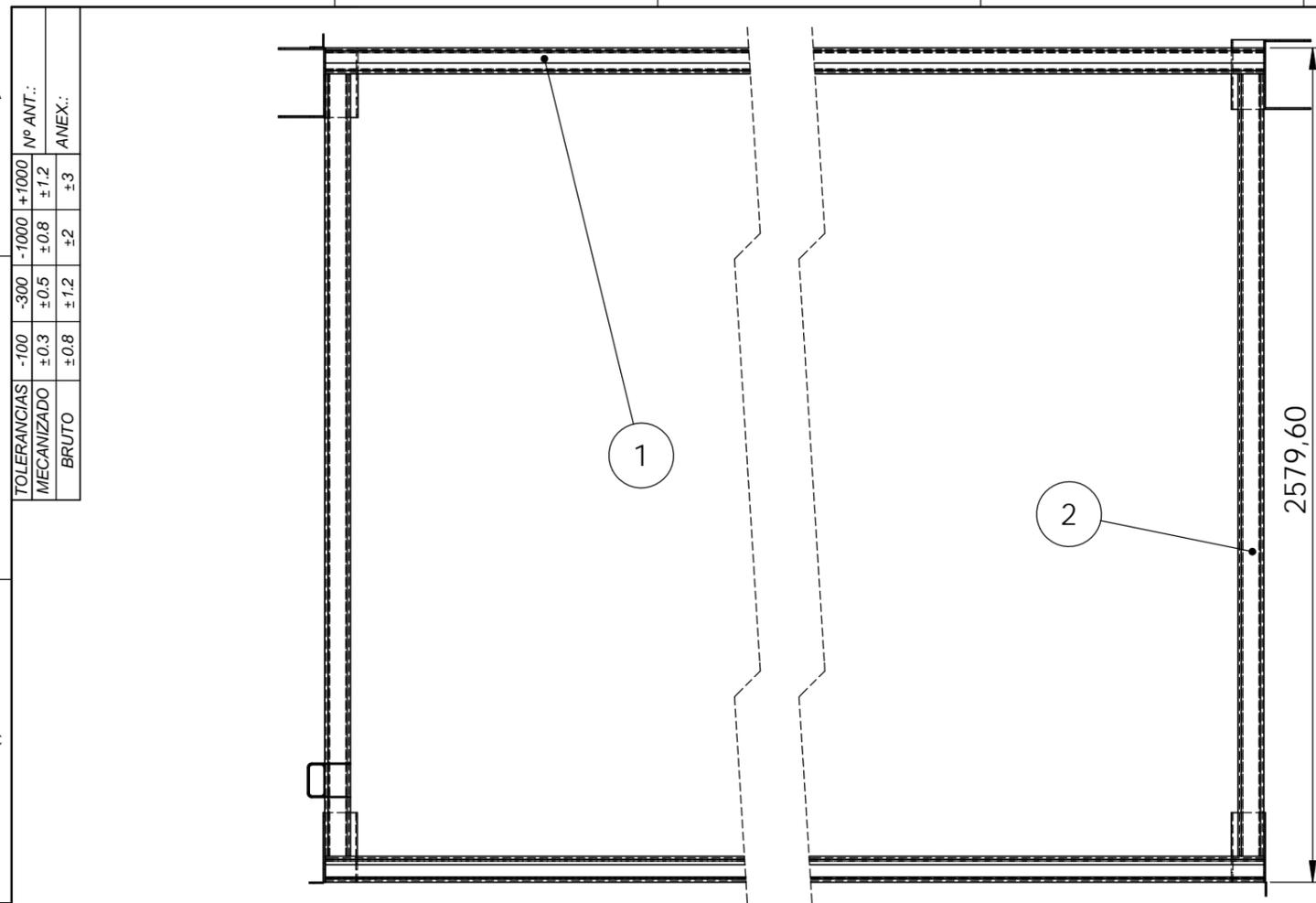


DIB.	FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE, GUSTAVO ING. DE CARLI, ANIBAL	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL(CDU)
REV.		I E S B		
APR.		L M H		
ESCALA	COMPOSTADOR MECANICO		PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA	
TOLER +- 2MM			COD. PLANO:01-vp	
			COD. PIEZA: SM-CM-01	

TOLERANCIAS MECANIZADO	-100	-300	-1000	+1000	Nº ANT.: ANEX.:
	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	
BRUTO	±0.8	±1.2	±2	±3	



DIB.	FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE, GUSTAVO ING. DE CARLI, ANIBAL	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL(CDU)
REV.		I E S B		
APR.		L M H		
ESCALA				PROYECTO FINAL
				INGENIERIA ELECTROMECHANICA
TOLER +- 2MM				



N° de pieza	descripcion	cantidad	codigo
1	Viga principal	2	SM-CM-CP-VP-06
2	Viga lateral	2	SM-CM-CP-VL-07
3	Refuerzo puntera	4	SM-CM-CP-RP-09
4	Refuerzo columna	1	SM-CM-CP-RC-010
5	Columna pasacables	1	SM-CM-CP-CPC-011
6	Soporte sensor	4	SM-CM-CP-SS-049



	FECHA	NOMBRES
DIB.		I E S B
REV.		L M H
APR.		

ING. PUENTE, GUSTAVO
ING. DE CARLI, ANIBAL

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL(CDU)

ESCALA
TOLER +- 2MM

CARRO PRINCIPAL

PROYECTO FINAL
INGENIERIA ELECTROMECHANICA
COD. PLANO:02-sold
COD. PIEZA: SM-CM-CP-02

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

Nº ANT.:
ANEX.:

+1000
±1.2
±3

-1000
±0.8
±2

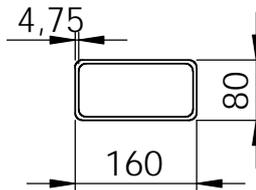
-300
±0.5
±1.2

-100
±0.3
±0.8

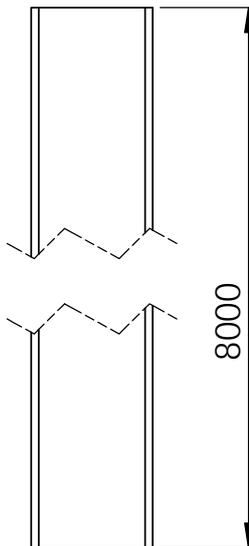
TOLERANCIAS
MECANIZADO

BRUTO

B

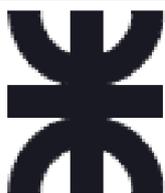


C



D

E



DIB.
REV.
APR.

FECHA NOMBRES

I E S B
L M H

ING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:10



TOLER
+- 2 MM

VIGA PRINCIPAL

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 06-cyp

COD PIEZA: SM-CM-CP-VP-06

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

Nº ANT.:

ANEX.:

+1000

±1.2

-1000

±0.8

-300

±0.5

-100

±0.3

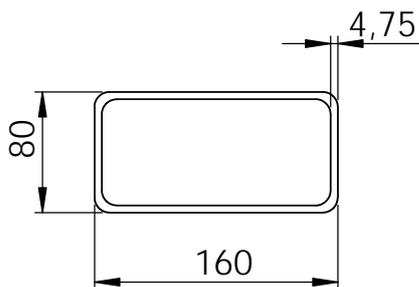
MECANIZADO

±0.8

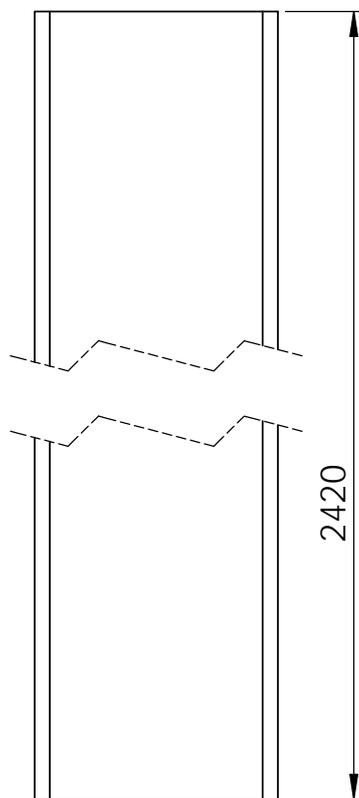
BRUTO

±1.2

B

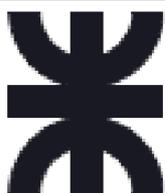


C



D

E



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)

ESCALA 1:5



VIGA LATERAL

PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA

TOLER +- 2 MM

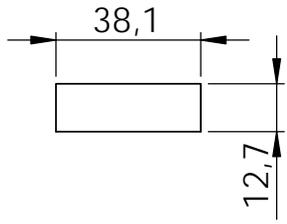
COD PLANO: 07-cyp

COD PIEZA: SM-CM-CP-VL-07

A

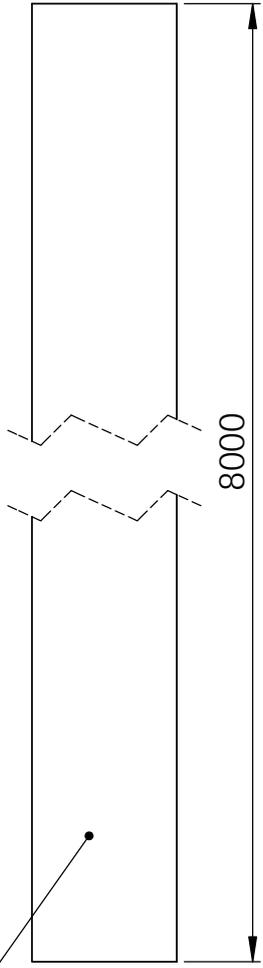
N° ANT.:		+1000		±1.2		±3	
ANEX.:		-1000		±0.8		±2	
TOLERANCIAS		-300		±0.5		±1.2	
MECANIZADO		±0.3		±0.8		±1.2	
BRUTO		±0.8		±1.2		±3	

B



C

D



E

PLANCHUELA COMERCIAL
1 1/2 " x 1/2 "



	FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE GUSTAVO ING. DE CARLI ANIBAL
DIB.		I E S B	
REV.		L M H	
APR.			
ESCALA 1:2	RIEL		
TOLER +- 2 MM			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)
PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA
COD PLANO: 08-vp
COD PIEZA: SM-CM-CP-RI-08

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

N° ANT.:

ANEX.:

+1000

±1.2

±3

-1000

±0.8

±2

-300

±0.5

±1.2

-100

±0.3

±0.8

B

TOLERANCIAS

MECANIZADO

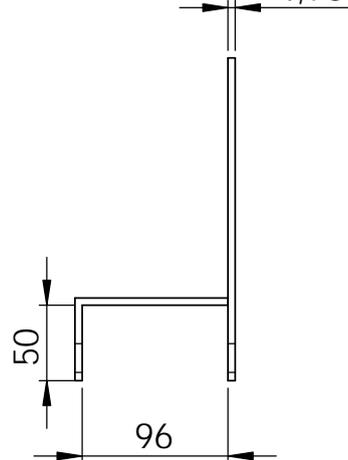
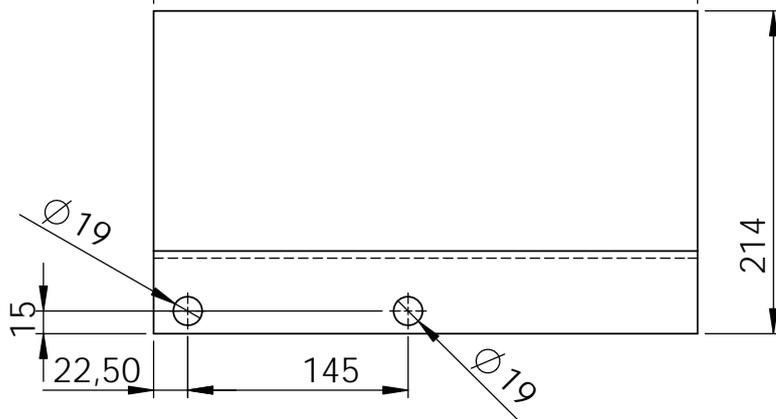
BRUTO



358

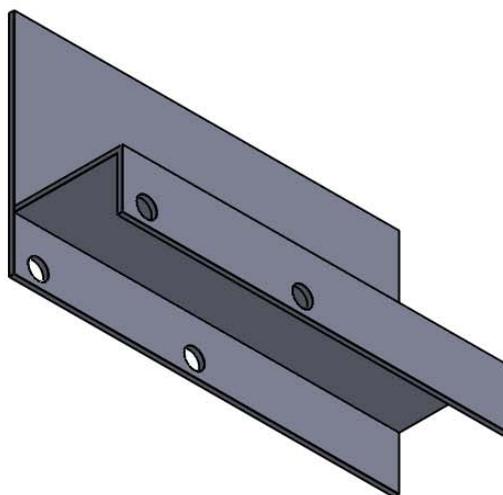
4,75

C

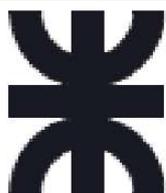


ISOMETRICA

D



E

DIB.
REV.
APR.

FECHA NOMBRES

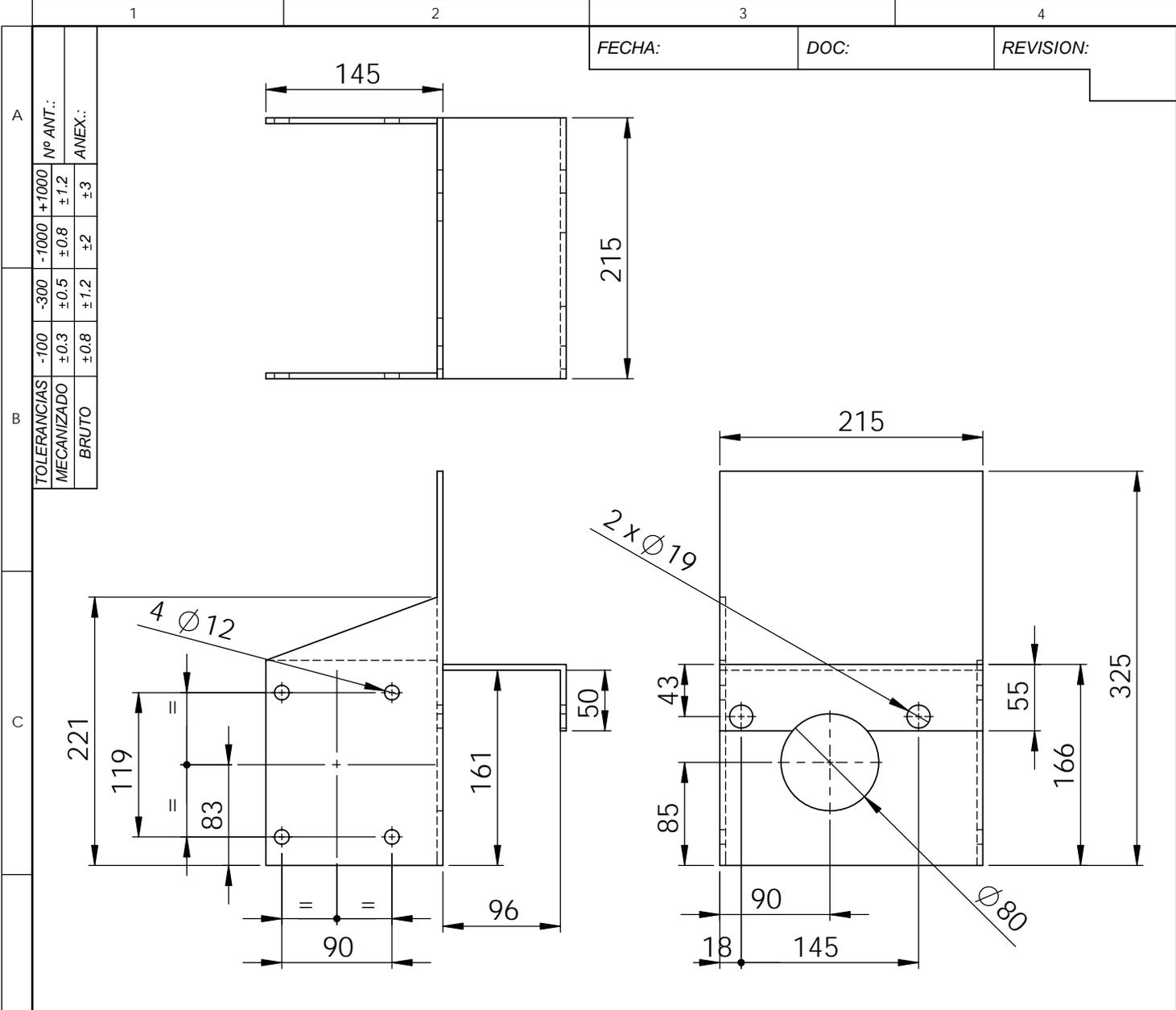
I E S B
L M HING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBALUNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)ESCALA
1:5TOLER
+ - 2 MM

REFUERZO PUNTERA

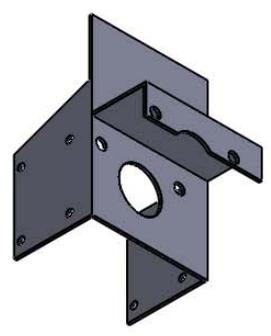
PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 09-vp

COD PIEZA: SM-CM-CP-RP-09



ISOMETRICA



MATERIAL: CH 3/16" A36

	DIB.	FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE GUSTAVO ING. DE CARLI ANIBAL	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL (CDU)
	REV.		I E S B		
	APR.		L M H		
	ESCALA 1:5	REFUERZO PUNTERA			PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA
					COD PLANO: 09B-vp
TOLER +- 2 MM	COD PIEZA: SM-CM-CP-RP-09B				

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

N° ANT.:

ANEX.:

±1.2

±3

+1000

±2

-1000

±0.8

-300

±0.5

-100

±0.3

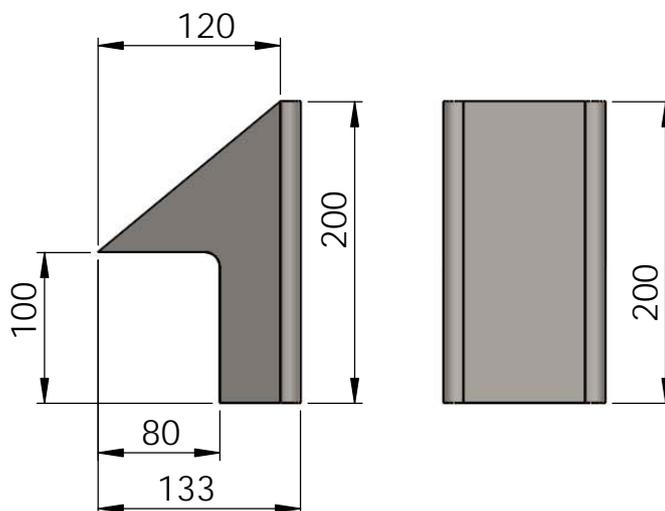
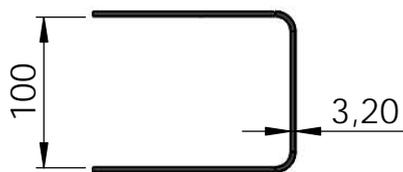
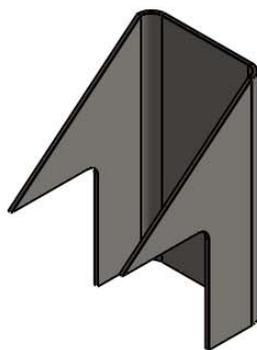
TOLERANCIAS

MECANIZADO

BRUTO

±0.8

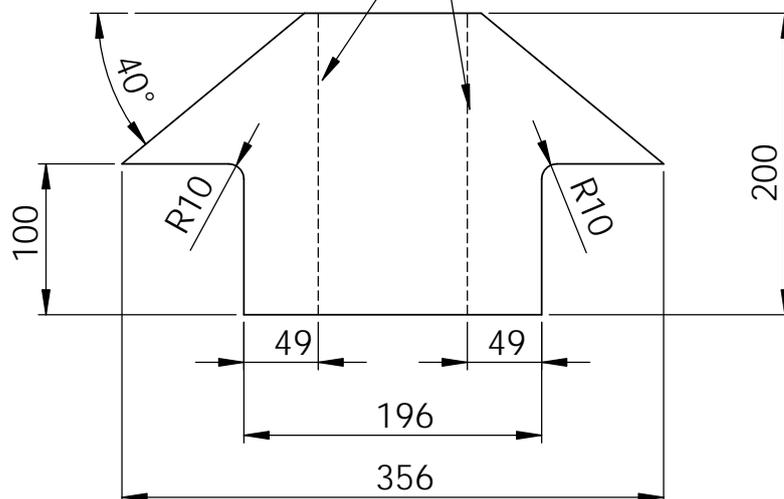
B



C

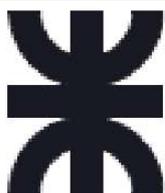
DESARROLLO

PLEGAR HACIA
ABAJO 90° R10



D

E



DIB.
REV.
APR.

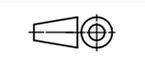
FECHA

NOMBRES
I E S B
L M H

ING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:5



TOLER
+ 2 MM

REFUERZO COLUMNA

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 010-cyp

COD PIEZA: SM-CM-CP-RC-010

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

N° ANT.:

ANEX.:

+1000

±1.2

±3

-1000

±0.8

±2

-300

±0.5

±1.2

-100

±0.3

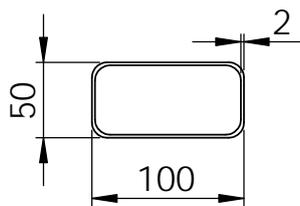
±0.8

B

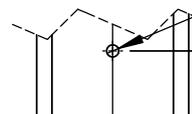
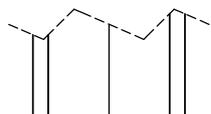
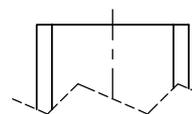
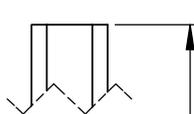
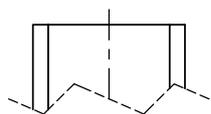
TOLERANCIAS

MECANIZADO

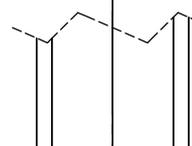
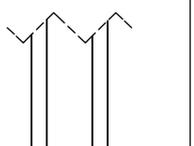
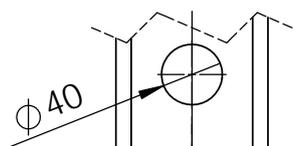
BRUTO



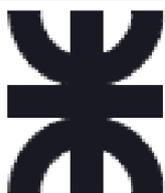
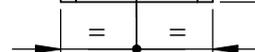
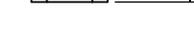
C



D



E

DIB.
REV.
APR.

FECHA NOMBRES

I E S B
L M HING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBALUNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)ESCALA
1:5TOLER
+ 2 MM

COLUMNAS PASACABLES

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 011-cyp

COD PIEZA: SM-CM-CP-CPC-011

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

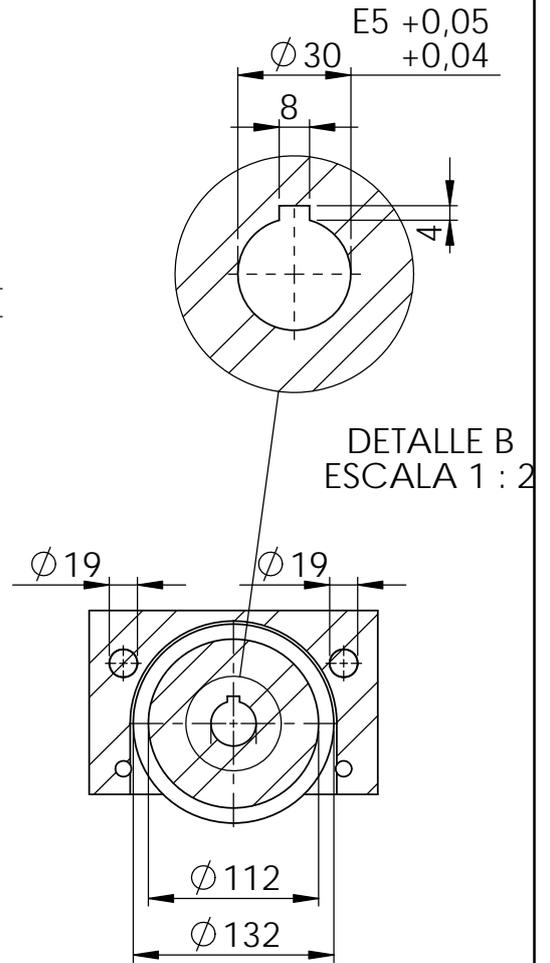
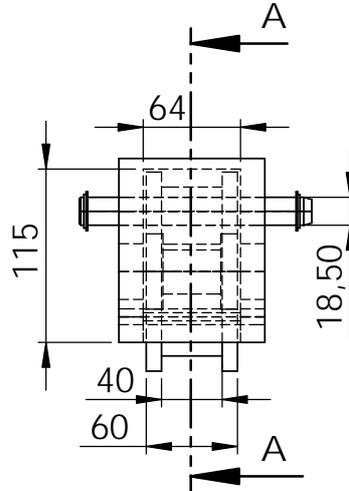
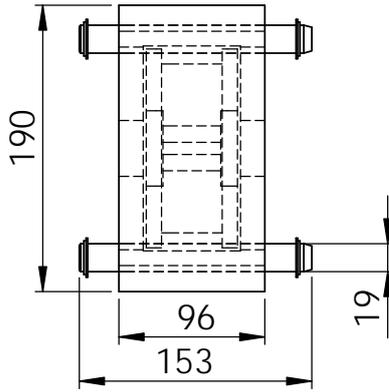
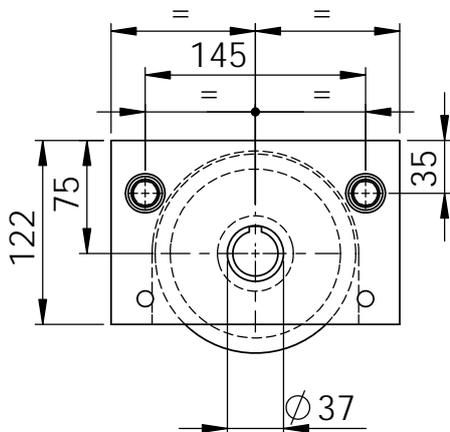
B

C

D

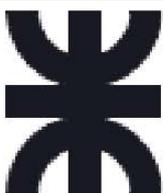
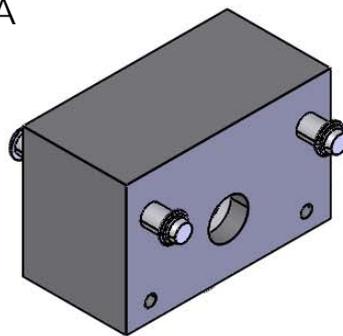
E

TOLERANCIAS	-100	-300	-1000	+1000	Nº ANT.:
MECANIZADO	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	ANEX.:
BRUTO	±0.8	±1.2	±2	±3	



SECCIÓN A-A

ISOMETRICA

DIB.
REV.
APR.

FECHA NOMBRES

I E S B
L M HING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBALUNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)ESCALA
1:5TOLER
+ - 2 MMRUEDA MOTRIZ
CARRO PRINCIPALPROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 012-vp

COD PIEZA: SM-CM-CP-RMC-012

1

2

3

4

FECHA:

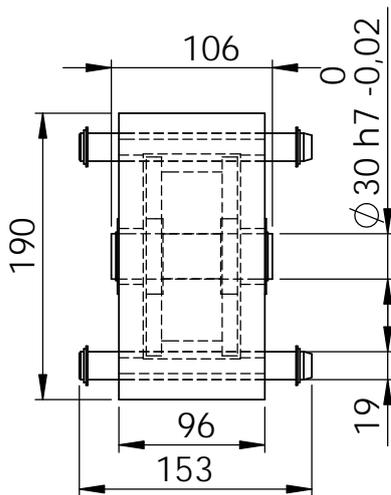
DOC:

REVISION:

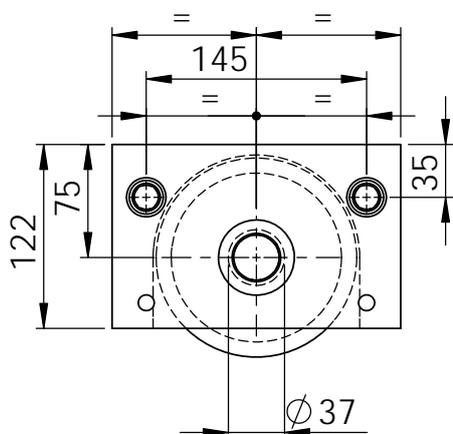
A

TOLERANCIAS	-100	-300	-1000	+1000	Nº ANT.:
	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	ANEX.:
MECANIZADO	±0.8	±1.2	±2	±3	
BRUTO					

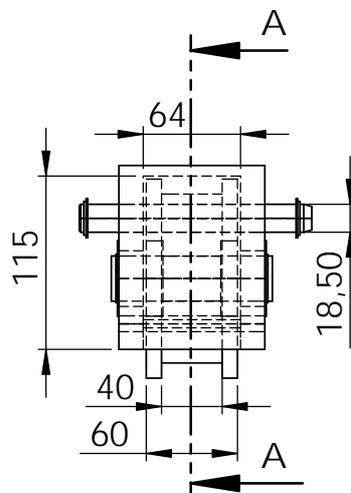
B



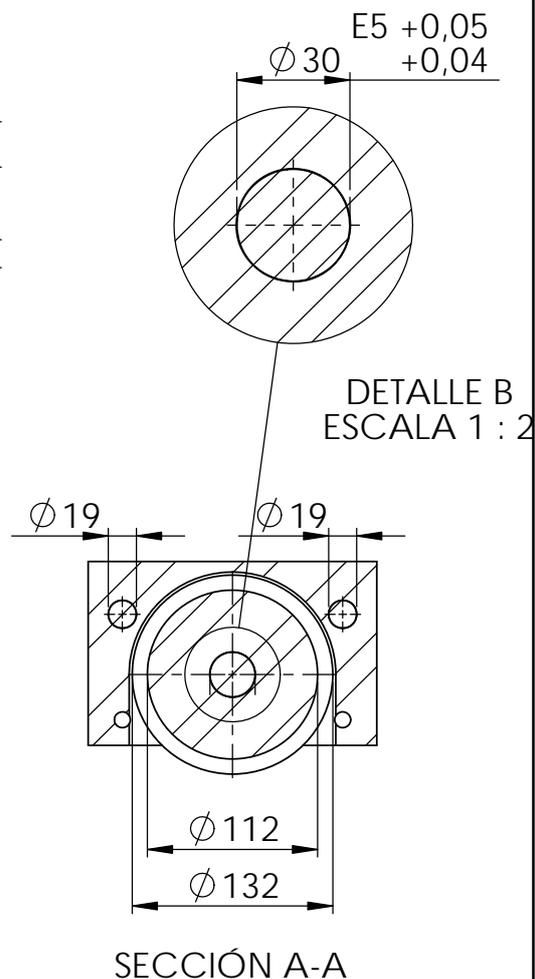
C



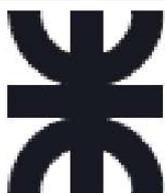
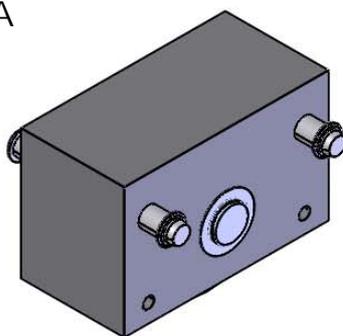
D



E



ISOMETRICA



DIB.
REV.
APR.

FECHA NOMBRES

I E S B
L M H

ING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:5



TOLER
+ - 2 MM

RUEDA CONDUCCIDA
CARRO

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 013-vp

COD PIEZA: SM-CM-CP-RRC-013

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

N° ANT.:

ANEX.:

+1000

±1.2

-1000

±0.8

-300

±0.5

-100

±0.3

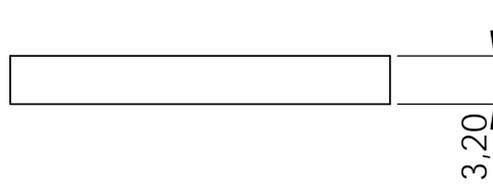
MECANIZADO

±0.8

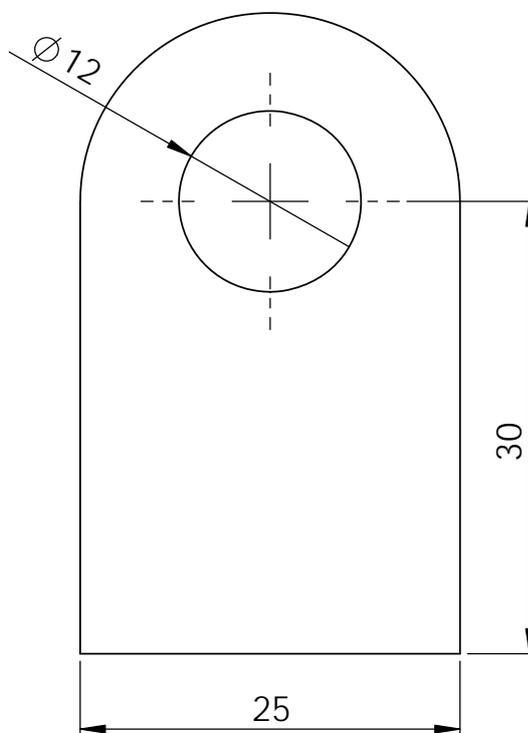
BRUTO

±1.2

B



C



D

E

MATERIAL	CANTIDAD
ch. 1/8" A36	4



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)

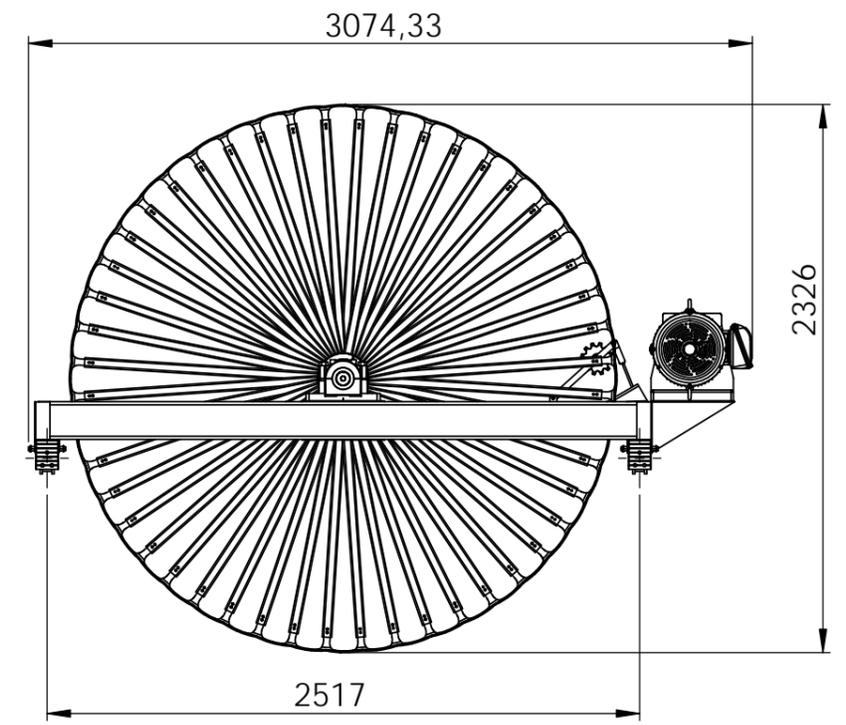
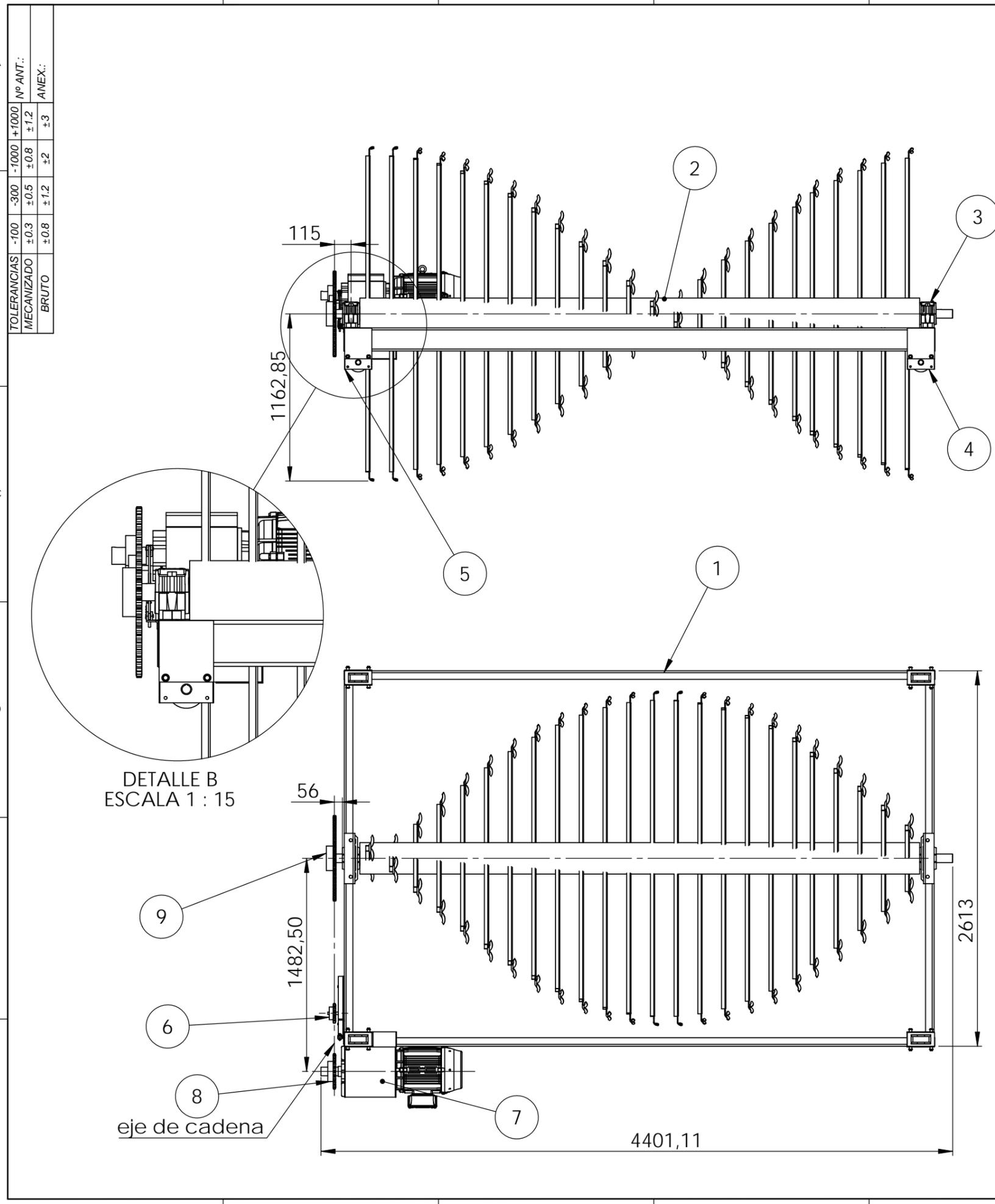
ESCALA
2:1TOLER
+ - 2 MM

SOPORTE SENSOR

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 049-cyp

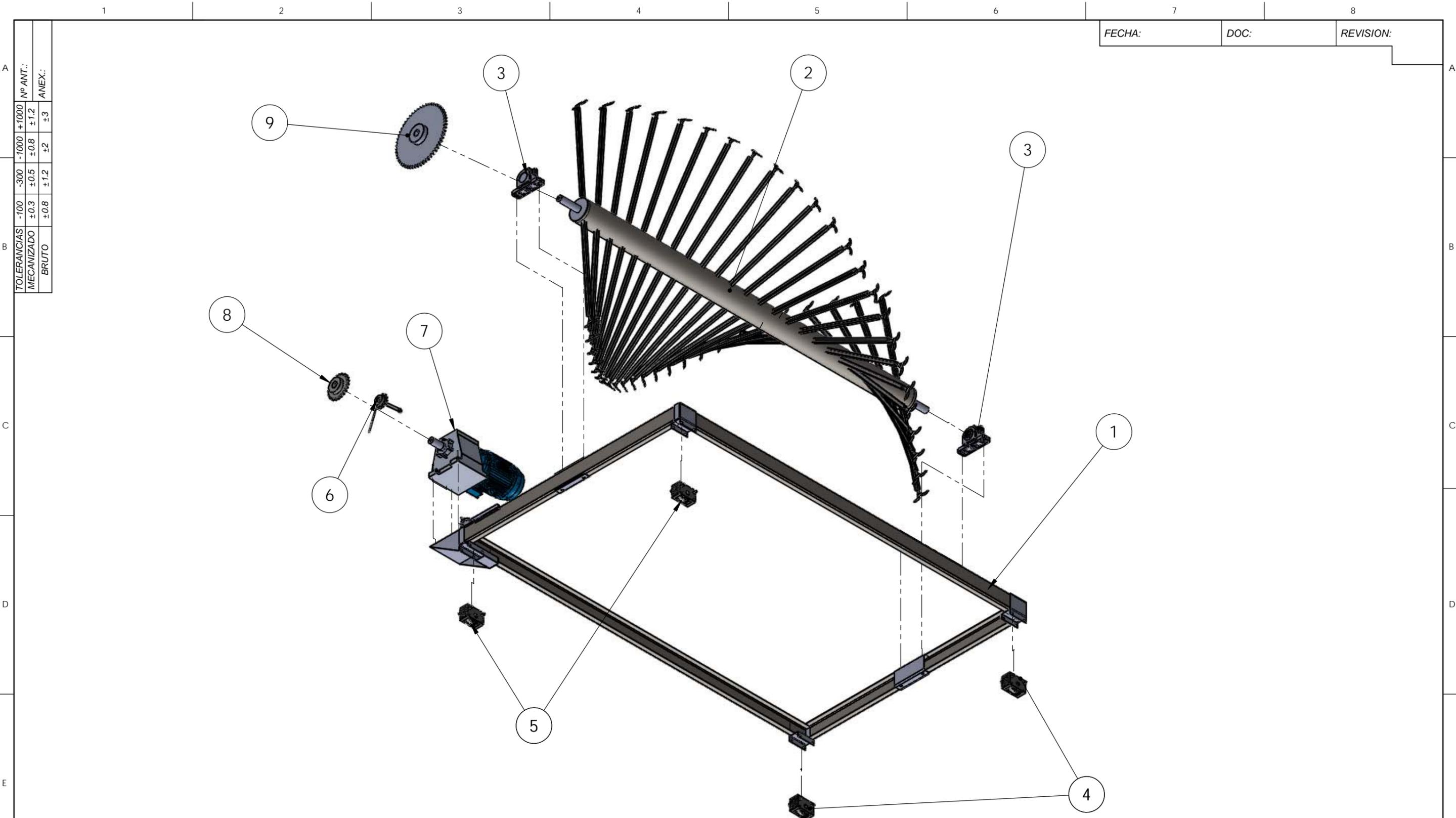
COD PIEZA: SM-CM-CP-SS-049



DETALLE B
ESCALA 1 : 15

N° de pieza	Designacion	Cantidad	Codigo
1	Ensamble de vigas	1	SM-CM-CR-EV-014
2	Rotor	1	SM-CM-CR-RO-015
3	Caja de rodamiento	2	SM-CM-CR-CRO-018
4	Rueda Motiz Rotor	2	SM-CM-CR-RMR-024
5	Rueda conducida rotor	2	SM-CM-CR-RCR-025
6	Tensor Cadena	1	SM-CM-CR-TC-021
7	Motorreductor Lentax	1	SM-CM-CR-MR-016
8	Piñón	1	SM-CM-CR-PI-019
9	Corona	1	SM-CM-CR-CO-020

	FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE, GUSTAVO ING. DE CARLI, ANIBAL	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)
	DIB.	I E S B		
	REV.	L M H	CARRO ROTOR VISTAS PRINCIPALES	PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA
	APR.			COD. PLANO:03-vp
ESCALA 1:30			COD. PIEZA: SM-CM-CR-03	
TOLER +- 2MM				



TOLERANCIAS	Nº ANT.:		+1000		±1.2	
	-300	±0.5	±0.8	±2	±3	
MECANIZADO	±0.3		±1.2		±2	
BRUTO	±0.8		±1.2		±2	

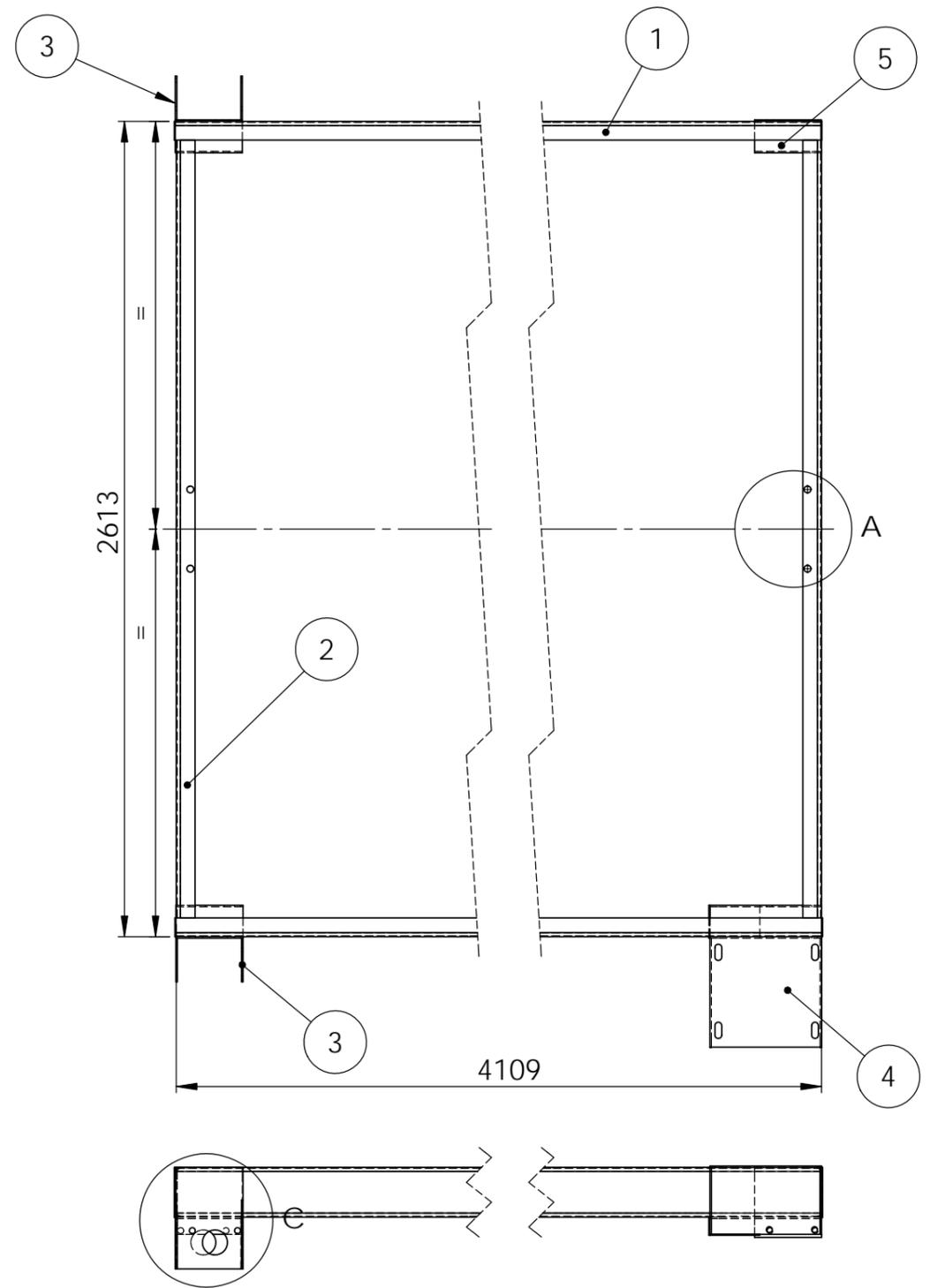
Nº de pieza	descripcion	cantidad	codigo
1	Ensamble de vigas	1	SM-CM-CR-EV-014
2	Rotor	1	SM-CM-CR-RO-015
3	Caja de rodamiento	2	SM-CM-CR-CRO-018
4	Rueda Motiz Rotor	2	SM-CM-CR-RMR-024
5	Rueda conducida rotor	2	SM-CM-CR-RCR-025
6	Tensor Cadena	1	SM-CM-CR-TC-021
7	Motorreductor Lentax	1	SM-CM-CR-MR-016
8	Piñón	1	SM-CM-CR-PI-019
9	Corona	1	SM-CM-CR-CO-020



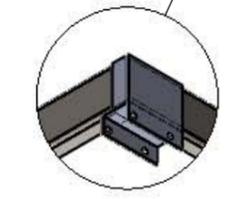
DIB.	FECHA	NOMBRES
REV.		I E S B
APR.		L M H
ESCALA 1:30		
TOLER + - 2MM		

ING. PUENTE, GUSTAVO	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL(CDU)
ING. DE CARLI, ANIBAL	
CARRO ROTOR VISTA EXPLOSIONADA	
COD. PLANO:03-ens	
COD. PIEZA: SM-CM-CR-03	

TOLERANCIAS		Nº ANT.:	
-100	-300	-1000	+1000
±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
MECANIZADO		ANEX.:	
±0.8	±1.2	±2	±3
BRUTO			

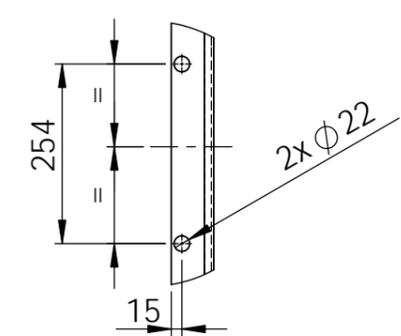


ISOMETRICA

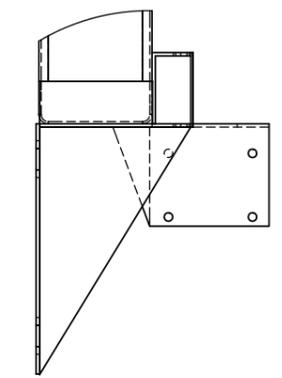


DETALLE D
ESCALA 1 : 20

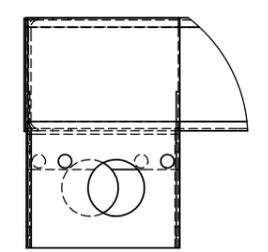
NOTA: las punteras seran soldadas a tope con las caras de las vigas



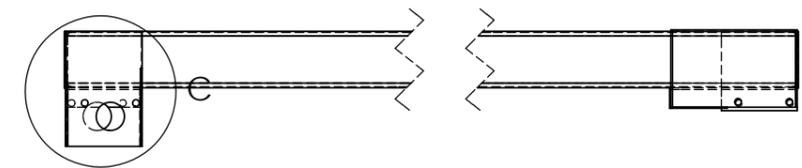
DETALLE A
ESCALA 1 : 10



DETALLE B
ESCALA 1 : 10



DETALLE C
ESCALA 1 : 10



Nº DE PIEZA	CODIGO	DENOMINACION	CANTIDAD
1	SM-CM-CR-EV-014-1	VIGA PRINCIPAL	2
2	SM-CM-CR-EV-014-2	VIGA LATERAL	2
3	SM-CM-CP-RP-09B	REFUERZO PUNTERA	2
4	SM-CM-CR-SM-017	SOPORTE MOTOREDUCTOR	1
5	SM-CM-CP-RP-09	REFUERZO PUNTERA	1



FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE, GUSTAVO ING. DE CARLI, ANIBAL
DIB.	I E S B	
REV.	L M H	
APR.		
ESCALA 1:20		ENSAMBLAJE DE VIGAS
TOLER +- 2MM		

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL(CDU)
PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA
COD. PLANO:014-sold
COD. PIEZA:SM-CM-CR-EV-014

1

2

3

4

FECHA:

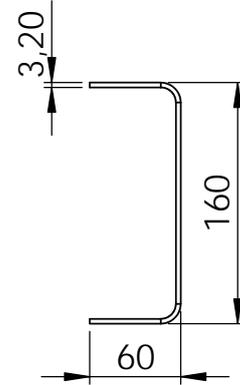
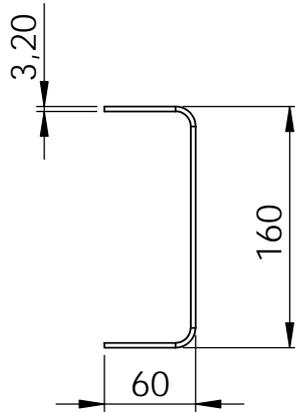
DOC:

REVISION:

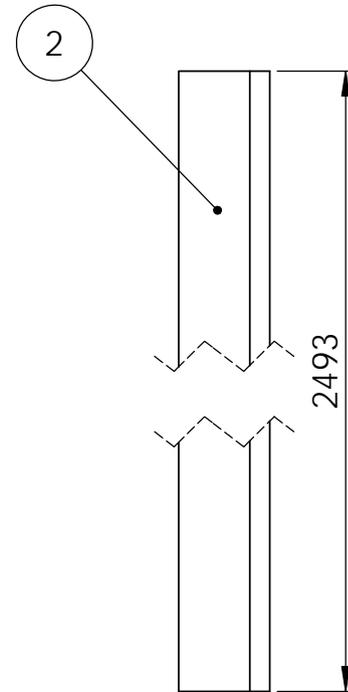
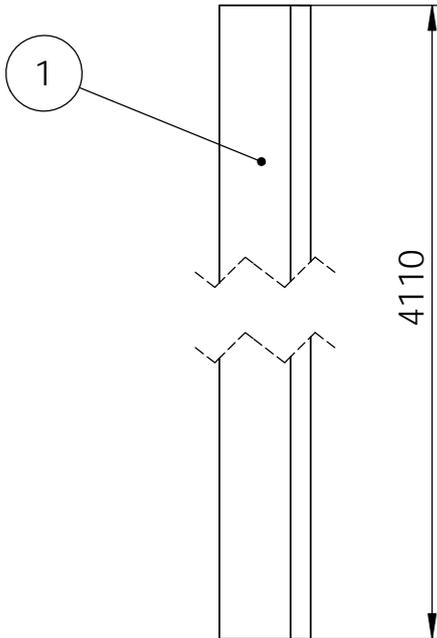
A

TOLERANCIAS	-100	-300	-1000	+1000	Nº ANT.:
	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	ANEX.:
MECANIZADO	±0.8	±1.2	±2	±3	
BRUTO					

B



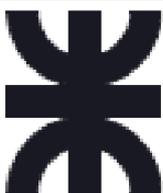
C



D

E

Nº DE PIEZA	DENOMINACION	MATERIAL	CANTIDAD
1	VIGA PRINCIPAL	ACERO GALV.	2
2	VIGA LATERAL	ACERO GALV.	2



	FECHA	NOMBRES
DIB.		I E S B
REV.		L M H
APR.		

ING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBAL

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA
NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:5



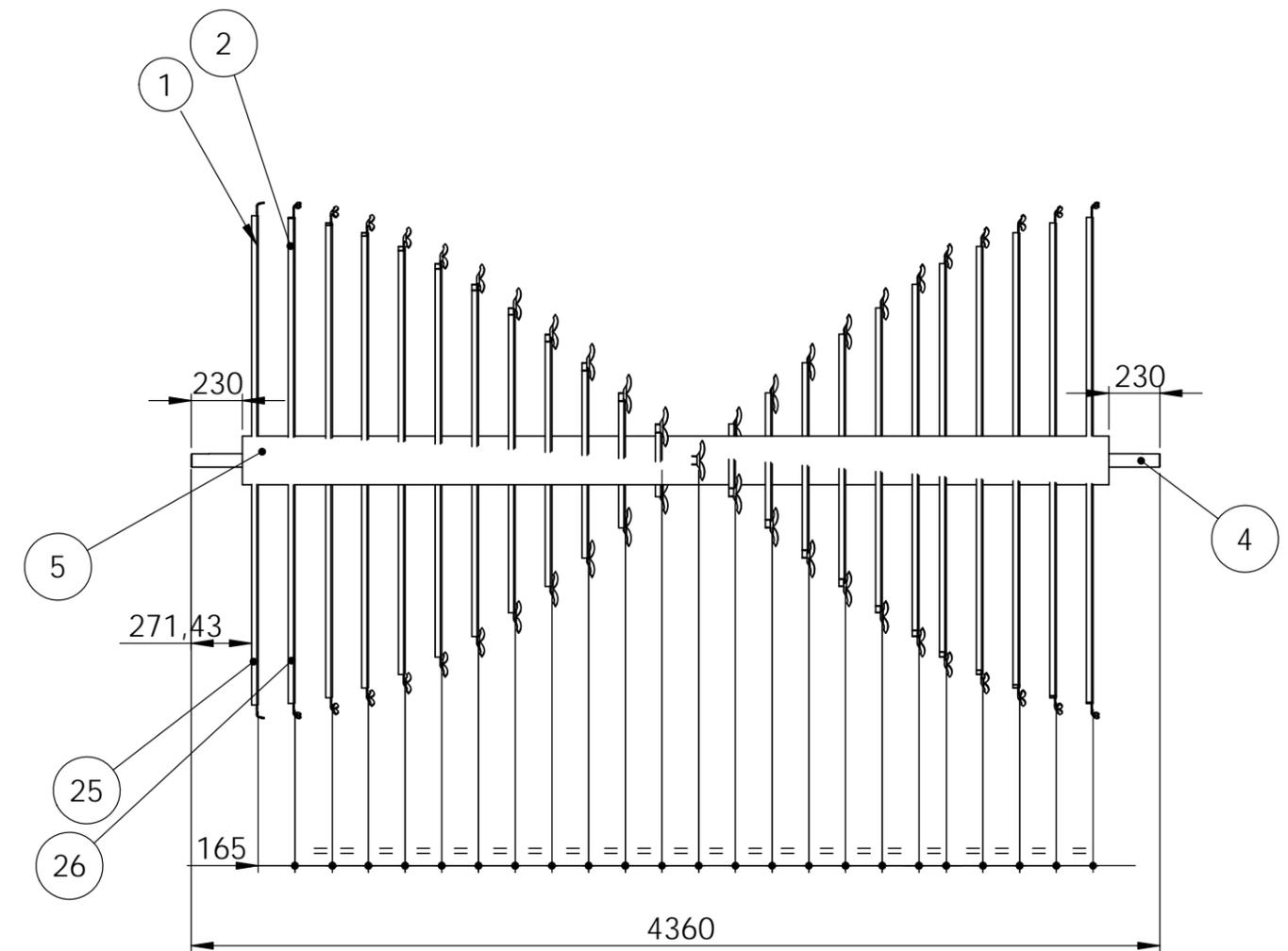
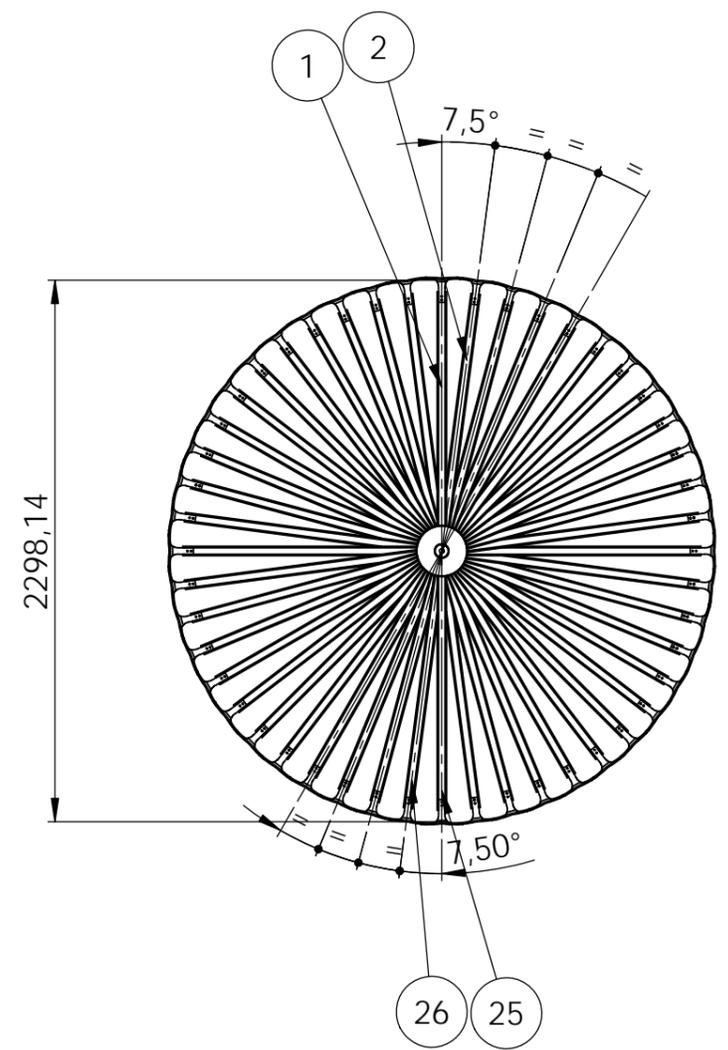
TOLER
+- 2 MM

ENSAMBLE DE VIGAS

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 014-cyp

COD PIEZA: SM-CM-CR-EV-014



ISOMETRICA



N° de pieza	Descripcion	Cantidad	Codigo
4	Puntera rotor	2	SM-CM-CR-RO-PE-030
1-2-25-26	Brazos cuchillas	48	SM-CM-CR-RO-BC-031
5	Caño eje	1	SM-CM-CR-RO-CE-029

	FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE, GUSTAVO ING. DE CARLI, ANIBAL	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL(CDU)
	DIB.	I E S B		
	REV.	L M H		
	APR.			
ESCALA			ROTOR	PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA
				COD. PLANO:015-sold
TOLER +- 2MM				COD. PIEZA:SM-CM-CR-RO-015

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

Nº ANT.:

ANEX.:

+1000

±1.2

±3

-1000

±0.8

±2

-300

±0.5

±1.2

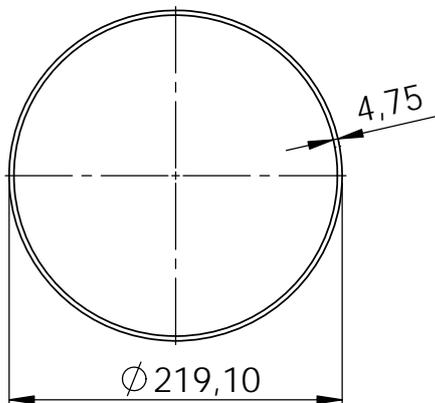
-100

±0.3

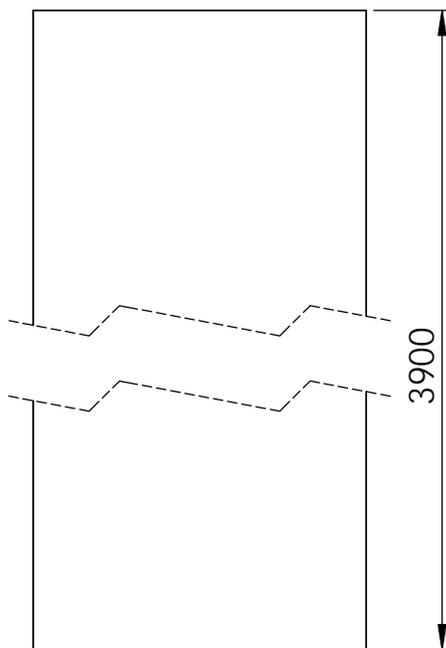
±0.8

B

TOLERANCIAS
MECANIZADO
BRUTO

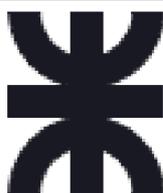


C



D

E



DIB.
REV.
APR.

FECHA

NOMBRES

I E S B
L M H

ING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:5



TOLER
+- 2 MM

CAÑO EJE

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 029-vp

COD PIEZA: SM-CM-CR-RO-CE-029

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

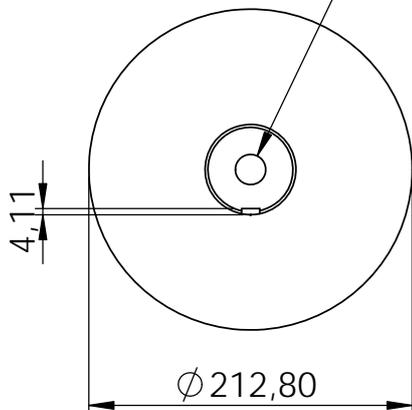
REVISION:

A

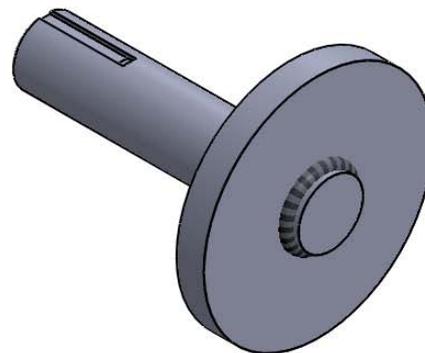
TOLERANCIAS	-100	-300	-1000	+1000	Nº ANT.:
	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	ANEX.:
MECANIZADO	±0.8	±1.2	±2	±3	
BRUTO					

B

ROSCA M20 x 1.5

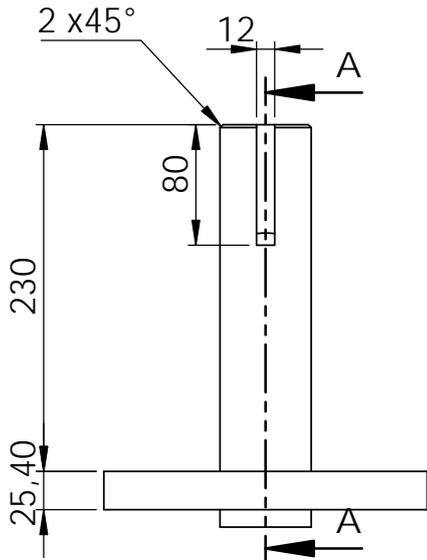


ISOMETRICA

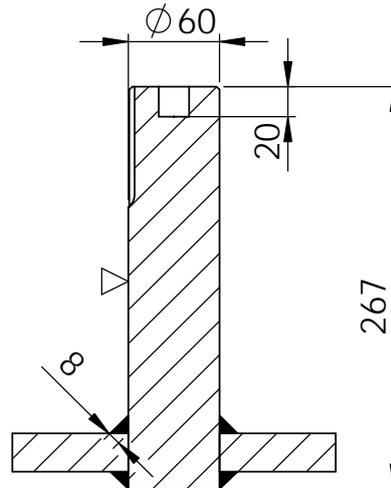


C

2 x 45°

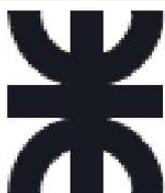


D



E

SECCIÓN A-A



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)

ESCALA 1:5



PUNTERA EJE

PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA

TOLER +- 2 MM

COD PLANO: 30-sold

COD PIEZA:SM-CM-CR-RO-PE-030

1

2

3

4

FECHA:

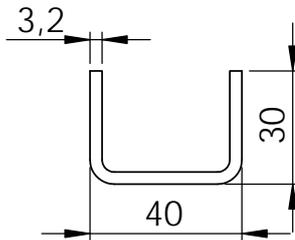
DOC:

REVISION:

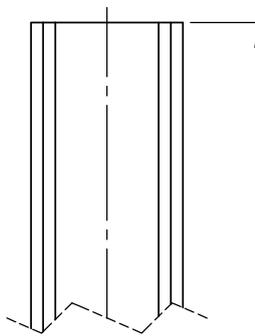
A

TOLERANCIAS	-100	-300	-1000	+1000	Nº ANT.:
	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	ANEX.:
MECANIZADO	±0.8	±1.2	±2	±3	
BRUTO					

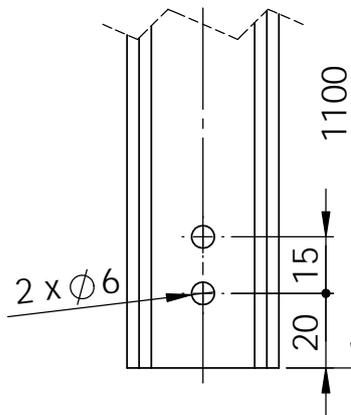
B



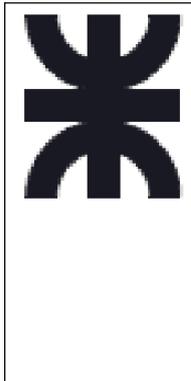
C



D

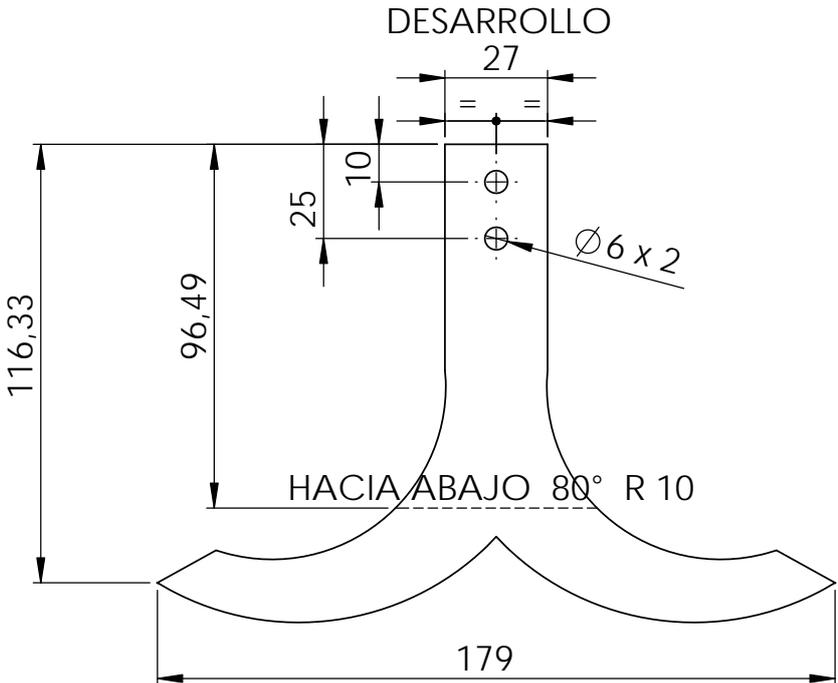
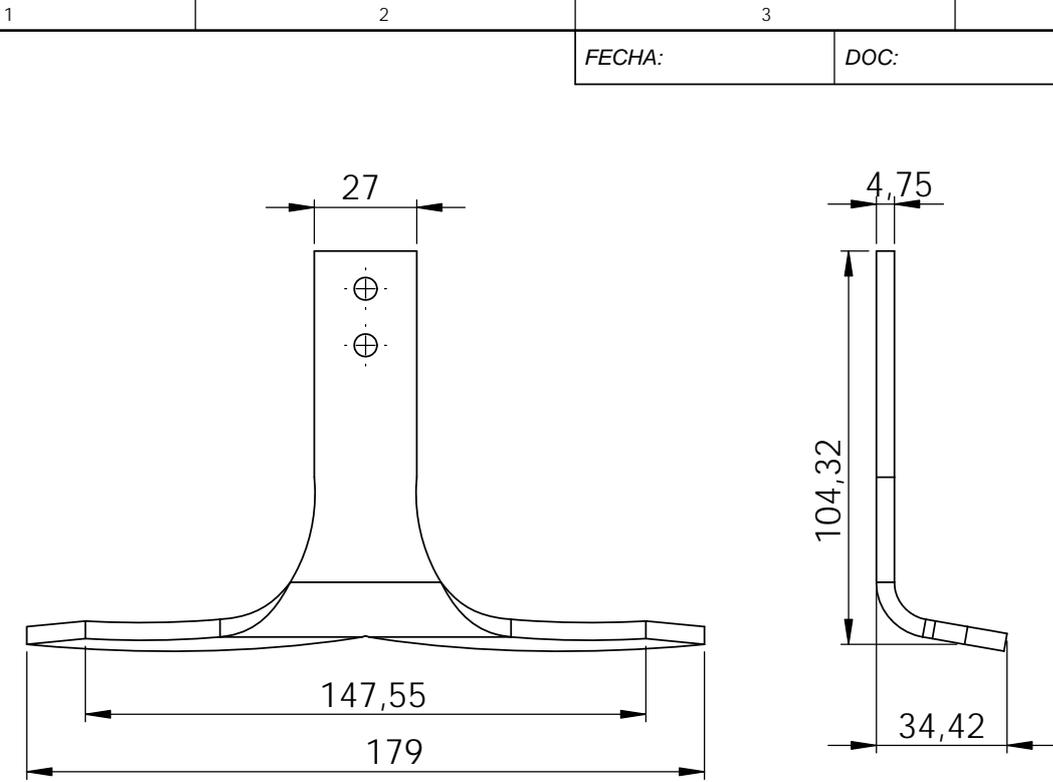


E



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			
ESCALA 1:5	BRAZO CUCHILLA		
TOLER + - 2 MM			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)
PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA
COD PLANO: 031-cyp
COD PIEZA: SM-CM-CR-RO-BC-031



FECHA: DOC: REVISION:

A	Nº ANT.:		+1000		+1,2		±3		
	ANEX.:		-1000		±0,8		±2		
B	TOLERANCIAS		-300		±0,5		±1,2		
	MECANIZADO		-100		±0,3		±0,8		
BRUTO				±0,8		±1,2		±2	



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			
ESCALA 1:5			CUCHILLA
TOLER + - 2 MM			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)
PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA
COD PLANO: 032-cyp
COD PIEZA: SM-CM-CR-RO-C-032

1

2

3

4

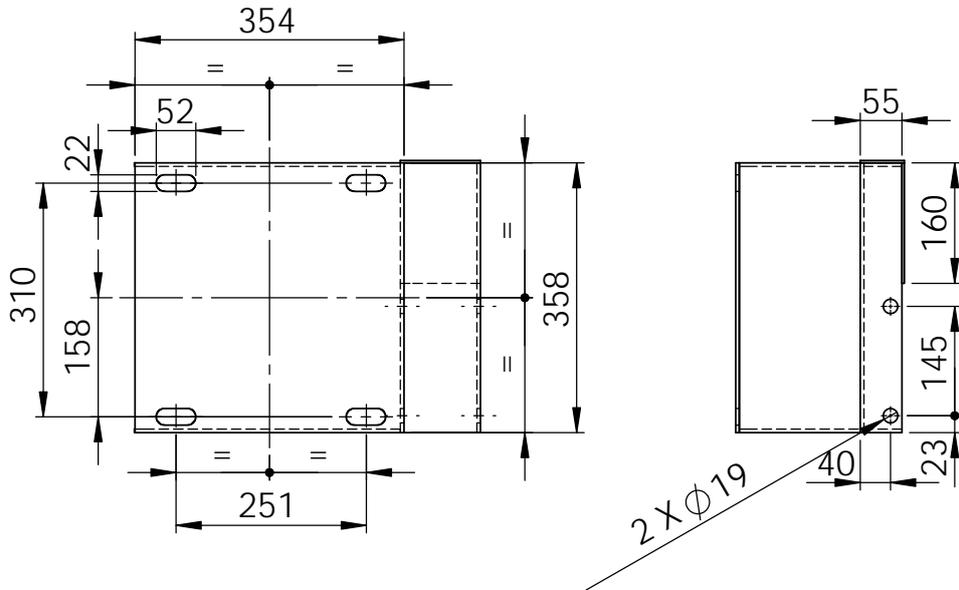
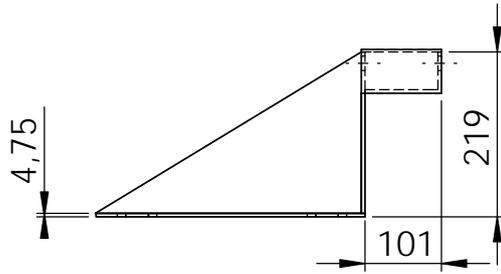
FECHA:

DOC:

REVISION:

A

TOLERANCIAS	-100	-300	-1000	+1000	Nº ANT.:
	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	ANEX.:
MECANIZADO	±0.8	±1.2	±2	±3	
BRUTO					

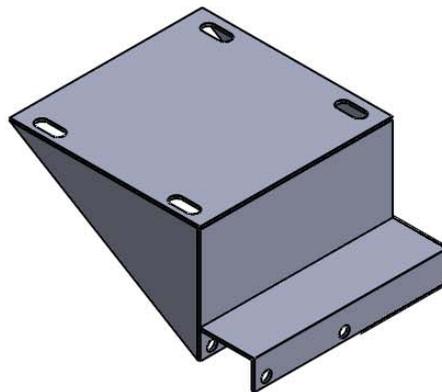


B

C

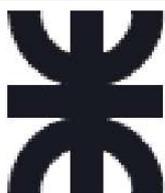
D

ISOMETRICA



E

MATERIAL: CH. 3/16" A36



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL (CDU)

ESCALA 1:10



SOPORTE MOTOREDUCTOR

PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA

TOLER + 2 MM

COD PLANO: 017-sold

COD PIEZA: SM-CM-CR-SM-017

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

N° ANT.:

ANEX.:

+1000

±1.2

±3

-1000

±0.8

±2

-300

±0.5

±1.2

-100

±0.3

±0.8

TOLERANCIAS

MECANIZADO

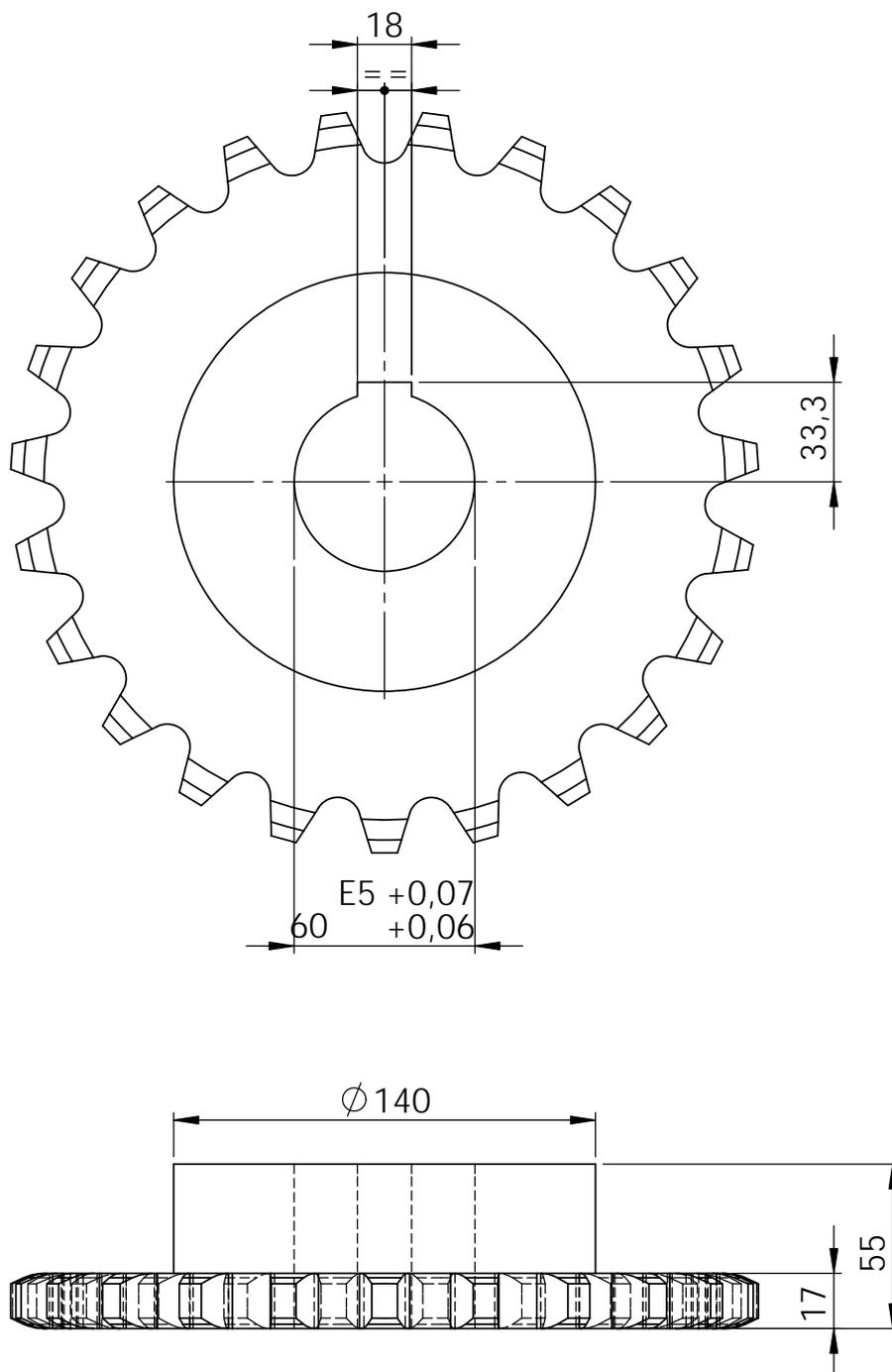
BRUTO

B

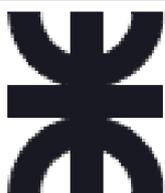
C

D

E



NOTA: Z:23; paso:1 1/4"; material: SAE 1045



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:2



TOLER
+ - 2 MM

PIÑÓN

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 019-vp

COD PIEZA: SM-CM-CR-PI-019

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

N° ANT.:

ANEX.:

±1.2

±3

±0.8

±2

±0.5

±1.2

±0.3

±0.8

±0.8

±1.2

B

TOLERANCIAS

MECANIZADO

BRUTO

-100

-300

-1000

+1000

±0.3

±0.5

±0.8

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

±1.2

±1.2

±0.8

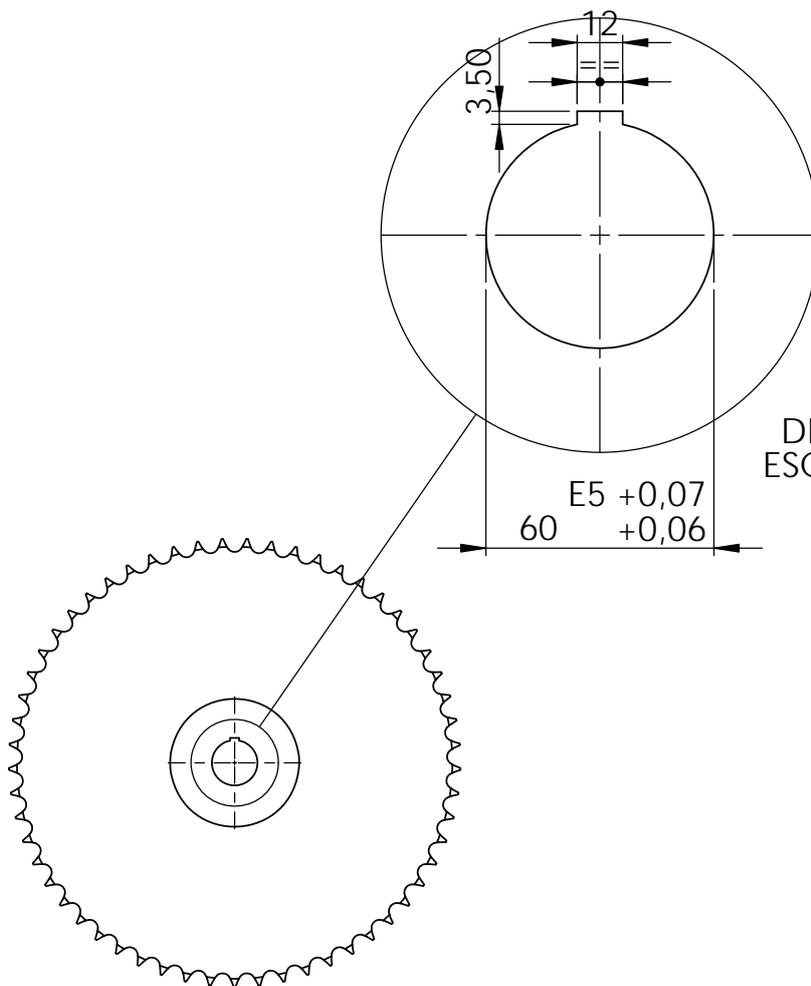
±1.2

±1.2

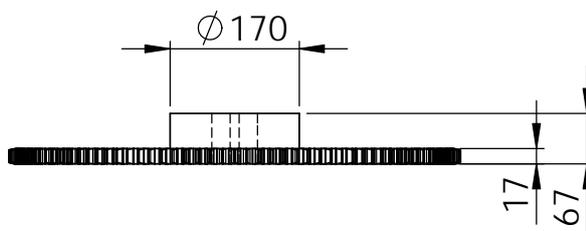
±0.8

±1.2

C

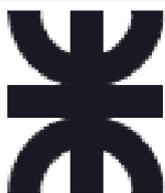
DETALLE C
ESCALA 1 : 2

D



E

NOTA: Z=57; paso=1 1/4"; material: SAE 1045.

DIB.
REV.
APR.

FECHA NOMBRES

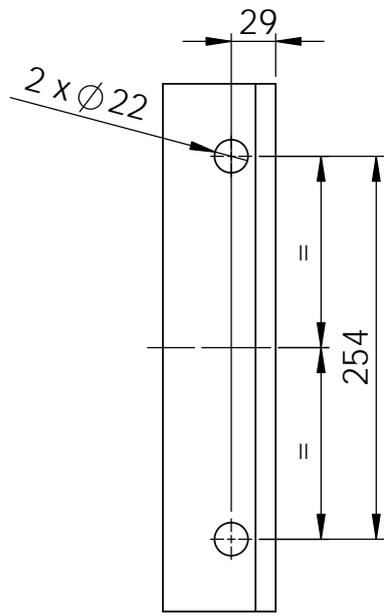
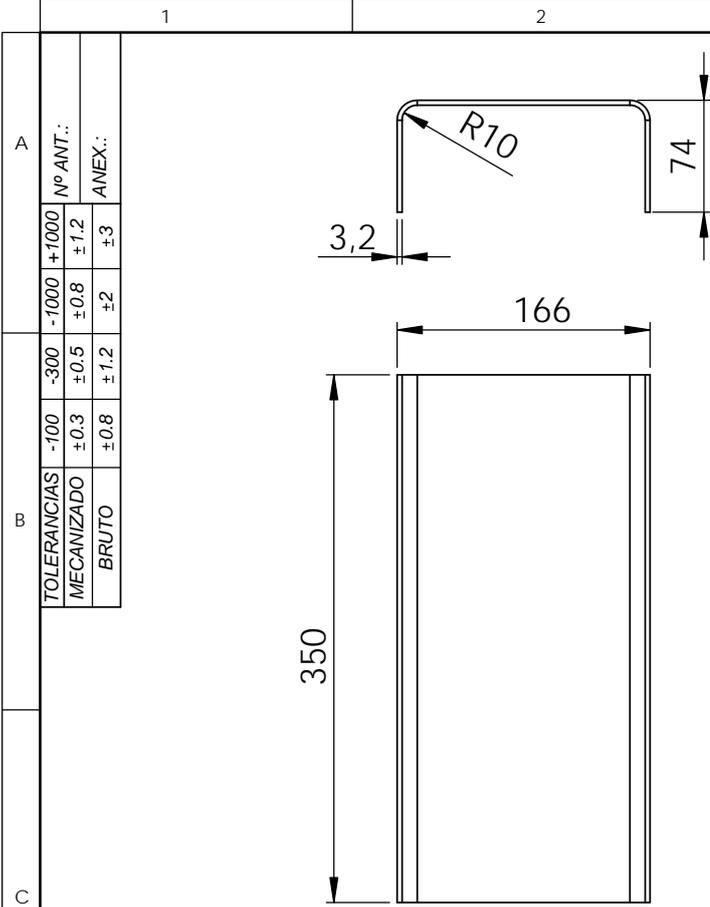
I E S B
L M HING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBALUNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)ESCALA
1:10TOLER
+ - 2 MM

CORONA

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

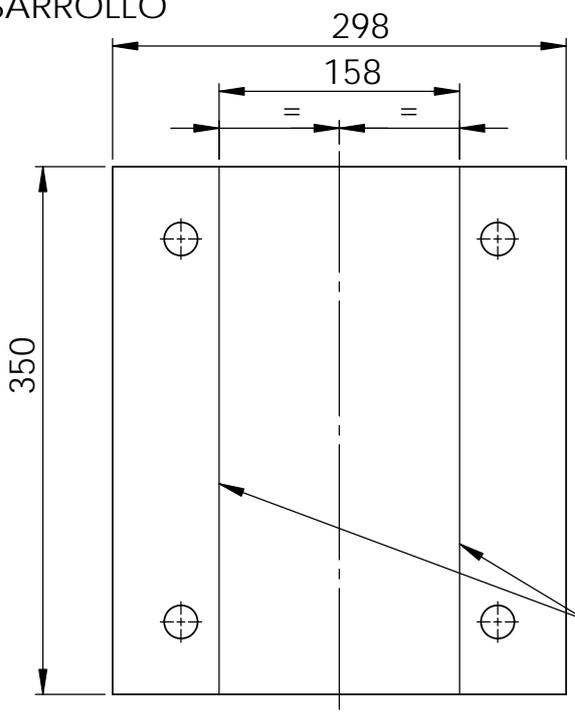
COD PLANO: 020-vp

COD PIEZA: SM-CM-CR-CO-020



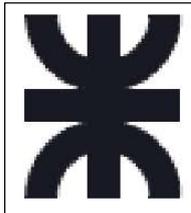
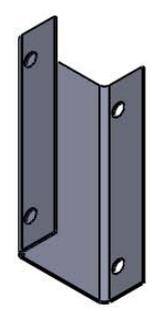
NOTA: AGUJERAR DESPUESDE PLEGADO

DESARROLLO



PLEGAR P/ARRIBA 90° R10

ISOMETRICA

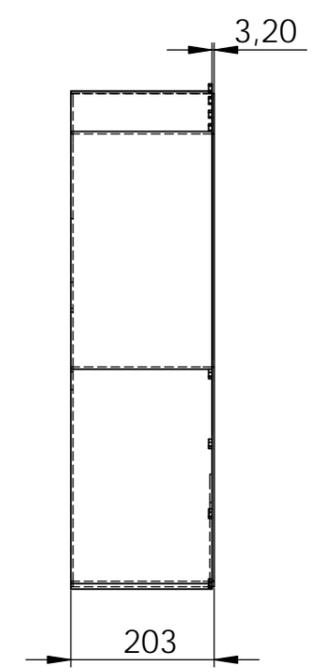
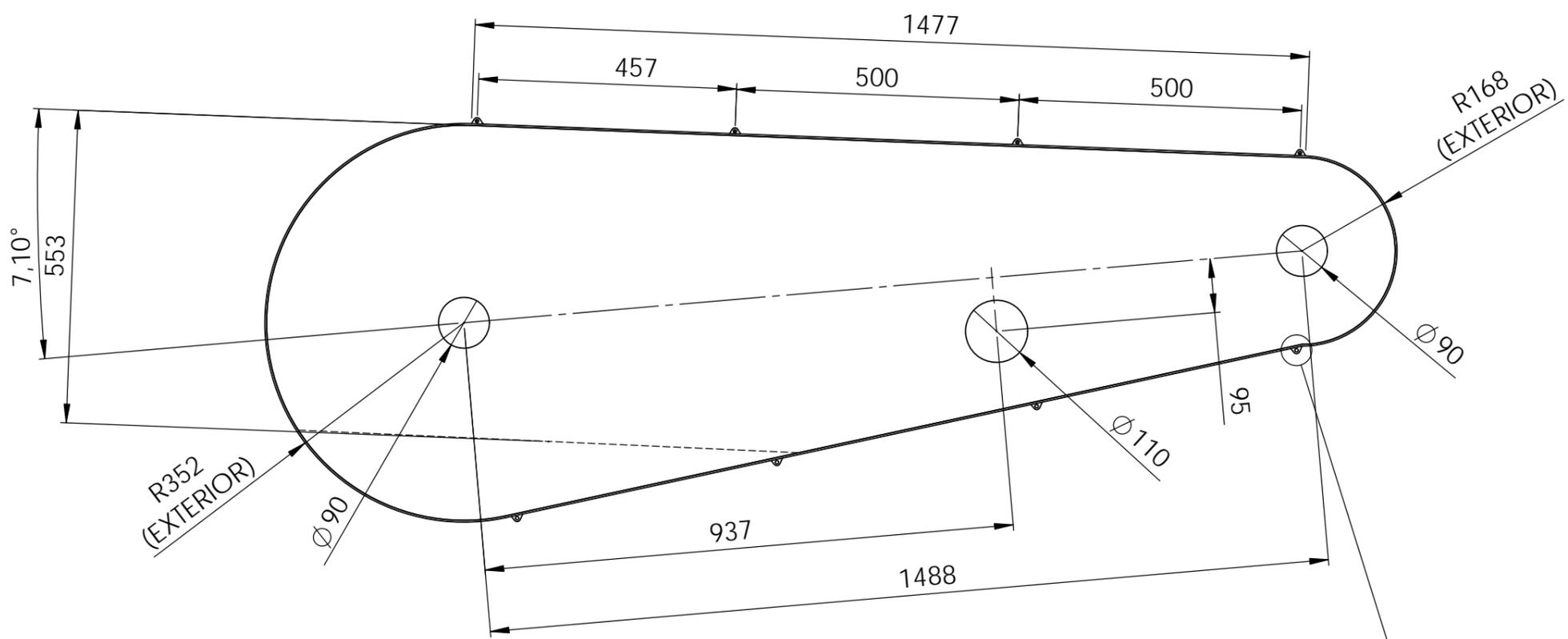


	FECHA	NOMBRES
DIB.		I E S B
REV.		L M H
APR.		
ESCALA 1:5	REFUERZO CAJA RODAMIENTO	
TOLER + - 2 MM		

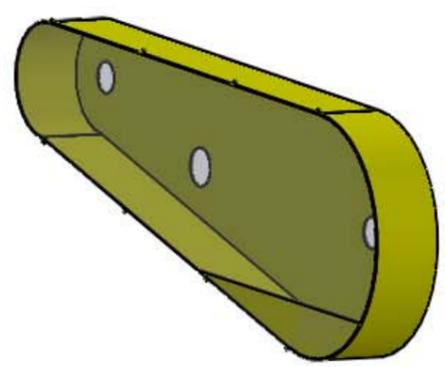
ING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)
PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA
COD PLANO: 023-cyp
COD PIEZA: SM-CM-CR-RCR-023

TOLERANCIAS		Nº ANT.:	
-100	-300	-1000	+1000
±0.3	±0.5	±0.8	±1.2
MECANIZADO		ANEX.:	
BRUTO	±0.8	±1.2	±2
			±3



ISOMETRICA



DETALLE A
ESCALA 1 : 2

MATERIAL: CH 1/8" A36

	DIB.	FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE, GUSTAVO ING. DE CARLI, ANIBAL	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL(CDU)
	REV.		I E S B		
	APR.		L M H		
	ESCALA 1:10	PROTECTOR CADENA VISTAS PRINCIPALES		PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA	
	COD. PLANO:050-vp				
TOLER +/- 2MM	COD. PIEZA:SM-CM-CR-PCA-050				

A

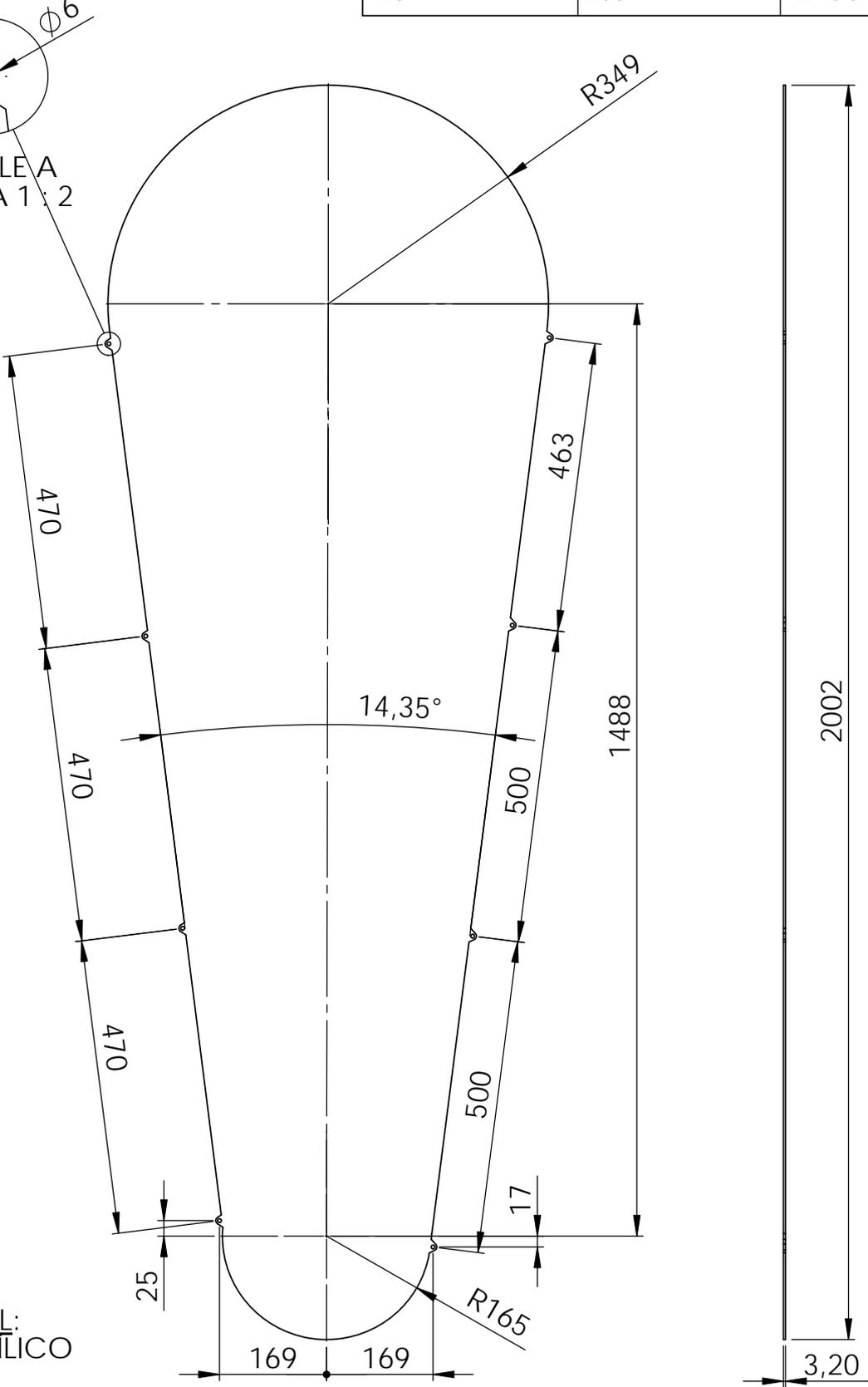
B

C

D

E

TOLERANCIAS		-100	-300	-1000	+1000	Nº ANT.:
MECANIZADO		±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	ANEX.:
BRUTO		±0.8	±1.2	±2	±3	



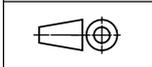
MATERIAL:
CH 1/8" ACRÍLICO



DIB.	FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE GUSTAVO ING. DE CARLI ANIBAL
REV.		I E S B	
APR.		L M H	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:10



TOLER
+ - 2 MM

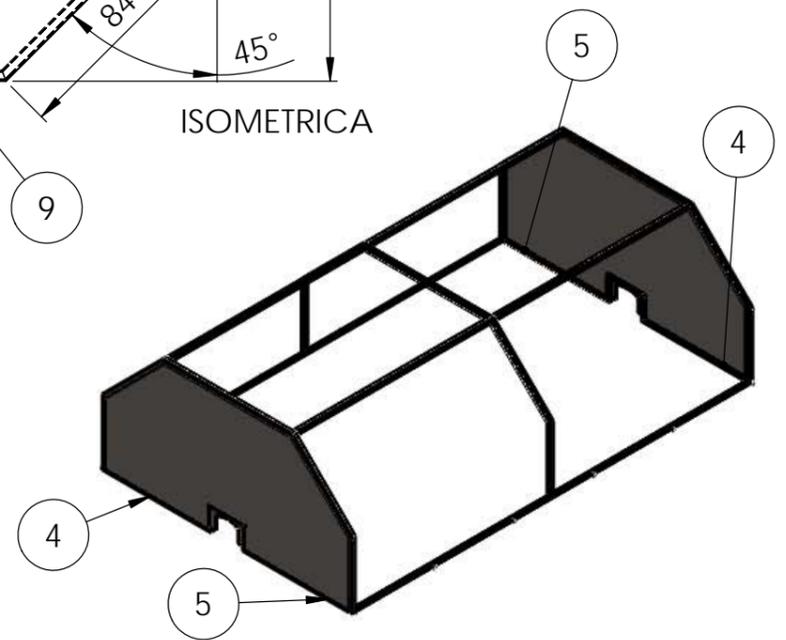
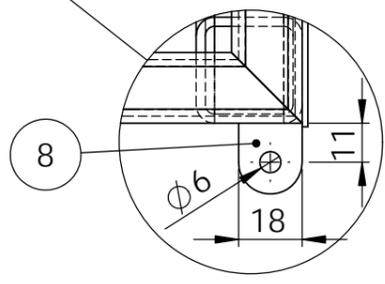
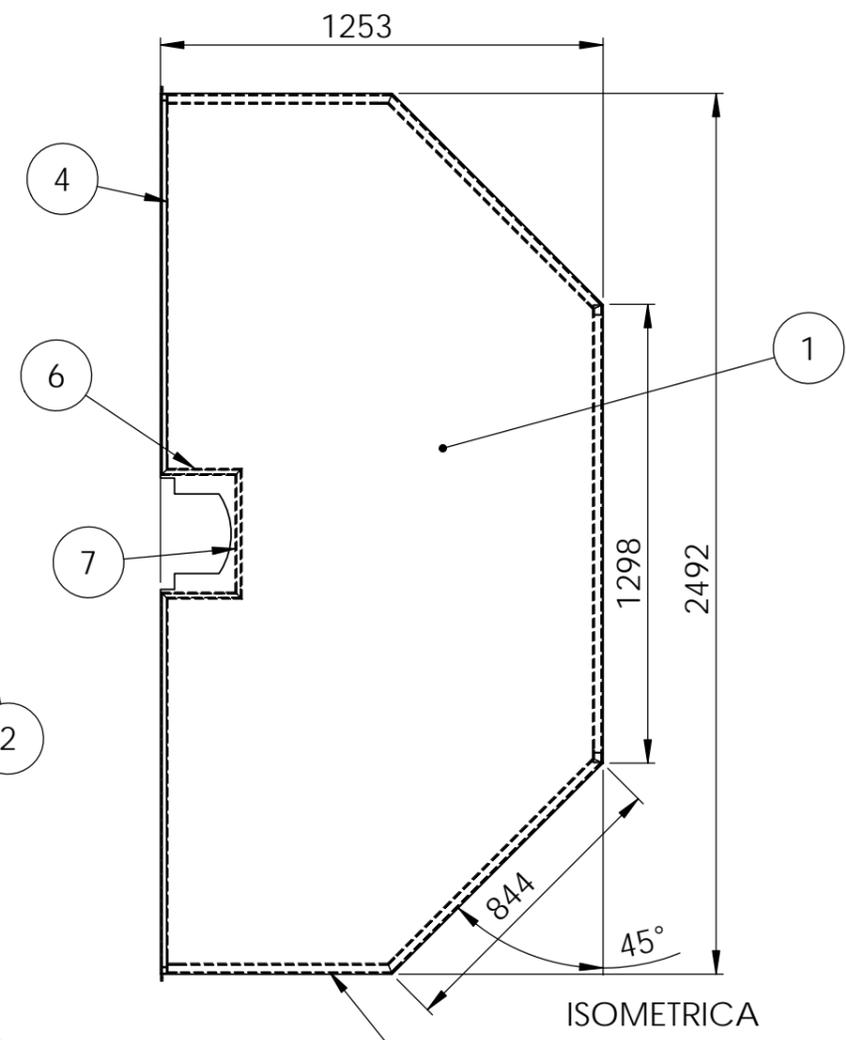
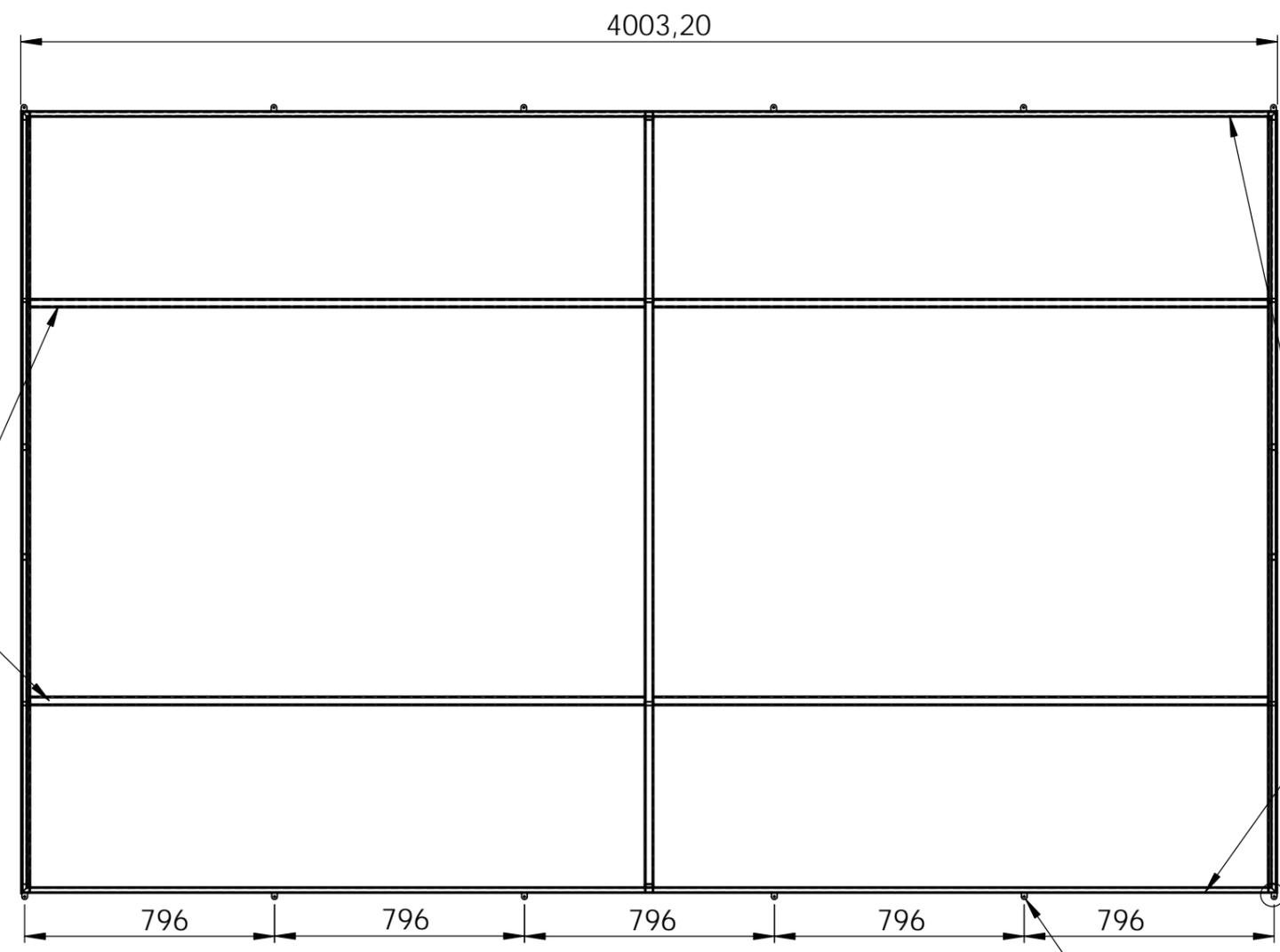
TAPA PROTECTOR
CADENA

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 051-vp

COD PIEZA: SM-CM-CR-TPCA-051

N° ANT.:		+1000		±1.2	
-1000		±0.8		±2	
-300		±0.5		±1.2	
-100		±0.3		±0.8	
TOLERANCIAS MECANIZADO		BRUTO		ANEX:	



N° en plano	Codigo de pieza	cantidad
1	SM-CM-COB-TCOB-027	2
2	SM-CM-COB-ECOB-C2-034	2
3	SM-CM-COB-ECOB-C3-035	2
4	SM-CM-COB-ECOB-C4-036	2
5	SM-CM-COB-ECOB-C5-037	2
6	SM-CM-COB-ECOB-C6-038	4
7	SM-CM-COB-ECOB-C7-039	2
8	SM-CM-COB-ECOB-SU-048	12
9	SM-CM-COB-ECOB-C1-033	3



FECHA	NOMBRES
DIB.	I E S B
REV.	L M H
APR.	
ESCALA	
TOLER	
+ - 2MM	

ING. PUENTE, GUSTAVO
ING. DE CARLI, ANIBAL

COBERTOR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)

PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA

COD. PLANO: 04-ens

COD. PIEZA: SM-CM-COB-04

1

2

3

4

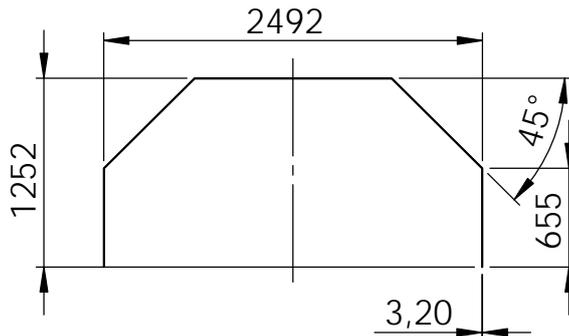
FECHA:

DOC:

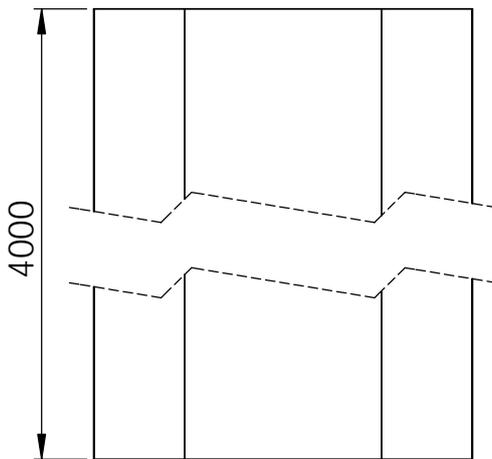
REVISION:

A

N° ANT.:	+1000	+1000	-1000	-300	-100	TOLERANCIAS
	±1.2	±1.2	±2	±0.8	±0.3	MECANIZADO
ANEX.:	±3	±3	±2	±1.2	±0.8	BRUTO



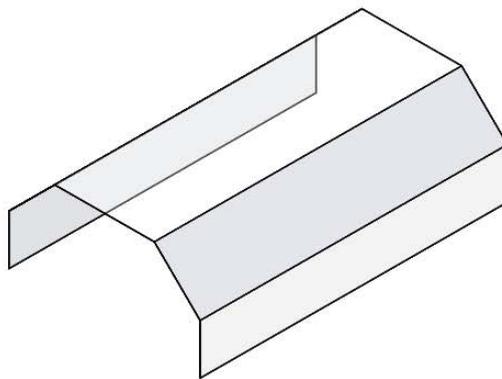
B



C

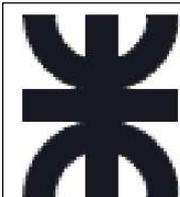
D

ISOMETRICA



E

MATERIAL: ch. 3.2 mm Acrílico



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL (CDU)

ESCALA 1:50



TOLER +- 2 MM

TAPA SUPERIOR COBERTOR

PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 026-vp

COD PIEZA: SM-CM-COB-TS-026

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

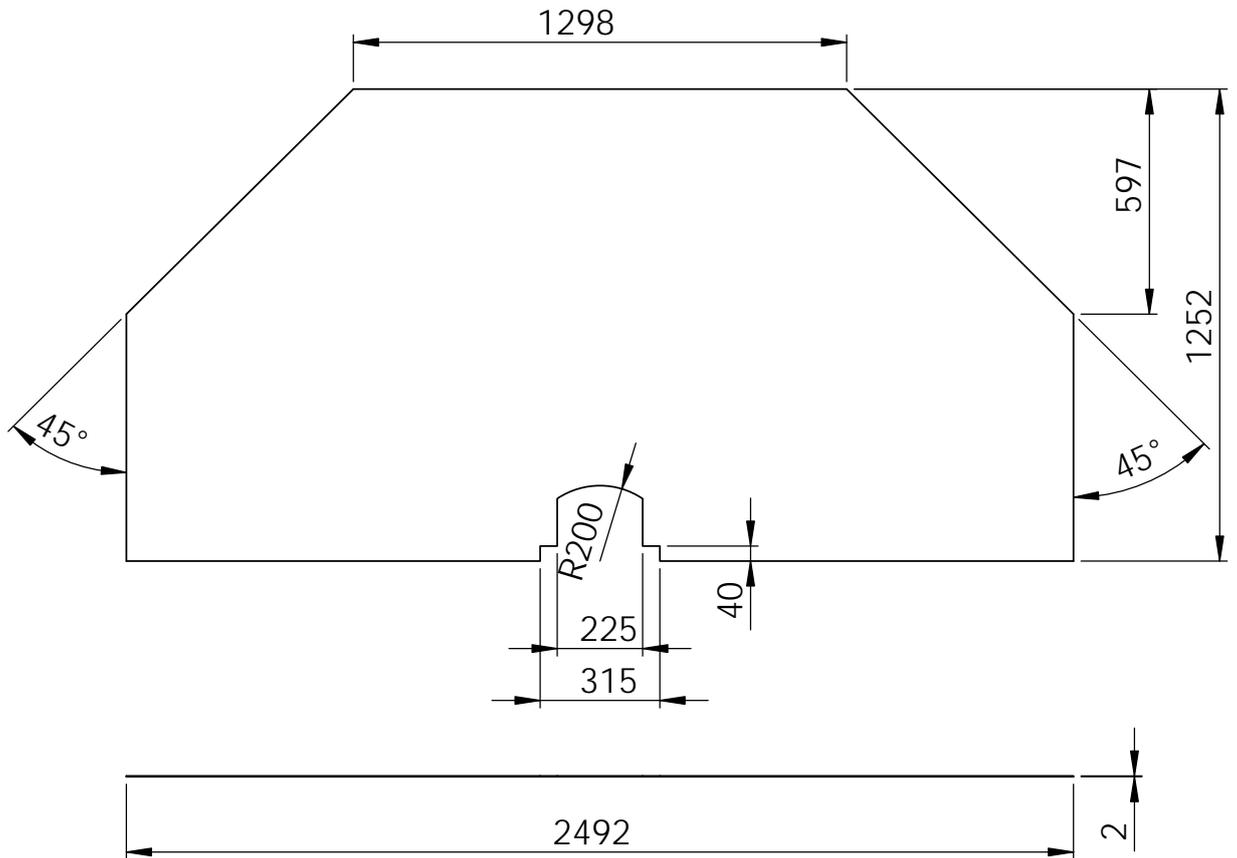
B

C

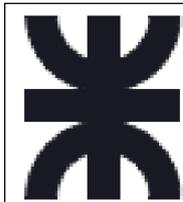
D

E

TOLERANCIAS MECANIZADO	-100	-300	-1000	+1000	Nº ANT.:
	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	ANEX.:
BRUTO	±0.8	±1.2	±2	±3	



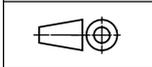
MATERIAL: ch #14 A36



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)

ESCALA 1:20



TOLER +- 2 MM

TAPA COBERTOR

PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 027-cyp

COD PIEZA: SM-CM-COB-TCOB-027

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

N° ANT.:

ANEX.:

+1000

±1.2

-1000

±0.8

-300

±0.5

-100

±0.3

MECANIZADO

±0.8

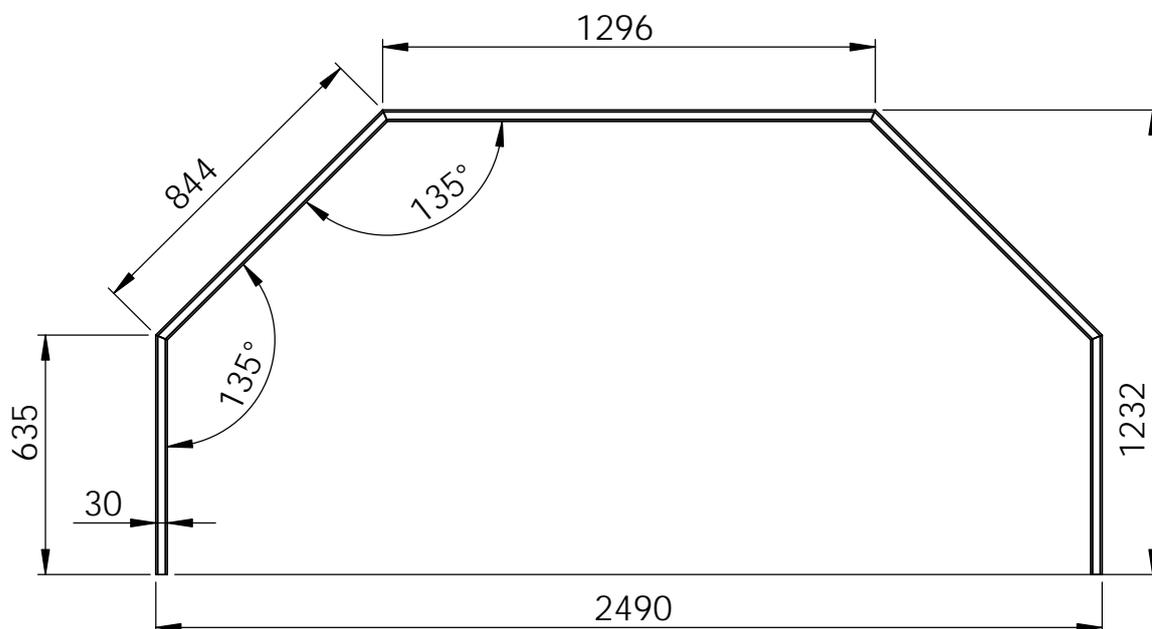
BRUTO

±1.2

B



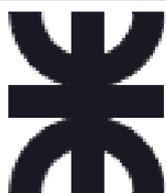
C



D

E

MATERIAL: caño estructural 30 x 30 x 2 mm



DIB.	FECHA	NOMBRES
REV.		I E S B
APR.		L M H

ING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBAL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:20



TOLER
+ - 2 MM

CAÑO 1

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 033-cyp

PIEZA: SM-CM-COB-ECOB-C1-033

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

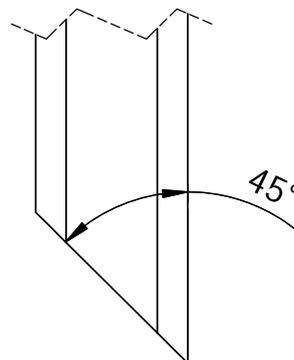
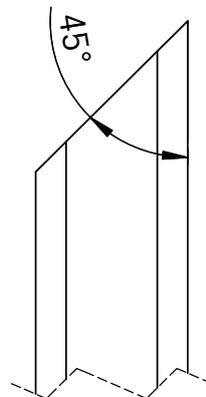
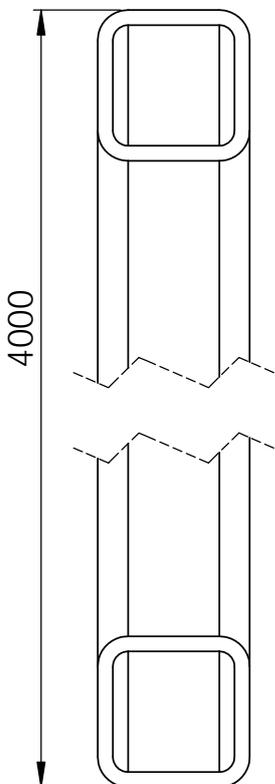
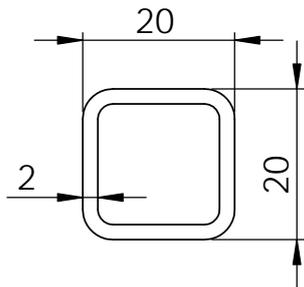
B

C

D

E

TOLERANCIAS	-100	-300	-1000	+1000	Nº ANT.:
MECANIZADO	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	ANEX.:
BRUTO	±0.8	±1.2	±2	±3	



MATERIAL	estructural 20 x20 x 2 mm
CANTIDAD	2



DIB.	FECHA	NOMBRES
REV.		I E S B
APR.		L M H

ING. PUENTE GUSTAVO
ING. DE CARLI ANIBAL

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA
NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:1



TOLER
+ - 2 MM

CAÑO 2

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 034-cyp

PIEZA:SM-CM-COB-ECOB-C2-034

1

2

3

4

FECHA:

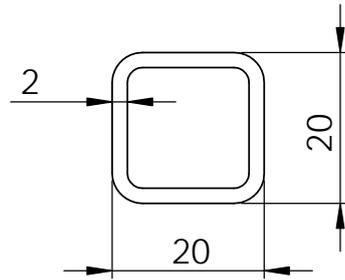
DOC:

REVISION:

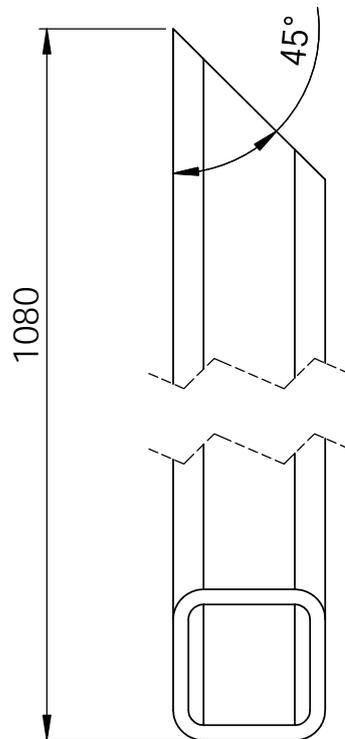
A

TOLERANCIAS	-100	-300	-1000	+1000	N° ANT.:	
	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±1.2	ANEX.:
MECANIZADO	±0.8	±1.2	±2	±3		
BRUTO	±0.8	±1.2	±2	±3		

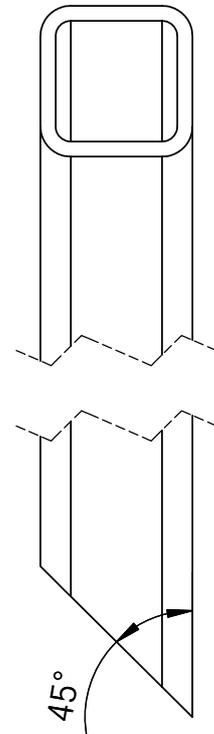
B



C

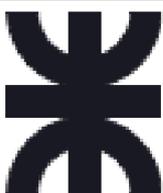


D



E

Material	estructural 20 x 20 x 2mm
cantidad	2



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:1TOLER
+ - 2 MM

CAÑO 3

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 035-cyp

PIEZA: SM-CM-COB-ECOB-C3-035

1

2

3

4

FECHA:

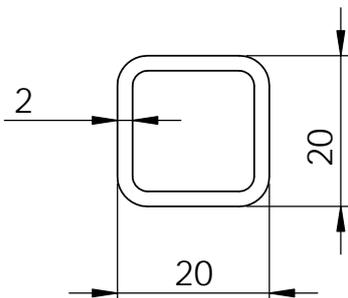
DOC:

REVISION:

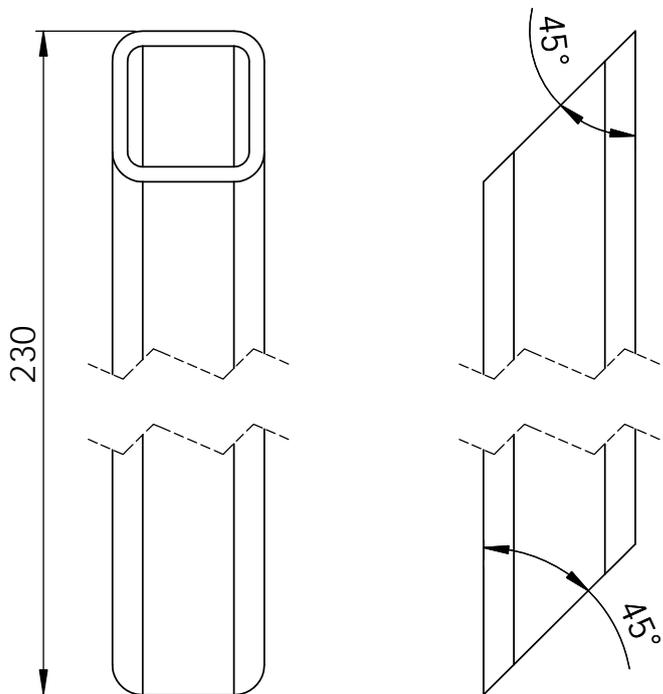
A

N° ANT.:		+1000	+1000	-1000	-300	-100	N° ANT.:	
ANEX.:		±1.2	±2	±0.8	±1.2	±0.3	ANEX.:	
BRUTO		±2	±3	±0.5	±0.8	±0.8	TOLERANCIAS	
MECANIZADO		±2	±3	±0.5	±0.8	±0.3	MECANIZADO	

B



C



D

E

Material	estructural 20 x 20 x 2 mm
Cantidad	2



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)

ESCALA 1:1



TOLER + 2 MM

CAÑO 4

PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 036-cyp

PIEZA: SM-CM-COB-ECOB-C4-036

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

N° ANT.:

ANEX.:

+1000

±1.2

±1.2

±2

±1.2

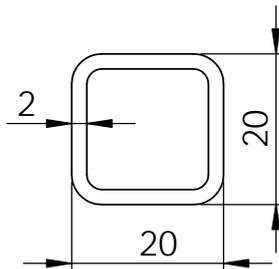
±2

±3

TOLERANCIAS

MECANIZADO

BRUTO

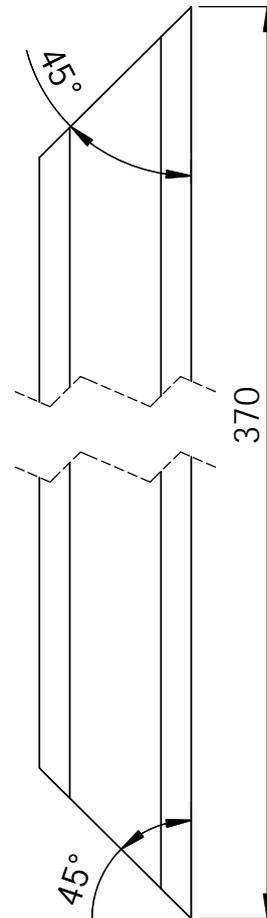
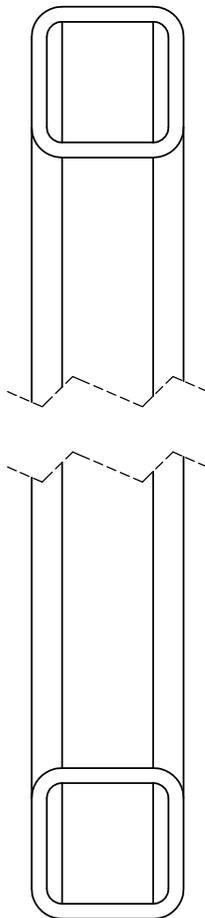


B

C

D

E

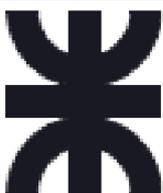


Material

estructural 20 x 20 2 mm

Cantidad

2



DIB.

FECHA NOMBRES

REV.

I E S B

ING. PUENTE GUSTAVO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)

APR.

L M H

ING. DE CARLI ANIBAL

ESCALA
1:5TOLER
+ 2 MM

CAÑO 5

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 037-cyp

PIEZA: SM-CM-COB-ECOB-C5-037

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

N° ANT.:

ANEX.:

+1000

±1.2

+1000

±2

-300

±0.5

-100

±0.3

-100

±0.8

-300

±1.2

-1000

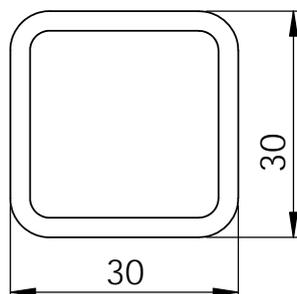
±1.2

B

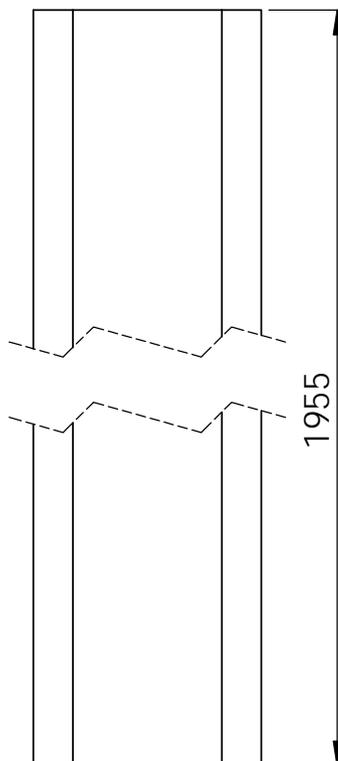
TOLERANCIAS

MECANIZADO

BRUTO



C



D

E

Material

estructural 30 x 30 x 2 mm

Cantidad

4



DIB.

FECHA

NOMBRES

REV.

I E S B

ING. PUENTE GUSTAVO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA

APR.

L M H

ING. DE CARLI ANIBAL

NACIONAL (CDU)

ESCALA
1:1TOLER
+- 2 MM

CAÑO 6

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 038-cyp

PIEZA: SM-CM-COB-ECOB-C6-038

1

2

3

4

FECHA:

DOC:

REVISION:

A

N° ANT.:

ANEX.:

+1000

±1.2

±3

-1000

±0.8

±2

-300

±0.5

±1.2

-100

±0.3

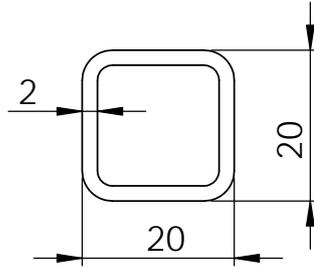
±0.8

TOLERANCIAS

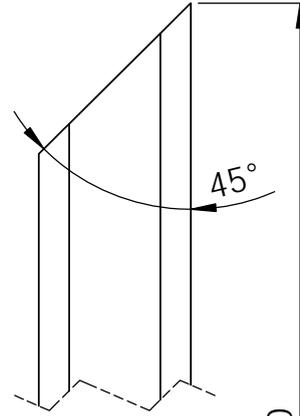
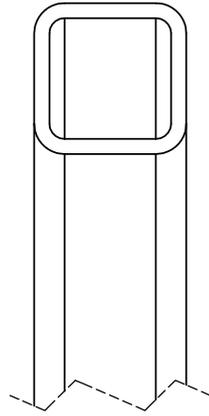
MECANIZADO

BRUTO

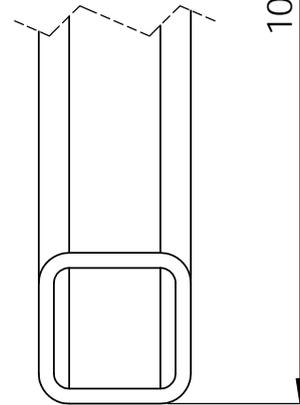
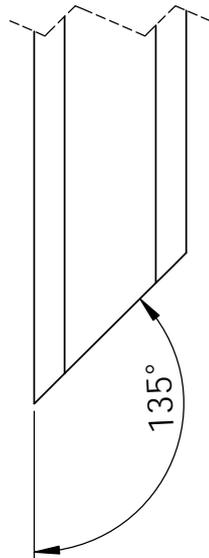
B



C



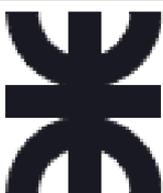
D



1080

E

Material	estructural 20 x 20 x 2 mm
Cantidad	2



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL (CDU)ESCALA
1:1TOLER
+- 2 MM

CAÑO 7

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 039-cyp

PIEZA: SM-CM-COB-ECOB-C7-039

1

2

3

4

FECHA:

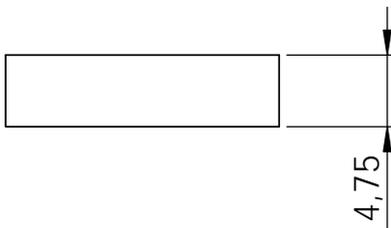
DOC:

REVISION:

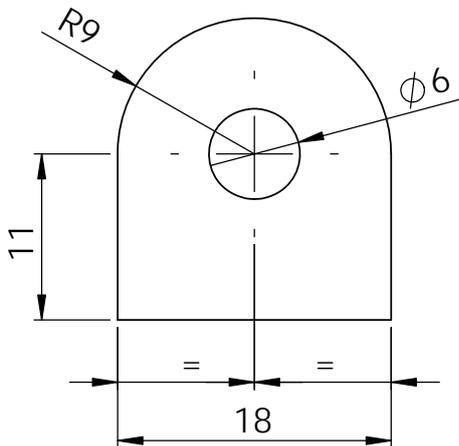
A

TOLERANCIAS	-100	-300	-1000	+1000	N° ANT.:
	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	
MECANIZADO	±0.8	±1.2	±2	±3	ANEX.:
BRUTO	±0.8	±1.2	±2	±3	

B



C



D

E

MATERIAL	ch. 1/8" A36
CANTIDAD	12



	FECHA	NOMBRES	
DIB.		I E S B	ING. PUENTE GUSTAVO
REV.		L M H	ING. DE CARLI ANIBAL
APR.			

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL (CDU)

ESCALA 2:1



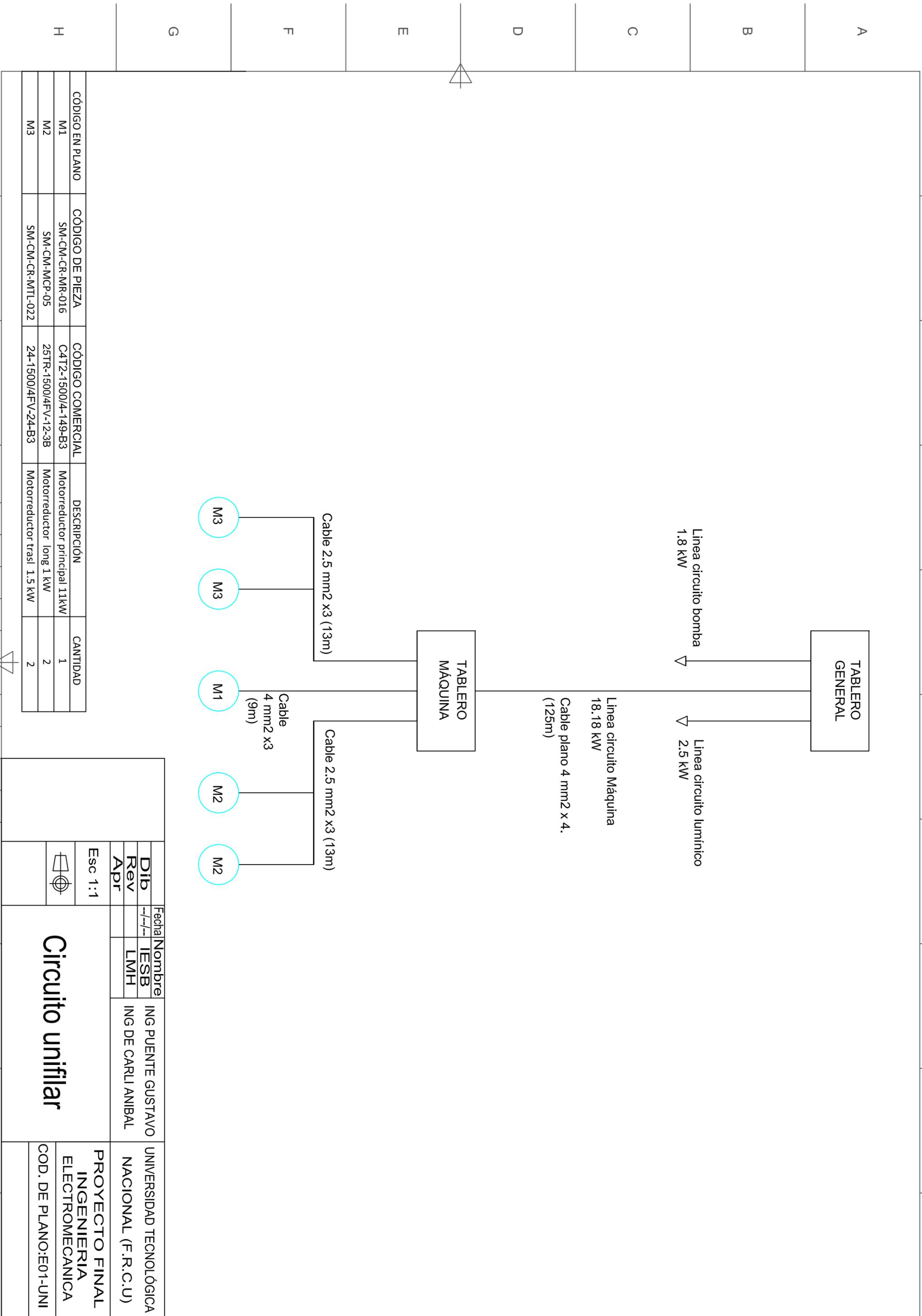
TOLER +- 2 MM

SUJECIÓN COBERTOR

PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA

COD PLANO: 041-vp

PIEZA: SM-CM-COB-ECOB-SU-041



Linea circuito bomba
1.8 kW

Linea circuito lumínico
2.5 kW

Linea circuito Máquina
18.18 kW
Cable plano 4 mm² x 4.
(125m)

TABLERO
MÁQUINA

Cable 2.5 mm² x3 (13m)

Cable 2.5 mm² x3 (13m)

Cable
4 mm² x3
(9m)

M3

M3

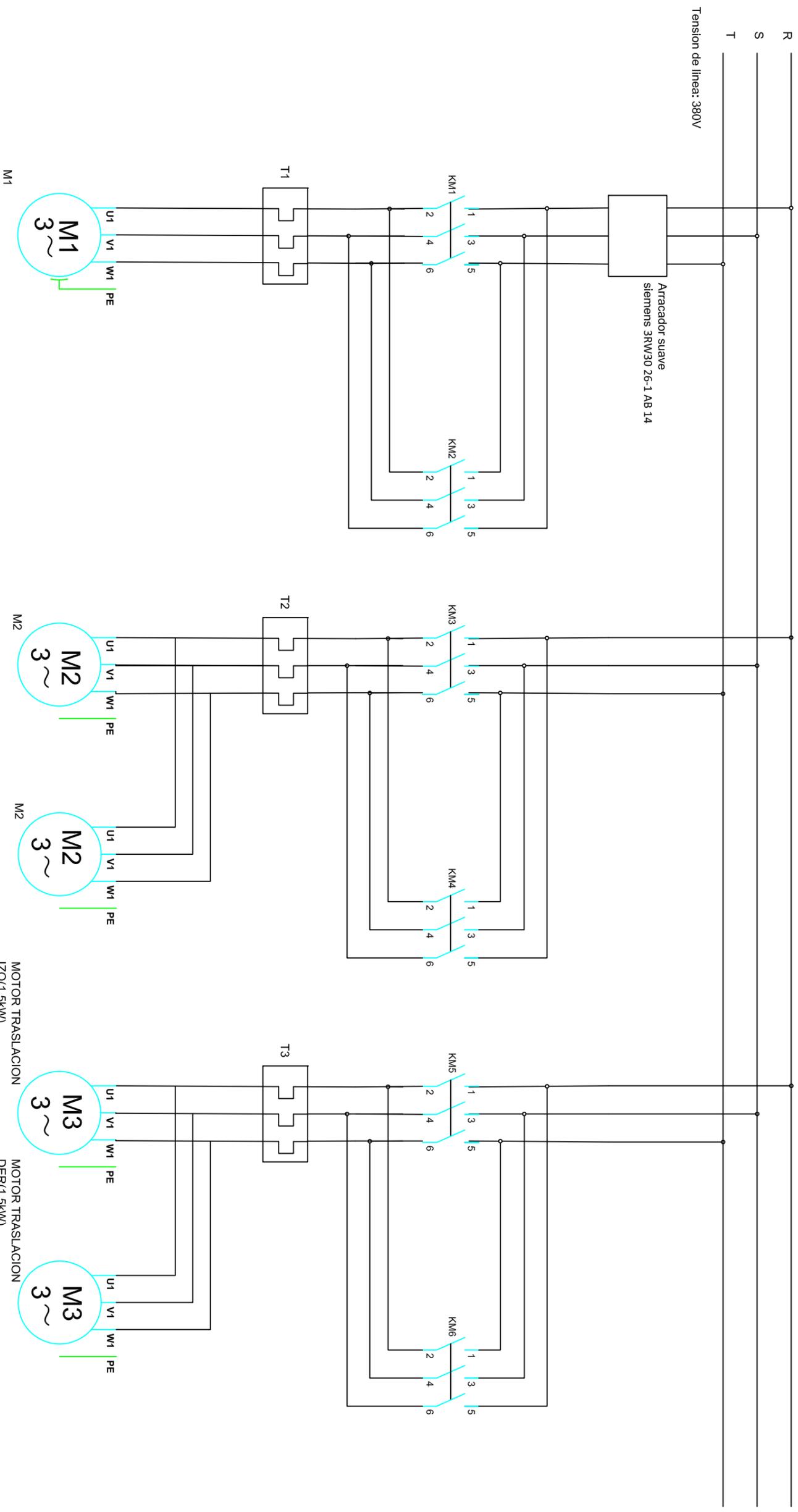
M1

M2

M2

CÓDIGO EN PLANO	CÓDIGO DE PIEZA	CÓDIGO COMERCIAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
M1	SM-CM-CR-MR-016	C4T2-1500/4-149-B3	Motorreductor principal 11kW	1
M2	SM-CM-MCP-05	25TR-1500/4FV-12-3B	Motorreductor long 1 kW	2
M3	SM-CM-CR-MTL-022	24-1500/4FV-24-B3	Motorreductor trasl 1.5 kW	2

Esc 1:1		Fecha		Nombre		ING PUENTE GUSTAVO		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA	
Dib	-/-/-	IESB	-/-/-	LMH		ING DE CARLI ANIBAL		NACIONAL (F.R.C.U)	
Rev									
Apr									
Circuito unifilar				PROYECTO FINAL					
				INGENIERIA ELECTROMECANICA					
				COD. DE PLANO: E01-UNI					



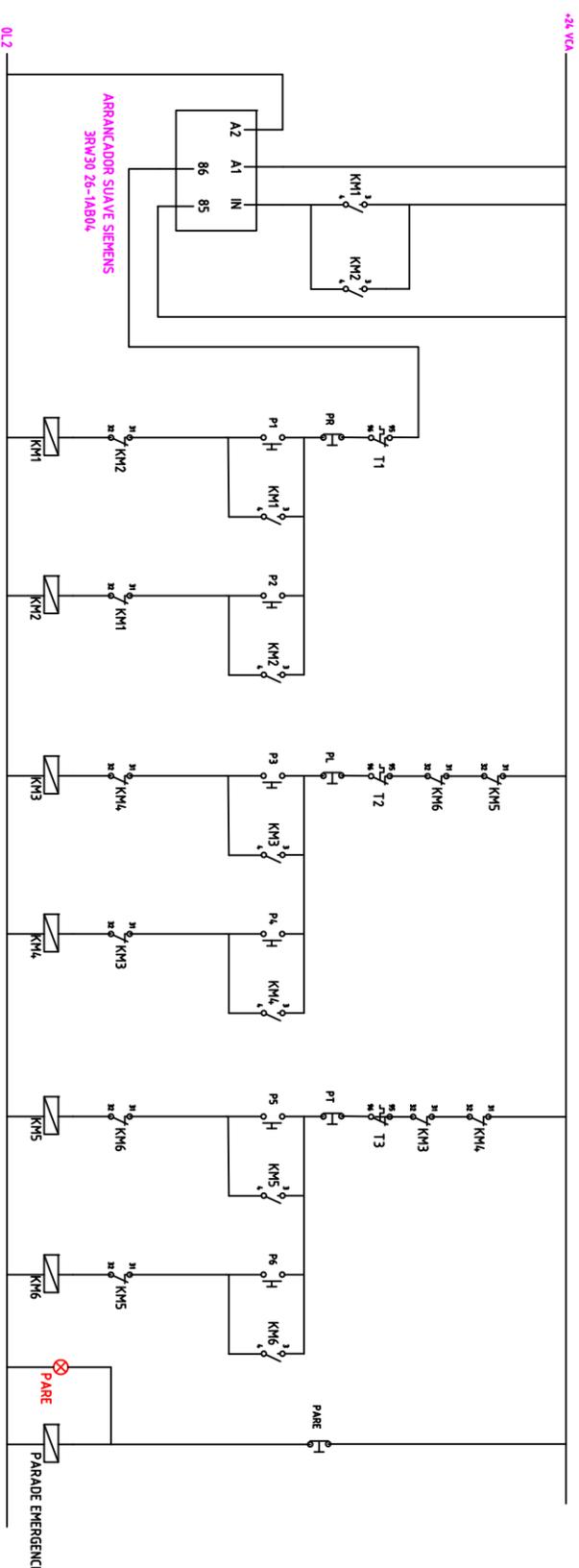
CODIGO EN PLANO	CÓDIGO DE PIEZA	CÓDIGO COMERCIAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
AS	SE-AS	3RW30 26-1 AB 14	Arrancador suave	1
KM1	SE-CMP	CWM 25	Contacto	1
KM2	SE-CMP1	CWM 25	Contacto	1
KM3	SE-CML	CW 07	Contacto	1
KM4	SE-CML1	CW 07	Contacto	1
KM5	SE-CMT	CW 07	Contacto	1
KM6	SE-CMT1	CW 07	Contacto	1
T1	SE-RTMP	RW 27 D	RL Termico	1
T2	SE-RTML	RW 17 D	RL Termico	1
T3	SE-RTMT	RW 17 D	RL Termico	1
M1	SM-CM-CR-MR-016	C4T2-1500/4-149-B3	Motorreductor	1
M2	SM-CM-MCP-05	25TR-1500/4FV-12-3B	Motorreductor	2
M3	SM-CM-CR-MTL-022	24-1500/4FV-24-B3	Motorreductor	2

Dib	Fecha	Nombre	ING PUESTO GUSTAVO
Rev	-/-/-		ING DE CARLI ANIBAL
Apr			
Esc 1:1			

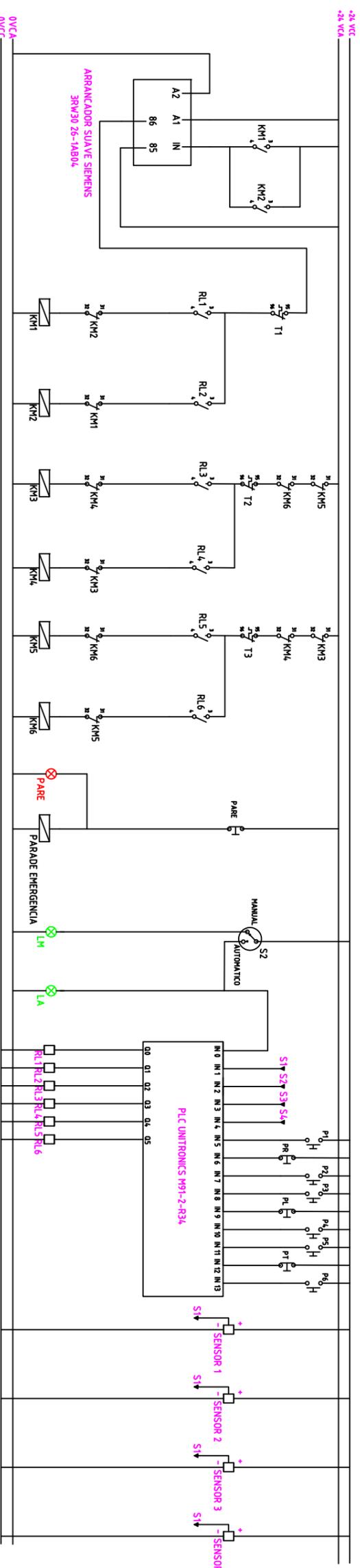
Circuito de potencia Tablero maquina

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECANICA
COD. DE PLANO: E02-POT

Esquema de Mando para Máquina Manual Básica



Esquema de Mando para Máquina Manual-Automática

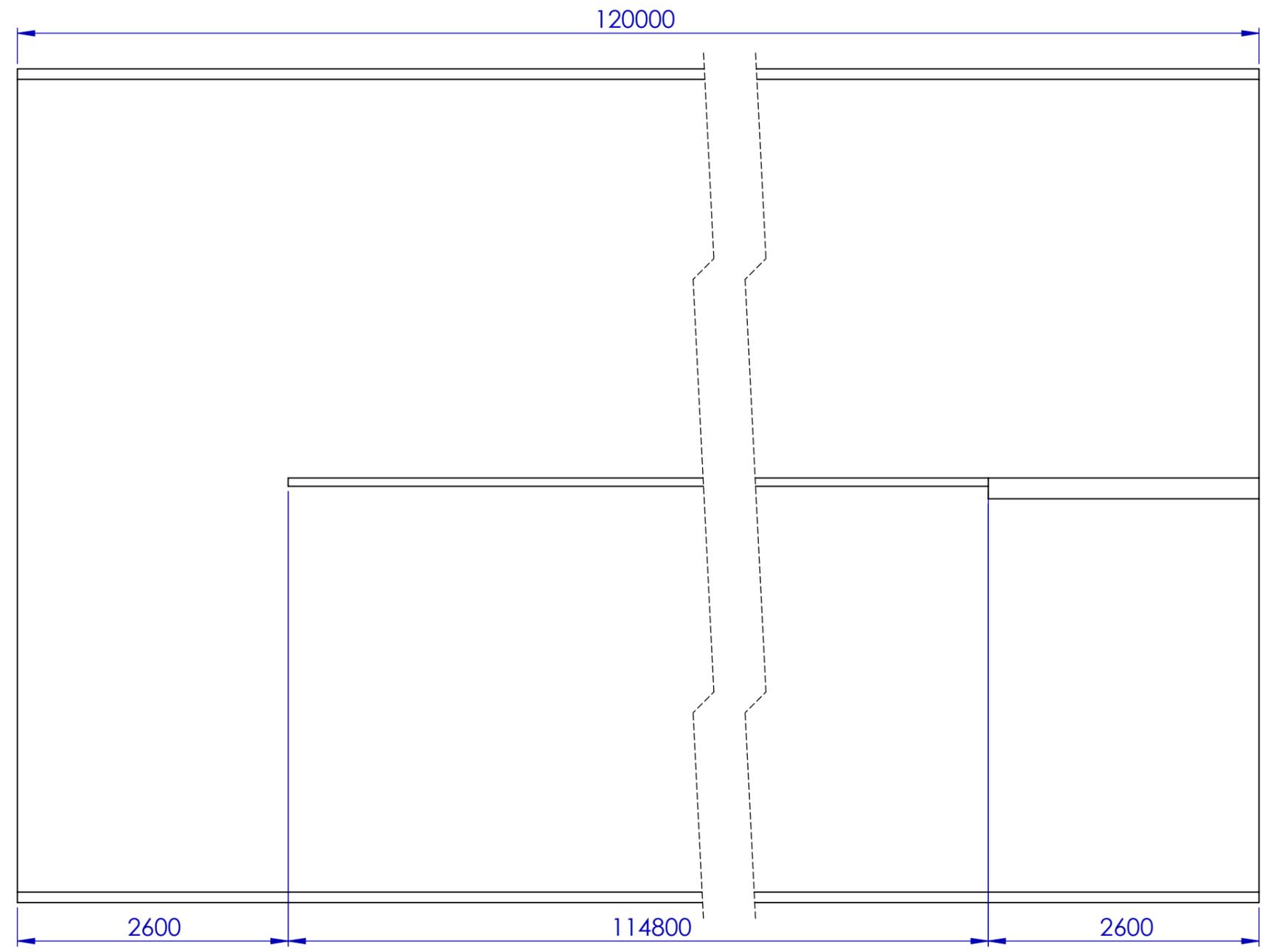
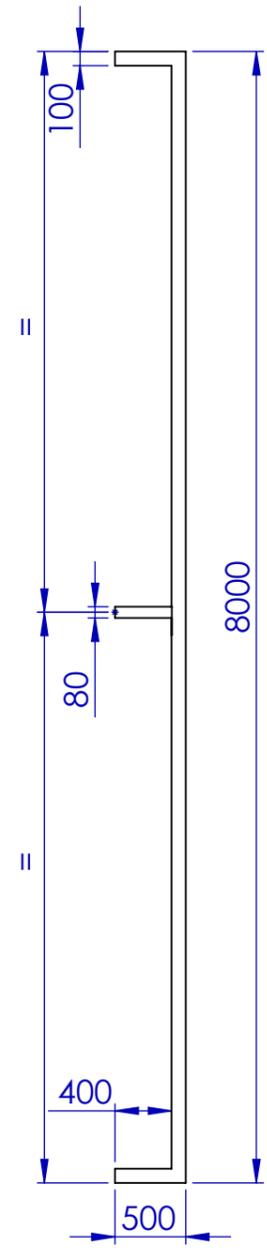


CODIGO EN PLANO	DESCRIPCION
P1	PULSADOR NA ARRANQUE HORARIO ROTOR
P2	PULSADOR NA ARRANQUE ANTI-HORARIO ROTOR
PR	PULSADOR NC PARADA ROTOR
P3	PULSADOR NA ACCIONAMIENTO LONGITUDINAL AVANCE
P4	PULSADOR NA ACCIONAMIENTO LONG. RETROCESO
PL	PULSADOR NC LONGITUDINAL
P5	PULSADOR NA ACCIONAMIENTO TRANSVERSAL IZQ.
P6	PULSADOR NA ACCIONAMIENTO TRANSVERSAL DER.
PT	PULSADOR NC PARADA TRANSVERSAL

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Dib	ING PUNTE GUSTAVO	
Rev	ING DE CARLI ANIBAL	
Apr		

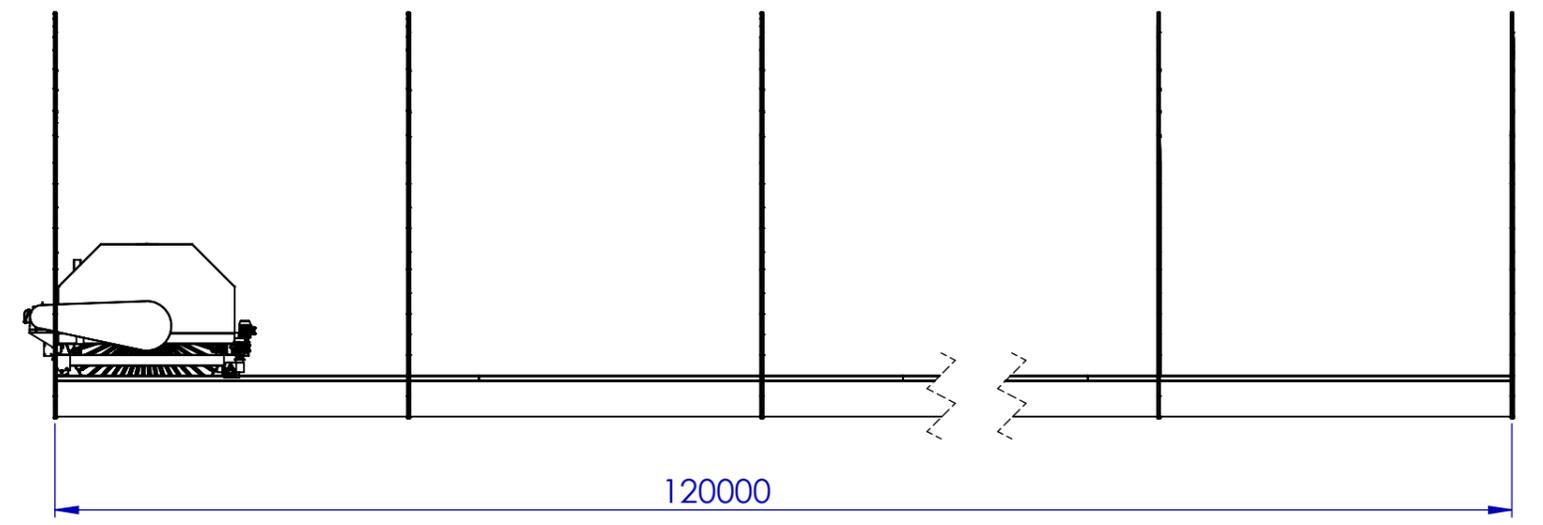
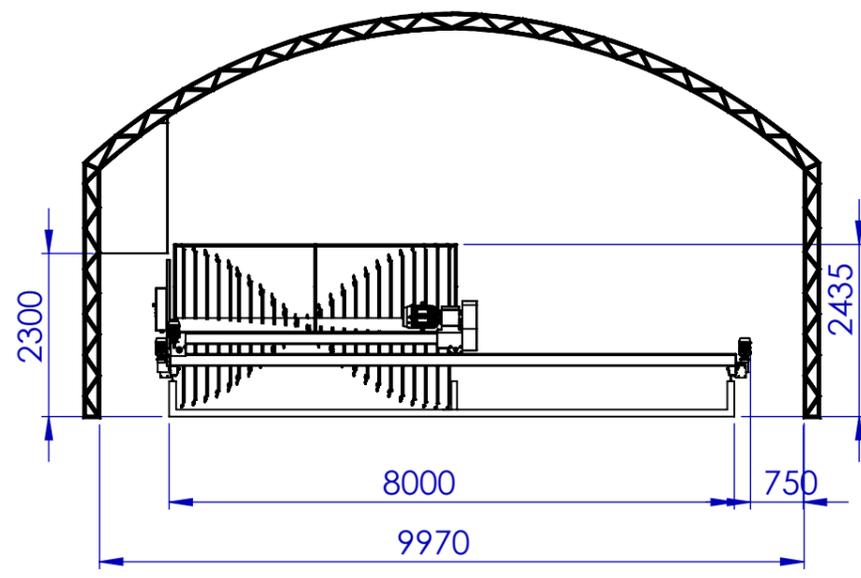
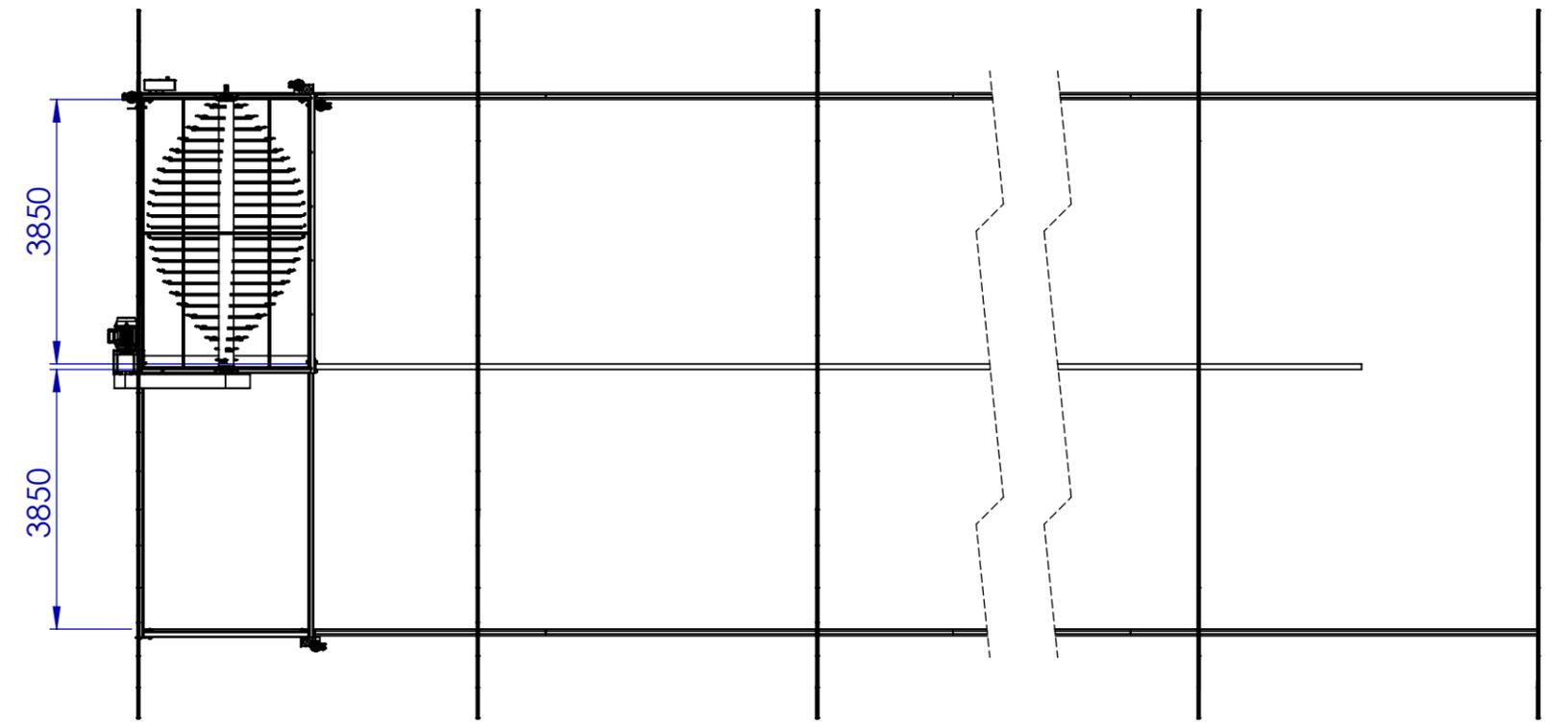
Circuito de mando Tablero maquina

PROYECTO FINAL
INGENIERIA
ELECTROMECANICA
COD. DE PLANO:E03-MAN

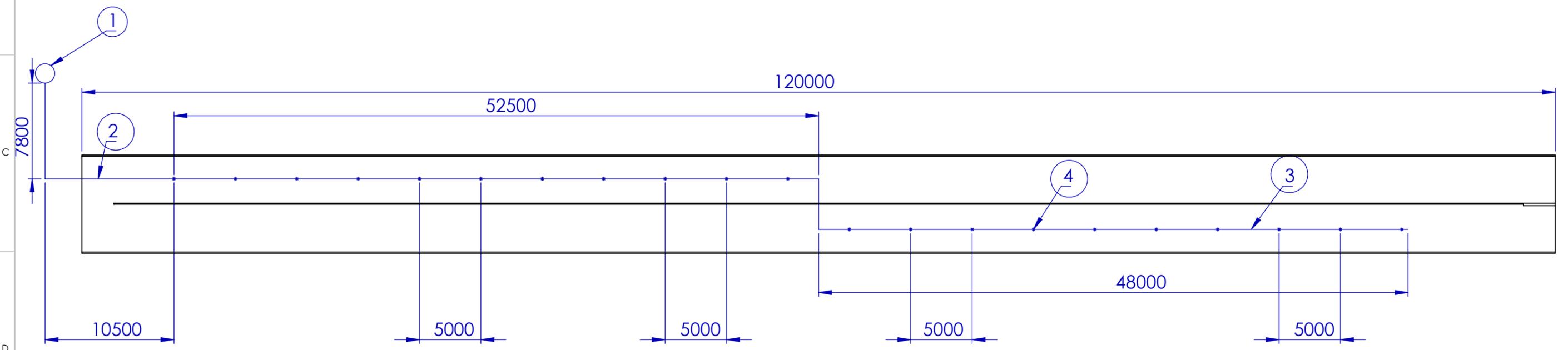


	FECHA	NOMBRES
DIB.		L M H
REV.		I E S B
APR.		
ESCALA	BATEAS Obra Civil	
TOLER +-		

ING. PUENTE, GUSTAVO ING. DE CARLI, ANIBAL	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL(CDU)
	PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA
	COD. PLANO:42-vp
	COD. PIEZA: IC-BA-42



	DIB.	FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE, GUSTAVO ING. DE CARLI, ANIBAL	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL(CDU)
	REV.		L M H		
	APR.		I E S B		
	ESCALA	Layout de la Instalación de Planta		PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA	
	COD. PLANO:48-vp				
TOLER +-	COD. PIEZA: IC-PL-048				



Número en Plano	Código de Pieza	Cantidad
1	SH-TA	1
2	SH-C63	74.8 m
3	SH-C50	48 m
4	SH-AS	20

	FECHA	NOMBRES	ING. PUENTE, GUSTAVO ING. DE CARLI, ANIBAL	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (CDU)
	DIB.	L M H		
	REV.	I E S B		
	APR.			
ESCALA 1:320	Sistema Hídrico		PROYECTO FINAL INGENIERIA ELECTROMECHANICA	
			COD. PLANO:47-vp	
TOLER +-			CÓD. PIEZA: SH-47	



G-PFC-1605A – MEMORIAS DE CÁLCULO

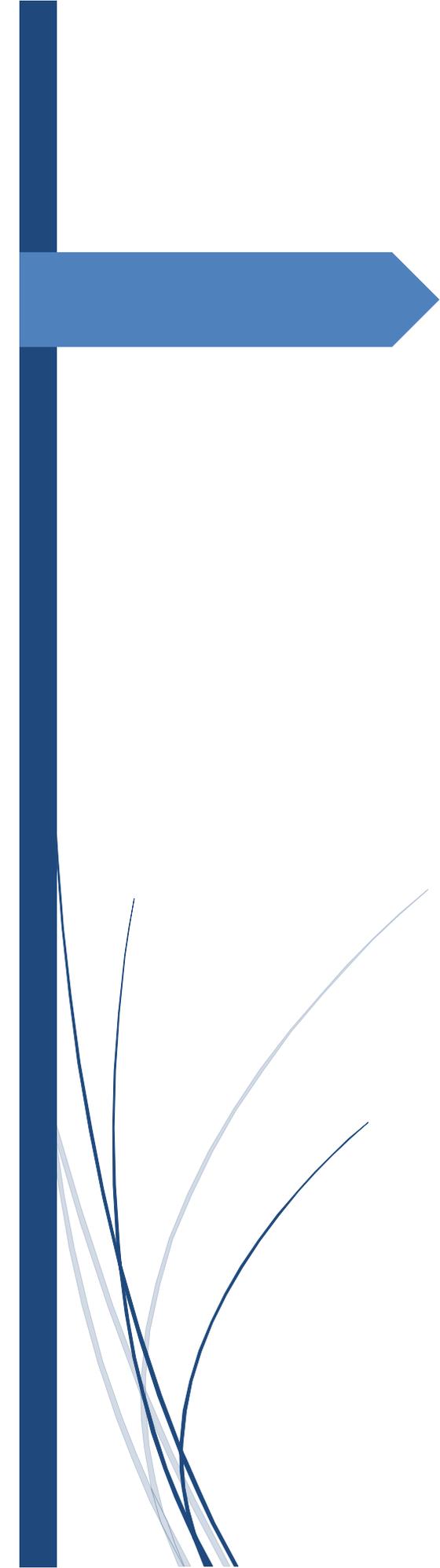
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay

“Sistema de Compostaje
Mecanizado para el Guano de
Gallinas Ponedoras”.

Año: 2017.

AUTORES

HERGERT, LETICIA; SCANDIZZO, I. EZEQUIEL.



Índice fascículo G-PFC-1605A

6. MEMORIA DE CÁLCULO.	5
6.1. MATRICES DE VALORACIÓN.....	5
6.1.1. Criterios de evaluación.....	5
6.2 CUANTIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA A PROCESAR.	6
6.2.1. Disposición de bateas contenedoras.....	7
6.2.2. Disposición geométrica de la pila.....	8
6.2. SISTEMA DE RIEGO.	9
6.2.1. Demanda de humedad.....	9
6.2.1.1. Disposición de los aspersores de riego.	11
6.2.2. Diseño del Sistema de humidificación por aspersores.	11
6.2.3. Diseño de Cañerías.	12
6.2.3.1. Diámetro del tramo aspiración-aspersor 3.	12
6.2.3.1. Diámetro del tramo aspersor 3-aspersor 20.....	13
6.2.4. Pérdida de carga por cañerías.....	14
6.2.4.1. Marco teórico.....	14
6.2.5. Pérdida de carga por accesorios.....	16
6.2.6. Pérdida de carga total.....	17
6.2.7 Selección de la Bomba.	18
6.3. CÁLCULOS MECÁNICOS DEL COMPOSTADOR.....	20
6.3.1. Matriz valoración de Cuchillas.....	20
6.3.2. Cálculo de la fuerza individual de cada cuchilla.	21
6.3.3 Potencia en el Rotor.	23
6.3.4. Potencia del Motor.	23
6.3.5. Selección del Motorreductor.....	24
6.3.5.1 Verificación del Motorreductor.	24
6.3.6. Diseño del Sistema de Transmisión por Cadena.....	26
6.3.6.1 Guía de Selección de la Cadena.	28
6.3.7. Dimensionamiento del Eje del Rotor.	35

6.3.7.1. Matriz valoración: Disposición de Paletas en Rotor.	35
6.3.7.2. Dimensionamiento del Eje.	36
6.3.7.3. Solicitaciones Características. Fuerzas y Momentos.	36
6.3.7.4. Diámetro del Eje.	42
6.3.7.5. Dimensionamiento del caño del rotor.	42
6.3.7.6. Soldadura: Unión Puntera-Eje Rotor.	44
6.3.7.7. Soldadura: Unión Brazo Paleta-Eje Rotor.	47
6.3.8. Rodamientos. Selección y Verificación.	49
6.3.8.1. Unión roscada. Verificación de tornillos sobre cajas de rodamientos.	51
6.3.9. Dimensionamiento de los Brazos-Paletas porta Cuchillas.	55
6.3.9.1. Unión roscada. Bulones entre Paleta y Cuchilla.	57
6.3.10. Accionamiento Longitudinal de la Máquina.	63
6.3.10.1. Matriz de valoración.	63
6.4. CARRO PRINCIPAL.	66
6.4.1. Comportamiento del Riel guía del Carro.	66
6.4.2. Diseño geométrico del Perfil Vigas.	68
6.4.2.1. Perfil de la Viga Principal.	69
6.4.2.2. Perfil de la Viga Lateral Carro Rotor.	72
6.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	74
6.5.1. Circuito de Iluminación.	75
6.5.2. Potencia Total Instalada.	78
6.5.2.1. Cable de Transmisión de Potencia.	78
6.5.3. Dispositivos de Arranque y Maniobra.	82
6.5.4. Ubicación del tablero de mando.	90
6.6. TRANSPORTADORES DE CARGA Y ELECACIÓN.	90
6.6.1. Cálculo y selección del helicoides.	91

Índice de Figuras.

Figura 6-1: Geometría de la pila.	8
Figura 6-2: Esquema de bateas.	9
Figura 6-3: Gráfica de Temperatura, oxígeno y PH en el proceso de compostaje.	9

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 2 de 94
--	-----------------------	---------	----------------

Figura 6-4: Esquema de la instalación de riego.	11
Figura 6-5: Diagrama de Moody. A-1.....	15
Figura 6-6: Esquema de la instalación hídrica.....	18
Figura 6-7: Vista transversal del rotor de la máquina.....	20
Figura 6-8: Esquema de la cuchilla con medidas principales.....	22
Figura 6-9: Gráfica de factor de servicio.	25
Figura 6-10: Conjunto transmisión por cadena en máquina.....	26
Figura 6-11: Diagrama de transmisión por cadena.....	30
Figura 6-12: Presión orientativa de la cadena.	34
Figura 6-13: Plano Eje-Rotor.....	37
Figura 6-14: Diagrama de Fuerzas y Reacciones:.....	37
Figura 6-15: Diagramas de: Momento Flector y Momento Torsor.....	40
Figura 6-16: Cordón de soldadura sobre el eje de la puntera.....	44
Figura 6-17: a. Corte de la unión. b. Corte de la sección del eje.....	45
Figura 6-18: Soldadura de unión eje-paleta.....	47
Figura 6-19: Corte del perfil del brazo.	47
Figura 6-20: a. Corte de la pieza soldada. b. Cordón de soldadura sobre el perfil del brazo.....	48
Figura 6-21: Cargas dinámicas en caja de rodamiento.....	52
Figura 6-22: Corte de la caja. Esquema de cargas.	52
Figura 6-23: Termografía de fuerzas en perfil de brazo.....	56
Figura 6-24: Termografía de desplazamientos en brazos.	57
Figura 6-25: a. Cargas dinámicas sobre la cuchilla. b. Esquema de fuerzas.....	58
Figura 6-26: Gráfica de Factor de Servicio de Lentax.....	62
Figura 6-27: Rueda del carro en vinculación con riel de batea.....	66
Figura 6-28: Termografía de deformaciones en riel de batea.	67
Figura 6-29: Termografía de fuerzas sobre riel de batea.....	68

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 3 de 94
--	-----------------------	---------	----------------

Figura 6-30: Diagrama de cuerpo libre compostador. Vista frontal.	69
Figura 6-31: Diagrama de cuerpo libre compostador. Vista lateral.	72
Figura 6-32: Controlador Lógico Programable (PLC).	85
Figura 6-33: Gráfico de Cantidad de carros porta cable vs recorrido y altura de bucle.	89
Figura 6-34: Sistema porta cable.	89

Índice de tablas.

Tabla 6-1: Matriz de valoración: Bateas.	7
Tabla 6-2: Parámetros del Compostaje.	10
Tabla 6-3: Ubicación del sistema de riego.	11
Tabla 6-4: Pérdida de cargas por tramo en riego.	16
Tabla 6-5: Pérdidas de carga por accesorios.	17
Tabla 6-6: Matriz de valoración: Cuchillas.	21
Tabla 6-7: Resistencia específica del suelo.	22
Tabla 6-8: Tabla del factor de irregularidad "y". Tabla 5 de Renold.	29
Tabla 6-9: Factor de Potencia K. Tabla 2 de Renold.	29
Tabla 6-10: Factor Tv de paso y velocidad (Renold).	32
Tabla 6-11: Factores de rozamientos. Tabla 4 (Renold).	33
Tabla 6-12: Disposición de paletas en rotor.	36
Tabla 6-13: Fuerzas ortogonales sobre el eje.	38
Tabla 6-14: Resumen de las reacciones sobre caja de rodamientos.	53
Tabla 6-15: Matriz de valoración: Mecanismo del sistema de traslación.	63
Tabla 6-16: Matriz de valoración: Perfil de vigas.	68
Tabla 6-17: Consumo de potencia y energía diarias. Potencia de acometida.	78
Tabla 6-18: Carga admisible vs distancia entre soportes. Riel porta cable.	88
Tabla 6-19: Matriz de valoración: Ubicación de tablero de mando.	90
Tabla 6-20: Matriz de valoración: Equipo de transporte y carga de producto.	90

6. MEMORIA DE CÁLCULO.

En este capítulo se tratarán los contenidos aplicando la teoría desarrollada durante la carrera, así como también aquella consultada externamente.

También se ampliará brevemente cualquier información que resulte relevante para mejorar la comprensión de lo tratado aquí.

6.1. MATRICES DE VALORACIÓN.

A menudo se empleará el uso de matrices de valoración que serán herramientas de decisión frente a más de una opción a elegir. Se dispondrán al inicio de cada apartado correspondiente.

6.1.1. Criterios de evaluación.

Para decidir sobre cada uno de los dispositivos o sistemas a implementar en la planta, hemos elaborado tablas de valoración, otorgándole una calificación de 1 a 5 puntos siendo 1 la calificación más baja y por lo tanto la menos viable y 5 la más alta siendo esta la opción más apropiada. Aquel ítem que obtenga el mayor puntaje será el utilizado para este proyecto. Es importante recordar que uno de los objetivos del mismo fue diseñar en base a criterios técnicos y económicos, otorgándole a este último mayor importancia que los restantes.

A continuación se explica brevemente el significado general de los criterios adoptados. Las calificaciones otorgadas para cada caso analizado posteriormente estarán sujetas a la apreciación por parte de los autores de este proyecto.

Consumo de potencia. Influencia sobre el consumo energético total de la máquina o planta.

Costo. Es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.

Eficiencia: Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.

Funcionalidad. Referida a la ejecución de la función propia que despliega una máquina (dispositivo, sistema, etc), en orden a la concreción de una tarea, actividad o trabajo, de manera satisfactoria.

Mantenimiento. Inversión que ayuda a mejorar y mantener la calidad en la producción.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 5 de 94
--	-----------------------	---------	----------------

Resistencia mecánica. Es la capacidad de los cuerpos para resistir las fuerzas aplicadas sin romperse. La resistencia mecánica de un cuerpo depende de su material, geometría y de las solicitaciones a la cual se somete.

Sencillez de fabricación. Si el diseño permite la facilidad de fabricarse y reproducirse a escala industrial.

6.2 CUANTIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA A PROCESAR.

Para definir el tamaño de la nave se debe cuantificar la cantidad de material a procesar. Los elementos que ingresan al proceso son:

- Excretas de gallina por día: 0,088kg/día (valor tabla 2 de manejo de guano).
- Número de gallinas: 100.000 aves.
- Masa total de guano por día: $M_{gu} = 8.800 \text{ kg}$.

Para mantener la relación C/N necesaria para lograr calidad en el abono final, al guano se le adiciona alrededor de un 30% de materia seca con alto contenido carbonado. Haciendo un análisis de los desechos provenientes de otras industrias de la zona (Ej.: maderas, agricultura, etc.) se puede realizar el aprovechamiento de los mismos para cubrir esta demanda. Estos materiales pueden ser: cascara de arroz, aserrín, bagazo de caña, paja, restos de poda, etc.

- Material seco: $M_s = 3700 \text{ kg}$.

Llamaremos **Masa de Gallinaza** a la masa total de la mezcla de guano (M_{gu}) sumado a la materia seca.

La Masa de Gallinaza [M_g] es:

$$M_g = M_{gu} + M_s$$

$$M_g = 8800 \text{ kg} + 3700 \text{ kg}$$

$$M_g = 12500 \text{ kg}$$

El flujo másico de guano estimado a procesar en un lapso de 40 días (estimado) que tendría como duración el proceso para la obtención de abono orgánico será:

$$M_{g40} = M_g * 40 \text{ días}$$

$$M_{g40} = 12.500 \text{ kg} * 40 \text{ días} = 500.000 \text{ kg}$$

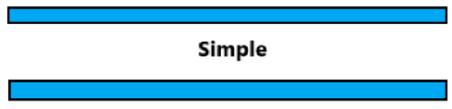
$$M_{g40} = 500tn.$$

Cuando la planta inicia su actividad y transcurrido los 40 días de proceso trabaja en régimen, esto es lleno y continuo, donde diariamente se registran la salida de 12.500 kg de material procesado e ingreso de material virgen en la misma cantidad. Por lo tanto el volumen de la instalación se calcula para la cantidad de guano que se alcanza a los 40 días de iniciado el proceso.

6.2.1. Disposición de bateas contenedoras.

En este apartado se analizaron sólo dos aspectos del tipo disposición espacial, la conveniencia de construir una batea simple y quizás de mayor longitud, frente a una doble más corta, pero más ancha en su total para la planta.

Tabla 6-1: Matriz de valoración: Bateas.

Disposición de Bateas	Batea simple	Batea doble
		
Sencillez de fabricación	5	4
Costo	3	4
Tamaño/espacio	2	5
Innovación	3	3
TOTAL VALORACIÓN	13	16

Conclusión: los criterios económicos y de requerimiento de espacio fueron los decisivos para este caso. Para una batea sola, no requería diseñar un sistema de traslación transversal pero era necesario contar con una extensión mayor del predio que no sólo implicaría la construcción de la batea sino la ampliación del galpón de la planta. Por otro lado las distancias para carga y descarga de materias resultan más extensas lo que introduce mayores costos operativos en el proceso.

Hacer bateas dobles es la más conveniente aunque requerirá de una inversión inicial en el mecanismo de traslación, pero en contrapartida la planta es fácilmente adaptable a cualquier galpón preexistente de crianza aviar por sus dimensiones y reduce significativamente los costos de operación del proceso a largo plazo.

6.2.2. Disposición geométrica de la pila.

Proponemos la siguiente forma para el área transversal de apilado del guano (figura 1); la misma se establece bajo las condiciones de ancho de la máquina compostador y altura mínima requerida para la correcta fermentación de 1,10m.

Entonces:

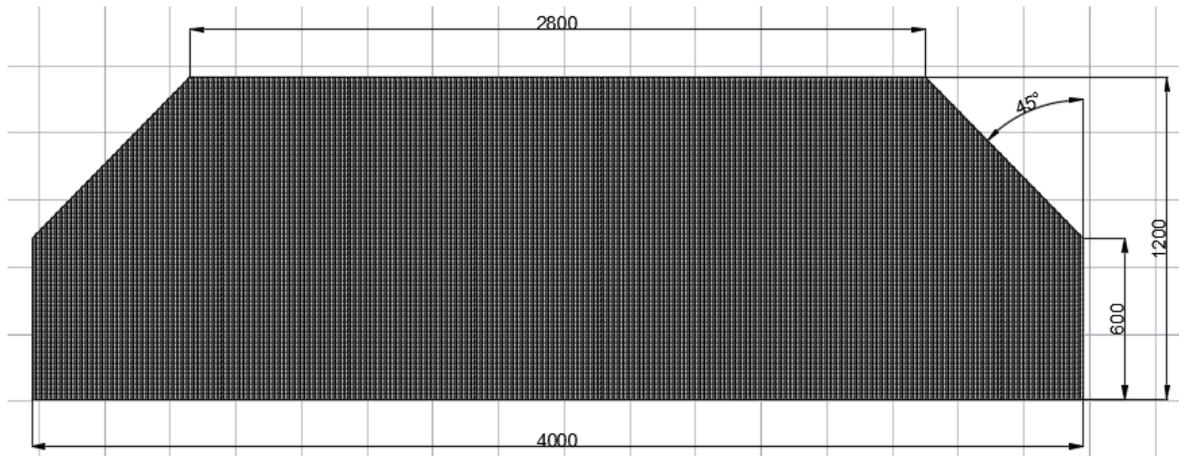


Figura 6-1: Geometría de la pila.

Con esta disposición se tiene un área transversal de $a=4,44 \text{ m}^2$.

Con este valor y el peso específico en promedio de la mezcla es $\gamma_{mezcla}= 550 \text{ kg/m}^3$, el volumen (V) a ocupar del material dentro de la nave es:

$$V = \frac{M_{g40}}{\gamma_{mezcla}} \longrightarrow V = \frac{500000 \text{ Kg}}{550 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} \longrightarrow V = 909,1 \text{ m}^3$$

Por lo tanto el largo (l) de la pila de guano es de:

$$l = \frac{V}{a} \longrightarrow l = \frac{909,1 \text{ m}^3}{4,44 \text{ m}^2} \longrightarrow l = 204 \text{ m}$$

Como la nave posee dos carriles, el largo de la misma resulta de dividir en dos este valor, es decir: $l_{1-2} = 102 \text{ m}$

Las paredes exteriores de la batea tienen cada una 5 (cinco) metros más que la pared interior para que el carro que contiene el rotor pueda realizar el cambio de carril. El espesor de cada pared es de 500mm.

El ancho resultante entre las aristas externas de las paredes es de 9.500 mm. En el esquema de la figura 2 se pueden apreciar las acotaciones.

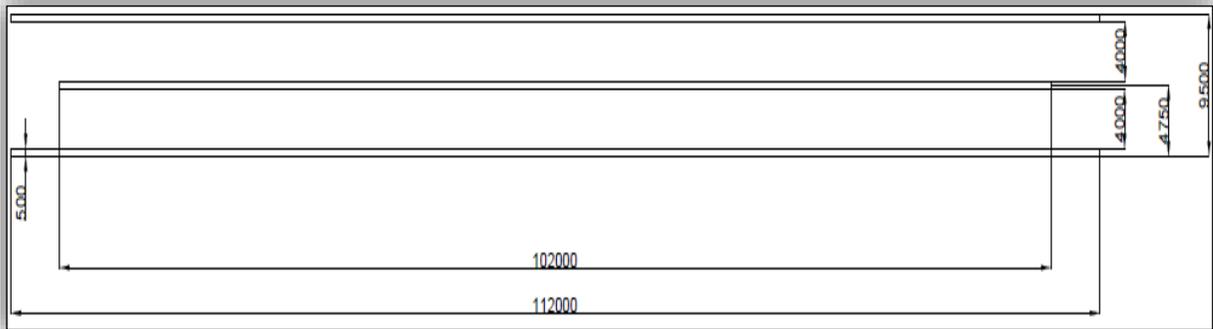


Figura 6-2: Esquema de bateas.

6.2. SISTEMA DE RIEGO.

La transformación de materia ocurrida durante el compostaje se realiza a través de la actividad metabólica de los microorganismos bacteriológicos generando además agua en evaporación.

Pero para que se complete correctamente el proceso, se debe lograr mantener cierto nivel de humedad que a su vez cumple la función de controlar la variable temperatura; ya que superando los 70°C dentro de la pila el carbono entra en combustión y se pierde hacia el aire. Esto resulta muy negativo para la calidad del abono y su valor nutricional para el suelo.

6.2.1. Demanda de humedad.

El riego se debe realizar durante la etapa termófila la cual dura aproximadamente 20 días (la mitad de tiempo del total del proceso) para mantener lo explicado en el apartado 6.2.

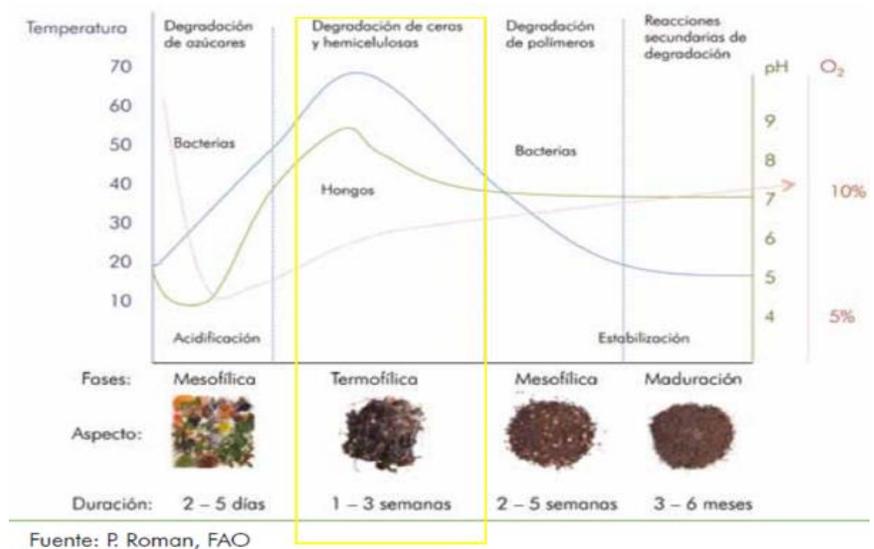


Figura 6-3: Gráfica de Temperatura, oxígeno y PH en el proceso de compostaje.

Tabla 6-2: Parámetros del Compostaje.

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2-5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3-6 meses)
C:N	25:1 – 35:1	15/20	10:1 – 15:1
Humedad	50% - 60%	45%-55%	30% - 40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	<25 cm	~15 cm	<1,6 cm
pH	6,5 – 8,0	6,0-8,5	6,5 – 8,5
Temperatura	45 – 60°C	45°C-Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250-400 kg/m ³	<700 kg/m ³	<700 kg/m ³
Materia orgánica (Base seca)	50%-70%	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

Los parámetros a asegurar son los siguientes:

- Humedad de ingreso a la etapa termófila: $H_e=60\%$.
- Humedad final a la etapa termófila: $H_s=45\%$.

Tiempo del riego: 20 días.

La masa de agua evaporada es la equivalente a adicionar, entonces se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$m_{vap} = \frac{\left(\frac{h_s\%}{100} - \frac{h_e\%}{100} \right) \cdot m_1}{\left(1 - \frac{h_s\%}{100} \right)}$$

Dónde m_1 es la cantidad de material que se está procesando en la etapa termófila. Reemplazando valores:

$$m_{vap} = \frac{\left(\frac{45\%}{100} - \frac{60\%}{100} \right) \cdot 250.000kg}{\left(1 - \frac{45\%}{100} \right)} = -68.182kg \quad (\text{El valor es negativo porque la masa es saliente}).$$

Si a este valor lo afectamos a la cantidad de días, obtenemos el flujo diario de agua necesaria:

$$M_{vap-día} = \frac{68182kg}{20días} = 3.409 \frac{kg}{día}.$$

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 10 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

6.2.1.1. Disposición de los aspersores de riego.

Se evaluó las posibilidades de que la máquina sea la portadora de los picos de riego de esta manera incorpore humedad a su paso o disponer de un ramal suspendido que abarque toda la extensión de las bateas con válvulas de regulación para sectorizar la adición de humedad.

Tabla 6-3: Ubicación del sistema de riego.

Ubicación del sistema de Riego.	Con aspersores sobre viga en máquina.	Con aspersores fijos suspendidos de cabreadas.
Consumo de potencia	2	5
Sencillez de fabricación	3	4
Costo	4	4
Tamaño	4	3
Innovación	3	2
TOTAL VALORACIÓN	16	18

Conclusión: el consumo energético marcó diferenciada ventaja de los aspersores suspendidos respecto a los portados por el compostador.

6.2.2. Diseño del Sistema de humidificación por aspersores.

Se propone implementar un sistema de tubos con aspersores que cubra la superficie limitada a la etapa termófila, que se concentrará principalmente en el centro de las bateas edificadas.

Estará compuesto por una línea unifilar con 20 aspersores cada una, separados entre sí por una distancia de 5 metros como se muestra en el esquema siguiente.

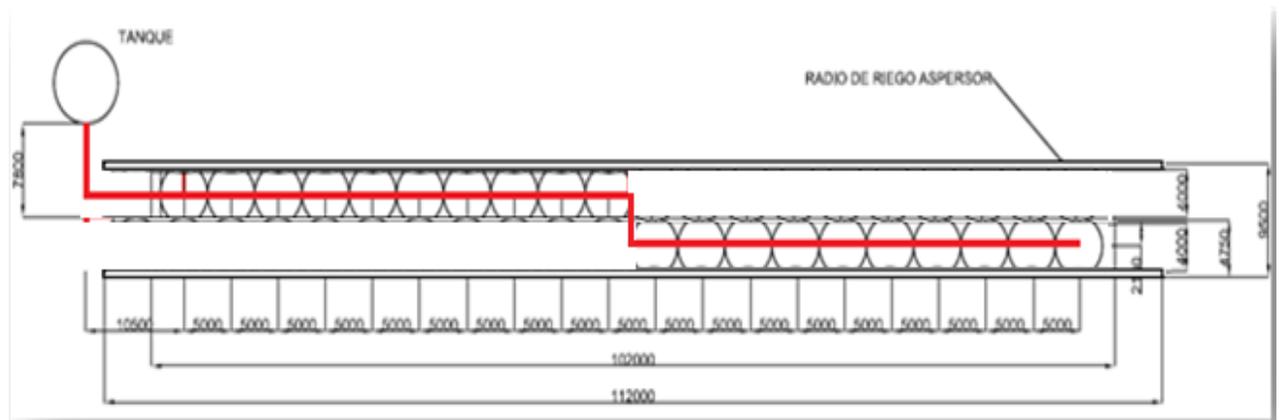


Figura 6-4: Esquema de la instalación de riego.

A continuación se tendrán las características técnicas de las boquillas de chorros de los aspersores.

CARACTERÍSTICAS

- Estos modelos de sector variable permiten ajustar la difusión de chorros con facilidad
- Con difusores que a una presión de 2,1 bar; 210 kPa alcanzan una distancia de 2,4 m a 5,2 m, convirtiéndolos en la mejor elección para las instalaciones con pendientes, cubiertas vegetales y arbustos
- Conexión: ½"

DATOS DE RENDIMIENTO DE LAS BOQUILLAS DE CHORRO MODELO S-16A							
Sector S-16A	Presión		Radio m	Caudal		Pluv. mm/h	
	bar	kPa		m ³ /h	l/min	■	▲
90° 	1,0	100	4,3	0,08	1,4	18	21
	1,5	150	4,6	0,10	1,6	18	21
	2,0	200	5,0	0,11	1,9	18	21
	2,1	210	5,0	0,11	1,9	18	21
	2,5	250	5,3	0,13	2,1	18	21
180° 	1,0	100	4,3	0,14	2,3	14	17
	1,5	150	4,6	0,17	2,8	15	18
	2,0	200	5,0	0,20	3,3	16	18
	2,1	210	5,0	0,20	3,4	16	19
	2,5	250	5,3	0,23	3,8	16	19
360° 	1,0	100	4,3	0,23	3,9	12	14
	1,5	150	4,6	0,30	5,0	14	16
	2,0	200	5,0	0,36	6,1	15	17
	2,1	210	5,0	0,38	6,3	15	17
	2,5	250	5,3	0,43	7,2	16	18

Nota = La presión óptima está indicada en negrita.

BOQUILLAS DE CHORROS



S-8A
Radio: 2,1 m a 2,6 m



S-16A
Radio: 4,3 m a 5,3 m

Se debe asegurar una presión de 2 kg/cm² en el aspersor más alejado de la bomba.

Teniendo en cuenta la cantidad de aspersores, el caudal requerido será:

$$Q_{asp-3} = 0,36 \frac{m^3}{h} * 20$$

$$Q_{asp-3} = 7,2 \frac{m^3}{h}$$

6.2.3. Diseño de Cañerías.

6.2.3.1. Diámetro del tramo aspiración-aspersor 3.

El diámetro económico de la cañería para una velocidad de servicio normal de agua de $v=1,8m/s$. será:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 12 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

$$d_e = 18,88 \sqrt{\frac{Q_{asp-3}}{v}}$$

$$d_e = 18,88 \sqrt{\frac{7,2 \frac{m^3}{h}}{1,8 \frac{m}{s}}} = 37,76mm$$

Del catálogo del fabricante Tigre de caños se elige el modelo comercial más próximo siendo el PN20 tipo auto soldable, con un diámetro exterior de 63 mm cuyo diámetro interno es de 45,6mm.

Diám. Ext.	Espesor	Diám. Int.
16	2.3	11.4
20	2.8	14.4
25	3.5	18.0
32	4.5	23.0
40	5.6	28.8
50	6.9	36.2
63	8.7	45.6

Recalculando la velocidad del fluido para el diámetro real interno de la cañería:

$$V_{asp-3} = 1,23 \text{ m/s.}$$

6.2.3.1. Diámetro del tramo aspersor 3-aspersor 20.

Teniendo en cuenta la cantidad de aspersores en el tramo que va del aspersor 3 al aspersor 20, el caudal requerido será:

$$Q_{3-20} = 0,36 \frac{m^3}{h} * 17 = 6,12 \frac{m^3}{h}$$

El diámetro económico de la cañería para una velocidad de servicio normal de agua de 1,8m/s. será:

$$d_e = 18,88 \sqrt{\frac{Q_{3-20}}{v}}$$

$$d_e = 18,88 \sqrt{\frac{6,12 \frac{m^3}{h}}{1,8 \frac{m}{s}}} = 34,81mm$$

Se elige el modelo comercial más próximo superior siendo el PN20 tipo auto soldable, con un diámetro exterior de 50 mm cuyo diámetro interno es de 36,2 mm.

Recalculando la velocidad del fluido para el diámetro real interno de la cañería:

$$V_{3-20}=1,66 \text{ m/s}$$

Diám. Ext.	Espesor	Diám. Int.
16	2.3	11.4
20	2.8	14.4
25	3.5	18.0
32	4.5	23.0
40	5.6	28.8
50	6.9	36.2
63	8.7	45.6

6.2.4. Pérdida de carga por cañerías.

6.2.4.1. Marco teórico.

Para obtener las pérdidas de carga introducidas se analizan los conceptos que rigen a la mecánica de fluidos. A continuación se describe el procedimiento de cálculo que se utilizará para hallarlas para luego poder dimensionar el equipo de bombeo adecuado.

Las pérdidas registradas dependerán de variables como: diámetro de tubos, tipo de fluido y velocidad del mismo, presión de trabajo y caudal requerido.

Procedimiento:

1. Cálculo del número de Reynolds: $Re = \frac{\varnothing * \rho * v}{\mu}$

Dónde: ρ : es la densidad del fluido ($1.000 \frac{Kg}{m^3}$)

μ : es la viscosidad del fluido ($1.007 \frac{Kg}{m*s}$)

v: velocidad de fluido (m/s).

\varnothing : Diámetro de la cañería en (m).

2. Factor de fricción f.

Con el R_e y la rugosidad relativa del material se ingresa al diagrama de Moody (A-1).

Rugosidad de relativa del caño diámetro 45.5: $\epsilon/\varnothing=0,00003$

Rugosidad de relativa del caño diámetro 36.2: $\epsilon/\varnothing=0,00004$

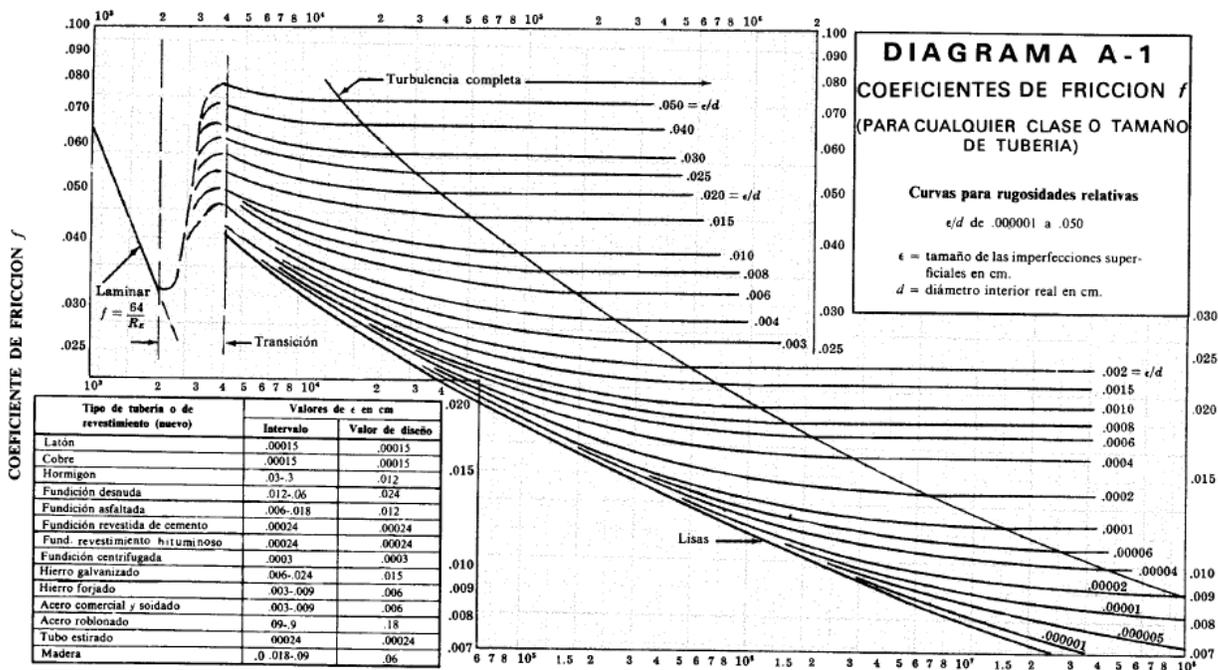


Figura 6-5: Diagrama de Moody. A-1.

3. Pérdida de carga H_f .
$$H_f = \frac{f \cdot l \cdot v^2}{2 \cdot g_c \cdot \phi}$$

Dónde: g_c es la aceleración de la gravedad ($9,81 \frac{m}{s^2}$).

v : es la velocidad del fluido ($\frac{m}{s}$).

ϕ : diámetro interno de la tubería (m).

L : longitud del tramo de estudio (m).

A continuación se encuentran tabuladas las pérdidas de carga según procedimiento de cálculo mencionado para cada tramo de la instalación. La sumatoria de ellas será la carga total que se valorará para diseñar el sistema de bombeo.

Tabla 6-4: Pérdida de cargas por tramo en riego.

		tramos recto						
pérdida de carga en el tramo aspiración-apersora1		caudal(m3/h)	caudal(l/h)	vel(m/s)	p.carga unitaria(mmca/m)	p. carga(mmca)	p.carga(m)	Ø tubería(mm)
		7,2	7200	1,23	160,3	2933,5	0,659	45,6
pérdida de carga de tramos entre aspersores	Aspersor	caudal(m3/h)	caudal(l/h)	vel(m/s)	pérdida de carga			
	20	0,36	360	0,1	2,1	10,5	0,01	36,2
	19	0,72	720	0,19	3,1	15,5	0,015	36,2
	18	1,08	1080	0,29	5,2	26	0,026	36,2
	17	1,44	1440	0,39	6,49	32,45	0,032	36,2
	16	1,8	1800	0,48	9,83	49,15	0,049	36,2
	15	2,16	2160	0,58	18,2	91	0,091	36,2
	14	2,52	2520	0,68	24,5	122,5	0,122	36,2
	13	2,88	2880	0,78	28,2	141	0,141	36,2
	12	3,24	3240	0,88	31,3	156,5	0,156	36,2
	11	3,6	3600	0,98	38,5	192,5	0,192	36,2
	10	3,96	3960	1,08	48,2	241	0,241	36,2
	9	4,32	4320	1,17	52,3	261,5	0,261	36,2
	8	4,68	4680	1,27	67,6	338	0,338	36,2
	7	5,04	5040	1,37	73,2	366	0,366	36,2
	6	5,4	5400	1,45	82,5	412,5	0,412	36,2
	5	5,76	5760	1,57	95,1	475,5	0,475	36,2
4	6,12	6120	1,66	114,9	574,5	0,574	36,2	
3	6,48	6480	1,11	120,5	602,5	0,15	45,6	
2	6,84	6840	1,17	142,4	712	0,16	45,6	
1	7,2	7200	1,23	160,3	801,5	0,18	45,6	
pérdida de carga total entre aspersores							3,991	
pérd. de carga de tramo recto de la instalación							4,65	

6.2.5. Pérdida de carga por accesorios.

De caños Tigre se elige la siguiente lista de accesorios para la instalación de la red.

$$Z = \frac{\xi V^2 \delta}{2}$$

Fuente: DIN 1988 Parte 3

Z= Pérdida de presión por fricción (Pa)
V= Velocidad de circulación (m/s)

ξ = Coeficiente de pérdida para accesorios
 δ = Densidad (Kg/m³)

Tabla datos de Cálculo

Coeficiente de pérdida ξ para accesorios Fusión Tigre

Accesorio	Modelo	Simbolo	Observaciones	Coeficiente ξ
Unión Simple				0.25
Buje reducción			Reducción ...en 1 dimensión ...en 2 dimensiones ...en 3 dimensiones ...en 4 dimensiones ...en 5 dimensiones ...en 6 dimensiones	0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90
Codo 90°				1.20

Preparó:
HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.

Revisó: P.A.R. 1-9-17

Aprobó:

Página 16 de 94

Codo 45°				0.50
Te				0.25
			Caudal divergente	1.20
			Caudal convergente	0.80
			Oposición con caudal divergente	1.80
			Oposición con caudal convergente	3.00

En la tabla 5 se utiliza la fórmula de pérdida de carga para accesorios afectado por la cantidad de elementos necesarios para tabular las pérdidas introducidas:

Tabla 6-5: Pérdidas de carga por accesorios.

		accesorios					
pérdida de carga en el tramo aspiración-apersor1		vel(m/s)	elemento	ξ	p.carga (Pa)	p. carga(m)	\varnothing tubería(mm)
		1,23	4 codos 90°	1,2	3631		45,6
			reduccion	0,5	378,23		
pérdida de carga de tramos entre aspersores	Aspersor	vel(m/s)			perdida de carga		
	20	0,1	codo 90°	1,2	6		36,2
	19	0,19	T a travez	1,2	21,66		36,2
	18	0,29	T a travez	1,2	50,46		36,2
	17	0,39	T a travez	1,2	91,26		36,2
	16	0,48	T a travez	1,2	138,24		36,2
	15	0,58	T a travez	1,2	201,84		36,2
	14	0,68	T a travez	1,2	277,44		36,2
	13	0,78	T a travez	1,2	365,05		36,2
	12	0,88	T a travez	1,2	464,64		36,2
	11	0,98	T a travez	1,2	576,24		36,2
	10	1,08	T a travez	1,2	699,84		36,2
	9	1,17	T a travez	1,2	821,34		36,2
	8	1,27	T a travez	1,2	967,74		36,2
	7	1,37	T a travez	1,2	1126,14		36,2
	6	1,45	T a travez	1,2	1261,5		36,2
	5	1,57	T a travez	1,2	1478,94		36,2
4	1,66	T a travez	1,2	1653,36		36,2	
3	1,11	T a travez	1,2	739,26		45,6	
2	1,17	T a travez	1,2	821,34		45,6	
1	1,23	T a travez	1,2	907,74		45,6	
			codo 90°	1,2	907,74		45,6
pérdida de carga total entre aspersores					13577,77		
pérdida de carga de accesorios de la instalación					17587	1,79	

6.2.6. Pérdida de carga total.

La pérdida de carga total de la instalación es la resultante de la suma de la pérdida de carga en tramos rectos más la de los accesorios:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 17 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

$$H_f = P_{tr} + P_{acc}$$

$$H_f = 4.65m + 1.79m = 6,44m$$

6.2.7 Selección de la Bomba.

El sistema se equipará con una bomba del tipo centrífuga que cumpla con las siguientes condiciones de diseño.

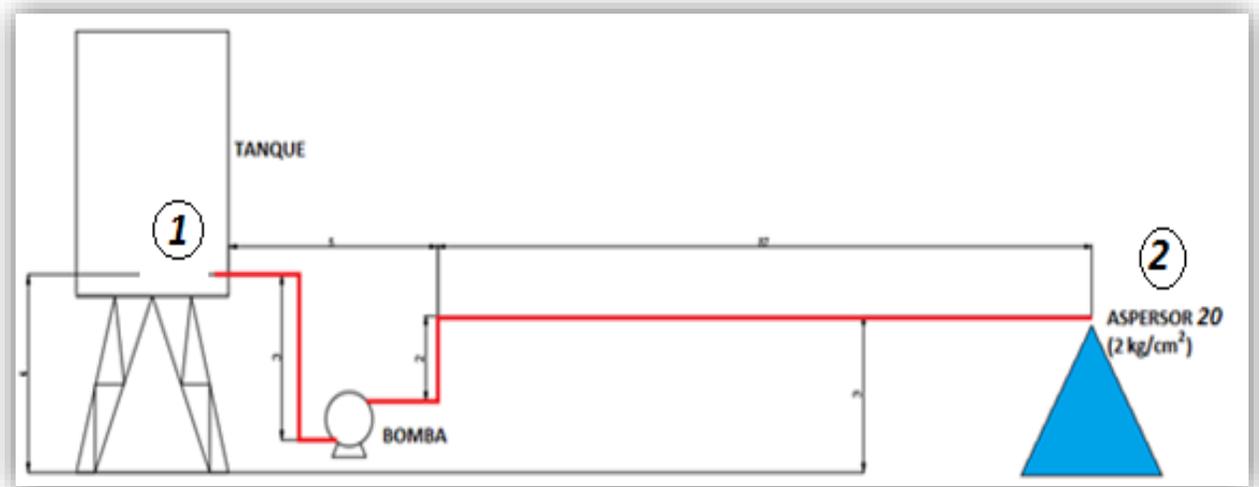


Figura 6-6: Esquema de la instalación hídrica.

La altura manométrica de la bomba se obtiene de realizar un balance de energía entre el punto 1 y punto 2.

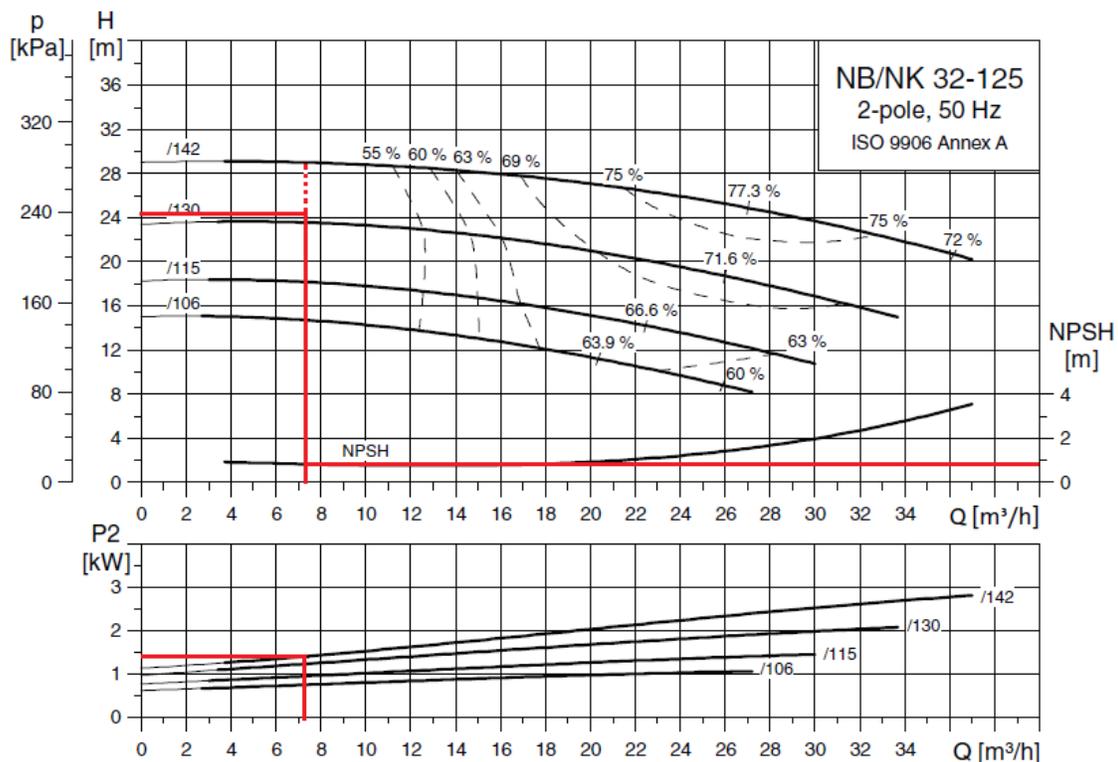
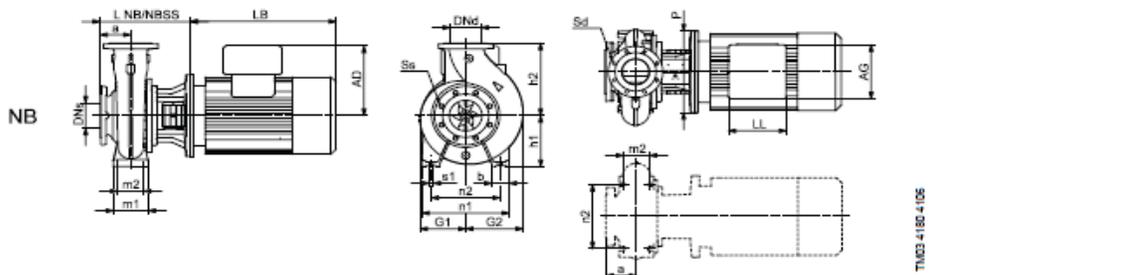
Mediante la siguiente expresión se obtiene h_{bomba} que es la energía de altura a proporcionar por la bomba.

$$h_{bomba} = H_f + \left(\frac{P_2 - P_1}{\gamma} \right) + (h_2 - h_1)$$

Reemplazando valores obtenemos la altura manométrica:

$$h_{bomba} = 6.44 m + \frac{\left(3 \frac{kg}{cm^2} - 1 \frac{kg}{cm^2} \right) \frac{(100 cm)^2}{1 m^2}}{\frac{1000 kg}{m^3}} + (3 m - 5 m) \rightarrow h_{bomba} = 24,44 m$$

De catálogo del fabricante de bombas centrífugas Grundfos se elige el modelo NB 32 con un diámetro de rodete de 125 mm.



El NPSH de la instalación es la suma algebraica compuesta por los siguientes términos: la pérdida de carga por aspiración, la diferencia de altura entre el tanque y la bomba, la diferencia de presión del fluido en la aspiración de la bomba y la de vaporización y el término correspondiente a la velocidad.

El NPSH requerido en la aspiración de la bomba es de 0,9 m.

$$NPSH = -H_{fasp} + ht - hb + \left(\frac{P_t - P_{evap}}{\gamma} \right) - \frac{v^2}{2g}$$

$$NPSH = -0.6 \text{ m} + 5 \text{ m} - 1 \text{ m} + \left(\frac{1 - 0.023}{1000} \right) \cdot 100^2 \text{ m} - \frac{1.22^2}{2 \cdot 9.81} \text{ m} \longrightarrow \boxed{NPSH = 13.1 \text{ m}}$$

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 19 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Condición necesaria: $NPSH > NPSH_{requerido}$

$$13,1 \text{ m} > 0,9 \text{ m} \quad \text{VERIFICA.}$$

Se observa que el NPSH de la instalación es ampliamente mayor que el requerido por la bomba, esto asegura que la máquina no cavitará.

6.3. CÁLCULOS MECÁNICOS DEL COMPOSTADOR.

Como primera medida, para hallar la potencia en el rotor, calcularemos la fuerza que ejerce la cuchilla al tomar contacto con la mezcla gallinaza. Para esto se aplicará la teoría de arado de reja de Enrique Botta (véase sección 7.2.), ya que la acción del arado se asemeja considerablemente al trabajo realizado por las cuchillas del compostador.

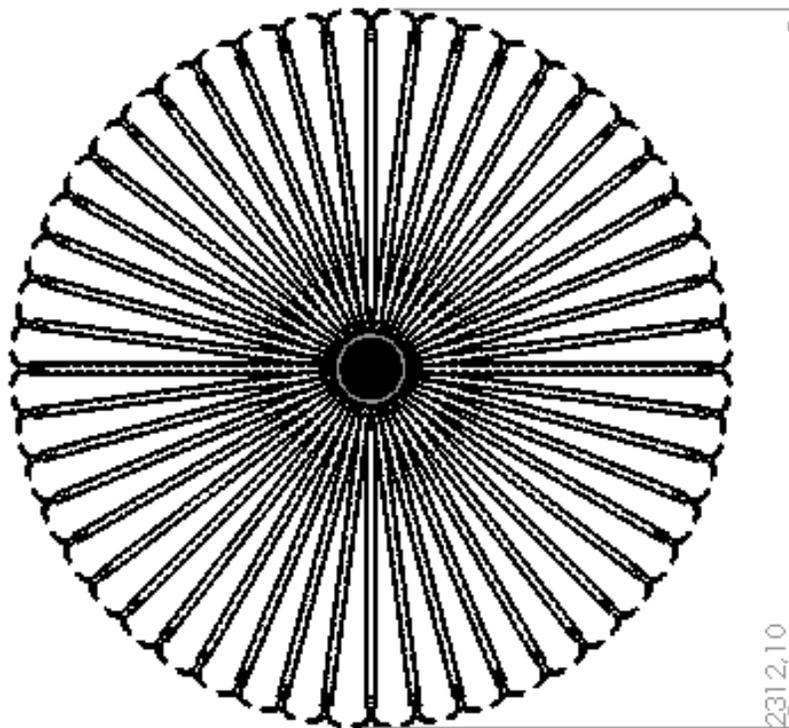


Figura 6-7: Vista transversal del rotor de la máquina.

6.3.1. Matriz valoración de Cuchillas.

Se presentan 3 tipos de modelos. Los tipos A y C, son existentes en el mercado. El A tiene la particularidad de producir mayor arrastre de material, mientras que el tipo C está orientado hacia la molienda, es decir generar mayores cortes en el mismo. El tipo B se diseñó para que cumplan ambas funciones.

Tabla 6-6: Matriz de valoración: Cuchillas.

	Tipo A	Tipo B	Tipo C
CUCHILLAS			
Resistencia Mecánica	3	5	5
Sencillez de fabricación	4	3	3
Mantenimiento	3	5	5
Costo	4	5	5
Funcionalidad	3	5	3
Consumo de Potencia	3	4	4
TOTAL VALORACIÓN	20	27	25

Conclusión: La cuchilla B, resulta la más favorable. Su diferencia sobre las demás se da en el consumo de potencia gracias a su perfil de corte, y en la funcionalidad ya que trabaja con invirtiendo el giro del motor (por tener filos bidireccionales).

El recambio de cuchillas resulta sencillo, y resulta ser muy económica su fabricación.

6.3.2. Cálculo de la fuerza individual de cada cuchilla.

$$F_c = P_p \cdot A_c$$

Donde P_p es la resistencia a la penetración del material: $P_p = 5 \text{ N/cm}^2 = 0.5 \text{ Kg/cm}^2$.

Este valor se extrae de la teoría de arado de reja (Botta) para un suelo arcilloso. Suponemos este tipo de suelo por tener características similares al guano cuando ingresa al proceso, ya que se encuentra en estado pantanoso.

Tabla 6-7: Resistencia específica del suelo.

Tipo de suelo	Resistencia específica (kPa)	Resistencia específica (N/cm ²)
Suelos arenosos	20 a 30	2 a 3
Suelos medios	30 a 40	3 a 4
Suelos arcillosos	40 a 70	4 a 7

En la figura 8 se muestra un esquema con las medidas constructivas de la cuchilla a analizar.

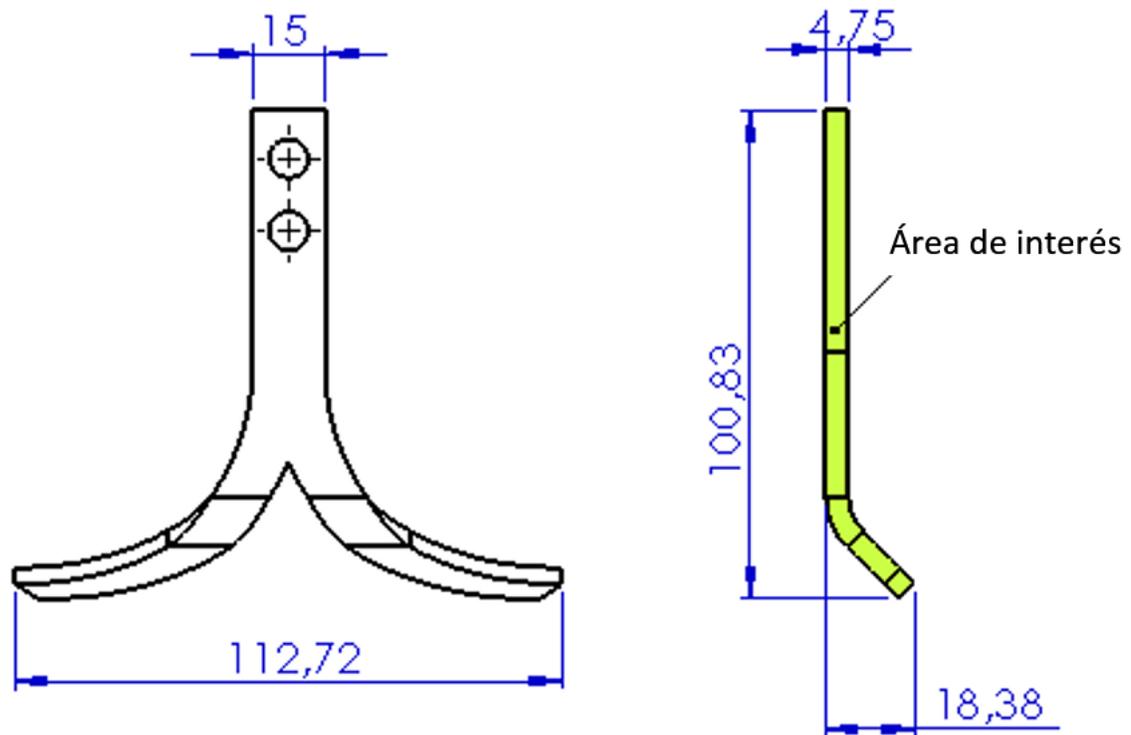


Figura 6-8: Esquema de la cuchilla con medidas principales.

El área frontal de la cuchilla es $A_c = 9,5 \text{ cm}^2$.

Reemplazando valores en: $F_c = P_p \cdot A_c$

$$F_c = 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 9,5 \text{ cm}^2 \implies F_c = 4,75 \text{ kg}$$

6.3.3 Potencia en el Rotor.

Con el valor de la fuerza ejercida por cada cuchilla y sabiendo la velocidad de rotación del rotor podemos establecer la potencia necesaria de trabajo.

Entonces proponemos los siguientes valores de operación:

Velocidad de rotor: $V_r=60$ rpm.

Velocidad de cuchilla: V_c está dada por el producto entre la velocidad angular [RPM] y el radio del rotor r .

$$V_c = \frac{2 \pi}{60} \cdot RPM \cdot r$$

$$V_c = \frac{2 \pi}{60} \left(\frac{1}{RPM \cdot s} \right) \cdot 60 RPM \cdot 1.15 m \rightarrow V_c = 7.2 \frac{m}{s}$$

El número de cuchillas involucradas según la altura de la pila de guano: $n= 28$ unidades.

La potencia del rotor N está dada por:

$$N = n * F_c * V_c$$

$$N = 28 * 4,75kg * 7,2 \frac{m}{s} = 957,6 \frac{kgm}{s} \rightarrow N = 9,4kW$$

6.3.4. Potencia del Motor.

Para determinar la potencia del motor debemos afectar la potencia en el rotor de los rendimientos de la cadena y el reductor.

El reductor elegido contiene dos trenes de engranajes rectos cuyo rendimiento global es: $\eta_{red}=0,96$ (coeficiente para motorreductores de dos trenes de engranajes).

Rendimiento de la cadena:

$$\eta_{cad}=0,95$$

Entonces la potencia del motor es:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 23 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

$$N_m = \frac{N}{\eta_{red} \cdot \eta_{cad}} \longrightarrow N = \frac{9.4 \text{ kW}}{0.96 \cdot 0.95} \longrightarrow N = 10.4 \text{ kW}$$

6.3.5. Selección del Motorreductor.

Se elige del catálogo digital del fabricante LENTAX un motorreductor con las siguientes características:

- Tipo colineal de dos trenes de engranajes. Se destacan por tener mayor rendimiento frente a otros y para este caso su disposición de ejes y dimensión geométrica lo hace versátil para la máquina.



Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos
kW	HP	(RPM)	(i)		(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página
11,00 kW	15,00 HP	133,0	10,95	C4T2 15,00	2,50	782	1460	1610	644	216	pag 57	pag 75
		149,0	9,77	C4T2 15,00	2,75	697	1460	1610	644	216	pag 57	pag 75
		156,0	9,34	C4T2 15,00	2,75	666	1460	1280	512	216	pag 57	pag 75

6.3.5.1 Verificación del Motorreductor.

Se seguirá los pasos sugeridos en el catálogo del fabricante para verificar el equipo, es decir que cumpla con todas las condiciones de funcionalidad, capacidad y diseño.

Desarrollo:

1-Se debe cumplir que el factor de seguridad F_z (propio del reductor =2,75) sea mayor que el factor de servicio F_s (véase figura 9) dependiente de las horas de trabajo, el número de arranque por hora y la naturaleza de la carga.

La máquina realiza los dos ciclos diarios en un tiempo total aproximado de 1 hora y 45 minutos, se toma un arranque cada 2 horas, y se intercepta la curva 2 que tiene en cuenta el tipo de carga (carga pulsante).

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 24 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Entonces:

$$F_z = 2,5$$

$$F_s = 1,0$$

Cumple con la condición seguridad.

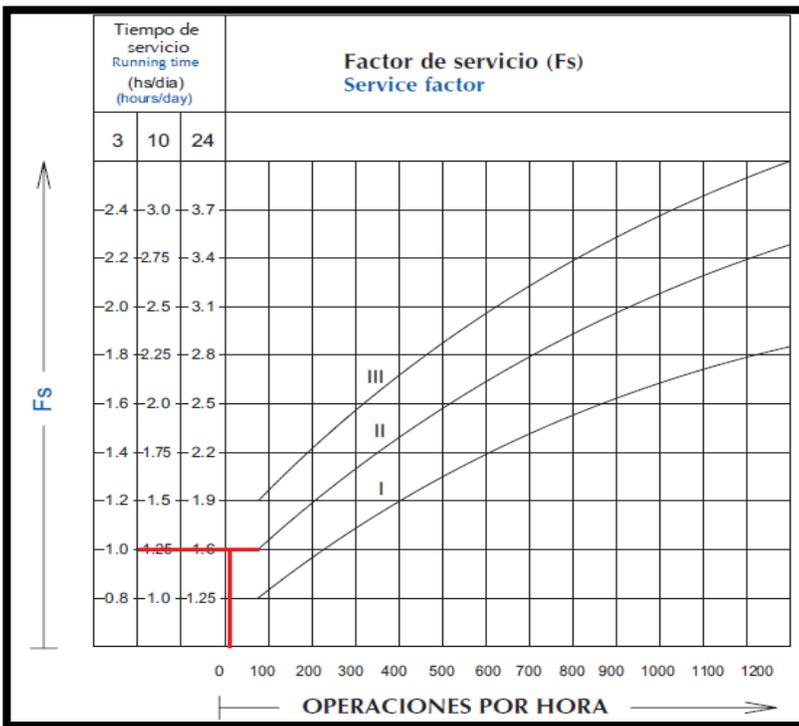


Figura 6-9: Gráfica de factor de servicio.

2- La carga radial actuante en el eje del reductor es de 621,55 kg (obtenida en apartado 6.3.6.1. pág 28.) y la admisible es de 1.610 kg (ver catálogo Lentax). Por lo tanto no tendremos problemas de resistencia de carcasa.

3-Codificación para el pedido del motorreductor:

C4T2-1500/4-149-B3-xxx

Se provee de un motor marca Weg de 11 kW con un régimen nominal de 1475 RPM.

CODIGO DE DESIGNACION / UNIT DESIGNATIONS

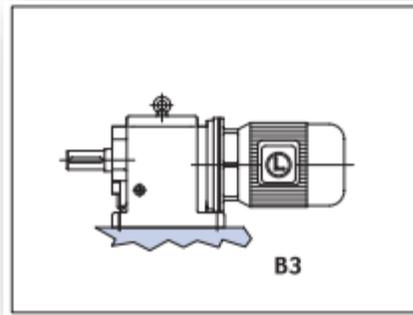
Cada unidad se subdivide en 5 campos con sus correspondientes siglas o números. Juntando éstos se obtiene el código de designación del equipo. Every unit contains 5 fields composed by characters or numbers . Joining these items we obtain the unit designation code.

Ejemplo: C3T - 200/6 FRB - 34 - B3 - XXX
In example

C3T	200/6 FRB	34	B3	XXX
① MODELO MODEL	② MOTOR MOTOR	③ VELOCIDAD OUTPUT R.P.M.	④ MONTAJE MOUNTING POSITION	⑤ KIT KIT

① MODELO MODEL	EJECUCION UNIT TYPE	R: Reductor / Reducer MR: Motorreductor sin motor de fabrica / Gearbox with motor flange
	TAMAÑO UNIT SIZE	C00 - C0 - C1 - C2 - C3 - C4 - C45 - C5 - C6 FR - TR - HR - SR

-Posición de montaje. B3.



6.3.6. Diseño del Sistema de Transmisión por Cadena.

Diseño de la Transmisión.

- Máquina motriz: motorreductor eléctrico, piñón de 23 dientes y velocidad de 149 rpm.
- Máquina inducida: Rotor mezclador (produce cargas pulsantes), Corona de 57 dientes (se busca establecer una velocidad de trabajo de 60 RPM).
- Relación de transmisión: 2,48.

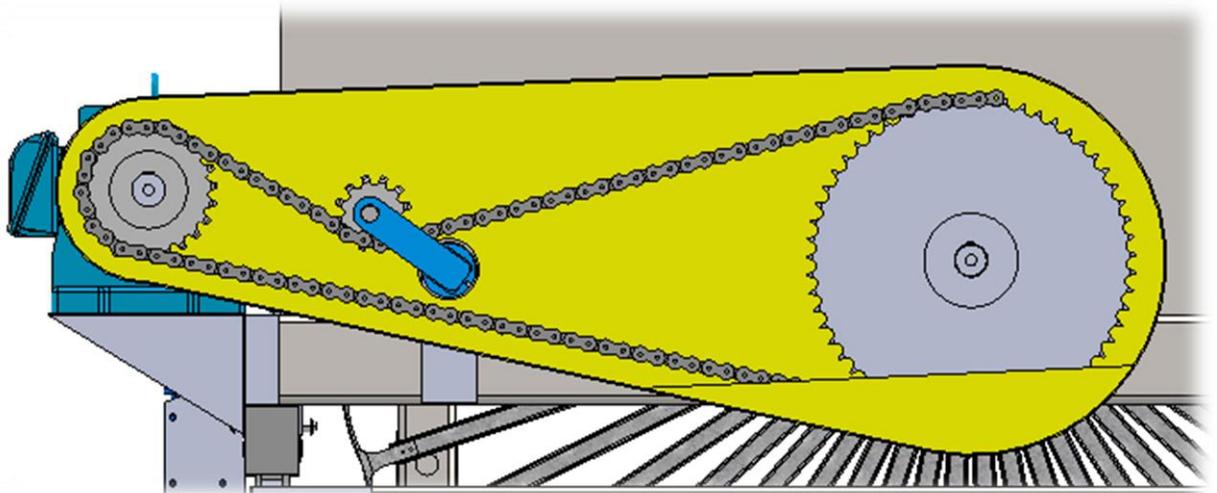
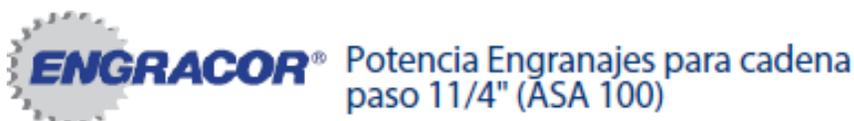


Figura 6-10: Conjunto transmisión por cadena en máquina.

De la Marca comercial Engracor, ubicada en el parque industrial de Rafaela, Santa Fé, se elige corona y piñón con las siguientes características teniendo en cuenta paso P y número de dientes Z.

El material de las ruedas dentadas es Acero SAE 1045.

El piñón posee 23 dientes y una velocidad de giro de 149 rpm siendo capaz de transmitir una potencia de 20 hp (15 kW), por lo tanto resiste ampliamente las condiciones para nuestro sistema de transmisión ya que la potencia de diseño es 15 hp.



N° dientes z	Revoluciones por minuto (RPM) engranaje más chico									
	10	25	50	100	200	300	400	500	600	700
19	1.46	3.34	6.23	11.60	21.70	31.20	40.50	49.50	58.30	67.00
20	1.55	3.53	6.58	12.30	22.90	33.00	42.80	52.30	61.60	70.80
21	1.63	3.72	6.94	13.00	24.20	34.80	45.10	55.10	65.00	74.60
22	1.71	3.91	7.30	13.60	25.40	36.60	47.40	58.00	68.30	78.50
23	1.80	4.10	7.66	14.30	26.70	38.40	49.80	60.80	71.70	82.30
24	1.88	4.30	8.02	15.00	27.90	40.20	52.10	63.70	75.00	86.20
25	1.97	4.49	8.38	15.60	29.20	42.00	54.40	66.60	78.40	90.10
26	2.05	4.68	8.74	16.30	30.40	43.80	56.80	69.40	81.80	94.00
28	2.22	5.07	9.47	17.70	33.00	47.50	61.50	75.20	88.60	102.0
30	2.40	5.47	10.20	19.00	35.50	51.20	66.30	81.00	95.50	110.0

Potencia expresada en HP/Power in HP

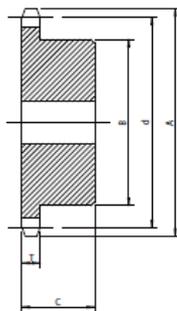
Factores de hileras múltiples Multiple Line Factor	
Hileras	Factor hilera
1	1.0
2	1.9

Otras características técnicas en catálogo:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 27 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------



Discos, Piñones y Ruedas de Acero
para Transmisiones de Cadenas
Sprockets and Plate Wheels
for Roller Chain



Dimensiones para tipo Americano
(ASA - ANSI) PASO/Pitch T
ASA100 (11/4) 17

Macizo Solid
Cubo soldado Welded Hub
Pieza soldada Welded Piece

Paso - Pitch 11/4" ASA 100 31,75 mm BS 20		ØRodillo - Roller 19,05 mm ØRodillo - Roller 19,05 mm						
Z	Diámetro Primitivo(d) Pitch Circle Diameter(d)	Diámetro Exterior(A) Top Diameter(A)	Diámetro Cubo(B) Hub Diameter(B)			Largo Total(C) Total Length(C)		
			S	D	T	S	D	T
21	213.03	229.70	110	140	140	55	80	115
22	223.10	239.88	110	140	140	55	80	115
23	233.17	250.05	110	140	140	55	80	115
24	243.25	260.22	120	180	180	55	80	115
25	253.32	270.38	120	200	200	55	80	115
26	263.41	280.53	120	200	200	55	80	115
27	273.49	290.69	120	200	200	55	80	115
28	283.57	300.84	120	200	200	55	80	115
29	293.66	310.99	120	200	200	55	80	115
30	303.75	321.13	120	200	200	55	80	115
35	354.20	371.82	130	200	200	60	90	130
38	384.48	402.22	130	140	140	70	90	130
40	404.67	422.47	130	140	140	70	90	130
45	455.15	473.10	130	140	140	70	90	130
50	505.65	523.70	140	150	150	80	100	130
57	576.35	594.53	140	150	150	80	100	130
60	606.66	624.88	140	150	150	80	100	130

6.3.6.1 Guía de Selección de la Cadena.

La selección de la cadena tendrá como base la guía de cálculo del manual de “cadenas articuladas de acero” de Renold.

Desarrollo:

1) Coeficiente de Impacto.

Se adopta un coeficiente de impacto igual a 2 para cargas pulsantes y choques ligeros ya que las paletas del rotor no trabajan de forma continua (ver tabla 8).

Tabla 6-8: Tabla del factor de irregularidad "y". Tabla 5 de Renold.

Solicitud	Coefficiente de impacto γ	Factor de irregularidad "y"
Marcha uniforme, carga regular	1	1
Marcha uniforme con algunos choques aislados, carga ligeramente pulsante	1,5	0,8
Choques ligeros, carga pulsante media	2	0,73
Choques medios, carga pulsante pesada con descarga periódica	3	0,63
Choques pesados, pequeños choques de aceleración	4	0,58
Choques pesados, con choques de aceleración medios	5	0,53

2). Potencia de Diseño.

La potencia real del motor es afectada por el factor k, para prever los efectos causados por la máquina inducida (rotor).

El factor k depende del número de dientes del piñón y del coeficiente de impacto.

Tabla 6-9: Factor de Potencia K. Tabla 2 de Renold.

Coefficiente de impacto γ	N.º de dientes de la rueda z_0									
	13	15	17	19	21	23	25	38	45	57
1	(0,66)	0,78	0,89	1	1,11	1,23	1,35	2,11	2,54	3,28
1,5	(0,53)	0,62	0,71	0,80	0,89	0,98	1,08	1,69	2,03	2,62
2	(0,49)	0,57	0,65	0,73	0,81	0,90	0,98	1,54	1,85	2,39
3	(0,42)	(0,49)	0,56	0,63	0,70	0,77	0,85	1,33	1,60	2,06
4	(0,39)	(0,45)	(0,51)	0,58	0,65	0,71	0,78	1,23	1,47	1,80
5	(0,35)	(0,41)	(0,47)	(0,53)	0,59	0,65	0,72	1,12	1,35	1,74

$$P_d = \frac{P}{k} = \frac{15 \text{ cv}}{0,9} \longrightarrow P_d = 16,67 \text{ cv}$$

3). Preselección de la cadena.

Ingresamos al diagrama de transmisión por cadena según norma DIN 8188, con la potencia de diseño (16,6CV) y las RPM del piñón (149 RPM).

La cadena que sugiere el manual posee un tiene un paso igual a $1 \frac{1}{4}$ "(31,75mm).

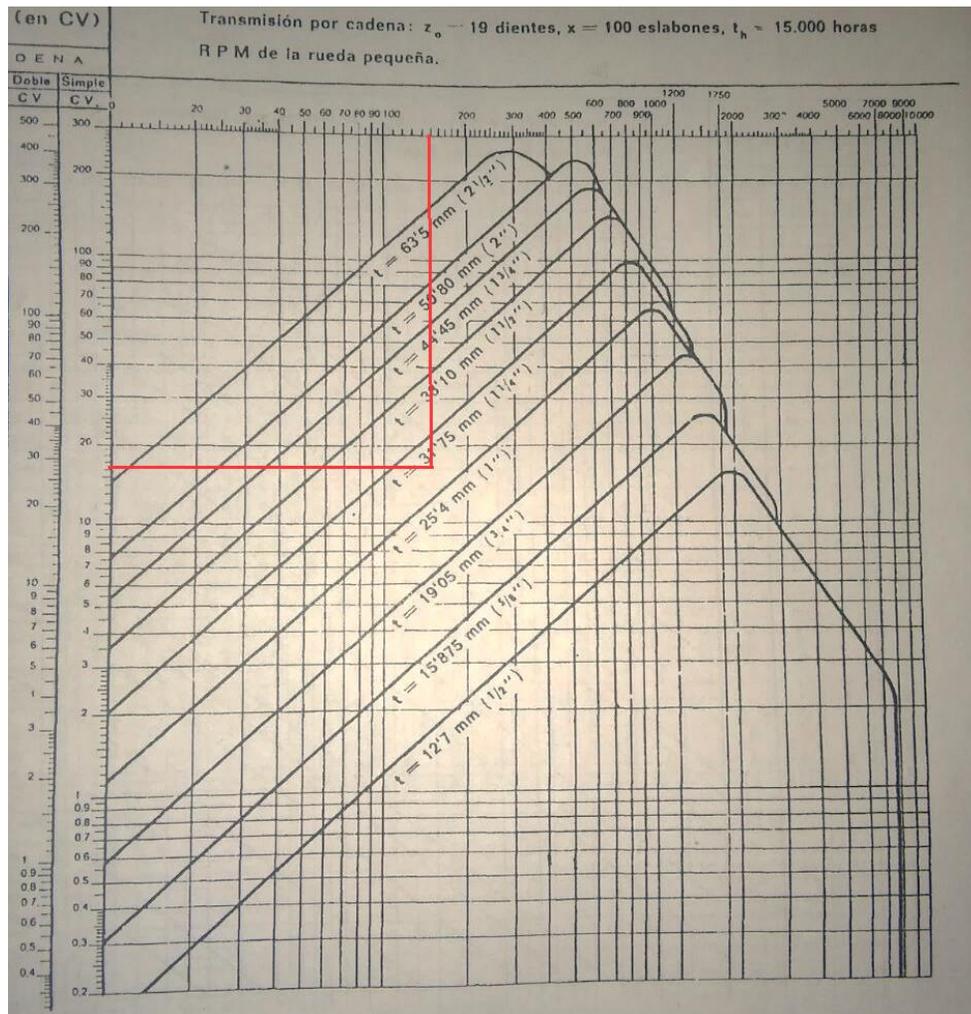


Figura 6-11: Diagrama de transmisión por cadena.

De la marca comercial nacional OSCAR VICENTE PELLEGRINI S.A. se elige una cadena con las siguientes características:



Tabla de Medidas Cadenas a Rodillos

■ Ver Ilustración en Pag. Siguiente

Referen. ANSI	Paso de Cadena p mm	Distancia Entre Placas b1 min. mm	Diámetro Rodillo d1 max. mm	Diámetro Perno d2 max. mm	Altura de Placa g max. mm	Paso Transversal e mm	Longitud de Perno a1 max. mm	Seccion de Trabajo A cm ²	Carga de Rotura min. N	Peso Aproxim. kg/m
Cadenas a Rodillos Simples										
25	6.35	3.18	3.30	2.30	5.80		8.60	0.11	3500	0.14
35	9.53	4.68	5.08	3.59	8.30		12.00	0.27	9000	0.33
40	12.70	7.85	7.95	3.96	11.80		18.30	0.44	14100	0.62
41	12.70	6.40	7.77	3.58	9.80		14.40	0.32	6800	0.38
50	15.87	9.40	10.16	5.08	15.00		22.20	0.70	22200	1.01
60	19.05	12.57	11.91	5.94	18.00		27.40	1.06	31800	1.48
80	25.40	15.75	15.88	7.92	24.00		36.80	1.79	56700	2.60
100	31.75	18.90	19.05	9.53	30.00		43.60	2.62	88500	3.76

Datos útiles de tabla:

Paso: **p= 31,75 mm.**

Área de trabajo: **f=2,62cm²**

Carga de rotura: **F_n=8.850 kg.**

Peso: **g=3,76kg/m.**

4). Cálculo de Comprobación.

Procedemos teniendo en cuenta el impacto de la velocidad de la cadena que se obtiene con la siguiente ecuación:

$$v = \frac{z_1 \cdot p \cdot n_1}{60000} = \frac{23 \cdot 31.75 \text{ mm} \cdot 149 \text{ rpm}}{60000} \longrightarrow v = 1.81 \frac{m}{s}$$

Siendo:

- Z_1 el número de dientes del piñón.
- P el paso de la cadena.
- n_1 las RPM del piñón.

-La fuerza de tracción F se obtiene de la potencia real del motor y la velocidad de la cadena:

$$F = \frac{75 \cdot P}{v} = \frac{75 \cdot 15 \text{ cv}}{1.81 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \rightarrow F = 621.55 \text{ kg}$$

-Presión generada en la cadena P_v :

$$P_v = \frac{F}{f} = \frac{621.55 \text{ kg}}{2.62 \text{ cm}^2} \rightarrow P_v = 237.23 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

-Presión admisible:

Para obtener la presión admisible de la cadena se debe tener en cuenta:

1- Números de eslabones de la cadena: $x=120$ eslabones.

2- El factor de paso y velocidad: Interpolando de la siguiente tabla de la guía para una velocidad de cadena de 1,8 m/s resulta: $t_v = 5,98$

Tabla 6-10: Factor T_v de paso y velocidad (Renold).

Velocidad v de la cadena en m/s	Factor t_v de paso y velocidad											
	Paso de la cadena p en mm											
	9,525	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75	38,1	44,45	50,8	63,5	76,2	88,9
0,1	21,2	20,4	18,9	17,9	16,6	15,6	14,8	14,2	13,7	12,9	12	11,2
0,2	16,8	16,2	15,0	14,2	13,2	12,4	11,7	11,3	10,9	10,2	9,5	8,8
0,3	14,7	14,2	13,1	12,4	11,5	10,8	10,2	9,8	9,5	8,9	8,3	7,7
0,4	13,3	12,9	11,9	11,3	10,5	9,8	9,3	9	8,6	8,1	7,6	7,1
0,6	11,6	11,2	10,4	9,9	9,1	8,6	8,1	7,8	7,5	7,1	6,62	6,15
0,8	10,5	10,2	9,9	9	8,3	7,8	7,4	7,1	6,85	6,42	6,01	5,58
1	9,8	9,5	8,8	8,3	7,7	7,3	6,86	6,58	6,36	5,97	5,58	5,19
2	7,8	7,5	6,95	6,6	6,1	5,76	5,45	5,23	5,05	4,74	4,43	4,12
3	6,83	6,58	6,11	5,89	5,35	5,01	4,76	4,57	4,41	4,15	3,89	3,61

3-Factor de rozamiento:

Tabla 6-11: Factores de rozamientos. Tabla 4 (Renold).

N.º de eslabones X	Relación dientes		Factor de rozamiento λ_v																	
	R. grande	R. peq.	N.º de dientes, rueda pequeña																	
			13	15	17	19	21	23	25	38	45	57								
40	1 : 1		0,57	0,64	0,69	0,74	0,76	0,79												
	2 : 1		0,63	0,7																
70	1 : 1		0,69	0,77	0,83	0,98	0,92	0,95	0,97	1,12										
	2 : 1		0,76	0,85	0,91	0,98	1,01	1,04												
	3 : 1		0,79	0,88	0,95	1,01														
100	1 : 1		0,76	0,87	0,93	1	1,03	1,07	1,1	1,26	1,33	1,44								
	2 : 1		0,85	0,96	1,03	1,1	1,14	1,17	1,21	1,39										
	3 : 1		0,88	0,99	1,07	1,14	1,18	1,22	1,25											
	5 : 1		0,91	1,02	1,09	1,17														
	1 : 1		0,97	1,09	1,17	1,26	1,3	1,34	1,38	1,58	1,67	1,81								
200	2 : 1		1,07	1,2	1,29	1,38	1,43	1,47	1,51	1,74	1,84	1,99								
	3 : 1		1,11	1,25	1,34	1,43	1,48	1,52	1,57	1,81										
	5 : 1		1,14	1,28	1,37	1,47	1,52	1,57	1,61											
	7 : 1		1,17	1,31	1,41															

Realizando interpolación doble para 120 eslabones de cadena, con una relación de transmisión de 248 y 23 dientes para el piñón, el factor de rozamiento resulta:

$$\lambda_v = 1.3$$

4-Factor característico ϖ .

Se obtiene de hacer la operación: $\varpi = \lambda_v \cdot t_v$

$$\varpi = 5.98 \cdot 1.3$$

$$\varpi = 7.77$$

De la siguiente gráfica se consigue la presión orientativa de la cadena, mediante la curva C que corresponde a un mantenimiento de cadena con un engrase admisible.

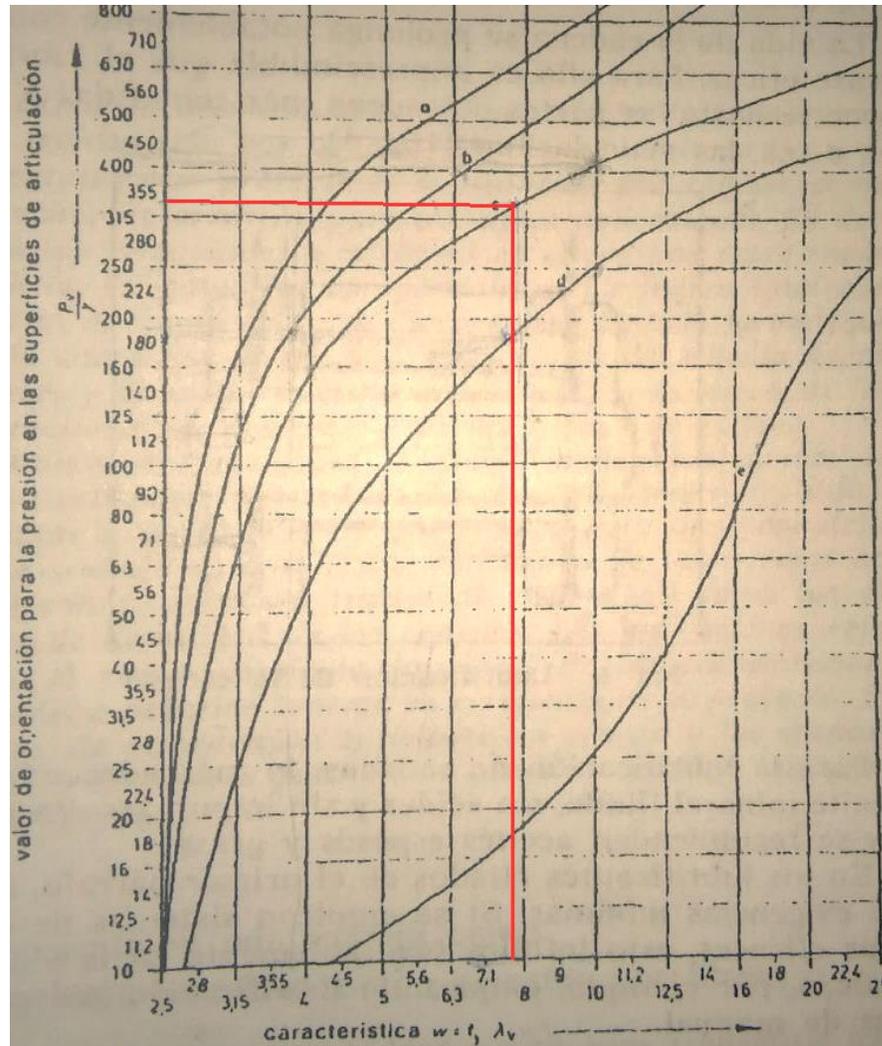


Figura 6-12: Presión orientativa de la cadena.

Entonces:
$$\frac{P_v}{\delta} = 330 \frac{kg}{cm^2}$$

Este valor se compara con el calculado de la fuerza de tracción el cual se exige que debe ser menor.

$$\frac{P_v}{y} = \frac{237.3 \frac{kg}{cm^2}}{0.73} \longrightarrow \frac{P_v}{y} = 325 \frac{kg}{cm^2}$$

Se verifica que:
$$\frac{P_v}{\delta} > \frac{P_v}{y}$$

El valor de presión orientativo del manual es mayor al real producido por la carga de tracción en la cadena. Por lo tanto si al sistema se le realiza un mantenimiento de engrase admisible, la transmisión está garantizada que tendrá una vida útil de 15.000 horas.

Finalmente la cadena será del tipo de rodillos simple, con:

- Paso: $p=31,75\text{mm}$.
- Área de trabajo: $f= 2,62\text{cm}^2$.
- Carga de Rotura: $F_n=8.850\text{kg}$.
- Peso: $g=3,67\text{ kg/m}$.
- Longitud necesaria: 4,2 m.

Tabla de Medidas Cadenas a Rodillos

Referen. ANSI	Paso de Cadena p mm	Distancia Entre Placas b1 min. mm	Diámetro Rodillo d1 max. mm	Diámetro Perno d2 max. mm	Altura de Placa g max. mm	Paso Transversal e mm	Longitud de Perno a1 max. mm	Sección de Trabajo A cm ²	Carga de Rotura min. N	Peso Aproxim. kg/m
Cadenas a Rodillos Simples										
25	6.35	3.18	3.30	2.30	5.80		8.60	0.11	3500	0.14
35	9.53	4.68	5.08	3.59	8.30		12.00	0.27	9000	0.33
40	12.70	7.85	7.95	3.96	11.80		18.30	0.44	14100	0.62
41	12.70	6.40	7.77	3.58	9.80		14.40	0.32	6800	0.38
50	15.87	9.40	10.16	5.08	15.00		22.20	0.70	22200	1.01
60	19.05	12.57	11.91	5.94	18.00		27.40	1.06	31800	1.48
80	25.40	15.75	15.88	7.92	24.00		36.80	1.79	56700	2.60
100	31.75	18.90	19.05	9.53	30.00		43.60	2.62	88500	3.76

6.3.7. Dimensionamiento del Eje del Rotor.

El rotor se encuentra sometido a las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Potencia en el eje: 10 kW =13,6 CV.
- Velocidad: 60 RPM.
- Momento Torsor M_T :

$$M_T[kgcm] = 71.620 * \frac{Pot_{eje}[CV]}{v[RPM]} ==> 71620 * \frac{13,6 CV}{60rpm} = 16.234 kgcm$$

6.3.7.1. Matriz valoración: Disposición de Paletas en Rotor.

Esta disposición geométrica incluye dos tipos: la tipo A tiene cada par de paletas colocadas a 45° respecto de la siguiente, mientras que la tipo B tiene un ángulo de separación de 7,5°, que resulta de efectuar la división de una giro completo (360°) por la cantidad de paletas (48).

Tabla 6-12: Disposición de paletas en rotor.

DISPOSICIÓN DE PALETAS EN ROTOR	TIPO A	TIPO B
		
Consumo de Potencia	2	5
Resistencia Mecánica	3	4
Sencillez de Fabricación	5	3
Costo	4	4
Tamaño	3	3
Eficiencia	3	4
TOTAL VALORACIÓN	20	23

Conclusión: La disposición B resulta la más conveniente, teniendo como principales ventajas menor consumo de potencia y mayor resistencia mecánica, ya que en el primer caso el movimiento predominante es pulsante lo que fatiga precipitadamente al conjunto.

6.3.7.2. Dimensionamiento del Eje.

La corona que transmite el par posee un diámetro primitivo de 296 mm y genera una fuerza sobre el eje de 621,55 kg; además el conjunto rotor pesa aproximadamente 180 kg. Para poder dimensionar correctamente la sección del eje circular analizaremos las fuerzas actuantes en toda su extensión.

6.3.7.3. Solicitaciones Características. Fuerzas y Momentos.

A continuación se presenta el plano del eje-rotor seguido de la representación de las fuerzas según los ejes X e Y de un diagrama espacial.

Diagrama de Fuerzas:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 36 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

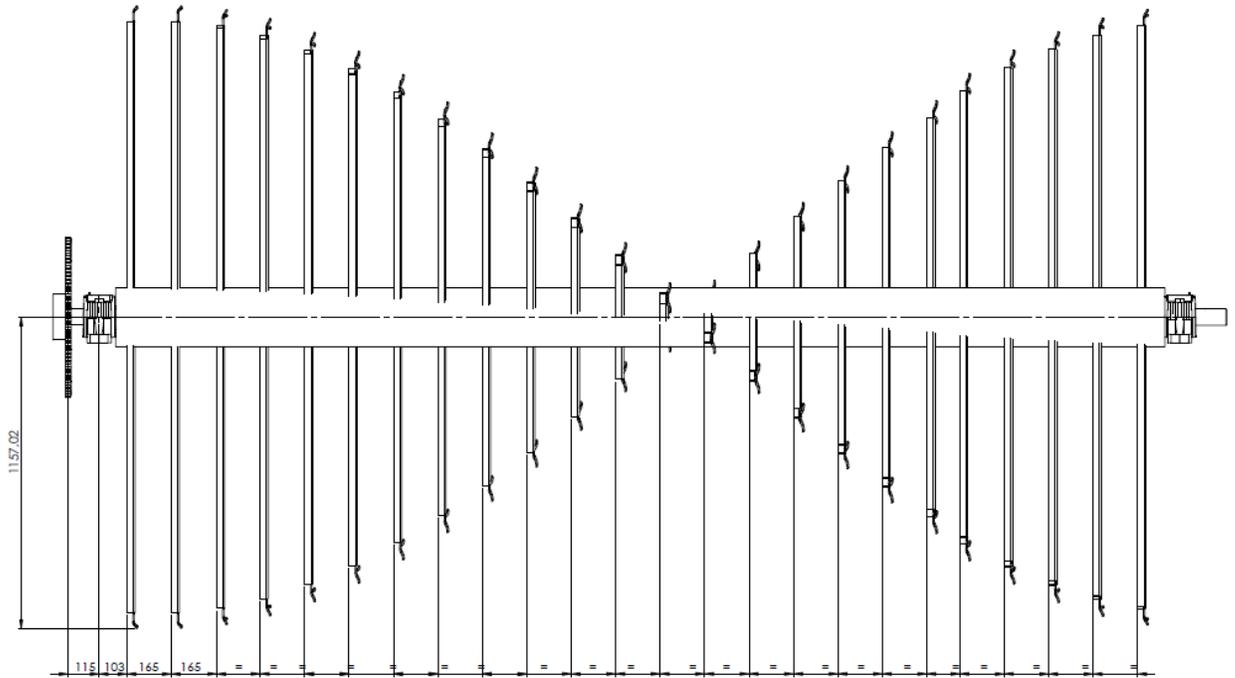


Figura 6-13: Plano Eje-Rotor

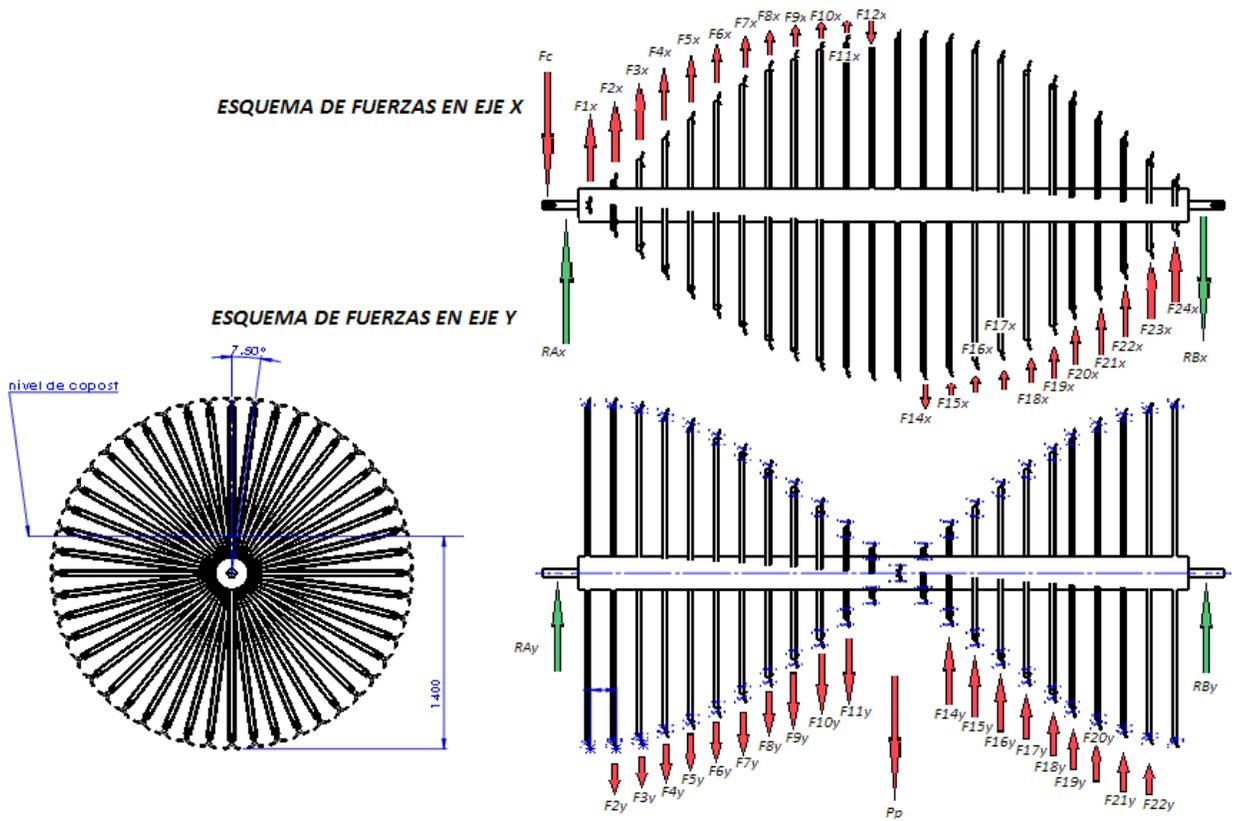


Figura 6-14: Diagrama de Fuerzas y Reacciones:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 37 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Descripción de las fuerzas intervinientes:

- Fuerza provocada por la tensión de las cadenas, la cual actúa solo en el plano X.
- Peso del rotor, fuerza contenida en el plano Y.
- Fuerzas tangenciales provocadas por el roce de las cuchillas con el material, siendo estas descompuestas en sus componentes ortogonales para facilitar su análisis.
- Reacciones en las cajas de rodamientos descompuestas en ambos planos.

Tabla 6-13: Fuerzas ortogonales sobre el eje.

Fuerzas en eje X		Fuerzas en eje Y	
Fc(fuerza cadena)	621,55 kg	Pp(peso propio rotor)	180kg
F1x	4,75kg	F1y	0
F2x	4,5kg	F2y	0,18kg
F3x	4,4kg	F3y	0,73kg
F4x	4,18kg	F4y	1,24kg
F5x	3,9kg	F5y	1,8kg
F6x	3,57kg	F6y	2,29kg
F7x	3,19k	F7y	2,76kg
F8x	2,76kg	F8y	3,19kg
F9x	2,29kg	F9y	3,57kg
F10x	1,8kg	F10y	3,9kg
F11x	1,27kg	F11y	4,18kg
F12x	1,46kg	F12y	0
F13x	0	F13y	0
F14x	1,46kg	F14y	0
F15x	1,27kg	F15y	4,18kg
F16x	1,8kg	F16y	3,9kg
F17x	2,29kg	F17y	3,57kg
F18x	2,76kg	F18y	3,19kg
F19x	3,19k	F19y	2,76kg
F20x	3,57kg	F20y	2,29kg
F21x	3,9kg	F21y	1,8kg
F22x	4,18kg	F22y	1,24kg
F23x	4,4kg	F23y	0,73kg
F24x	4,5kg	F24y	0,18kg
Rax	?	Ray	?
Rbx	?	Rby	?

Aplicando la teoría de sumatoria algebraicas de fuerzas actuantes según el eje vertical y la sumatoria de momento respecto a un punto son ambas nulas, se obtiene que:

De la sumatoria de momentos en el plano “y” (vertical) respecto al punto A (rodamiento A) igual a cero, se despeja la reacción R_{By}:

Ecuación física.	Incógnita
$\sum M_{Ay} = 0$	R _{By}
$\sum F_y = 0$	R _{Ay}
$\sum M_{Ax} = 0$	R _{Bx}
$\sum F_x = 0$	R _{Ax}

$$R_{By} = \frac{1}{4166 \text{ mm}} (P_p \cdot 2000 \text{ mm} + F_2 y \cdot 268 \text{ mm} + F_3 y \cdot 433 \text{ mm} + F_4 y \cdot 598 \text{ mm} + F_5 y \cdot 763 \text{ mm} + F_6 y \cdot 928 \text{ mm} + F_7 y \cdot 1093 \text{ mm} + F_8 y \cdot 1258 \text{ mm} + F_9 y \cdot 1423 \text{ mm} + F_{10} y \cdot 1588 \text{ mm} + F_{11} y \cdot 1753 \text{ mm} - F_{15} y \cdot 2578 \text{ mm} - F_{16} y \cdot 2743 \text{ mm} - F_{17} y \cdot 2908 \text{ mm} - F_{18} y \cdot 3073 \text{ mm} - F_{19} y \cdot 3238 \text{ mm} - F_{20} y \cdot 3403 \text{ mm} - F_{21} y \cdot 3568 \text{ mm} - F_{22} y \cdot 3733 \text{ mm} - F_{23} y \cdot 3898 \text{ mm} - F_{24} y \cdot 4063 \text{ mm})$$

$$R_{By} = \frac{1}{4166 \text{ mm}} (180 \text{ kg} \cdot 2000 \text{ mm} + 0.18 \text{ kg} \cdot 268 \text{ mm} + 0.73 \text{ kg} \cdot 433 \text{ mm} + 1.24 \text{ kg} \cdot 598 \text{ mm} + 1.18 \text{ kg} \cdot 763 \text{ mm} + 2.29 \text{ kg} \cdot 928 \text{ mm} + 2.76 \text{ kg} \cdot 1093 \text{ mm} + 3.19 \text{ kg} \cdot 1258 \text{ mm} + 3.57 \text{ kg} \cdot 1423 \text{ mm} + 3.9 \text{ kg} \cdot 1588 \text{ mm} + 4.18 \text{ kg} \cdot 1753 \text{ mm} - 4.18 \text{ kg} \cdot 2578 \text{ mm} - 3.9 \text{ kg} \cdot 2743 \text{ mm} - 3.57 \text{ kg} \cdot 2908 \text{ mm} - 3.19 \text{ kg} \cdot 3073 \text{ mm} - 2.76 \text{ kg} \cdot 3238 \text{ mm} - 2.29 \text{ kg} \cdot 3403 \text{ mm} - 1.8 \text{ kg} \cdot 3568 \text{ mm} - 1.24 \text{ kg} \cdot 3733 \text{ mm} - 0.73 \text{ kg} \cdot 3898 \text{ mm} - 0.18 \text{ kg} \cdot 4063 \text{ mm})$$

$$R_{By} = 76 \text{ kg}$$

De la sumatorias de fuerzas en el plano vertical igual a cero, despejamos la reacción R_{Ay}:

$$R_{Ay} = P_p - R_{By} + F_2 y + F_3 y + F_4 y + F_5 y + F_6 y + F_7 y + F_8 y + F_9 y + F_{10} y + F_{11} y - F_{15} y - F_{16} y - F_{17} y - F_{18} y - F_{19} y - F_{20} y - F_{21} y - F_{22} y - F_{23} y$$

$$R_{Ay} = 180 \text{ kg} - 76 \text{ kg} + 180 \text{ kg} + 0.18 \text{ kg} + 0.73 \text{ kg} + 1.24 \text{ kg} + 1.18 \text{ kg} + 2.29 \text{ kg} + 2.76 \text{ kg} + 3.19 \text{ kg} + 3.57 \text{ kg} + 3.9 \text{ kg} + 4.18 \text{ kg} - 4.18 \text{ kg} - 3.9 \text{ kg} - 3.57 \text{ kg} - 3.19 \text{ kg} - 2.76 \text{ kg} - 2.29 \text{ kg} - 1.8 \text{ kg} - 1.24 \text{ kg} - 0.73 \text{ kg} - 0.18 \text{ kg}$$

$$R_{Ay} = 104.38 \text{ kg}$$

Planteando la sumatoria de sumatoria de momentos respecto al punto A, en el plano “X” (horizontal), igual a cero despejamos la reacción R_{Bx}

$$R_{Bx} = \frac{1}{4166 \text{ mm}} (F_c \cdot 115 \text{ mm} + F_{x1} \cdot 103 \text{ mm} + F_{2x} \cdot 268 \text{ mm} + F_{3x} \cdot 433 \text{ mm} + F_{4x} \cdot 598 \text{ mm} + F_{5x} \cdot 763 \text{ mm} + F_{6x} \cdot 928 \text{ mm} + F_{7x} \cdot 1093 \text{ mm} + F_{8x} \cdot 1258 \text{ mm} + F_{9x} \cdot 1423 \text{ mm} + F_{10} x \cdot 1588 \text{ mm} + F_{11} x \cdot 1753 \text{ mm} - F_{12} x \cdot 1918 \text{ mm} - F_{14} x \cdot 2248 + F_{15} x \cdot 2578 \text{ mm} + F_{16} x \cdot 2743 \text{ mm} + F_{17} x \cdot 2908 \text{ mm} + F_{18} x \cdot 3073 \text{ mm} + F_{19} x \cdot 3238 \text{ mm} + F_{20} x \cdot 3403 \text{ mm} + F_{21} x \cdot 3568 \text{ mm} + F_{22} x \cdot 3733 \text{ mm} + F_{23} x \cdot 3898 \text{ mm} + F_{24} x \cdot 4063 \text{ mm})$$

$$R_{Bx} = \frac{1}{4166 \text{ mm}} (621.55 \text{ kg} \cdot 115 \text{ mm} + 4.75 \text{ kg} \cdot 103 \text{ mm} + 4.5 \text{ kg} \cdot 268 \text{ mm} + 4.4 \text{ kg} \cdot 433 \text{ mm} + 4.18 \text{ kg} \cdot 598 \text{ mm} + 3.9 \text{ kg} \cdot 763 \text{ mm} + 3.57 \text{ kg} \cdot 928 \text{ mm} + 3.17 \text{ kg} \cdot 1093 \text{ mm} + 2.76 \text{ kg} \cdot 1258 \text{ mm} + 2.29 \text{ kg} \cdot 1423 \text{ mm} + 1.8 \text{ kg} \cdot 1588 \text{ mm} + 1.27 \text{ kg} \cdot 1753 \text{ mm} - 1.46 \text{ kg} \cdot 1918 \text{ mm} - 1.46 \text{ kg} \cdot 2248 \text{ mm} + 1.27 \text{ kg} \cdot 2578 \text{ mm} + 1.8 \text{ kg} \cdot 2743 \text{ mm} + 2.29 \text{ kg} \cdot 2908 \text{ mm} + 2.76 \text{ kg} \cdot 3073 \text{ mm} + 3.19 \text{ kg} \cdot 3238 \text{ mm} + 3.57 \text{ kg} \cdot 3403 \text{ mm} + 3.9 \text{ kg} \cdot 3568 \text{ mm} + 4.18 \text{ kg} \cdot 3733 \text{ mm} + 4.4 \text{ kg} \cdot 3898 \text{ mm} + 4.5 \text{ kg} \cdot 4063 \text{ mm})$$

$$R_{Bx} = 48.9 \text{ kg}$$

De la sumatorias de fuerzas en el plano horizontal igual a cero, despejamos la reacción R_{Ax}:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 39 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

$$R_{Ax} = P_c + R_{Bx} - F_{1x} - F_{2x} - F_{3x} - F_{4x} - F_{5x} - F_{6x} - F_{8x} - F_{9x} - F_{10x} - F_{11x} + F_{12x} + F_{14x} - F_{15x} - F_{16x} - F_{17x} - F_{18x} - F_{19x} - F_{20x} - F_{21x} - F_{22x} - F_{23x} - F_{24x}$$

$$R_{Ax} = 621.55 \text{ kg} + 48.93 \text{ kg} - 4.75 \text{ kg} - 4.5 \text{ kg} - 4.4 \text{ kg} - 4.18 \text{ kg} - 3.9 \text{ kg} - 3.57 \text{ kg} - 3.19 \text{ kg} - 2.76 \text{ kg} - 2.29 \text{ kg} - 1.8 \text{ kg} - 1.27 \text{ kg} + 1.46 \text{ kg} + 1.46 \text{ kg} - 1.27 \text{ kg} - 1.8 \text{ kg} - 2.29 \text{ kg} - 2.76 \text{ kg} - 3.19 \text{ kg} - 3.57 \text{ kg} - 3.9 \text{ kg} - 4.18 \text{ kg} - 4.4 \text{ kg} - 4.5 \text{ kg}$$

$$R_{Ax} = 604.93 \text{ kg}$$

Diagrama de Momentos.

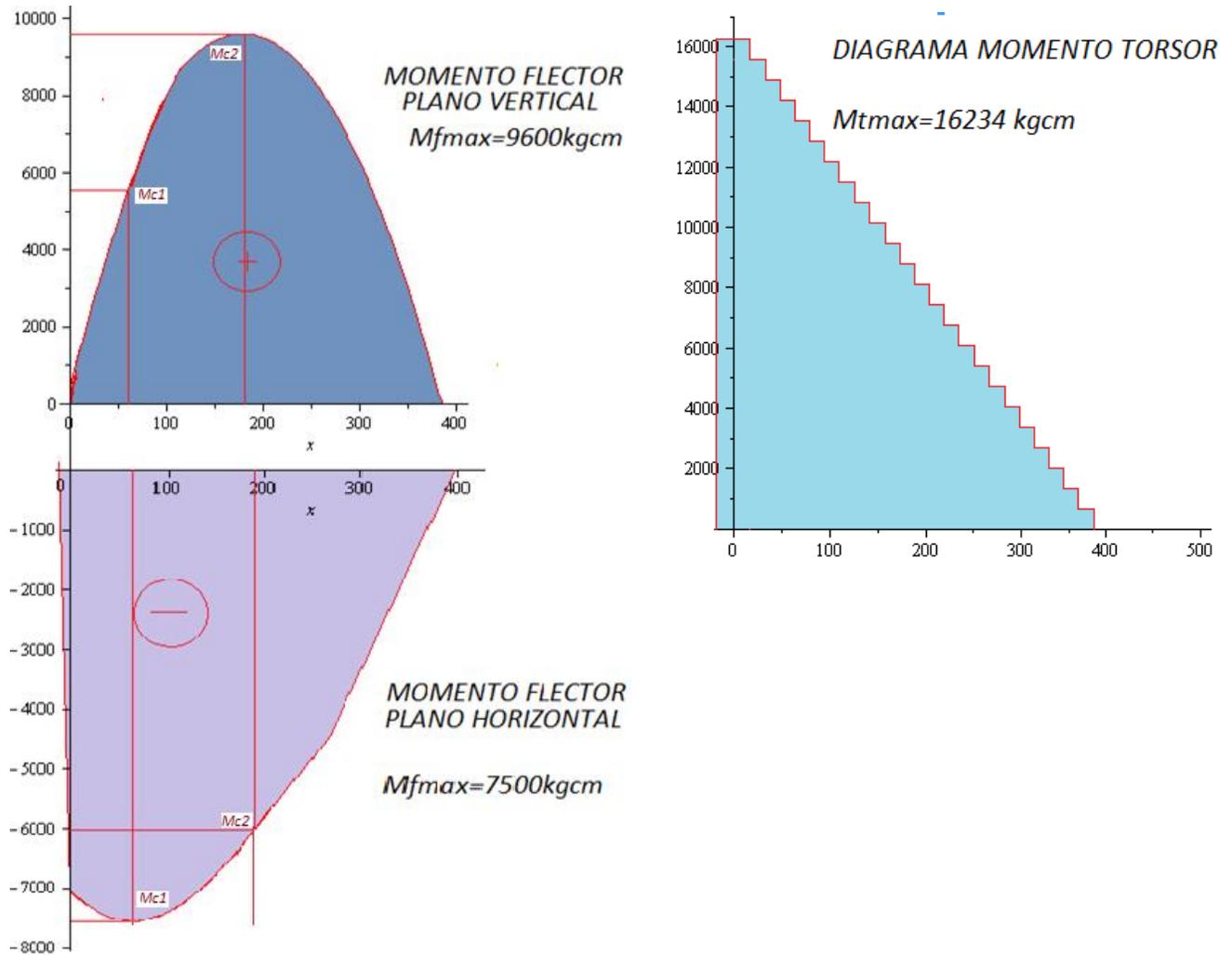


Figura 6-15: Diagramas de: Momento Flector y Momento Torsor.

Fuerza [kg] vs distancia [cm].

Cálculo del Momento Reducido:

Para obtener el Momento Reducido se usará el criterio del autor DROVOBOLSKI que propone las siguientes relaciones entre los distintos estados de carga, para referirse a un tipo de sollicitación respecto de otra:

$$\sigma_I : \sigma_{II} : \sigma_{III} = 3,8 : 1,7 : 1$$

Entonces como el Momento Flector es simétrico y al Momento Torsor lo consideramos en su peor condición que es cuando el arranque es pulsante, la relación nos queda:

$$\frac{\sigma_{III}}{\sigma_{II}} = \frac{1}{1,7}$$

$$\alpha = \frac{1}{1,7}$$

Entonces el Momento Reducido se obtiene de hacer:

$$M_r = \sqrt{M_f^2 + \left(\frac{M_t}{1,7}\right)^2}$$

Reemplazando valores:

$$M_r = \sqrt{11000 \text{ kgcm}^2 + \left(\frac{16234 \text{ kgcm}}{1,7}\right)^2}$$

$$M_r = 14.566,8 \text{ kgcm}$$

Tensión Admisible del Material.

Material comercial denominación: SAE 4140.

Determinamos la tensión admisible del material elegido, para un estado de carga simétrico.

Primero dividimos la tensión admisible para un estado constante por 3,8 para referenciar de un estado constante a uno simétrico. Luego sustituimos la tensión admisible del material por la tensión de rotura dividido 3 (valores sugerido por Drobovolsky).

Entonces la resistencia admisible del material para esfuerzos simétricos será:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 41 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

$$\sigma_{III} = \frac{\sigma_I}{3,8}$$

$$\sigma_{III} = \frac{\sigma_R}{3,8 \cdot 3}$$

$$\sigma_{III} = \frac{9400 \frac{Kg}{cm^2}}{3,8 \cdot 3}$$

$$\sigma_{III} = 824,6 \frac{Kg}{cm^2}$$

6.3.7.4. Diámetro del Eje.

El diámetro se obtiene de aplicar la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt[3]{\frac{Mr}{0,1 \cdot \sigma_{III}}} \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{14566,8 kgcm}{0,1 \cdot 824,6 \frac{kg}{cm^2}}} \rightarrow d = 5,6 \text{ cm}$$

Por cuestiones relacionadas al ensamblaje con el rodamiento que soporta al eje y disponibilidad en el mercado, se elige el diámetro una medida superior:

$$d_{eje} = 60mm = 6cm$$

6.3.7.5. Dimensionamiento del caño del rotor.

En el diagrama de momentos (ver pág. 36) se observan dos puntos críticos sobre la gráfica: Mc1 y Mc2. Estos valores serán de utilidad para establecer la resistencia del caño del eje rotor.

El momento reducido sobre el punto crítico Mc1 compuesto por: el momento flector en el plano vertical, el momento flector en el plano horizontal y el momento torsor, viene dado por la siguiente suma vectorial:

$$MfI = \sqrt{(McI_y)^2 + (McI_x)^2 + \left(\frac{McI_t}{1,7}\right)^2}$$

El factor 1,7 se aplica de considerar un ciclo pulsante al de torsión.

Entonces reemplazando valores:

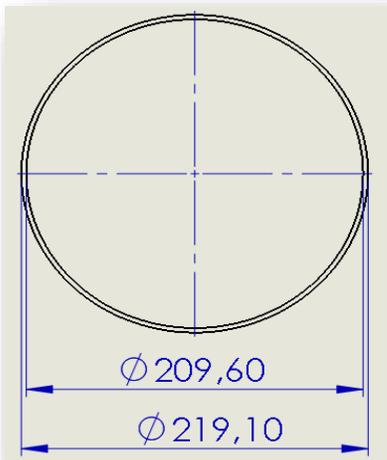
$$Mf1 = \sqrt{(5500 \text{ kgcm})^2 + (7500 \text{ kgcm})^2 + \left(\frac{13500 \text{ kgcm}}{1.7}\right)^2} = \boxed{Mf1 = 12230 \text{ kgcm}}$$

Análogamente, sobre el punto crítico Mc2 el momento reducido es:

$$Mf2 = \sqrt{(Mc2_y)^2 + (Mc2_x)^2 + \left(\frac{Mc2_t}{1.7}\right)^2}$$

$$Mf2 = \sqrt{(9500 \text{ kgcm})^2 + (6000 \text{ kgcm})^2 + \left(\frac{8000 \text{ kgcm}}{1.7}\right)^2} \rightarrow \boxed{Mf2 = 12.182 \text{ kgcm}}$$

En Conclusión: se dimensionará la sección del rotor teniendo en cuenta el punto crítico Mc1.



Sección transversal del caño.

Propiedades de sección. Momento de inercia:

$$I_y = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(D_{ext}^4 - D_{int}^4)}{D_{ext}}$$

$$I_y = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{((21.91 \text{ cm})^4 - (20.96 \text{ cm})^4)}{21.91}$$

$$\boxed{I_y = 167,77 \text{ cm}^4}$$

Cálculo de las tensiones máximas:

$$\sigma_{\max} = \frac{Mf1 \cdot y}{I_y}$$

Dónde: "y" es la distancia de la fibra más alejada del eje de inercia:

$$y = 10,95 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{12.230 \text{ kgcm} \cdot 10,95 \text{ cm}}{167,77 \text{ cm}^4} = \boxed{798,23 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

La tensión admisible para el acero A53 es de 1.200kg/cm², entonces el caño del rotor nos queda dimensionado con un factor de seguridad de 1,5.

6.3.7.6. Soldadura: Unión Puntera-Eje Rotor.

Los cálculos de soldadura se realizaron siguiendo el criterio del autor Niemann.

La resistencia de la primera soldadura que verificaremos será la que se da entre la puntera o tapa del eje y el mismo caño. Esta resulta crítica por las grandes cargas que soportan durante el accionamiento del compostador.

Así mismo la peor condición sucede sobre el extremo donde se encuentra la corona de la transmisión.

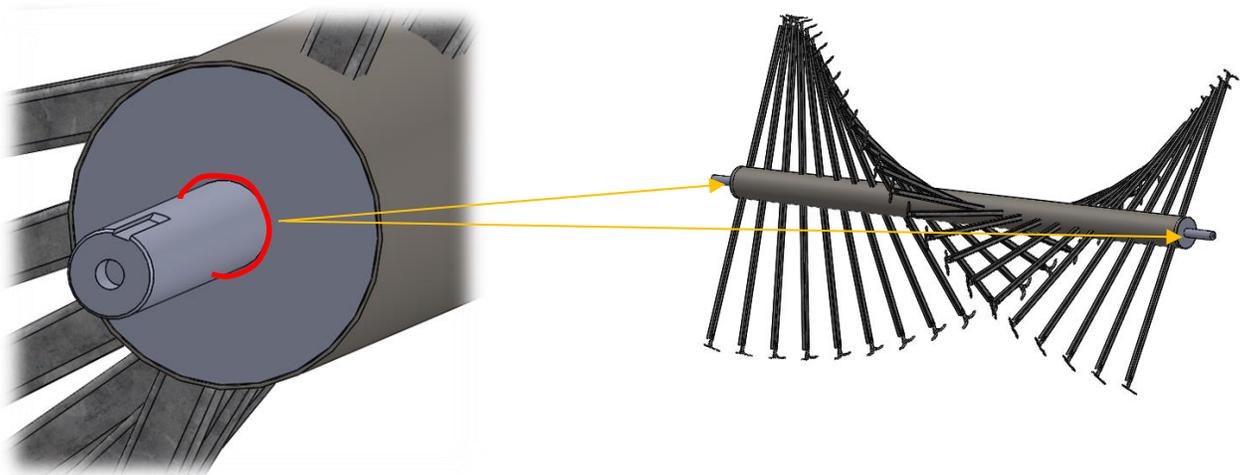


Figura 6-16: Cordón de soldadura sobre el eje de la puntera.

La unión está sometida a esfuerzos de torsión (por la rotación del eje) y flexión por la fuerza de la cadena sobre la corona. Según los diagramas de esfuerzos (pág 39) los valores de las sollicitaciones son:

Momento torsor: $M_t=16.234$ kgcm.

Momento flector: $M_f=7.000$ kgcm.

La tensión admisible de la soldadura viene dada por:

$$\rho_{adm} = v_1 v_2 \frac{\sigma_A}{S_N}$$

Dónde:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 44 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

– σ_A : es la resistencia a la fatiga del material (aproximadamente 31% del valor de la de rotura, según Niemann). El eje está constituido por acero 4140, y la chapa de la masa es ASTM A-36. Tomamos la tensión admisible de ésta última ya que es la menor por lo tanto la más crítica:

$$\sigma_A = 0,315 \sigma_R$$

$$\sigma_A = 0,315 * 40.78 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\sigma_A = 12,85 \text{ Kg/mm}^2$$

– v_1 : es un coeficiente que depende del tipo de soldadura y su forma de carga en ángulo. Además posee solicitaciones de corte y flexión dinámicas: $v_1 = 0,53$.

– v_2 : Es un coeficiente sobre la calidad de la soldadura. Para soldaduras con Mig Mag se considera de tipo fuerte: $v_2 = 1$.

– s_N : es el coeficiente de seguridad (oscila entre 2 y 3). Para este caso no se prevén riesgos importantes y tampoco reviste de carácter crítico la pieza: $s_N = 2$

Entonces reemplazando valores, la tensión admisible de soldadura resulta:

$$\rho_{adm} = 0,53 * 1 \frac{12,85 \text{ Kg/mm}^2}{2}$$

$$\rho_{adm} = 3,4 \text{ Kg/mm}^2$$

Espesor de soldadura: $A = 8 \text{ mm}$.

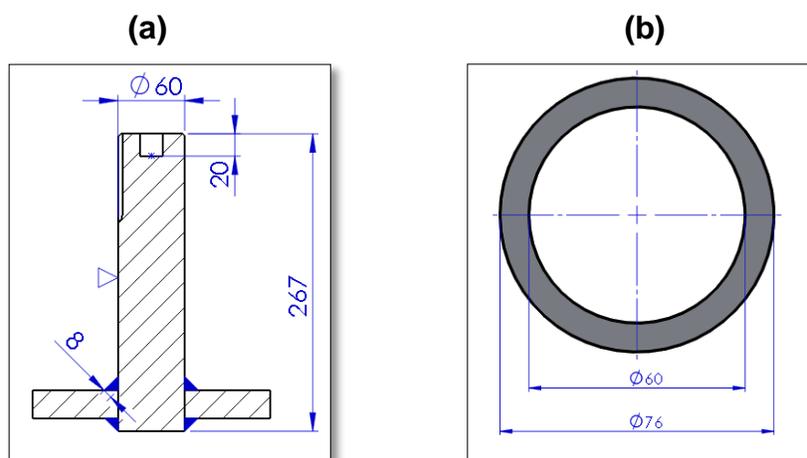


Figura 6-17: a. Corte de la unión. b. Corte de la sección del eje.

Propiedades de la sección según el programa Solidworks:

$$\begin{aligned} \text{Área} & S = 1.709 \text{ mm}^2 \\ \text{Momento de Inercia} & I_y = 1.001.489,47 \text{ mm}^4 \\ \text{Momento de Inercia polar} & I_p = 2.309.824,58 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

-Tensión máxima en la soldadura:

Según la ecuación Zhuravsky, la tensión máxima para flexo-torsión en arboles de acero:

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

Las tensiones normales σ resultan (flexión):

$$\sigma = \frac{Mf}{I_y/y_{m\acute{a}x}}$$

$$\sigma = \frac{70.000 \text{ Kgmm}}{1.001.489,47 \text{ mm}^4 / 38 \text{ mm}} = 2,65 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}$$

Las tensiones transversales τ (corte):

Como el eje es pasante están trabajando 2 áreas de soldadura como la mostrada en el análisis. Por lo tanto el esfuerzo de torsión se reduce a la mitad:

$$M_t = 8.117 \text{ Kgcm} = 81.170 \text{ Kgmm}$$

$$\tau = \frac{M_t}{I_p/y_{m\acute{a}x}}$$

$$\tau = \frac{81.170 \text{ Kgmm}}{2.309.824,58 \text{ mm}^4 / 38 \text{ mm}} = 1,33 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}$$

La componente de estas tensiones resulta:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{2,65 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{\left(2,65 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}\right)^2 + 4 * \left(1,33 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}\right)^2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 3,2 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}$$

Como se puede deducir resulta la tensión máxima ser inferior a la admisible ($3,4 \frac{Kg}{mm^2}$). Por lo tanto la soldadura verifica a flexo-torsión por solicitaciones dinámicas.

6.3.7.7. Soldadura: Unión Brazo Paleta-Eje Rotor.

Los cálculos de soldadura se realizaron siguiendo el criterio de Niemann.

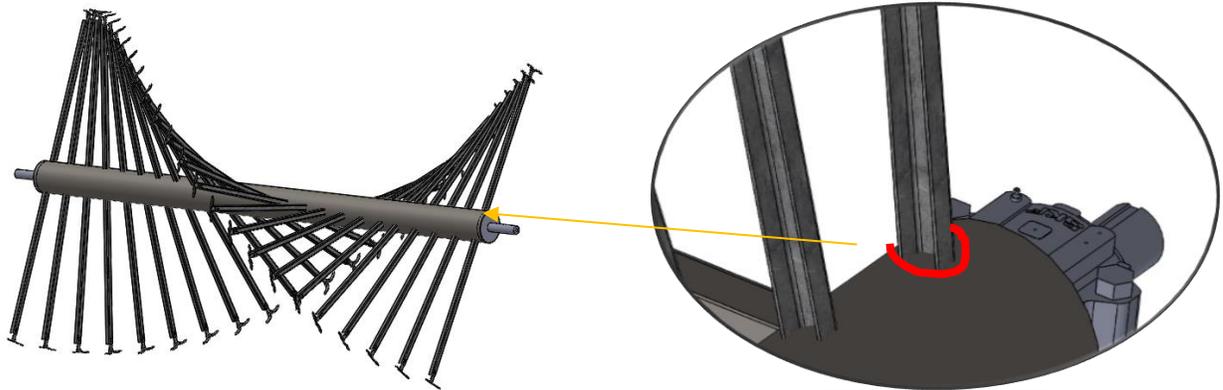


Figura 6-18: Soldadura de unión eje-paleta.

El brazo o paleta porta cuchilla trabaja de forma semejante a una viga en voladizo sometida a solicitaciones dinámicas y la soldadura se encuentra bajo esfuerzos de flexión.

Tensión admisible de la soldadura:

$$\rho_{adm} = v_1 v_2 \frac{\sigma_A}{S_N}$$

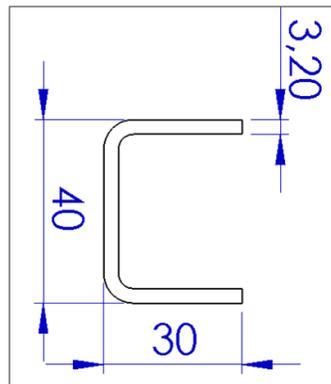


Figura 6-19: Corte del perfil del brazo.

Dónde:

– σ_A : es la resistencia a la fatiga del material (aprox. 30% de la de rotura).

Para el ASTM A-36: $\sigma_A=11,34 \text{ Kg/mm}^2$.

– v_1 : es un coeficiente que depende del tipo de soldadura y su forma de carga en ángulo. Además posee sollicitaciones dinámicas: $v_1=0,7$.

– v_2 : Es un coeficiente sobre la calidad de la soldadura. Para soldaduras con Mig Mag se considera de tipo fuerte: $v_2=1$.

s_N : es el coeficiente de seguridad (oscila entre 2 y 3). Para este caso no se prevén riesgos importantes y tampoco reviste de carácter crítico la pieza: $s_N=2$

Finalmente reemplazando valores, la tensión admisible de soldadura resulta:

$$\rho_{adm} = 0,7 * 1 \frac{11,34 \text{ Kg/mm}^2}{2} = 3,97 \text{ Kg/mm}^2$$

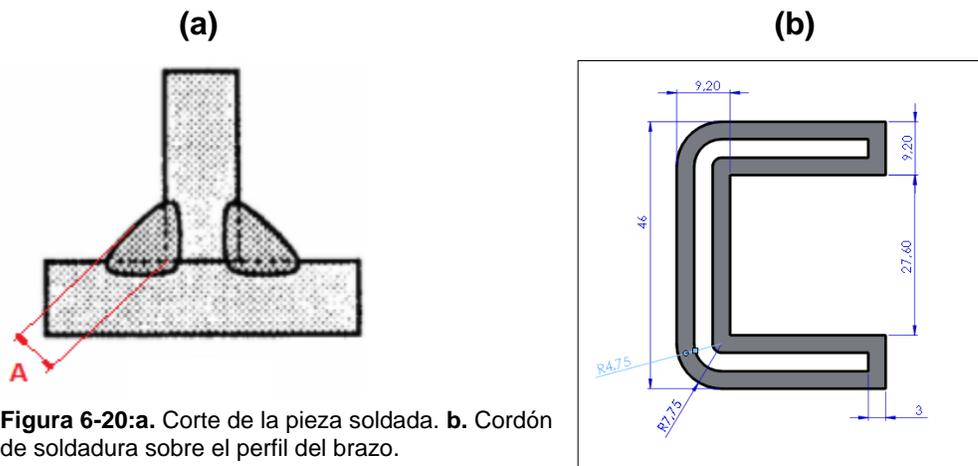


Figura 6-20:a. Corte de la pieza soldada. b. Cordón de soldadura sobre el perfil del brazo.

Espesor de soldadura: $A=3 \text{ mm}$.

Propiedades de la sección según el programa Solidworks:

$$\begin{array}{ll} \text{Área} & S = 599,69 \text{ mm}^2 \\ \text{Momento de Inercia} & I_y = 161.256,18 \text{ mm}^2 \end{array}$$

Tensión máxima en la soldadura:

Esfuerzo en el área de soldadura: $M_f = 558 \text{ kgcm} = 5.580 \text{ kgmm}$.

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_f}{I_y / y_{m\acute{a}x}}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{5.580 \text{ Kgmm}}{161.256,18 \text{ mm}^4 / 23 \text{ mm}} = 0,8 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}$$

Finalmente resulta ser que la tensión máxima es inferior a la admisible de $3,97 \text{ Kg/mm}^2$. Por lo tanto la soldadura verifica a las solicitaciones dinámicas.

6.3.8. Rodamientos. Selección y Verificación.

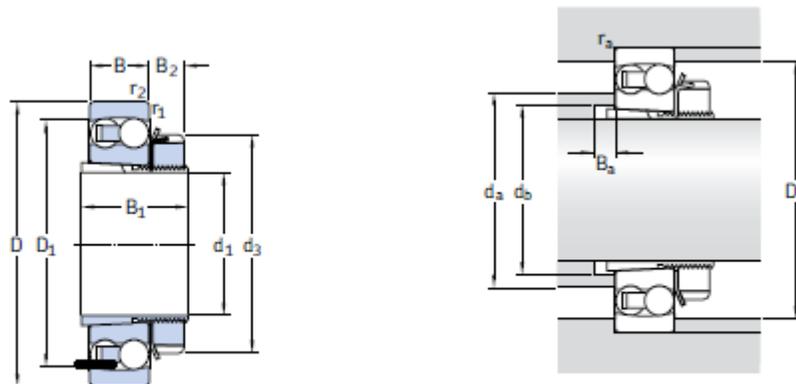
Ver plano: 03-ens.

Proponiendo las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Mantenimiento de recambio del rodamiento cada 10 años.
- La máquina se encuentra operativa 8 horas diarias (lo cual es un valor muy sobrestimado); 7 días a la semana durante los 12 meses del año.

Entonces el rodamiento debe verificar la siguiente cantidad de horas: **H=26.880 hs.**

Del catálogo de rodamientos de la marca comercial SKF, se eligen los siguientes elementos:



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa Rodamiento + manguito	Designaciones Rodamiento	Manguito de fijación
d_1	D	B	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite			
mm			kN		kN	rpm		kg	-	
60	120	23	35,1	14	0,72	11 000	7 000	1,45	1213 EKTN9	H 213
120	31		37,2	20	1,02	10 000	7 000	1,80	2213 EKTN9	H 313
120	31		35,1	14	0,72	-	3 600	1,75	2213 E-2RS1KTN9	H 313 C
140	33		65	25,5	1,25	8 500	6 000	2,85	1313 EKTN9	H 313
140	48		95,6	32,5	1,66	9 000	6 300	3,60	2313 K	H 2313

Dimensiones						Dimensiones de acuerdos y resaltes					Factores de cálculo			
d_1	d_3	D_1	B_1	B_2	$r_{1,2}$ mm	d_3 máx	d_3 mín	D_3 máx	B_3 mín	r_3 máx	e	Y_1	Y_2	Y_0
mm						mm					-			
60	85	106	40	13,5	1,5	85	70	111	7	1,5	0,18	3,5	5,4	3,6
85	107	90	13,5	1,5	80	70	111	9	1,5	0,24	2,8	4,1	2,8	

El rodamiento se encuentra cargado radialmente (no soporta esfuerzos axiales), por lo tanto las solicitaciones que utilizamos para el cálculo de verificación serán las reacciones en el apoyo del rodamiento (R_{ax} , ver página 36):

$$H = \left(\frac{C}{P} \right)^n \cdot \frac{10^6}{60 \cdot N}$$

Entonces la nueva carga dinámica equivalente es:

$$P=605 \text{ kg}$$

La capacidad dinámica del rodamiento extraída del catálogo es:

$$-C=35,1 \text{ kN} \rightarrow C=3.578 \text{ Kg}$$

El número de revoluciones por minuto reales en el eje son: $\rightarrow N=60 \text{ rpm}$.

El coeficiente n depende de aspectos constructivos. Para rodamientos de bolas es $n=3$.

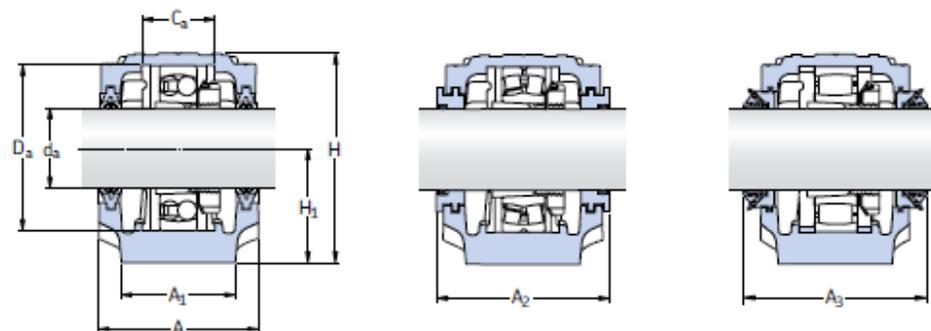
Las horas de funcionamiento del rodamiento serán:

$$H = \left(\frac{3578 \text{ kg}}{605 \text{ kg}} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 60 \text{ rpm}} \rightarrow H = 57458 \text{ horas} \gg 26.880 \text{ horas propuestas.}$$

La vida útil verifica para la cantidad de horas propuestas.

Caja de Rodamiento:

Modelo SNL 513 tl. Posee manguito de fijación para facilitar el montaje y operatividad.



Obturaciones de cuádruple labio
Diseño L

Obturaciones de laberinto
Diseño S

Obturaciones Taconite
Diseño ND

Eje	Soporte		Dimensiones								Masa	Designaciones	Componentes	Obtura-	Tapa
d_2	A	A_1	H	H_1	H_2	J	L	N	N_1	G	Soporte com- pleto con dos obturaciones	Sólo el soporte	ciones	lateral	
mm	mm										kg	-			

60	110	80	150	80	30	230	275	24	18	16	6,50	SNL 513 TL	SNL 513-611	TSN 513 L	ASNH 513-611
----	-----	----	-----	----	----	-----	-----	----	----	----	------	------------	-------------	-----------	--------------

Instrucciones de Montaje:

-Sujeción al carro: La caja de rodamiento se vinculará mediante 2 bulones de ajuste sobre la estructura del carro.

6.3.8.1. Unión roscada. Verificación de tornillos sobre cajas de rodamientos.

Cálculo de las reacciones en los bulones:

A continuación se realizará el análisis de carga sobre los tornillos de sujeción de la caja de rodamiento ubicada sobre el extremo del eje donde se encuentra la transmisión.

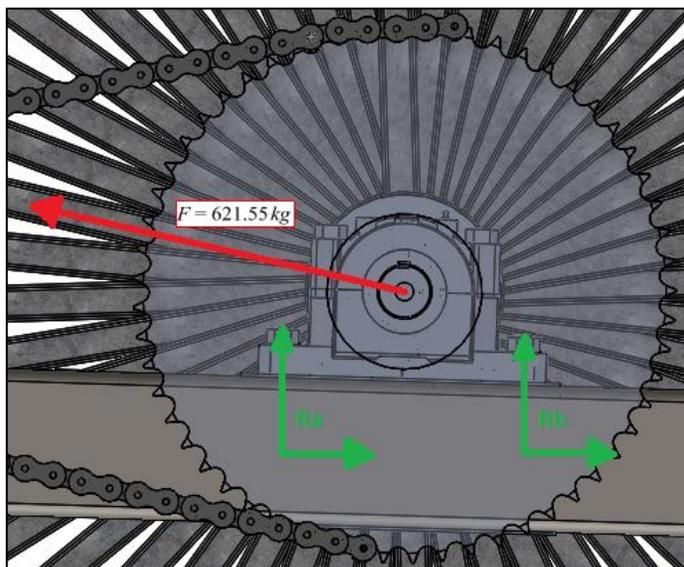


Figura 6-21: Cargas dinámicas en caja de rodamiento.

Hipótesis de cálculo:

Suponemos que la carga de corte de F_x (componente horizontal de la fuerza generada por la cadena) se reparte de igual forma en R_{ax} y R_{bx} , entonces:

Si:

$$\begin{aligned}
 R_{ax} &= R_{bx} \\
 R_{ax} &= F_x/2 \\
 R_{ax} &= F * \cos(11,44^\circ)/2 \\
 R_{ax} &= 621,55Kg * \cos(11,44^\circ)/2 \\
 R_{ax} &= 304,6kg
 \end{aligned}$$

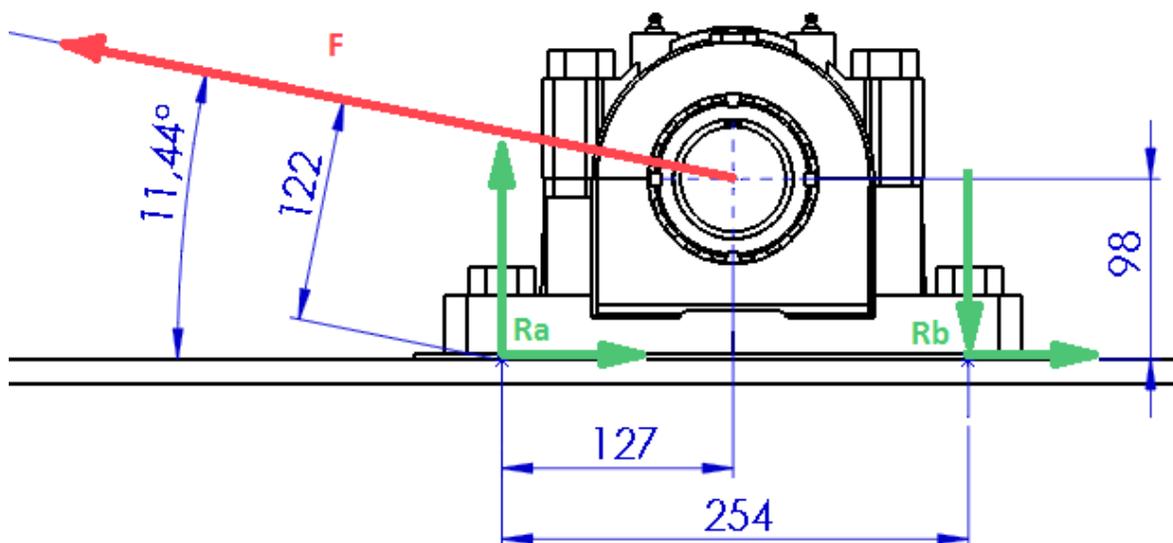


Figura 6-22: Corte de la caja. Esquema de cargas.

R_a y R_b son las reacciones sobre las uniones.

Suponemos además que la caja de rodamiento es un cuerpo rígido que está en equilibrio, y tiende a girar sobre el punto A por la acción de la fuerza F generando momento.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 52 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Entonces planteamos la sumatoria de momentos respecto a A igual a cero:

$$\begin{aligned}\sum M_a = 0 \rightarrow F * 122mm - R_{by} * 254mm &= 0 \\ R_{by} &= 0,48 * F \\ R_{by} &= 0,48 * 621,55kg \\ R_{by} &= 298,34 kg\end{aligned}$$

De la sumatoria de fuerzas en el eje vertical obtenemos la reacción Ray:

$$\begin{aligned}\sum F_y = 0 \rightarrow R_{ay} - R_{by} + F * \text{sen}(11,44^\circ) &= 0 \\ R_{ay} &= R_{by} - F * \text{sen}(11,44^\circ) \\ R_{ay} &= R_{by} - F * \text{sen}(11,44^\circ) \\ R_{ay} &= 298,34 Kg - 621,55 * \text{sen}(11,44^\circ) \\ R_{ay} &= 175,1 Kg\end{aligned}$$

Tabla 6-14: Resumen de las reacciones sobre caja de rodamientos.

Bulón	Reacción horizontal	Reacción vertical	Composición
A	$R_{ax} = 304,6kg$	$R_{ay} = 175,1 Kg$	$R_a = 351,34 Kg$
B	$R_{bx} = 304,6kg$	$R_{by} = 298,34 Kg$	$R_b = 426,37 Kg$

El bulón con mayor exigencia es el bulón B que será analizado para verificar su resistencia. El mismo está sometidos a esfuerzos de tracción en el eje vertical y esfuerzos cortantes en el plano horizontal.

Como las tensiones producidas se encuentran en ejes ortogonales se pueden establecer una tensión máxima compuesta. Entonces para el cálculo tenemos en cuenta la reacción $R_b = 426,37 Kg$.

El bulón que proponemos utilizar por una cuestión de diseño de la caja (orificio ya existente) es un M20.

El diámetro del núcleo de tornillo es: $d_n = 16,75mm$

El área de trabajo resulta: $A = \frac{\pi * d_n^2}{4} = 220 mm^2$

Tensión máxima será:

Usamos el criterio de Niemann, con la hipótesis de carga transversal de los tornillos.

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{R_b}{A}$$

$$\tau_{max} = \frac{426,37Kg}{220 mm^2} = 1,94 \frac{Kg}{mm^2}$$

Tensión admisible del material.

El material elegido es la calidad de acero ISO 4,6.

MARCAS DE GRADOS DE RESISTENCIA PERNOS DE ACERO									
MARCA GRADO RESISTENCIA	A.S.	ESPECIFICACION			ALGUNOS RECOMENDADOS	USOS	Resistencia a la tracción mínima [Kg/mm ²]	Limite de fluencia mínima [Kg/mm ²]	DUREZA
		SAE grado	ISO clase	ASTM					
			3,6		Para requerimientos menores de resistencia, metalmecánica, motores eléctricos, línea blanca. electrónica, usos generales.		34	20	53 - 70 Rb
		J429 grado 1 ¼" a 1 ½"	4,6	A307 grado A y B	Para requerimientos de resistencia media, construcción de máquinas livianas, automotriz (piezas no afectas a fuertes tensiones), máquinas agrícolas, estructuras livianas.		42	23	70 - 95 Rb
			8,8	A449	Para requerimientos de alta resistencia a la tracción, ruedas de vehículos, partes de motores de tracción, cajas de cambio, máquinas herramientas, matrices		80	64	22 - 32 Rc

El autor Niemann propone adoptar para tornillos pasantes cargados transversalmente y que esté sometido a cargas crecientes (por el arranque del motor) un valor de tensión admisible de:

$$\tau_{adm} = 0,3 \sigma_F$$

$$\tau_{adm} = 0,3 * 23 \frac{Kg}{mm^2} = 6,9Kg/mm^2$$

Siendo σ_F la tensión de fluencia del material.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 54 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Se cumple entonces que:

$$\tau_{adm} > \tau_{max}$$

$$6,9 \text{ Kg/mm}^2 > 1,94 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}$$

Conclusión: Adoptando el material y tamaño propuesto, el bulón verifica a las solicitaciones.

6.3.9. Dimensionamiento de los Brazos-Paletas porta Cuchillas.

Determinación de la Sección:

Preselección:

Se procede a determinar el modulo resistente mínimo del perfil para la sollicitación de flexión.

Momento flector M_f :

$$M_f = F * l$$

Dónde:

-F es la fuerza a la cual está sometida cada cuchilla.

-L= longitud de cada brazo.

$$M_f = 4,65 \text{ kg} * 120 \text{ cm}$$

$$M_f = 558 \text{ kgcm}$$

Módulo Resistente W_R necesario de la sección del brazo lindante al eje es: $W_R = \frac{M_f}{\sigma}$

Siendo σ la tensión admisible del material (SAE 1045):

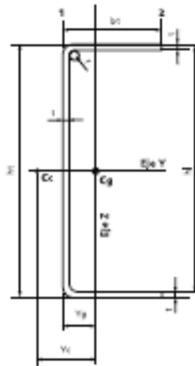
$$W_R = \frac{558 \text{ kgcm}}{1.200 \text{ kg/cm}^2} = 0,465 \text{ cm}^3$$

Seleccionamos perfil U de catálogo Penta-k:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 55 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

NORMAS DE FABRICACIÓN: IRAM - IAS - U500 - 206 - 2

(Para soleras, cordones de reticulados, columnas y demás aplicaciones)



Nombre	Descripción
ht mm	Alto total
bt mm	Ancho total
t mm	Espesor
r mm	Radio interior
a cm ²	Sección
g kg/m	Peso
Jy cm ⁴	Inercia respecto al eje Y
Wy cm ³	Módulo resistencia respecto al eje Y
iy cm	Radio de giro respecto al eje y

Nombre	Descripción
Jz cm ⁴	Inercia respecto al eje Z
wz1 cm ³	Módulo resistente borde 1 respecto al eje z
wz2 cm ³	Módulo resistente borde 2 respecto al eje z
iz cm	Radio de giro respecto al eje z
Yg cm	Distancia desde el eje z al borde exterior del alma
Yc cm	Distancia desde el eje z al centro del corte
Jt cm ⁴	Módulo de torsión
Jw cm ⁶	Módulo de alabeo (* multiplicar por 1000)

ht	bt	t=r	a	g	Jy	Wy	iy	Jz	wz1	wz2	iz	Yg	Yc	Jt	Jw*
mm	mm	mm	cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ⁶
40	30	3,20	2,86	2,51	7,00	3,50	1,56	2,54	2,39	1,31	0,94	1,07	2,15	0,10	0,006

Evaluaremos el perfil a los esfuerzos de flexo-torsión, debidos a que la carga es excéntrica al eje vertical de inercia de la sección.

El procedimiento se realiza siguiendo el protocolo del programa NX de Siemens:

- Primero se realiza el mallado de la geometría.
- Luego se especifican las condiciones de carga.
- Finalmente se establecen las formas de vinculación entre perfil y caño.

Distribución de las tensiones por simulación termográfica (escala de medida en colores) en NX:

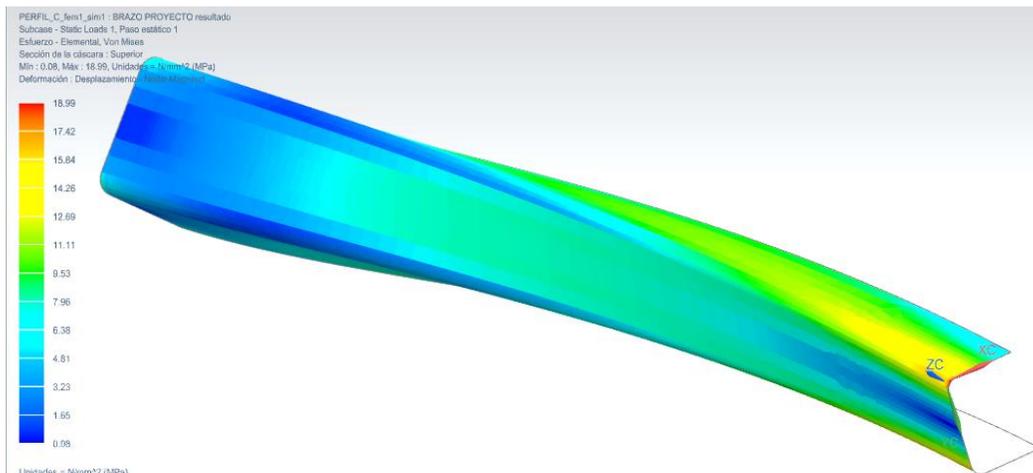


Figura 6-23: Termografía de fuerzas en perfil de brazo.

La zona pintada de amarillo es la zona de empotramiento con el caño.

Desplazamientos:

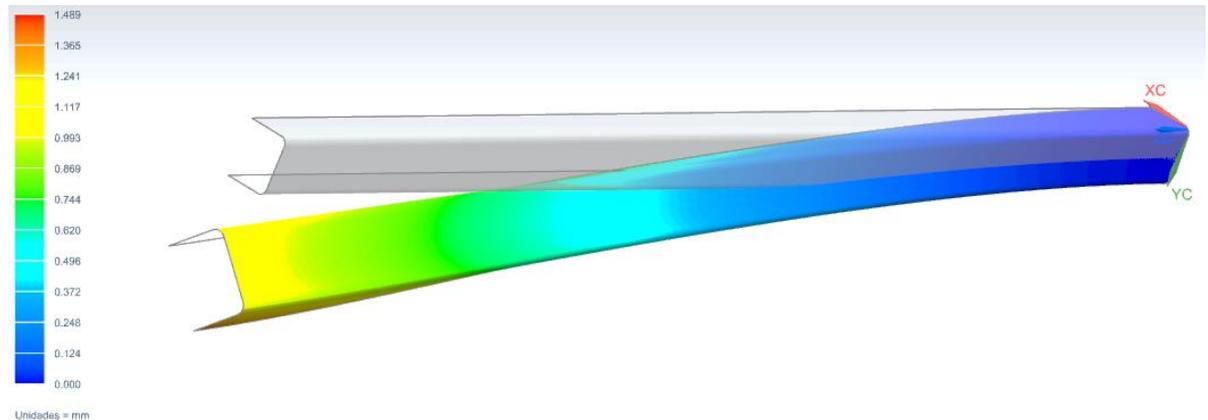


Figura 6-24: Termografía de desplazamientos en brazos.

La zona de color azul es la más cercana al eje del rotor.

Conclusiones:

- Los valores de tensión máxima se aproximan a 19 MPa en la zona del vínculo entre el perfil y el caño. La tensión de rotura del acero SAE1045 es de 220 MPa. Por lo tanto verifica ampliamente el criterio de resistencia con un coeficiente de aproximadamente 11.
- El desplazamiento máximo se produce en la zona que esta entorno a la cuchilla y es de 1,5 mm, lo que genera una deformación del 0,125% lo cual está dentro de los parámetros admisibles (deformación admisible para estructuras mecánicas: 0,5%), y por lo tanto verifica al criterio de rigidez.

6.3.9.1. Unión roscada. Bulones entre Paleta y Cuchilla.

Hipótesis de cálculo:

Suponemos que el bulón del punto C actúa de pivote y el bulón en el punto B está anulando el giro de la cuchilla. Con este criterio los bulones usados deben ser sin juego en la caña. (Criterio Niemann).



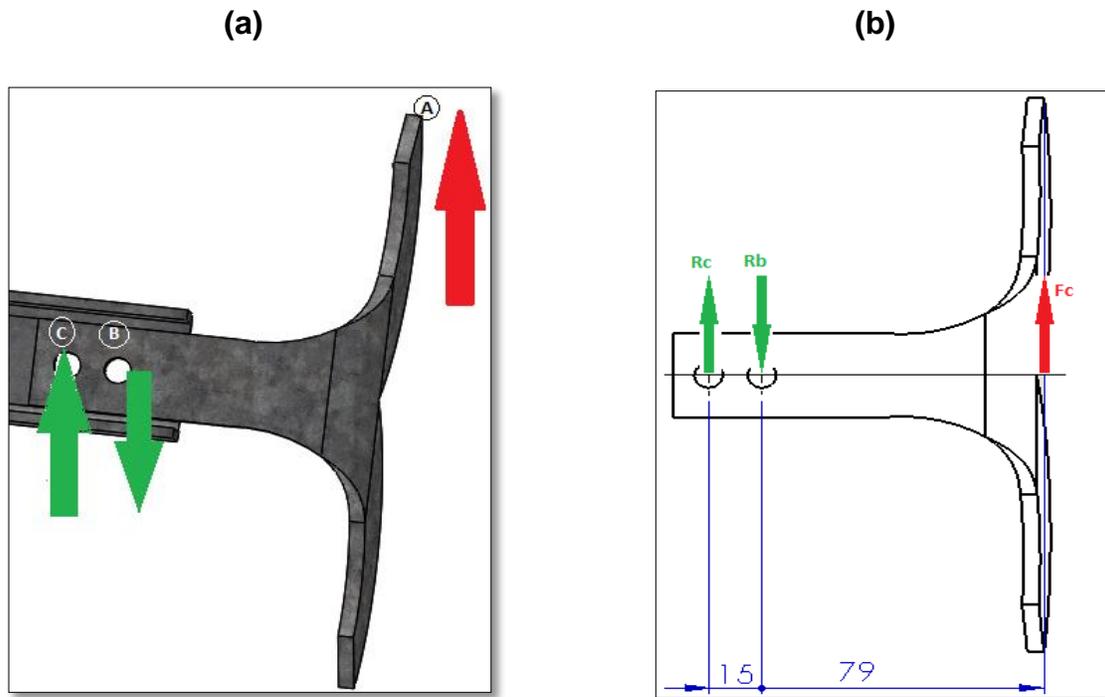


Figura 6-25: a. Cargas dinámicas sobre la cuchilla. b. Esquema de fuerzas.

Cálculo de la fuerza en el punto B:

Planteando sumatoria de momentos igual a cero en el punto C:

$$\sum M = R_b \cdot 15 \text{ mm} - F_c \cdot 94 \text{ mm} = 0 \rightarrow R_b = 6,3 F_c$$

La fuerza de la cuchilla es: $F_c = 4,75 \text{ kg}$

Entonces: $R_b = 30 \text{ Kg}$

De la sumatoria de fuerzas igual a cero en el eje Y resulta que: $R_c = 25,25 \text{ Kg}$

Luego, aplicando la siguiente ecuación de resistencia considerando el valor de R_b :

$$\tau_{adm} = \frac{Q}{A}$$

Dónde:

-Q: es la carga transversal del bulón, para este caso $R_b=30\text{Kg}$.

-A: es el área mínima necesaria para el bulón.

τ_{adm} : es la tensión admisible al corte para cargas oscilantes ya que la cuchilla se carga y se descarga cada medio giro del rotor. Según el criterio de Niemann es: $\tau_{adm} = 0.16 \sigma_F$ (de la tensión de fluencia del bulón).

Adoptamos un tornillo de grado 4,6 (económico) cuya tensión de fluencia es:
 $\sigma_F = 23 \text{ Kg/mm}^2$.

MARCAS DE GRADOS DE RESISTENCIA PERNOS DE ACERO								
MARCA GRADO RESISTENCIA	A.S.	ESPECIFICACION			ALGUNOS RECOMENDADOS USOS	Resistencia a la tracción mínima [Kg/mm ²]	Limite de fluencia mínima [Kg/mm ²]	DUREZA
		SAE grado	ISO clase	ASTM				
			3,6		Para requerimientos menores de resistencia, metalmecánica, motores eléctricos, línea blanca. electrónica, usos generales.	34	20	53 - 70 Rb
		J429 grado 1 ¼" a 1 ½"	4,6	A307 grado A y B	Para requerimientos de resistencia media, construcción de máquinas livianas, automotriz (piezas no afectas a fuertes tensiones), máquinas agrícolas, estructuras livianas.	42	23	70 - 95 Rb
			8,8	A449	Para requerimientos de alta resistencia a la tracción, ruedas de vehículos, partes de motores de tracción, cajas de cambio, máquinas herramientas, matrices	80	64	22 - 32 Rc

Reemplazando:

$$\tau_{adm} = 0,16 * 23 \text{ Kg/mm}^2 = 3,68 \text{ Kg/mm}^2$$

El área mínima necesaria será: $A = \frac{Q}{\tau_{adm}}$

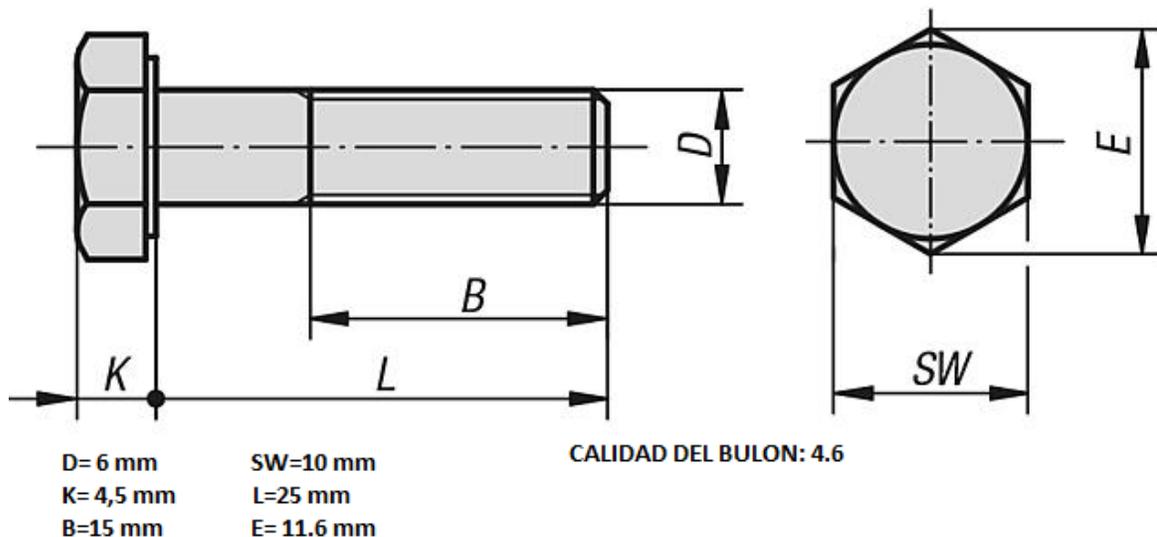
$$A = \frac{30 \text{ Kg}}{3,68 \text{ Kg/mm}^2} = 8,15 \text{ mm}^2$$

El diámetro mínimo del bulón será: $d_{\min} = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$

$$d_{\min} = \sqrt{\frac{4 * 8,15 \text{ mm}^2}{\pi}} = 3,25 \text{ mm}$$

Se seleccionan bulones tipo M6 con diámetro de garganta mínimo del núcleo 4,6mm.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 59 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------



La tuerca de ajuste debe ser de tipo autofrenante y estará acompañada de dos arandelas planas.

6.3.10 Accionamiento Lateral del Carro.

Consideraciones previas:

- La velocidad propuesta para el movimiento lateral del carro es $V_l = 10 \text{ m/min}$.
- Diámetro de rueda motriz: $d_{\text{rueda}}=132 \text{ mm}=0,132\text{m}$
- Peso del conjunto carro: $P_{\text{conjunto}}=800 \text{ kg}$

La velocidad angular de la rueda será:

$$\omega = \frac{1}{60} \frac{Vl}{dr/2} = \frac{1}{60 \left(\frac{s}{min}\right)} \frac{10 \frac{m}{min}}{0.132m/2} = 2,52 \frac{1}{s}$$

La frecuencia de rotación por minuto: $n = \frac{60 \left(\frac{s}{min}\right)}{2\pi \left(\frac{rad}{rev}\right)} \omega$

$$n = \frac{60 \left(\frac{s}{min}\right)}{2\pi \left(\frac{rad}{rev}\right)} 2,52 \frac{1}{s} = 24 \text{ rpm}$$

Potencia del accionamiento:

$$N = Pc * Vl$$

$$N = 800 \text{ kg} * \frac{10 \frac{m}{min}}{\frac{60s}{min}} = 133,33 \text{ kg} \frac{m}{s} = \boxed{1,75 \text{ HP}}$$

Esta es la potencia total de accionamiento lateral, pero se necesitarán dos motores que trabajen simultáneamente repartiendo la carga ubicada a cada lado de la máquina sobre el cuadro de vigas lateral.

Es por eso que se elegirán dos motores que aporten el 50% cada uno de energía requerida. Del catálogo Lentax se requerirán de la línea U dos motorreductores equipados por mecanismo sin fin y corona.

Si bien éstos reductores comparados con los coaxiales poseen menor rendimiento, resultan más convenientes por cuestiones de: espacio, disposición y facilidad de ensamblaje y montaje con la máquina.

Seleccionamos el reductor modelo 24 cuyo rendimiento para las condiciones de trabajo es de R=0,75.

TABLA DE RENDIMIENTOS TEÓRICOS (r)

Relación Nominal i	Velocidad de Entrada (rpm)	MODELO REDUCTOR					
		21	22	23	24	25	26
40	1500	0,68	0,72	0,72	0,75	0,79	0,82
	1000	0,64	0,68	0,69	0,72	0,76	0,79
	750	0,62	0,66	0,66	0,69	0,73	0,77
	500	0,58	0,62	0,62	0,66	0,70	0,74
	300	0,55	0,59	0,59	0,62	0,66	0,70

Verificaciones funcionales del equipo:

El factor de seguridad (F_s) para un sistema tipo II (mezclador de sustancias densas y barros) que arranca una sola vez por hora, para 4 horas de uso diarias, resulta $F_s=1,25$. (Ver figura 26).

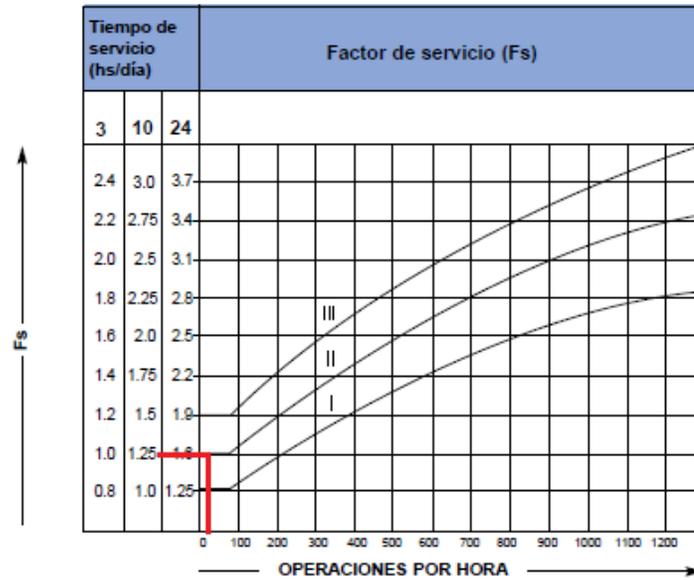


Figura 6-26: Gráfica de Factor de Servicio de Lentax.

La potencia del motorreductor se obtiene de multiplicar la potencia en la rueda por el factor de seguridad dividido el rendimiento:

$$N_e = \frac{N_s \cdot F_s}{r} \quad \longrightarrow \quad N_e = \frac{1,75Hp * 1,25}{0,82} = 2,67Hp$$

La potencia de selección será la próxima mayor que está en la tabla dividido la cantidad de motores (2 unidades):

$$N_e = \frac{2,67 HP}{2 \text{ motores}} = 1,33HP \implies 1,5HP$$

De catálogo Lentax, se eligen 2 modelos 24, línea U con velocidad de salida de 24rpm:

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO		Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.
kW	HP	(RPM)	(i)			(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)
kW	HP	63,6	22,48	24FR	1,50	2,15	144	1430	640	365	55
		74,2	19,27	24FR	1,50	2,50	124	1430	640	365	55
1,10	1,50	11,6	80,00	24	1,50 /6	1,00	557	925	1050	670	59
		15,7	59,00	24	1,50 /6	1,20	459	925	1050	670	59
		18,9	49,00	24	1,50 /6	1,50	393	925	1050	670	59
		23,7	39,00	24	1,50 /6	1,85	326	925	975	625	59
		27,2	34,00	24	1,50 /6	2,10	288	925	975	625	59
		29,8	31,00	24	1,50 /6	2,25	277	925	975	625	59
		34,9	26,50	24	1,50 /6	2,45	246	925	975	625	59
		47,4	19,50	24	1,50 /6	3,20	190	925	755	430	59
		61,7	15,00	24	1,50 /6	3,95	150	925	755	430	59
		18,0	80,00	24	1,50	1,15	379	1430	1050	670	52
24,0	59,00	24	1,50	1,40	315	1430	975	625	52		

6.3.10. Accionamiento Longitudinal de la Máquina.

6.3.10.1. Matriz de valoración.

Nos proponemos establecer si el sistema de avance longitudinal será comandado por un único motorreductor ubicado en la zona central del carro con transmisión cardánica a las ruedas o bien utilizar dos motores trabajando en simultáneo con carga repartida como se muestra a continuación.

Tabla 6-15: Matriz de valoración: Mecanismo del sistema de traslación.

Ubicación: motor/es de movimiento de avance.	Un Motor central con cardan.	Dos motores: uno en cada extremo del carro.
		
Consumo de potencia	5	5
Sencillez de fabricación	3	5
Costo	5	4
Tamaño	4	5
Funcionamiento	2	5
TOTAL VALORACIÓN	19	24

Conclusión: en este caso el funcionamiento se refiere al comportamiento y estabilidad del accionamiento investigado en bibliografía referida a máquinas de elevación y transporte. Entonces deducimos que con el accionamiento central se tienen mayores probabilidades de producirse descarrilamiento sobre cada accionamiento individual ubicado en cada rueda según la teoría del autor Miravete.

Condiciones de diseño:

Se propone que la velocidad longitudinal a lo largo de las bateas sea de: $V_{lo}=5$ m/min.

Su valor en metros por segundo es: $V_{lo}=0,0833$ m/s.

Datos:

- Rueda motriz: $d_{r-motriz}=132$ mm $\rightarrow d_{r-motriz}=0,132$ m
- Peso del conjunto compostador mecánico: $P_{c-m}=1.300$ kg

Velocidad angular de la rueda:

$$\omega = \frac{Vl}{dr/2} \Rightarrow \omega = \frac{0,0833 \frac{m}{s}}{0,132m/2} = 1,26 \frac{1}{s}$$

Número de vueltas de la rueda:

$$n = \frac{60 \left(\frac{s}{min} \right)}{2\pi \left(\frac{rad}{rev} \right)} * \omega$$

$$n = \frac{60 \left(\frac{s}{min} \right)}{2\pi \left(\frac{rad}{rev} \right)} * 1,26 \frac{rad}{s} = 12 \text{ rpm}$$

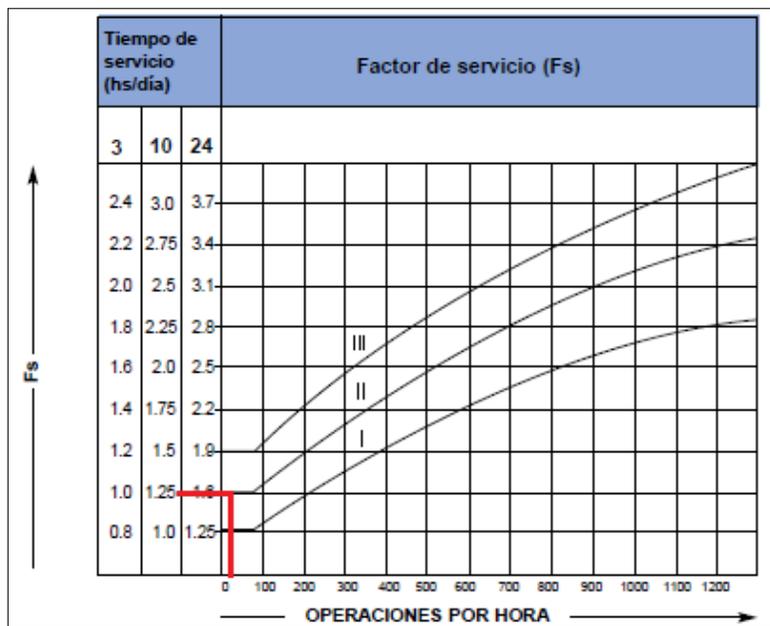
Potencia del accionamiento en la rueda: $N = Pot_{comp} * v_{long}$

Reemplazando valores: $N = 1.300 \text{ kg} * 0,0833 \frac{m}{s} = 108 \text{ kg} \frac{m}{s} = 1,42 \text{ HP}$

Preseleccionamos de la línea U el modelo 25.

El factor de seguridad se obtiene de la siguiente tabla: $F_s=1,25$.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 64 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------



El rendimiento del reductor elegido es: $r=0,79$

TABLA DE RENDIMIENTOS TEÓRICOS (r)

Relación Nominal <i>i</i>	Velocidad de Entrada (rpm)	MODELO REDUCTOR					
		21	22	23	24	25	26
40	1500	0,68	0,72	0,72	0,75	0,79	0,82
	1000	0,64	0,68	0,69	0,72	0,76	0,79
	750	0,62	0,66	0,66	0,69	0,73	0,77
	500	0,58	0,62	0,62	0,66	0,70	0,74
	300	0,55	0,59	0,59	0,62	0,66	0,70

La potencia del equipo depende de la potencia en las ruedas, el factor de servicio y el rendimiento, haciendo:

$$N_e = \frac{N_s * F_s}{r} = \frac{1,42HP * 1,2}{0,79} = 2,16 HP$$

Repartida la potencia en dos motores iguales, tendremos:

$$N_e = \frac{2,16HP}{2 \text{ motores}} = 1,08HP/motor$$

Del catálogo comercial de Lentax, se elige el equipo que reúna estas características:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 65 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO		Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos
kW	HP	(RPM)	(i)			(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página
kW	HP	7,9	178,00	25TR	1,00	1,95	610	1410	1600	1150	76	pag 41	pag 50-51
		10,3	136,92	25TR	1,00	2,25	538	1410	1600	1150	76	pag 41	pag 50-51
		12,4	113,58	25TR	1,00	2,70	445	1410	1600	1150	76	pag 41	pag 50-51
		14,2	99,27	25TR	1,00	3,00	400	1410	1600	1150	76	pag 41	pag 50-51
		16,1	87,37	25TR	1,00	3,40	351	1410	1600	1150	76	pag 41	pag 50-51
0,75	1,00	18,1	77,94	25TR	1,00	3,80	317	1410	1600	1150	76	pag 41	pag 50-51
		19,6	71,88	25TR	1,00	3,90	310	1410	1600	1150	76	pag 41	pag 50-51
		15,1	61,00	25	1,00 /6	2,95	323	920	1600	1150	72	pag 39	pag 50-51
		17,7	52,00	25	1,00 /6	3,25	296	920	1600	1150	72	pag 39	pag 50-51

La velocidad de salida del modelo 25TR es de 12,4 RPM. Por lo tanto la velocidad de avance será ligeramente superior a la propuesta.

Recalculando la velocidad longitudinal:

- $V_{\text{long}}=0,0857\text{m/s}= 5,14\text{m/min.}$

6.4. CARRO PRINCIPAL.

6.4.1. Comportamiento del Riel guía del Carro.

El perfil es un IPN 80. Cuando el carro principal se encuentra a la menor distancia al riel, la fuerza que ejerce la rueda sobre el IPN es de 500 kg.

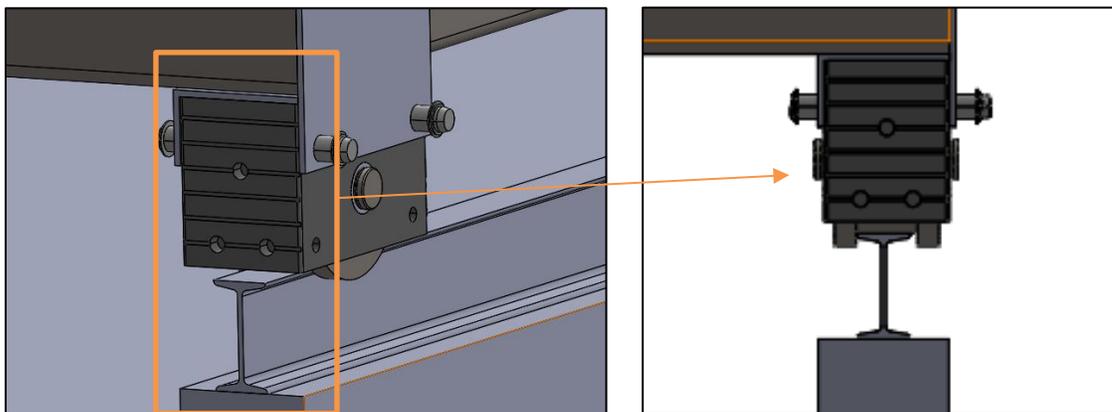


Figura 6-27: Rueda del carro en vinculación con riel de batea.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 66 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Simulamos con el programa NX de Siemens la deformación y los esfuerzos a los que está sometido el perfil. Se obtuvieron los siguientes resultados en escala termográfica.

Deformaciones:

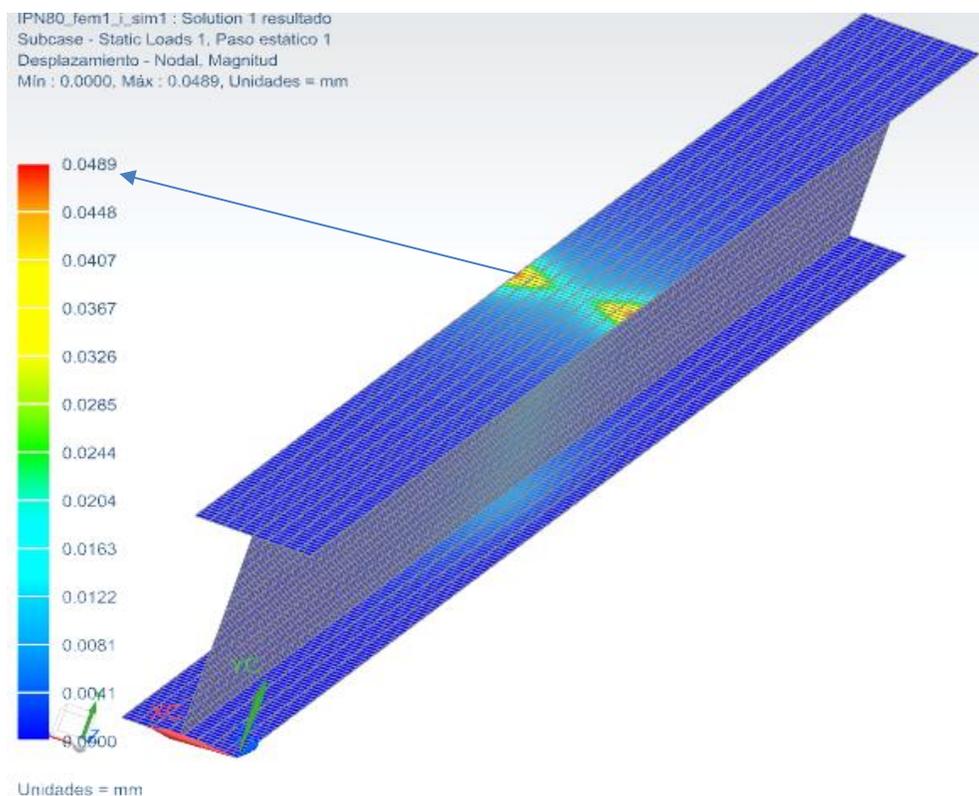


Figura 6-28: Termografía de deformaciones en riel de batea.

Observamos en el resultado de la simulación que el máximo desplazamiento, cuyo valor es 0,049mm, se produce sobre las alas del IPN, producido por esfuerzos de flexión. La deformación por flexión es del 0,122% siendo la deformación admisible: 0,5%.

Esfuerzos:

El máximo esfuerzo se produce en el centro de la cara superior del perfil. El mismo es de compresión y equivale a 125 Mpa. La tensión de fluencia para compresión en el acero laminado es de 175 Mpa. Por lo tanto nos verifica con un factor de seguridad de 1,4.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 67 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

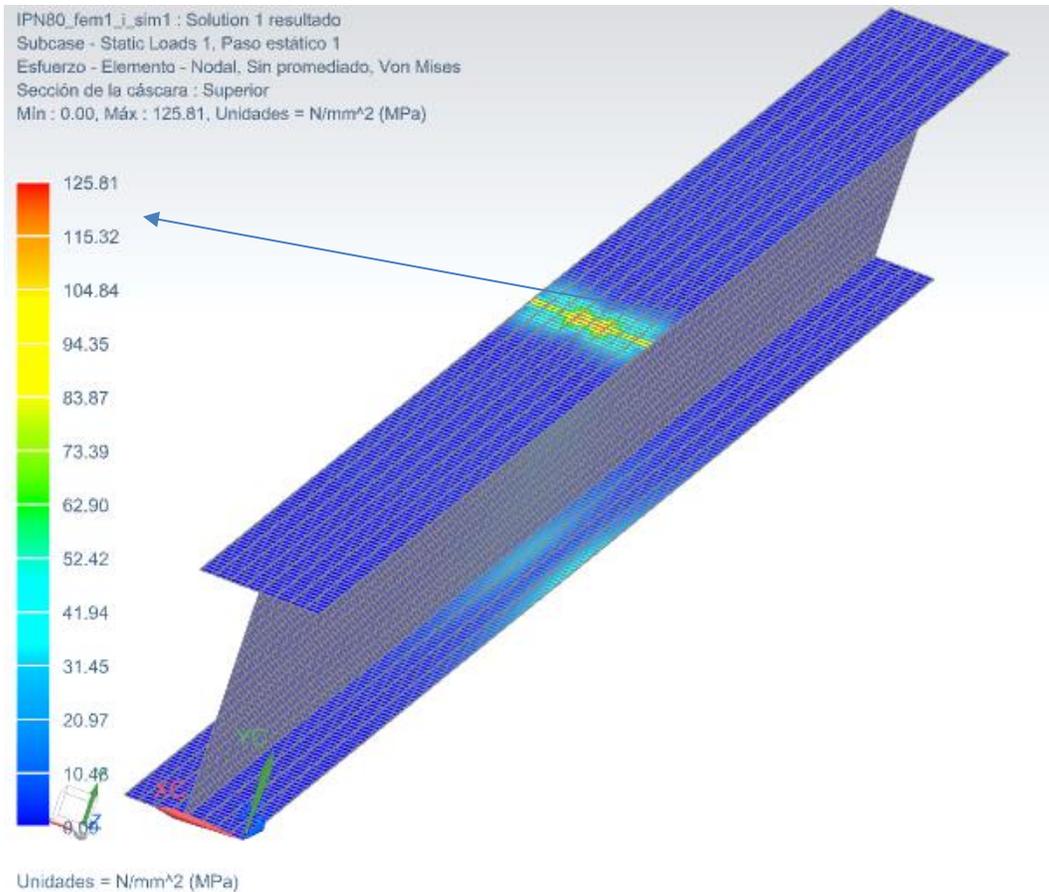
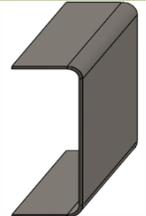
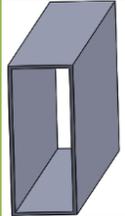


Figura 6-29: Termografía de fuerzas sobre riel de batea.

6.4.2. Diseño geométrico del Perfil Vigas.

Para determinar qué perfil y forma tendrán que utilizarse para la viga se evaluaron dos posibilidades.

Tabla 6-16: Matriz de valoración: Perfil de vigas.

Perfil de vigas.	Plegado U	Viga cajón
		
Sencillez de fabricación	5	2
Resistencia mecánica	4	5

Costo	5	3
Tamaño	3	3
Mantenimiento	5	3
TOTAL VALORACIÓN	22	16

Conclusión:

El plegado U resulta más conveniente. El mantenimiento fue evaluado respecto de la limpieza que deberá hacerse sobre la estructura frente a la acumulación de material de proceso corrosivo para la misma, resultando ser más sencillo y de fácil acceso el primer modelo.

6.4.2.1. Perfil de la Viga Principal.

El análisis de la estructura lo realizamos en la posición más desfavorable. La misma se da cuando la maquina desplaza su rotor para realizar el cambio de batea.

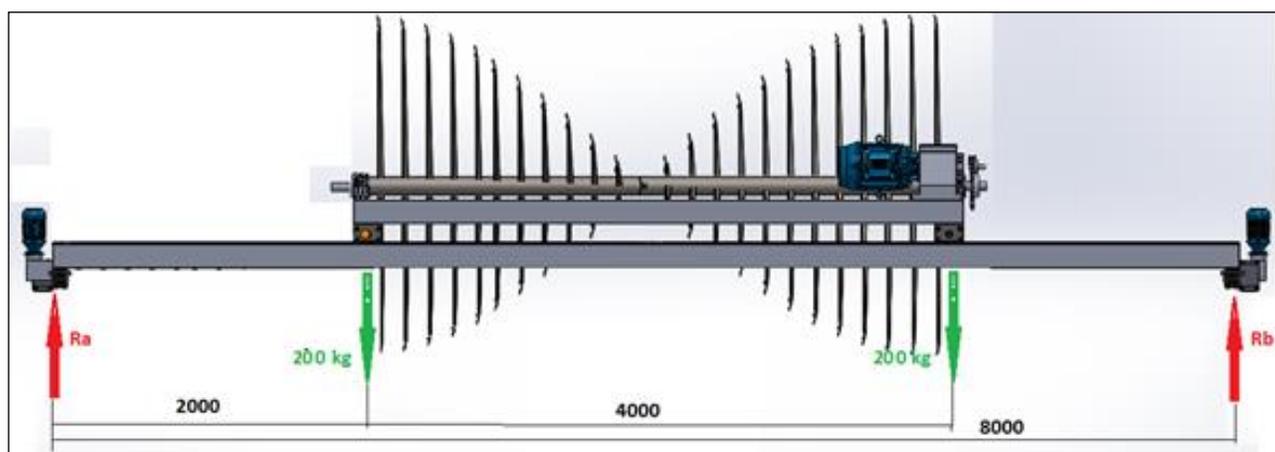


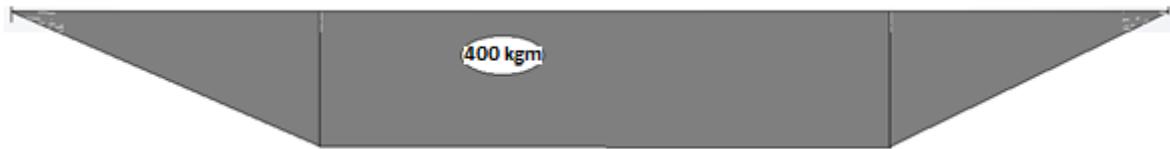
Figura 6-30: Diagrama de cuerpo libre compostador. Vista frontal.

Cálculo de las reacciones:

Como las fuerzas están equidistantes a las reacciones, éstas serán:

$$R_b = 200 \text{ kg}$$

$$R_a = 200 \text{ kg}$$

Esquema del Diagrama de Momento Flector:**Sometemos la viga a criterio de resistencia:**

La tensión máxima producida es: $\sigma_{\max} = \frac{Mf_{\max} \cdot y_{\max}}{I}$

Perfil elegido: 		Tipo de perfil a calcular: 	
Momentos y propiedades resistentes: J_x momento de inercia s/X <input type="text" value="728.0"/> cm ⁴ W_x módulo resistente s/X <input type="text" value="91.0"/> cm ³ J_y momento de inercia s/Y <input type="text" value="243.2"/> cm ⁴ W_y módulo resistente s/Y <input type="text" value="60.8"/> cm ³		Chapa a utilizar: <input type="text" value="3/16 pulg." ▼<br=""/> Características de la chapa: Espesor (en mm): <input type="text" value="4.8"/> Peso por metro cuadrado (en Kg): <input type="text" value="37.7"/>	
Sección y Peso: F sección <input type="text" value="21.38"/> cm ² P peso / metro <input type="text" value="16.89"/> kg/m		Dimensiones del perfil a calcular: Alma [A] (en mm): <input type="text" value="160"/> Ala [B] (en mm): <input type="text" value="80"/> <input type="button" value="Calcular"/>	

Mediante el programa Solidworks se obtuvo el momento de inercia de la sección:

$$I = 728 \text{ cm}^2$$

Reemplazando valores:

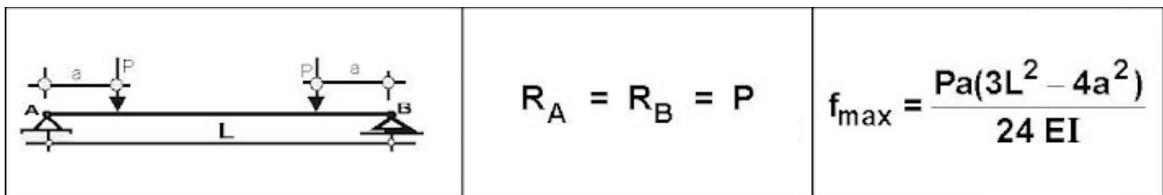
$$\sigma_{\max} = \frac{40000 \text{ kgcm} \cdot 8 \text{ cm}}{728 \text{ cm}^4} \rightarrow \sigma_{\max} = 440 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La tensión admisible del material A36 es 1.250 kg/cm² con un coeficiente de seguridad de 2, siendo esta mayor a la máxima existente. Por lo tanto verifica a la sollicitación por flexión.

Corroboramos la viga con el criterio de la flecha.

Cálculo de la flecha:

El estado de carga de la viga posee la siguiente configuración:



Reemplazando valores en la fórmula de flecha tenemos:

$$f_{\max} = \frac{200 \text{ kg} \cdot 200 \text{ cm} \cdot (3 \cdot (800 \text{ cm})^2 - 4(200 \text{ cm})^2)}{24 \cdot 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 728 \text{ cm}^4} \rightarrow f_{\max} = 1,91 \text{ cm}$$

Según el criterio del autor Stiopin en su libro de Resistencia de Materiales para una pieza de máquina con baja responsabilidad se puede adoptar una flecha máxima de L/3000:

$$f_{adm} = \frac{L}{300} \rightarrow f_{adm} = \frac{800 \text{ cm}}{300} \rightarrow f_{adm} = 2,66 \text{ cm}$$

La flecha máxima es menor que la admisible por lo tanto, la viga cumple con el criterio de rigidez.

$$f_{adm} \gg f_{\max}$$

$$2,66 \gg 1,91 \text{ cm}$$

Características técnicas de las vigas:

Las vigas principales de la máquina están conformadas por caños estructurales de 160 mm x 80 mm x 4,75 mm. La marca comercial Plecor ofrece perfiles con los siguientes:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 71 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Características de la chapa:

Espesor: 4,8mm o 3/16 in.

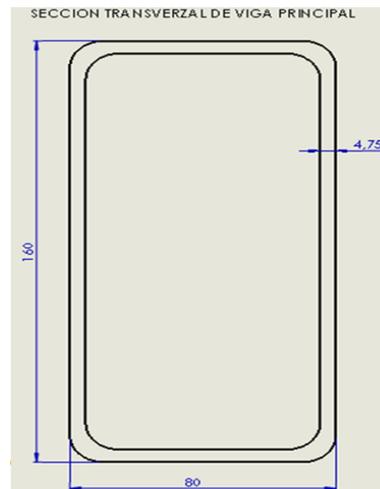
Peso por m²: 37,7kg**Dimensiones:**

Alma (A): 160mm.

Ala (B): 80mm.

Sección: 21,38 cm².

Peso/metro:16,89 kg/m

**Momentos y propiedades resistentes:**Momento de Inercia s/x. J_x : 728 cm⁴.Módulo Resistente s/x. W_x : 91 cm³.Momento de Inercia s/y. J_y : 243,2 cm⁴.Módulo Resistente s/y. W_y : 60,8 cm³.**6.4.2.2. Perfil de la Viga Lateral Carro Rotor.**

El análisis de las vigas se efectúa sobre la viga lateral sometiéndola a la peor condición.

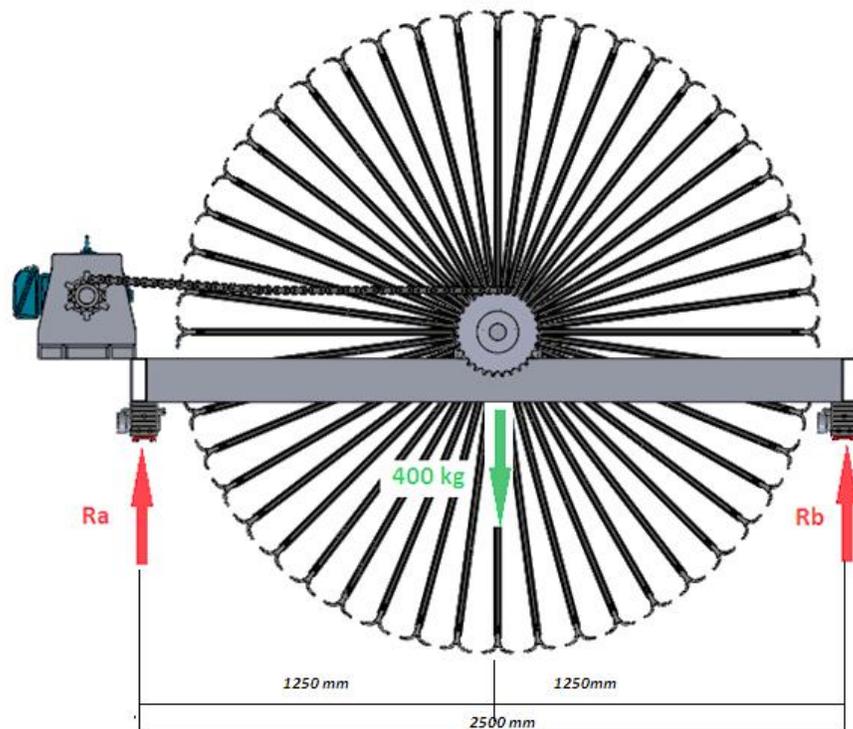


Figura 6-31: Diagrama de cuerpo libre compostador. Vista lateral.

Cálculo de reacciones:

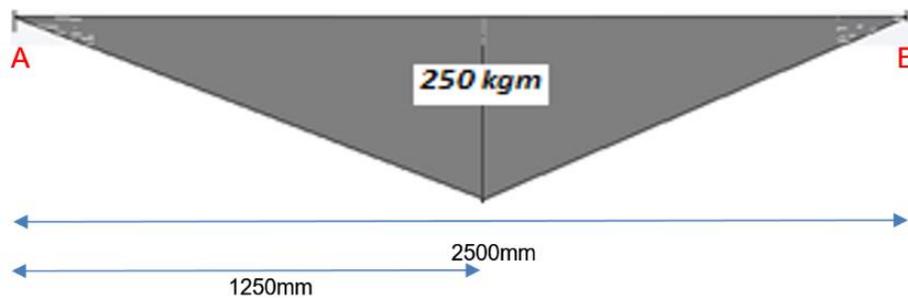
$$R_a = R_b = 200 \text{ kg.}$$

Momento flector máximo:

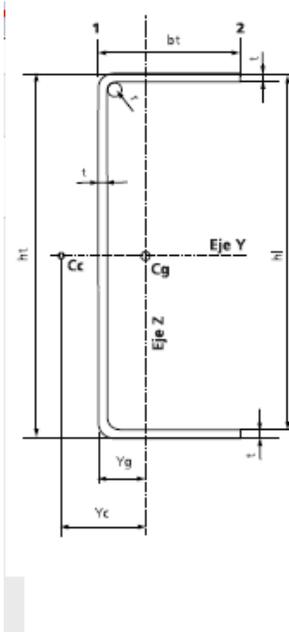
$$Mf_{\max} = R_a \cdot 125 \text{ cm}$$

$$Mf_{\max} = 200 \text{ kg} \cdot 125 \text{ cm} = 25000 \text{ kgcm}$$

$$Mf_{\max} = 250 \text{ kgm}$$

Esquema del Momento Flector:

Sección elegida para la viga:

**NORMAS DE FABRICACIÓN: IRAM - IAS - U500 - 206 - 2**

(Para soleras, cordones de reticulados, columnas y demás aplicaciones)

Nombre	Descripción
ht mm	Alto total
bt mm	Ancho total
t mm	Espesor
r mm	Radio interior
a cm ²	Sección
g kg/m	Peso
Jy cm ⁴	Inercia respecto el eje Y
Wy cm ³	Módulo resistencia respecto al eje Y
iy cm	Radio de giro respecto al eje y

ht	bt	t=r	a	g	Jy	wy	iy
mm	mm	mm	cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
140	100	3,20	10,54	8,54	356,59	50,94	5,82
140	100	4,75	15,41	12,68	508,30	72,61	5,74
160	60	3,20	8,62	6,90	324,26	40,53	6,13
160	60	4,75	12,56	10,05	459,93	57,49	6,05

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 73 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

El momento de inercia de la sección de la viga es: $I = 312 \text{ cm}^4$

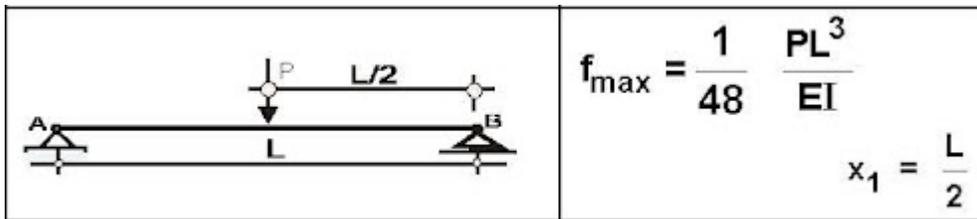
Tensiones originadas por el momento flector: $\sigma_{\max} = \frac{Mf_{\max} \cdot y_{\max}}{I}$

Reemplazando Valores:

$$\sigma_{\max} = \frac{25000 \text{ kgcm} \cdot 8 \text{ cm}}{312 \text{ cm}^4} \rightarrow \sigma_{\max} = 641 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La tensión admisible del acero A36 es de 1250 kg/cm^2 , dado que la tensión máxima es menor que la admisible, la estructura cumple con el criterio de resistencia.

Cálculo de flecha:



$$f_{\max} = \frac{1}{48} \cdot \frac{400 \text{ kg} \cdot (125 \text{ cm})^3}{2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 312 \text{ cm}^4} \rightarrow f_{\max} = 0,024 \text{ cm}$$

Verificamos la viga con el criterio de rigidez. Siguiendo el mismo criterio de Stio-pin que sugiere que para máquinas de baja responsabilidad la flecha máxima es de: Luz de viga/300. Que para este caso es $250 \text{ cm}/300 = 0,833 \text{ cm} \gg 0,024 \text{ cm}$.

6.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Los alcances de la instalación eléctrica estarán limitados a la sumatoria de cargas que conlleva el funcionamiento del compostador. Sin embargo se ampliará el cálculo generalizado a toda la planta.

Se determinará: la potencia necesaria que se deberá tener contratada, se definirá además cantidad y tipos de circuitos con sus respectivos elementos de protección.

La acometida de la planta será correspondiente a un suministro trifásico.

Para la instalación eléctrica de la planta se determinan 3 (tres) circuitos principales, los cuales son:

- **Circuito de Iluminación:** Comprende todas las bocas para iluminar planta.
- **Circuito de tomacorriente:** comprende todas las bocas de alimentación monofásica en baja potencia que requiere la planta.
- **Circuito de potencia:** Red de baja tensión trifásica que alimentara todas las fuentes de fuerza motriz del compostador.

6.5.1. Circuito de Iluminación.

La iluminación no se encuentra dentro de los alcances de este proyecto, no obstante, como el consumo por este servicio es necesario y el local de emplazamiento de la planta fue pensado para que sea la reutilización de un galpón de crianza aviar estándar o de gallinas ponedoras, se tomará como válida la instalación de luminarias preexistentes en los mismos.

Utilizaremos las sugerencias de las normativas vigentes sobre iluminación requerida para cuantificar aproximadamente la cantidad de luminarias necesarias para esta nave.

Sugerencias constructivas:

- 2 hileras (una por cada batea), 25-40W fluorescentes ó 250W vapor de sodio de alta presión.
- 2 metros altura del suelo. Consideraremos 4 m de altura de instalación ya que se necesita una altura libre de 3m para el paso del rotor del compostador.
- Distancia entre hileras: 3m.
- Distancia a pared mínima 1,5m.
- Intensidad de luz: 20-30lux en galpones de reproductoras.

Se utilizó el programa Lumenlux de la empresa Lumenac de simulación para establecer la cantidad de luminarias se servicio general que serán necesarias para mantener estas condiciones.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

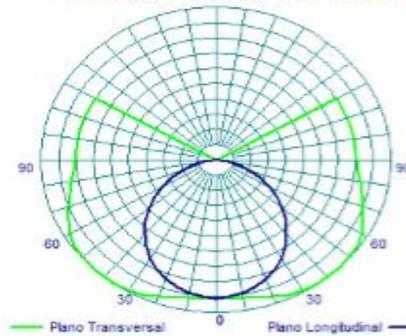
22 unidades de Luminarias modelo Delta 135 fluorescente 36W.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 75 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

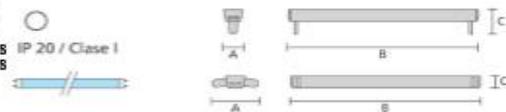
FICHA TECNICA DE LUMINARIA



Curvas Polares de Intensidad Luminosa



Código	Potencia	Lámpara	Zócalo	Peso AxExC	Imáx : 147 cd/ldm	Posición : Gama = 35	Plano C = 0
DELTA 118	1x18	FL	G13	56x646x38	Modelo: DELTA 136		
DELTA 136	1x36	FL	G13	56x1254x80			
DELTA 158	1x58	FL	G13	56x1554x80			
DELTA 218	2x18	FL	G13	133x646x38			
DELTA 236	2x36	FL	G13	133x1254x38			
DELTA 258	2x58	FL	G13	133x1554x38			



CARACTERISTICAS TECNICAS

DELTA

Cuerpo: de chapa zincada y prepintada con pintura poliéster blanca con punteras de ABS. Reflector: opcionales del tipo simétrico, asimétrico y directo-indirecto.
 Portalámparas: en policarbonato con contactos de bronce fosforoso, 2A / 250V, código de temperatura T140. Cableados: cable rígido de sección 0.50 mm², aislación de PVC-HT resistente a 90°C, bornera de conexión de 2b+T con sección máxima de 2,5 mm².
 Equipo: balastos y arrancadores de primera calidad. Alimentación 230V / 50Hz.
 Versiones: con y sin capacitor ó con balasto electrónico.
 Aplicaciones: almacenes, depósitos, salones comerciales, garages, etc.

Lámparas Admitidas

- L 36/12-950
- L 36/32-930
- L 36/20
- L 36/21-840 PLUS
- L 36/31-830 PLUS
- L 36/41-827 PLUS

Potencia Nominal	Flujo Nominal	Reproducción Cromática
36 (W)	2850 (lm)	2 B

Tono de Luz
Blanco

Factor de Balasto %

Potencia eléctrica Total por Lámpara (W)

Flujo Luminoso de Cálculo (lm)

Imprimir las Fichas Técnicas de las Lámparas seleccionadas

Datos y Resultados del Proyecto

Número de Lámparas distintas **1** Coef. Mantenimiento **0.80**

Luminarias Utilizadas

DELTA 136 Altura de Montaje: **4.00 m**
 Flujo de lámparas: **2.8 klm**
 Factor de Balasto: **100 %**

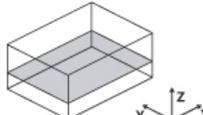
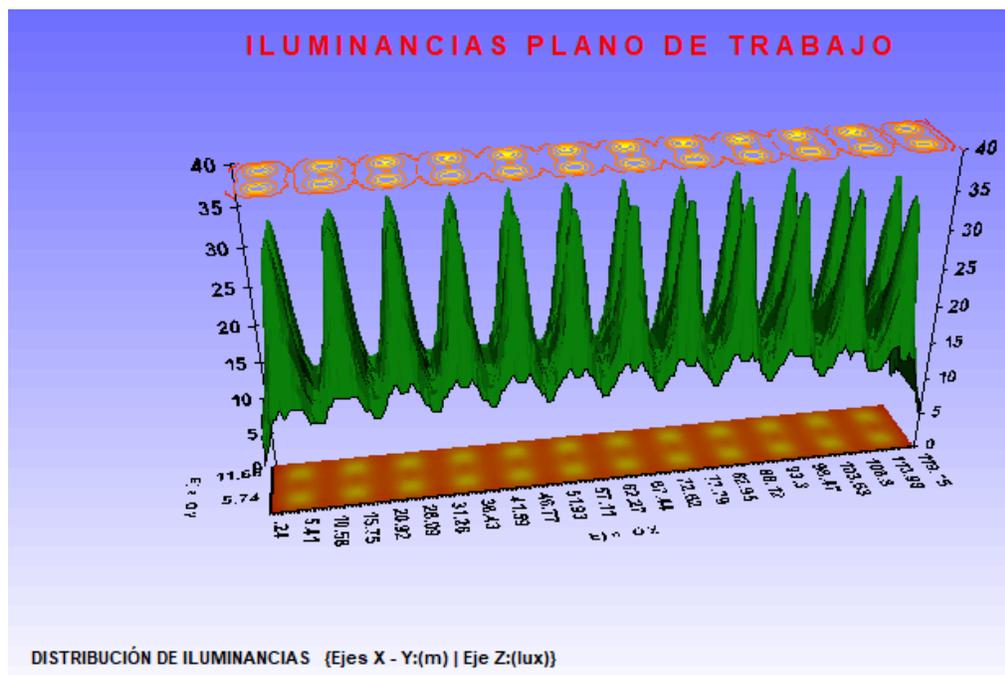
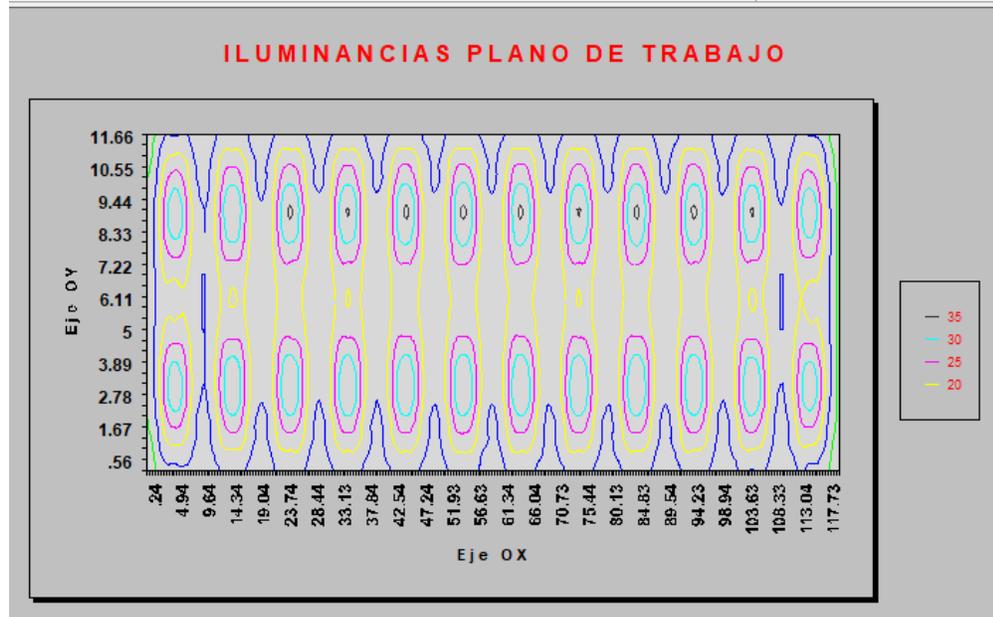
Illuminancia Media (E_{med}): **20.0 lux**
 Illuminancia Mínima (E_{min}): **5.0 lux**
 Illuminancia Máxima (E_{máx}): **36.0 lux**

G1 = E_{min} / E_{med} = 1 : 4
G2 = E_{min} / E_{máx} = 1 : 7.2

Archivo de Datos: **LUMINANCIAS PLANO DE TRABAJO** Rotación: 0 Elevación: 0

Tipos de gráficos disponibles: **2D - Curvas Isolux** Gráfico Aplicar

Ampliar Gráfico Imprimir Ayuda Volver

6.5.2. Potencia Total Instalada.

A continuación se enumeran los equipos con sus correspondientes consumos y potencia para determinar la potencia total instalada y de esta manera establecer la cantidad de energía a contratar.

Tabla 6-17: Consumo de potencia y energía diarias. Potencia de acometida.

CÓDIGO	MÁQUINA	POTENCIA	ENERGÍA DIARIA CONSUMIDA
SM-CM-CR-MR-016	Motorreductor Lentax	11 kW	16 kWh
SM-CM-CR-MTL-022	Motorreductor Traslación Lateral	2,2kW	0,1 kWh
SM-CM-MCP-05	Motorred. Tras. longitudinal	1,5 KW	2,18 kWh
T-RE	Rosca Embolsado	0,35kW	1,4 kWh
T-RG	Rosca Granel	2,2kW	0,75 kWh
SH-BO	Bomba	1,8kW	7,2 kWh
SE-CL	Circuito Lumínico	2,5kW	5 kWh
TOTAL		21,55 Kw	32,63 kWh/día

Factor de servicio	0,8
Potencia Máxima = Potencia total x Factor de servicio	17,24 Kw
Factor de potencia de la instalación	0,85
Potencia de acometida:(Potencia máx. / Factor de pot.)	20 Kva

El factor de servicio o de simultaneidad indica la máxima probabilidad de que ocurra de que todos los consumos estén funcionando al mismo tiempo.

Para un consumo mensual, será el valor diario afectado a 30 días para un proceso continuo.

$$E_{mensual} = 32,63 \frac{kWh}{día} * 30 \frac{días}{mes} \approx 979 \frac{kWh}{mes}$$

Considerando que el precio más IVA del kWh es \$2, entonces el costo mensual es de \$1.958 aproximadamente (valores referido a junio de 2017).

6.5.2.1. Cable de Transmisión de Potencia.

Dimensionamiento.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 78 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Potencia de transmisión:

Los motores que funcionan simultáneamente son el motor del rotor y los motores de traslación:

- Motor rotor: 1x 11 kW.
- Motor traslación: 2x 1,1 kW.

Potencia kW	Carcasa	In (A) 400V	II/In	Cp/Cn	Cm/Cn	Inercia (kgm ²)	Nivel sonoro dB(A)	Peso (kg)	% de plena carga					
									Eficiencia			Factor de potencia		
									50	75	100	50	75	100

W22 - Fundición de hierro- Alta Eficiencia - IE2- 4 Polos

0,25	80	0,6	5,5	200%	250%	0,00153	7644	9	70	74	74	0,61	0,74	0,81
0,37	80	0,87	5,7	220%	270%	0,00187	44	9,5	73	75,5	75,5	0,6	0,73	0,81
0,55	80	1,27	5,8	240%	280%	0,00221	44	10,5	75	76,5	76,5	0,61	0,74	0,82
0,75	90S	1,69	5,9	220%	260%	0,00384	49	17,5	78	80	80	0,59	0,72	0,8
1,1	90S	2,4	6,5	210%	260%	0,00494	49	19	81	81,8	81,8	0,62	0,75	0,81
1,5	90L	3,26	6,3	200%	280%	0,00546	49	22	81,5	83	83	0,57	0,72	0,8
2,2	100L	4,64	6,6	310%	320%	0,00822	53	30,5	84	84,5	84,5	0,63	0,75	0,81
3	100L	6,17	6,5	320%	330%	0,00972	53	33	85	85,6	85,6	0,64	0,76	0,82
4	112M	8,12	6,6	200%	260%	0,01558	56	42	86	86,7	86,7	0,64	0,76	0,82
5,5	132S	10,5	7,3	190%	300%	0,04163	56	63	88	88,1	88,1	0,69	0,81	0,86
7,5	132M	14,1	7,2	200%	300%	0,05284	56	72	88,7	89	89	0,71	0,81	0,86
9,2	132M	17,3	7,7	220%	320%	0,06039	56	75	89,2	89,5	89,5	0,7	0,81	0,86
11	160M	21,2	6,4	230%	280%	0,07304	61	105	89	90,2	90,2	0,65	0,76	0,83
15	160L	28,7	6,2	230%	280%	0,08743	61	125	90,6	91	91	0,66	0,76	0,83
18,5	180M	35,1	6,6	240%	280%	0,16569	61	164	91,5	91,8	91,6	0,68	0,78	0,83

Entonces el cable se dimensionará para una potencia de: 11kW+2,2kW= 13,2 kW.

Corriente en Amper (A) por el conductor:

$$I = 21,2A + 2 \times 2,4A = 26A.$$

Seleccionamos de catálogo de cables para puente grúas marca EMYSFLAT un cable de 4 vías de sección de 4 mm.

Número de conductores y sección nominal mm ²	Ø máximo de los alambres mm	Resistencia eléctrica en CC a 20°C ohm/km	Espesor nominal del aislante mm	Espesor nominal de la vaina		Medidas exteriores aproximadas		Peso aproximado km / km	Intensidad máxima admisible (1) A
				Superior	Lateral	Espesor	Ancho		
4x1	0.21	19,5	0.6	0.9	1.5	4,3	13,0	105	13
4x1.5	0.21	13.3	0.7	1.0	1.5	5.0	15.0	140	15
4x2.5	0.26	7.98	0.8	1.0	1.8	5.6	18.0	204	22
4x4	0.31	4.95	0.8	1.2	1.8	6.6	20.2	290	29
4x6	0.31	3.3	0.8	1.2	1.8	7.2	22.8	390	38
4x10	0.31	1.91	1.0	1.4	1.8	9.2	28.9	650	53

Verificación a la caída de tensión:

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 79 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

El valor de resistencia del cable es:

$$R = 4.95 \Omega / km$$

La reactancia estimada es de:

$$X = 0,08 \Omega / km$$

La caída de tensión porcentual en el cable se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{100 \cdot (R \cdot l \cdot I \cdot \cos \phi + X \cdot l \cdot I \cdot \sin \phi)}{U_l}$$



Dónde:

l: es la longitud del cable: 120 m.

$\cos \phi$: es el factor de potencia del motor: 0,85 y su $\sin \phi = 0,527$.

U_l : es la tensión de línea: 380 V.

Reemplazando valores:

$$\Delta U = \frac{100 \times (4,95\Omega/km \times 0,12km \times 26A \times 0,85 + 0,08\Omega/km \times 0,12km \times 26A \times 0,527)}{380V}$$

$$\Delta U = 3,49\%$$

La máxima caída de tensión porcentual admisible por norma AEA (Resolución N°207/95) es de 5% para el motor en estado de régimen. Por lo tanto el cable verifica por caída de tensión.

Datos técnicos

• Sección nominal y número de conductores:

Se fabrican secciones de 1 a 25 mm², de 4 a 12 conductores (las secciones de 4 a 25 mm² solo se fabrican en 4 conductores).

• Identificación:

Los tetrapolares (cuatro conductores) están identificados por los siguientes colores: marrón / celeste / negro / verde - amarillo. En las restantes formaciones, se realiza una numeración en tinta de color blanco indeleble, **sobre aislación de color negro**, mas el conductor de protección verde - amarillo. El conductor de protección esta incluido en el total de los conductores.

• Normas de fabricación y ensayo:

V.D.E. 0281 – IRAM NM 280

Tensión máxima de servicio:

1 mm² = 300 / 500 V.
Mayor 1 mm² = 450 / 750 V.

Temperatura máxima de servicio en el conductor:
70° C.

• Radio de curvatura mínimo:

Aproximadamente 10 x espesor **exterior** del cable.

• Ventajas de cables planos:

- Alta flexibilidad.
- Poco espacio necesario.
- Posibilidad de apilado.

• Indicaciones de montaje de cables apilados:

- En el apilamiento se comenzará con el ancho menor que esté sobre la superficie de apoyo y se los apilará de manera que la superficie mayor quede arriba de todo.

- Las bobinas conteniendo cables planos deben ser transportados de pie.

- Se deberá calcular con un 10% de conductores de reserva para los cables planos de sección menor de 2,5 mm², que pueden sufrir cortes a causa de su fuerza de rotura leve.

• Campos de aplicación:

Pueden utilizarse como cable de potencia y comando, en puentes grúa, equipos de elevación, transporte y todas aquellas líneas productivas que posean movimientos de traslación; inclusive utilizando los herrajes adecuados, son utilizados en comando de ascensores, hasta una longitud de 35 m. de suspensión y velocidad máxima de 1,6 m/s.



Descargar
Ficha

Verificación de curvatura para selección del carro porta cable.

La mínima curvatura a la que puede estar sometido el cable sin sufrir desgaste mecánico prematuro se estima a través de la relación:

- 10 veces el espesor exterior del cable.

Si el espesor del cable es de 6,6mm entonces:

$$10 \times 6,6\text{mm} = 66\text{mm}.$$

Conclusiones:

- Para transportar la energía a los motores y sistema de mando, se selecciona el cable plano de 4 mm² x 4.
- Longitud necesaria: 125m.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 81 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

6.5.3. Dispositivos de Arranque y Maniobra.

- **Contactor Motor Desplazamiento Longitudinal.**

El siguiente elemento eléctrico de maniobra fue elegido del catálogo de la marca comercial WEG.

Para un arranque directo, ingresamos a la tabla con el valor de tensión del motor. La potencia de los dos motores es 2HP, el contactor más próximo es el CW07 y admite hasta 4 HP.

Minicontactor Tripolar Línea CW		CW 07		
Bobina Corriente Alterna - CA ¹¹⁾		CA-.10/.01		
AC-3 Arranque de motores de jaula con desconexión en régimen nominal.		le máx. (Ue ≤ 440V) (A)	7	
		Potencia (50 y 60Hz)	220V HP	2
			380V HP	4
			440V HP	-
		Man. / hora a plena carga	300	
Fusible máximo (gL/gG) ⁴⁾	A	16		
Cons. Bobina (CA) ¹²⁾ *Ligar* / *Ligada*	VA	19,5 / 5,5		
Peso	kg	0,120		
Dimensiones	Ancho	mm	45	
	Altura	mm	42	
	Profundidad	mm	44	

- **SE-CMLI Contactor Motor Desplazamiento Longitudinal Inversión de Giro.**
Artículo ídem a SE-CML.

- **SE-CMT Contactor Motor Desplazamiento Transversal.**

De la misma manera que se indicó anteriormente, ingresamos a la tabla con la tensión del motor para un arranque directo de dos motores que suman una potencia de 3HP.

Minicontactor Tripolar Línea CW		CW 07		
Bobina Corriente Alterna - CA ¹⁾		CA-.10/.01		
AC-3 Arranque de motores de jaula con desconexión en régimen nominal.		le máx. (Ue ≤ 440V) (A)	7	
		Potencia (50 y 60Hz)	220V HP	2
			380V HP	4
			440V HP	-
		Man. / hora a plena carga	300	
Fusible máximo (gL/gG) ⁴⁾	A	16		
Cons. Bobina (CA) ¹²⁾ "Ligar" / "Ligada"	VA	19,5 / 5,5		
Peso	kg	0,120		
Dimensiones	Ancho	mm	45	
	Altura	mm	42	
	Profundidad	mm	44	

- **SE-CMTI Contactor Motor Desplazamiento Transversal Inversión de Giro.**

Artículo ídem a SE-CML.

- **SE CMP Contactor Motor Principal.**

Ingresamos a la tabla con la tensión del motor para conexión a régimen nominal. Si bien existe inversión de giro, la rampa del arrancador suave nos permite reducir a un tipo de arranque AC-3. La potencia del motor es 15 HP

Contactores Tripolares/Tetrapolares Línea CWM		CWM 25		
Bobina Corriente Alterna - CA ¹⁾ 50/60Hz o 60Hz Bobina Corriente Continua - CC ¹⁾		CA (3 polos)-.00/.10/.01 (4 polos)-.4P/.2P/2R CC-.00/.10/.01		
AC-3 Arranque de motores de jaula con desconexión en régimen nominal.		le máx. (Ue ≤ 440V) (A)	25	
		Potencia (50 y 60Hz)	220V HP	7,5
			380V HP	15
			440V HP	15
		Man. / hora a plena carga	1200	

- **SE-CMPI Contactor Motor Principal Inversión de Giro.**

Artículo ídem SE-CMP.

- **SE-RTMP Relé Térmico Motor Principal.**

Protege al motor principal de eventuales sobrecargas como pueden ser atoramientos o falta de alguna fase de la línea.

Se elige según la corriente del motor. En nuestro caso la corriente de selección es: $I=22^a$.

Relés de Sobrecarga		RW 27D																
Línea RW_D  Sensibilidad contra falta de fase; Compensación de temperatura; Clase de disparo 10; Tecla multifunción programable :		Montaje directa al contactor. Montaje en riel con adaptador BF 27D. 																
 A Solamente rearme automático. Rearme, desconexión por botón y función test. HAND Rearme manual, desconexión por botón y función test. R Solamente rearme manual.		Rango Ajuste / Fus.máx.(gL/gG) ⁴⁾ A : <table border="1"> <tr> <td>0,28...0,4 / 2</td> <td>1,8...2,8 / 6</td> <td>8...12,5 / 25</td> </tr> <tr> <td>0,4...0,63 / 2</td> <td>2,8...4 / 10</td> <td>10...15 / 35</td> </tr> <tr> <td>0,56...0,8 / 2</td> <td>4...6,3 / 16</td> <td>11...17 / 35</td> </tr> <tr> <td>0,8...1,2 / 4</td> <td>5,6...8 / 20</td> <td>15...23 / 50</td> </tr> <tr> <td>1,2...1,8 / 6</td> <td>7...10 / 25</td> <td>22...32 / 63 ¹⁾</td> </tr> </table>		0,28...0,4 / 2	1,8...2,8 / 6	8...12,5 / 25	0,4...0,63 / 2	2,8...4 / 10	10...15 / 35	0,56...0,8 / 2	4...6,3 / 16	11...17 / 35	0,8...1,2 / 4	5,6...8 / 20	15...23 / 50	1,2...1,8 / 6	7...10 / 25	22...32 / 63 ¹⁾
0,28...0,4 / 2	1,8...2,8 / 6	8...12,5 / 25																
0,4...0,63 / 2	2,8...4 / 10	10...15 / 35																
0,56...0,8 / 2	4...6,3 / 16	11...17 / 35																
0,8...1,2 / 4	5,6...8 / 20	15...23 / 50																
1,2...1,8 / 6	7...10 / 25	22...32 / 63 ¹⁾																
Dimensiones	Ancho	mm	45															
	Altura	mm	79,5															
	Profundidad	mm	92															
Peso		kg	0,147															
Accesorios		 Base Fijación Individual : BF 27D																

- **SE-RTML Relé Térmico Motor Longitudinal.**

Corriente de regulación: 3 A.

Relé de Sobrecarga para Minicontadores		RW 17D										
Línea RW_D  Sensibilidad contra falta de fase; Compensación de temperatura; Clase de disparo 10; Tecla multifunción programable.												
Rango de Ajuste / Fusible máx.(gL/gG) ⁴⁾ A		<table border="1"> <tr> <td>0,28 ... 0,4 / 2</td> </tr> <tr> <td>0,4 ... 0,63 / 2</td> </tr> <tr> <td>0,56 ... 0,8 / 2</td> </tr> <tr> <td>0,8 ... 1,2 / 4</td> </tr> <tr> <td>1,2 ... 1,8 / 6</td> </tr> <tr> <td>1,8 ... 2,8 / 6</td> </tr> <tr> <td>2,8 ... 4 / 10</td> </tr> <tr> <td>4 ... 6,3 / 16</td> </tr> <tr> <td>5,6 ... 8 / 20</td> </tr> </table>		0,28 ... 0,4 / 2	0,4 ... 0,63 / 2	0,56 ... 0,8 / 2	0,8 ... 1,2 / 4	1,2 ... 1,8 / 6	1,8 ... 2,8 / 6	2,8 ... 4 / 10	4 ... 6,3 / 16	5,6 ... 8 / 20
0,28 ... 0,4 / 2												
0,4 ... 0,63 / 2												
0,56 ... 0,8 / 2												
0,8 ... 1,2 / 4												
1,2 ... 1,8 / 6												
1,8 ... 2,8 / 6												
2,8 ... 4 / 10												
4 ... 6,3 / 16												
5,6 ... 8 / 20												
Dimensiones	Ancho	mm	45									
	Altura	mm	79,5									
	Profundidad	mm	92									
Peso		kg	0,150									
Accesorios		 Adaptador A17										
Adaptador para montaje con tornillos CW 07 + RW 17D												

- **SE-RTMT Relé Térmico Motor Transversal.**

Artículo ídem al SE-RTML con la regulación de la corriente de sobrecarga a 6 A.

- **SE-PLC UNITRONIC M90.**

El modelo seleccionado corresponde al M91-2-R34 con 22 entradas digitales, 2 analógicas y 12 salidas a relés. La alimentación es con corriente continua en 24V.



Figura 6-32: Controlador Lógico Programable (PLC).

Características técnicas de catálogo:

M91-2-R34 (22ed/12sr/2ea/op.exp)

Código AEA: 4304210		Entradas_digitales_PNP/NPN	22
Código Fab.	M91-2-R34	Salidas_digitales_a_rele	12
Descripción	M91-2-R34 (22ed/12sr/2ea/op.exp)	Salidas Digitales a Transistor PNP	-
Alimentación(VCC)	24	Salidas_alta_velocidad/PWM	-
Tipo_de_Pantalla	Texto	Entradas_analógicas_0_10V_0_20mA_4_20mA10bit	2
Tamaño_de_Pantalla	2 Lineas x 16 caracteres	Entrada_para_contador_de_alta_velocidad_de_10KHZ_16Bit	0-3
Entradas_analógicas	0-10V, 0-20mA, 4-20mA (10 bit)		
Entrada_alta_velocidad	10 KHz (16 Bit)		
Entrada_p/medición_de_temperatura	-		
Salidas_analógicas	-		

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 85 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Entrada_para_encoder_de_10KHZ_16Bit	0-3
Entrada_para_medición_de_frecuencia_10KHZ_16Bit	0-3
Kit_de_programación_incorporado	SI
Líneas_de_display	2
Caracteres_por_línea_de_display	16
Iluminación_de_display	LED
Pantallas	80 definibles por el usuario
Teclado	15 teclas (14 programables)
Memoria_de_aplicación_en_código_Ladder	36
Memoria_de_aplicación_en_texto	2

Las entradas reciben diferentes señales que son indicadores para la ejecución de las órdenes preestablecidas dentro del software del PLC, Estas señales provienen de:

- La llave selectora Manual-automático: que le indica la forma de trabajo.
- Pulsadores: indica los movimientos en el modo manual.
- sensores: indica los movimientos en el modo automático.

Las salidas del dispositivo se encargan principalmente de la activación de los diferentes relés que habilitan los contactores de los motores de accionamiento. A través de la pantalla se puede obtener información relacionada a la operatividad de los equipos.

Ver programación en escalera o ladder del compostador en apartado 7.4 de capítulo Anexos Complementarios.

- **SE-AS Arrancador Suave para Motor Principal.**

Teniendo en cuenta que el rotor posee elevada inercia, se propone un sistema de arrancador suave para evitar vibraciones en la estructura y los fenómenos eléctricos en el arranque del motor.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 86 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Resumen de los Arranadores Suaves SIRIUS		
		SIRIUS 3 RW30/31
1) para 3RW31 y 3RW30...-1AA12 sólo arranque suave 2) no para 3RW3003 3) no es posible con conexión triángulo interior 4) para 3RW3003 más de 230 V X = función disponible – = función no disponible		
		Aplicaciones Estándar
Corriente nominal a 40 °C	A	3 ... 100
Tensión nominal	V	200 ... 575
Potencia de motor a 400 V (conexión estándar)	kW	1.1 ... 55
Potencia de motor a 400 V (conexión triángulo interior)	kW	–
Temperatura ambiente (en operación)	°C	–25 ... 60
Arranque y parada suaves		X ¹⁾
Rampa de tensión		X
Tensión de arranque y parada	%	40 ... 100
Tiempo de rampa	s	0 ... 20
Control de par de lazo cerrado		–
Par de arranque y parada	%	%
Límite de par	%	–
Tiempo de rampa	s	–

- **SE-SIFL Sensor Inductivo Fin de Carrera Longitudinal.**

Los sensores estarán adosados en el carro para detectar los puntos del ciclo del proceso en el que la máquina debe cambiar de dirección.

- Sensor normal abierto (PNP)
M12.
- Cableado: 3 hilos.
- Tensión de alimentación 24V cc.
- Alcance 4mm.



- **SE-SICL Sensor Inductivo Comienzo de Carrera Longitudinal.**
Artículo ídem SE-SIFL.

- **SE-SIFT Sensor Inductivo Fin de Carrera Transversal.**

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 87 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

Artículo ídem SE-SIFL.

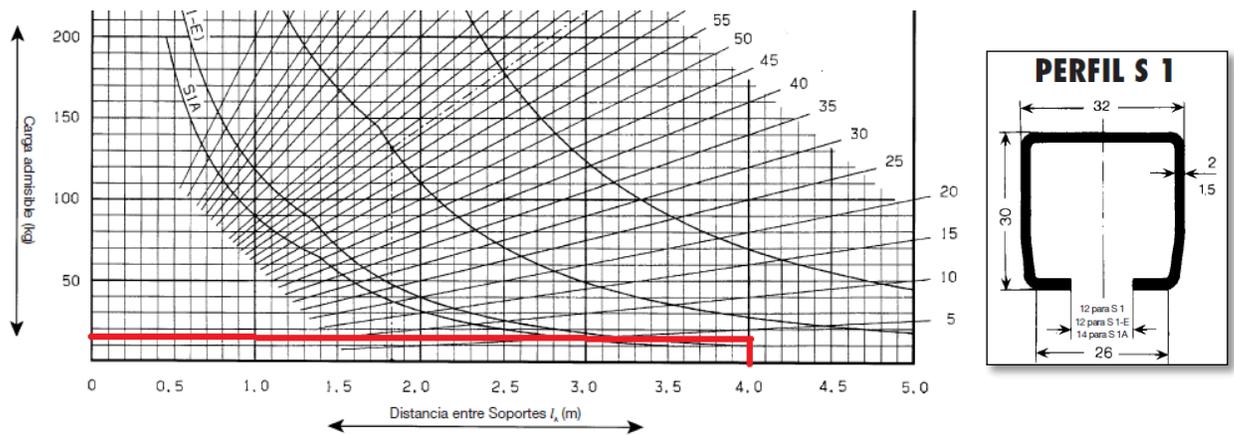
- **SE-SICT Sensor Inductivo Comienzo de Carrera Transversal.**

Artículo ídem SE-SIFL.

- **SE-RPC Riel Porta Cable.**

El riel se dispone a lo largo de la batea con el fin de sostener al cable de transmisión de potencia. Longitud necesaria: 120m.

Tabla 6-18: Carga admisible vs distancia entre soportes. Riel porta cable.



Para una distancia entre soportes de 4m, la carga admisible del perfil es 10 kg/m. La carga total (peso del cable más el peso del carro) es de 3,2 kg/m, por lo tanto verifica.

A continuación determinamos las unidades de carros porta cables necesarias para la instalación. Ingresamos con una altura de bucle de 1,7 m para una longitud de bateas de 120.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 88 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

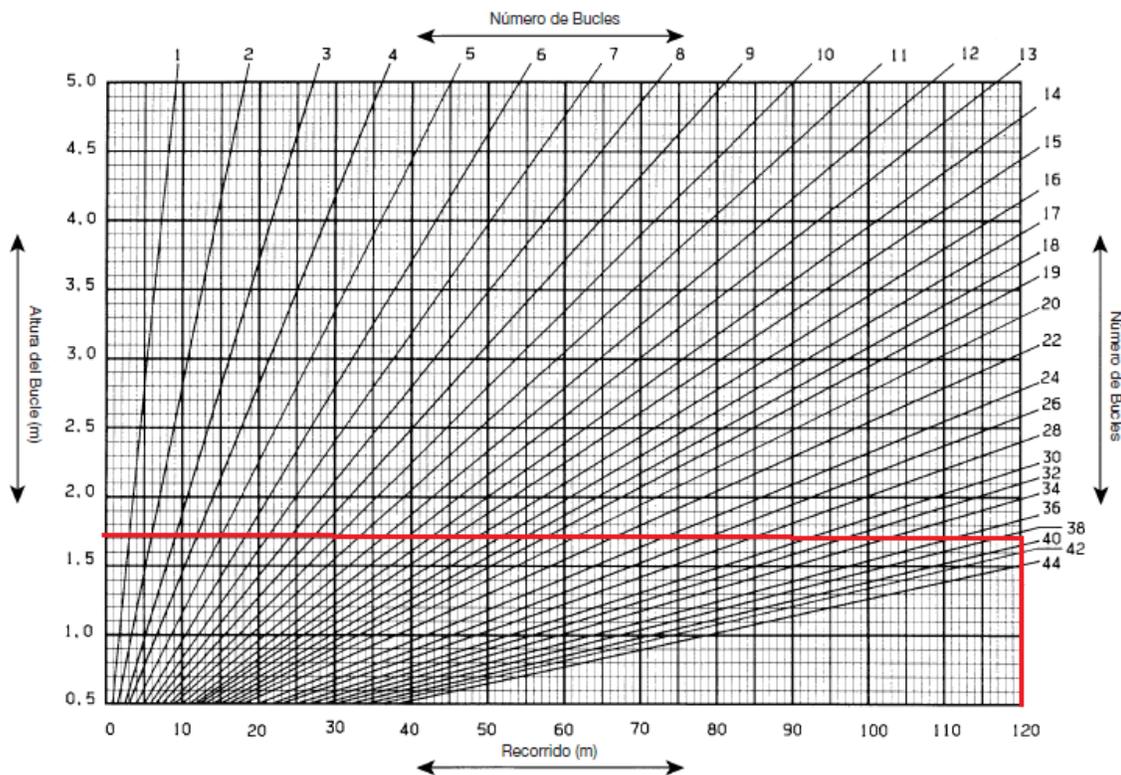


Figura 6-33: Gráfico de Cantidad de carros porta cable vs recorrido y altura de bucle.



Figura 6-34: Sistema porta cable.

- **SE-CPC Carro Porta Cable.**

Carro marca VALHE

Modelo WS 1F/125-80 G (ver figura 34).

Unidades necesarias: 40.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 89 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

6.5.4. Ubicación del tablero de mando.

Para establecer la ubicación más conveniente para el tablero de la máquina se consideraron dos posibles situaciones. La primera es disponer los comandos sobre la estructura de la misma máquina o situarlo de manera fija en algún lugar estratégico de la planta.

Tabla 6-19: Matriz de valoración: Ubicación de tablero de mando.

Tablero de mandos.	COMANDOS EN MÁQUINA	COMANDOS CENTRAL TABLERO FIJO
Sencillez de fabricación	4	3
Costo	5	3
Tamaño	4	3
Gusto personal	4	2
TOTAL VALORACIÓN	17	11

Conclusión: la primera opción resulta la más conveniente ya que con los comandos en la máquina: reducimos la longitud de cable de mando, permite al operador ir realizando una inspección visual cercana al proceso y es más sencillo de fabricar.

6.6. TRANSPORTADORES DE CARGA Y ELEVACIÓN.

Para decidir cuál máquina de elevación y transporte utilizar para la salida del producto (abono comercial) se evaluaron dos alternativas:

Tabla 6-20: Matriz de valoración: Equipo de transporte y carga de producto.

Equipo de carga: envasadora y granel.	Rosca helicoidal	Cinta Transportadora
		
Sencillez de fabricación	4	3
Costo	5	2
Tamaño	4	3

Gusto personal	2	3
TOTAL VALORACIÓN	15	11

Conclusión: el sinfín resulta más económico y práctico (por su popularidad en la industria de los productos a granel) que la cinta. Además su tamaño relativamente menor y transportabilidad le otorga mayor versatilidad para desempeñar su tarea.

6.6.1. Cálculo y selección del helicoides.

El procedimiento se realiza siguiendo la teoría del autor Zignoli.

Factor de diseño $A=0,2$.

El flujo másico de abono comercializable se dividirá en:

- Embolsado: 1500kg/d (20% del abono comercializable).
- A granel es: 6000kg/d (80% restante).

Transportador helicoidal: Depósito-Embolsadora.

- **Diámetro del helicoides:**

Se propone embolsar la cantidad diaria destinada a esta comercialización en 4 hs, entonces:

- Q_c es el caudal en toneladas por hora:

$$Q_c = 1,5 \frac{Tn}{4hs} = 0,375 \frac{Tn}{h}$$

Según Zignolli, en la tabla XXXCCII (pág. 1.165) con el tipo de material (clase I, abrasivo, polvoriento y peso específico de $\delta=0,5 \text{ tn/m}^3$), se obtiene el coeficiente de llenado $\alpha=0,4$. Para este coeficiente de llenado, se tiene un rango de velocidades que va desde 75 a 180 RPM. Para este caso tomamos 120 RPM como valor promedio de referencia para los cálculos.

Finalmente el diámetro estimado de la rosca será:

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot Q_c}{\gamma \cdot \pi \cdot \alpha \cdot n \cdot 60}}$$



Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 91 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

$$\varnothing = \sqrt[3]{\frac{4 * 0,375 \text{ Ton/h}}{0,5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} * \pi * 0,4 * 120 \text{ rpm} * 60}} = 0,075\text{m}$$

Del fabricante Fas, seleccionamos el próximo diámetro superior a 75 mm:

22	*20	62
22	*25	72
22	30	82
22	35	92
22	37	96
22	40	102

Diámetro	82 mm
Largo	2000 mm

TAB. CCCXXII – coeficienti A e B.

Diámetro externo de la coquea D mm	Velocità massima I	Coefficiente A per cuscinetti
		cuscinetti a sfera
100	180	0,012
150	170	0,018
200	160	0,032
250	150	0,038
300	140	0,055
350	130	0,078
400	120	0,106
450	110	0,140
500	100	0,165
600	90	0,230

Classi - Materiali - Coef α e β

Classe I: Materiali in polvere, non abrasivi facilmente scorrevoli
 peso specifico $\gamma = 0,4 - 0,6 \text{ t/m}^3$
 riempimento $\alpha = 0,4$

Materiale	γ t/m ³	Coef. β
Calce in polvere aerata		
idrata	0,70	1,2
Carbone polveroso	0,60	1,2
Crusca	0,25	0,8
Farina di frumento	0,62	0,8
di lino	0,75	1,2
o simili		
Orzo in grani	0,60	0,8

- **Potencia del transporte:**

Siguiendo los criterios del mismo autor, la potencia (en HP) en el eje de la máquina está dada por la siguiente expresión:

$$N = 0,004 \cdot (A \cdot n + B \cdot Q_c) \cdot L$$

Siendo: A y B dos factores que se obtienen de la tabla antes mencionada. L es el largo total del transportador en metros y n refiere al número de revoluciones por minuto de la rosca. Q_c la capacidad de transporte en toneladas por hora hallada anteriormente.

El factor A depende del diámetro de la rosca y del tipo de rodamiento considerado; mientras que el factor B depende del tipo de material transportado.

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 92 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

$A=0,106.$
 $B=0,8.$
 $L=2 \text{ m.}$
 $n=120$
 $Q_c=0.375Tn/h.$

Reemplazando valores, la potencia necesaria será:

$$N = 0,004 \left(0,106 * 120rpm + 0,8 * \frac{0,375tn}{h} \right) * 2m$$

$$N = 0,10HP$$

Transportador helicoidal: Depósito-Camión (granel) Transporte.

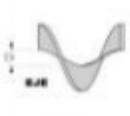
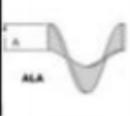
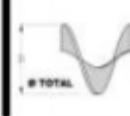
Proponemos un tiempo de llenado del depósito del camión en 20 minutos (0,33hs).
 $Q_{c-granel}$ es el caudal en toneladas por hora:

$$Q_c = \frac{6Tn}{0,33hs} = 18 \frac{Tn}{h}$$

El diámetro estimado de la rosca será:

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{4.Q_c}{\gamma.\pi.\alpha.n.60}} : \rightarrow \phi = \sqrt[3]{\frac{4*18 \text{ tn/h}}{0,5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} * \pi * 0,4 * 120 \text{ rpm} * 60}} \rightarrow \phi = 0,259 \text{ m}$$

Seleccionamos de catálogo Fas:

		
48	105	258
48	110	268
48	115	278
48	120	288

Diámetro	268mm
Largo	6000mm

De la misma manera que para la rosca de envasado, la potencia se obtiene de hacer:

$$N = 0,004.(A.n + B.Q_c).L$$

$A=0,106.$
 $B=0,8.$
 $L=6 \text{ m.}$
 $n=120 \text{ RPM.}$

Preparó: HERGERT, Leticia; SCANDIZZO BELBEY, I. Ezequiel.	Revisó: P.A.R. 1-9-17	Aprobó:	Página 93 de 94
--	-----------------------	---------	-----------------

$Q_c = 18 \text{ Tn/h}$.

Por lo tanto, la potencia necesaria es:

$$N = 0,004 \left(0,106 * 120rpm + 0,8 * \frac{18 \text{ Tn}}{\text{h}} \right) * 6m \rightarrow N = 0.65 \text{ HP}$$

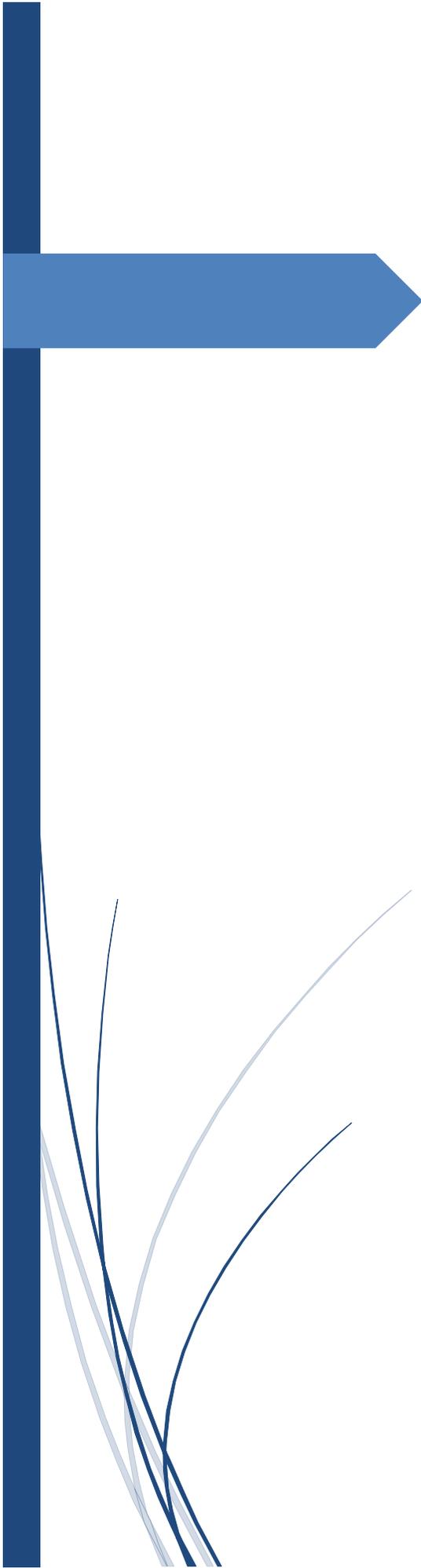


H-PFC-1605A – ANEXOS COMPLEMENTARIOS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay

**“Sistema de Compostaje
Mecanizado para el Guano de
Gallinas Ponedoras”.**

Año: 2017.



AUTORES

HERGERT, LETICIA; SCANDIZZO, I. EZEQUIEL.

Índice fascículo H-PFC-1605A

7. ANEXOS COMPLEMENTARIOS.	2
7.1. Abono orgánico en base a guano de gallina.	2
7.1.1. Análisis Químico.....	2
7.1.2. Beneficios entregados por el abono con gallinaza.....	4
7.1.3. Guano de ponedoras vs otros sustratos animales.....	5
7.1.4. Consideraciones para la preparación de compostado.....	5
7.2. Teoría sobre el cálculo de la potencia en el rotor.....	8
7.3 COTIZACIÓN.....	9
7.3.1. Costos de Inversión.....	9
7.4. Programa Ladder del PLC.....	12

Índice de Figuras.

Figura 7-1: Ph vs Tiempo de incubación.....	3
Figura 7-2: Conductividad Eléctrica vs Tiempo de Incubación.....	4
Figura 7-4: Esquema de funcionamiento de planta con sensores.....	12
Figura 7-5: Comandos del tablero principal.....	12

Índice de Tablas.

Tabla 7-1: Resultados análisis químico.....	2
Tabla 7-2: Aporte de Nutrientes.....	3
Tabla 7-3: Beneficios de abonar con gallinaza.....	4
Tabla 7-4: Guano de gallina vs otros sustratos de origen animal.....	5
Tabla 7-5: Indicadores de relaciones preparación de compostado.....	6
Tabla 7-6: Ejemplo de registro diario: Temperatura y Humedad.....	8
Tabla 7-7: Valores de resistencia específica de suelos.....	8
Tabla 7-8: Costo de materiales.....	10
Tabla 7-9: Costo Mano de Obra.....	11
Tabla 7-10: Costo diario de operación.....	11
Tabla 7-11: Costo variable diario.....	11

7. ANEXOS COMPLEMENTARIOS.

Descripción.

En este capítulo se incluirá información ampliatoria que consideramos beneficiarían la comprensión, visión y análisis del proyecto.

7.1. Abono orgánico en base a guano de gallina.

La siguiente tabla de valores muestra los resultados del análisis químico realizado sobre un producto de composición en base a guano de pollo comercializado por una empresa agroindustrial de Colombia. Si bien los valores pueden diferir dependiendo de las cantidades que se utilicen para componer las mezclas, se puede considerar una guía orientativa que ayude a esclarecer la visión de utilidad del subproducto.

7.1.1. Análisis Químico.

Se realizaron análisis químicos a una muestra del producto final y se obtuvo lo siguiente:

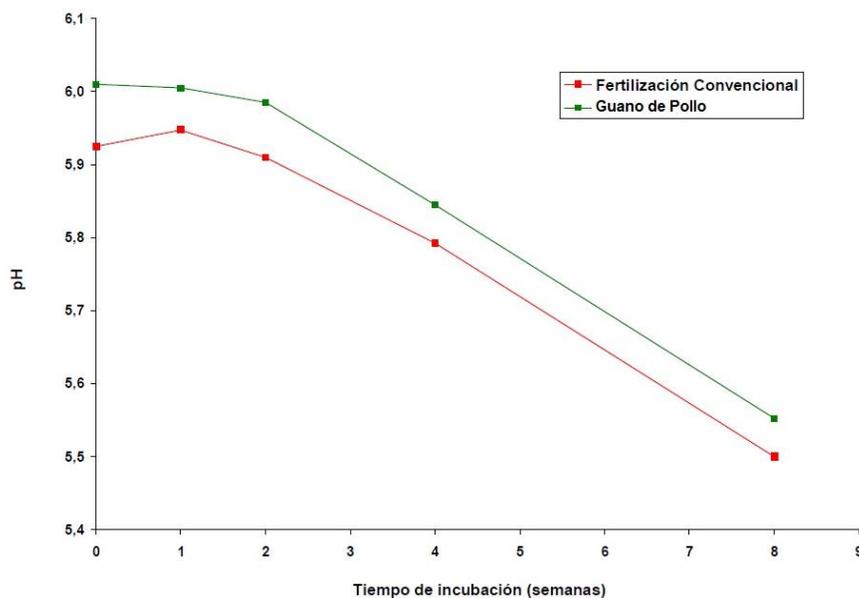
Tabla 7-1: Resultados análisis químico.

DETERMINACIONES	VALORES	UNIDAD
Materia Seca	70 – 80	%
Conductividad Eléctrica	9 - 17	dS/m
PH	7 - 9	
Materia Orgánica	70 – 85	%
Nitrógeno Total	3,7 - 5	%
Relación C:N	10 - 12	
Fósforo (P ₂ O ₅)	3 – 4	%
Potasio (K ₂ O)	3 – 3,8	%
Magnesio (MgO)	0,5 – 0,9	%
Calcio (CaO)	1,7 – 2,3	%
Cobre	250 – 600	ppm
Zinc	350 – 700	ppm
Manganeso	350 – 550	ppm
Hierro	600 – 1000	ppm
Boro	50 – 90	ppm
Plomo	1 – 5	ppm
Cadmio	0,5 – 1	ppm
Arsénico	1 – 3,3	ppm
Mercurio	<0,01	ppm
Densidad aparente	480 – 600	Kg/m ³

Tabla 7-2: Aporte de Nutrientes.

Nutrientes	Unidades/ton	Unidades/m3
Nitrógeno	19,5 - 25	9,5 – 12,5
Fósforo	14,5 – 19,5	7 – 9,5
Potasio	19,5 - 28	9,5 - 14
Magnesio	5,5 – 9,5	2,25 – 4,5
Calcio	17,5 - 24	8,5 - 12

-Comparación de la evolución del PH con Guano de Pollo vs. Fertilización convencional
Dosis de N = 100 ppm.

**Figura 7-1:** Ph vs Tiempo de incubación.

-Comparación de la evolución de la C.E con Guano de Pollo vs. Fertilización Convencional. Dosis de N = 100 ppm.

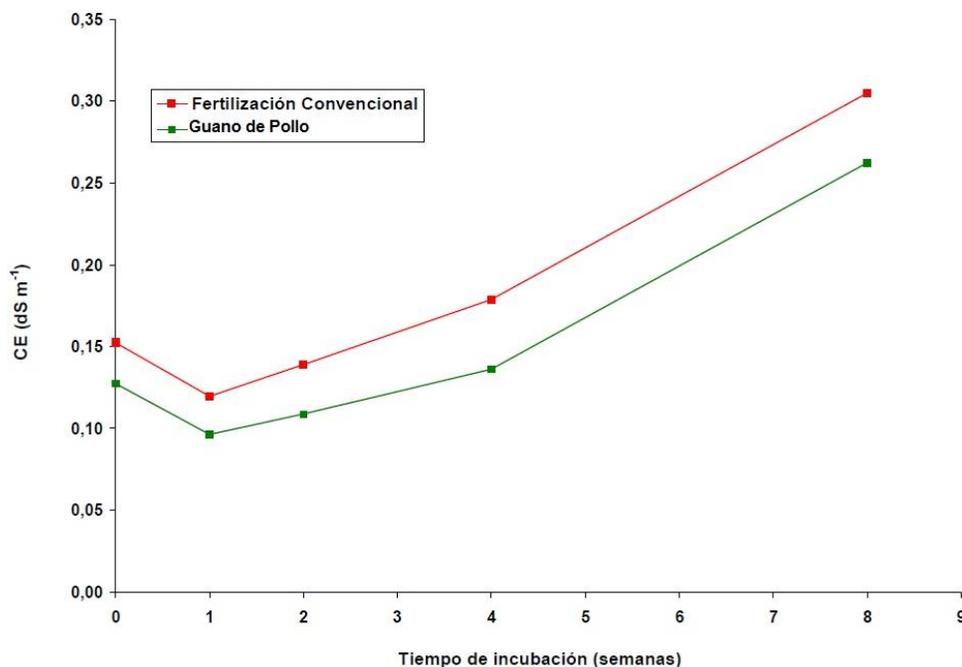


Figura 7-2: Conductividad Eléctrica vs Tiempo de Incubación.

7.1.2. Beneficios entregados por el abono con gallinaza.

Tabla 7-3: Beneficios de abonar con gallinaza.

Químicos	Físicos	Biológicos
<ul style="list-style-type: none"> • Aporta la totalidad de los nutrientes y a su vez evita la pérdida de otros nutrientes por lixiviación y volatilización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora estructura, drenaje y retención de agua en el suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Activa procesos biológicos en el suelo.
<ul style="list-style-type: none"> • Complementa e incluso reemplaza la fertilización química logrando un eficiente equilibrio nutricional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Previene erosión del suelo. Favorece la respiración y aireación radicular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regula la actividad microbiana.
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la capacidad tampón del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite la recuperación de suelos degradados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Favorece la sanidad de las raíces por su efecto supresor de nemátodos.

7.1.3. Guano de ponedoras vs otros sustratos animales.

Cuadro comparativo de valores iniciales pre compostado según naturaleza de origen animal del guano. (Sitio Argentino de Producción Animal. INTA Castelar).

Tabla 7-4: Guano de gallina vs otros sustratos de origen animal.

	% de Nitrógeno	% de Cot	R. Cot/NT	Ph	CE (ms/cm)	% Humedad	Densidad gr/cm ³
<i>Cama parrillero</i>	2.18	24.47	11.20	7.65	3.44	27.65	0.215
<i>Cama de caballo</i>	1.23	43.42	35.17	8.72	2	42.97	0.200
<i>Guano ponedora</i>	6.79	37.36	5.50	7.53	3.28	72.48	0.996

7.1.4. Consideraciones para la preparación de compostado.

Información a tener en cuenta:

-Un factor de importancia es la relación carbono:nitrógeno (C/N) inicial de la mezcla de materiales a compostar, lo cual debe fluctuar entre 25 a 30.

-Durante el proceso de compostaje se va perdiendo carbono por respiración y N por volatilización y lixiviación, pero de todas formas se va logrando una disminución de la relación C/N hasta valores entre 15 y 20.

-Dado que los guanos de aves presentan relaciones C/N inferiores a 15 (normalmente entre 8 a 12), se debe considerar la utilización de materiales carbonados de alta relación C/N dentro de los cuales destaca el aserrín por su facilidad de adquisición y su pequeño tamaño de partículas, facilitando el proceso de descomposición por la biomasa responsable del proceso. Otros materiales posibles de compostar son la paja de cereales (paja triturada), residuos verdes de productos agrícolas, residuos de alimentos, entre otros.

-Desde el inicio del proceso de compostaje se encontrarán aumentos de temperatura (indicador de la actividad biológica) que deben chequearse periódicamente, y cuando la temperatura llegue a 65°C (máximo 70°C) se debe realizar un nuevo volteo y agregar agua para que continúe el proceso en forma adecuada. Con el volteo la pila pierde temperatura y se potencia la continuidad del proceso adecuado de compostaje. En caso

que la temperatura pase de 70°C hay pérdidas de carbono por combustión, y el producto final es de inferior calidad.

-Para el chequeo del compostaje por algún organismo certificador se debe llevar registro con fechas de las temperaturas, humedad y pH de la pila, a la vez de registrar la fecha de cada volteo.

-Las pilas de compostaje deben presentar un ancho basal ente 1,5 a 2 metros. La altura central de la pila no debe exceder de 1,5 metros, para asegurar una adecuada transferencia de temperatura y de gases dentro de la pila. El largo de la pila es variable y normalmente se ajusta al largo de la cancha o al total de material disponible. La siguiente fotografía muestra un ejemplo de pila de compostaje.

-El rendimiento del compost en espacios abiertos es de 50%, es decir que al cabo de finalizar el proceso, la masa inicial se verá disminuía a la mitad. Además la densidad del compost fluctúa entre 0,45 y 0,6 kg/Lt o Ton/m³.

Determinación de la Relación Volumétrica entre Guanos de Aves y Materiales Carbonados.

Ejemplos Prácticos: para determinar las necesidades de Guano y Aserrín, ó Paja según sus relaciones C/N en términos de relación volumétrica (m³ de cada uno), considerando que la relación C/N del guano para este ejemplo es 12, y que en el aserrín es 200, y en la paja es 70, entonces las relaciones volumétricas serían las siguientes:

Indicadores de manejo:

Tabla 7-5: Indicadores de relaciones preparación de compostado.
Usando Aserrín

	Dosis (m ³)	Dosis (Ton)	MS (%)
Guano Ave	50	25	70
Aserrín	75	37,5	80
Total	125		

Relación volumétrica

Guano Ave	1
Aserrín	1,5

Dosis para 1 ha de canchas de compostaje (m³)

Guano Ave	750
Aserrín	1125
Total	1875

Usando Paja de Trigo ó Avena

	Dosis (m3)	Dosis (Ton)	MS (%)
Guano Ave	50	25	70
Paja	100	50	80
Total	150		

Relación volumétrica

Guano Ave	1
Aserrín	2

Dosis para 1 ha de canchas de compostaje (m3)

Guano Ave	625
Aserrín	1250
Total	1875

Usando Aserrín y Paja de Trigo ó Avena

	Dosis (m3)	Dosis (Ton)	MS (%)
Guano Ave	50	25	70
Aserrín	45	22,5	80
Paja	45	22,5	80
Total	90		

Relación volumétrica

Guano Ave	1
Aserrín	0,9
Paja	0,9

Dosis para 1 ha de canchas de compostaje (m3)

Guano Ave	670
Aserrín	603
Paja	603
Total	1272

-Temperatura: esta presentará una variación durante el proceso. Inicialmente las pilas comenzarán a tomar temperatura pasando por una fase mesófila 1 (temperaturas desde 20 a 35 °C), luego comienza a subir la temperatura pasando a una fase termófila (termófila 1, termófila 2 y termófila 3, con temperaturas ascendentes desde 35 a 75°C), luego una nueva fase mesófila (con temperatura de 20 a 25°C), para finalmente alcanzar la fase final con temperatura ambiental.

Para evaluar temperatura se pueden usar termómetros con lanza y termocupla de ensilaje y/o compostaje. Se debe usar instrumento para pilas de compostaje con rangos de T° entre 0 y 100°C.

-Humedad: la humedad debe fluctuar entre 50 a 60%. Para determinarla se pueden emplear instrumentos usados para ensilaje, pero la precisión es baja, por tanto se sugiere usar un horno de secado y trabajar con muestras de volumen conocido. Se pesa el material al inicio y al término del proceso de secado, la diferencia de peso es la humedad perdida y se relaciona al peso seco para determinar humedad en base a peso seco. Al inicio del proceso las pilas se humedecen cada 3 a 10 días, posteriormente se humedecen cada 15 a 30 días. Cuando la humedad es menor al 35% se afecta la actividad microbiana.

-Acidez o pH: la determinación de pH se realiza con un pH-metro. El equipo debe medir dentro de un rango de 4 a 12 (normalmente miden en todo el rango, es decir desde 0 a 14). El pH ideal para el proceso se encuentra entre 7 y 8. Con pH inferior a 6,0 se afecta el proceso y se requiere entonces de la agregación de Calcio (carbonato de calcio). Inicialmente el compost puede presentar un pH mayor a 8 (liberación de nitrógeno a la

forma de amoníaco) y con el pasar del tiempo el pH se estabiliza en valores entre 7,0 y 8,0.

Se debe considerar mantener los registros de estas variables con una tabla básica como la siguiente:

Tabla 7-6: Ejemplo de registro diario: Temperatura y Humedad.

Pila Nº.		
Fecha de evaluación.	Temperatura (°C).	Humedad (%) pH.

7.2. Teoría sobre el cálculo de la potencia en el rotor.

Para poder abordar el cálculo de potencia del rotor se tomaron como base las teorías referidas a máquinas agrícolas como el arado de reja y vertedera ¹.

En sus ensayos con tractores, los autores Botta y Jorajuria (1997), comprobaron distintas configuraciones sobre el suelo arado y cama de siembra; eran mecánicamente diferentes, destacando dos propiedades principales: la resistencia a la penetración y los valores de densidad aparente.

Entonces definieron la **resistencia específica del terreno μ** como la fuerza de tracción necesaria para realizar una labor, por unidad de sección de la misma, expresándose en kPa (N/m²):

El valor de la resistencia específica depende de la naturaleza y de las condiciones del terreno, especialmente de la humedad, así como del tipo de apero y de su forma de trabajo.

Como valores medios para la resistencia específica, se pueden dar:

Tabla 7-7: Valores de resistencia específica de suelos.

Tipo de suelo	Resistencia específica (kPa)	Resistencia específica (N/cm ²)
Suelos arenosos	20 a 30	2 a 3
Suelos medios	30 a 40	3 a 4
Suelos arcillosos	40 a 70	4 a 7

Ejemplo de cálculo:

Calcular la potencia necesaria para labrar con un arado de dos cuerpos, a una profundidad de 25 cm con 30 cm de anchura de surco, a una velocidad de 5 km/h en una tierra de resistencia media ($\mu=40$ kPa).

Resolución:

Sección de labor: $25*30*2=1.500$ cm² = 0,15 m².

Fuerza de tracción necesaria: $0,15$ m²* 40.000 (N/m²)= 6.000 N (600 kg).

Velocidad del tractor en m/s: 5.000 m/ 3.600 s= $1,4$ m/s.

Potencia a la barra necesaria, en Watios (=Julios/s=N.m/s): 6.000 N* $1,4$ m/s.

8.400 W = $8,4$ kW (11,4 CV).

La potencia del motor del tractor necesaria para un rendimiento a la barra de 0,5 si éste funciona al 90% de su potencia nominal.

$$N = \frac{8,4}{0,5*0,9} = 18,7kW = 25,4CV.$$

7.3 COTIZACIÓN.

La cotización se realizará con el fin de obtener estimativamente el costo de venta de la máquina, para poder realizar el análisis de retorno de inversión.

7.3.1. Costos de Inversión.

Aquí se incluye el costo de materiales y mano de obra.

Tabla 7-8: Costo de materiales.

MATERIALES					
ÍTEMS	Descripción	Marca	Cantidad Estimada	Costo unitario	Costo total (\$)
Carros motrices					
Perfil Estructural para Viga	160 mm x 80 mm x 4,75 mm.	Plecor	21 m	541,83 \$/m	11378
Perfiil U para viga	160 mm x 60 mm x 3,2 mm.	Penta-k	14 m	221,5 \$/m	3080
Chapa para refuerzos múltiples.	Espesor: 4,75mm.	M royo	1 u(3000x1500)	3580\$/u	3580
Chapa 3,2 mm	Espesor: 3,2 mm.	M royo	1 u(3000x1500)	2770\$/u	2770
Bulones de sujeción.	Plataforma Motorreductores lateral. M12 x 20	Comercial	8 u	18,5 \$/u	150
Bulones de sujeción.	Refuerzos unión M12 x 20	Comercial	8 u	18,5 \$/u	150
Bulones de sujeción.	Plataforma Motorreductor principal. M20 x100 mm	Comercial	4 u	47,5 \$/u	190
Riel Carro Rotor	Planchuela: 38,1mm x 12,7mm.	M royo	16 m	84,33 \$/m	1518
Perfil estructural columna pasa cable.	100mm x 50mm x 2mm	Penta-k	2 m	133,67 \$/m	802
Bulones sujeción tablero	M6x25mm	Comercial	2 u	6,35\$/m	12,7
Chapa # 14	Espesor= 2mm	M royo	1 u(2000x1000)	1660\$/u	1660
Cepillos ruedas	cerdas de acero	Comercial	8 u	37,5\$/u	300
Ruedas	A fabricar	Fabricacion propia	8 u	567,5\$/u	4540
Conjunto Eje-Paletas-Cuchillas					
Caño Acero Eje.	ASTM A53. Diámetro Interior: 209,6mm. Espesor: 4,75mm.	Arana	4 m	1557\$/m	6231
Cilindro Maciso Acero Eje punteras.	SAE 4140. Diámetro:60mm.	comercial	0,54 m	660\$/m	360
Chapa puntera eje.	A36	Comercial	14 kg	40\$/kg	567
Perfil C Paletas.	SAE 1045	Penta-k	53 m	73,96 \$/m	3920
Bulones Paletas	M6x25mm	Comercial	96 u	7 \$/u	670
Rodamientos	1213 EKTN 9 H213. Modelo caja: SNL 513 tl.	SKF	2 u	rod:\$2344 caja:\$2578	9844
Tornillos M20	M20 x 250 mm con tuerca.	Comercial	4 u	57,5 \$/u	230
Sistema de Transmisión por Cadena.					
Cadena Simple a rodillo.	Paso: 31,75mm. Área de trabajo= 2,62cm2. Carga de Rotura=8.850kg. Peso=3,67 kg/m.Longitud necesaria: 4,2 m.	OSCAR VICENTE PELLEGRINI S.A.	4,2 m	420 \$/m	1764
Corona.	57 dientes. Acero SAE 1045 templado. Tipo ASA 100. Paso 1 y ¼".	Engracor	1 u	1665,5	1665,5
Tensor de Cadena.	Paso=1 y ¼". Z=12.Pretensado angular=10°.	Rosta	1 u	7678	7678
Piñón.	Z= 23 dientes. Acero. ASA 100. Paso 1 y ¼".	Engracor	1 u	6382	6382
Acrílico	Plancha cristal: 3,2 mm.	Comercial	1m ²	844,5 \$/m ²	844,5
Cobertor.					
Acrílico	Plancha cristal: 3,2mm.	Comercial	1 u(3000x1500)	3800 \$/u	3800
Tornillos	Tipo: M6 x25mm	Comercial	12 u	37,5\$/u	45
Perfiles	20mmx20mm	Comercial	22 m	23,33\$/m	560
Sistema de Potencia.					
Motorreductor Principal Rotor.	Motor trifásico WEG de 11kW/15HP, 1475 RPM, 380V, 50Hz. Eje 60	Lentax 222	1 u	61468 \$/u	61468
Motorreductor Traslación Lateral.	Motor trifásico WEG, N=1,5 HP. Salida 24RPM. 380V. 50Hz.	Lentax U.	2 u	24050 \$/u	48100
Motorreductor Traslacion Longitudinal.	Motor trifásico WEG 25TR, N=1 HP. Salida 12,4RPM. 380V. 50Hz.	Lentax U.	2 u	10250 \$/u	20500
Sistema Eléctrico.					
Cable plano.	4 mm2 x 4.	Emysflat	125 m	91,04 \$/m	11380,1
Cable para mando.	1 mm2 x 10	Emysflat	16 m	5,3 \$/m	85
Cable.	2,5mm2 x 3	Prysmian	26 m	14,65 \$/m	381
Gabinete Chapa Acero.	650mm x 450mm x 150mm	Genrod	1 u	1926 \$/u	1926
Mini Contactor Tripolar Línea CW.	CW 07. 380V 4HP	Weg	4 u	535 \$/u	2140
Contacto Tripolar Línea CWM 25.	380V. 15HP.	Weg	3 u	1040 \$/u	3120
Relé Térmico Motor Principal.	Línea RW-27D. Rango:22-32 A.	Weg	1 u	812 \$/u	812
Relé de sobrecarga para Minicontactore	RW-17D. Adaptador A17	Weg	2 u	628 \$/u	1256
Arrancador Suave	Sirius 3 RW30/31.	Sirius Siemens.	1 u	6300 \$/u	6300
Reles de accionamiento	RSB1A120BD	Schneider	6 u	448 \$/u	2688
Controlador Lógico Programable. PLC.	M91-2-R34. 15 IN DIG. 12 OUT R.	Unitronics	1u	10225 \$/u	10225
Sensores Inductivos.	Normal Abierto PNP M12. Cableado 3 hilos.10 a 30Vcc. Alcance nominal 4mm.		4 u	446 \$/u	1784
Obra Civil					
Riel sobre bateas	IPN 80		240 m	135,92 \$/m	32380
TOTAL					279236,8

El presupuesto esta actualizado al mes de julio de 2017, teniendo en cuenta el IVA.

Nota: En las piezas que reciben el tratamiento de galvanizado en caliente se tuvo en cuenta un costo global que tiene en cuenta el costo del perfil y el proceso mencionado. No se incluye el costo del flete.

Costo de mano de obra:

El tiempo de trabajo fue consultado en una empresa metalúrgica de la zona.

El precio de mano de obra se obtuvo de la homologación de la UOM del periodo 01/04/2017 al 01/07/2017 y un factor propuesto por la empresa que considera además las cargas sociales, insumos y ganancia.

Tabla 7-9: Costo Mano de Obra.

MANO DE OBRA				
Operación	horas trabajadas(hs)	Precio hora/hombre(\$/hs)	Factor de insumos y cargas sociales	Precio mano de obra
Tomeria	16	63,25	5,7	5768,4
Horas de soldadura	68			24515,7
Hora de corte	16			5768,4
plegado	8			2884,2
Ensamble	8			2884,2
Instalación electrica	32	74,72		13629
TOTAL				55449,9

El costo fijo total en pesos, será la suma de los costos de materiales y mano de obra:

COSTO INVERSION TOTAL (\$)	334686,7
-----------------------------------	-----------------

COSTO DIARIO FIJO DE OPERACIÓN ESTIMADOS:

Tiene en cuenta los costos fijos de operación tales como los sueldos de los empleados y el costo fijo de la tarifa de energía

Tabla 7-10: Costo diario de operación.

COSTO FIJO DE OPERACIÓN			
			Costo diario(\$/día)
Energía			35
Mano de obra de operación	16 h hombre/día	350 \$/h hombre	5600
COSTO FIJO DE OPERACIÓN TOTAL(\$/día)			5635

COSTO VARIABLE DIARIO ESTIMADO.

Aquí se contabiliza el costo energético de la instalación referido al mes de julio funcionando al 100% de la producción. La materia prima evaluada corresponde a la adición de materia seca, ya que la gallinaza es un subproducto que obtenemos de las gallinas ponedoras.

Tabla 7-11: Costo variable diario.

ENERGIA E INSUMOS			
ITEM	Cantidad	Precio	Costo diario(\$/día)
Materia prima(cascara de arroz)	3,7 ton/día	2160 \$/ton	7992
Energía	33 kwh/día	2,6 \$/kWh	85,8
COSTO VARIABLE TOTAL (\$/DIA)			8077,8

7.4. Programa Ladder del PLC.

Secuencia de funcionamiento:

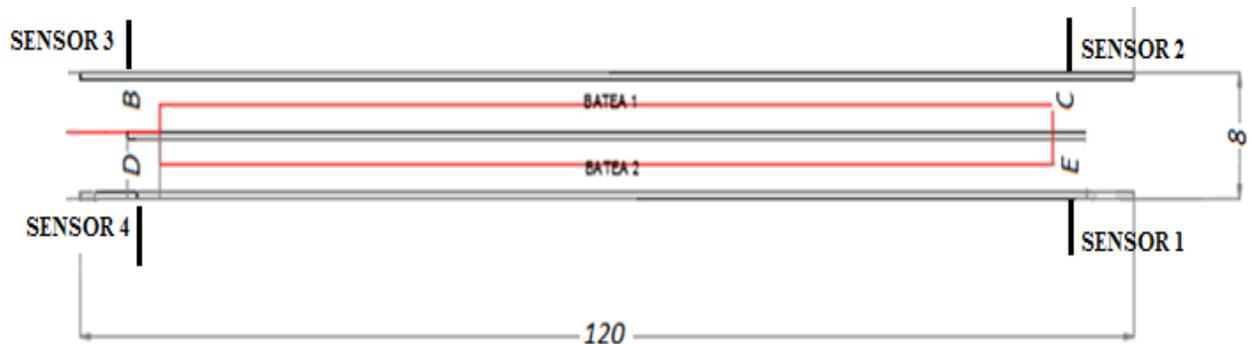


Figura 7-3: Esquema de funcionamiento de planta con sensores.

La máquina parte desde el punto D que es el lugar de inicio de proceso.

Se acciona el pulsador P1 lo que activa el giro horario del rotor, y pasado un momento el mismo alcanza el régimen de funcionamiento, entonces aquí el temporizador 0 activa el avance longitudinal.

Cuando la máquina llega al punto E (final de batea 2), el sensor 1 se activa provocando la detención del rotor y el avance longitudinal.

Luego de transcurrido un determinado tiempo (temporizador 1) se accionan los motores transversales avanzando hacia la derecha (hacia el punto C). Al final de este recorrido se activa el sensor 2 y envía la señal al plc de detención de estos motores y además activa el giro anti horario del rotor.

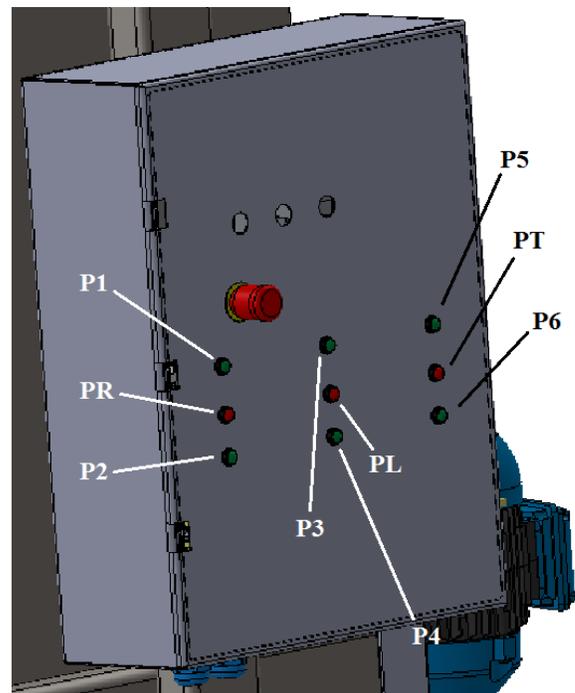


Figura 7-4: Comandos del tablero principal.

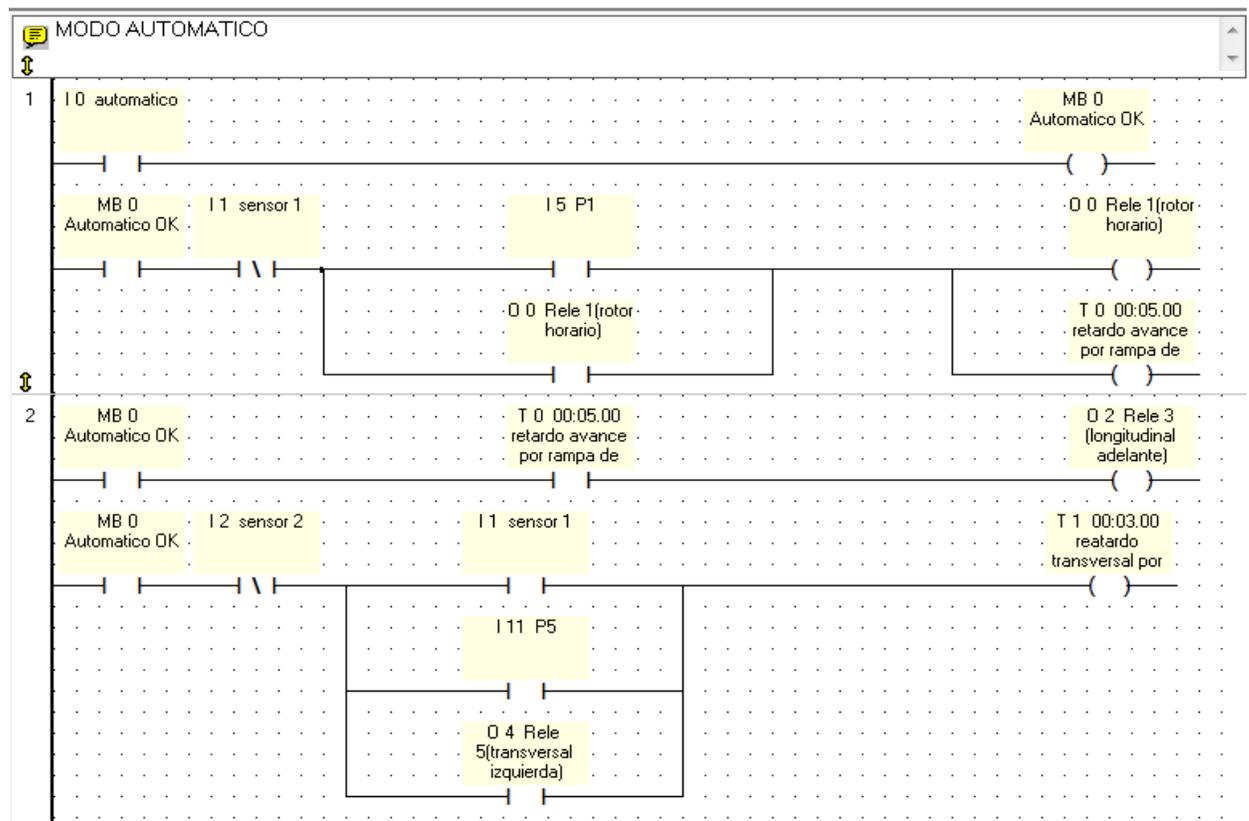
Nuevamente se tiene un tiempo hasta alcanzar el régimen y el temporizador 2 da la orden de avance (en retroceso de C a B).

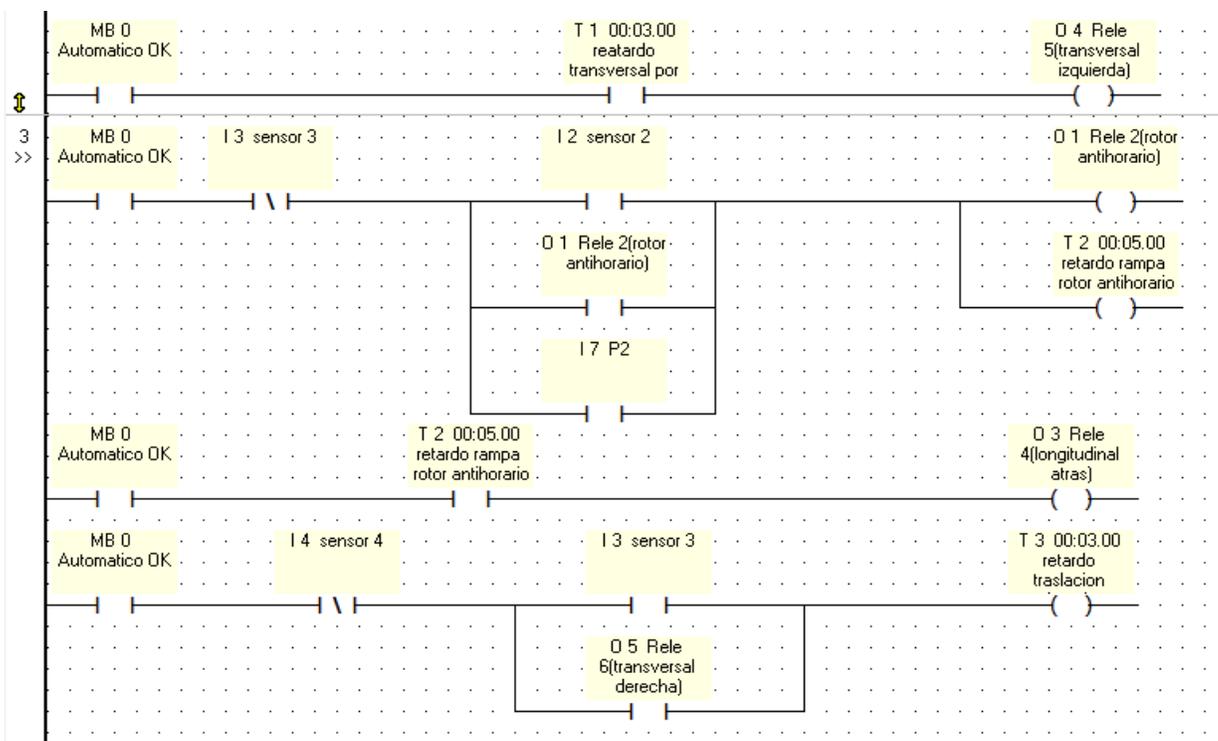
El sensor 3 detiene el retroceso longitudinal y al rotor para luego de transcurrido 3 segundos (temporizador 3) activar el motor de traslación hacia la derecha (de B a D).

Esta última etapa esta finaliza con la señal de activación del sensor 4.

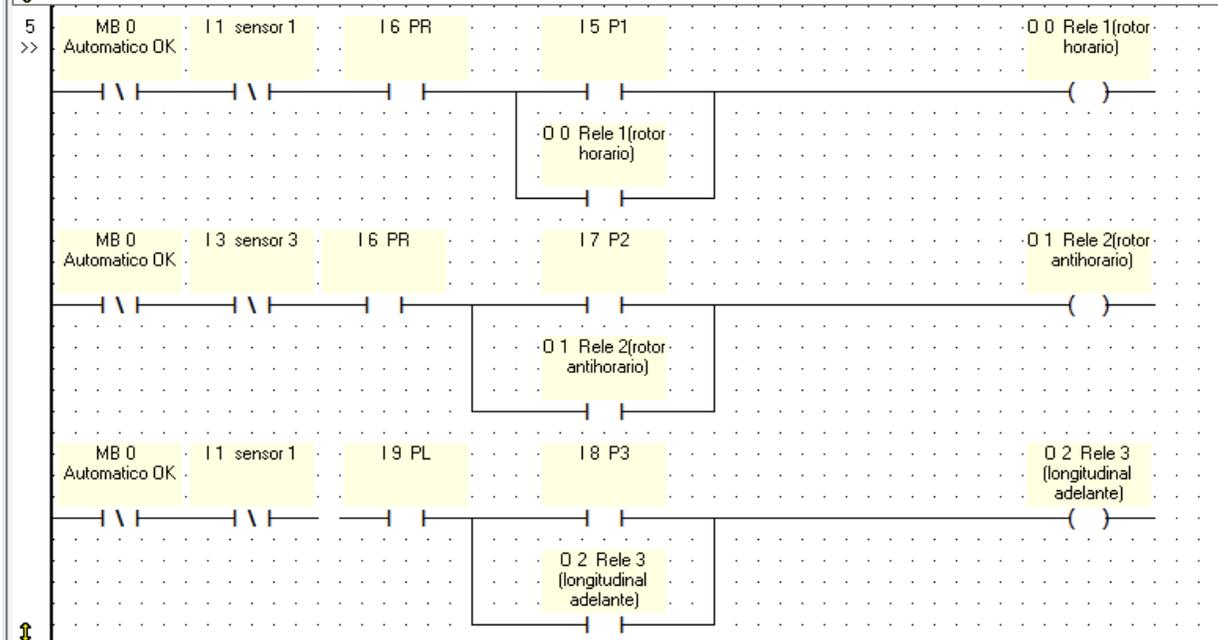
Para volver a comenzar el ciclo se debe presionar el pulsador P1.

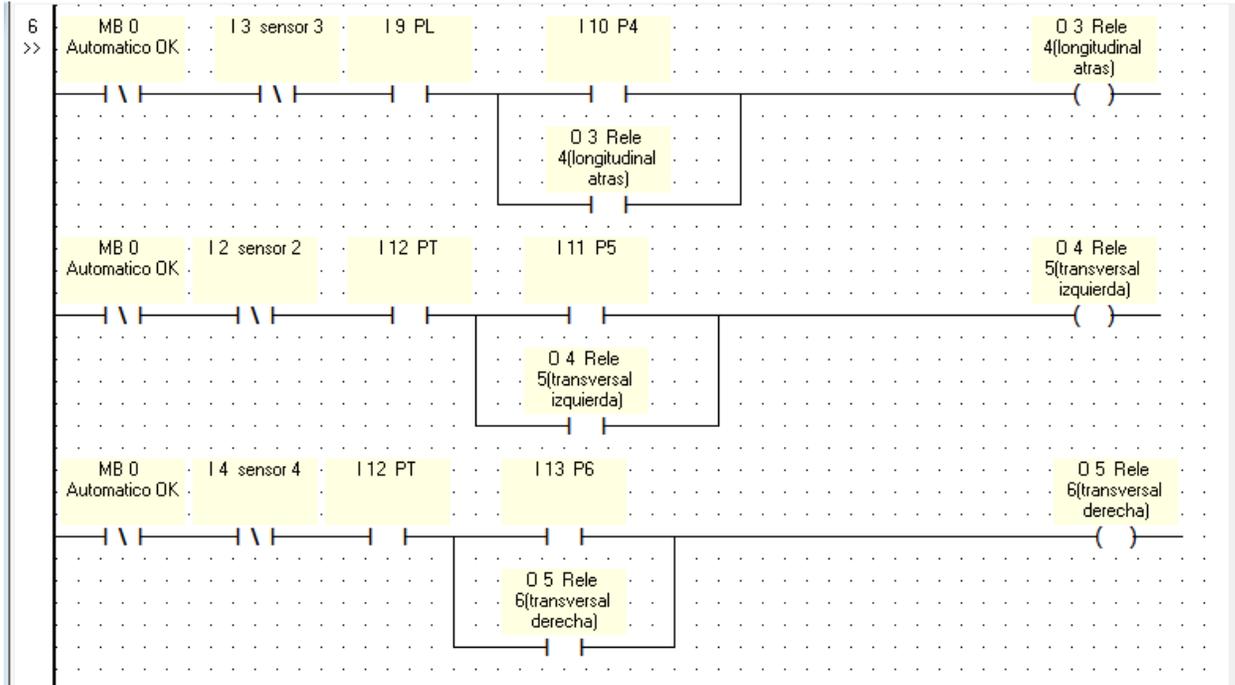
Programación Ladder en Unitronics.





MODO MANUAL







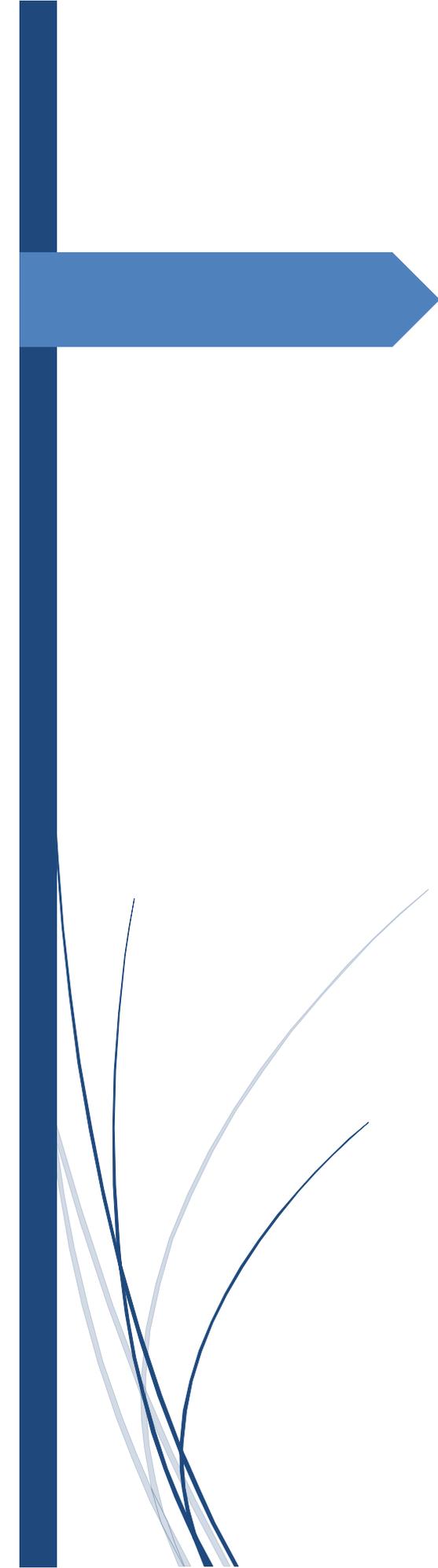
H2-PFC-1605A- ANEXOS: BIBLIOGRAFÍA, GLOSARIO, ABREVIATURAS, CODIFICACIÓN.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad
Regional Concepción del Uruguay

**“Sistema de Compostaje
Mecanizado para el Guano de
Gallinas Ponedoras”.**
Año: 2017.

AUTORES

HERGERT, LETICIA; SCANDIZZO, EZEQUIEL.



Índice fascículo H2-PFC-1605A

8. ANEXOS	2
8.1. GLOSARIO.....	2
8.1.1. Siglas.	2
8.1.2. Vocabulario.	3
8.2. BIBLIOGRAFÍA.....	4
8.3. ABREVIATURAS.....	1
8.4. CODIFICACIÓN.....	0
8.5. SOFTWARE.....	1

8. ANEXOS.

8.1. GLOSARIO.

8.1.1. Siglas.

A.E.A.: Asociación Electrotecnia Argentina.

ASA: American Standard Asociation.

ASABE: American Society of Agricultural and Biological Engineers.

A-36: Acero de bajo contenido de carbono, material típico de perfiles moldeados, placas y barras de calidad estructural.

ASTM: Siglas en inglés para la American Society of Testing Materials, que significa, Asociación Americana de Ensayo de Materiales. Esta asociación radicada en Estados Unidos se encarga de probar la resistencia de los materiales para la construcción de bienes.

ASTM A-53: es una aleación de acero al carbono, utilizada como acero estructural o para tuberías de baja presión.

SAE 4140: Acero de medio carbono aleado con Cr (cromo) y Mo (molibdeno). Es un acero de buena penetración de temple y con buenas características de estabilidad en caliente hasta 400 °C. Muy versátil y apto para esfuerzos de fatiga y torsión.

SIGSA: *Sistema Integrado de Gestión de Sanidad Animal* de Argentina.

INTA: *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.* Argentina.

IVA: Impuesto al valor agregado.

IPN: Un perfil IPN es un tipo de producto laminado cuya sección tiene forma de doble T también llamado I y con el espesor denominado normal.

SENASA: *Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.* Argentina.

8.1.2. Vocabulario.

Animales muertos: cadáveres de aves resultantes de mortandad de rutina o catastrófica, o bien de sacrificio sanitario.

Apero: Utensilio o herramienta de determinados oficios o actividades, en especial de las faenas agrícolas.

Bacterias Aeróbicas: Son aquellas que necesitan oxígeno para su metabolismo. Realizan la oxidación de la materia orgánica en presencia de oxígeno molecular, es decir, realizan la respiración celular.

Cama de pollo: en el caso de aves de producción a piso, la cama se define como la acumulación del guano mencionado anteriormente sobre un material absorbente como la cáscara de arroz o la de girasol, o bien la viruta de madera.

Carga pulsante: Solicitaciones variables las cuales van desde un mínimo hasta un máximo sin cambiar de signo.

DBO: La **demanda bioquímica de oxígeno** es un parámetro que mide la cantidad de dióxigeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida.

Es la materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación; normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO₅) y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/l).

Etapa termófila: fase del proceso de compostaje durante la cual los componentes celulósicos o similares son degradados por la actividad biooxidativa de los microorganismos termófilos, liberándose CO₂, H₂O, compuestos inorgánicos y fitotoxinas, destruyéndose los microorganismos patógenos y conservándose los componentes orgánicos más estables.

Fermentación: Proceso bioquímico por el que una sustancia orgánica se transforma en otra, generalmente más simple, por la acción de un fermento.

Galvanizado por inmersión en caliente: es un proceso cuyo objetivo es brindar protección contra la corrosión adhiriendo capas de zinc a estructuras de acero.

Guano: en gallinas de postura, el guano es la mezcla de deyecciones, a las que se unen la porción no digerible de los alimentos, las células de descamaciones de la mucosa del

aparato digestivo, microorganismos de la flora intestinal, diversas sales minerales, plumas y restos de huevos rotos.

Líquidos lixiviados: resultantes de un proceso de percolación (filtración de fluidos a través de materiales porosos) de un fluido a través de un sólido.

Masa orgánica: aquella que se encuentra conformada por moléculas orgánicas resultantes de los seres vivos. En este capítulo se refiere a la mezcla de compostaje.

Materia prima: Sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto. En este proceso refiere al guano extraído de galpones y al material con alto contenido en carbono ambos componentes de la mezcla a compostar.

Nitratos: En química, sal formada por la combinación del ácido nítrico con una base.

Número de Reynolds: parámetro adimensional cuyo valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

Packaging: término de la lengua inglesa que se usa con mucha frecuencia para referirse al empaque, envase o embalaje de algo.

PLC: son las siglas en inglés de Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller).

Relación C/N: La relación Carbono/Nitrógeno es un valor numérico que determina la proporción de Carbono/Nitrógeno que podemos encontrar en un sustrato. El carbono y el nitrógeno son dos elementos indispensables para el desarrollo de la vida ya que afectan directa o indirectamente a todos los procesos biológicos.

Soldadura Mig Mag: proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible.

Sulfuros: En química, un sulfuro es la combinación del azufre (número de oxidación -2) con un elemento químico o con un radical.

Tratamiento galvánico: o galvanización, es el proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro.

8.2. BIBLIOGRAFÍA.

- Botta, Enrique. 1997. "Teoría de arado de reja". Apunte de cátedra Mecanización Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Jujuy.
https://mecanizacionagricolafca.files.wordpress.com/2013/07/arado_de_reja_botta.pdf.
- <http://www.serviciospucalan.cl/guano-de-pollo/>
Riera, Nicolás I. 2009. Trabajo de Intensificación: Evaluación del Proceso de Compostaje de Residuos Avícolas. Universidad de Morón. Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias.
- <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
Román, Pilar. Martínez, María M. Pantoja, Alberto. "Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina". Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 2013.
- Dobrovólski, V. 1976. "Elementos de máquinas". Ed. Mir.
GILES, R.V. 1994 "Mecánica de fluidos e hidráulica" (3ª ed.) Ed. McGraw Hill.
- Maisonave, Roberto. "Buenas Prácticas de Manejo y utilización de cama de pollo y guano". En Ministerio de ganadería agricultura y pesca. Argentina.
- Manual de Compostaje del agricultor. INTA.
- Milano, Zignoli, V. 1970. "Transporti meccanici". Editorial HOEPLI.
- Miravete, A. 1998. "Los transportes en la ingeniería industrial. Teoría" (1ª ed.). Ed. Reverté S.A.
- Niemann, G. 1973, "Elementos de máquinas. Cálculo, diseño y construcción" (2ª ed.). Ed Labor S.A.
- Renold. Manual "cadenas articuladas de acero" (versión autorizada de por Fachgruppe Stahlgelenketten).
- Resolución N° 207/95 AEA.
- Stiopin, P. 1968 "Resistencia de materiales". (3ª ed.) Ed. Mir.

8.3. ABREVIATURAS.

A: factor de proporción.

C: Carbono.

C/N: relación carbono/nitrógeno.

cmⁱ: centímetro elevado a la potencia i (2,3,4..).

cyp: corte y plegado.

CO₂: fórmula química del dióxido de carbono.

dB: decibelios.

G.G: guano de gallina o gallinaza.

°C : grados centígrados.

°: grados sexagesimales.

ens: ensamblado.

H₂O: fórmula química del agua.

HP: Horse Power. Unidad inglesa: caballo de fuerza.

Hz: Hertz.

HP: Horse Power. Unidad inglesa: caballo de fuerza.

in o ”: inch en inglés o pulgada.

kg: kilogramo.

kg/día: kilogramo por día.

kg/m³: kilogramo por metro cúbico.

kg/m: kilogramo por metro.

kWh: kilowatts-hora.

m: metros.

mⁱ: metro elevado a la potencia i (2,3,...).

m/min: metros por minuto.

MAN: mando.

máx: máximo/a.

M.C.: Memoria de Cálculo.

m/s: metros por segundo.

mm: milímetros.

NH₃: fórmula química del amoníaco.

Ω/m: ohm por metro.

POT: potencia.

rad: radianes.

rev: revoluciones.

rpm: revoluciones por minuto.

sold: soldadura.

tn: toneladas.

UNI: unifilar.

vp: vistas principales.

V: volt.

Vcc: voltaje o tensión de continua.

8.4. CODIFICACIÓN.

CODIFICACION DE PIEZAS						
	SISTEMA	ENSAMBLAJE 1	ENSAMBLAJE 2	ENSAM. 3/PIEZA	PIEZA	Nº DE PLANO
SM-CM-01	Sistema mecánico	Compostador Mecánico				1
SM-CM-CP-02	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal			2
SM-CM-CP-VP-06	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Viga principal		6
SM-CM-CP-VL-07	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Viga lateral		7
SM-CM-CP-RI-08	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Riel		8
SM-CM-CP-RP-09	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Refuerzo puntera motor avance		9
SM-CM-CP-RP-09b	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Refuerzo puntera motor traslacion		9b
SM-CM-CP-RC-010	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Refuerzo columna		10
SM-CM-CP-CPC-011	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Columna pasacables		11
SM-CM-CP-RMC-012	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Rueda motriz carro		12
SM-CM-CP-RRC-013	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Rueda conducida carro		13
SM-CM-CP-SS-049	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro principal	Soporte sensor		49
SM-CM-CR-03	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor			3
SM-CM-CR-EV-014	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Ensamble de vigas		14
SM-CM-CR-RO-015	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rotor		15
SM-CM-CR-RO-CE-029	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rotor	Caño Eje	29
SM-CM-CR-RO-PE-030	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rotor	Puntera Eje	30
SM-CM-CR-RO-BC-031	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rotor	Brazo cuchilla	31
SM-CM-CR-RO-C-032	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rotor	Cuchilla	32
SM-CM-CR-MR-016	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Motorreductor Lentax		16
SM-CM-CR-SM-017	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Soporte motorreductor		17
SM-CM-CR-CRO-018	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Caja de rodamiento		18
SM-CM-CR-CA	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Cadena		
SM-CM-CR-PI-019	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Piñón		19
SM-CM-CR-CO-020	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Corona		20
SM-CM-CR-TC-021	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Tensor Cadena		21
SM-CM-CR-MTL-022	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Motorreductor traslación lateral		22
SM-CM-CR-RCR-023	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Refuerzo caja rod.		23
SM-CM-CR-RMR-024	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rueda Motiz Rotor		24
SM-CM-CR-RCR-025	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Carro rotor	Rueda conducida rotor		25
SM-CM-COB-04	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor			4
SM-CM-COB-TS-026	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Tapa superior		26
SM-CM-COB-TCOB-027	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Tapa cobertor		27
SM-CM-COB-ECOB-028	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor		28
SM-CM-COB-ECOB-C1-033	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 1	33
SM-CM-COB-ECOB-C2-034	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 2	34
SM-CM-COB-ECOB-C3-035	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 3	35
SM-CM-COB-ECOB-C4-036	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 4	36
SM-CM-COB-ECOB-C5-037	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 5	37
SM-CM-COB-ECOB-C6-038	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 6	38
SM-CM-COB-ECOB-C7-039	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 7	39
SM-CM-COB-ECOB-C8-040	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 8	40
SM-CM-COB-ECOB-C9-041	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	Caño 9	41
SM-CM-COB-ECOB-C9-050	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Cobertor	Estructura cobertor	sujeción	41
SM-CM-MCP-05	Sistema mecánico	Compostador Mecánico	Motorred. Tras. longitudinal			5
SE-46	Sistema Eléctrico					46
SE-CP	Sistema Eléctrico	Cable de Potencia				
SE-CM	Sistema Eléctrico	Cable de Mando				
SE-BPG	Sistema Eléctrico	Botonera puente grúa				
SE-CMP	Sistema Eléctrico	Contactador motor principal				
SE-CMPI	Sistema Eléctrico	Contactador motor principal, inv. de giro				
SE-CML	Sistema Eléctrico	Contactador motor despl. Longitudinal				

SE-CMLI	Sistema Eléctrico	Contactor motor despl. Longitudinal; inv. de giro			
SE-CMT	Sistema Eléctrico	Contactor motor despl. Transversal			
SE-CMTI	Sistema Eléctrico	Contactor motor despl. Transversal inv. de giro			
SE-RTMP	Sistema Eléctrico	Relé térmico motor principal			
SE-RTML	Sistema Eléctrico	Relé térmico motor despl. Longitudinal			
SE-RTMT	Sistema Eléctrico	Relé térmico motor despl. Transversal			
SE-AS	Sistema Eléctrico	Arrancador suave			
SE-PLC	Sistema Eléctrico	PLC			
SE-SIFL	Sistema Eléctrico	Sensor inductivo fin de carrera long.			
SE-SICL	Sistema Eléctrico	Sensor inductivo comienzo de carrera long.			
SE-SIFT	Sistema Eléctrico	Sensor inductivo fin de carrera transv.			
SE-SICT	Sistema Eléctrico	Sensor inductivo comienzo de carrera transv.			
SE-RL	Sistema Eléctrico	Relé de control			
SE-RPC	Sistema Eléctrico	Riel porta cable			
SE-CPC	Sistema Eléctrico	Carro portacable			
SE-CL	Sistema Eléctrico	Circuito lumínico			
SH-47	Sistema Hídrico				47
SH-TA	Sistema Hídrico	tanque			
SH-BO	Sistema Hídrico	bomba			
SH-AS	Sistema Hídrico	aspersores			
SH-C50	Sistema Hídrico	caño 50 mm			
SH-C75	Sistema Hídrico	caño 75 mm			
SH-CO	Sistema Hídrico	codo 90			
IC	Instalacion Civil				48
IC-BA-42	Instalacion Civil	Bateas			42
IC-BA-RIEL-48	Instalacion Civil	Riel			
IC-TI-43	Instalacion Civil	Tinglado			
IC-DMP-44	Instalacion Civil	depósito materia prima			
IC-DPT-45	Instalacion Civil	depósito producto terminado			
T	Transporte				
T-PC	Transporte	Pala cargadora			
T-RE	Transporte	Rosca envasadora			
T-RG	Transporte	Rosca granel			
E-SA	Transporte	Envasadora Semiautomática			
B-CA	Transporte	Bascula para camiones			

8.5. SOFTWARE.

- AutoCAD (Planos).
- Lumenlux (Iluminación).
- NX Siemens (Cálculo por elemento finito).
- Solidworks (Diseño y modelado).
- U90 Ladder (Programación ladder de PLC Unitronics).