



FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL - N° 40

***“GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR
DE LOS EFLUENTES DE UN TAMBO”***

Alumnos: Alejandro Bottos y Nicolás Cipollone

Profesores: Ing. Daniel Ali - Ing. Daniel Ferreyra

Año: 2019



FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL

N° 40

***“GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR
DE LOS EFLUENTES DE UN TAMBO”***

Alumnos: Alejandro Bottos y Nicolás Cipollone

Profesores: Ing. Daniel Ali - Ing. Daniel Ferreyra

Año: 2018

CONTENIDO

1	INTRODUCCION.....	4
2	MEMORIA DESCRIPTIVA:.....	5
3	BIOENERGÍA	6
3.1	¿Qué es el biogás?	7
3.1.1	Efectos de los componentes del biogás sobre las instalaciones	8
3.2	Plantas de biogás	9
4	ETAPA 1 – RECOLECCION DE EFLUENTES	11
5	ETAPA 2 – DIGESTION ANAERÓBICA	12
5.1	Parámetros para la producción de biogás.....	12
6	RESIDUOS ORGANICOS PRODUCIDOS	19
6.1	Cálculo de estiércol diario generado:.....	19
7	DIMENSIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR.....	20
8	PRODUCCIÓN DE BIOGÁS:.....	23
9	ESTIMACION DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA	25
9.1	Selección de generador eléctrico:.....	25
10	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN PARA LA GENERACION DE BIOGAS .	28
10.1	Bomba de efluentes - sector ordeño	28
10.2	Separado de sólidos:.....	30
10.3	Depósito de alimentación:.....	31
10.4	Cámara de carga a biodigestor.....	31
10.5	Biodigestor	32
10.5.1	Materiales para cubrir el fondo y la cubierta de los biodigestores	33
10.5.2	Laguna:	35
10.5.3	Muro perimetral:	37

10.6	Tuberías de alimentación y de descarga	38
10.6.1	Tuberías de alimentación	38
10.6.2	Tuberías de descarga.....	39
10.7	Tuberías de captación de biogás.....	40
10.8	Bomba de recirculación	41
10.9	Válvula de seguridad	42
10.10	Antorcha de quemado.....	43
10.11	Tren de calibración.....	44
10.11.1	Sopladores.....	45
10.12	Pileta de recolección de efluentes:.....	47
11	CALCULO MECÁNICOS.....	48
11.1	Cálculo y dimensionamiento de depósito de carga:	48
11.1.1	Volumen del depósito:	49
11.1.2	Aplicación de la Norma Europea – Euro código 1:.....	50
11.2	Cálculo y selección de transportadores helicoidales.....	75
11.2.1	Selección de transportador helicoidal	76
11.2.2	Selección de moto-reductor:.....	79
11.3	Cálculo de uniones de transmisión	80
11.3.1	Calculo de unión atornillada.....	80
11.3.2	Calculo de unión a chaveta	85
11.4	Selección de rodamientos para transportadores helicoidales	89
11.4.1	Cargas radiales (en ambos extremos):.....	89
11.4.2	Cargas axiales (en lado de mando):.....	91
11.5	Calculo de vida de rodamientos:.....	95
11.5.1	Condiciones de contorno ingresadas en calculadora virtual de SKF:.....	95
11.5.2	Resultados de calculadora virtual de vida de rodamientos SKF:.....	96

11.6	Cálculo de transmisión a cadena:.....	97
11.6.1	Parámetros de diseño para transmisiones de cadenas:.....	97
12	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	102
12.1	Consumo de la instalación (Sección nueva + Sección existente):.....	105
12.2	Determinación de sección de conductores y protecciones.....	107
12.2.1	Conductor principal.....	108
12.2.2	Conductores de cargas varias	124
12.2.3	Protecciones y comandos de motores	137
12.2.4	Protecciones iluminación	137
12.3	Calculo de PAT (Puesta a tierra) de servicio para generador eléctrico	139
12.4	Calculo de PAT (Puesta a tierra) de protección	141
13	COSTOS DE INVERSIÓN	142
14	ANEXOS.....	145

1 INTRODUCCION

El sector energético de nuestro país se caracteriza por una fuerte dependencia de los combustibles de origen fósil, los cuales representan un amplio porcentaje de nuestra matriz energética nacional (partes de estos combustibles son importados), además se debe resaltar que nos encontramos en una situación de déficit energético, de ahí que se lanzó hace algunos años la ley nacional 27.191 la cual fomenta el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica del país. Dicha ley preveía que para fines del 2018 el 8% de la energía total generada en Argentina fuera producida por energías renovables.

Considerando la situación actual, donde se produjeron súbitos aumentos en las tarifas de energías y que los establecimientos rurales, específicamente los tambos afrontan grandes problemas económicos, tal es así que en lo que va del año muchos establecimientos han decidido que lo mejor era retirarse del mercado y cerrar sus puertas, teniendo como consecuencia una baja de la demanda en la industria lechera y desempleos.

Ante esta situación se puede vislumbrar el potencial del sector agropecuario para el aprovechamiento de lo que hoy consideran un residuo y darles un valor económico utilizándolo en la producción de energía, pasando en numerosas situaciones de ser un problema para obtener un beneficio económico y ambiental.

La energía renovable a la que hacemos mención es la **bioenergía**.

Esta es una oportunidad tanto para los tambos pequeños y medianos, quienes podrían trabajar con su propia energía generada o aportando a la red eléctrica, ahorrando miles de pesos anuales en tarifas de energía eléctrica, permitiéndoles obtener mayores ganancias en su rubro y posicionarse mejor en el mercado. Lo mismo ocurre para los tambos de gran envergadura. Además, todos los tambos sin importar el tamaño estarían generando una menor cantidad de efluentes y consecuentemente reduciendo el impacto ambiental (efecto invernadero y contaminación de cursos de agua).

2 MEMORIA DESCRIPTIVA:

El presente proyecto de final de carrera consiste en el cálculo, dimensionamiento y selección de una instalación para la generación de biogás y posterior generación de energía eléctrica utilizando el biogás como combustible. La generación del biogás se pretende realizar utilizando estiércol vacuno de los animales, hoy considerado en muchos sectores como un residuo sin valor alguno que se encuentran en los tambos, feedlots y demás establecimientos de nuestro país.

La propuesta que nosotros realizamos es utilizar este tipo de instalación en un tambo promedio (de aproximadamente 500 animales vacunos) para el autoabastecimiento eléctrico del establecimiento.

Los beneficios de generar nuestra propia energía con “residuos pecuarios” son los siguientes:

- Reducir parcial o totalmente el consumo eléctrico comprado a la empresa prestataria de energía y por ende reducir gastos destinados a la compra de energía eléctrica
- Generación limpia de energía, con bajo impacto en el medio ambiente
- Reducción de efluentes del tambo
- Generación de fertilizante natural como un coproducto del proceso

Dentro del proyecto seleccionaremos: las distintas bombas utilizadas para el movimiento de la materia prima en las distintas etapas del proceso, también seleccionaremos el equipo separado de sólidos que nos suministrara el estiércol seco, los transportadores helicoidales utilizados en el depósito de alimentación del biodigestor, los rodamientos utilizados en los transportadores helicoidales, el biodigestor, los componentes de acondicionamiento del biogás, la pileta de la materia prima digerida, el generador de energía eléctrica para abastecer el establecimiento.

Del proyecto calcularemos: el potencial de generación de biogás, el tamaño adecuado del biodigestor, el depósito de alimentación del biodigestor, los elementos pertenecientes a la transmisión de los transportadores helicoidales (tornillos, chavetas, cadenas, moto-reductor) y los componentes correspondientes a la instalación eléctrica realizada para la generación mencionada, no se considerará la instalación eléctrica propia del tambo.

3 BIOENERGÍA

La energía renovable es aquella que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables. Dentro de las energías renovables se encuentra la bioenergía que es generada a partir de la biomasa, ya sea vegetal (rastros, residuos forestales, otros) o animal (estiércoles, purines, otros).

En nuestro caso en particular nos referiremos a la producción de energía a partir de los efluentes pecuarios. Para el caso de las producciones intensivas (producciones de cerdo, leche bovina, de carne bovina, entre otras) existe una tecnología denominada **Biodigestión anaeróbica**. Se trata de un proceso bioquímico durante el cual la materia orgánica compleja (carbohidratos, grasas y proteínas) es descompuesta en ausencia de oxígeno, por varios tipos de microorganismos anaeróbicos. Como consecuencia de esto se genera, por un lado, **biogás** que puede ser aprovechado en la generación de energía térmica y/o eléctrica o como biocombustible; y por otro lado se obtiene un coproducto llamado “digerido o digestato”, que contiene nutrientes esenciales para los cultivos (Nitrógeno, fosforo, potasio, etc.) y por lo tanto puede ser utilizado como biofertilizante.

Otros beneficios de esta tecnología es que el digerido, en comparación con los efluentes sin tratar presenta menor olor y los nutrientes se encuentran de una manera más disponible para el aprovechamiento de los cultivos.

Es decir que esta tecnología presenta un doble potencial:

- **Ambiental:** al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, evitar la contaminación de los cursos de agua y el uso del digestato como fertilizante natural.
- **Energético:** El gas obtenido (“Biogás”) se puede emplear para generar energía eléctrica y/o calórica.

3.1 ¿Qué es el biogás?

El biogás es un gas combustible, que se obtiene por la descomposición de materia orgánica, compuesto principalmente por metano (50/75%), dióxido de carbono (25-45%) y por cantidades menores ácido sulfhídrico, nitrógeno, oxígeno y agua, a continuación, podemos ver una imagen con los valores exactos de su composición:

Componentes	Concentración
Metano (CH ₄)	50-75%
Dióxido de Carbono (CO ₂)	25-45%
Agua (H ₂ O)	2-7% vol
Acido Sulfhídrico (H ₂ S)	20-20.000 ppm
Nitrógeno (N ₂)	<2% Vol
Oxígeno (O ₂)	<2% Vol
Hidrógeno (H ₂)	<1% Vol

Fig. 1

¹ Fuente – Manual para la producción de biogás – Jorge A. Hilbert - INTA Castelar - 2011

En la siguiente figura se muestran propiedades de un tipo estándar de biogás:

Composición	55-70% metano
	30-45% Dióxido de carbono
	Trazas de otros elementos
Energía contenida	6,0 – 6,5 Kwh./m ³
Equivalente en combustible	0,6 – 0,65 L _{petróleo} /m ³ biogás
Limite de explosión	6 - 12 % biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 - 750 ° C (según metano contenido indicado)
Presión crítica	75/89 bares.
Temperatura crítica	-82.5° C
Densidad normal	1,2 Kg./m ³
Olor	
Masa molar	16,043 Kg./kmol

Fig. 2

La energía contenida del biogás es muy variable, encontrando distintas estimaciones de este valor según la experiencia de cada autor.

3.1.1 Efectos de los componentes del biogás sobre las instalaciones

Los componentes antes nombrados que podemos encontrar en el biogás le confieren propiedades específicas al mismo, además interactúan con distintas partes de las instalaciones como tuberías (piping), válvulas, filtros, motores generando distintos tipos de respuestas como se visualizan a continuación:

² Fuente: "DIMENSIONAMIENTO DE UN DIGESTOR ANAERÓBICO QUE TRATE LOS RESIDUOS GENERADOS EN UNA EXPLOTACIÓN GANADERA PARA LA OBTENCIÓN DE BIOGÁS PARA CONSUMO TÉRMICO Y ELÉCTRICO" - UTN-FRRQ – Guillermo E. Dolzani - 2017

Componentes del biogás y su efecto en las propiedades.

CO ₂	25 - 50 % vol	Baja el poder calorífico
		Incrementa el número de metano
		Causa corrosión
		Daña celdas alcalinas de combustible
H ₂ S	0 - 0,5 % vol	Corrosión en equipos y piping
		Emisiones de SO ₂ después de los quemadores
		Emisión de H ₂ S en combustión imperfecta
		Inhibición de la catálisis
NH ₃	0 - 0,05 % vol	Emisión de Nox
		Daño en las celdas de combustibles
Vapor de agua	1 - 5 % vol	Corrosión en equipos y piping
		Daños de instrumentación por condensado
		Riesgo de congelar y bloquear tuberías y válvulas
Polvo	> 5µm	Bloquea las boquillas y celdas de combustibles
N ₂	0 - 5 % vol	Baja el poder calorífico
Siloxenos	0 - 50 [mg/m ³]	Actúan como abrasivos, daño en motores

3

3.2 Plantas de biogás

Una planta de biogás es básicamente una instalación que cuenta con una cantidad determinada de componentes que trabajan en conjunto con el único fin de transformar la materia prima ingresada en biogás, para su posterior uso.

Las plantas de biogás pueden funcionar con un único sustrato (estiércol de animales, por ejemplo), como es nuestro caso, pero también pueden hacerlo con la combinación de distintos sustratos (ejemplo: silaje de maíz y estiércol animal), en cuyo caso el proceso se conoce como co-digestión, siendo este sistema el más utilizado en países muy avanzados como Alemania e Italia.

³ Fuente: "DIMENSIONAMIENTO DE UN DIGESTOR ANAERÓBICO QUE TRATE LOS RESIDUOS GENERADOS EN UNA EXPLOTACIÓN GANADERA PARA LA OBTENCIÓN DE BIOGÁS PARA CONSUMO TÉRMICO Y ELÉCTRICO" - UTN-FRRQ – Guillermo E. Dolzani - 2017

Una planta de biogás modelo se puede ver en la siguiente imagen:

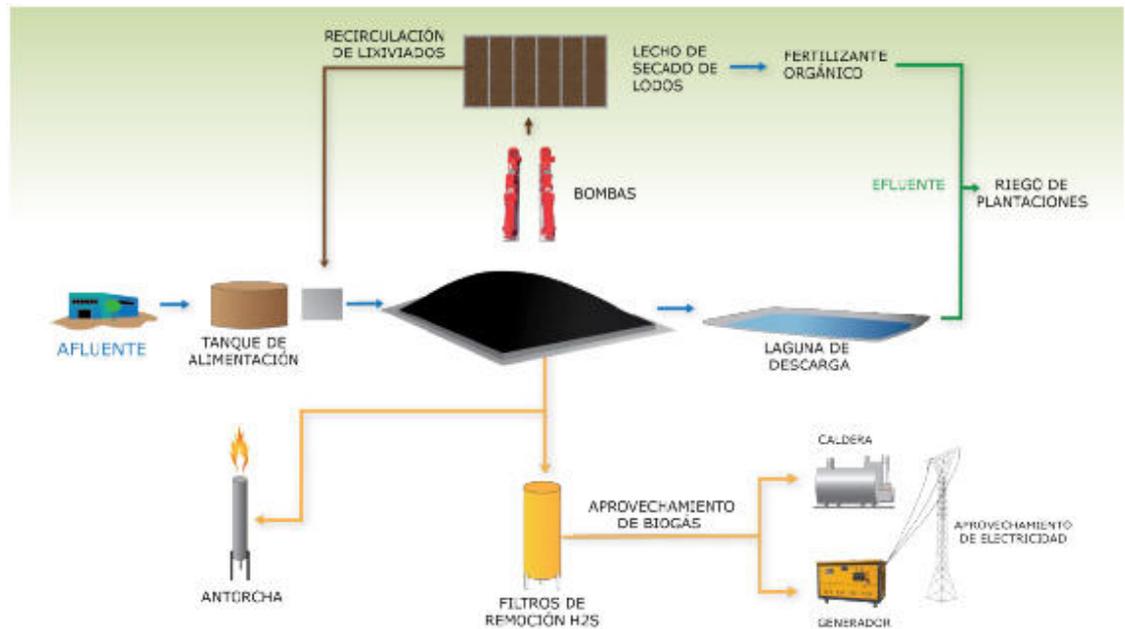


Fig. 3

En nuestro caso es ligeramente diferente ya que no contamos con una caldera para el aprovechamiento de energía térmica, procedemos a explicar el circuito:

- Se recolectará, mediante el lavado de los pisos en la sala de ordeño, el estiércol de los animales, junto con el agua, orina, restos de camas y demás, también denominado purín.
- Todo el residuo lavado cae en un depósito y es inyectado mediante una bomba estiercolera hacia el separador de sólidos.
- El separador de sólidos es un equipo que se encarga de extraer la mayor parte de la humedad (agua + orina) presente en el estiércol y lo descarga directamente en la tolva de almacenamiento.
- Aquí mediante 3 (tres) sinfines se rompen las fibras contenidas en el estiércol y cae en un depósito o cámara de mezclado.
- Se mezcla con agua en proporciones determinadas.
- Se inyecta al biodigestor.
- Dentro del digestor se remueve la mezcla con una bomba de circulación.

- Al producirse el biogás el mismo se dirige hacia la línea de alimentación del generador, pasando por un sistema de acondicionamiento previo.
- El digerido o digestato, sale por rebalse hacia una o varias piletas que contendrá este coproducto hasta que sea utilizado como fertilizante.
- El biogás ingresa en el generador como combustible y de aquí se produce la energía eléctrica para abastecer al establecimiento o aportar en paralelo a la red eléctrica.
- El fertilizante obtenido y esparcido por los lotes, aporta nutrientes esenciales para el crecimiento de cultivos y posterior alimento de los animales, los cuales lo digerirán y volverán a producir estiércol para utilizarse como combustible, así se cierra el ciclo de generación.

4 ETAPA 1 – RECOLECCION DE EFLUENTES

El proceso de generación de biogás inicia con la recolección de la materia prima que se convertirá posteriormente una pequeña parte en biogás y el resto en digestato o mezcla digerida (utilizada como fertilizante natural).

Como mencionamos anteriormente el tambo utilizado para el proyecto cuenta con 500 cabezas de, la producción de biogás se llevará a cabo utilizando los residuos orgánicos del tambo, sabiendo que se puede recuperar de manera efectiva solo en las salas de ordeño, mediante el lavado del sector.

Decimos que la recuperación efectiva se realiza solo en la sala de ordeño porque generalmente los tambos de estas dimensiones no cuentan con un sector de descanso de animales donde los mismos comen, duermen y realizan sus necesidades, sino que los mismos se encuentran dispersos por el campo lo que hace muy difícil recuperar todo el estiércol producido por ellos, caso contrario se podría recuperar un porcentaje mayor de residuos y consecuentemente generar más biogás y más energía eléctrica.

5 ETAPA 2 – DIGESTION ANAERÓBICA

La digestión anaeróbica es el proceso en el cual microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de oxígeno. Mediante la digestión anaeróbica se obtiene el “biogás” y “lodo”, siendo este último el que contiene los microorganismos que degradan la materia orgánica. Esta fermentación microbiana en ausencia de oxígeno da lugar a una mezcla de gases, llamado biogás: (compuesto principalmente de metano y dióxido de carbono).

La materia prima utilizada para la generación de este gas es muy variada, en nuestro caso aprovecharemos los efluentes o purines provenientes del tambo, es decir, la mezcla de sólidos (estiércol vacuno) y líquidos (orín vacuno, agua y suero de leche).

La digestión anaeróbica es uno de los procesos más utilizados, para el tratamiento de purines, en el que la materia orgánica es transformada biológicamente, bajo condiciones anaeróbicas, en metano y dióxido de carbono.

5.1 Parámetros para la producción de biogás

Estos parámetros deben ser considerados cuidadosamente, ya que de ellos depende la descomposición adecuada de nuestros desechos pecuarios y la posterior generación de un biogás de buena calidad. Los parámetros son:

- Temperatura de sustrato
- Carga orgánica volumétrica (COV)
- Tiempo de retención hidráulica (TRH)
- Relación Carbono-Nitrógeno
- Acondicionamiento del biogás

A continuación, describiremos cada uno de ellos:

5.1.1.1 Temperatura de sustrato

Para que se inicie el proceso de digestión anaeróbica se necesita una temperatura mínima de 4° a 5° C y no se debe sobrepasar una máxima de 70°C. Se realiza generalmente una diferenciación en tres rangos de temperatura de acuerdo al tipo de bacterias que predominan en cada una de ellas.

BACTERIAS	RANGO DE TEMPERATURAS	SENSIBILIDAD
Psicrofílicas	menos de 20°C	+/- 2°C/hora
Mesofílicas	entre 20°C y 40°C	+/- 1°C/hora
Termofílicas	más de 40°C	+/- 0,5°C/hora

4

Fig. 4

La actividad biológica y por lo tanto la producción de biogás aumenta con la temperatura (Figura 6). Al mismo tiempo se deberá tener en cuenta que al no generar calor el proceso interno, la temperatura deberá ser lograda y mantenida mediante energía exterior. El cuidado en el mantenimiento también debe extremarse a medida que aumentamos la temperatura, dada la mayor sensibilidad que presentan las bacterias termofílicas a las pequeñas variaciones térmicas.

⁴ Fuente – Manual para la producción de biogás – Jorge A. Hilbert - INTA Castelar - 2011

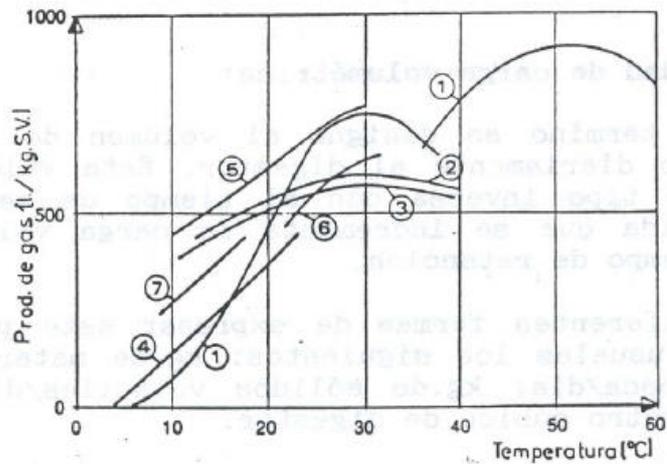


Fig. 5

5

Todas estas consideraciones deben ser evaluadas antes de escoger un determinado rango de temperaturas para el funcionamiento de un digestor, ya que a pesar de incrementarse la eficiencia y producción de gas paralelamente aumentará los costos de instalación y la complejidad de la misma.

Los digestores que trabajan a temperaturas meso y termofílicas poseen generalmente sistemas de calefacción, aislamiento y control, los cuales son obviados en digestores rurales económicos que trabajan a bajas temperaturas, en consecuencia, seguiremos esta línea de trabajo.

La temperatura está íntimamente relacionada con los tiempos que debe permanecer la biomasa dentro del digestor para completar su degradación (Tiempo de retención Hidráulica, TRH). A medida que se aumenta la temperatura disminuyen los tiempos de retención y en consecuencia se necesitará un menor volumen de reactor para digerir una misma cantidad de biomasa, (Figura 7).

⁵ Fuente – Manual para la producción de biogás – Jorge A. Hilbert - INTA Castelar - 2011

6

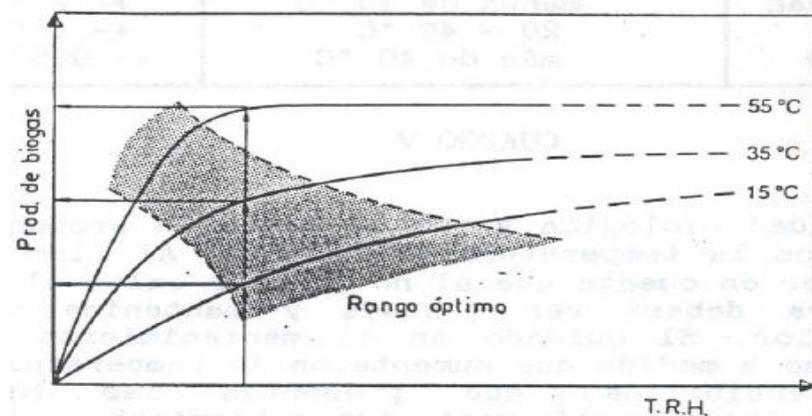


Fig. 6

5.1.1.2 Carga orgánica volumétrica (COV):

Con este término se designa al volumen de sustrato orgánico cargado diariamente al digestor. Este valor tiene una relación de tipo inversa con el tiempo de retención, dado que a medida que se incrementa la carga volumétrica disminuye el tiempo de retención.

Existen diferentes formas de expresar este parámetro siendo los más usuales los siguientes: kg de material/día; kg de materia seca/día; kg de sólidos volátiles/día todos expresados por metro cúbico de digestor.

$$COV = \frac{MV}{VD} ; \left[\frac{\text{kgMV}}{\text{m}^3} \right]$$

⁶ Fuente – Manual para la producción de biogás – Jorge A. Hilbert - INTA Castelar - 2011

5.1.1.3 Tiempo de retención hidráulica (TRH):

Este parámetro sólo puede ser claramente definido en los “sistemas discontinuos o batch” donde el TRH coincide con el tiempo de permanencia del sustrato dentro del digestor.

En los digestores continuos y semicontinuos el tiempo de retención se define como el valor en días del cociente entre el volumen del digestor y el volumen de carga diaria.

$$TRH = \frac{\text{Volumen del biodigestor}}{\text{Volumen diario de alimentación digestor}} ; [\text{días}]$$

El TRH está íntimamente ligado con dos factores: el tipo de sustrato y la temperatura del mismo. La selección de una mayor temperatura implicará una disminución en los tiempos de retención requeridos y consecuentemente serán menores los volúmenes de reactor necesarios para digerir un determinado volumen de material. La relación costo beneficio es el factor que finalmente determinará la optimización entre la temperatura y el TRH, ya varían los volúmenes, los sistemas paralelos de control, la calefacción y la eficiencia.

Con relación al tipo de sustrato, generalmente los materiales con mayor proporción de carbono retenido en moléculas resistentes como la celulosa demandarán mayores tiempos de retención para ser totalmente digeridos. En la Figura 8, podemos observar cómo se distribuye en función al tiempo de retención la producción diaria de gas para materiales con distintas proporciones de celulosa.

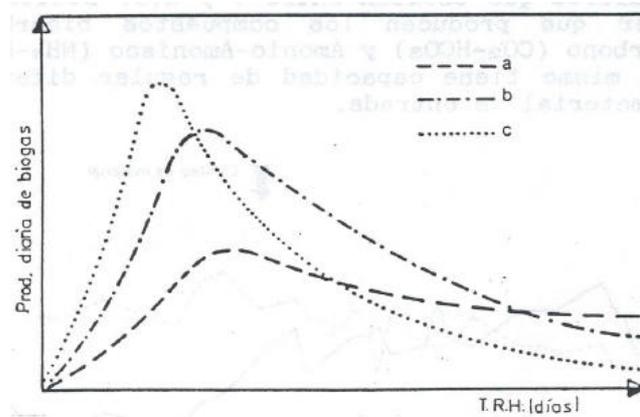


Fig. 7

A continuación, se muestran valores indicativos de tiempos de retención usualmente más utilizados en la digestión de estiércoles a temperatura mesofílica.

MATERIA PRIMA	T.R.H.
Estiércol vacuno líquido	20 - 30 días
Estiércol porcino líquido	15 - 25 días
Estiércol aviar líquido	20 - 40 días

Fig. 8

Para nuestro proyecto adoptaremos como TRH - 30 días.

El límite mínimo de los TRH está dado por la tasa de reproducción de las bacterias metano-génicas debido a que la continua salida de efluente del digester extrae una determinada cantidad de bacterias que se encuentran en el líquido. Esta extracción debe ser compensada por la multiplicación de las bacterias que pertenecen dentro del reactor.

⁷ Fuente – Manual para la producción de biogás – Jorge A. Hilbert - INTA Castelar - 2011

⁸ Fuente – Manual para la producción de biogás – Jorge A. Hilbert - INTA Castelar - 2011

5.1.1.4 Relación carbono-nitrógeno

La relación entre la cantidad de carbono y nitrógeno presente en la materia orgánica se expresa como Carbono/Nitrógeno (C/N). La relación óptima es entre 20 y 30. Si esta relación es muy alta, el nitrógeno se va a consumir rápidamente por las bacterias metano génicas para satisfacer sus necesidades proteicas y no reaccionará más con el contenido restante de carbono. Como resultado, la producción de gas bajará.

Por otro lado, si la relación C/N es muy baja, el nitrógeno será liberado y acumulado en forma de amonio. El amonio incrementa el PH del contenido del biodigestor. Un PH mayor a 8.5 empezará a mostrar un efecto tóxico en la población metano génicas.

A continuación, se encuentran relaciones C/N para diversos tipos de sustratos:

Materiales crudos	Relación C/N
Estiércol de pato	8
Estiércol humano	8
Estiércol de pollos	10
Estiércol de cabras	12
Estiércol de cerdos	18
Estiércol de ovejas	19
Estiércol de vacas	24
Jacinto de agua	25
Estiércol de elefante	43
Marlo de maíz	60
Semilla de arroz	70
Espiga de trigo	90
Aserrín	Superior 200

Fig. 9

La relación C/N del estiércol de vaca es igual a 24, lo que indica que nos encontramos en el rango de los valores óptimos.

6 RESIDUOS ORGANICOS PRODUCIDOS

Como mencionamos anteriormente la producción de biogás se llevará a cabo utilizando los residuos orgánicos del tambo, sabiendo que se puede recuperar de manera efectiva solo en las salas de ordeño, mediante el lavado del sector.

Procedemos a continuación a calcular la cantidad de residuos generados.

6.1 Cálculo de estiércol diario generado:

Un animal de un peso promedio de 400 Kg produce la siguiente cantidad de estiércol por día:

$$\text{Estiercol diario} = 25 - 40 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Considerando que la recolección de estiércol se efectúa en los momentos de ordeño en el caso de vacas lecheras y que el trabajo de ordeñar a los animales requiere un tiempo promedio de 3-4 horas, adicionando que la frecuencia de esta operación es 2 veces al día, adoptamos un tiempo de producción de estiércol de 8 Horas por día.

Dentro del estiércol generado se consideran los purines, estiércol, agua de lavado y restos del material utilizado para las camas de los animales.

Adoptaremos un valor promedio 35 kg/día.

$$MS \% = \text{porcentaje de masa seca}$$

Es lo que queda cuando se elimina el agua a través de un separador de sólidos, generalmente estos valores se encuentran entre 8 – 12 %. Nosotros utilizaremos un valor promedio de 10% MS.

$$MV \% = \text{porcentaje de masa volátil}$$

La masa volátil nos indica el porcentaje de masa seca que podemos aprovechar realmente en el biodigestor, es decir este valor nos indicará la producción estimada de biogás que podemos generar, los valores rondan entre 85-90%. Utilizaremos para nuestro proyecto 90%.

Los datos de los distintos valores utilizados se recogieron del documento “**Manual para la producción de biogás**” – INTA - CASTELAR – Ing. Jorge Hilbert - 2011.

Tomaremos los valores definidos anteriormente para calcular nuestro volumen de estiércol diario generado, para el tambo de 500 animales vacunos:

$$\text{Volumen diario generado} = 500 \text{ animales} * 35 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * \frac{\text{día}}{24 \text{ horas}}$$

$$\text{Volumen diario generado} = 5833 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\% MS = 5833 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 0,1 = 583,3 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\% MV = 583,3 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 0,9 = 525 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

7 DIMENSIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR

Para el cálculo del biodigestor tendremos en consideración los parámetros antes mencionados:

- Tiempo de retención hidráulica (TRH)
- Volumen diario de alimentación de digestor
- Densidad del estiércol vacuno

$$\text{Volumen diario de alimentación de digestor (VAD)} = 5833 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Densidad del estiércol vacuno líquido (DEV)} = 1,05 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$$

$$\text{Caudal de ingreso diario al digestor (CIDD)} = \frac{VDAD}{DEV}$$

$$\text{Caudal de ingreso diario al digestor} = \frac{5833 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{1,05 \frac{\text{kg}}{\text{l}}}$$

$$\text{Caudal de ingreso diario al digestor} = 5555 \frac{\text{l}}{\text{día}} = 5,55 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Volumen de digestor (VD)} = \text{CIDD} * \text{TRH}$$

$$\text{Volumen de digestor (VD)} = 5,55 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 30 \text{días}$$

$$\text{Volumen de digestor (VD)} \cong 166,5 \text{ m}^3$$

A este volumen se debe agregar un 20% que es el volumen aproximado que pasará a ocupar el biogás dentro del biodigestor, de esta forma el volumen de nuestro biodigestor será:

$$\text{VD} = 200 \text{ m}^3$$

El digestor requiere un valor de carga orgánica volumétrica (COV) diaria de al menos $2,5 \frac{\text{kgMV}}{\text{m}^3}$, considerando un margen de 10% de seguridad, este dato se

puede ver a continuación en la tabla perteneciente a la “Guía de Biogás – uso para la producción”, donde también indica que el tiempo de retención mínimo es de 30 días. Dicha guía cuenta con el apoyo del Ministerio de alimentos, agricultura y defensa al consumidor de Alemania.

Selected assumptions for technical design	
Digester organic loading rate	Max. 2.5 kg VS/m ³ of useful digester volume (total) per day
Process control	Single-stage process control: < 350 kW _{el} Two-stage process control: ≥ 350 kW _{el}
Digester organic loading rate of first digester in two-stage or multi-stage system	Max. 5.0 kg VS/m ³ of useful digester volume per day
Dry matter content in mixture	Max. 30% DM, otherwise separation and recirculation (except for dry digestion)
Mobile technology	Tractor with front loader or wheel loader, depending on quantity of substrate to be moved (based on data from KTBL database)
Digester volume	Digester volume required for an organic loading rate of 2.5 kg VS/m ³ per day, plus 10% safety margin, minimum retention time 30 days
Installed agitator power and equipment	Digester, first stage: 20-30 W/m ³ of digester volume; Digester, second stage: 10-20 W/m ³ of digester volume; depending on substrate properties, number and type of agitators, according to size of digester
Digestate storage	Storage capacity for a duration of 6 months, for the entire quantity of digestate arising (incl. manure part), plus 10% safety margin, with gas-tight cover
Sale of heat	Heat sold: 30% of generated heat energy, heat price 2 ct/kWh, interface at heat exchanger of CHP unit
Type of CHP unit	75 kW and 150 kW: pilot ignition gas engine; ≥ 350 kW: gas spark ignition engine
CHP efficiency	Between 34% (75 kW) and 40% (1,000 kW) (based on data from ASUE, CHP parameters 2005)
CHP full-load hours	8,000 full-load hours per year This is the target and assumes optimum plant operation

Fig. 10

9

Según el volumen del digester adoptado y la masa volátil diaria ingresada, el valor de COV para nuestro proyecto es de:

$$COV = \frac{MV}{VD} ; \left[\frac{\text{kgMV}}{\text{día}} \text{m}^3 \right]$$

$$COV = \frac{525 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}{200 \text{ m}^3}$$

$$COV = 2,625 \frac{\text{kgMV}}{\text{m}^3 \text{ día}}$$

⁹ Fuente: Guide to Biogas from production to use – Alemania - 2012

Esto indica cuanto material debe ser fermentado al día. Si los tiempos de retención son largos, se produce una menor carga diaria en el digestor.

Estamos en buenas condiciones.

8 PRODUCCIÓN DE BIOGÁS:

Para el cálculo estimado de la producción de biogás tomamos como referencias los siguientes libros: “**Biogás Handbook – Autor: David House**” y “**Diseño de biodigestores – Autor: Aqualimpia**”, podemos obtener 3 resultados diferentes basándonos en los datos empíricos de los autores mencionados:

Siguiendo el criterio adoptado en el libro ““Biogás Handbook”, Cow Manure, pág. 65 a 67, tenemos que:

Por cada animal, la producción diaria de biogás N.º 1, se encuentra entre los siguientes valores $0,85 - 1,7 \frac{m^3 \text{Biogás}}{\text{animal}}$.

Adoptaremos como valor promedio $1,275 \frac{m^3 \text{Biogas}}{\text{animal}}$ y además debemos tener en cuenta que de la producción diaria aprovechamos un 33,33%, por ello debemos afectar al resultado por este factor.

Por lo tanto,

$$\text{Producción estimada diaria de Biogás}_1 = 1,275 \frac{m^3 \text{Biogas}}{\text{animal}} \times 500 \text{ animales} \times 0,33$$

$\text{Producción estimada diaria de Biogás}_1 = 210,37 m^3 \text{Biogás}$
--

Ahora bien, si adoptamos el criterio establecido por el libro “Diseño de biodigestores”, Estiércol de ganado, pág. 161 a 167, tendremos que:

Por cada animal, la producción diaria de biogás N.º 2, se encuentra entre los siguientes valores $0,56 - 1,5 \frac{\text{m}^3 \text{Biogás}}{\text{animal}}$.

Adoptaremos como valor promedio $1,1 \frac{\text{m}^3 \text{Biogás}}{\text{animal}}$.

Por lo tanto,

$$\text{Producción estimada diaria de Biogás}_2 = 1,1 \frac{\text{m}^3 \text{Biogás}}{\text{animal}} \times 500 \text{ animales} \times 0,33$$

$$\text{Producción estimada diaria de Biogás}_2 = 181.15 \text{ m}^3 \text{Biogás}$$

Otra forma de obtener la producción estimada diaria de biogás es mediante la cantidad de masa volátil, la cantidad de biogás varía entre $250 - 400 \frac{\text{lBiogás}}{\text{kgMV}}$.

Adoptaremos como valor promedio $325 \frac{\text{lBiogás}}{\text{kgMV}}$ ó $0,325 \frac{\text{m}^3 \text{Biogas}}{\text{kgMV}}$.

La masa volátil anteriormente calculada:

$$\% MV = 525 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Producción estimada diaria de Biogás}_3 = 0,325 \frac{\text{m}^3 \text{Biogas}}{\text{kgMV}} \times 525 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Producción estimada diaria de Biogás}_3 = 170.62 \text{ m}^3 \text{Biogás}$$

Los 3 resultados obtenidos se visualizan en la tabla N.º 1, a fin de ser conservadores en nuestros cálculos adoptamos como valor de producción diaria de biogás al promedio de las 3 estimaciones.

Tabla 1

Producción estimada diaria de Biogás			
Producción estimada diaria	Criterio adoptado	Valor obtenido	Unidad
Nº 1	Libro "Biogás Handbook - David House"	210.37	m3 Biogás/ día
Nº 2	Libro "Diseño de digestores - Aqualimpia"	181.15	m3 Biogás/ día
Nº 3	Libro "Diseño de digestores - Aqualimpia"	170.62	m3 Biogás/ día
Valor promedio adoptado		187.5	m3 Biogás/ día

9 ESTIMACION DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

Para poder conocer la energía que podemos generar con el biogás producido, podemos realizar una primera estimación basándonos en los datos experimentales obtenidos del libro "Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales" – Aqualimpia, el cual indica lo siguiente:

$$1 \text{ m}^3_{\text{Biogás}} \cong 2.2 - 2.3 \text{ kWh}$$

Por lo tanto, nosotros tenemos:

$$\text{Producción de biogás diaria} = 187.5 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Energía eléctrica generada} = 187.5 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times \frac{2.25 \text{ kWh}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Energía eléctrica generada} = 421.86 \frac{\text{Kwh}}{\text{día}}$$

9.1 Selección de generador eléctrico:

Sabiendo que la energía eléctrica generada por día es de 421.86 Kwh.

La potencia necesaria de nuestro generador será:

$$\text{Potencia generador} = 421.86 \frac{\text{Kwh}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hs}}$$

$$\text{Potencia generador} = 17.57 \text{ Kw}$$

Es recomendable que el generador que se instale tenga una reserva del 20%, de esta manera el equipo de generación podrá soportar los picos de demanda de energía durante el día, además de considerar una posible ampliación a futuro. Adoptando un margen del 20% necesitaremos seleccionar un generador que pueda suministrar la siguiente potencia:

$$\text{Potencia generador} = 21 \text{ Kw}$$

Debido a lo cual, seleccionamos un módulo de generación:

- Marca: ALTARE
- Modelo: SGB 30.M (Biogás)
- Potencia eléctrica: 30 kW
- Eficiencia: 32.3%

La hoja de datos del equipo de generación se encuentra adjuntos en el anexo.

Ahora bien, conociendo la eficiencia de nuestro generador seleccionado podemos realizar una segunda estimación más precisa conociendo los siguientes datos:

- Producción de biogás diaria = $187.5 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$
- Contenido CH_4 en biogás = 65%
- Eficiencia de generador = 32.3 %
- Energía producida por m^3 de CH_4 = $10.8 \frac{\text{Kwh}}{\text{m}^3}$

Con estos datos procedemos a calcular la energía eléctrica generada:

$$\text{Energía eléctrica generada estimada} = 187.5 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 0.65 \times 0.323 \times 10.8 \frac{\text{Kwh}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Energía eléctrica generada estimada} = 425.14 \frac{\text{Kwh}}{\text{día}}$$

$$\text{Potencia generador} = 425.14 \frac{\text{Kwh}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hs}}$$

$$\text{Potencia generador} = 17.71 \text{ Kw}$$

Adoptando un margen de reserva de un 20% necesitaremos seleccionar un generador que pueda suministrar la siguiente potencia:

$$\text{Potencia total del generador} = 21.71 \text{ Kw}$$

Es decir que con el equipo de generación antes seleccionado de potencia nominal de salida 30 Kw , tenemos un 59 % de reserva, estamos en buenas condiciones.



Módulo compacto cabinado

10

Fig. 11

10 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN PARA LA GENERACION DE BIOGAS

10.1 Bomba de efluentes - sector ordeño

Cuando se produce el lavado del sector de ordeño, los efluentes se dirigen hacia un depósito de contención. En el fondo del depósito se encuentra una bomba estiercolera que bombea los residuos directamente hacia el separador de sólidos donde se eliminará el mayor contenido de agua del estiércol y dejará la materia seca por otro lado.

Para este tipo de labor se seleccionó una bomba de industria nacional, de tipo cloacal diseñada para mover líquidos con sólidos en suspensión – se montará en posición vertical.

¹⁰ www.altare-energia.com

Las características principales de la bomba son:

- Marca: SYLWAN
- Modelo: VS24
- Caudal: 12000 Litros/hora
- Pasaje de sólidos: 42 mm
- Altura manométrica: 7.2 m
- Potencia de motor eléctrico: 0.8 Hp



11

Fig. 12

¹¹ www.sylwan.com.ar

10.2 Separado de sólidos:

Este equipo se encarga de extraer la mayor cantidad de agua retenida en la mezcla de los purines, y dejando por separado el estiércol seco. El separador de sólidos seleccionado es SEPCOM – Modelo 015, las características se encuentran a continuación:

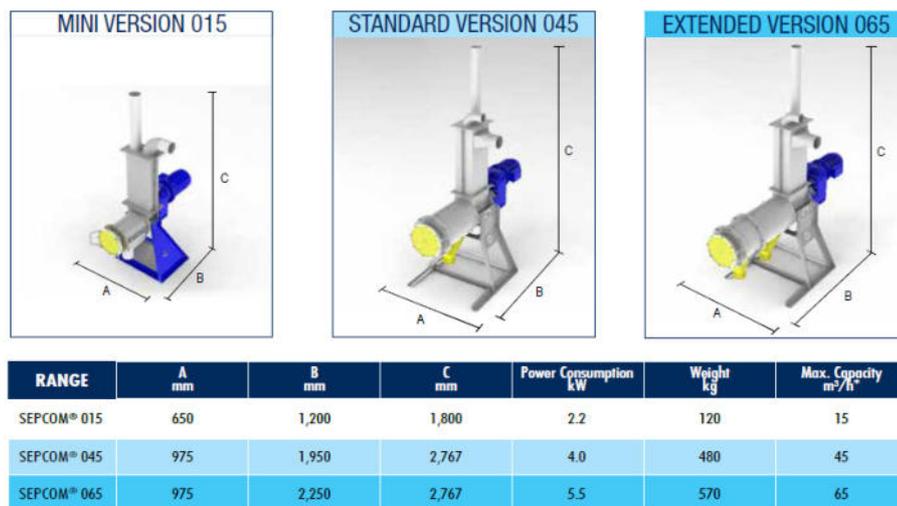


Fig. 13



Fig. 14

12

¹² www.wamgroup.com

10.3 Depósito de alimentación:

El tanque o depósito de alimentación diario es una tolva de acero inoxidable AISI 304-L, que cuenta con 3 sinfines para realizar el mezclado y desmenuzamiento de la materia sólida previamente tratada para ser ingresada al biodigestor. La operación de mezclar y romper las fibras contenidas en el estiércol es de vital importancia, ya que estas fibras perjudican la generación de biogás dentro del biodigestor. Luego toda la materia prima cae en una cámara de contención donde se le suministra una cantidad de agua determinada para diluir la mezcla previo ingreso al biodigestor. La relación es aproximadamente 1:1 para asegurar la producción de biogás.

Más adelante se podrá ver el diseño y cálculo realizados para el depósito de alimentación.

10.4 Cámara de carga a biodigestor

Una vez que el estiércol pasó por el depósito de alimentación caerá en una cámara donde se lo mezclará con agua. Luego toda esta mezcla irá ingresando al biodigestor por efecto de la gravedad a través de una o varias tuberías/s de entrada, la cámara de entrada y de salida debe llenarse hasta quedar tapadas de lodo para evitar el ingreso de aire al biodigestor y empiece el ciclo de digestión anaeróbica.

10.5 Biodigestor

La selección del digestor adecuado es importante por muchos factores, como ya mencionamos anteriormente no realizaremos ningún tipo de calefacción dentro del biodigestor, ya que esto elevaría los costos del proyecto, sin embargo, sabemos que la temperatura deber ser lo más estable posible dentro del mismo para que se produzca y mantenga la descomposición de la materia prima, logrando la generación de biogás. Por ello el digestor que seleccionaremos será del tipo laguna cubierta, compuesto de un material de membrana plástica, este tipo de digestor tiene la ventaja de ser más económico que los de estructuras de hormigón y al estar directamente enterrado en el suelo nos ayuda a mantener la temperatura dentro del mismo, ya que la porción del digestor que se encuentra enterrada estará, en parte, aislada de la intemperie.

Tomamos como referencia de la empresa “Aqualimpia” la construcción de digestores para zonas tropicales, que son más económicos que los diseños de construcción para países con climas fríos.

El dimensionamiento, diseño y construcción de estos digestores se basa en técnicas alemanas de dimensionamiento y en normas alemanas de seguridad.

El concepto básico de diseño es la construcción de una laguna semienterrada o bajo tierra y de un muro perimetral donde se sujeta la membrana que cubre al digestor. El fondo de la laguna es revestido con un material impermeable y sobre la cubierta se coloca una membrana flexible que almacena el biogás.

A modo de ilustración la siguiente imagen muestra un biodigestor de este tipo.



13

Fig. 15

10.5.1 Materiales para cubrir el fondo y la cubierta de los biodigestores

El fondo de los biodigestores puede cubrirse con una capa de cemento, ferrocemento, cemento-tierra y con membranas de caucho, HDPE. Es importante que el fondo del biodigestor sea hermético para que no haya filtraciones del sustrato al suelo.

No se recomienda utilizar membranas de PVC o HDPE para la cubierta del biodigestor. Este tipo de membranas tienen poca vida útil y presentan las siguientes desventajas:

- No son flexibles
- No son resistentes a los rayos UV
- Se sellan cuando incrementan su temperatura por el calor del sol

El HDPE además no se estira y cuando lo hace pierde su forma y no vuelve a la misma.

En la siguiente imagen se visualiza una cubierta de HDPE, la cual se deformó producto del calor a la que fue expuesta y quedó inservible, debió ser reemplazada.

¹³ Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014



14

Fig. 16

Las membranas de las cubiertas tienen que ser de un material flexible como el caucho, se recomienda el uso de membranas de EPDM, que se fabrican en paños grandes de hasta 60 x 15 m.

Este tipo de membranas presenta las siguientes ventajas:

- Alta resistencia a aguas agresivas, a biogás y humedad
- Resistencia al rasgado
- Alto índice de estiramiento (Pueden estirarse hasta un 400%)

En caso de rasgaduras o punzonamientos, estas membranas se reparan en frío fácilmente con un adhesivo especial.

Las especificaciones técnicas de la membrana EPDM ofertada por empresa AQUALIMPIA es la siguiente:

¹⁴ Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014

Tabla 15 : Especificaciones mínimas membrana EPDM - AQFlex

Propiedad	Unidades	Método de ensayo	Valores
Peso específico	Medición directa	1,15	
Espesor mínimo mm	1,1		
Dureza Shore A		ASTM-D-2240	65±10
Resistencia a la tracción manual envejecida al calor		≥8,0 ≥8,0	N/mm ²
Alargamiento a rotura natural envejecida al calor	UEAtc	≥300 ≥300	%
Resistencia al desgarro	UEAtc	11,7	N/mm
Estabilidad dimensional** libre	UEAtc	≤0,5	%
Flexibilidad a baja temperatura*	DIN 53361	Sin fisuras a -30	°C
Resistencia al ozono	DIN 7864	Sin fisuras	-
Resistencia a los rayos UV	ASTM G53-84	Sin fisuras	-
Punzonamiento estático	UEAtc	L4	
Resistencia al desgarro	UEAtc	27,8	N

*84 días a 80°C

** 24 h a 100°C

15

Fig. 17

10.5.2 Laguna:

La laguna, es la parte importante de un biodigestor. La excavación para el biodigestor se realiza por medios manuales o con maquinaria. Hay que prestar especial atención a la estabilidad de los taludes y al almacenamiento temporal de la tierra a una distancia mínima de 2 metros del borde de la excavación. El suelo, debe ser apisonado y compactado previo a la colocación de la membrana. La rasante, será uniforme y libre de cualquier objeto filudo, piedras o con puntas que puedan dañar la membrana. La rasante del biodigestor se debe construir plana, uniforme y sin huecos.

El fondo y taludes de las lagunas, puede ser revestido de una capa delgada de hormigón para igualar las irregularidades del suelo o cuando se trata de un suelo suelto arenoso en donde se dificulta la construcción de los taludes.

¹⁵ Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014

Las dimensiones de la laguna serán:

- *Ancho superior (A) = 10 m*
- *Ancho inferior (a) = 8 m*
- *Altura (H) = 2 m*
- *Largo (L) = 10 m*
- *Pendiente (p) = 1 % × L = 0.1 m*

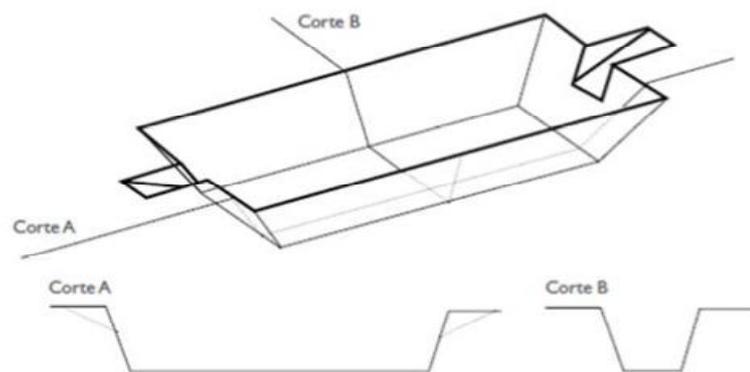


Fig. 18



16

Fig. 19

¹⁶ Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014

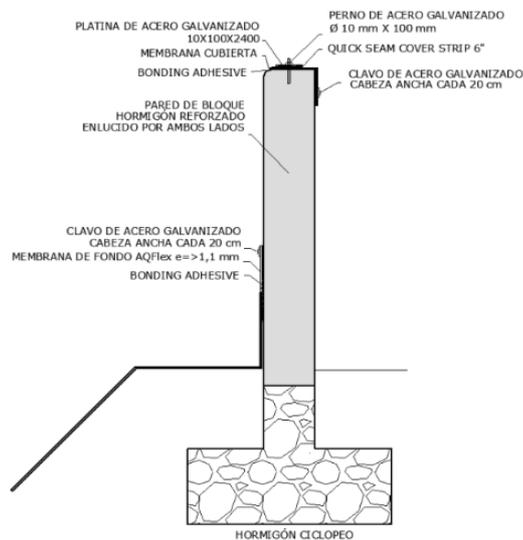
10.5.3 Muro perimetral:

La membrana de cubierta del biodigestor se sujeta en un muro perimetral de hormigón armado, ladrillo o bloque de hormigón reforzado con varillas de acero. Dependiendo del tamaño del biodigestor y de la altura del muro se requiere de una cimentación en forma de zapata. La zapata debe asentar firmemente sobre el terreno. En cualquier caso, el muro debe ser enlucido en ambos lados.

A continuación, se detalla una alternativa para la fijación de la membrana de cubierta. Esta alternativa, es desarrollada por Aqualimpia para la construcción de biodigestores industriales de hasta 2.500 m³.

El muro puede ser de hasta 1,50 m de alto, de esta manera se agranda el volumen de almacenamiento del biodigestor. Puede construirse en hormigón armado o con bloque de hormigón reforzado, los bloques de hormigón deben ser de buena calidad y con una resistencia ≥ 120 kg/cm². Estos bloques pesan un aproximado de 15 kg/unidad y son de 20 x 20 x 40 cm, el ancho de la pared debe ser $\geq 0,20$ m, dependiendo de la altura del muro.

A continuación, se ve un croquis ilustrativo del muro perimetral.



17

Fig. 20

¹⁷ Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014

10.6 Tuberías de alimentación y de descarga

Los biodigestores deben tener un sistema de alimentación y uno de descarga. Dependiendo del tipo de sustrato y del grado de seguridad que se desea obtener se deben instalar por lo menos 2 (dos) tuberías de alimentación y 2 (dos) de descarga. El diámetro de la tubería debe ser como mínimo de 100 mm, lo más recomendable es que sea de 150 mm. Si se trata de sustratos con alto contenido de sólidos, como el estiércol de ganado o la gallinaza, se deben instalar tuberías de 200 mm.

La tubería debe ser de buena calidad; en lo posible se deben instalar tuberías que se utilizan para agua potable. Se pueden utilizar tuberías de PVC de alta densidad para un grado de presión de 1MPa.

10.6.1 Tuberías de alimentación

Estas tuberías conducen la biomasa desde la cámara de mezcla hacia el fondo del digestor. Estas tuberías descargan a unos 50-100 cm del fondo del digestor. Por lo menos deben descargar por debajo del 50% de profundidad del biodigestor. Las tuberías deben ser rectas y no instalar codos, para facilitar su limpieza en caso de obstrucciones.



Fig. 21

10.6.2 Tuberías de descarga

Las tuberías de descarga pueden ser de acero galvanizado, PVC o PEAD (Polietileno de alta densidad). Las tuberías de descarga siempre deben descargar en una cámara de control para acceder a la misma en caso de obstrucciones. La cámara de control debe tener las dimensiones necesarias para que una persona pueda ingresar al pozo e introducir una varilla para la limpieza de las tuberías. Se recomienda que el mismo sea como mínimo de 0.80 x 0.80 cm.



18

Fig. 22

¹⁸ Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014

10.7 Tuberías de captación de biogás

La captación del biogás se puede realizar en la membrana de la cubierta o en el muro perimetral que sella el biodigestor. La captación del biogás en la membrana tiene la desventaja que se debe agujerear la membrana y se debilita la misma en el punto de captación.

Lo más recomendable, es que la captación se realice en el muro perimetral. Cada biodigestor debe tener por lo menos, 2 (dos) tuberías de captación de biogás. Para biodigestores $\geq 100m^3$ se recomienda instalar tuberías de 75 mm de diámetro.

La tubería de captación del biogás en el tramo del muro perimetral que sella la membrana se debe colocar con una pendiente hacia el biodigestor para que los condensados escurran dentro del mismo.

El resto de la tubería se debe instalar con una pendiente mínima de 0.5% de tal manera, que no se formen vértices en la tubería, ya que aquí se acumulan los condensados que impiden la circulación del biogás.

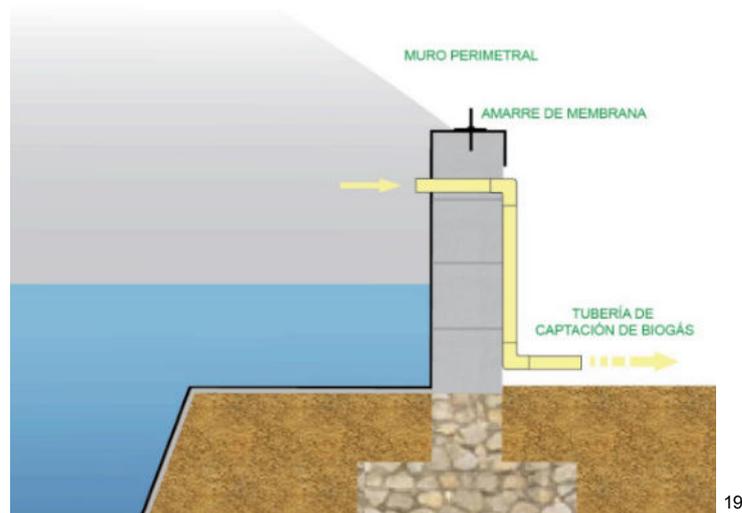


Fig. 23

¹⁹ Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014

10.8 Bomba de recirculación

Para evitar la formación de costras, aumentar la degradación de la materia orgánica y la producción de biogás, es necesario que se instalen sistemas de agitación o de movimiento de la masa dentro del biodigestor. Para este proyecto se opta por el uso de una bomba de recirculación de tipo cloacal que succione materia prima desde el fondo del biodigestor y lo descargue en la parte superior del mismo.

Los principales beneficios son:

- Se pone en contacto el sustrato fresco o afluente con la población bacteriana
- Se mezcla la biomasa fresca con la biomasa digerida existente al interior del biodigestor
- Obtención de una densidad uniforme de población bacteriana
- Se previene la formación de capa superficial “costras” y de espumas, así como la sedimentación en el biodigestor
- Se evita la formación de espacios muertos que reducirían el volumen efectivo del biodigestor
- Ayuda a la liberación de las burbujas de biogás

Para este tipo de labor se seleccionó una bomba de industria nacional, de tipo cloacal diseñada para mover líquidos con sólidos en suspensión – se montará en posición horizontal, idéntica a la utilizada en el bombeo de efluentes de la zona de ordeño.

- Marca: SYLWAN
- Modelo: VS24
- Caudal: 12000 Litros/hora
- Pasaje de sólidos: 42 mm
- Altura manométrica: 7.2 m
- Potencia de motor eléctrico: 0.8 Hp

10.9 Válvula de seguridad

Todos los digestores independientemente de su tamaño deben contar con válvulas de seguridad para el control de presiones máximas y de vacío. Si no se instala una válvula de seguridad se corre el riesgo de que el biodigestor se llene de biogás y la membrana se reviente o se suelte de sus sujeciones.

En el caso de presiones negativas, se corre el riesgo de que por alguna rasgadura que tenga la cubierta del biodigestor ingrese aire en su interior, y se inhiba el proceso de digestión o que se formen atmosferas explosivas (por la mezcla de biogás con oxígeno)

Inmediatamente el biogás sale del biodigestor y debe pasar por una válvula de sobre o baja presión, es un protector para situaciones de sobrepresión y baja presión en instalaciones de fermentación de biogás, se visualiza en la siguiente imagen:



Fig. 24

- Marca: UPBIOGAS
- Modelo: PSD 150 1-5
- Rango de trabajo: 1 a 5 mbar
- Caudal de trabajo: 1 a 400 m³/h
- Material: AISI 316

²⁰ www.upbiogas.com

10.10 Antorcha de quemado

Este dispositivo de seguridad es necesario que sea instalado para quemar el biogás en exceso generado o cuando se están realizando tareas de mantenimiento a los equipos que intervienen en la instalación de generación. La altura mínima de una antorcha debe ser de 3.5, las antorchas se fabrican en acero inoxidable o galvanizado y con tubos de alta resistencia estructural.

Las antorchas deben tener los siguientes componentes como mínimo:

- Sensores de presiones máximas y mínimas
- Válvula anti-explosión
- Encendido automático o manual
- Válvula rápida de cierra
- Válvula solenoide de apertura lenta y cierre rápido

El encendido automático se realiza por medio de un presostato que mide constantemente la presión en el biodigestor. Se regula una presión máxima para el encendido de la antorcha y una presión mínima para el apagado de la misma.



21

Fig. 25

- Marca: AQUALIMPIA
- Modelo: Económico
- Rango de trabajo: 2.5 a 20 mbar
- Caudal de trabajo: Hasta 500 m³/h
- Material: AISI 316

²¹ Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014

10.11 Tren de calibración

El biogás que se aprovecha en generadores tiene que cumplir ciertas condiciones técnicas relativas al volumen, contenido y cantidad de metano CH_4 , presión de servicio, seguridad y control. Si estos parámetros no están dentro de los valores admisibles el generador no funcionará óptimamente o puede que simplemente no funcione., además de que la instalación no es segura y se corren riesgos innecesarios.

Por todo lo anteriormente mencionado para la utilización del biogás, hay que instalar previo al generador un tren de calibración para controlar la presión, medir el caudal del biogás, medir la concentración de CH_4 , calibrar la presión de servicio, controlar el encendido y apagado del generador, cierre automático del paso del biogás, corta llamas.

A continuación, se ve una imagen ilustrativa de un tren de calibración:



Fig. 26

²² Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014

10.11.1 Sopladores

Para el aprovechamiento del biogás en un generador es necesario que el biogás se suministre con las presiones requeridas por los equipos. Si el biodigestor opera con una presión baja (cercana a los 3 mbar), se tiene que elevar la presión por medio de un soplador o compresor. El soplador debe cumplir con las normativas ATEX (antideflagrante).

El soplador debe estar integrado al tren de calibración y se enciende o se apaga en base a la disponibilidad de biogás en el biodigestor (a través de presostatos) o por demanda de biogás del generador.



23

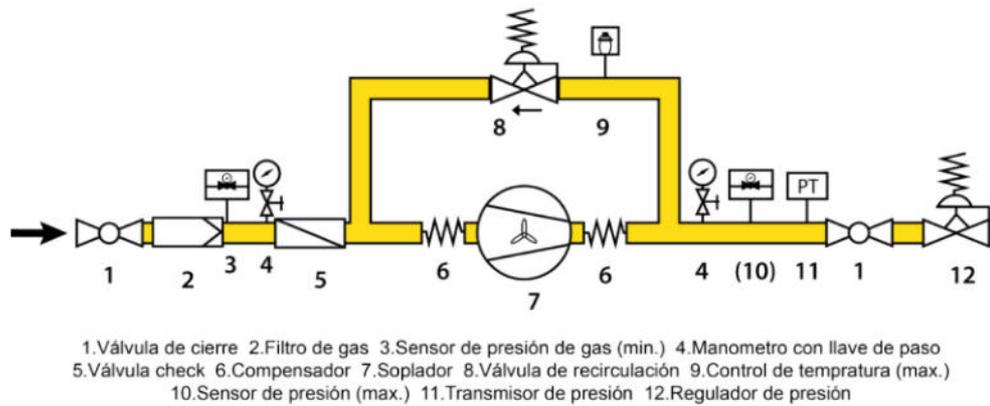
Fig. 27

- Marca: MAPRO
- Modelo: CL 7/01 VG
- Potencia: 0.75 kW
- Rango de trabajo: Hasta 150 mbar
- Caudal de trabajo: Hasta 70 m³/h
- Certificación ATEX

²³ www.aqualimpia.com

10.11.1.1 Norma Alemana para instalaciones de tren de calibración y sopladores

A continuación, se muestra el esquema de conexionado de un tren de calibración con soplador incluido, recomendado por la norma alemana DVGW Arbeitsblatt G620.



24

Fig. 28



25

Fig. 29

²⁴ Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014

²⁵ Fuente: Aqualimpia – “Manual de dimensionamiento de biodigestores industriales” – Gabriel M. Romero - 2014

10.12 Pileta de recolección de efluentes:

Los efluentes del biodigestor saldrán a una cámara y luego por desnivel serán llevados por una tubería de acero inoxidable hacia la pileta de efluentes.

Las dimensiones de la pileta serán consideradas para un volumen correspondiente a 10 veces el volumen de los efluentes diarios.

Recordemos que, de la masa total de estiércol recolectada por día, solo un 10% estimado se transforma en biogás, por lo tanto, tenemos un 90% restante que se convertirá en digestato o digerido:

$$\text{Caudal de ingreso diario al digestor} = 5555 \frac{l}{día} = 5,55 \frac{m^3}{día}$$

$$\text{Digestato} = 0.9 \times 5,55 \frac{m^3}{día} = 4.99 \frac{m^3}{día}$$

$$V_{pileta} = 10 \times 4.99 \frac{m^3}{día} = 50 \frac{m^3}{día}$$

Adoptamos 1 (una) pileta de las siguientes dimensiones:

- *Largo* = 12 m
- *Ancho* = 8.9 m
- *Alto_{inicial}* = 0.35 m
- *Pendiente* = 2%
- *Alto_{final}* = 0.59 m

El plano de la pileta de efluentes se adjunta en anexos.

11 CÁLCULO MECÁNICOS

11.1 Cálculo y dimensionamiento de depósito de carga:

Para el cálculo de las cargas actuantes (o acciones) en el depósito de alimentación nos basamos en la norma europea “EUROCÓDIGO 1 – Bases de proyecto y acciones en estructuras”, “Sección 4 - acciones en silos y depósitos”.

Cabe destacar que esta norma ha sido aprobada por el CEN (Comité Europeo de Normalización)

Nuestro depósito se diseñó para tener una capacidad de 3,6 m³ con el fin de satisfacer las necesidades de carga diaria del biodigestor. Las dimensiones de este son:

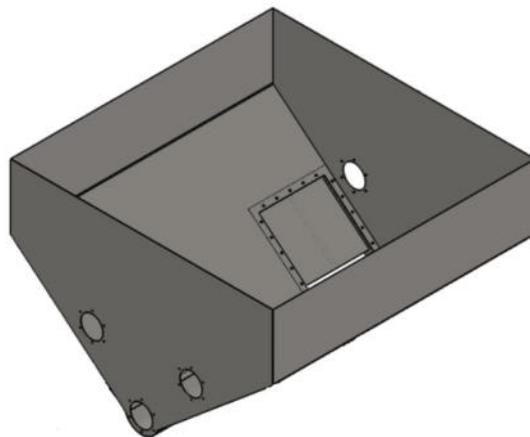


Tabla 2

Dimensiones de depósito	Simbología	Valor	Unidad
Ancho del depósito	A	2	m
Largo del depósito	L	2	m
Altura total del depósito	H	1.325	m
Altura sección de paredes verticales	h1	0.5	m
Altura de sección de tolva	h2	0.7	m
Longitud inclinada de sección de tolva	Lh	1.15065	m
Longitud de base de sección de tolva	Lt	0.25	m
Angulo de inclinación de tolva	α	40	°

11.1.1 Volumen del depósito:

Volumen = (área tolva + área sección paredes vertical) * longitud

$$\text{Área tolva} = \frac{(L + L_t)}{2} \times h_2$$

$$\text{Área tolva} = \frac{(2\text{m} + 0.25 \text{ m})}{2} \times 0,7 \text{ m} = 0.7875 \text{ m}^2$$

$$\text{Área sección paredes verticales} = (L) \times h_1$$

$$\text{Área sección paredes verticales} = 2\text{m} \times 0,5 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen mixer} = (1 \text{ m}^2 + 0.79 \text{ m}^2) * 2 \text{ m} = 3.58 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen mixer} \cong 3.6 \text{ m}^3$$

11.1.2 Aplicación de la Norma Europea – Euro código 1:

Antes de realizar el cálculo de nuestro mixer o depósito de alimentación, vamos a definir la materia prima para la cual vamos a diseñar este depósito de alimentación, consideramos que esto es importante ya que no todos los materiales se comportan de la misma forma y cada material va a generar valores de cargas distintos sobre la estructura metálica.

Nuestro material es estiércol vacuno seco o en su defecto con un reducido porcentaje de humedad.

Como no se hallaron análisis físicos de este material, adoptamos uno el cual creemos se va a comportar de manera similar, para ello tomamos la tabla indicada por el EUROCÓDIGO 1 y utilizamos los valores dados para “Mix de alimento para animales”, a modo ilustrativo se adjunta una imagen de la materia prima a la que hacemos referencia:



Fig. 30

Table E.1: Particulate solids properties

Type of particulate solid ^{d,e}	Unit weight ^b		Angle of repose ϕ_r	Angle of internal friction		Lateral pressure ratio K		Wall friction coefficient ^c μ ($\mu = \tan \phi_w$)				Patch load solid reference factor C_{op}
	γ			ϕ_i								
	γ_l	γ_u	degrees	degrees	Factor	Mean	Factor	Wall type D1	Wall type D2	Wall type D3	a_μ	
	Lower	Upper		Mean	Factor	Mean	Factor	Mean	Mean	Mean	Factor	
	kN/m ³	kN/m ³	degrees	degrees								
Default material ^a	6,0	22,0	40	35	1,3	0,50	1,5	0,32	0,39	0,50	1,40	1,0
Aggregate	17,0	18,0	36	31	1,16	0,52	1,15	0,39	0,49	0,59	1,12	0,4
Alumina	10,0	12,0	36	30	1,22	0,54	1,20	0,41	0,46	0,51	1,07	0,5
Animal feed mix	5,0	6,0	39	36	1,08	0,45	1,10	0,22	0,30	0,43	1,28	1,0
Animal feed pellets	6,5	8,0	37	35	1,06	0,47	1,07	0,25	0,28	0,37	1,20	0,7
Barley ☼	7,0	8,0	31	28	1,14	0,59	1,11	0,24	0,33	0,48	1,16	0,5
Cement	13,0	16,0	36	30	1,22	0,54	1,20	0,41	0,46	0,51	1,07	0,5
Cement clinker ‡	15,0	18,0	47	40	1,20	0,38	1,31	0,46	0,56	0,62	1,07	0,7
Coal ☼	7,0	10,0	36	31	1,16	0,52	1,15	0,44	0,49	0,59	1,12	0,6
Coal, powdered ☼	6,0	8,0	34	27	1,26	0,58	1,20	0,41	0,51	0,56	1,07	0,5
Coke	6,5	8,0	36	31	1,16	0,52	1,15	0,49	0,54	0,59	1,12	0,6
Flyash	8,0	15,0	41	35	1,16	0,46	1,20	0,51	0,62	0,72	1,07	0,5
Flour ☼	6,5	7,0	45	42	1,06	0,36	1,11	0,24	0,33	0,48	1,16	0,6
Iron ore pellets	19,0	22,0	36	31	1,16	0,52	1,15	0,49	0,54	0,59	1,12	0,5
Lime, hydrated	6,0	8,0	34	27	1,26	0,58	1,20	0,36	0,41	0,51	1,07	0,6
Limestone powder	11,0	13,0	36	30	1,22	0,54	1,20	0,41	0,51	0,56	1,07	0,5
Maize ☼	7,0	8,0	35	31	1,14	0,53	1,14	0,22	0,36	0,53	1,24	0,9
Phosphate	16,0	22,0	34	29	1,18	0,56	1,15	0,39	0,49	0,54	1,12	0,5
Potatoes	6,0	8,0	34	30	1,12	0,54	1,11	0,33	0,38	0,48	1,16	0,5
Sand	14,0	16,0	39	36	1,09	0,45	1,11	0,38	0,48	0,57	1,16	0,4
Slag clinkers	10,5	12,0	39	36	1,09	0,45	1,11	0,48	0,57	0,67	1,16	0,6
Soya beans	7,0	8,0	29	25	1,16	0,63	1,11	0,24	0,38	0,48	1,16	0,5
Sugar ☼	8,0	9,5	38	32	1,19	0,50	1,20	0,46	0,51	0,56	1,07	0,4
Sugarbeet pellets	6,5	7,0	36	31	1,16	0,52	1,15	0,35	0,44	0,54	1,12	0,5
Wheat ☼	7,5	9,0	34	30	1,12	0,54	1,11	0,24	0,38	0,57	1,16	0,5

Fig. 31

Los valores adoptados son:

$$\delta = 600 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Ángulo de reposo} = \alpha = 39^\circ$$

$$\text{Ángulo de fricción interna} = \beta = 36^\circ$$

$$\mu = 0.22 \text{ (Pared tipo D1 = Paredes de acero – baja fricción)}$$

²⁶ EUROCÓDIGO 1 – Bases de proyectos y acciones en estructuras – Parte 4: Acciones en silos y depósitos

Si bien el ángulo de reposo del material indicado por la norma es de 39° a efectos de no conocer exactamente el comportamiento del material optamos por utilizar un valor levemente mayor con el fin de asegurar la descarga del material y el correcto funcionamiento de la tolva. Por lo tanto, el valor utilizado será:

$$\text{Ángulo de reposo} = \alpha = 40^\circ$$

Se calculo que la carga diaria generada por los animales es de $5833 \frac{kg}{día}$, y sabiendo que la densidad del estiércol vacuno seco es aproximadamente de $600 \frac{kg}{m^3}$, tendremos un volumen diario generado de:

$$\text{Volumen diario generado} = \frac{5833 \frac{kg}{día}}{600 \frac{kg}{m^3}}$$

$$\text{Volumen diario generado} = 9.72 \frac{m^3}{día}$$

Por lo tanto, considerando que la tolva tiene una capacidad de $3.6 m^3$, se realizarán 2 (dos) cargas diarias de material. Se debe tener en cuenta de que el mixer será alimentado mediante un separador de sólidos, que suministrará la carga de forma suave y progresiva, esto nos permite trabajar con capacidades de depósitos menores y con cargas de llenado con menor impacto sobre la estructura del depósito.

Considerando la posibilidad de que la materia prima contenga un cierto porcentaje de humedad y de que este es corrosivo, además que el depósito se fabricará con varios paneles soldados, buscaremos un material que se adapte a nuestras exigencias, por lo tanto, nuestro "silo" será de acero inoxidable AISI 304L (Grado 1.4301) el cual es anticorrosivo y de una soldabilidad muy buena (la tabla de propiedades del material seleccionado se adjunta en anexo).

Una vez determinado el tipo de materia prima a trabajar y el material de nuestro depósito, debemos definir nuestra estructura metálica, ya que la norma presenta algunas indicaciones especiales de cálculos para los diferentes tipos de "silos".

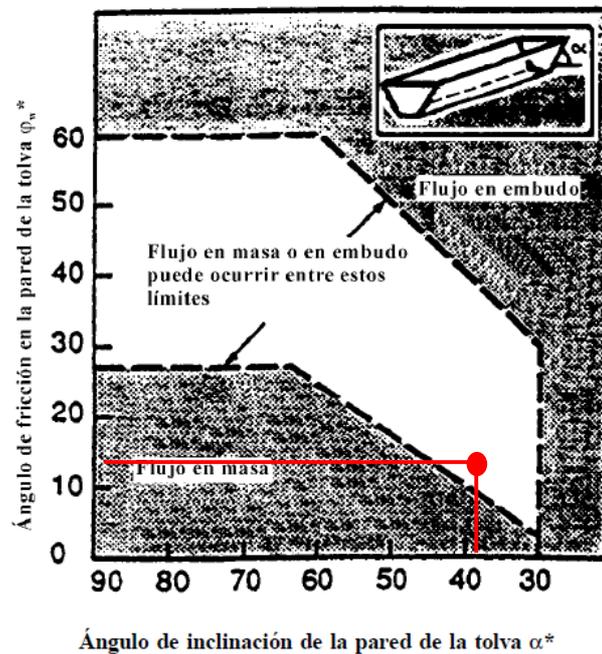
Nuestro silo se conformará de una sección de paredes verticales de chapas planas y una sección denominada tolva, también de chapas planas, el termino de tolva se define en la norma europea para aquellos fondos inclinados con ángulos mayores a $\alpha \geq 20^\circ$. En nuestro caso es $\alpha = 40^\circ$.

Sabiendo el ángulo de inclinación de la tolva y el ángulo de rozamiento interno podemos conocer cómo se desarrollará el flujo de material dentro de la tolva, observando el siguiente grafico que nos presenta la norma:

Primero debemos obtener el ángulo de fricción de la pared de la tolva que se define:

$$\varphi_w = \arctan \mu$$

$$\varphi_w = 12.4$$



27

Fig. 32

²⁷ EUROCÓDIGO 1 – Bases de proyectos y acciones en estructuras – Parte 4: Acciones en silos y depósitos

Vemos que con un ángulo de inclinación de la tolva de 40° y un ángulo de fricción en la pared de la tolva de 12.4° , el material cae en una zona de incertidumbre donde no es sencillo predecir el comportamiento del material, aunque por la cercanía que presenta en el diagrama a la zona sombreada “de flujo en masa”, podemos ingerir que el material se comportará de esta manera.

Según ítem 1.4.15.2 del Euro código se define a un silo como “silo corto”, siempre y cuando se verifique la siguiente relación:

$$\frac{h}{d_c} < 1.5$$

En nuestro caso la relación arroja el siguiente valor:

$$\frac{h}{d_c} = \frac{1,2 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 0,6$$

Por lo tanto, nuestra estructura queda definida como “**silo corto**”.

11.1.2.1 Presiones de llenado:

Tras el llenado, los valores de la presión de rozamiento sobre la pared (p_{wf}), presión horizontal (p_{hf}) y la presión vertical (p_v), a cualquier profundidad son:

$$p_{wf}(z) = \frac{\delta \times A}{U} C_z(z) \quad (5.2)$$

$$p_{hf}(z) = \frac{\delta \times A}{\mu U} C_z(z) \quad (5.3)$$

$$p_v(z) = \frac{\delta \times A}{K_s \mu U} C_z(z) \quad (5.4)$$

Donde:

A = Sección transversal de paredes verticales [m^2]

δ = Densidad de la carga [$\frac{kg}{m^3}$]

μ = Coeficiente de rozamiento de la pared

z = Profundidad [m]

U = Perimetro interior de sección de paredes verticales [m]

K_s = Relacion entre presiones horizontales y verticales (Formula de Rankine)

El valor de K_s proviene del estudio de la mecánica de los suelos, de la formula de Rankine, la cual define a la relación como:

$$K_s = tg \left(45 - \frac{\alpha}{2} \right)$$

A fines de realizar el cálculo de manera más conservadora, solamente para este cálculo utilizaremos a $\alpha = 30^\circ$, esto nos dará un coeficiente mayor y por lo tanto esfuerzos más elevados, nos permitirá trabajar con un margen de seguridad. De acuerdo a las consultas realizadas.

$$K_s = 0.33$$

$C_z(z)$ = Coeficiente de Janssen

$$C_z(z) = 1 - e^{\left(-\frac{z}{z_0}\right)} \quad (5.5)$$

$$z_0 = \frac{A}{K_s \mu U} \quad (5.6)$$

$$z_0 = \frac{1m^2}{0.33 \cdot 0.22 \cdot 8m} = 1.72 m$$

$$C_z(z) = 1 - e^{\left(-\frac{0.5m}{1.72m}\right)} = 0.252$$

11.1.2.2 Sección de paredes verticales:

La presión de llenado se compone de una presión fija y de una presión libre llamada carga local. Veremos más adelante que por el tipo de depósito que se diseñó la presión libre o la carga local se desprecia, recomendación de la norma utilizada.

²⁸La presión fija se calcula mediante las expresiones (5.2) y (5.3).

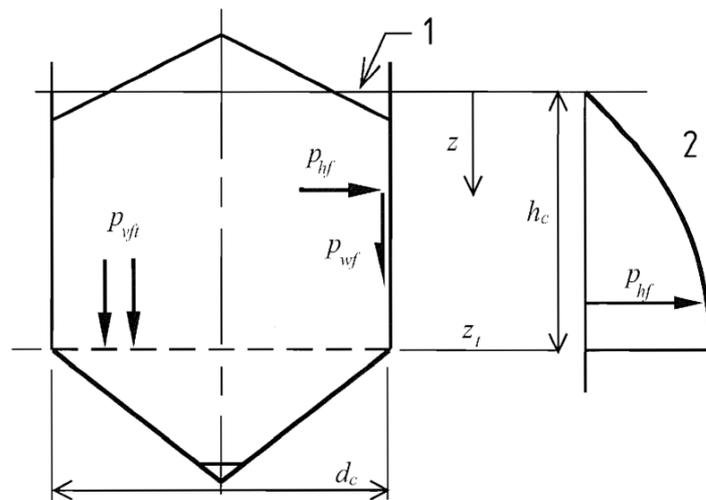


Fig. 33

El perfil de presiones se puede aproximar a una distribución triangular

²⁸ EUROCÓDIGO 1 – Bases de proyectos y acciones en estructuras – Parte 4: Acciones en silos y depósitos

11.1.2.3 Sección de Tolva:

Cuando $\alpha > 20^\circ$, la presión perpendicular a la pared inclinada de la tolva (p_n) se calcula como sigue:

$$p_n = p_{n3} + p_{n2} + (p_{n1} - p_{n2}) \frac{x}{I_h} \quad (5.15)$$

$$p_{n1} = p_{v0} (C_b \cos^2 \alpha + \operatorname{sen}^2 \alpha) \quad (5.16)$$

$$p_{n2} = C_b p_{v0} \cos^2 \alpha \quad (5.17)$$

$$p_{n3} = 3.0 \frac{A}{U} \frac{\delta K_s}{\sqrt{\mu}} \operatorname{sen}^2 \alpha \quad (5.18)$$

Donde:

- x = es la longitud entre la prolongación de la tolva y la zona de transición
- I_h = es la longitud inclinada de la tolva
- p_{n1} y p_{n2} = es la presión debida al llenado de la tolva
- p_{n3} = es la presión debida a la presión vertical del material almacenado
- C_b = es el coeficiente de mayoración de la presión sobre el fondo (= 1.2)
- p_{v0} = presión vertical actuante en transición, calcula con expresión (5.4)

El valor de la presión de rozamiento p_t sobre la pared se obtiene:

$$p_t = p_n \mu \quad (5.19)$$

11.1.2.4 Fuerza de tracción en la zona de transición:

A efectos de dimensionar el soporte de la tolva y del anillo de refuerzo en la zona de transición es necesario conocer la componente vertical de la fuerza de tracción sobre la parte superior de la tolva. Dicha componente vertical se calcula por medio de un equilibrio de fuerzas, añadiendo una sobrecarga vertical de valor $C_b \times p_{v0}$ calculada en el nivel de transición más el peso del contenido de la tolva, según la Fig. 16 de la norma que estamos utilizando.

$$N \operatorname{sen} \alpha = \frac{C_b \times p_{v0} + P}{2}$$

Donde:

$P =$ peso del material almacenado en la tolva

$$P = \delta \times V_{Tolva} = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0.7875 \text{ m}^2$$

$$P = 472.5 \text{ kg}$$

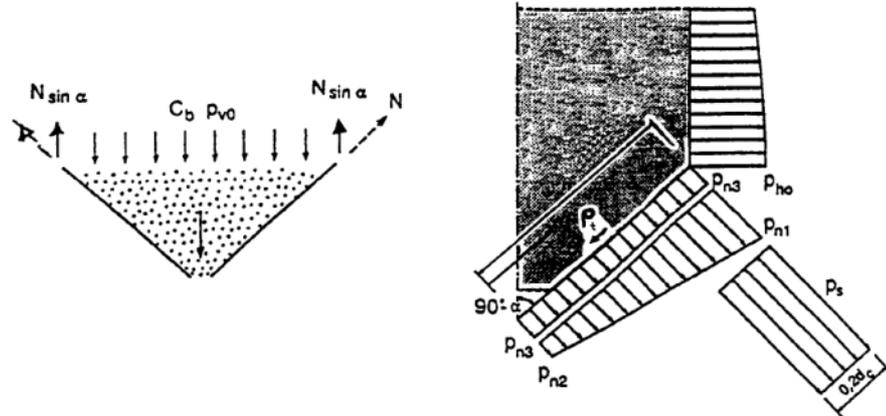


Fig. 5.3 – Cargas en la tolva y fuerzas de tracción en la parte superior de la tolva

29

Fig. 34

Considerando lo enunciado en el ítem 5.2.2.3 de la norma “Método simplificado para el llenado y el vaciado”

En los silos en que d_c sea menor de 5,0 m, se puede aplicar un método simplificado para la consideración de procesos de llenado y vaciado. Con este método, las presiones locales indicadas en los apartados 5.2.1 y 5.2.2 se pueden eliminar, incrementado las presiones horizontales.

En nuestro caso como ya mencionamos $d_c = 2\text{ m}$, por lo tanto, nos encontramos en condiciones de ejecutar el método simplificado de cálculo.

En los silos de sección transversal no circular, los incrementos de la presión horizontal de llenado ($p_{hf,s}$) y de vaciado ($p_{he,s}$) se calculan de la siguiente manera:

$$p_{hf,s} = p_{hf} (1 + 0.2 \beta)$$

$$p_{he,s} = p_{hf} (1 + 0.2 \beta)$$

²⁹ EUROCÓDIGO 1 – Bases de proyectos y acciones en estructuras – Parte 4: Acciones en silos y depósitos

$P_{hf,s}$ es calculado mediante la expresión 5.3:

$P_{he,s}$ es calculado mediante la expresión 5.21

$$p_{he} = C_h p_{hf}$$

β es calculado mediante las expresiones 5.9 ó 5.25

$$\beta = 1 + 4 \frac{e_i}{d_c}$$

β = Coeficiente de mayoración de presión local

e_i y d_c se definen a partir de la figura 16

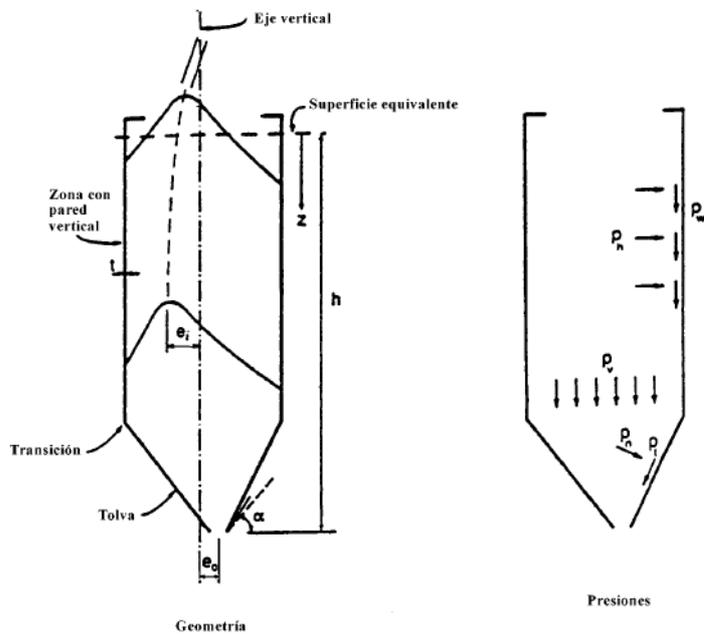
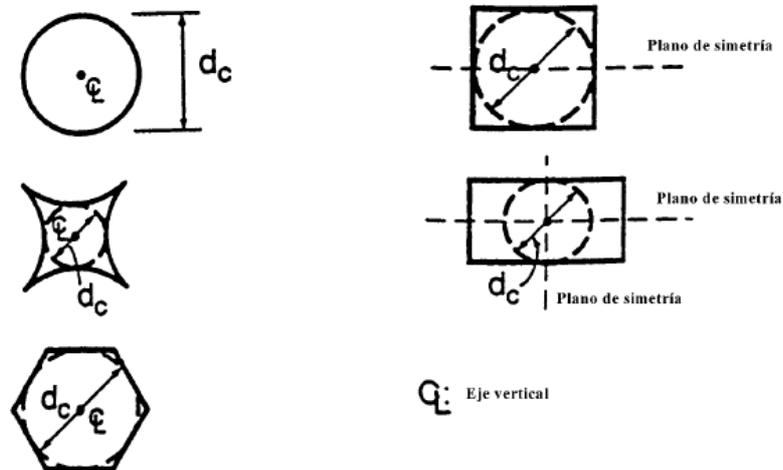


Fig. 35

³⁰ EUROCÓDIGO 1 – Bases de proyectos y acciones en estructuras – Parte 4: Acciones en silos y depósitos



Forma de las secciones transversales

Fig. 36

$e_i = 0$ en nuestro caso y el valor de d_c (“dimensión característica de la sección transversal”), para nuestro depósito donde las paredes verticales forman una figura cuadrada es:

$$d_c = 2 \text{ m}$$

Al haber definido nuestro silo como un “Silo corto”, surgen algunas simplificaciones que adoptamos según lo indicado en el Euro-código:

Del ítem 5.3 de la norma europea, apartado para “Silos cortos”, tenemos que:

Las cargas sobre las paredes de silos cortos se calcularán igual que en silos esbeltos, con las correspondientes modificaciones para los coeficientes de mayoración de las presiones, la presión local, las presiones horizontales y verticales sobre el fondo.

Las modificaciones concernientes a los coeficientes de mayoración de las cargas C_h y C_w y la presión local serán:

³¹ EUROCÓDIGO 1 – Bases de proyectos y acciones en estructuras – Parte 4: Acciones en silos y depósitos

Para silos con $\frac{h}{d_c} < 1$:

$$C_h = C_w = 1 \text{ y } p_{p,sq} = 0$$

En nuestro caso $\frac{h}{d_c} = 0.6$; por lo tanto, podemos decir que las presiones de llenado y vaciado son iguales y que no se presentan presiones de tipo locales, siguiendo el razonamiento de cálculo de la norma.

Una vez que hemos definido todas las fuerzas actuantes procedemos a realizar los cálculos correspondientes para seleccionar y adoptar los refuerzos que soporten los esfuerzos a los que se encuentra sometido nuestro “silo corto”.

La siguiente tabla contiene los datos necesarios para realizar los cálculos:

Tabla 3

Datos para calculo	Simbología	Valor	Unidades
Densidad del material	δ	600	Kg/m3
Peso del material en la tolva	P	993	Kg
Tensión de fluencia del acero inoxidable 304L	σ	1733.52	Kg/cm2
Tensión de trabajo adoptada	σ_{trabajo}	1386.82	Kg/cm2
Sección transversal de sección de paredes verticales	A	1	m2
Perimetro interior de sección de paredes verticales	U	8	m
Dimensión característica de la sección transversal	d_c	2	m
Altura total del silo	H	1.2	m
Altura de sección de paredes verticales	h1	0.5	m
Relación entre presiones horizontales y verticales	K_s	0.33	-
Valor de altura para calculo de coeficiente de Janssen	z_0	1.70	m
Angulo de inclinación de la tolva	α	40	º
Distancia de la base a altura de transición	x	1.275	m
Longitud inclinada de la tolva	l_h	1.150	m
Coeficiente de Janssen	C_z	0.25	-
Coeficiente de fricción de material	μ	0.22	-
Coeficiente de mayoración de presión local	β	1	-
Coeficiente de mayoración de presión horizontal	C_h	1	-
Coeficiente de mayoración de presión sobre el fondo	C_b	1.2	-

11.1.2.5 Cálculo de presiones en sección vertical:

Como mencionamos por las características de nuestro diseño las presiones de llenado y vacío son iguales, además no se presentan presiones locales.

Presión horizontal de llenado y de vaciado en zona de transición ($z = 0.5 \text{ m}$) :

$$p_{hf}(z) = p_{he}(z) = \frac{\delta \times A}{\mu U} C_z(z)$$

$$p_{hf}(z) = \frac{600 \frac{kg}{m^3} \times 1 \text{ m}^2}{0.22 \times 8 \text{ m}} \times 0.252$$

$$p_{hf}(z) = 86 \frac{kg}{m^2} = 86 \times 10^{-4} \frac{kg}{cm^2}$$

Presión vertical en zona de transición ($z = 0.5 \text{ m}$) :

$$p_v(z) = \frac{\delta \times A}{K_s \mu U} C_z(z)$$

$$p_v(z) = \frac{600 \frac{kg}{m^3} \times 1 \text{ m}^2}{0.33 \times 0.22 \times 8 \text{ m}} \times 0.252$$

$$p_v(z) = p_{v0} = 260.33 \frac{kg}{m^2} = 260.33 \times 10^{-4} \frac{kg}{cm^2}$$

La determinación del espesor necesario de la chapa para soportar los esfuerzos calculados se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$e = \frac{p_{hf} \times U}{20 \times \sigma_{admissible}}$$

$$e = \frac{86 \times 10^{-4} \frac{kg}{cm^2} \times 800 \text{ cm}}{20 \times 1386.82 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$e = 2.48 \times 10^{-4} \text{ cm} = 2.48 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

Adoptamos un espesor de 2mm para esta sección.

11.1.2.6 Cálculo de presiones en la tolva:

$$p_n = p_{n3} + p_{n2} + (p_{n1} - p_{n2}) \frac{x}{I_h}$$

$$p_{n1} = p_{v0} (C_b \cos^2 \alpha + \text{sen}^2 \alpha)$$

$$p_{n1} = 260.33 \frac{kg}{m^2} (1.2 \times 0.587 + 0.413)$$

$$p_{n1} = 290.89 \frac{kg}{m^2}$$

$$p_{n2} = C_b p_{v0} \cos^2 \alpha$$

$$p_{n2} = 1.2 \times 260.33 \frac{kg}{m^2} \times 0.5$$

$$p_{n2} = 156.2 \frac{kg}{m^2}$$

$$p_{n3} = 3.0 \frac{A}{U} \frac{\delta K_s}{\sqrt{\mu}} \text{sen}^2 \alpha$$

$$p_{n3} = 3.0 \times \frac{1 m^2}{8 m} \times \frac{600 \frac{kg}{m^3} \times 0.33}{\sqrt{0.22}} \times 0.413$$

$$p_{n3} = 65.37 \frac{kg}{m^2}$$

$$p_n = 65.37 \frac{kg}{m^2} + 156.2 \frac{kg}{m^2} + \left(290.89 \frac{kg}{m^2} - 156.2 \frac{kg}{m^2} \right) \frac{1.275m}{1.150m}$$

$$p_n = 371 \frac{kg}{m^2}$$

La determinación del espesor necesario de la chapa para soportar los esfuerzos calculados en esta sección se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$e = \frac{p_n \times U}{2 \times \cos \alpha \times 100 \times \sigma_{admisible}}$$

$$e = \frac{371 \times 10^{-4} c \frac{kg}{cm^2} \times 800 cm}{2 \times 0.766 \times 100 \times 1300 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$e = 1.4 \times 10^{-3} \text{ cm} = 0.014 \text{ mm}$$

Adoptamos un espesor de chapa de acero inoxidable AISI 304 de 2mm para toda la estructura del depósito.

11.1.2.7 Calculo de refuerzo en zona de transición

La fuerza de tracción en la zona de transición que utilizaremos para calcular el refuerzo en dicha zona:

$$N \text{ sen } \alpha = \frac{C_b \times p_{v0} + P}{2}$$

$$N \text{ sen } \alpha = \frac{1.2 \times 260.33 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 472.5 \text{ kg}}{2}$$

$$N \text{ sen } \alpha = 784.9 \text{ Kg}$$

Esta carga se distribuye a lo largo del perímetro en la zona de transición por lo tanto la carga uniformemente distribuida por unidad de longitud del perímetro de la zona de transición es:

$$q_t = \frac{2 \times N \text{ sen } \alpha}{U} = \frac{2 \times 784.9 \text{ Kg}}{8 \text{ m}}$$

$$q_t = 196.22 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 1.96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

Como la carga es uniformemente distribuida a lo largo de nuestro depósito, sabemos que el momento flector a lo largo de los 2 metros de longitud que tiene la tolva, valdrá:

$$M_{flector} = \frac{q_t \times l^2}{8}$$

$$M_{flector} = \frac{1.96 \frac{kg}{cm} \times (200cm)^2}{8}$$

$$M_{flector} = 9800 \text{ kgcm}$$

Ahora que conocemos el momento flector, podemos dimensionar el perfil a utilizar como refuerzo en la zona de transición. Proponemos un perfil estructural cuadrado huecos de material acero inoxidable AISI 304. La tensión de fluencia de este material es de $2100 \frac{kg}{cm^2}$, utilizando un coeficiente de seguridad de 1.6 (valor adoptado tras consultas con Ingenieros profesionales) tendremos una tensión admisible igual a:

$$\sigma_{admisible} = \frac{\sigma_{fluencia}}{\gamma}$$

$$\sigma_{admisible} = \frac{2100 \frac{kg}{cm^2}}{1.6} = 1300 \frac{kg}{cm^2}$$

$$W = \frac{M_{flector}}{\sigma_{admisible}}$$

$$W = \frac{9800 \text{ kgcm}}{1300 \frac{kg}{cm^2}}$$

$W = 7.46 \text{ cm}^3$

De la tabla de “Perfiles laminados y tubos estructurales” obtenida del INTI, adoptamos un perfil de 60x60x2 mm, con las siguientes características:



Fig. 37

32

Tubos de acero
Sección Cuadrada
IRAM-IAS
U 500-218
U 500-2592

B = Ancho exterior
t = Espesor de pared
R = Radio de esquina exterior = 2,00 t
p = Área exterior por metro lineal
A = Sección bruta
g = Peso por metro lineal
I = Momento de Inercia
S = Módulo elástico resistente
r = Radio de giro
Z = Módulo plástico
J = Módulo de Torsión
C = Constante torsional

B	t	p	A _a	α	I _x =I _y	S _x =S _y	r _x =r _y	Z _x =Z _y	J	C
60	1.60	0.23	3.67	2.88	20.67	6.89	2.37	7.99	31.78	10.90
	2.00	0.23	4.54	3.56	25.13	8.38	2.35	9.79	38.84	13.43
	2.50	0.23	5.59	4.39	30.32	10.11	2.33	11.93	47.18	16.47
	3.20	0.23	7.01	5.50	36.91	12.30	2.30	14.74	57.92	20.52
	4.00	0.23	8.55	6.71	43.52	14.51	2.26	17.66	68.87	24.84

Fig. 38

³² Tabla INTI “Perfiles laminados y estructurales” – Para aplicación de los reglamentos CIRSOC 301/2005 y CIRSOC 302/2005

El perfil tiene un módulo resistente igual a $W = 8.38 \text{ cm}^3$, por lo tanto, estamos en buenas condiciones.

Ahora procedemos a verificar la deformación del perfil seleccionado en la zona de transición, la misma debe ser menor o igual a $\frac{l}{200}$ según el “REGLAMENTO CIRSOC 301/2005”.

La flecha que se produce sobre la longitud mayor del perfil (2m) es:

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{(q_t \times l^4)}{(E \times I)} \leq \frac{l}{200}$$

$$\frac{l}{200} = \frac{200 \text{ cm}}{200} = 1 \text{ cm}$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{\left(1.96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times (200 \text{ cm})^4\right)}{\left(2.1 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 35.25 \text{ cm}^4\right)}$$

$$f = 0.77 \text{ cm}$$

$$f = 0.77 \text{ cm} > 1 \text{ cm}$$

Estamos en buenas condiciones.

11.1.2.8 Cálculo de pandeo de patas de estructura metálica:

Para el cálculo de las patas de nuestra estructura utilizaremos el mismo perfil por cuestiones constructivas y verificaremos las mismas al esfuerzo de pandeo. Las patas de la estructura tendrán un largo de 0.97 m.

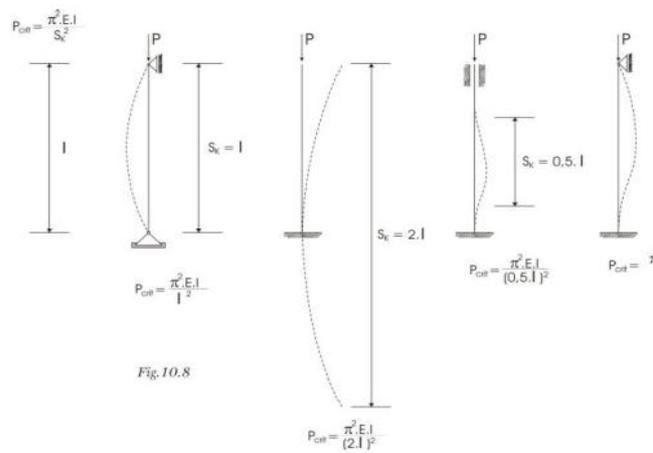


Fig. 39

33

$$P_{crit} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{S_k^2} \tag{10.12}$$

S_k : Longitud de pandeo	Barra biarticulada:	$S_k = 1$
	Barra empotrada – libre:	$S_k = 2 \cdot l$
	Barra empotrada – empotrada:	$S_k = 0,5 \cdot l$
	Barra empotrada – articulada:	$S_k = 0,7 \cdot l$

Fig. 40

³³ Apuntes de cátedra Estabilidad – 2do año Ing. Electromecánica

Suponemos a la barra como empotrada en el marco de refuerzo de la zona de transición y libre en el contacto con el suelo, lo que nos da una longitud de pandeo:

$$S_k = 2l$$

Esta suposición se basa en que no conocemos el estado del suelo donde apoyaran las patas de la estructura, por lo tanto, trabajamos con la situación más crítica.

$$S_k = 2 \times 97 \text{ cm} = 194 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{S_k}{i_{\min}}$$

$$i = \text{radio de giro del perfil menor} = 2.35 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{194 \text{ cm}}{2.35 \text{ cm}} = 82.55$$

Adoptamos un $\lambda = 90$

De la siguiente tabla, ingresando con el valor de esbeltez λ de la barra solicitada a pandeo obtenemos el valor del coeficiente de pandeo w_{pandeo} :

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,1	1,1	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,2	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,3	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,4	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,5	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,8	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,9	1,92	1,94	1,96	1,98	2	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,6	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,9	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,5	3,55	3,6	3,65	3,7	3,75	140
150	3,8	3,85	3,9	3,95	4	4	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,6	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,1	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,1	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,1	210
220	8,17	8,25	8,32	8,4	8,47	8,55	8,63	8,7	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,3	10,39	10,47	240
250	10,55										250

Valores intermedios no necesitan ser interpolados

34

Fig. 41

$$w_{pandeo} = 1.71$$

Entonces:

$$\sigma = \frac{P \times w_{pandeo}}{A} \leq \sigma_{admissible}$$

³⁴ Apuntes de cátedra Estabilidad – 2do año Ing. Electromecánica

Donde:

$P = \text{Carga de pandeo}$

$A = \text{Sección del perfil}$

$$A = 4.54 \text{ cm}^2$$

$P = \text{peso de la estructura} + \text{peso del material (estiercol)}$

$\text{Peso de la estructura} = \text{Peso de chapas} + \text{Peso de marco de refuerzo}$

$$\text{Peso de la estructura} = 15.872 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 8.6 \text{ m}^2 + 5.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 8.5 \text{ m}$$

$$\boxed{\text{Peso de la estructura} = 183.12 \text{ kg}}$$

$\text{Peso del material en toda la tolva} = \delta \times \text{Volumen total del depósito}$

$$\text{Peso del material en toda la tolva} = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 3.6 \text{ m}^3$$

$$\boxed{\text{Peso del material en toda la tolva} = 2160 \text{ kg}}$$

La carga total de pandeo es de:

$$\boxed{P = 183.12 \text{ kg} + 2160 \text{ kg} = 2343 \text{ kg}}$$

Como son 4 (cuatro) las patas de apoyo de la estructura, esta carga se verá repartida entre esos 4 apoyos, por lo tanto, cada pata tendrá que soportar:

$$P_{pata} = \frac{P}{4} = \frac{2343 \text{ kg}}{4} = 585.8 \text{ kg}$$

Siguiendo con el cálculo a pandeo:

$$\sigma = \frac{585.8 \text{ kg} \times 1.71}{4.54 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma = 220.64 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{admisible} = 1300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$220.64 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 1300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

La relación se cumple, nos encontramos en buenas condiciones, por lo tanto, adoptamos el mismo perfil utilizado para el marco de la zona de transición por cuestiones constructivas. El perfil adoptado es un estructural cuadrado hueco de acero inoxidable AISI 304-L, de 60x60x2 mm.

11.2 Cálculo y selección de transportadores helicoidales

Dentro del depósito antes calculado se encontrarán 3 (tres) sinfines cuyo objetivo es romper las fibras presentes en el estiércol. Dos sinfines solamente cumplirán con la función de romper, mientras que el sinfín que se encuentre en la zona inferior de la tolva será el encargado de transportar la materia hacia la boca de descarga donde luego se inyectará junto con agua hacia el biodigestor.

A modo de simplificar el diseño, se decidió que los 3 (tres) sinfines serán de iguales dimensiones y que trabajaran en las mismas condiciones, la transmisión será a cadena, un motor y un reductor estarán acoplados al sinfín principal de transporte (zona inferior de la tolva) y los otros dos (zona superior) serán movidos mediante una cadena.

Para comenzar adoptamos un sinfín del catálogo del fabricante SINFINES – FAS, y verificamos que pueda trabajar la capacidad requerida.

El caudal en Toneladas/hora requerido es el necesario para descargar en una hora el volumen contenido en el depósito:

$$Q = \text{Volumen total del depósito a descarga por hora} \times \text{densidad del material}$$

$$Q = \frac{3.6 \text{ m}^3}{\text{h}} \times 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q = 2160 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 2.16 \frac{\text{tn}}{\text{h}}$$

11.2.1 Selección de transportador helicoidal

Adoptamos un sinfín de las siguientes dimensiones:

Fas Catálogo de Productos

SINFINES DE FABRICACION ESTANDARD

Ø EJE	ALA	Ø TOTAL
27	40	107
27	45	117
27	48	123
27	51	129
27	54	135
27	58	143
27	61	149
27	65	157
27	70	167

Ø EJE	ALA	Ø TOTAL
42	54	150
42	58	158
42	61	164
42	65	172
42	70	182
42	75	192
42	80	202
42	85	212
42	90	222

* ESP. 3,20 mm - RESTO FABRICACIÓN STANDARD 4 mm. DE ESPESOR LAMINADOS

Adm. y Ventas: R. Imperiale 1251 - Parque Industrial "La Victoria"
 Planta Fabril: S. Giubergia 5/N - Parque Industrial "La Victoria"
 Tel.: (03462) 436700 / 407083 / 407084
 E-mail: ventas@sinfinesfas.com.ar
 2600 Venado Tuerto (Santa Fe) ARGENTINA

35

Fig. 42

Tabla 4

Dimensiones de transportador helicoidal	Valor	Unidad
Diametro del eje	0.042	m
Paso	0.15	m
Ala	0.054	m
Diametro total	0.15	m
Area del transportador helicoidal	0.01767146	m ²

³⁵ www.sinfinesfas.com

Adoptamos un caño redondo – costura común de acero inoxidable AISI 304-L, de las siguientes dimensiones:

- $\varnothing = 1 \frac{1}{4}'' = 42.16 \text{ mm}$
- $e = 3 \text{ mm}$

Conociendo los siguientes datos adicionales podemos conocer la cantidad de caudal que podremos transportar y la potencia requerida para mover nuestro transportador helicoidal:

Tabla 5

Datos adicionales	Valor	Unidad
Densidad del material	0.6	tn/m ³
Coficiente de llenado	1	-
Nº de vueltas del transportador	200	rpm
Conversion de minuto a hora	60	-
Largo del transportador	2	m
C2	2.3	-

Calculamos el caudal (Q) y la potencia (P), con las siguientes formulas:

$$Q = A \times P \times \gamma \times \delta \times n$$

$$P = \frac{Q \times \delta \times L \times C_2}{270}$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal transportado} \left[\frac{\text{tn}}{\text{h}} \right]$$

$$A = \text{Area del transportador helicoidal} [\text{m}^2]$$

$$P = \text{Paso del transportador helicoidal} [\text{m}]$$

$$\gamma = \text{Coficiente de llenado} [\text{adimensional}]$$

$$\delta = \text{Densidad del material} \left[\frac{tn}{m^3} \right]$$

$n = \text{revoluciones por minuto a las que gira el transportador [rpm]}$

$L = \text{Longitud del transportador [m]}$

$C_2 = \text{Coeficiente de resistencia del material transportado}$

Entonces:

Tabla 6

Transportador	Simbología	Valor	Unidad
Caudal	Q	19.08517537	tn/h
Potencia requerida	P	0.195092904	Cv
		0.192361603	Hp

Adoptamos un valor de potencia de $\frac{1}{2}$ Hp por cada sinfín.

Ahora bien, como debemos movilizar 3 (tres) transportadores helicoidales con un motor y un reductor mediante una transmisión a cadena adoptamos el valor de potencia total como:

$$P_{Total} = 3 \times P$$

$$P_{Total} = 3 \times \frac{1}{2} Hp$$

$$P_{Total} = 1.5 Hp$$

11.2.2 Selección de moto-reductor:

Seleccionamos un motorreductor SEW EURODRIVE de las siguientes características:

36¹

Información del producto



Descripción de catálogo

SA47DRN90S4
Reductores de tornillo sin fin S + Motores de CA DRN.. (IE3)

Datos de producto

Velocidad nominal del motor	[1/min] : 1455
Velocidad de salida	[1/min] : 200
Índice de reducción total	: 7,28
Par de salida	[Nm] : 47
Factor de servicio SEW-FB	: 1,80
Posición de montaje	: M1A
Pintura imprimación/CapaFinal	: 7031 Gris azulado (51370310)
Posición de conexión/caja de bomas	[°] : 0
Entrada de cable/ Posición del conector	: X
Eje hueco	[mm] : 30
Salida permitida con carga radial n=1400	[N] : 3770
Cantidad de lubricante 1er reductor	[Litro] : 0,4
Potencia del motor	[kW] : 1,1
Factor de duración	: S1-100%
Clase eficiente	: IE3
Eficiencia (50/75/100% Pn)	[%] : 83,5 / 85 / 84,5
Marcado CE	: Si
Tensión del motor	[V] : 220/380
Esquema de conexionado	: R13
Frecuencia	[Hz] : 50
Corriente nominal	[A] : 4,65 / 2,7
Cos Phi	: 0,73
Clase de aislamiento	: 155(F)
Tipo protección del motor	: IP55
Requisito del diseño	: IEC
Momento de inercia de masa del motor	[10 ⁻⁴ kgm ²] : 54,00
Peso neto	[Kg] : 32



Características adicionales

Aislamiento térmico 155(F)
Diseño de caperuza del ventilador Plástico
Grado de protección IP 55
Tensión, frecuencia, bobinado

Fig. 43

³⁶ www.sew-eurodrive.com.ar

11.3 Cálculo de uniones de transmisión

Ahora procederemos a realizar el cálculo de los elementos de unión involucrados en la transmisión, tanto del eje hueco del sinfín con el eje de transmisión mediante tornillos, como la unión del piñón de transmisión al eje mediante chaveta.

El cálculo será el mismo para los tres transportadores, con la única diferencia que en el transportador principal (el de la zona inferior de la tolva) tendremos un eje de dimensiones diferentes, específicamente más largo, para que pueda acoplarse al reductor seleccionado.

11.3.1 Calculo de unión atornillada

Sabiendo que el par nominal entregada por el motor eléctrico en el eje de salida es:

$$M_n = \frac{9550 \times P_{Total}}{n}$$

Y que:

$$M_n = F \times \emptyset$$

Donde:

$F = \text{Fuerza [kgf]}$

$\emptyset = \text{Diámetro del eje [m]}$

Podemos conocer la fuerza a la que estará sometida la unión atornillada.

Para el cálculo no utilizaremos el momento torsor nominal del motor, sino el momento torsor máximo aplicado en el eje de salida que es igual a:

$$M_{m\acute{a}x} = 2.5 \times M_n$$

La anterior relación se obtuvo del catálogo de motores del fabricante.

Entonces:

Tabla 7

Descripción	Simbología	Valor	Unidad
Potencia mecánica	P total	1.5	Hp
Nº de vueltas del eje a la salida	n	200	rpm
Momento torsor nominal	Mn	4.792	Kgfm
Momento torsor en el arranque	Marranque	11.980	Kgfm

Sabiendo que el diámetro de eje del transportador helicoidal es de 0.037m, la fuerza ejercida es:

$$M_{m\acute{a}x} = F \times \phi$$

$$F = \frac{M_{m\acute{a}x}}{\phi}$$

$$F = \frac{11.98 \text{ kgfm}}{0.037m}$$

$$F = 323.8 \text{ kgf}$$

Con este valor ahora podemos calcular: los tornillos al corte, el aplastamiento del eje (“caño”) del transportador helicoidal y el aplastamiento del eje macizo de transmisión.

A priori vamos a proponer una configuración comúnmente usada para la unión atornillada de estos equipos, que consta de 2 (dos) tornillos a una cierta distancia entre ellos y desfasados a 90°.

Proponemos el uso 2 (dos) tornillos material SAE 1010 – SAE J-429 Grado 2 (la tabla de propiedades del material seleccionado se adjunta en anexo).

Utilizaremos un coeficiente de seguridad de 1.6, según recomendaciones de profesionales.

El diámetro de los tornillos propuestos es de 8 mm (5/16”), pero al agujero del pasador se realizará de 9mm de diámetro, esto es debido a que durante el funcionamiento va a ingresar suciedad dentro del mismo y si la tolerancia entre agujeros es demasiado ajustada, resulta extremadamente difícil desmontar esta unión del transportador para realizarle alguna tarea de mantenimiento.

Esta recomendación fue sugerida por personal de la empresa local SINFINES – FAS, los cuales tienen una vasta experiencia en este tipo de equipos.

11.3.1.1 Calculo al corte de los tornillos

Como utilizamos 2 tornillos la fuerza calculada anteriormente se va a repartir entre los dos, por lo tanto, cada tornillo deberá estar sometido a una fuerza de:

$$F_{\text{tornillo}} = \frac{F}{2}$$

$$F_{\text{tornillo}} = \frac{323.8 \text{ kgf}}{2} = 162 \text{ kgf}$$

$$\tau = 0.8 \times \sigma_{\text{admisible}} = \frac{F}{A} = \frac{162 \text{ kgf}}{0.50 \text{ cm}^2}$$

$$\tau = 324 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\tau \leq \tau_{\text{adm}}$$

$$324 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \leq 1200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Estamos en buenas condiciones.

11.3.1.2 Calculo al aplastamiento de eje o caño del transportador helicoidal

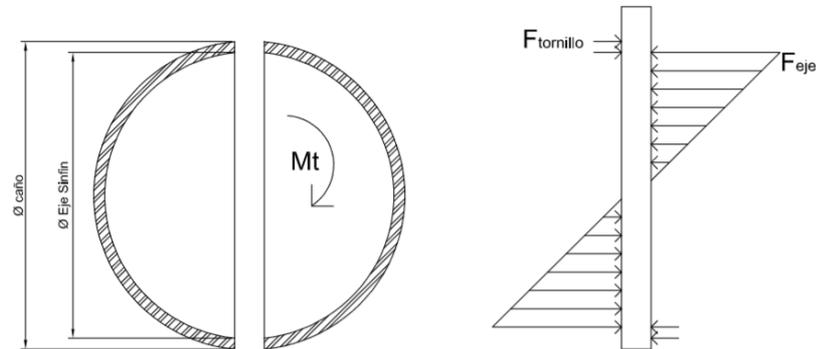


Fig. 44

$$\sigma_{\text{aplastamiento caño}} = \frac{F_{\text{tornillo}}}{\varnothing_{\text{pasador}} \times e}$$

Donde:

- $e = \text{Espesor del eje del transportador helicoidal [cm]}$
- $\text{Superficie sometida al aplastamiento} = \varnothing_{\text{pasador}} \times e$

Para el espesor se debe tener en cuenta ambos lados:

$$\sigma_{\text{aplastamiento caño}} = \frac{162 \text{ kgf}}{0.9\text{cm} \times (0.3\text{cm} + 0.3\text{cm})}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento caño}} = 300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento caño}} \leq \sigma_{\text{admisible}}$$

$$300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \leq 1300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Estamos en buenas condiciones.

11.3.1.3 Calculo al aplastamiento de eje macizo

Por la distribución de carga que se presenta en el eje macizo, podemos ver que el esfuerzo mayor se presenta a 2/3 de la base de la distribución triangular, por lo tanto, se hace presente a 2/3 del radio del eje macizo:

$$M_{\text{máx}} = F_{\text{eje}} \times \frac{2}{3} \times \phi_{\text{eje}}$$

$$F_{\text{eje}} = \frac{3 \times M_{\text{máx}}}{4 \times \phi_{\text{eje}}} = \frac{3 \times 1198 \text{ kgf cm}}{4 \times 3.7 \text{ cm}} = 242.8 \text{ kgf}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento eje}} = \frac{4 \times F_{\text{eje}}}{\phi_{\text{eje}} \times \phi_{\text{Tornillo}}}$$

Donde:

- *Superficie sometida al aplastamiento* = $\frac{\phi_{\text{eje}} \times \phi_{\text{Tornillo}}}{4}$

$$\sigma_{\text{aplastamiento eje}} = \frac{4 \times 242.8 \text{ kgf}}{3.7 \text{ cm} \times 0.8 \text{ cm}}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento eje}} = 328 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento eje}} \leq \sigma_{\text{admisible}}$$

$$328 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \leq 1300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Estamos en buenas condiciones.

11.3.2 Cálculo de unión a chaveta

Para la unión entre el eje macizo de transmisión y el piñón y/o corona utilizaremos una unión a chaveta.

Proponemos utilizar una chaveta rectangular de 12mm de ancho x 8mm de alto de material SAE 1010, para un eje de diámetro 38 - 44mm, según lo indicado en la siguiente tabla del libro "Manual del electromecánico de mantenimiento":

14 TOLERANCIAS MECANICAS
CHAVETAS Y CHAVETEROS

318

6. CHAVETEROS Y CHAVETAS PARALELAS
Según DIN 6885

Diámetro del eje d	Sección chaveta $b \times h$	CHAVETEROS			
		Tol. Pp en el ancho b	Prof. en el eje t_1	Prof. en el subo t_2	Redondeo r_s
> 6 - 8	2 x 2	-0,009	1,2 $^{+0,1}$	1,0 $^{+0,1}$	0,25 $^{-0,1}$
> 8 - 10	3 x 3	-0,034	1,8 $^{+0,1}$	1,4 $^{+0,1}$	0,25 $^{-0,1}$
> 10 - 12	4 x 4	-0,012	2,5 $^{+0,1}$	1,8 $^{+0,1}$	0,25 $^{-0,1}$
> 12 - 17	5 x 5		3,0 $^{+0,1}$	2,3 $^{+0,1}$	0,4 $^{-0,15}$
> 17 - 22	6 x 6	-0,042	3,5 $^{+0,2}$	2,8 $^{+0,1}$	0,4 $^{-0,15}$
> 22 - 30	8 x 7	-0,015	4,0 $^{+0,2}$	3,3 $^{+0,1}$	0,4 $^{-0,15}$
> 30 - 38	10 x 8	-0,051	5,0 $^{+0,2}$	3,3 $^{+0,2}$	0,6 $^{-0,2}$
> 38 - 44	12 x 8		5,0 $^{+0,2}$	3,3 $^{+0,2}$	0,6 $^{-0,2}$
> 44 - 50	14 x 9	-0,018	5,5 $^{+0,2}$	3,8 $^{-0,2}$	0,6 $^{-0,2}$
> 50 - 58	16 x 10	-0,061	6,0 $^{+0,2}$	4,3 $^{+0,2}$	0,6 $^{-0,2}$
> 58 - 65	18 x 11		7,0 $^{+0,2}$	4,4 $^{+0,2}$	0,6 $^{-0,2}$
> 65 - 75	20 x 12		7,5 $^{+0,2}$	4,9 $^{+0,2}$	0,8 $^{-0,2}$
> 75 - 85	22 x 14	-0,022	9,0 $^{+0,2}$	6,4 $^{+0,2}$	0,8 $^{-0,2}$
> 85 - 95	25 x 14	-0,074	9,0 $^{-0,2}$	5,4 $^{-0,2}$	0,8 $^{-0,2}$
> 95 - 110	28 x 16		10,0 $^{+0,2}$	6,4 $^{+0,2}$	0,8 $^{-0,2}$
> 110 - 130	32 x 18		11,0 $^{+0,2}$	7,4 $^{+0,2}$	0,8 $^{-0,2}$
> 130 - 150	36 x 20	-0,026	12,0 $^{+0,3}$	8,4 $^{+0,3}$	1,2 $^{-0,2}$
> 150 - 170	40 x 22		13,0 $^{+0,3}$	9,4 $^{+0,3}$	1,2 $^{-0,2}$
> 170 - 200	45 x 25	-0,088	15,0 $^{+0,3}$	10,4 $^{+0,3}$	1,2 $^{-0,2}$
> 200 - 230	50 x 28		17,0 $^{+0,3}$	11,4 $^{+0,3}$	1,2 $^{-0,2}$
> 230 - 260	56 x 32		20,0 $^{+0,3}$	12,4 $^{+0,3}$	2,0 $^{-0,4}$
> 260 - 290	63 x 32	-0,032	20,0 $^{+0,3}$	12,4 $^{+0,3}$	2,0 $^{-0,4}$
> 290 - 330	70 x 36	-0,106	22,0 $^{+0,3}$	14,4 $^{+0,3}$	2,0 $^{-0,4}$
> 330 - 380	80 x 40		25,0 $^{+0,3}$	15,4 $^{+0,3}$	3,0 $^{-0,5}$
> 380 - 440	90 x 45		28,0 $^{+0,3}$	17,4 $^{+0,3}$	3,0 $^{-0,5}$
> 440 - 500	100 x 50	-0,124	31,0 $^{+0,3}$	19,5 $^{+0,3}$	3,0 $^{-0,5}$

Nota: el redondeado o chafán de la chaveta es igual a $-r_s$, pero con tolerancia en + (más)

37

Fig. 45

Verificamos al corte y al aplastamiento para seleccionar la longitud adecuada de la chaveta.

La fuerza aplicada por el momento torsor en el arranque es la misma que la anteriormente calculada, a diferencia del caso de la unión atornillada, en este caso la chaveta debe soportar la fuerza en su totalidad.

³⁷ Libro: "MANUAL DEL ELECTROMECAÁNICO DE MANTENIMIENTO", José Roldan Viloría

11.3.2.1 Calculo al corte de la chaveta

$$\tau_{admisible} \geq \frac{F}{a \times l}$$

Donde:

a = ancho de la chaveta [cm]

l = largo de la chaveta [cm]

$$l \geq \frac{F}{a \times \tau_{admisible}}$$

$$l \geq \frac{323.8 \text{ kgf}}{1.2 \text{ cm} \times 1200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$$

$$l \geq 0.22 \text{ cm}$$

Del cálculo de corte sabemos que la chaveta debe ser de una longitud mínima de 0.22 cm.

11.3.2.2 Calculo al aplastamiento de la chaveta

$$\sigma_{admisible} \geq \frac{F}{h_1 \times l}$$

Donde:

- $h_1 =$ *Altura de montaje en la masa (peor condición)*

$$l \geq \frac{F}{h_1 \times \sigma_{admisible}}$$

$$l \geq \frac{323.8 \text{ kgf}}{0.33 \text{ cm} \times 1300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$$

$$l \geq 0.65 \text{ cm}$$

Del cálculo de corte sabemos que la chaveta debe ser de una longitud mínima de 0.65 cm

Por lo tanto, adoptamos una chaveta de sección rectangular de $12 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$, como sugiere el libro antes mencionado, pero con una longitud de 20 mm por razones de diseño, debido a que consideramos que una chaveta de longitud tan corta, como la calculada, dificulta el posterior montaje en las piezas.

Estamos en buenas condiciones.

11.4 Selección de rodamientos para transportadores helicoidales

Para seleccionar los rodamientos que irán montados en cada extremo del transportador helicoidal, primero debemos conocer las cargas a las que estarán solicitados.

Tendremos cargas radiales producto del peso del material y del propio peso del transportador y cargas axiales producto de la resistencia que ejerce el material a ser movido.

11.4.1 Cargas radiales (en ambos extremos):

Para obtener el valor de la carga radial, adoptaremos un modelo matemático del sinfín como una viga simplemente apoyada, donde los apoyos son los rodamientos que vamos a seleccionar:

La carga “q” uniformemente distribuida será igual a:

$$q = \text{Peso del material} + \text{Peso del transportador}$$

Del peso total del material en la tolva consideramos que el transportador helicoidal tiene una carga del 20% del total, siendo conservadores para dicho calculo:

$$Q = 2846.6 \text{ kg} \times 0.2 + 100 \text{ kg} = 670 \text{ Kg}$$

Expresada por unidad de longitud L=2 metros, nos queda una carga:

$$q = 335 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

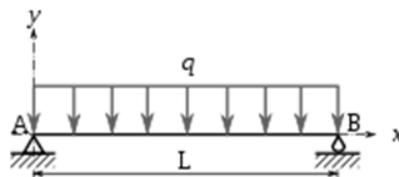


Fig. 46

Realizando la sumatoria de fuerzas obtenemos las reacciones de vínculos equivalentes a la carga radial que estarán sometidos los rodamientos.

- $\sum F_y = V_A + V_B - Q = 0$
- $\sum F_x = 0$
- $\sum M_A = Q \times \frac{L}{2} - V_B \times L = 0$

De la ecuación de momento, tenemos que:

$$V_B = \frac{Q \times \frac{L}{2}}{L}$$

$$V_B = \frac{670 \text{ Kg} \times \frac{2m}{2}}{2m}$$

$$V_B = 335 \text{ Kg}$$

De la ecuación de reacciones de vínculos en la dirección de "y", tenemos:

$$V_A + V_B - Q = 0$$

$$V_A = Q - V_B$$

$$V_A = 670 \text{ Kg} - 335 \text{ Kg}$$

$$V_A = 335 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, la carga radial que se presenta en los rodamientos es igual a:

$$P_{radial} = 335 \text{ Kg}$$

11.4.2 Cargas axiales (en lado de mando):

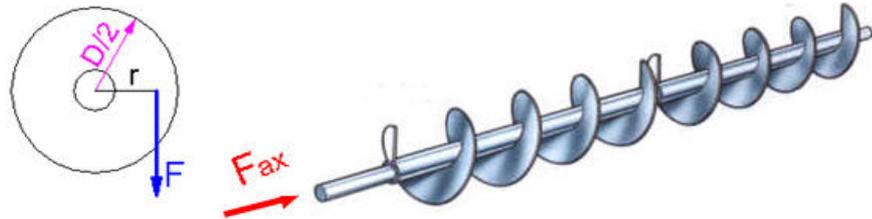


Fig. 47

F_{rTOTAL} = Fuerza axial total o de rozamiento total [kg]

r = radio medio del sinfin [cm]

D = diametro exterior total del sinfin [cm]

$$r = 0.7 \frac{D}{2}$$

$$r = 0.7 \frac{15cm}{2}$$

$$r = 5.25 \text{ cm} = 0.0525m$$

$$F_{rTOTAL} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{r}$$

La fuerza axial total es la suma de dos componentes, una es el aporte del torque aplicado por el motor y la otra es la resistencia que ejerce el material a ser desplazado.

$$F_{r\ TOTAL} = F_{r\ TORQUE} + F_{r\ DESPLAZAMIENTO}$$

$$F_{r\ TORQUE} = F_{r\ DESPLAZAMIENTO}$$

Suponemos que ambas fuerzas componentes son de igual magnitud, y se las afecta por un coeficiente de seguridad de 1.5, siguiendo indicaciones de profesionales.

Donde:

$$M_{m\acute{a}x} = 11.98\ kgfm$$

$$F_{r\ TOTAL} = \frac{11.98\ kgfm}{0.0525m}$$

$$F_{r\ TOTAL} = 228\ kg$$

$$P_{axial} = 1,5 * 228\ kg = 342\ Kg$$

Resumiendo, tenemos las siguientes cargas sobre nuestros rodamientos:

- $P_{radial} = 335\ kg = 3.29\ kN$
- $P_{axial} = 342\ kg = 3.35\ kN$

Los rodamientos rígidos de bolas pueden soportar una carga axial máxima de entre un 25-35 % de la carga máxima que soporta el rodamiento en la dirección radial. Por lo tanto, podemos seleccionar un rodamiento rígido de bolas que soporte los esfuerzos radiales a los cuales se encuentra solicitado.

La ventaja de seleccionar este tipo de rodamientos frente a los cónicos es:

- Los rodamientos de bolas vienen blindados y lubricados desde fábrica, lo que aumenta su vida útil a diferencia de un rodamiento cónico el cual es abierto y requiere que se diseñe un sistema de lubricación donde vaya montado.
- Es mucho más sencillo y rápido tanto montar como desmontar este tipo de rodamientos, disminuyendo tiempos de parada de equipo y tiempos de mantenimiento consecuentemente, lo que deriva en menores costos de mantenimiento.

Estas consideraciones, fueron producto de una consulta a un asesor de SKF de la ciudad de Rosario.

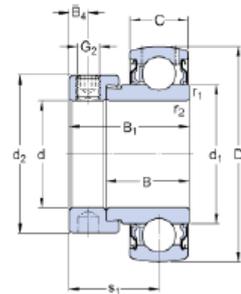
Por lo tanto, seleccionamos 6 (seis) rodamientos para los 3 (tres) transportadores helicoidales, SKF del tipo inserción modelo – “YET 208-108”, los mismos estarán montados en cajas de rodamientos con bridas – tipo pestaña cuadrada modelo “FY 1.1/2 LDW”.

La hoja de datos del rodamiento se muestra a continuación:



YET 208-108
Popular item

Dimensiones



d	38.1	mm
D	80	mm
B	29.7	mm
C	21	mm
d ₁	≈ 51.8	mm
r _{1,2}	min. 1	mm
s ₁	32.7	mm

Dimensions

38

B ₁	43.2	mm
d ₂	56.5	mm
B ₄	6.75	mm

Dimensions

B ₁	43.2	mm
d ₂	56.5	mm
B ₄	6.75	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	30.7	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	19	kN
Carga límite de fatiga	P _u	0.8	kN
Velocidad límite con tolerancia de eje h6		4800	r/min
Factor de cálculo	f ₀	14	

Fig. 48

La hoja de datos de la brida tipo pestaña cuadrada se encuentra adjunta en anexos.

³⁸ www.skf.com

11.5 Calculo de vida de rodamientos:

Utilizando la calculadora virtual de SKF obtuvimos los siguientes resultados de la estimación de vida útil de los rodamientos, debemos considerar que estos equipos como máximo trabajarán 4 horas por día, por lo tanto, el tiempo máximo de funcionamiento anual de los rodamientos es de:

$$T_{\text{anual func. rodamientos}} = 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} \times 28 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times 5 \frac{\text{horas}}{\text{día}}$$

$$T_{\text{anual func. rodamientos}} = 1680 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

11.5.1 Condiciones de contorno ingresadas en calculadora virtual de SKF:

Parámetros de entrada	
F_r carga radial	3.29 kN
F_a Carga axial	3.35 kN
n_i Velocidad de rotación del anillo interior.	200 r / min
Temperatura de funcionamiento Rodamiento anillo exterior	50 ° C
método de especificación η_c	Clasificación de limpieza (recomendado)
Tipo de lubricante y limpieza.	Limpieza normal (por ejemplo, cojinete blindado)
Grasa utilizada en el rodamiento.	VT307
Viscosidad a 40 ° C	190.0 mm ² / s
Viscosidad a 100 ° C	15,0 mm ² / s

39

Fig. 49

³⁹ www.skf.com

11.5.2 Resultados de calculadora virtual de vida de rodamientos SKF:

Resultado

L_{10mh} SKF vida útil	28500 horas
un factor de modificación de la vida $_{SKF} \text{ SKF un}_{SKF}$	1.98
κ relación de viscosidad	1.73
P Carga dinámica equivalente del rodamiento	5.51 kN
η_c Factor para el nivel de contaminación	0.42
v₁ viscosidad cinemática requerida para κ = 1	61.7 mm ² / s
L_{10h} Vida de rating básica	14400 horas
Relación de carga C / P	5.6

40

Fig. 50

Vemos que la vida útil estimada determinada por el software del fabricante de rodamientos SKF, es de 28500 horas.

Manteniendo un criterio conservador cada 5-6 años deberíamos realizar el reemplazo de todos los rodamientos.

⁴⁰ www.skf.com

11.6 Cálculo de transmisión a cadena:

La transmisión que permitirá el movimiento de los 2 (dos) transportadores helicoidales superiores será a cadena, por cuestiones de diseño ambos transportadores girarán en sentido contrario, para realizar esto se utilizará un piñón-tensor que no solo cambiará el sentido de giro de uno de los sinfines, sino que además estará montado sobre una corredera para utilizarse como tensor de la cadena. Dicha transmisión estará vinculada al eje del transportador helicoidal inferior para transmitir el par motor.

La relación entre las 3 (tres) coronas será igual a 1 (uno), debido a que se propuso que todos los transportadores helicoidales girarán a las mismas vueltas (200 rpm), por lo tanto:

$$i_1 = i_2 = i_3 = 1$$

$$n = 200 \text{ rpm}$$

Para el cálculo de la transmisión a cadena, utilizaremos el libro “Diseño de elementos de máquinas – segunda edición”, Robert L. Mott.

11.6.1 Parámetros de diseño para transmisiones de cadenas:

- El número mínimo de dientes en una rueda dentada (piñón o corona) debe ser de 17.
- La relación de velocidad máxima debe ser 7 aunque son factibles relaciones más altas.
- La distancia central entre los ejes de las ruedas dentadas debe ser entre 30 y 50 pasos aproximadamente.
- El arco de contacto de la rueda más pequeña no debe ser menor a 120° .
- La longitud de la cadena debe ser un múltiplo completo del paso, y se recomienda un número par de pasos. La distancia entre centros debe hacerse ajustable para adoptar la longitud de la cadena y compensar tolerancias y desgastes.

El valor del factor de potencia de servicio obtenido de la tabla 13-7, nos permitirá conocer la potencia de diseño con la cual debemos trabajar.

Tabla 13-7 Factores de servicio para impulsores de cadena

Tipo de carga	Tipo de impulsor		
	Impulsor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión integral con impulsor mecánico
Ligera (agitadores, ventiladores, transportadores que se someten a la acción uniforme de cargas ligeras)	1.0	1.0	1.2
Choque moderado (herramientas mecánicas, grúas, transportadores pesados, mezcladoras y moledoras de alimentos)	1.2	1.3	1.4
Choque pesado (prensas de punzón, molinos de martillo, transportadores recíprocos, impulsor de molino giratorio)	1.4	1.5	1.7

Fig. 51

Adoptamos el valor del factor de servicio para un tipo de carga moderada.

$$f_{servicio} = 1.3$$

$$P_{diseño} = P_{total} * f_{servicio}$$

$$P_{diseño} = 1.5 Hp * 1.3$$

$$P_{diseño} = 1.95 Hp$$

Ingresando con este valor en la tabla 13-4 y las rpm del piñón/corona, obtenemos los siguientes valores:

⁴¹ Libro "DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS – 2da EDICIÓN", Robert L. Mott.

- Número de dientes de piñón recomendados (Z)
- N.º de cadena a utilizar
- Paso de cadena
- Tipo de lubricación

Tabla 13-4 Especificaciones de potencia, cadena estándar de tramo único con rodamientos, número 40, paso de 1/2"

Número de dientes en la rueda dentada pequeña

Revoluciones por minuto—rueda dentada pequeña

	10	25	50	100	200	300	400	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2400	2700	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000
9	0.04	0.10	0.19	0.35	0.65	0.93	1.21	1.48	2.00	2.51	2.75	3.25	3.73	4.12	3.45	2.74	2.24	1.88	1.60	1.27	1.04	0.75	0.57	0.45	0.37
10	0.05	0.11	0.21	0.39	0.73	1.04	1.35	1.65	2.24	2.81	3.09	3.64	4.18	4.71	4.04	3.21	2.63	2.20	1.88	1.49	1.22	0.87	0.66	0.53	0.43
11	0.05	0.12	0.23	0.43	0.80	1.16	1.50	1.83	2.48	3.11	3.42	4.03	4.63	5.22	4.66	3.70	3.03	2.54	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50
12	0.06	0.14	0.25	0.47	0.88	1.27	1.65	2.01	2.73	3.42	3.76	4.43	5.09	5.74	5.31	4.22	3.45	2.89	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57
13	0.06	0.15	0.28	0.52	0.96	1.39	1.80	2.20	2.97	3.73	4.10	4.83	5.55	6.26	5.99	4.76	3.89	3.26	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.64
14	0.07	0.16	0.30	0.56	1.04	1.50	1.95	2.38	3.22	4.04	4.44	5.23	6.01	6.78	6.70	5.31	4.35	3.65	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.71
15	0.07	0.17	0.32	0.60	1.12	1.62	2.10	2.56	3.47	4.35	4.78	5.64	6.47	7.30	7.43	5.89	4.82	4.04	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.79
16	0.08	0.19	0.35	0.65	1.20	1.74	2.25	2.75	3.72	4.66	5.13	6.04	6.94	7.83	8.18	6.49	5.31	4.45	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	1.07	0.87
17	0.08	0.20	0.37	0.69	1.29	1.85	2.40	2.93	3.97	4.98	5.48	6.45	7.41	8.36	8.96	7.11	5.82	4.88	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	1.17	0.96
18	0.09	0.21	0.39	0.73	1.37	1.97	2.55	3.12	4.22	5.30	5.82	6.86	7.88	8.89	9.76	7.75	6.34	5.31	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	1.27	0
19	0.09	0.22	0.42	0.78	1.45	2.09	2.71	3.31	4.48	5.62	6.17	7.27	8.36	9.42	10.5	8.40	6.88	5.76	4.92	3.91	3.20	2.29	1.74	1.38	0
20	0.10	0.24	0.44	0.82	1.53	2.21	2.86	3.50	4.73	5.94	6.53	7.69	8.83	9.96	11.1	9.07	7.43	6.22	5.31	4.22	3.45	2.47	1.88	1.49	0
21	0.11	0.25	0.46	0.87	1.52	2.33	3.02	3.69	4.99	6.26	6.88	8.11	9.31	10.5	11.7	9.76	7.99	6.70	5.72	4.54	3.71	2.66	2.02	1.60	0
22	0.11	0.26	0.49	0.91	1.70	2.45	3.17	3.88	5.25	6.58	7.23	8.52	9.79	11.0	12.3	10.5	8.57	7.18	6.13	4.87	3.98	2.85	2.17	1.72	0
23	0.12	0.27	0.51	0.96	1.78	2.57	3.33	4.07	5.51	6.90	7.59	8.94	10.3	11.6	12.9	11.2	9.16	7.68	6.55	5.20	4.26	3.05	2.32	1.84	0
24	0.13	0.29	0.54	1.00	1.87	2.69	3.48	4.26	5.76	7.23	7.95	9.36	10.8	12.1	13.5	11.9	9.76	8.18	6.99	5.54	4.54	3.25	2.47	1.96	0
25	0.13	0.30	0.56	1.04	1.95	2.81	3.64	4.45	6.02	7.55	8.30	9.78	11.2	12.7	14.1	12.7	10.4	8.70	7.43	5.89	4.82	3.45	2.63	0	0
26	0.14	0.31	0.58	1.09	2.03	2.93	3.80	4.64	6.28	7.88	8.66	10.2	11.7	13.2	14.7	13.5	11.0	9.23	7.88	6.25	5.12	3.66	2.79	0	0
28	0.15	0.34	0.63	1.18	2.20	3.18	4.11	5.03	6.81	8.54	9.39	11.1	12.7	14.3	15.9	15.0	12.3	10.3	8.80	6.99	5.72	4.09	3.11	0	0
30	0.16	0.37	0.68	1.27	2.38	3.42	4.43	5.42	7.33	9.20	10.1	11.9	13.7	15.4	17.2	16.7	13.6	11.4	9.76	7.75	6.34	4.54	3.45	0	0
32	0.17	0.39	0.73	1.36	2.55	3.67	4.75	5.81	7.86	9.86	10.8	12.8	14.7	16.5	18.4	18.4	15.0	12.6	10.8	8.64	6.99	5.00	0	0	0
35	0.19	0.43	0.81	1.50	2.81	4.04	5.24	6.40	8.66	10.9	11.9	14.1	16.2	18.2	20.3	21.0	17.2	14.4	12.3	9.76	7.99	5.72	0	0	0
40	0.22	0.50	0.93	1.74	3.24	4.67	6.05	7.39	10.0	12.5	13.8	16.3	18.7	21.1	23.4	25.7	21.0	17.6	15.0	11.9	9.76	6.99	0	0	0
45	0.25	0.57	1.06	1.97	3.68	5.30	6.87	8.40	11.4	14.2	15.7	18.5	21.2	23.9	26.6	30.5	25.1	21.0	17.9	14.2	11.7	0	0	0	0

Fuente: se reimprime de *Chains for Power Transmission and Material Handling*, p. 147, por cortesía de Marcel Dekker, Inc.

TIPO I: Lubricación manual o por goteo
 TIPO II: Lubricación por disco o baño
 TIPO III: lubricación por flujo de aceite

El límite de rpm para cada tipo de lubricación se lee a partir de la columna hacia la izquierda de la línea límite que se ilustra.

42

Fig. 52

Por lo tanto, para:

- $P_{diseño} = 1.95 Hp$
- $n = 200 rpm$

Adoptamos una cadena N.ª 40 – simple - de 1/2" de paso con las siguientes características:

⁴² Libro "DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS – 2da EDICIÓN", Robert L. Mott.

Tablas de Dimensiones / NORMAS AMERICANAS

NORMAS EUROPEAS (UNI)	NORMAS IRAM E ISO	N° DE HILERAS	DIMENSIONES NOMINALES			OTRAS DIMENSIONES			Sup de Trabajo mm2	Carga Media de Rotura Kg	Peso Neto Kg/m
			Paso	Diámetro Rodillo	Ancho Max. Interno	Diam. Max. Perno	Paso transversal	Largo Perno Remachado			
			P	Dr	W	Dp	Tp	A1			
			mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.			
25 25-2	04 C-1 04 C-2	Simple Doble	5.35	3.30	3.2	2.30	- 6.40	8.2 14.8	11 22	420 800	0.13 0.25
35 35-2 35-3	06 C1 06 C-2 06 C-3	Simple Doble Triple	9.52	5.08	4.78	3.59	- 10.13 10.13	11.6 22.2 32.3	27 54 81	950 1900 2850	0.3 0.6 1.0
40 40-2 40-3	08 A-1 08 A-2 08 A-3	Simple Doble Triple	12.70	7.95	7.95	3.96	- 14.38 14.38	16.4 30.8 45.20	44 88 132	1700 3400 5100	0.6 1.2 1.8

Fig. 53

Adoptamos 3 (tres) ruedas dentadas o coronas de las siguientes características:

Material: SAE 1045

Tratamiento superficial de dientes: Templado por inducción

Paso: 1/2 "

N° dientes (Z) = 25 dientes

El sistema de lubricación de la transmisión a cadena será el indicado en la tabla 13-5:

Tabla 13-4 Especificaciones de potencia, cadena estándar de tramo único con rodamientos, número 40, paso de 1/2"

No. de dientes en la rueda pequeña

Revoluciones por minuto—rango limitado pequeño

	10	25	50	100	200	300	400	500	700	900	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 100	2 400	2 700	3 000	3 500	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000
9	0.04	0.10	0.19	0.3	0.65	0.93	1.21	1.48	2.00	2.51	2.75	3.25	3.73	4.12	4.35	2.74	2.24	1.88	1.60	1.27	1.04	0.75	0.57	0.45	0.37
10	0.05	0.11	0.21	0.39	0.73	1.04	1.35	1.65	2.24	2.81	3.09	3.64	4.18	4.71	4.94	3.23	2.63	2.20	1.88	1.49	1.22	0.87	0.66	0.53	0.43
11	0.05	0.12	0.23	0.4	0.80	1.16	1.50	1.83	2.48	3.11	3.42	4.03	4.63	5.22	5.46	3.70	3.03	2.54	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50
12	0.06	0.14	0.25	0.4	0.88	1.27	1.65	2.01	2.73	3.42	3.76	4.43	5.09	5.74	5.91	4.22	3.45	2.89	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57
13	0.06	0.15	0.28	0.5	0.96	1.39	1.80	2.20	2.97	3.73	4.10	4.83	5.55	6.26	6.41	4.76	3.89	3.26	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.64
14	0.07	0.16	0.30	0.5	1.04	1.50	1.95	2.38	3.22	4.04	4.44	5.23	6.01	6.78	6.90	5.31	4.35	3.65	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.71
15	0.07	0.17	0.32	0.6	1.12	1.62	2.10	2.56	3.47	4.35	4.78	5.64	6.47	7.30	7.41	5.89	4.82	4.04	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.79
16	0.08	0.19	0.35	0.6	1.20	1.74	2.25	2.75	3.72	4.66	5.13	6.04	6.94	7.83	7.93	6.49	5.31	4.45	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	1.07	0.87
17	0.08	0.20	0.37	0.6	1.29	1.85	2.40	2.93	3.97	4.98	5.48	6.45	7.41	8.36	8.46	7.11	5.82	4.88	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	1.17	0.96
18	0.09	0.21	0.39	0.7	1.37	1.97	2.55	3.12	4.22	5.30	5.82	6.86	7.88	8.89	8.97	7.75	6.34	5.31	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	1.27	0
19	0.09	0.22	0.42	0.7	1.45	2.09	2.71	3.31	4.48	5.62	6.17	7.27	8.36	9.42	9.50	8.40	6.88	5.76	4.92	3.91	3.20	2.29	1.74	1.38	0
20	0.10	0.24	0.44	0.8	1.53	2.21	2.86	3.50	4.73	5.94	6.53	7.69	8.83	9.96	10.0	9.07	7.43	6.22	5.31	4.22	3.45	2.47	1.88	1.49	0
21	0.11	0.25	0.46	0.8	1.62	2.33	3.02	3.69	4.99	6.26	6.88	8.11	9.31	10.5	11.7	9.76	7.99	6.70	5.72	4.54	3.71	2.66	2.02	1.60	0
22	0.11	0.26	0.49	0.9	1.70	2.45	3.17	3.88	5.25	6.58	7.23	8.52	9.79	11.0	12.3	10.5	8.57	7.18	6.13	4.87	3.98	2.85	2.17	1.72	0
23	0.12	0.27	0.51	0.9	1.78	2.57	3.33	4.07	5.51	6.90	7.59	8.94	10.3	11.6	12.9	11.2	9.16	7.68	6.55	5.20	4.26	3.05	2.32	1.84	0
24	0.13	0.28	0.54	1.0	1.87	2.69	3.48	4.26	5.76	7.23	7.95	9.36	10.8	12.1	13.5	11.9	9.76	8.18	6.99	5.54	4.54	3.25	2.47	1.96	0
25	0.13	0.30	0.56	1.0	1.95	2.81	3.64	4.45	6.02	7.55	8.30	9.78	11.2	12.7	14.1	12.7	10.4	8.70	7.43	5.89	4.82	3.45	2.63	0	0
26	0.14	0.31	0.59	1.1	2.04	2.93	3.80	4.64	6.28	7.88	8.66	10.2	11.7	13.2	14.7	13.5	11.0	9.23	7.88	6.25	5.12	3.66	2.79	0	0
28	0.15	0.34	0.63	1.1	2.20	3.18	4.11	5.03	6.81	8.54	9.39	11.1	12.7	14.3	15.9	15.0	12.3	10.3	8.80	6.99	5.72	4.09	3.11	0	0
30	0.16	0.37	0.68	1.2	2.38	3.42	4.43	5.42	7.33	9.20	10.1	11.9	13.7	15.4	17.2	16.7	13.6	11.4	9.76	7.75	6.34	4.54	3.45	0	0
32	0.17	0.39	0.73	1.3	2.58	3.67	4.75	5.81	7.86	9.86	10.8	12.8	14.7	16.5	18.4	18.4	15.0	12.6	10.8	8.64	6.99	5.00	0	0	0
35	0.19	0.43	0.81	1.50	2.81	4.04	5.24	6.40	8.66	10.9	11.9	14.1	16.2	18.2	20.3	21.0	17.2	14.4	12.3	9.76	7.99	5.72	0	0	0
40	0.22	0.50	0.93	1.74	3.24	4.67	6.05	7.39	10.0	12.5	13.8	16.3	18.7	21.1	23.4	25.7	21.0	17.6	15.0	11.9	9.76	6.99	0	0	0
45	0.25	0.57	1.06	1.97	3.68	5.30	6.87	8.40	11.4	14.2	15.7	18.5	21.2	23.9	26.6	30.5	25.1	21.0	17.9	14.2	11.7	0	0	0	0

TIPO I TIPO II TIPO III

Fuente: se reimprime de Chains for Power Transmission and Material Handling, p. 147, por cortesía de Marcel Dekker, Inc.

TIPO I: Lubricación manual o por goteo
 TIPO II: Lubricación por viscoso o baño
 TIPO III: lubricación por flujo de aceite

El límite de rpm para cada tipo de lubricación se lee a partir de la columna hacia la izquierda de la línea límite que se ilustra.

Fig. 55

- Tipo I: Lubricación por goteo

El largo total de la cadena lo obtenemos geoméricamente según la disposición de los transportadores helicoidales propuesta, que se muestra a continuación en la fig.57:

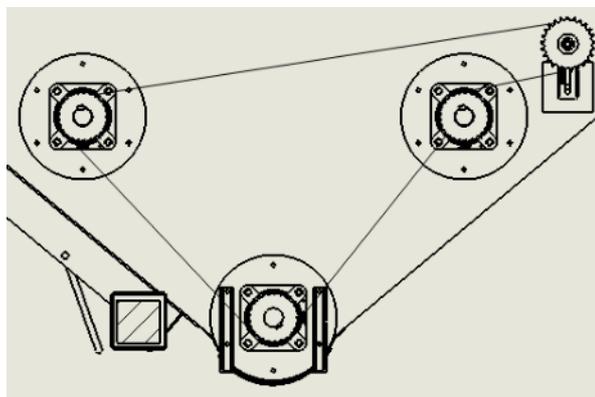


Fig. 56

El largo total de la cadena expresado en pulgadas es de 104", equivalente a 52 pasos de $\frac{1}{2}$ " de la cadena, quedando así determinada la longitud de la cadena siendo un múltiplo completo de los pasos de esta y siendo además un número par de pasos.

12 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

La instalación de nuestro proyecto cuenta con una parte existente y otra nueva que será dimensionada. Está compuesta de un transformador del tipo rural trifásico para la alimentación de la instalación desde la red de energía, un generador eléctrico (alimentado con biogás) y luego todas las cargas pertenecientes a la instalación.

Adoptamos que el sistema de PAT (Puesta a tierra) ya instalado en el tambo es TT.

Los cálculos eléctricos realizados a continuación serán solamente de los motores e iluminación de instalación nueva y se dejarán una reserva para la alimentación de distintos elementos eléctrico (como controles del sistema de generación, control de antorchas de gas, control en acondicionamiento del biogás, entre otros). Consideramos que la instalación existente fue calculada debidamente en su momento.

Primero debemos definir el escenario que se pueden presentar para abastecer el consumo eléctrico de la instalación:

- Aporte de energía solamente desde de la red de energía eléctrica

Debemos considerar que, ante un caso de cortocircuito, el generador puede aportar una corriente de falla que es significativa, por lo tanto, para el cálculo y selección de protecciones de la instalación debemos tener en cuenta dicha corriente.

Nuestra instalación se encuentra alimentada por la red eléctrica y la misma cuenta con un transformador trifásico rural de 63 kVA, marca BONABEN S.R.L y de las siguientes características:



O'Higgins 286-Telefax 05472 426738/428248 e-mail:bonaben@southlink.com.ar – 2680 Mercos Juárez (Cba)

TRANSFORMADORES

PLANILLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

- 01) FABRICANTE: BONABEN S.R.L.
- 02) TIPO: TTR
- 03) NORMAS: IRAM 2247
- 04) REFRIGERANTE: Aceite aislante YPF 64
- 05) GRUPO DE CONEXIONES: Trifásico Dyll
- 06) POTENCIA NOMINAL: 63 KVA
- 07) TENSIÓN PRIMARIA NOMINAL: 13200 V.
- 08) REGULACIÓN PRIMARIA: +/- 5%
- 09) TENSIÓN SECUNDARIA EN VACÍO: 400/231 V.
- 10) TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO A CORRIENTE NOMINAL Y A 75° C: 4,50 %
- 11) PERDIDAS SEGÚN NORMAS IRAM 2106:
 - a) De cortocircuito plena carga a corriente nominal referida a 75° C: 1450 W
 - b) Pérdidas en vacío: 230 W
- 12) MASAS APROXIMADAS:
 - a) Núcleo: 136,5 Kgs.
 - b) Cobre: 63 Kgs.
 - c) Aceite: 119 Kgs.
 - d) Cuba y Accesorios: 76,5 Kgs.
 - e) Total: 395 Kgs.
- 13) MEDIDAS APROXIMADAS:
 - a) Ancho: 810 mm
 - b) Largo: -----
 - c) Alto: 1320 mm
 - d) Diámetro: 450 mm
- 14) ARROLLAMIENTOS:
 - a) Baja Tensión: Con cobre electrolítico circular continuo
 - b) Media Tensión: Con cobre electrolítico circular continuo
- 15) ACCESORIOS: Según normas IRAM
- 16) RESISTENCIA MÍNIMA DE AISLACION:
 - a) Entre Primario y Secundario: 3000 Megohms
 - b) Entre Primario y Masa: 2500 Megohms
 - c) Entre Secundario y Masa: 2000 Megohms

17) TOLERANCIA PARA TODOS LOS VALORES ANTERIORES: Según normas IRAM

LOS PRESENTES TRANSFORMADORES SE ENTREGAN CON PROTOCOLO Y SERÁN ENSAYADOS SEGÚN NORMAS EN FABRICA CON LA PRESENCIA DE PERSONAL AUTORIZADO POR ESA.

43

⁴³ www.bonaben.com.ar

Se adjunta hoja de datos técnicos del generador seleccionado anteriormente:

Datos técnicos



Módulo de cogeneración para biogás

SBG 30.M

Datos de diseño *		4.12 M
Potencia eléctrica	kW	30
Recuperación térmica - circuito hidráulico	kW	32
Recuperación térmica - gases de escape (150°C)	kW	19
Potencia térmica 2ª etapa intercooler	kW	-
Recuperación térmica total (tolerancia ± 8%)	kW	51
Consumo de combustible (tolerancia ± 5%)	kW	93
Caudal de consumo	Nm³/h	15,5
PCI Combustible	kWh/Nm³	6,0
Rendimiento eléctrico	%	32,3
Rendimiento térmico	%	54,8
Rendimiento global	%	87,1

Datos del motor		MWM
Fabricante		MWM
Modelo		Acteon 4.12
Número de cilindros		4 en línea
Capacidad	litros	4,7
Diámetro x carrera	mm	105 x 137
Ratio de compresión		12,0:1
Capacidad standard - ISO	kW	32
Consumo específico (tolerancia ± 5 %)	MWh/Wh	10,46
Presión media efectiva	bar	5
Consumo de aceite	g/kWh	<0,3
Volumen de aceite / con depósito adicional	litros	08/55
Temp. máx. fluido de refrigeración (E/S)	°C	78/87
Temperatura máxima de la mezcla	°C	25
Contrapresión máxima en escape	mbar	-
Caudal máscico de gases de escape	kg/h	198
Caudal de gases de escape (a 150° C)	m³/h	239
Caudal de entrada de aire	m³/h	139
Temperatura de salida del turbo	°C	480
Tipo de combustión		m. pobre asp.natural

Datos de emisiones		
<u>Gases de escape</u>		
Emisiones (con 5 % O₂)		
NOx	mg/m³n	<500
Monóxido de Carbono (CO)	mg/m³n	<1000
Formaldeido (HCHO)	mg/m³n	<60
Hidrocarburos inquemados (NMHC)	mg/m³n	0
<u>Emisiones sonoras (con cabinado)</u>		
Nivel sonoro a 1 m	db(A)	70
Nivel sonoro en entrada de aire	db(A)	78
Nivel sonoro en impulsión de ventilación	db(A)	82
Nivel sonoro en salida de humos a 1 m	db(A)	80

Datos del generador		
Fabricante		LEROY SOMER
Modelo / Tipo		LSA 42.3 L9
		Sincrono sin escobillas
Potencia aparente	kVA	46
Eficiencia	%	94,3
Velocidad (rpm)	1/min	1.500
Frecuencia	Hz	50
Voltaje	V	400
Corriente nominal (f.d.p. 0,98i)	A	44

Recuperación de calor		
Temp. de entrada circuito secundario	°C	70
Temp. de salida circuito secundario	°C	85
Caudal de agua caliente	m³/h	3,1

Ventilación del módulo		
Temperatura de entrada de aire	°C	35
Caudal entrada de aire a 20°C	m³/h	1.050
Temperatura de salida de aire	°C	60
Caudal salida de aire a 35°C	m³/h	977

Dimensiones		
Largo	mm	2.820
Ancho	mm	900
Alto	mm	2.150
Peso	kg	1.753

Conexiones		
Hidráulicas		DN 32 / PN10
Gas		DN32 / PN10
Humos		DN80 / PN10
Salida de ventilación (diam. en mm)		200

Calidad del combustible		
Número de metano		> 80
PCI	kWh/Nm³	> 4,0
Cloro + Flúor	mg/Nm³ _{DR}	< 100
Partículas	mg/Nm³ _{DR}	< 10
Silicio	mg/Nm³ _{DR}	< 10
Sulfuro	mg/Nm³ _{DR}	< 300
Sulfuro de hidrógeno	ppm	< 500
Humedad relativa	%	< 60
Temperatura del gas	°C	10-30
Presión del gas	mbar	> 20
	mbar	< 50

44

44 www.altare-energia.com

12.1 Consumo de la instalación (Sección nueva + Sección existente):

Tabla 8

Equipos		Potencia motor [HP]	Potencia motor [kW]	Potencia instalada [kW]	Cantidad	Horas de uso diarias estimadas [Hs]	Energía consumida diaria [kWh/día]
Sistema de ordeño	Equipo de frío 15.000 lts	7.5	5.5	-	2	20	220.00
	Equipo de ordeño 1	5.5	4	-	2	6	48.00
	Equipo de ordeño 2	1.5	1.1	-	1	6	6.60
	Bomba sumergible	2	1.5	-	1	3	4.50
	Bomba para lavado	5.5	4	-	1	3	12.00
	Ventiladores	1	0.75	-	10	6	45.00
	Iluminación ordeño	-	-	5	1	6	30.00
Sector doméstico	Casa peón	-	-	5	1	4	20.00
	Oficina y vestuarios (Tomas + iluminación)	-	-	10	1	4	40.00
Premezcla	Bomba de efluentes sector ordeño	0.8	0.60	-	1	4	2.39
	Separador de sólidos	3	2.2	-	1	4	8.80
	Depósito de alimentación	1.5	1.1	-	2	2	4.40
	Iluminación exterior	-	-	0.14	1	4	0.56
Biodigestor	Bomba de recirculación	0.8	0.60	-	1	24	14.32
	Iluminación exterior	-	-	0.14	2	4	1.12
Acondicionamiento Biogás	Sistema de acondicionamiento de biogás	1	0.75	-	1	24	18.00
	Iluminación exterior	-	-	0.14	1	4	0.56
Sala de Generador	Iluminación interior - sala generador	-	-	0.028	4	4	0.45
							476.69

La energía diaria total consumida de la instalación completa es igual a:

$$E_{diaria} = 476.7 \frac{kWh}{día}$$

Consideramos que la instalación analizada tendrá un factor de simultaneidad igual a 0.9.

$$E_{diaria} = 476.7 \times 0.9 = 429.03 \frac{kWh}{día}$$

Y el potencial de generación de energía estimado mediante los cálculos anteriormente realizados nos arrojaba el siguiente valor:

$$E_{diaria\ generada\ estimada} = 434.36 \frac{\text{Kwh}}{\text{día}}$$

Por lo tanto, podemos decir que nos encontramos en buenas condiciones, y la energía generada en principio podría cubrir la demanda de nuestra instalación.

Pero debido a que la instalación tiene picos de demandas del orden de los 94 A y que nuestro generador solo puede entregar 44 A, operando con un factor de potencia elevado de 0.98, creemos que lo más conveniente es inyectar toda la energía generada a la red de suministro eléctrico de BT – de la empresa prestataria de energía y obtener un beneficio económico de esta operación.

El diagrama unifilar de la instalación propuesto se presenta con plano adjunto “UTN-001 y UTN-002”.

Para los cálculos de la instalación nos basaremos en el anexo 771-H de la AEA Edición 2006 – “Guía práctica para cálculos de instalaciones”:

Lo primero que haremos será seleccionar el conductor principal y los conductores de las cargas agregadas al circuito ya existente, para el caso del conductor principal debemos conocer cuál es la máxima demanda simultánea de todo el circuito y para el caso de los conductores de las cargas (motores, iluminación, etc.) debemos conocer cuál es la demanda de cada una.

12.2 Determinación de sección de conductores y protecciones

Utilizaremos la siguiente tabla para seguir paso a paso la selección de los conductores:

771-H.1: Tabla resumen para determinar la sección de conductores

Tabla 771-H.1

Paso	Cláusula del paso	Dato origen	Cláusula del dato origen	Cálculo	Resultado	Obs.
Determinación de la corriente de proyecto I_B	771.19.3 a)	DPMS [VA] (del circuito considerado)	771.9	$DPMS / 220$	I_B	Circuito monofásico
				$DPMS / \sqrt{3} \cdot 380$	I_B	Circuito trifásico
Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_Z	771.19.3 b) y c)	I_B	771.19.3 a)	$I_Z \geq I_B$	S I_Z	Tener en cuenta las condiciones de instalación
Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n	771.19.3 d)	I_B I_Z	771.19.3 a), b) y c)	$I_B \leq I_n \leq I_Z$	I_n	Tener en cuenta I_n en aparatos regulables
Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga	771.19.3 e)	I_Z	771.19.3 b) y c)	$I_2 \leq 1,45 I_Z$	S_1	Si no verifica cambiar sección o aislación
Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I_k'	771.19.3 f)	Empresa distribuidora o potencia del transformador	771.19.2.2	Calcular o utilizar tablas según se indica en 771.H.2.2	I_k'	.
Verificación por máxima exigencia térmica	771.19.2.2.3	$I_k', I^2 t$ t, S, k	771.19.2.2.3	$k^2 \cdot S^2 \geq I^2 \cdot t$ $S \geq \frac{I \cdot \sqrt{t}}{k}$	S_2	Si $S_2 > S_1$ entonces $S = S_2$
Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito I_{kmin}	771.19.3 g)	I_k', S, I_n Curvas fijas Regulaciones instantáneas	771.19.2.2.4	Calcular o utilizar tablas: 771-H.VII, 771-H.VIII	S_3	Si $S_3 > S$ entonces $S = S_3$
Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito	771.19.3 h)	I_B	771.9 Consideraciones de proyecto	771.19.7 a), b) y c)	S_4	Si $S_4 > S$ entonces $S = S_4$

Referencias: DPMS = Demanda de potencia máxima simultánea del circuito considerado [VA]; I_B = Intensidad de proyecto definitiva [A] (pudiendo ser monofásico o trifásico según el sistema); I_n = Intensidad de corriente asignada del dispositivo de protección contra las sobrecargas y los cortocircuitos [A]; I_Z = Intensidad máxima admisible por el conductor eléctrico en las condiciones elegidas de instalación [A]; I_2 = Intensidad de corriente de fusión del fusible o de operación segura de la protección contra sobrecargas [A]; S = Sección definitiva del conductor [mm²]; S_1 = Sección del conductor protegida contra sobrecargas [mm²]; S_2 = Sección del conductor protegida contra cortocircuitos [mm²]; S_3 = Sección del conductor que asegura la actuación del órgano de protección contra cortocircuitos con su intensidad mínima [mm²]; S_4 = Sección del conductor que verifica que la caída de tensión esté dentro de los valores tolerables por esta Reglamentación [mm²]; I_k' = Intensidad de corriente máxima presunta de cortocircuito [A]; t = tiempo [s], en que la protección de máxima corriente despeja la falla (comprendido entre 0,1 y 5 s); k = constante que depende del material del conductor y del aislante de los cables utilizados; I_{kmin} = corriente mínima de cortocircuito [A]; $I^2 \cdot t$ = máxima energía específica pasante [A² s].

45

Fig. 57

⁴⁵ Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

12.2.1 Conductor principal

12.2.1.1 Determinación de la corriente de proyecto – I_B

El conductor principal de nuestra instalación existente ha sido calculado para la carga máxima permanente de la misma, ahora con la ampliación realizada para llevar a cabo nuestro proyecto debemos redimensionar dicho conductor. Para ello elaboramos una lista donde podremos ver la mayor carga permanente que circulara por el conductor, esto se logra reconociendo aquellos equipos que trabajan en simultaneidad y representan la mayor potencia permanente en la línea. Para el cálculo del conductor nos basaremos en el reglamento de la AEA (Asociación Electrotécnica Argentina), AEA 90364.

La tabla se puede ver a continuación:

Tabla 9

Nº Item	Listado de equipos	Potencia activa en el eje [kW]	Potencia activa total [kW]	Tensión [V]	Eficiencia (100 %)	Cos φ (100%)	I_activa [A]	Ángulo I_Total [°]	Simultaneidad (Condición más desfavorable)
1	Equipo de frío 15.000 lts - Motor 1	5.50	6.06	380	0.907	0.85	10.8	31.79	<input checked="" type="checkbox"/>
	Equipo de frío 15.000 lts - Motor 2	5.50	6.06	380	0.907	0.85	10.8	31.79	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Equipo de ordeño 1	4.00	4.49	380	0.891	0.79	8.63	37.81	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Equipo de ordeño 2	1.10	1.30	380	0.848	0.78	2.53	38.74	<input type="checkbox"/>
4	Bomba sumergible	1.50	1.72	380	0.87	0.80	3.27	36.87	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Bomba para lavado	4.00	4.49	380	0.891	0.79	8.63	37.81	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Ventiladores	7.5	9.09	380	0.825	0.78	17.7	38.74	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Bomba de efluentes sector ordeño	0.55	0.68	380	0.808	0.8	1.29	36.87	<input type="checkbox"/>
8	Separador de sólidos	2.20	2.53	380	0.87	0.8	4.8	36.87	<input type="checkbox"/>
9	Depósito de alimentación	1.10	1.30	380	0.848	0.78	2.53	38.74	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Bomba de recirculación	0.55	0.68	380	0.808	0.8	1.29	36.87	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Sistema de acondicionamiento de biogás	0.75	0.91	380	0.825	0.78	1.77	38.74	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Iluminación ordeño	-	5.00	220	1	0.9	25.25	25.84	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Iluminación exterior premezcla	-	0.14	220	1	0.9	0.71	25.84	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Iluminación exterior zona biodigestor	-	0.14	220	1	0.9	0.71	25.84	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Iluminación exterior acond. Biogás	-	0.14	220	1	0.9	0.71	25.84	<input checked="" type="checkbox"/>
16	Iluminación interior - sala generador	-	0.28	220	1	0.9	1.41	25.84	<input checked="" type="checkbox"/>
				Intensidad de corriente total [A]			94.21	36.05	

Conociendo este valor podemos obtener el valor máximo de corriente permanente por el conductor principal " I_B ", dicho valor nos sirve para el cálculo del conductor mencionado.

$$I_B = 94.2 A$$

Considerando futuras ampliaciones se aconseja dejar un 20% de reserva, esto nos da una intensidad de corriente igual a:

$$I_{m\acute{a}x\ perm.} = 113\ A$$

12.2.1.2 Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible – I_z

El conductor adoptado inicialmente es tetrapolar, tipo subterráneo para baja tensión, marca PRYSMIAN, modelo SINTENAX VALIO. El mismo se instalará directamente enterrado hasta el tablero de distribución. Del catálogo de conductores eléctricos PRYSMIAN, tenemos que:

SINTENAX VALIO
Instalaciones Fijas

Baja Tensión
0,6 / 1,1 kV
VV-K / VV-R

Características eléctricas (IRAM)

Intensidad admisible para cables con conductores de cobre					
Sección nominal	Método D1 Caño Enterrado	Método D1 Caño Enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado
mm ²	(1) A	(2) A	(3) A	(4) A	(5) A
1,5	25	20	28	29	25
2,5	33	27	37	39	34
4	43	35	47	51	44
6	53	44	59	65	55
10	71	58	80	88	74
16	91	75	104	112	95
25	117	96	134	137	117
35	140	115	162	164	140
50	-	137	198	-	173
70	-	169	240	-	211
95	-	201	280	-	254
120	-	228	324	-	290
150	-	258	363	-	325
185	-	289	405	-	369
240	-	333	475	-	428
300	-	377	533	-	484

Fig. 58

⁴⁶ Catálogo SINTENAX VALIO – Instalaciones fijas – Baja tensión 0.6/1.1 kV

Consideramos que el conductor se instalará en un terreno normal, con buena resistividad y a la profundidad especificada por el fabricante, por lo tanto, no debe afectarse el valor de la intensidad nominal del mismo por factores de corrección.

El conductor de sección 25 mm², tiene una intensidad admisible de 117 A frente a los 94.1 A, que demanda la instalación en su condición de carga más desfavorable, podemos decir que en términos de corrientes admisibles estamos en buenas condiciones. La sección “S” e intensidad de corriente nominal del conductor “I_Z”, queda definida:

$$S = 25 \text{ mm}^2 ; I_Z = 117 \text{ A}$$

Los valores de resistencia y reactancia del conductor seleccionado son los siguientes:

SINTENAX VALIO **Baja Tensión**
0,6 / 1,1 kV
VV-K / VV-R
Instalaciones Fijas

Características técnicas (IRAM) - Cables con conductores de cobre

Sección nominal	Diámetro del conductor	Espesor de aislación nominal	Espesor de envoltura nominal	Diámetro exterior aproximado	Peso aproximado	Resistencia eléctrica a 70°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	Ohm/km	Ohm/km
TETRAPOLARES (almas de color marrón, negro, rojo y azul)							
1,5	1,5	0,8	1,8	11	180	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	12	233	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	15	337	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	433	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	18	627	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	22	992	1,45	0,0813
25/16	-	1,2/1,0	1,8	27	1430	0,935	0,0780
35/16	-	1,2/1,0	1,8	29	1780	0,663	0,0760
50/25	-	1,4/1,2	1,9	31	2355	0,464	0,0777
70/35	-	1,4/1,2	2,0	31	2742	0,321	0,0736
95/50	-	1,6/1,4	2,2	35	3736	0,232	0,0733
120/70	-	1,6/1,4	2,3	39	4643	0,184	0,0729
150/70	-	1,8/1,4	2,4	42	5546	0,150	0,0720
185/95	-	2,0/1,6	2,6	47	6969	0,121	0,0720
240/120	-	2,2/1,6	2,8	53	8973	0,0911	0,0716
300/150	-	2,4/1,8	3,0	59	11154	0,0730	0,0714

Fig. 59

⁴⁷ Catálogo SINTENAX VALIO – Instalaciones fijas – Baja tensión 0.6/1.1 kV

12.2.1.3 Determinación de la corriente de cortocircuito máxima – I_k

Tendremos en nuestro circuito 2 (dos) corrientes de cortocircuito principales, la que pueda aportar el transformador de la alimentación de la red eléctrica y la que pueda aportar el grupo generador.

12.2.1.3.1 Aporte del transformador

Los datos del transformador se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 10

TRANSFORMADOR			
Item	Parámetros	Valor	Unidad
1	Sn	63000	VA
2	Un_BT	400	V
3	In_BT	91	A
4	Zn	2.54	Ω
5	Pcu	1450	W
6	μ_{cc} %	4.50%	-
7	Zcc	0.11	Ω
8	Rcc	0.058	Ω
9	Xcc	0.098	Ω
10	Icc	2.02	kA

El aporte del transformador de 63 kVA de lado de baja tensión (BT) es:

$$I_{k1} = I_{cc-trafo} = \frac{I_n}{\mu_{cc} \%}$$

$$I_{cc-trafo} = \frac{91 A}{4.5 \%} = 2022 A$$

$$I_{k1} = I_{cc-trafo} = 2.02 kA [54.27^\circ]$$

Aquí hemos despreciado la impedancia aportada por la red de suministro debido a que la misma es muy baja comparada con la impedancia del transformador.

12.2.1.3.2 Aporte del generador

En el caso del generador tenemos una sumatoria de corrientes de cortocircuito que se presentan durante una falla, se puede observar un período sub-transitorio (i_{cc} mayor), un período transitorio y un período permanente, además de una componente continua que acompaña a todas estas corrientes durante toda la falla. Cabe destacar que la resistencia del generador es despreciable frente a la reactancia de este, por lo tanto, se considera un circuito puramente inductivo.

A continuación, se muestra un gráfico de las corrientes de cortocircuito producidas en un generador con sus respectivos períodos:

48

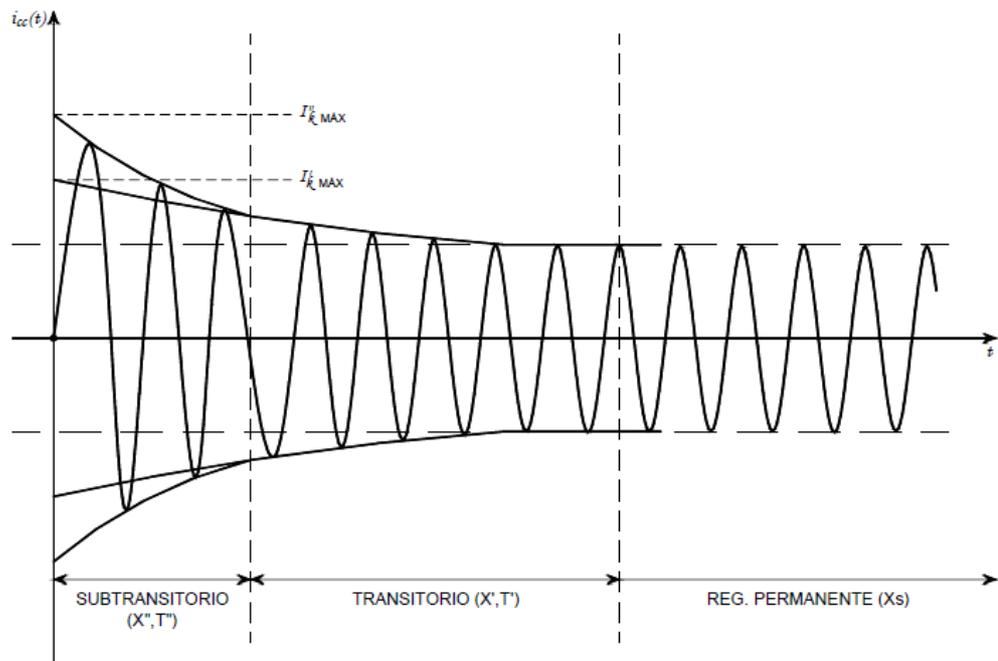


Fig. 60

⁴⁸ Informe "Calculo de las corrientes de cortocircuito" – Universidad de la Republica Uruguay

A fin de conocer la capacidad de ruptura de nuestro interruptor, utilizaremos la corriente generada en el período sub-transitorio que es la de mayor valor, para ello debemos conocer la reactancia sub-transitoria de la máquina, este dato es aportado por el fabricante en la hoja de datos técnica del generador. A continuación, podemos ver una tabla con los datos del generador:

Tabla 11

GENERADOR			
Item	Parámetros	Valor	Unidad
1	Sn	46000	VA
2	Un_BT	400	V
3	In_BT	44.00	A
4	Zg	0.25	Ω
5	Xd"	7.3%	-
6	Icc	5.48	kA

$$I''_{k2} = I_{cc-gen} = \frac{E}{X_d''}$$

$$I_{cc-gen} = \frac{400 V}{7.3 \%}$$

$$I_{cc-gen} = 5479.45 A$$

$$I''_{k2} = I_{cc-gen} = 5.48 kA [90^\circ]$$

Conociendo la corriente nominal permanente que circula por nuestro circuito “ I_B ” y la corriente máxima de cortocircuito “ I''_{k2} ”, podemos seleccionar el interruptor termomagnético principal que se encargará de proteger el circuito de nuestra instalación ante sobrecargas y cortocircuitos.

$$I_B = 94.1 A$$

$$I''_{k2} = 5.48 kA$$

Adoptamos el siguiente interruptor:

El interruptor seleccionado para montar en el ingreso de alimentación de la instalación es un interruptor SCHNEIDER - COMPACT NSX160F – 36kA – 4 POLOS. La hoja de datos del dispositivo se encuentra en el anexo.



49

Fig. 61

La unidad de control Micrologic 2.2 nos permite configurar la curva del interruptor para que se ajuste a nuestras necesidades y lograr una protección eficiente.

⁴⁹ www.schneider-electric.com.ar

Este interruptor cuenta con una función de seccionamiento, asegurando un corte plenamente aparente, como se indica a continuación.

Apagado del interruptor automático

Capacidad de seccionamiento

Los interruptores automáticos Compact NSX ofrecen una indicación positiva de contacto y son aptos para el seccionamiento según las normas IEC/EN 60947-1 y 2. La posición O (OFF) del actuador es suficiente para el seccionamiento del interruptor automático en cuestión.

Las siguientes marcas en la etiqueta de la placa frontal indican que el interruptor automático es apto para el seccionamiento:



Para confirmar esta capacidad, las normas IEC/EN 60947-1 y 2 exigen realizar pruebas específicas de resistencia a choques eléctricos.

Los interruptores automáticos Compact NSX pueden bloquearse en la posición O (OFF) para poder llevar a cabo operaciones con la unidad apagada según las reglas de instalación. El interruptor automático sólo se puede bloquear en la posición abierta si está en la posición O (OFF).

NOTA: Con el bloqueo de un interruptor automático Compact NSX en la posición abierta basta para el seccionamiento del interruptor automático.

50

Fig. 62

Aguas debajo de este interruptor instalaremos en el ingreso del tablero de distribución un seccionador manual, para realizar el corte general de la instalación para los momentos en que debamos realizar intervenciones de mantenimiento del establecimiento.

El seccionador manual adoptado marca SCHNEIDER – INS – 4X160A, se ve a continuación:



51

Fig. 63

⁵⁰ www.schneider-electric.com.ar

⁵¹ www.schneider-electric.com.ar

12.2.1.4 Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección – I_n

La corriente asignada del dispositivo de protección principal es:

$$I_n = 160 A$$

La corriente regulada mediante la unidad de control Micrologic 2.2, es:

$$I_r = 100.8 A$$

12.2.1.5 Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga – I_2

El interruptor seleccionado fue fabricado conforma a la normativa IEC 60947-2, la norma exige que la intensidad de operación para estos interruptores debe encontrarse entre los siguientes valores para considerarse apto en lo que respecta a la protección contra sobrecargas, lo siguiente:

- I_2 = Intensidad de corriente de operación o disparo seguro de los interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2:

$$I_2 = 1,3 I_n, \text{ para } I_n \leq 63 A \text{ (tiempo convencional 1 hora)}$$

52

$$I_2 = 1,3 I_n, \text{ para } I_n > 63 A \text{ (tiempo convencional 2 horas)}$$

Fig. 64

$$I_2 = 1.3 \times I_z$$

$$I_2 = 1.3 \times 117 A$$

$$I_2 = 152.1 A$$

⁵² Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

Viendo la curva de disparo del interruptor, obtenida del software de SCHNEIDER “Curve Direct V1.7” una vez regulado los parámetros vemos que para una corriente de sobrecarga 152.1 A (1.3 I_n), el interruptor actúa en un tiempo aproximado de entre (100-150s), cuando la norma exige que para $I_n > 63 A$, como máximo un tiempo convencional de 2 horas, es decir, estamos en buenas condiciones. A continuación, se podrá visualizar la curva de disparo del interruptor, obtenida de la hoja de datos del mismo:

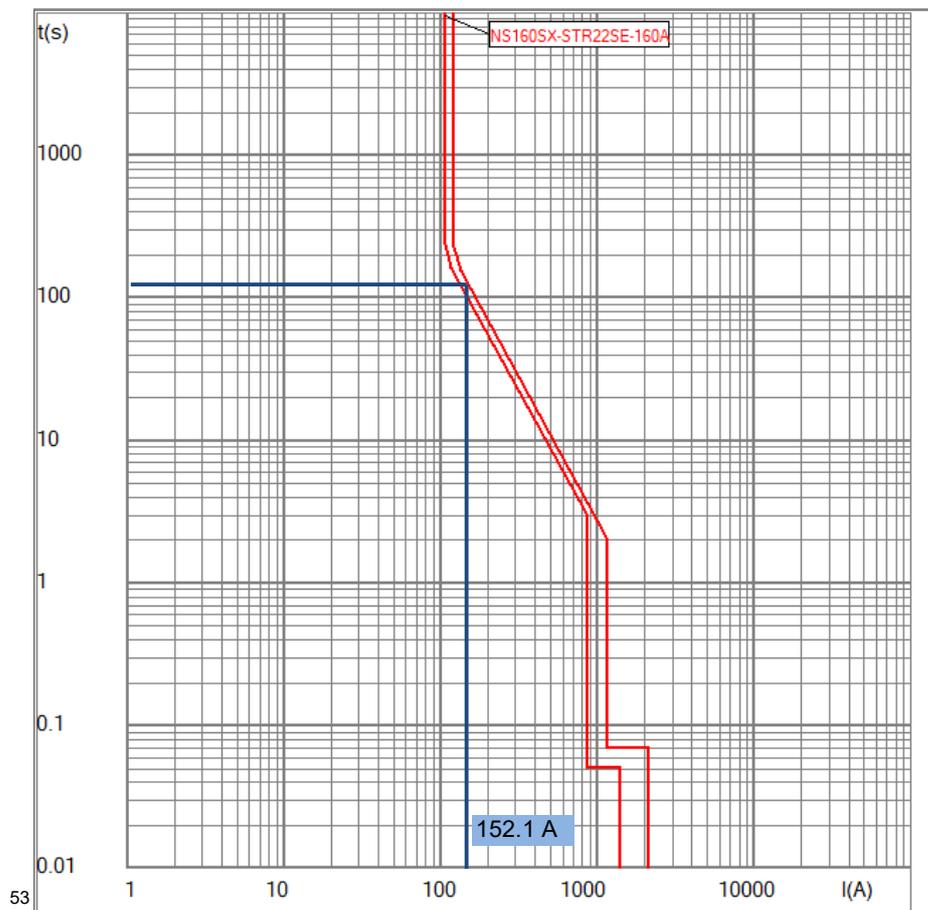


Fig. 65

El tiempo de respuesta del interruptor para las distintas corrientes de cortocircuito, es el que se muestra en la siguiente tabla, recordamos que el interruptor tiene una capacidad de ruptura de 36 kA.

⁵³ Software – Curve Direct V1.7

12.2.1.6 Verificación por máxima exigencia térmica

Procedemos a verificar al conductor principal de 3x25+1x16 mm² al cortocircuito, lo verificaremos al mayor valor de las corrientes de cortocircuito, si verifica a este valor verificará a los demás sin inconvenientes. Observando la curva de disparo del interruptor para el valor de la máxima corriente presunta de cortocircuito $I''_{k2} = 5.48 \text{ kA}$.

$$\frac{I}{I_r} = \frac{5480 \text{ A}}{100.8 \text{ A}} = 54.4$$

Vemos que el tiempo de respuesta del interruptor es $< 0.01 \text{ s}$, utilizaremos la siguiente fórmula para verificar el conductor al cortocircuito:

$$K^2 \times S^2 \geq I_{cc}^2 \times t$$

Donde:

I_{cc} = Corriente de cortocircuito presunta máxima [A]

t = Tiempo de disparo del interruptor para la I_{cc} [s]

K = Coeficiente que depende del material del conductor (cobre o aluminio)

$$K = 115 \text{ (Cobre)} - K = 70 \text{ (Aluminio)}$$

S = Sección del conductor [mm²]

$$K^2 \times S^2 = (115)^2 \times (25 \text{ mm})^2$$

$$K^2 \times S^2 = 8.26 \times 10^6$$

Ahora ingresaremos a la curva de limitación de energía del interruptor con el siguiente valor de corriente de cortocircuito:

$$I_{k2}'' = 5.48 \text{ kA}$$

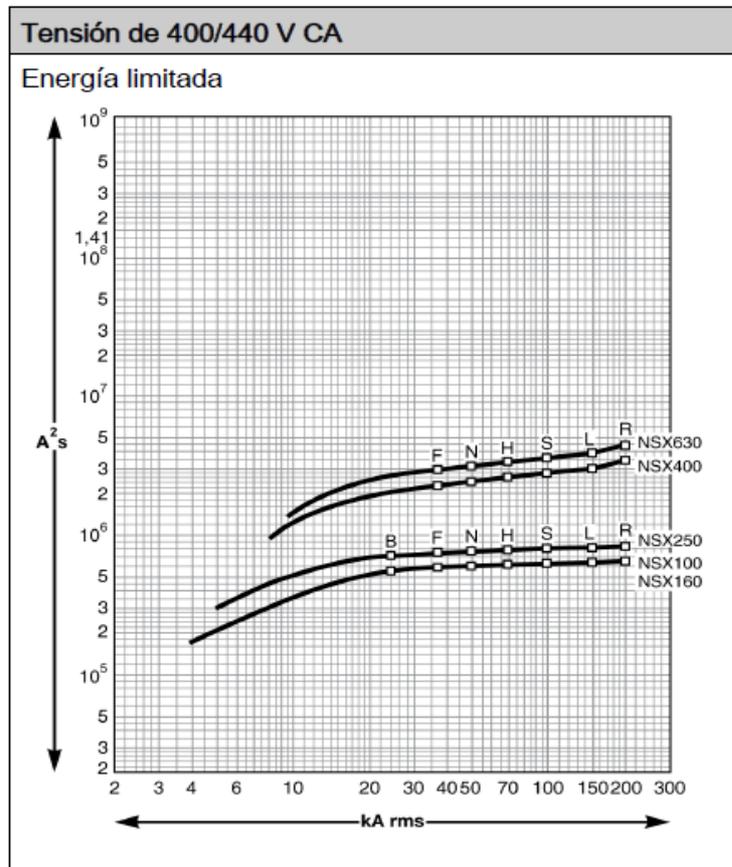


Fig. 66

54

⁵⁴ Hoja de datos Interruptor COMPACT NSX - Curva de limitación de energía

Vemos que para $I''_{k2} = 5.48 \text{ kA}$:

$$I_{cc}^2 \times t \cong 2 \times 10^5$$

Por lo tanto, se verifica que:

$$K^2 \times S^2 \geq I_{cc}^2 \times t$$

$$8.26 \times 10^6 \geq 2 \times 10^5$$

El conductor verifica a la máxima exigencia térmica.

12.2.1.7 Verificación de actuación de la protección por corriente mínima de cc – $I_{k \text{ min}}$

La corriente mínima de cortocircuito presente en el conductor principal será la que se presente en el ingreso al tablero de distribución y consideraremos la condición más desfavorable cuando la instalación está siendo alimentada por la red eléctrica, debido a que en esta situación tendremos la mínima corriente de cortocircuito.

Primero veremos la siguiente tabla con los datos del conductor principal $3 \times 25 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$:

Tabla 12

CONDUCTOR PRINCIPAL			
Ítem	Parámetros	Valor	Unidad
1	Rc	0.07464	Ω
2	Xc	0.00624	Ω
3	Longitud	0.08	km

Como mencionamos la corriente mínima de cortocircuito se presenta cuando el transformador está aportando energía a la instalación, la impedancia en dicho punto de la línea será:

$$Z_4 = Z_{cc-trafo} + Z_{Cond princ.}$$

$$Z_4 = 0.06 + 0.07464 + j 0.10 + j 0.00624$$

$$Z_4 = 0.1346 + j 0.1062$$

$$Z_4 = 0.171 \Omega [38.3^\circ]$$

$$I_{k3} = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z_4}$$

$$I_{k3} = \frac{400 V}{\sqrt{3} \times 0.171 \Omega}$$

$$I_{k3} = 1.35 kA [38.3^\circ]$$

Ingresando en la curva del interruptor con el siguiente valor:

$$\frac{I}{I_r} = \frac{1350 A}{100.8 A} = 13.4$$

Vemos que la corriente mínima de cortocircuito se encuentra en la zona de la curva magnética del interruptor y el mismo despeja la falla en un tiempo máximo de 20ms.

El conductor se encuentra protegido.

12.2.1.8 Verificación de la caída de tensión en el extremo del conductor principal - ΔU

Verificaremos la caída de tensión al final del conductor principal, considerando que está circulando por él, la corriente máxima permanente previamente calculada. Este valor de caída de tensión luego se adicionará a la caída de tensión presente en cada línea de cada carga y podremos conocer cuál es la tensión de alimentación que estamos suministrando a cada componente terminal de nuestro circuito. Utilizaremos para el cálculo a la siguiente fórmula:

$$\Delta U = K \times I_{carga} \times L \times (R \times \text{Cos } \varphi + X \times \text{Sen } \varphi)$$

Donde:

K = coeficiente según tipo de instalación (trifásica o monofásica)

I_{carga} = Intensidad de carga analizada [A]

L = Longitud del conductor [km]

R = Resistencia del conductor $\left[\frac{\Omega}{km} \right]$

X = Reactancia del conductor $\left[\frac{\Omega}{km} \right]$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 113 \text{ A} \times 0.08 \text{ km} \times \left(0.933 \frac{\Omega}{km} \times \text{Cos } 36.05^\circ + 0.078 \frac{\Omega}{km} \times \text{Sen } 36.05^\circ \right)$$

$$\Delta U = 12.52 \text{ V}$$

$$\boxed{\Delta U = 3.13 \%}$$

Por último, para verificar que el conductor principal y el dispositivo de protección estén correctamente seleccionados, procedemos a utilizar el siguiente gráfico que se encuentra en la AEA, ítem 771.19.3.

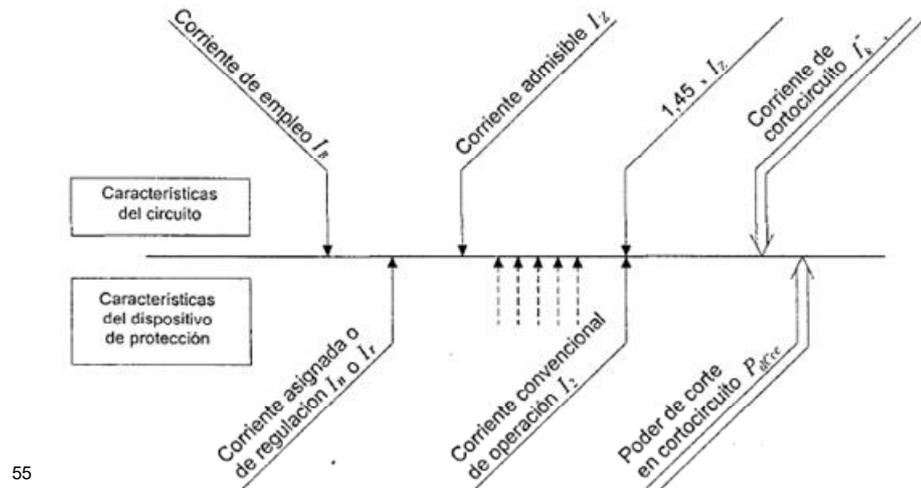


Fig. 67

IB	Intensidad de corriente máx. permanente correspondiente a una instalación
IZ	Intensidad de corriente admisible del conductor adoptado
Ir	Intensidad de corriente asignada al dispositivo de protección
I2	Intensidad de corriente de operación o disparo seguro para interruptores
Ik''	Intensidad de corriente máxima de cortocircuito
Pdccc	Poder de corte en servicio último

Fig. 68

⁵⁵ Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

A través de la siguiente tabla evaluamos cada uno de los puntos indicados por la normativa:

Tabla 13

Designación	Valor	Unidad	Consigna	Verificación
IB	94.2	A	-	-
IZ	117	A	> IB	VERIFICA
Ir	100.8	A	$IB \leq Ir \leq IZ$	VERIFICA
I2	152.1	A	1.3 IZ	VERIFICA
Ik"	5.48	kA	$Ik'' \leq Pdcc$	VERIFICA
Pdcc	36	kA	$Pdcc \geq Ik''$	VERIFICA

Podemos decir que tanto el conductor principal, como los dispositivos de protección adoptados, para esta parte de la instalación son aptos. Estamos en buenas condiciones.

12.2.2 Conductores de cargas varias

12.2.2.1 Determinación de la corriente de proyecto – I_B

Dentro de las máquinas y equipos que debemos adicionar para llevar a cabo el proyecto, se encuentran en su mayoría motores eléctricos y equipos de iluminación, dejaremos como reserva un conductor tetrapolar para la alimentación de todos los demás comandos que intervienen en la línea de salida del biogás.

Para el cálculo de los conductores de nuestras cargas nos basaremos en el reglamento de la AEA (Asociación Electrotécnica Argentina), AEA 90364.

Elaboramos una tabla con el consumo nominal de cada carga y por lo tanto el valor de corriente " I_B " de cada línea de alimentación y a partir de aquí seleccionaremos el conductor que alimente a cada una de ellas, repetiremos los mismos pasos utilizados para el conductor principal.

Tabla 14

Nº motor	Sector/Ubicación	Equipo	Potencia eléctrica [kW]	I nominal [A]	Tensión [V]	Cos ϕ
M1	Sala de ordeño	Bba. de efluentes	0.55	1.7	380	0.75
M2	Depósito de alimentación	Separador de sólidos	2.2	4.7	380	0.84
M3	Depósito de alimentación	Motoreductor sinfines	1.1	2.8	380	0.79
M4	Biodigestor	Bba. de recirculación	0.55	1.7	380	0.75
M5	Biodigestor	Bba. De extracción de lodos	0.55	1.7	380	0.75
M6	Tren de calibración biogás	Soplador	0.75	2.1	380	0.78
ILUM. EXT. GRAL	ILUMINACIÓN EXTERIOR GENERAL	Luminaria Led PHILIPS	0.7	3.2	220	0.9
ILUM. INT. GENERADOR	ILUMINACIÓN INTERIOR SALA DE GENERADOR	Luminaria Led PHILIPS	0.112	0.24	220	0.9

Podemos observar que la potencia de los motores utilizados y la potencia nominal de los equipos de iluminación requeridos son bajos, en ninguno de los casos se supera una corriente nominal de 5 A (en régimen nominal), por consiguiente, vamos a adoptar conductores de sección 2.5 mm^2 , no utilizamos una sección menor debido a la resistencia mecánica de los conductores. Las corrientes " I_B " de cada carga quedan:

Tabla 15

Nº motor	Equipo	IB [A]	IB + 20% reserva[A]
M1	Bba. de efluentes	1.7	2.04
M2	Separador de sólidos	4.7	5.64
M3	Motoreductor sinfines	2.8	3.36
M4	Bba. de recirculación	1.7	2.04
M5	Bba. De extracción de lodos	1.7	2.04
M6	Soplador	2.1	2.52
ILUM. EXT. GRAL	Luminaria Led PHILIPS	3.2	3.84
ILUM. INT. GENERADOR	Luminaria Led PHILIPS	0.24	0.288

Se consideran dejar un 20% de reserva para futuras ampliaciones.

12.2.2.2 Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible – I_z

Los conductores adoptados inicialmente son de tipo subterráneo para baja tensión, marca PRYSMIAN, modelo SINTENAX VALIO. Del catálogo de conductores eléctricos PRYSMIAN, tenemos que:

Las secciones “S” e intensidades de corriente nominal de los conductores “ I_z ”, quedan definidas:

Tabla 16

Nº motor	Equipo	IB + 20% reserva[A]	Conductor adoptado	Tendido	IZ [A]
M1	Bba. de efluentes	2.04	SINTENAX VALIO - 3x2.5mm2	Bandeja perforada	22
M2	Separador de sólidos	5.64	SINTENAX VALIO - 3x2.5mm2	Bandeja perforada	22
M3	Motoreductor sinfines	3.36	SINTENAX VALIO - 3x2.5mm2	Bandeja perforada	22
M4	Bba. de recirculación	2.04	SINTENAX VALIO - 3x2.5mm2	Bandeja perforada	22
M5	Bba. De extracción de lodos	2.04	SINTENAX VALIO - 3x2.5mm2	Bandeja perforada	22
M6	Soplador	2.52	SINTENAX VALIO - 3x2.5mm2	Bandeja perforada	22
ILUM. EXT. GRAL	Luminaria Led PHILIPS	3.84	SINTENAX VALIO - 2x2.5mm2	Caño a la vista	20
ILUM. INT. GENERADOR	Luminaria Led PHILIPS	0.288	SINTENAX VALIO - 2x2.5mm2	Caño a la vista	20

Los valores de resistencia y reactancia del conductor seleccionado son los siguientes:

SINTENAX VALIO

Instalaciones Fijas

Características técnicas (IRAM) - Cables con conductores de cobre

Baja Tensión
0,6 / 1,1 kV
VV-K / VV-R

Sección nominal	Diámetro del conductor	Espesor de aislación nominal	Espesor de envoltura nominal	Diámetro exterior aproximado	Peso aproximado	Resistencia eléctrica a 70°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	Ohm/km	Ohm/km
TRIPOLARES (alma de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,8	1,8	10	152	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	11	195	9,55	0,09995
4	2,5	1,0	1,8	13	280	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	15	356	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	509	2,29	0,0860

56

Fig. 69

⁵⁶ Catálogo SINTENAX VALIO – Instalaciones fijas – Baja tensión 0.6/1.1 kV

12.2.2.3 Determinación de la corriente de cortocircuito máxima - I_k

La corriente máxima de cortocircuito a la que estarán sometidas las líneas de las cargas es la calculada previamente, la corriente de cortocircuito presunta en el ingreso del tablero de distribución I_{k3} :

$$I_{k3} = 1.21 \text{ kA}$$

Adoptamos las siguientes protecciones para las líneas de las cargas:

Tabla 17

Nº motor	Equipo	IB [A]	Ik3 [kA]	Interruptor	Interruptor diferencial
M1	Bba. de efluentes	14.7	1.21	C60N - 4X25 (A) - Curva C	Acti 9 - 4x25 (A) - 30 (mA) - AC
M2	Separador de sólidos				
M3	Motoreductor sinfines				
M4	Bba. de recirculación				
M5	Bba. De extracción de lodos				
M6	Soplador				
ILUM. EXT. GRAL	Luminaria Led PHILIPS	3.44	1.21	C60N - 2X6 (A) - Curva C	Acti 9 - 2x25 (A) - 30 (mA) - Si
ILUM. INT. GENERADOR	Luminaria Led PHILIPS				

12.2.2.4 Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección - I_n

La corriente asignada del dispositivo de protección principal en la línea de motores es:

$$I_{n-motores} = 25 \text{ A}$$

La corriente asignada del dispositivo de protección principal en la línea de iluminación es:

$$I_{n-ilum.} = 6 \text{ A}$$

12.2.2.5 Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga – I_2

El interruptor seleccionado fue fabricado conforma a la normativa IEC 60898, la norma exige que la intensidad de operación para estos interruptores debe encontrarse entre los siguientes valores para considerarse apto en lo que respecta a la protección contra sobrecargas, lo siguiente:

- I_2 = Intensidad de corriente de operación o disparo seguro de los pequeños interruptores automáticos (PIA) conforme a IEC 60898:

$$I_2 = 1,45 I_n, \text{ para } I_n \leq 63 \text{ A (tiempo convencional 1 hora)}$$

$$I_2 = 1,45 I_n, \text{ para } I_n > 63 \text{ A (tiempo convencional 2 horas)}$$

57

$$I_2 = 1.45 \times I_z$$

Tabla 18

Nº motor	Equipo	Iz [A]	I2 [A]
M1	Bba. de efluentes	22	32
M2	Separador de sólidos	22	32
M3	Motoreductor sinfines	22	32
M4	Bba. de recirculación	22	32
M5	Bba. De extracción de lodos	22	32
M6	Soplador	22	32
ILUM. EXT. GRAL	Luminaria Led PHILIPS	20	29
ILUM. INT. GENERADOR	Luminaria Led PHILIPS	20	29

Viendo la curva de disparo del interruptor seleccionado (Obtenida del software de SCHNEIDER Curve Direct V1.7), vemos que ambas protecciones son aptas y cumplen con las exigencias de la normativa:

⁵⁷ Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

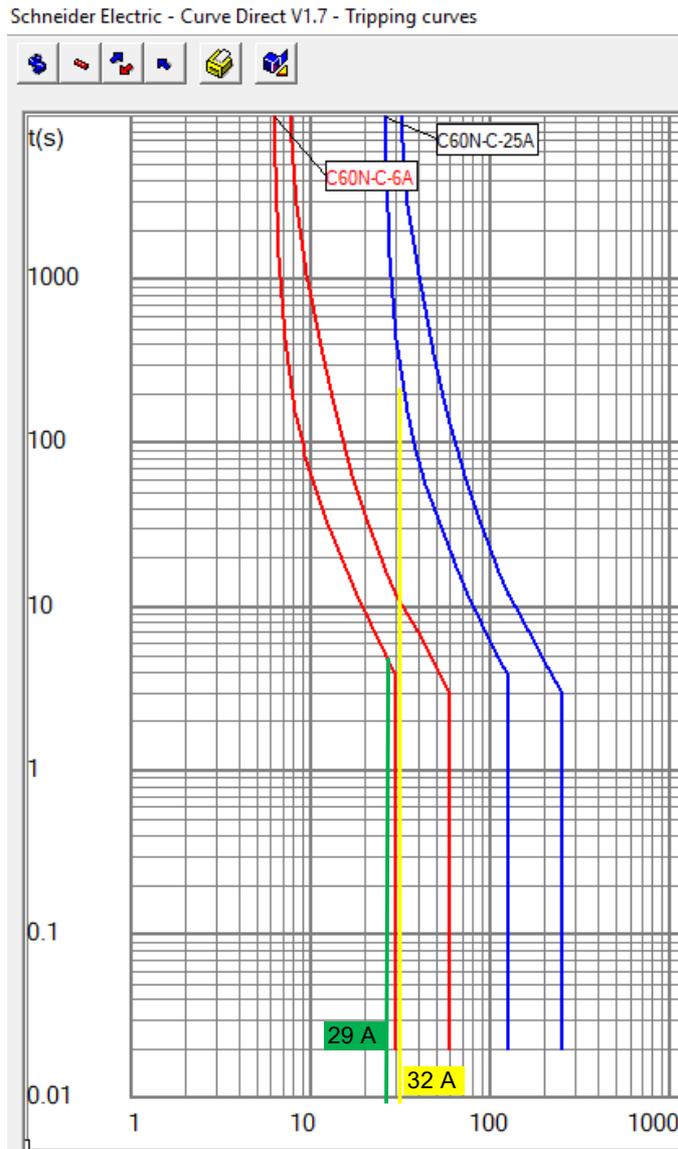


Fig. 70

El tiempo de respuesta del interruptor para las distintas corrientes de sobrecarga y cortocircuito, es el que se muestra en la gráfica anterior, recordamos que los interruptores tienen una capacidad de ruptura de 6 kA.

12.2.2.6 Verificación por máxima exigencia térmica

Procedemos a verificar al conductor de sección 2.5 mm² al cortocircuito, lo verificaremos al mayor valor de las corrientes de cortocircuito que puede estar expuesto, si verifica a este valor verificará a los demás sin inconvenientes. Observando la curva de disparo del interruptor para el valor de la máxima corriente presunta de cortocircuito $I_{k3} = 1.21 \text{ kA}$

Verificamos cada interruptor según lo indicado en las tablas de la AEA expuestas a continuación:

Tabla 771-H.IX - Para pequeños interruptores automáticos de hasta 16 A

Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	Clase 1	Clase 2		Clase 3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite especificado	31 000	37 000	15 000	18 000
4500		60 000	75 000	25 000	30 000
6000		100 000	120 000	35 000	42 000
10000		240 000	290 000	70 000	84 000

Tabla 771-H.X - Para pequeños interruptores automáticos de 16 A < $I_n \leq 32$ A

Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	1	2		3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite Especificado	40 000	50 000	18 000	22 000
4500		80 000	100 000	32 000	39 000
6000		130 000	160 000	45 000	55 000
10000		310 000	370 000	90 000	110 000

Fig. 71

$$K^2 \times S^2 \geq I_{cc}^2 \times t$$

Donde:

I_{cc} = Corriente de cortocircuito presunta máxima [A]

t = Tiempo de disparo del interruptor para la I_{cc} [s]

K = Coeficiente que depende del material del conductor (cobre o aluminio)

$$K = 115 \text{ (Cobre)} - K = 70 \text{ (Aluminio)}$$

S = Sección del conductor [mm^2]

$$K^2 \times S^2 = (115)^2 \times (2.5 \text{ mm})^2$$

$$K^2 \times S^2 = 82656$$

Para el interruptor termomagnético que protege la línea de alimentación de motores tenemos según las tablas anteriores:

$$I_{cc}^2 \times t = 55000$$

De modo que se verifica que:

$$K^2 \times S^2 \geq I_{cc}^2 \times t$$

$$82656 \geq 55000$$

Para el interruptor termomagnético que protege la línea de alimentación de iluminación tenemos según las tablas anteriores:

$$I_{cc}^2 \times t = 42000$$

Así pues, se verifica que:

$$K^2 \times S^2 \geq I_{cc}^2 \times t$$

$$82656 \geq 42000$$

Los conductores verifican a la máxima exigencia térmica. Nos encontramos en buenas condiciones.

12.2.2.7 Verificación de actuación de la protección por corriente mínima de cc – $I_{k\ min}$

La corriente mínima de cortocircuito presente en el conductor principal será la que se presente en la acometida de cada motor o equipo de iluminación, para ello partimos de la corriente de cortocircuito calculada anteriormente que se presenta en el ingreso del tablero de distribución y adicionamos la impedancia del conductor de las cargas adoptados, cabe destacar que consideramos que todos tienen una longitud aproximada de 30 metros.

Como mencionamos la corriente mínima de cortocircuito se presenta cuando el transformador está aportando energía a la instalación, la impedancia en dicho punto de la línea será:

Tabla 19

CONDUCTOR CARGAS			
Item	Parámetros	Valor	Unidad
1	Rc	0.287	Ω
2	Xc	0.003	Ω
3	Longitud	0.03	km

$$Z_4 = Z_{cc-rafo} + Z_{Cond\ princ.}$$

$$Z_5 = Z_4 + Z_{Cond\ cargas}$$

$$Z_5 = 0.176 + 0.287 + j\ 0.107 + j0.003$$

$$Z_5 = 0.463 + j\ 0.11$$

$$Z_5 = 0.476\ \Omega [13.63^\circ]$$

$$I_{k3} = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z_5}$$

$$I_{k3} = \frac{400\ V}{\sqrt{3} \times 0.476\ \Omega}$$

$$I_{k3} = 0.485\ kA [13.63^\circ]$$

Ingresando en la curva del interruptor termomagnético antes mostrada (Obtenida del software de SCHNEIDER Curve Direct V1.7) con este valor, vemos que los interruptores actúan en forma inmediata ante las corrientes de cortocircuito mínima de la instalación, por lo tanto, el conductor está protegido. Vemos que la corriente mínima de cortocircuito se encuentra en la zona de la curva magnética del interruptor y el mismo despeja la falla en un tiempo máximo de 20ms.

12.2.2.8 Verificación de la caída de tensión en el extremo del conductor principal - ΔU

Adoptamos que todas las líneas tienen una longitud de 30 metros aproximadamente. Utilizando la siguiente fórmula, procedemos a calcular la caída de tensión:

$$\Delta U = K \times I_{carga} \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$$

En la siguiente tabla se presentan las caídas de tensiones en régimen nominal y en el arranque de cada motor perteneciente a la nueva sección:

Tabla 20 – Régimen nominal

Motor	P [kW]	Un [V]	In [A]	Ia [A]	Cos Φ	Sen Φ	L [Km]	R [Ω]	X [Ω]	Δu % (Reg. nom.)
M1	0.55	380	1.7	7.82	0.75	0.66	0.03	9.55	0.09995	0.17%
M2	2.2	380	4.7	27.73	0.84	0.54	0.03	9.55	0.09995	0.52%
M3	1.1	380	2.8	13.44	0.79	0.61	0.03	9.55	0.09995	0.29%
M4	0.55	380	1.7	7.82	0.75	0.66	0.03	9.55	0.09995	0.17%
M5	0.55	380	1.7	7.82	0.75	0.66	0.03	9.55	0.09995	0.17%
M6	0.75	380	2.1	9.24	0.78	0.63	0.03	9.55	0.09995	0.22%

Tabla 21 – En arranque de motor

Motor	P [kW]	Un [V]	In [A]	Ia [A]	Cos Φ	Sen Φ	L [Km]	R [Ω]	X [Ω]	Δu (Arranque)
M1	0.55	380	1.7	7.82	0.5	0.87	0.03	9.55	0.09995	0.52%
M2	2.2	380	4.7	27.73	0.5	0.87	0.03	9.55	0.09995	1.84%
M3	1.1	380	2.8	13.44	0.5	0.87	0.03	9.55	0.09995	0.89%
M4	0.55	380	1.7	7.82	0.5	0.87	0.03	9.55	0.09995	0.52%
M5	0.55	380	1.7	7.82	0.5	0.87	0.03	9.55	0.09995	0.52%
M6	0.75	380	2.1	9.24	0.5	0.87	0.03	9.55	0.09995	0.61%

Para el arranque adoptamos un $\cos \varphi = 0.5$

A esta caída de tensión hay que agregarle la aportada por el conductor principal en régimen nominal que es del 3%.

Según la AEA, en el inciso 771.13.b, la caída de tensión en circuitos terminales de uso específico para motores debe ser:

- 58 Circuitos seccionales y circuitos terminales: la caída de tensión entre los bornes de salida del tablero principal y cualquier punto de utilización no debe superar los valores siguientes:
1. Circuitos terminales, de uso general o especial y específico, para iluminación: 3 %.
 2. Circuitos de uso específicos que alimentan sólo motores: 5 % en régimen y 15 % durante el arranque.

Fig. 72

Entonces las caídas de tensión, considerando la caída del conductor principal quedan:

Tabla 22 –Resumen Δu

Motor	Δu % (Reg. nom.)	Tensión de alimentación [V]	Δu % (Arranque)	Tensión de alimentación [V]
M1	3.17	387.32	3.52	385.92
M2	3.52	385.92	4.84	380.64
M3	3.29	386.84	3.89	384.44
M4	3.17	387.32	3.52	385.92
M5	3.17	387.32	3.52	385.92
M6	3.22	387.12	3.61	385.56

En la siguiente tabla se muestran las caídas de tensión de las iluminaciones exteriores e interiores:

Tabla 23

Luminarias	P [kW]	Un [V]	In [A]	Cos Φ	Sen Φ	L [Km]	R [Ω]	X [Ω]	Δu %	Tensión de alimentación [V]
Ilum. Ext	0.7	220	3.2	0.9	0.44	0.03	9.55	0.09995	0.65%	218.56
Ilum. Int	0.112	220	0.51	0.9	0.44	0.03	9.55	0.09995	0.10%	219.77

Al utilizar lámparas led, una caída de tensión mínima no afecta en el funcionamiento de las mismas (Algunos equipos pueden trabajar con una tensión del 60% de la tensión nominal).

Vemos que todos los conductores verifican a la caída de tensión según la norma vigente, podemos decir que estamos en buenas condiciones.

⁵⁸ Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

Más allá de verificar a lo que indica normativa, la mayoría de los equipos son de motores pequeños en lo que a potencia respecta y arrancan en vacío o prácticamente con poca carga, por lo que no requerimos de torque elevados en los arranques, debido a lo cual siempre y cuando la tensión de alimentación no sea menor o considerablemente menor a la nominal de alimentación del motor (380 V), nos encontramos en buenas condiciones.

Por último, para verificar que el conductor y el dispositivo de protección estén correctamente seleccionados, procedemos a utilizar el siguiente gráfico que se encuentra en la AEA, ítem 771.19.3.

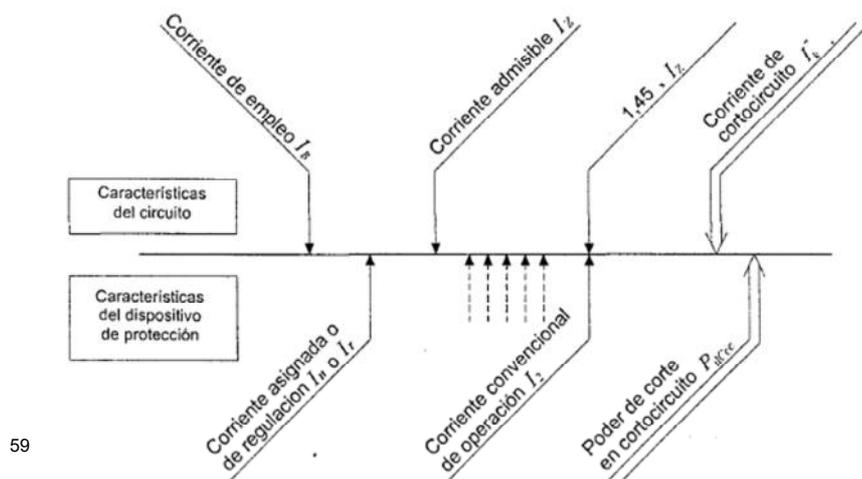


Fig. 73

I_B	Intensidad de corriente máx. permanente correspondiente a una instalación
I_Z	Intensidad de corriente admisible del conductor adoptado
I_r	Intensidad de corriente asignada al dispositivo de protección
I₂	Intensidad de corriente de operación o disparo seguro para interruptores
I_k''	Intensidad de corriente máxima de cortocircuito
P_{dcc}	Poder de corte en servicio último

60

Fig. 74

⁵⁹ Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

⁶⁰ Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

A través de la siguiente tabla evaluamos cada uno de los equipos, en cada uno de los puntos indicados por la norma nacional en vigencia.

Tabla 24

Circuito	Consigna					
	-	> IB	$IB \leq I_r \leq I_Z$	1.45 IZ	$I_{k''} \leq Pd_{cc}$	$Pd_{cc} \geq I_{k''}$
	IB [A]	IZ [A]	I _r [A]	I _Z [A]	I _{k''} [A]	Pd _{cc} [A]
M1	1.7	22	2	31.9	430	6000
M2	4.7	22	6	31.9	430	6000
M3	2.8	22	3	31.9	430	6000
M4	1.7	22	2	31.9	430	6000
M5	1.7	22	2	31.9	430	6000
M6	2.1	22	3	31.9	430	6000
Ilum. Ext	3.71	20	4	29	430	6000
Ilum. Int						

12.2.3 Protecciones y comandos de motores

Los motores se protegerán de la siguiente manera:

- La protección seleccionada será una asociación de 2 productos
- La coordinación será de tipo 2
- El contactor será de categoría AC3

Se protegerán las líneas de alimentación de los motores con un interruptor magnetotérmico, Curva C (Apto para motores categoría AC3 y cargas mixtas).

Para la protección de las personas ante posibles contactos directos e indirectos colocaremos interruptores diferenciales con una intensidad de apertura de 30mA - AC.

12.2.4 Protecciones iluminación

Para los dispositivos de iluminación utilizaremos un interruptor termomagnético para la alimentación de ambas líneas y un interruptor diferencial del tipo superinmunizado, debido a las componentes de corrientes armónicas inducidas en la línea por los equipos led.

A continuación, se pueden ver todas las protecciones seleccionadas para todas las cargas con las designaciones realizadas en el plano unifilar:

Tabla 25 – Resumen de protecciones de la instalación

Item	Tag's	Tipo de protección	Marca	Modelo	Ubicación
1	TM-01	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	COMPACT NSX160F - Micrologic 2.2 - 4X160A	TP
2	TM-02	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	C60N - 4X2A - Curva C	
3	ID-01	Int. Diferencial	SCHNEIDER	Acti9 - 4x2A - 30mA - Clase AC	
4	TM-03	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	COMPACT NSX100F - Micrologic 2.2 - 4X100A	TG
5	TM-04	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	C60N - 2x4A - Curva C	
6	ID-02	Int. Diferencial	SCHNEIDER	Acti9 - 4x100A - 30mA - Clase AC	
7	IM-01	Seccionador Manual	SCHNEIDER	COMPACT INS - 4X160A	TD
8	TM-05	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	C60N - 4X2A - Curva C	
9	ID-03	Int. Diferencial	SCHNEIDER	Acti9 - 4x2A - 30mA - Clase AC	
10	TM-10	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	C60N - 4X25A - Curva C	
11	TM-20	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	C60N - 2X6A - Curva C	
12	TM-30	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	C60N - 4X25A - Curva C	
13	TM-40	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	C60N - 2X25A - Curva C	
14	ID-10	Int. Diferencial	SCHNEIDER	Acti9 - 4x25A - 30mA - Clase AC	
15	ID-20	Int. Diferencial	SCHNEIDER	Acti9 - 2x25A - 30mA - Clase AC	
16	ID-30	Int. Diferencial	SCHNEIDER	Acti9 - 4x25A - 30mA - Clase AC	
17	ID-40	Int. Diferencial	SCHNEIDER	Acti9 - 2x25A - 30mA - Clase AC	
18	IM-02	Seccionador Manual	SCHNEIDER	COMPACT INS - 4X63A	
19	TM-06	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	C60N - 4X2A - Curva C	
20	ID-04	Int. Diferencial	SCHNEIDER	Acti9 - 4x2A - 30mA - Clase AC	
21	TM-11	Int. Termomagnético	SCHNEIDER	C60N - 2x6A - Curva C	
22	GV-10	Guardamotor Magnetotérmico	SCHNEIDER	GV2-P07	
23	GV-20	Guardamotor Magnetotérmico	SCHNEIDER	GV2-P10	
24	GV-30	Guardamotor Magnetotérmico	SCHNEIDER	GV2-P08	
25	GV-40	Guardamotor Magnetotérmico	SCHNEIDER	GV2-P07	
26	GV-50	Guardamotor Magnetotérmico	SCHNEIDER	GV2-P07	
27	GV-60	Guardamotor Magnetotérmico	SCHNEIDER	GV2-P07	
28	KM-10	Contactador	SCHNEIDER	LC1D09B7	
29	KM-20	Contactador	SCHNEIDER	LC1D09B7	
30	KM-30	Contactador	SCHNEIDER	LC1D09B7	
31	KM-40	Contactador	SCHNEIDER	LC1D09B7	
32	KM-50	Contactador	SCHNEIDER	LC1D09B7	
33	KM-60	Contactador	SCHNEIDER	LC1D09B7	

12.3 Cálculo de PAT (Puesta a tierra) de servicio para generador eléctrico

Según la AEA ítem 771-D.8.2, la puesta a tierra de servicio de un grupo generador que es una alimentación alternativa a la red de distribución pública se define de la siguiente manera:

771-D.8.2: Requisitos suplementarios o adicionales para las instalaciones, cuando el grupo generador es una alimentación alternativa a la red de distribución pública

Cuando el inmueble está alimentado desde la red pública de baja tensión y la instalación interna adoptó el esquema TN-S, y el grupo generador está actuando como una alternativa, la protección por corte o desconexión automática de la alimentación no deberá recaer sobre la conexión a la toma de tierra de la red de distribución pública, razón por la cual se deberá cumplimentar con lo indicado en 771.3.3.2.

En las instalaciones trifásicas deberán emplearse dispositivos de maniobra tetrapolares, tanto para las conmutaciones manuales, como para las automáticas (ver 771-D.10) y ya sea que funcionen con el esquema TT como con el esquema TN-S.

Cualquiera sea el esquema de conexión a tierra adoptado en la instalación (TT o TN-S), deberá preverse para el neutro del grupo electrógeno una toma de tierra apropiada, de valor menor o igual a 10 ohm, y separada de la de la red pública, siendo esto necesario tanto para grupos monofásicos como trifásicos.

61

Fig. 75

Queda definido que el valor de PAT debe ser menor o igual a 10 Ω.

Procedemos a realizar el cálculo de la PAT, debemos recordar que como es puesta a tierra de servicio no se realizarán los cálculos de tensión de paso “UPA”, ni de tensión de contacto “UCA”.

Para el cálculo de la resistencia de PAT, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\rho}{2\pi \times L} \left(\ln \left(\frac{8L}{d} \right) - 1 \right)$$

Donde:

- L = Longitud de la jabalina enterrada ; [m]
- d = Diámetro de la jabalina ; [m]
- ρ = Resistividad del terreno ; [Ωm]

⁶¹ Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

Adoptamos de la resistividad del terreno de la siguiente tabla presente en la AEA, considerando que el suelo es arcilloso y una zona de condiciones climáticas “A”, con precipitaciones normales y abundantes durante el año:

La Tabla 771-C.VIII sirve como orientación para conocer la resistividad de diferentes tipos de terrenos.

Tabla 771-C.VIII - Resistividades de terrenos

Tipo de suelo	Condiciones climáticas			
	A Precipitaciones normales y abundantes (más de 500 mm por año)		B Precipitaciones escasas y condiciones desérticas (menos de 500 mm por año)	C Aguas subterráneas salinas
	Valor más probable	Gama de valores medidos	Gama de valores medidos	Gama de valores medidos
	Ωm	Ωm	Ωm	Ωm
Aluvial y arcillas livianas	5	*	*	1 a 5
Arcillas (excluy. al aluvial)	10	5 a 20	10 a 100	3 a 10
Greda	20	10 a 20	50 a 300	3 a 10
Tierra calcárea porosa (por ejemplo greda)	50	30 a 100	50 a 300	3 a 10
Arenisca porosa	100	30 a 300	> 1000	10 a 30
Cuarzos y piedra caliza compacta y cristalina	300	100 a 1000	> 1000	30 a 100
Pizarras arcillosas y esquistos pizarrosos	1000	300 a 3000	> 1000	30 a 100
Granito	1000	300 a 3000	> 1000	30 a 100
Pizarras rajadizas, rocas ígneas	2000	> 1000	>1000	30 a 100

62

Fig. 76

Por lo tanto, la resistividad del terreno es $\rho = 20 \Omega m$

Adoptamos una jabalina de la empresa “FASTEN S.A”, tipo Copperbond acoplable, de material cobre (Cu) y que presenta las siguientes dimensiones:

- $d = 5/8" = 0.0158$
- $L = 6 m$

Se adjunta ficha técnica de jabalina en anexo.

Procedemos a calcular la PAT de servicio:

$$R = \frac{20 \Omega m}{2\pi \times 6 m} \left(\ln \left(\frac{8 \times 6 m}{0.0158 m} \right) - 1 \right)$$

R = 4.25 Ω

⁶² Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

Estamos en buenas condiciones.

12.4 Cálculo de PAT (Puesta a tierra) de protección

Para los cálculos de la puesta a tierra de protección que se instalará en la sala de generación, recurriremos a los cálculos anteriores realizados.

Utilizaremos una jabalina de Cu acoplable de 6 metros de longitud, instalada en un terreno con $\rho = 20 \Omega m$, esto nos da el siguiente valor de resistencia de puesta a tierra:

$$R_{PAT} = 4.25 \Omega$$

Este valor se encuentra dentro de los límites impuestos por la AEA, como se puede ver a continuación en la sección 771.3.3 de la normativa, para esquemas de conexión de neutro a tierra - TT:

771.3.3: Descripción de los esquemas de conexión a tierra

771.3.3.1: Esquema de conexión a tierra TT

El esquema TT tiene un punto del sistema de alimentación (generalmente el conductor neutro) conectado directamente a una toma de tierra (tierra de servicio), por el proveedor de la energía eléctrica y las masas eléctricas de la instalación consumidora conectadas a través de un conductor de protección llamado PE (del inglés protective earth) y de un conductor de puesta a tierra, a otra toma de tierra (tierra de protección) eléctricamente independiente de la toma de tierra de servicio.

Cabe aclarar que en los casos en que la compañía distribuidora de energía eléctrica efectúe una puesta a tierra suplementaria, adyacente al inmueble, como refuerzo de la puesta a tierra del neutro, esa puesta a tierra deberá tratarse como puesta a tierra de servicio, debiendo respetar la distancia mínima de 10 radios equivalentes (como ejemplo ver [Tabla 771.3.II](#)) con respecto a la puesta a tierra de protección.

Nota 1: El concepto "una toma de tierra" en el inmueble, no excluye la posibilidad de utilizar electrodos múltiples o puestas a tierra adicionales en dicho inmueble, estando todas ellas interconectadas por un conductor aislado o desnudo de vinculación.

La [Tabla 771.3.I](#) que se indica a continuación da, para los diferentes valores de corriente diferencial asignada $I_{\Delta n}$ de disparo de los dispositivos diferenciales, el valor máximo de resistencia de la toma de tierra de las masas para que el potencial de dichas masas no sea superior en forma permanente a $U_L = 50 V$ y a $U_L = 24 V$ (la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, a través de los Decretos Reglamentarios 351/79 y 911/96, establece la tensión límite de contacto U_L de 24 V, razón por la cual este valor es el adoptado por esta Reglamentación).

Como en la práctica, los valores a tomar en consideración para la resistencia de la toma de tierra de las masas deben ser menores, para tener en cuenta las posibles variaciones ocasionales, se establecen como valores máximos los indicados en la columna 3 de la [Tabla 771.3.I](#). Se señala asimismo, a título informativo, en la columna 1, los valores para $U_L = 50 V$ (tensión límite convencional de contacto adoptada por IEC 60364 para ambientes secos y húmedos).

Para esta Sección de la Reglamentación se establece que el valor máximo permanente de la resistencia de puesta a tierra de protección debe ser menor o igual a 40 Ω .

63

Fig. 77

⁶³ Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

Debajo se puede visualizar una tabla donde se indica la relación que debe haber entre el dispositivo de protección (interruptor diferencial) y la resistencia de puesta a tierra para protección:

Tabla 771.3.I – Valores máximos de resistencia de puesta a tierra de protección

Corriente diferencial máxima asignada del dispositivo diferencial $I_{\Delta n}$		Columna 1 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas Ra (Ω) para U _i 50 V	Columna 2 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas Ra (Ω) para U _i 24 V	Columna 3 Valor máximo permitido de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas Ra (Ω)
Sensibilidad baja	20 A	2,5	1,2	0,6
	10 A	5	2,4	1,2
	5 A	10	4,8	2,4
	3 A	17	8	4
Sensibilidad media	1 A	50	24	12
	500 mA	100	48	24
	300 mA	167	80	40
Sensibilidad alta	Hasta 30 mA inclusive	Hasta 1666	800	40

64

Fig. 78

Estamos en buenas condiciones.

13 COSTOS DE INVERSIÓN

Realizar un análisis económico completo de un proyecto de estas características es muy complejo debido a que intervienen muchas variables que en este proyecto no se tratan. Podría decirse que es otro proyecto dentro del proyecto aquí planteado.

Aún así podemos brindar una aproximación de los costos de inversión, muy generalizada basándonos en la potencia instalada de nuestra instalación.

Por medio de consultas realizadas con profesores de la UNNOBA, que se dedican al estudio de las energías renovables, nos aconsejaron trabajar dentro de los siguientes valores:

⁶⁴ Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – AEA 90364

Para el aprovechamiento eléctrico de biogás, debemos considerar valores de inversión por unidad de potencia instalada que van desde 5.000 a 10.000 U\$/kW de potencia.

Por lo tanto, considerando que tenemos una potencia instalada de 30 kW, el costo de inversión estará dado entre el siguiente intervalo 150.000 - 300.000 U\$.

Aunque inyectar energía a la red eléctrica, tiene sus beneficios, según el programa PROSUMIDORES realizado en la provincia de Santa Fe, Argentina, para los clientes rurales se tienen los siguientes valores por kWh generado.



65

Fig. 79

Además, este programa cuenta con líneas de financiamiento de las que se puede aprovechar para la compra de equipos y componentes de la instalación de generación.

FINANCIAMIENTO	TNA	PLAZO	HASTA
Renovables CFI	Tasa preferencial	Hasta 48 meses	\$180.000
Línea Renovables BMR (Línea Verde de Créditos)	Tasa preferencial	Hasta 36 meses	\$ 4.000.000
Renovables BNA	Tasa preferencial	Hasta 48 meses	\$ 10.000.000

Fig. 80

⁶⁵ www.santafe.gob.ar/ms/prosumidores/

Teniendo en cuenta que se debe realizar una inversión de entre 150.000 - 300.000 U\$, además considerando que la generación diaria estimada es de $434.36 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}$ y que por el programa PROSUMIDORES se pagan hasta $5.63 \frac{\$}{\text{kWh}}$ que, expresados en dólares, son $0.15 \frac{\text{U\$}}{\text{kWh}}$.

Por día obtenemos la siguiente ganancia:

$$\frac{\text{Ganancia}}{\text{día}} = 434.36 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \times 0.15 \frac{\text{U\$}}{\text{kWh}} = 65.15 \frac{\text{U\$}}{\text{día}}$$

$$\frac{\text{Ganancia}}{\text{anual}} = 65.15 \frac{\text{U\$}}{\text{día}} \times 365 \text{ días}$$

$$\frac{\text{Ganancia}}{\text{anual}} = 23.781,21 \frac{\text{U\$}}{\text{año}}$$

El retorno de la inversión se realizaría en un intervalo de tiempo igual a:

$$\boxed{\text{Retorno de inversión} = 6 - 12 \text{ años}}$$

Además, debemos considerar el ahorro que significa obtener como coproducto de la digestión un fertilizante de orgánico, con excelentes propiedades para las tierras adyacentes del campo donde se encuentra nuestro tambo, en principio el uso particular sugiere un ahorro de la compra de fertilizantes, y aunque aún no esté homologado puede ser posible en un futuro envasar y distribuir este producto para productores de todo el país.

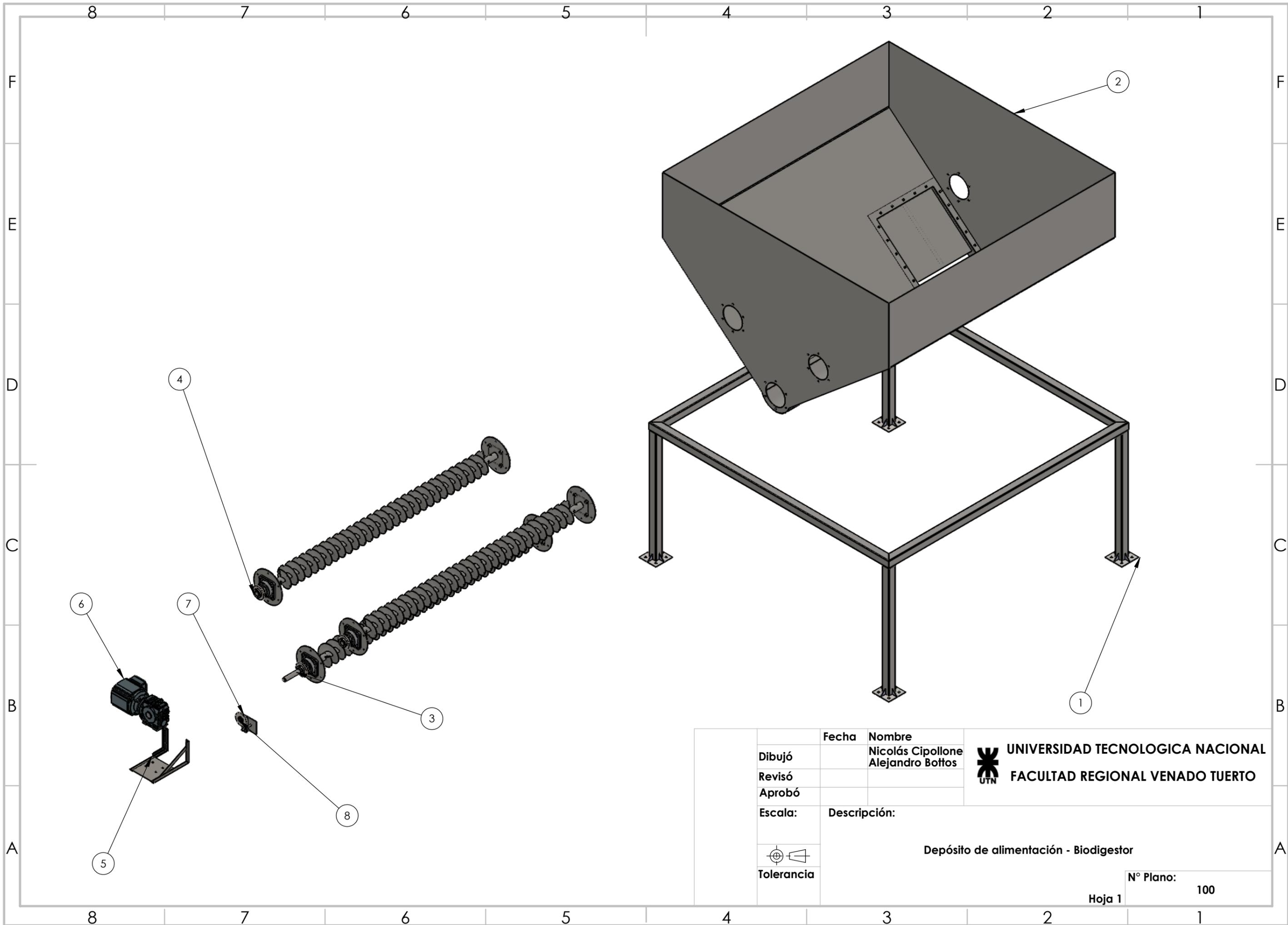
Tengamos en consideración que una bolsa de fertilizante para cultivos de una marca reconocida, de un peso de 25 Kg ronda los U\$ 25, por lo tanto, es un coproducto de mucho valor el que podemos generar.

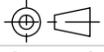
14 ANEXOS

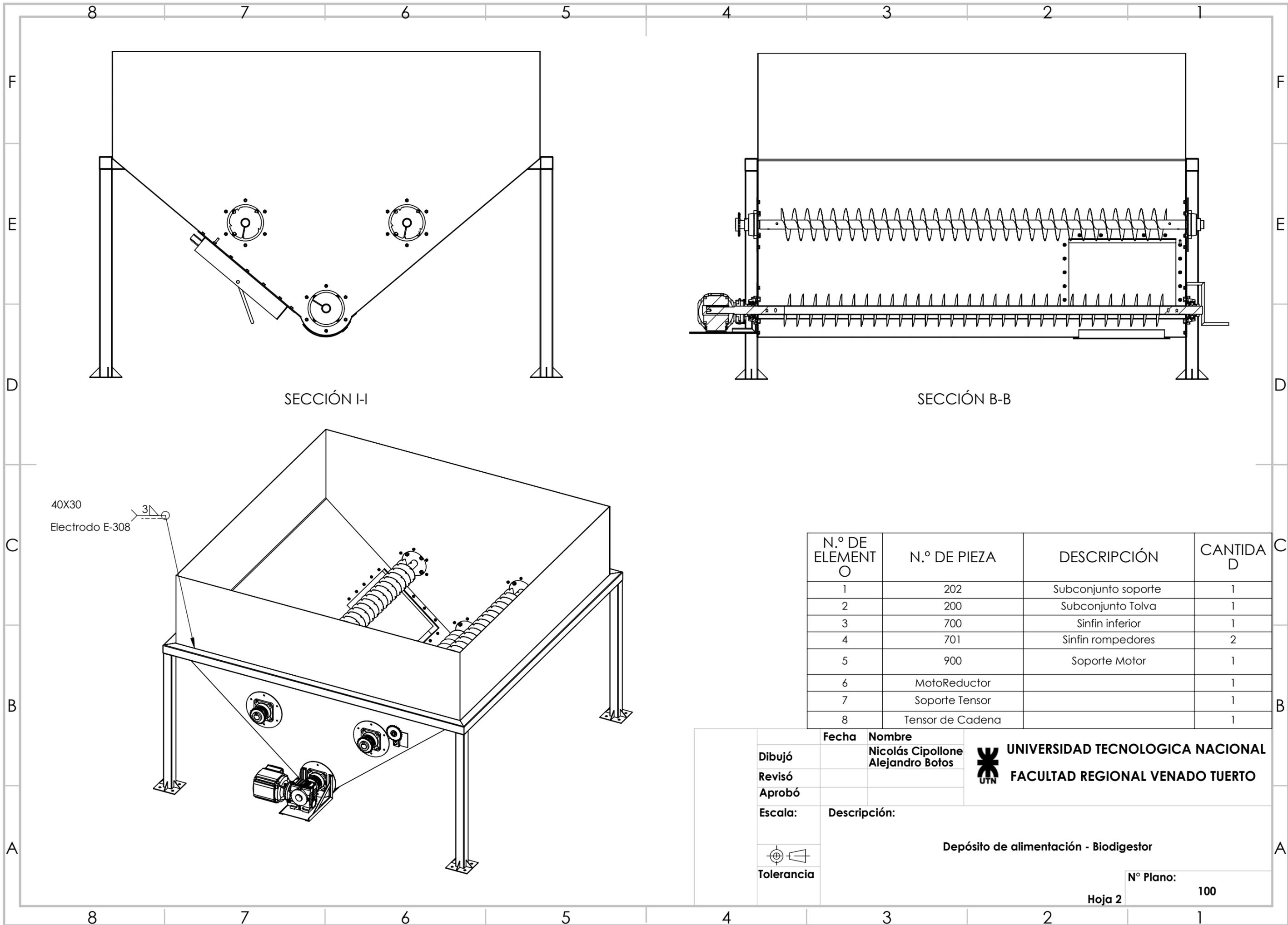
A continuación, se presenta la tabla de anexos del proyecto:

Tabla 26

Anexos	
A-1	Planos Mecánicos
A-2	Planos Eléctricos
A-3	Hoja de datos generador (ALTARE + LEROY SOMMER+ Panel de control)
A-4	FAMIQ - Chapas y perfiles de acero inoxidable
A-5	Hoja de datos rodamientos y bridas SKF
A-6	Hoja de datos Motorreductor SEW
A-7	Hoja de datos Int. COMPACT NSX160F y NSX100 y Seccionador INS-160A
A-8	Hoja técnica Jabalina PAT
A-9	Hoja de datos material BIODIGESTOR - EPDM
A-10	Hoja de datos Valvula de seguridad biodigestor
A-11	Hoja de datos Antorcha de quemado de biogás



	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
Dibujó		Nicolás Cipollone	
Revisó		Alejandro Bottos	
Aprobó			
Escala:	Descripción:		
	Depósito de alimentación - Biodigestor		
 Tolerancia	N° Plano: 100 Hoja 1		



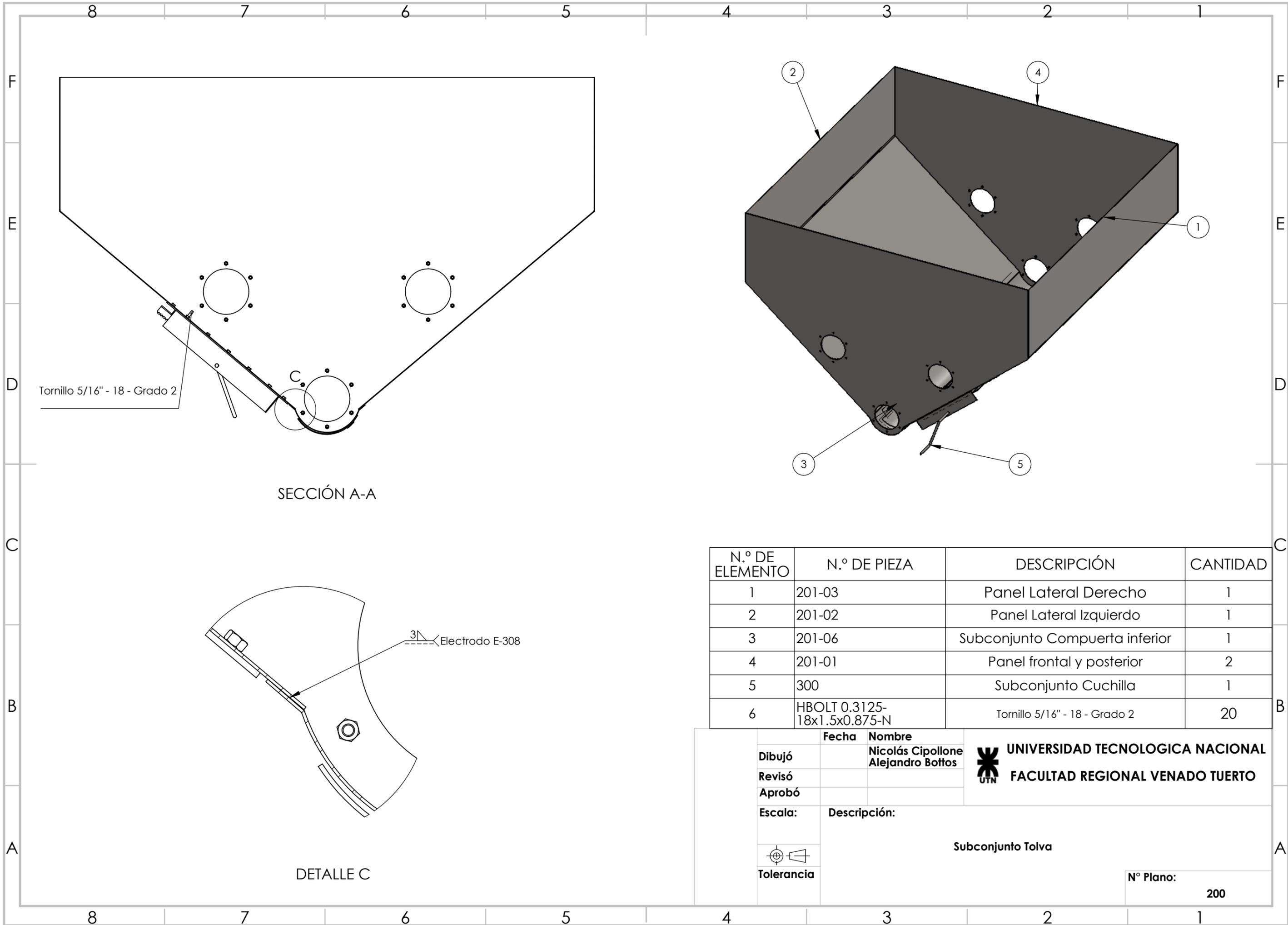
SECCIÓN I-I

SECCIÓN B-B

40X30
Electrodo E-308

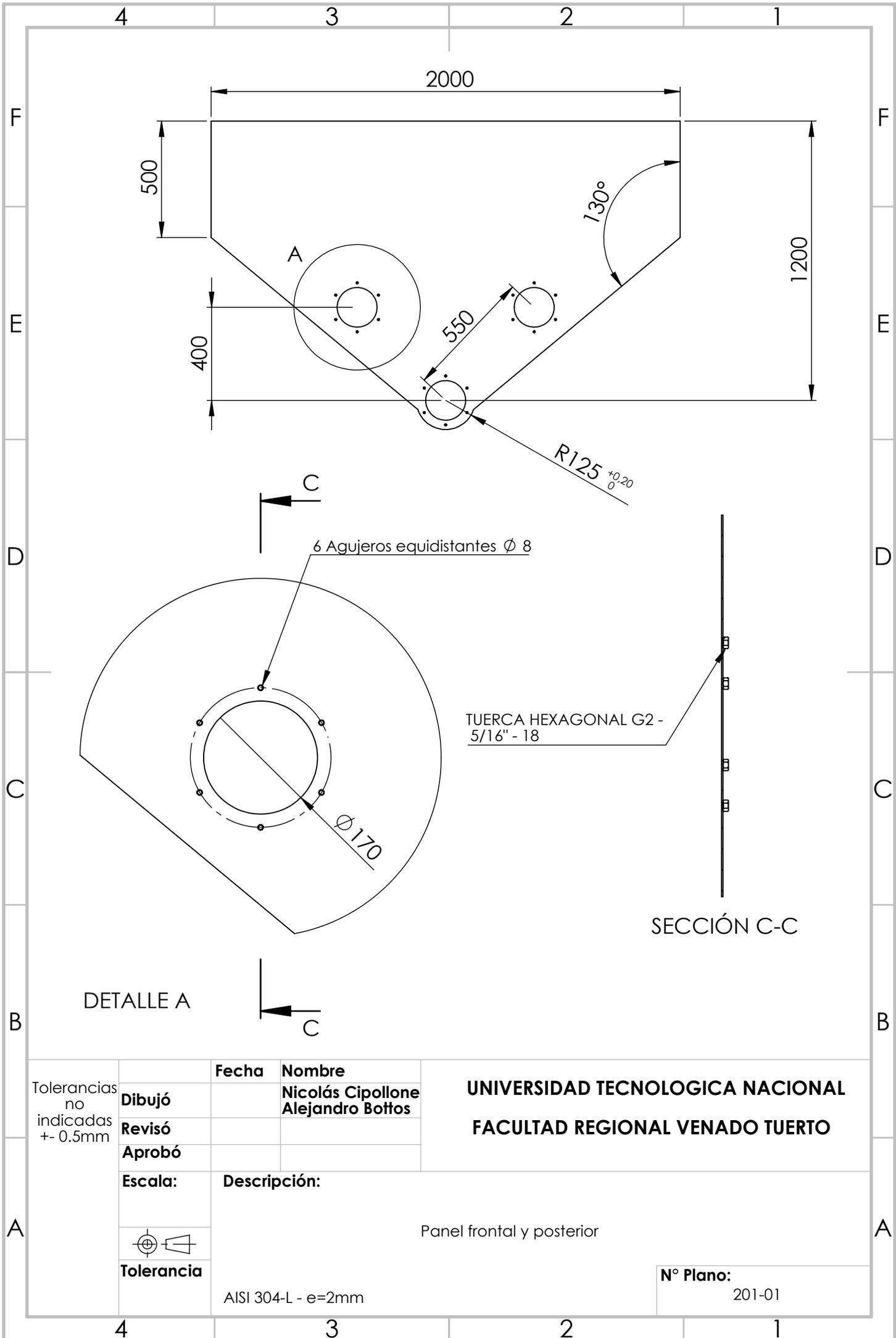
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	202	Subconjunto soporte	1
2	200	Subconjunto Tolva	1
3	700	Sinfin inferior	1
4	701	Sinfin rompedores	2
5	900	Soporte Motor	1
6	MotoReductor		1
7	Soporte Tensor		1
8	Tensor de Cadena		1

Dibujó Revisó Aprobó	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
		Nicolás Cipollone Alejandro Botos	
Escala:	Descripción:		
	Depósito de alimentación - Biodigestor		
Tolerancia			N° Plano: 100



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	201-03	Panel Lateral Derecho	1
2	201-02	Panel Lateral Izquierdo	1
3	201-06	Subconjunto Compuerta inferior	1
4	201-01	Panel frontal y posterior	2
5	300	Subconjunto Cuchilla	1
6	HBOLT 0.3125-18x1.5x0.875-N	Tornillo 5/16" - 18 - Grado 2	20

Dibujó Revisó Aprobó	Fecha 	Nombre Nicolás Cipollone Alejandro Bottos	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO	
	Escala:	Descripción: Subconjunto Tolva		
	Tolerancia	Nº Plano: 200		



DETALLE A

TUERCA HEXAGONAL G2 - 5/16" - 18

SECCIÓN C-C

Tolerancias no indicadas +/- 0.5mm

	Fecha	Nombre
Dibujó		Nicolás Cipollone
Revisó		Alejandro Bottos
Aprobó		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Escala:

Descripción:

Panel frontal y posterior

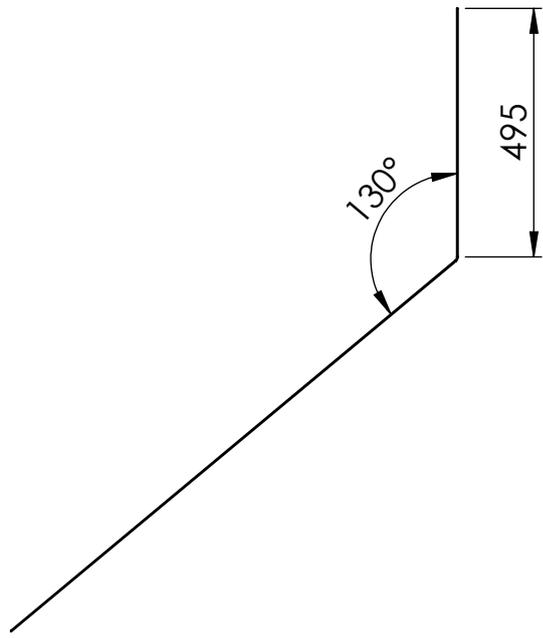
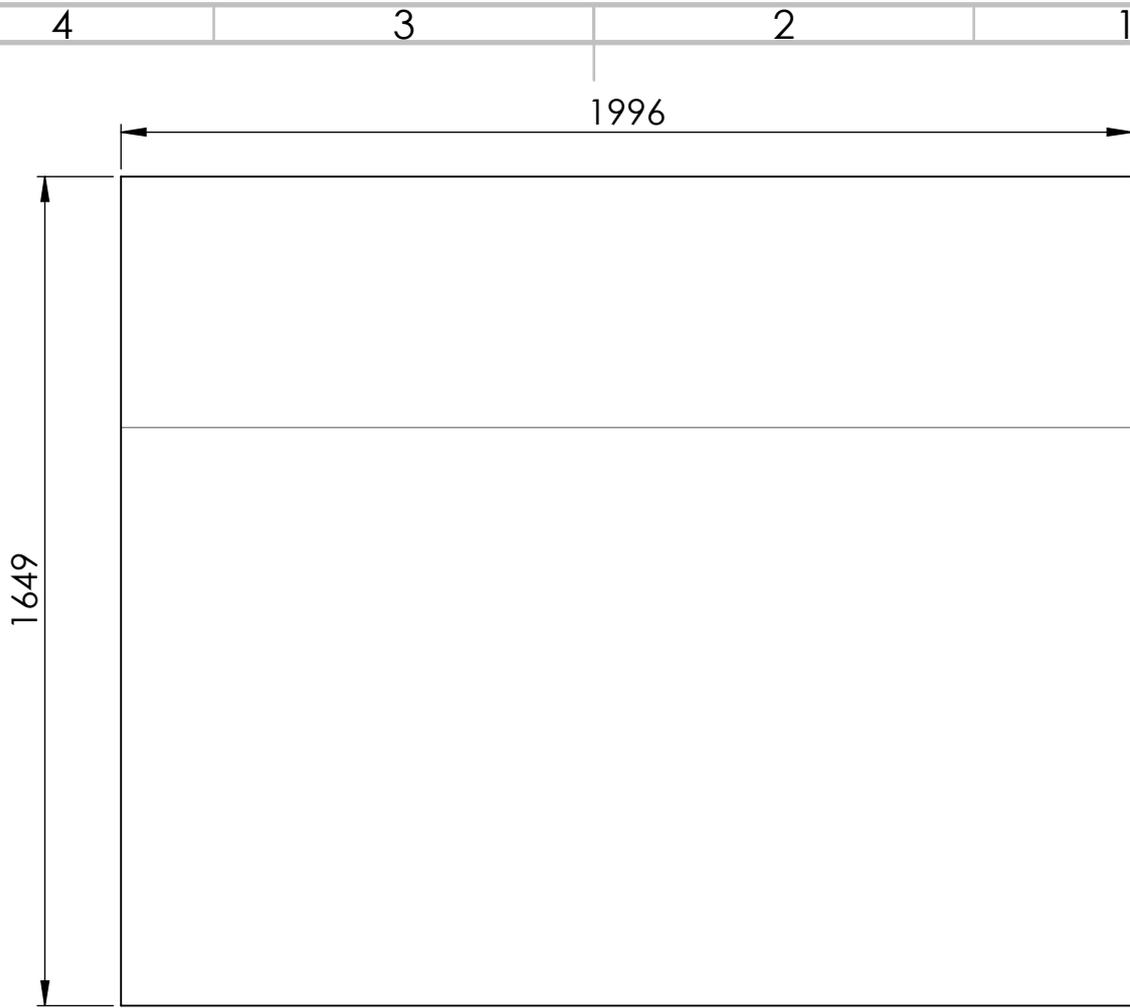


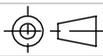
Tolerancia

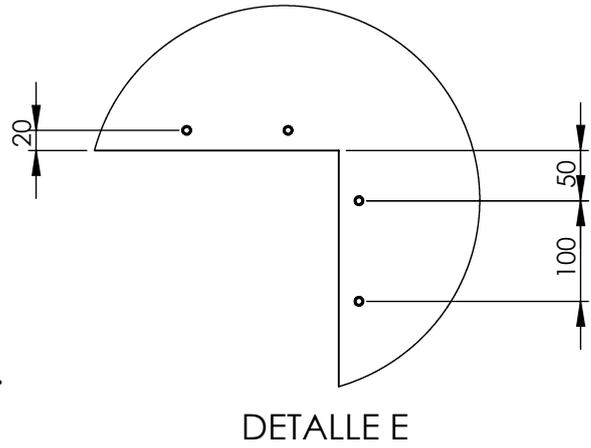
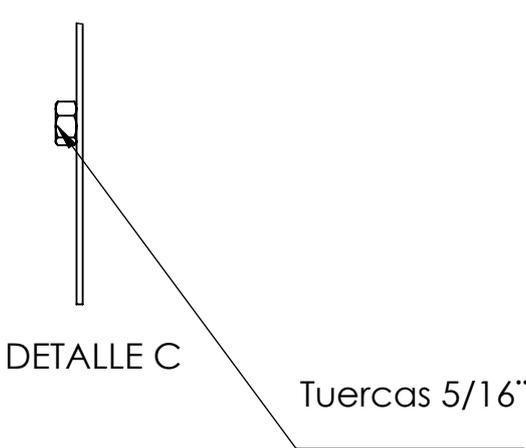
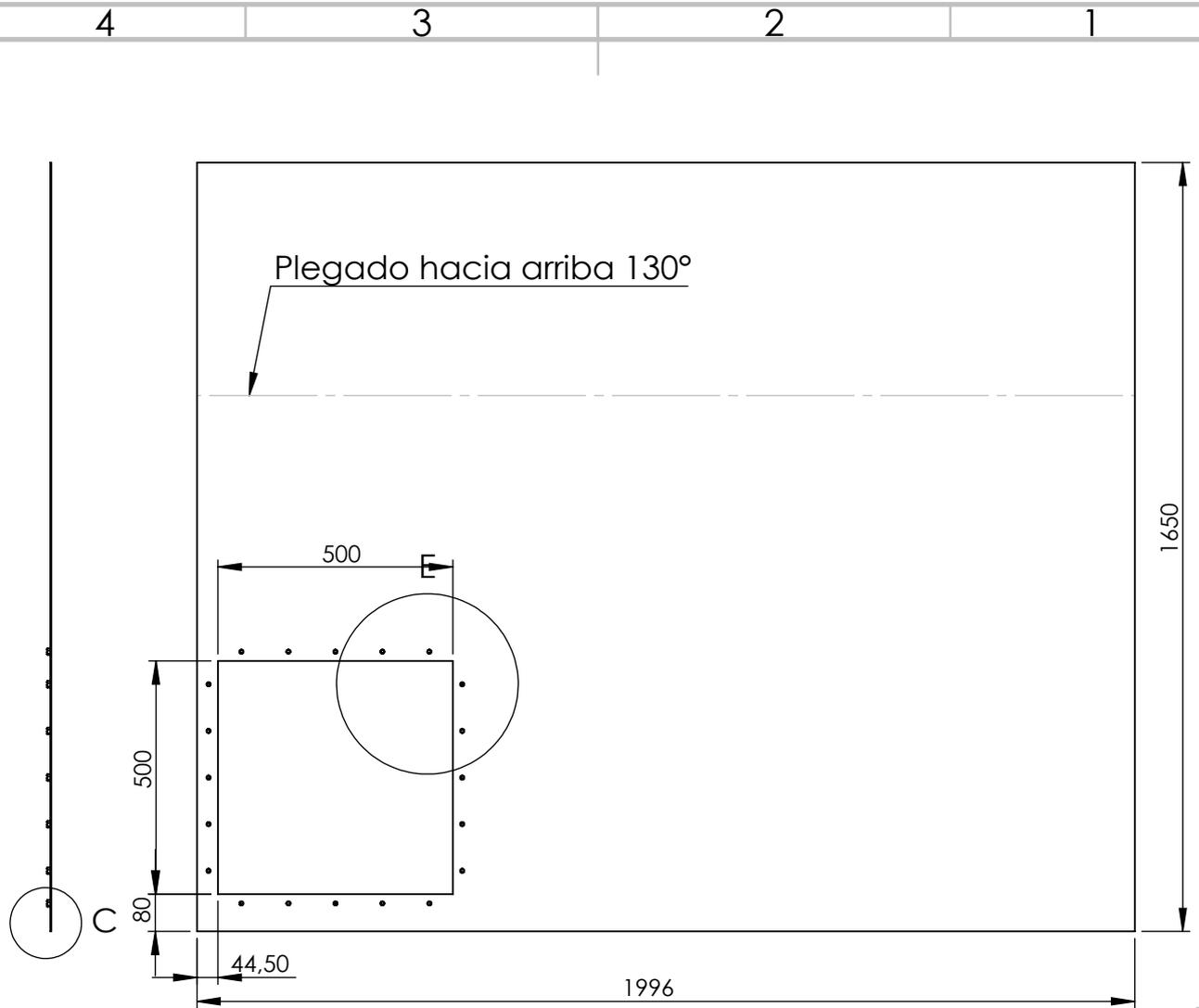
AISI 304-L - e=2mm

N° Plano:

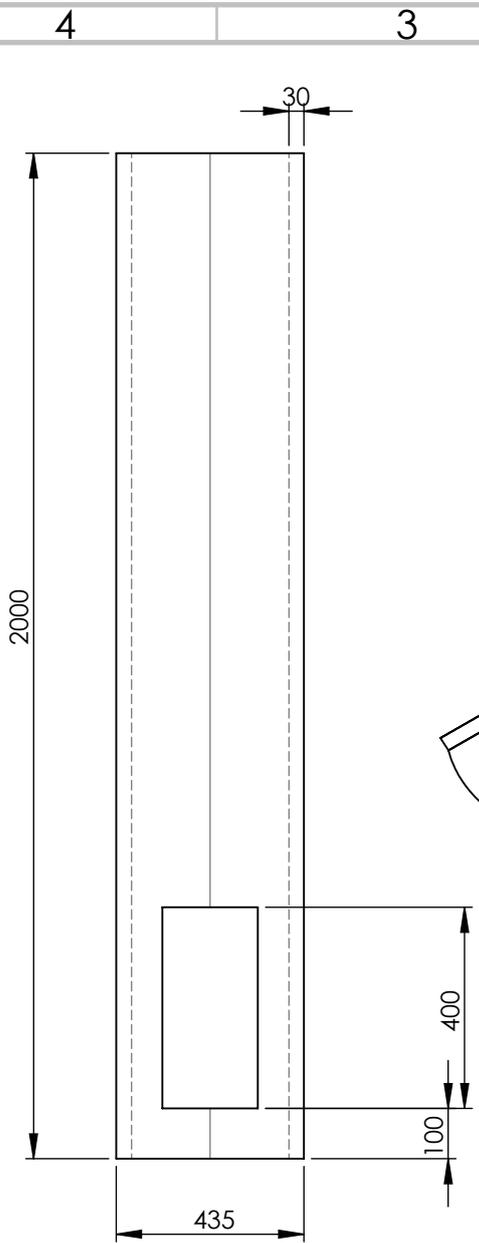
201-01



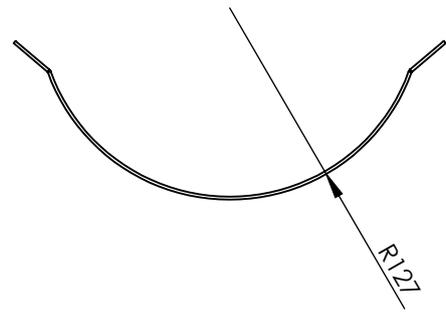
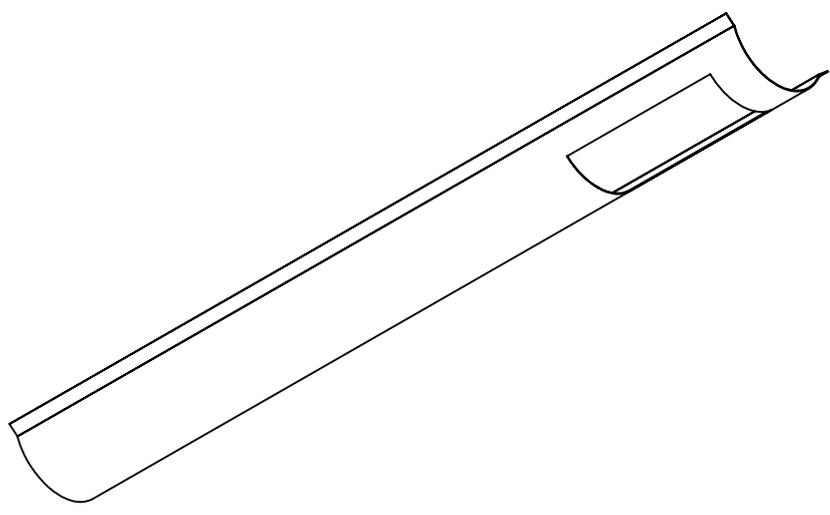
Material: Chapa de acero inoxidable AISI 304-L e=2mm	Dibujó	Fecha	Nombre N. Cipollone	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
	Revisó		A. Bottos	
	Aprobó			
	Escala:	Descripción: Panel Lateral Izquierdo		
				
	Tolerancia no acotada +/- 1mm			
				N° Plano: 201-02



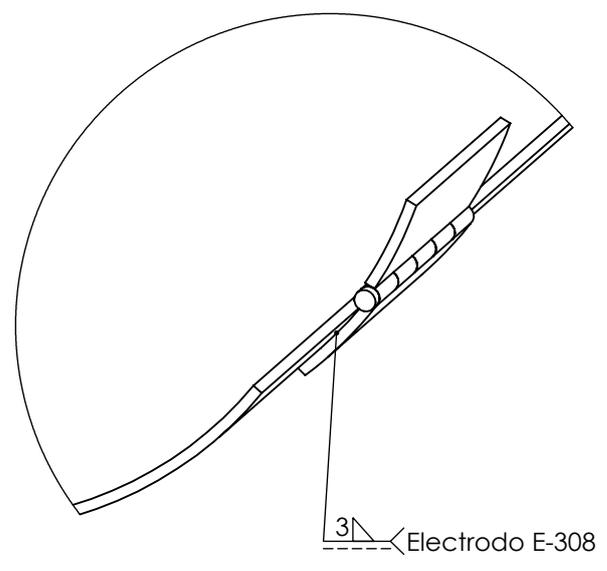
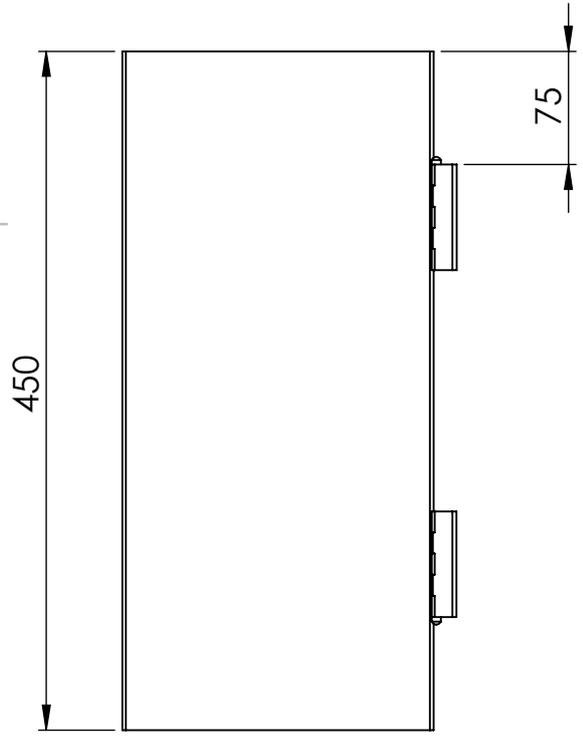
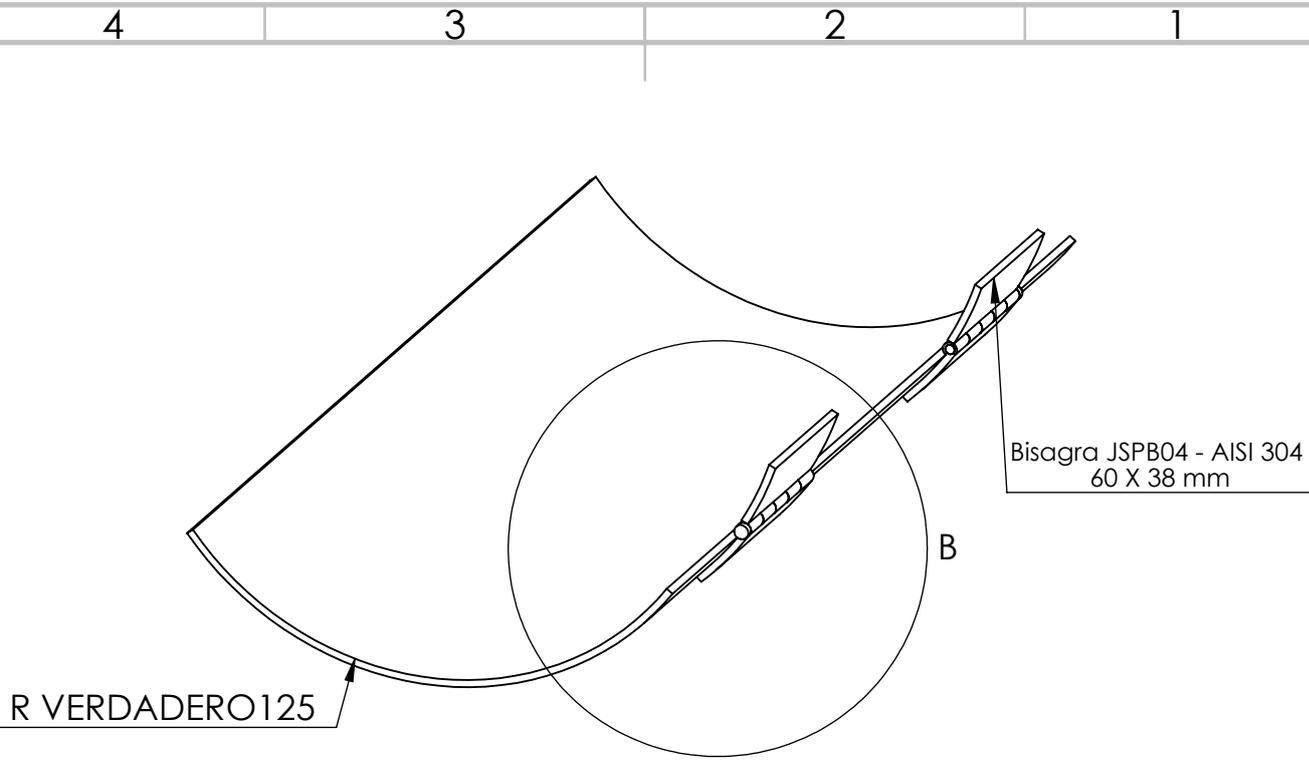
Material: Chapa de acero inoxidable AISI 304-L e=2mm	Dibujó	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
	Revisó		Nicolás Cipollone	
	Aprobó		Alejandro Bottos	
	Escala:	Descripción:		
	 Tolerancia	Panel Lateral Derecho		
				N° Plano: 201-03



Desarrollo



Material: Chapa de acero inoxidable AISI 304-L e=2mm	Dibujó	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
	Revisó		Nicolás Cipollone	
	Aprobó		Alejandro Bottos	
	Escala:	Descripción:		
	 Tolerancia	Panel Inferior		
				N° Plano: 201-4



DETALLE B

e=2mm	Dibujó	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
	Revisó		Nicolás Cipollone	
	Aprobó		Alejandro Bottos	
	Escala:	Descripción:		
	Compuerta inferior con bisagras			
	Tolerancia	AISI 304-L		N° Plano:
				201-5

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

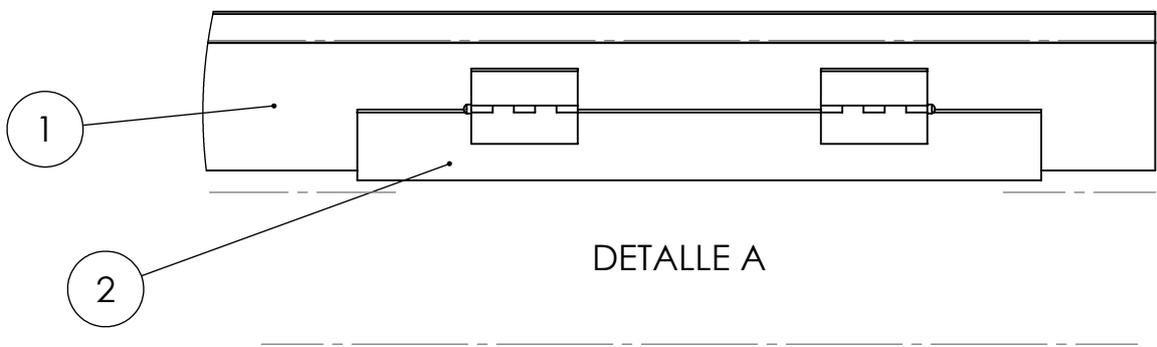
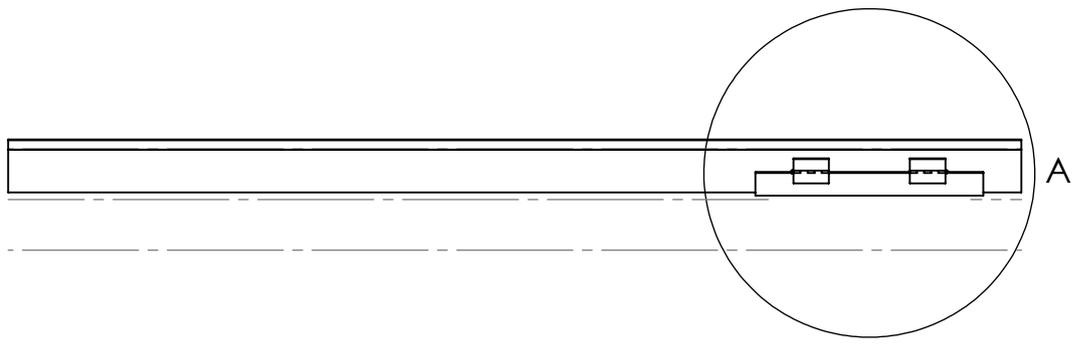
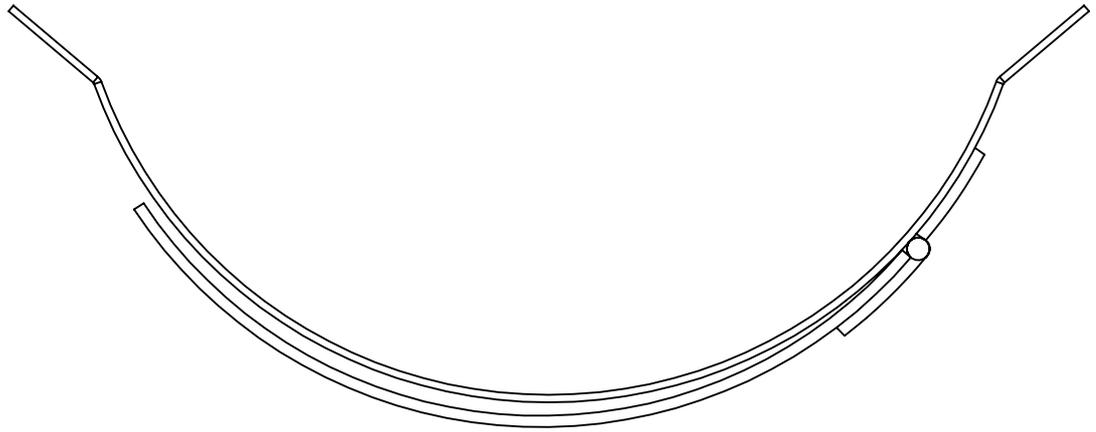
C

B

B

A

A



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	201-4	Panel Inferior	1
2	201-5	Compuerta inferior con bisagra	1

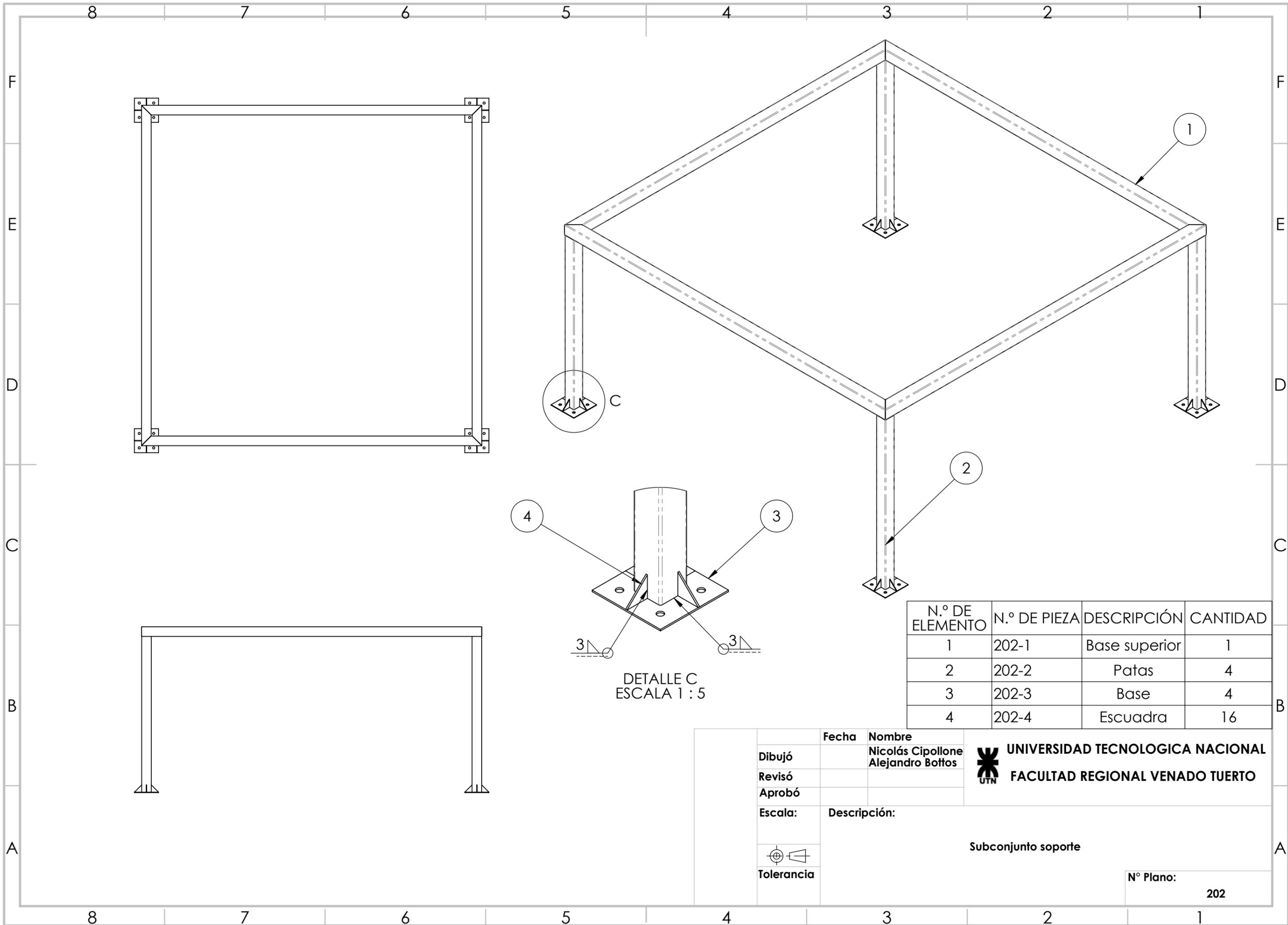
	Fecha	Nombre
Dibujó		Nicolás Cipollone Alejandro Bottos
Revisó		
Aprobó		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Escala:	Descripción:
	Subconjunto Compuerta inferior
Tolerancia	

Nº Plano:
201-06

4 3 2 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	202-1	Base superior	1
2	202-2	Patas	4
3	202-3	Base	4
4	202-4	Escuadra	16

	Fecha	Nombre
Dibujó		Nicolás Cipollone
Revisó		Alejandro Bottos
Aprobó		
Escala:	Descripción:	
	Subconjunto soporte	
Tolerancia		



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Nº Plano:
202

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

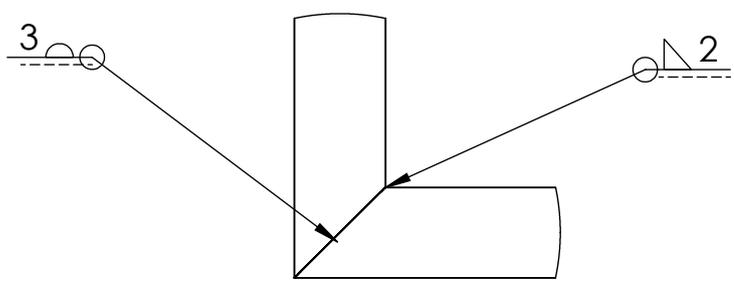
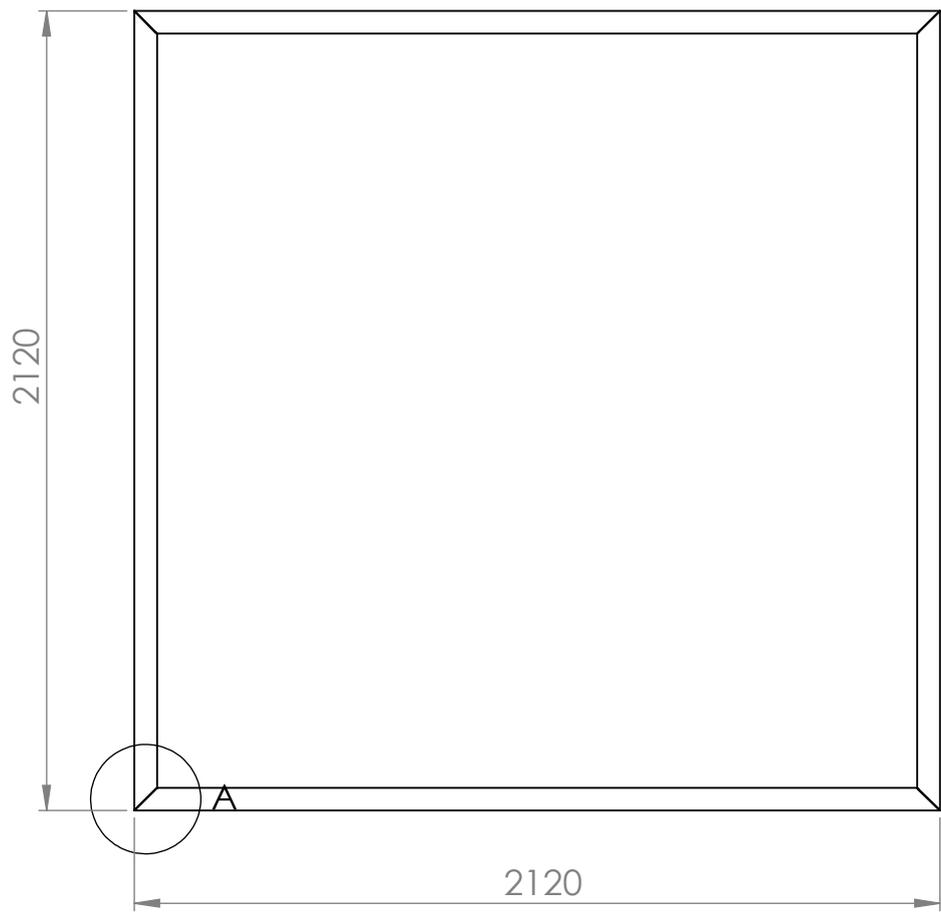
C

B

B

A

A



DETALLE A
ESCALA 1 : 5

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
Dibujó		Nicolás Cipollone Alejandro Bottos	
Revisó			
Aprobó			
Escala:	Descripción:		
	Base superior		
Tolerancia	Caño estructural 60x60x2		N° Plano: 202-1

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

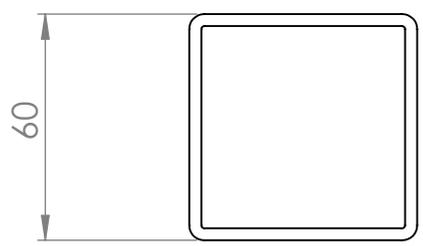
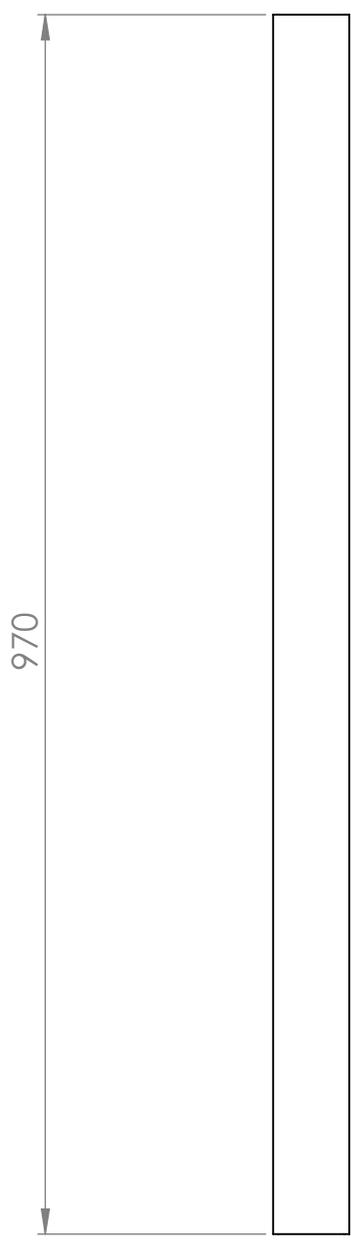
C

B

B

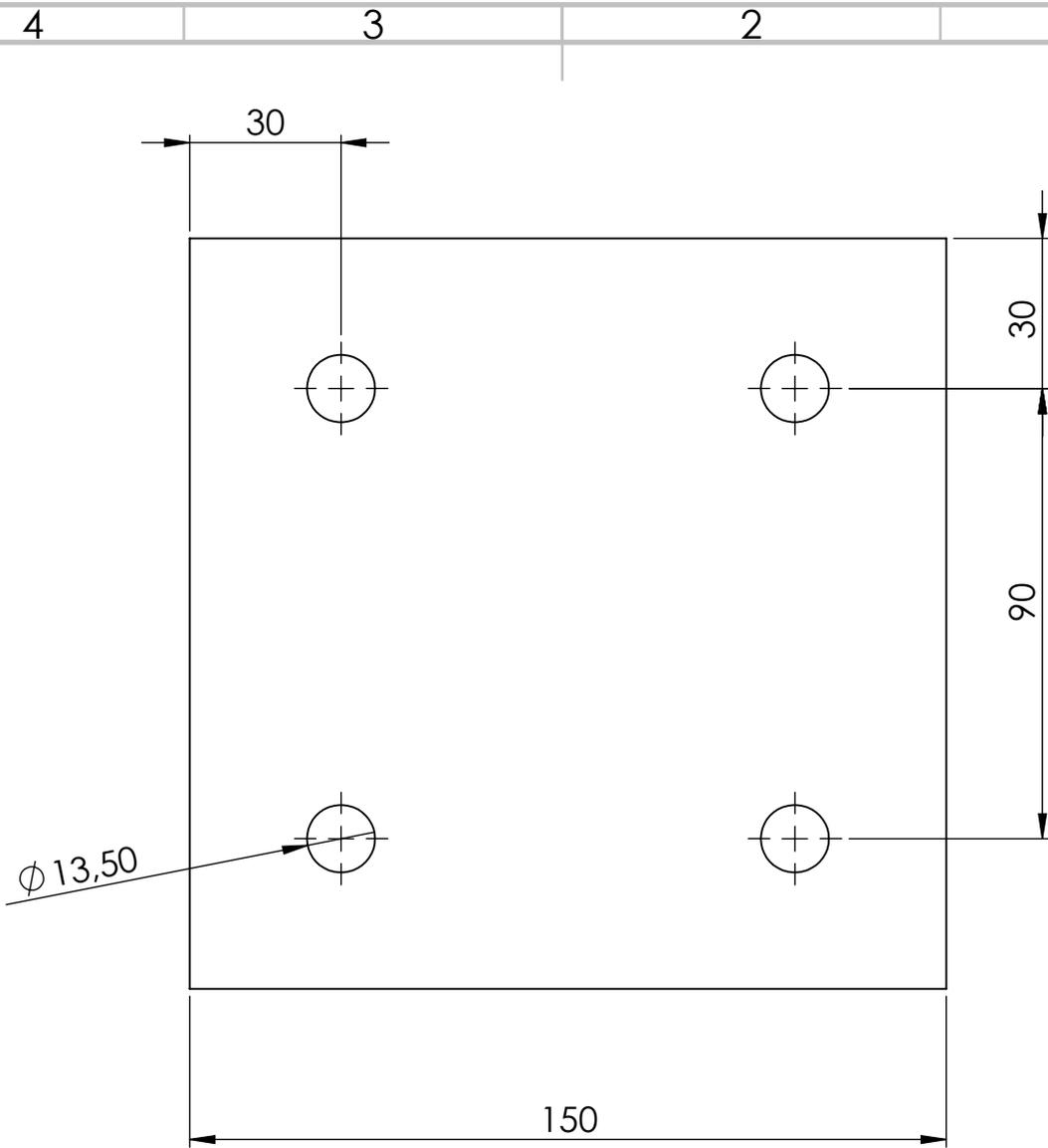
A

A



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
Dibujó		Nicolás Cipollone Alejandro Bottos	
Revisó			
Aprobó			
Escala:	Descripción:		
	Patas		
Tolerancia	Caño estructural 60x60x2		N° Plano: 202-2

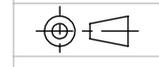
4 3 2 1



	Fecha	Nombre
Dibujó		Nicolás Cipollone Alejandro Bottos
Revisó		
Aprobó		

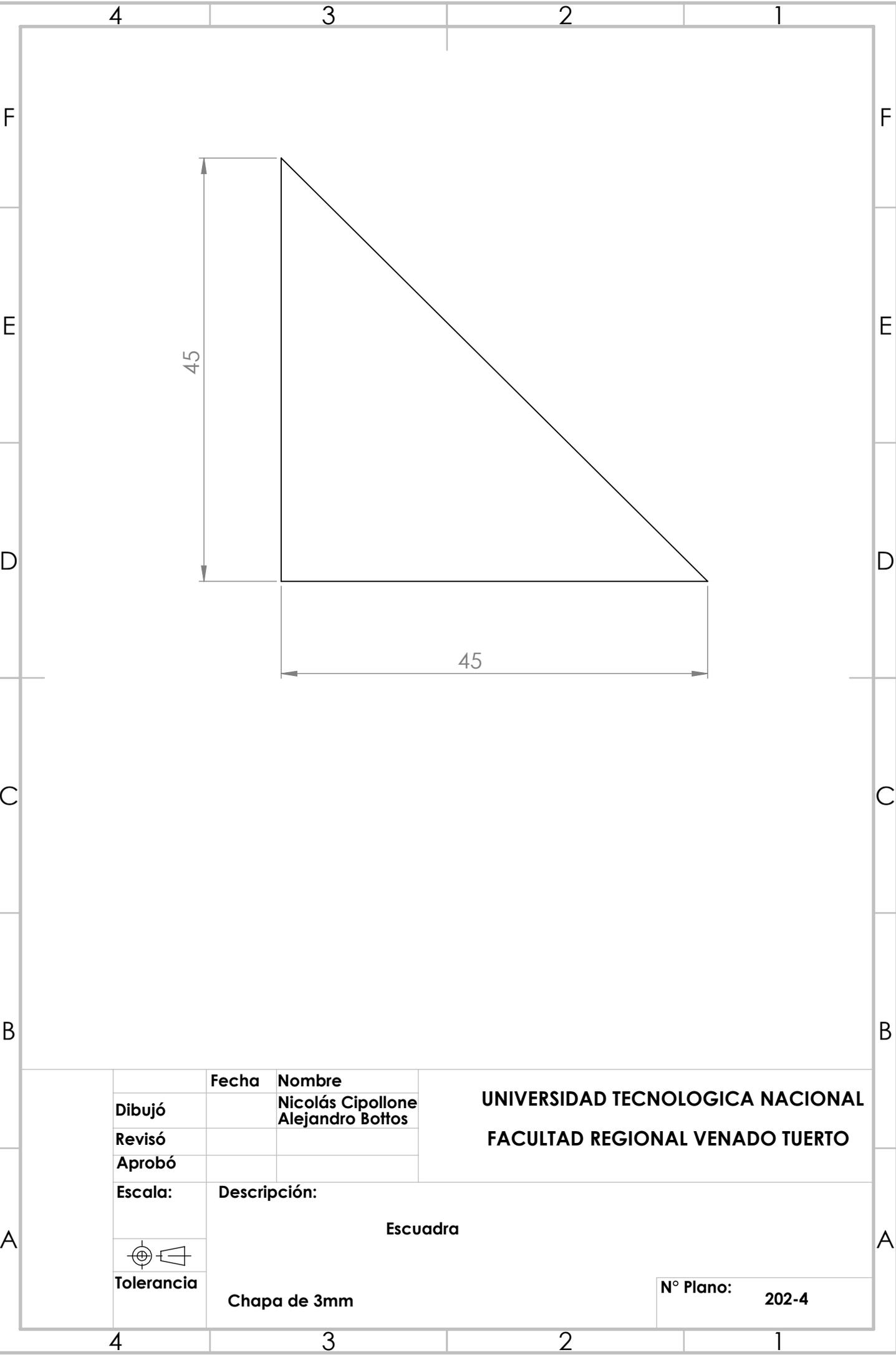
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

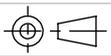
Escala: Descripción:
Base



Tolerancia **Chapa de 3mm**

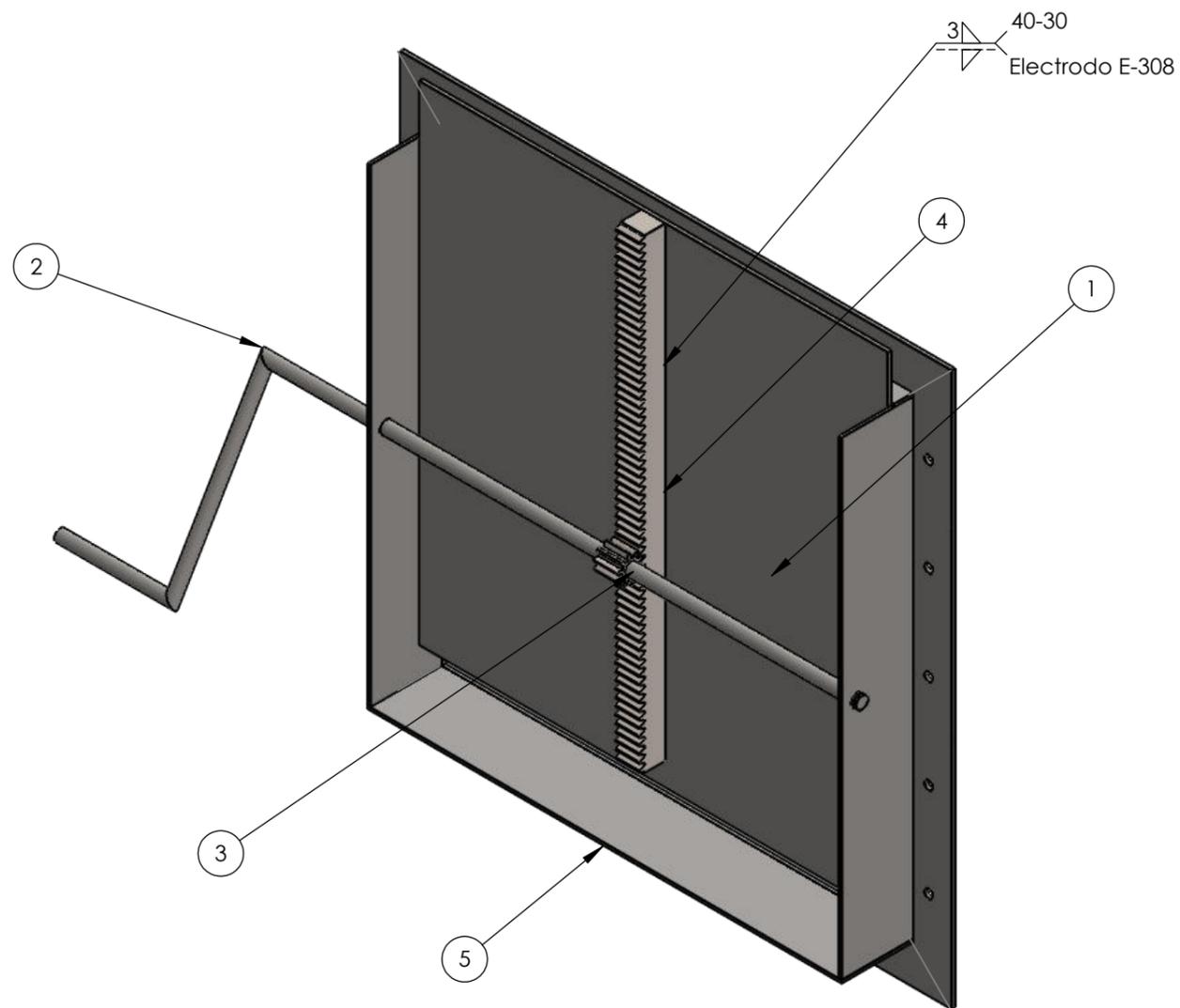
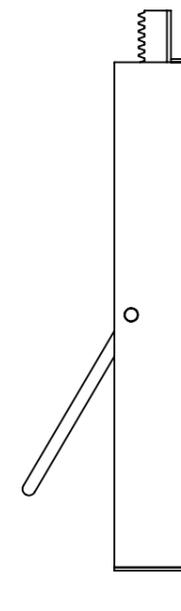
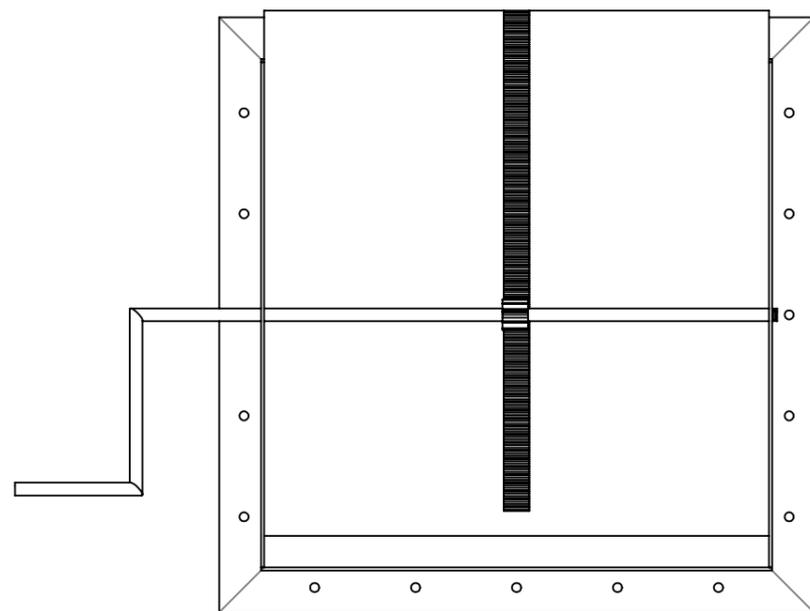
N° Plano: **202-3**



	Fecha	Nombre
Dibujó		Nicolás Cipollone Alejandro Bottos
Revisó		
Aprobó		
Escala:	Descripción:	
	Escuadra	
Tolerancia	Chapa de 3mm	

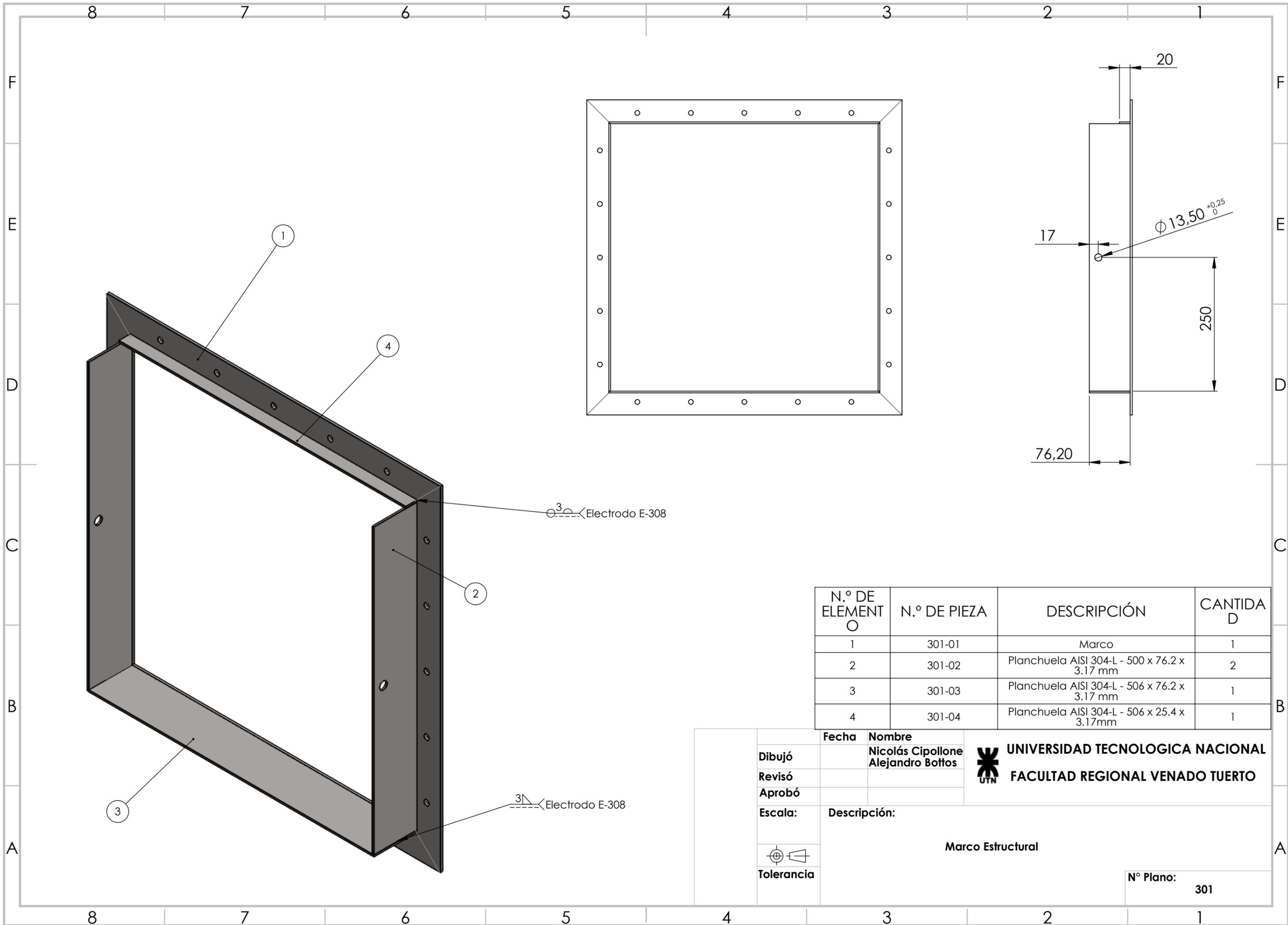
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

N° Plano: 202-4



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	303	Cuchilla AISI 304-L - 500 x 500 x 3.17mm	1
2	302	Manivela	1
3	Piñon	Piñon	1
4	Cremallera	Cremallera	1
5	301	Marco Estructural	1

Dibujó Revisó Aprobó	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
		Nicolás Cipollone Alejandro Bottos	
Escala:	Descripción:		
	Subconjunto Cuchilla		
Tolerancia	Nº Plano: 300		



3 Electrodo E-308

3 Electrodo E-308

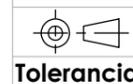
N.º DE ELEMENT ○	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	301-01	Marco	1
2	301-02	Planchuela AISI 304-L - 500 x 76.2 x 3.17 mm	2
3	301-03	Planchuela AISI 304-L - 506 x 76.2 x 3.17 mm	1
4	301-04	Planchuela AISI 304-L - 506 x 25.4 x 3.17mm	1

	Fecha	Nombre
Dibujó		Nicolás Cipollone
Revisó		Alejandro Bottos
Aprobó		



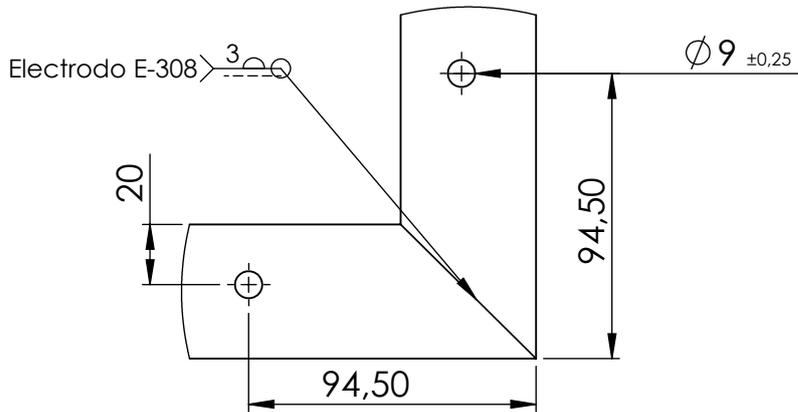
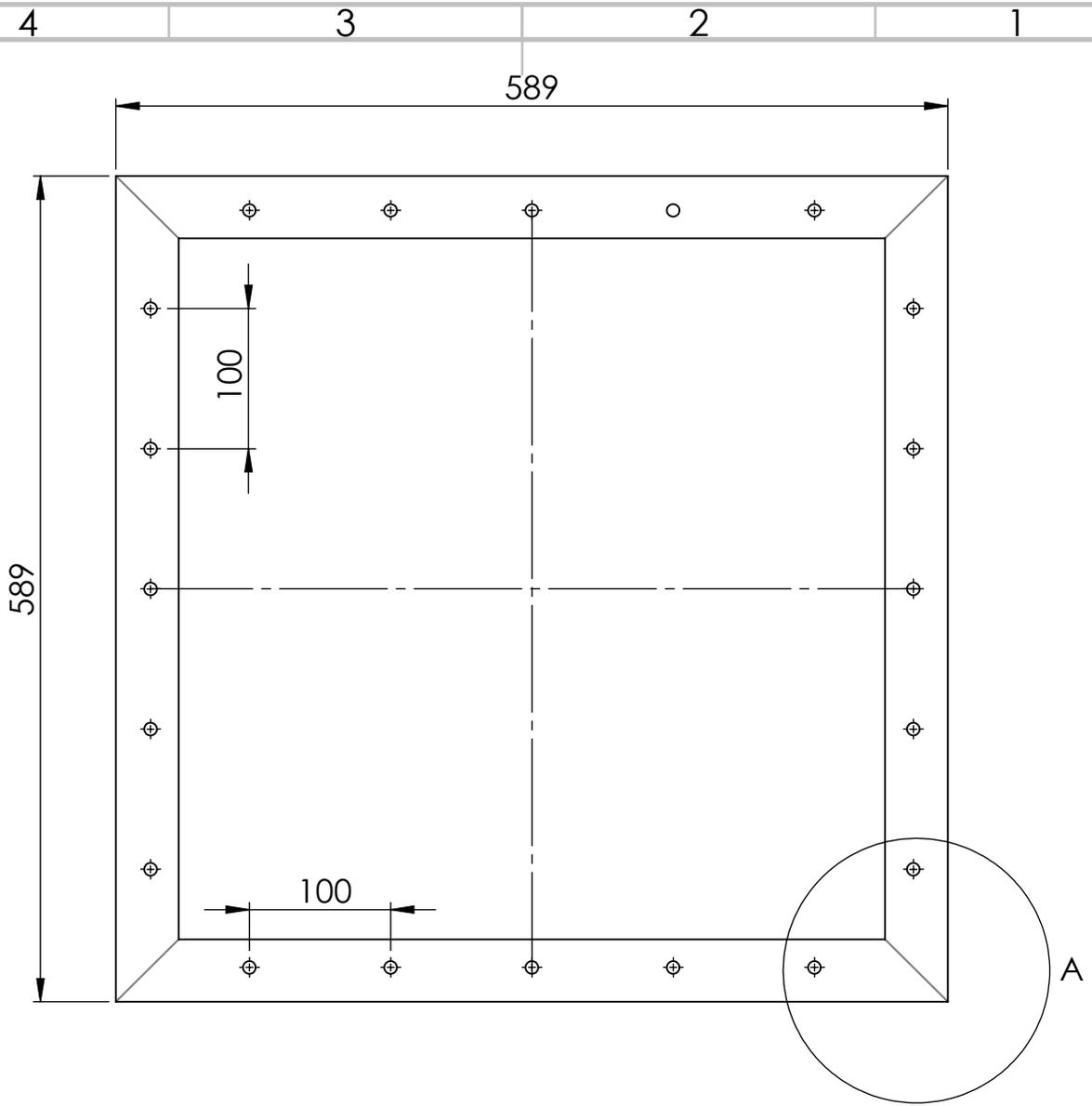
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Escala: Descripción: Marco Estructural



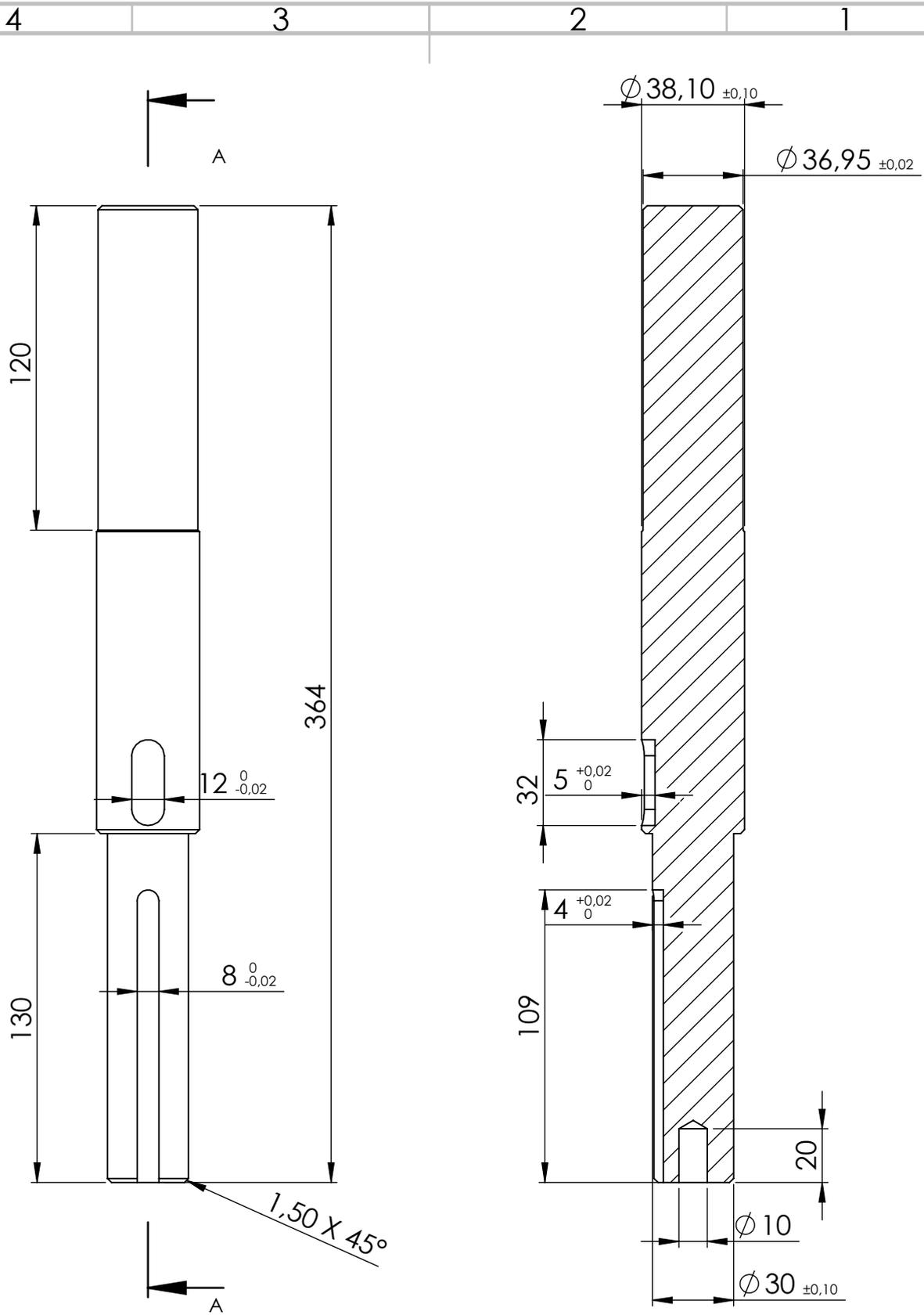
Tolerancia

Nº Plano: 301



DETALLE A

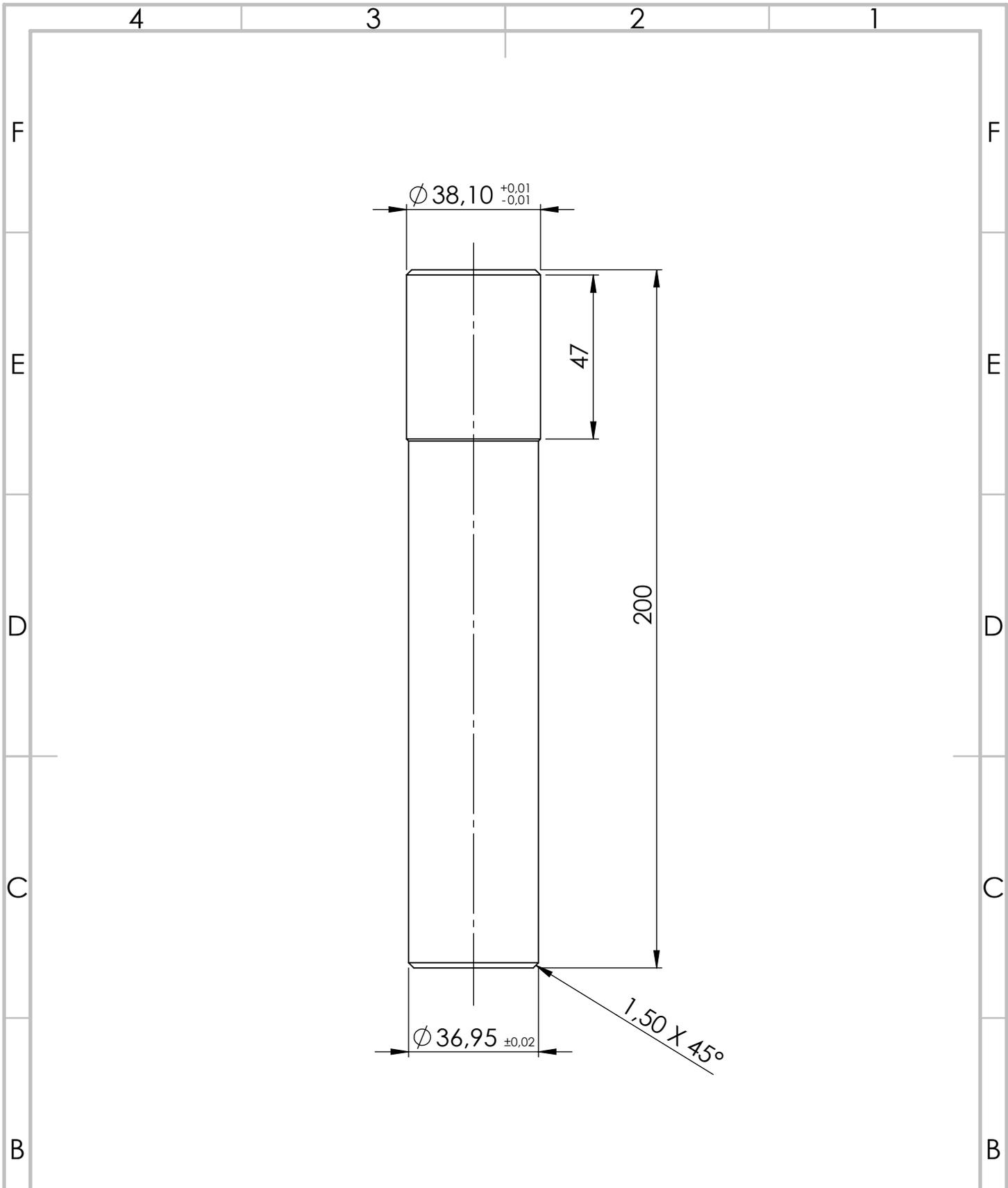
Planchuela de acero inoxidable e=3.17mm	Dibujó	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
	Revisó		Nicolás Cipollone	
	Aprobó		Alejandro Bottos	
	Escala:	Descripción:		
			Marco	
	Tolerancia			
		AISI 304-L		N° Plano: 301-01



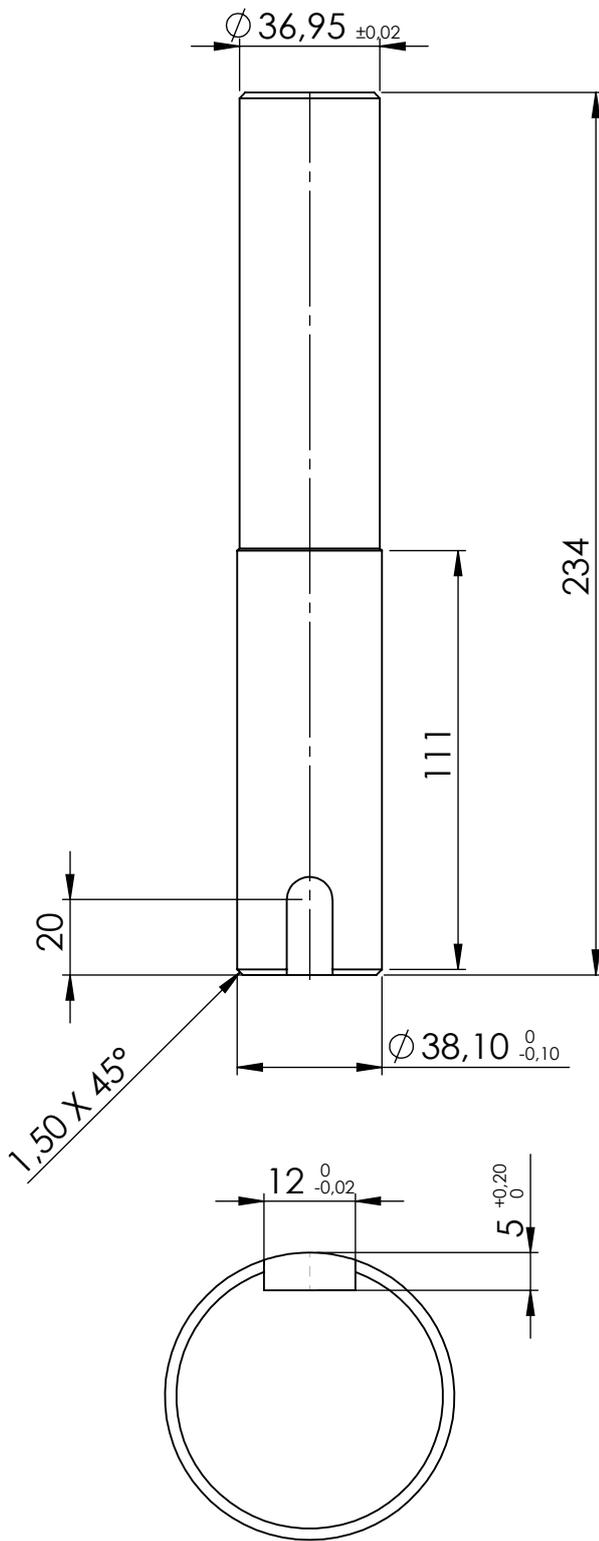
Tolerancias no indicadas +/- 0.5mm	Dibujó	Fecha	Nombre
	Revisó		Nicolás Cipollone
	Aprobó		Alejandro Bottos
	Escala:	Descripción:	
	EJE DE MANDO		
Tolerancia	Acero SAE 1045		N° Plano: 400

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

N° Plano: 400



A	Dibujó	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
	Revisó		Nicolás Cipollone	
	Aprobó		Alejandro Bottos	
	Escala:	Descripción:		
		EJE SINFIN EXTREMO CORTO		
	Tolerancia	Acero SAE 1045		N° Plano: 401



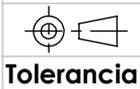
Tolerancias no indicadas +/- 0.5mm

	Fecha	Nombre
Dibujó		Nicolás Cipollone
Revisó		Alejandro Bottos
Aprobó		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Escala: Descripción:

EJE SINFIN ROMPEDOR

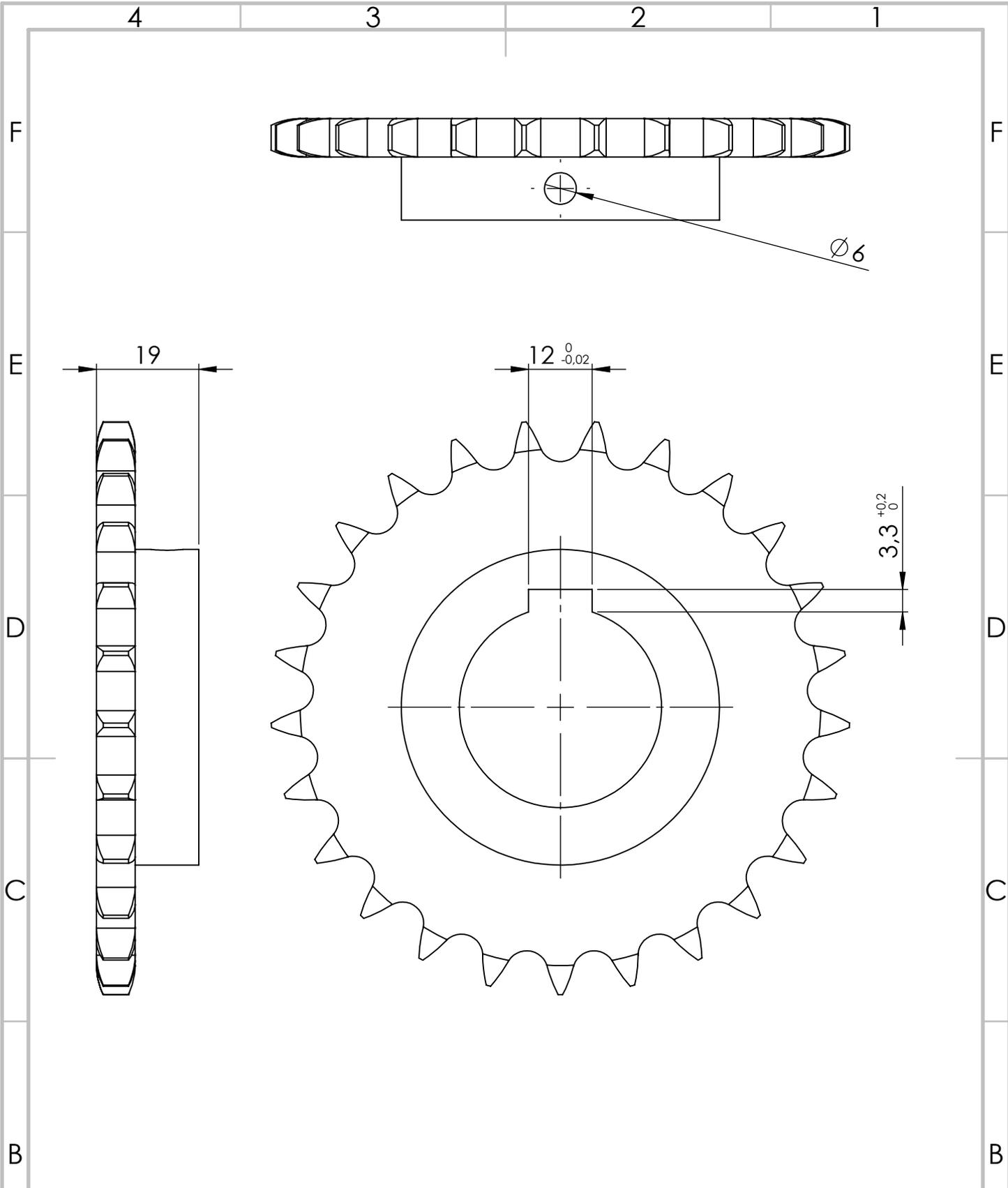


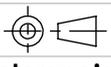
Tolerancia

Acero SAE 1045

N° Plano:

402



Corona		Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
$P=1/2''$	Dibujó		N. Cipollone	
$Z=25$	Revisó Aprobó		A. Bottos	
-----	Escala:	Descripción:		
Trat. sup. de dientes		Corona		
Templado por inducción	 Tolerancia	Acero SAE 1045		
				N° Plano: 500

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

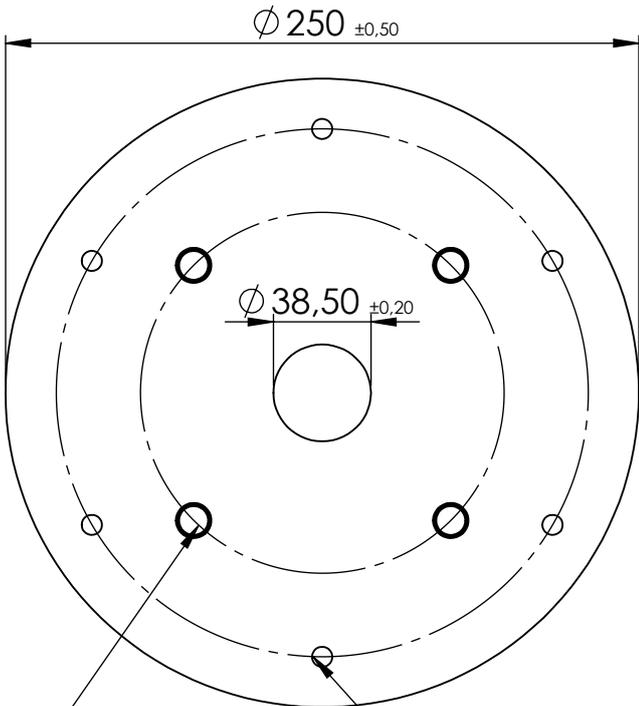
C

B

B

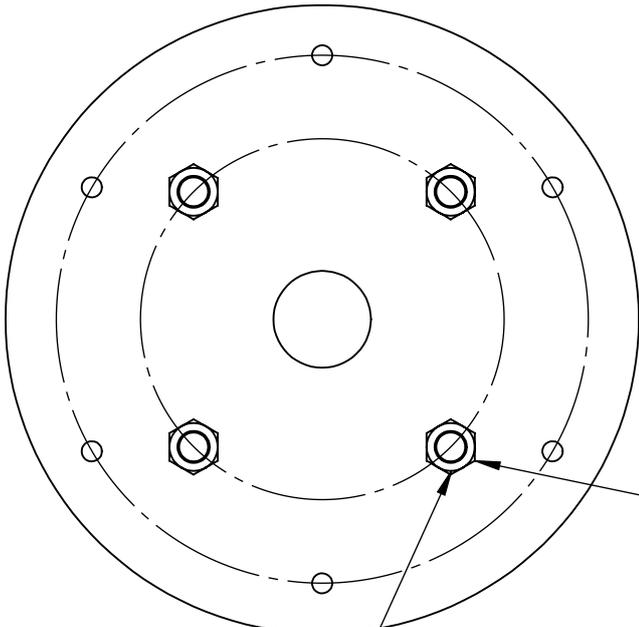
A

A



4 agujeros equidistantes $\phi 14$

6 agujeros equidistantes $\phi 8$



Tuerca Hexagonal G2 - 1/2" - 13

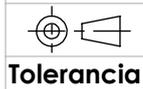
	Fecha	Nombre
Dibujó		Nicolás Cipollone
Revisó		Alejandro Bottos
Aprobó		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Escala:

Descripción:

Subconjunto Brida

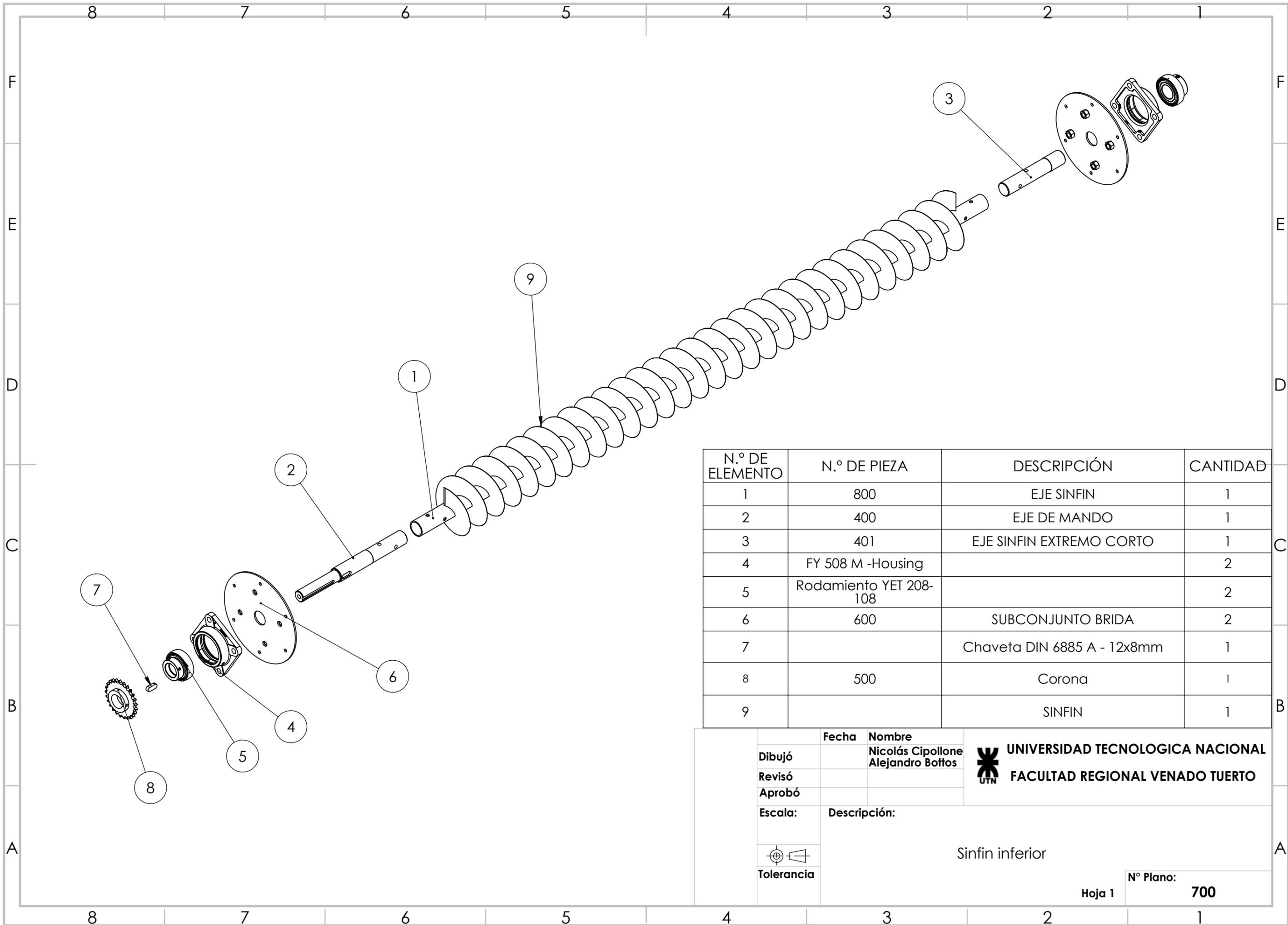


AISI 304

N° Plano:

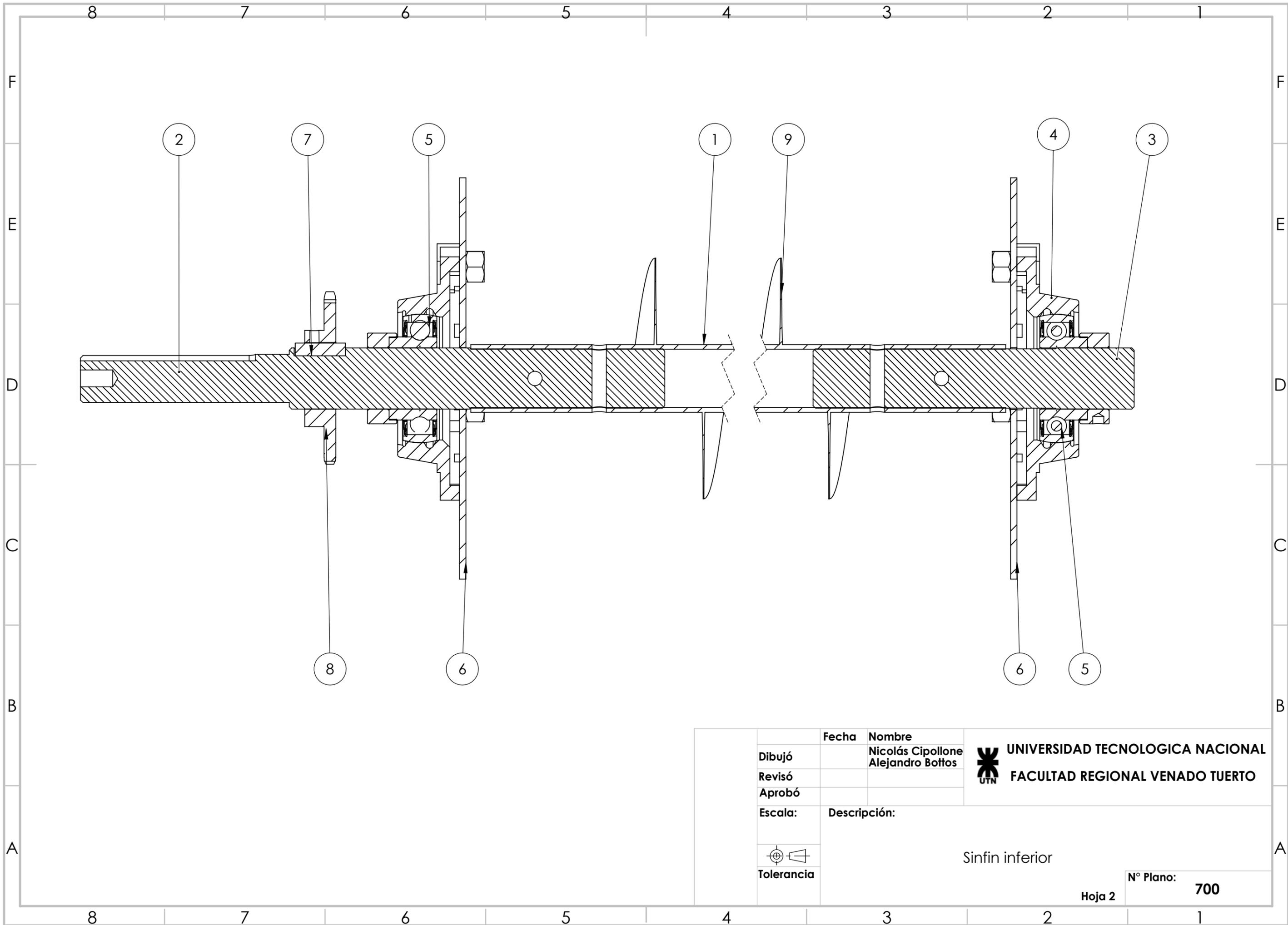
600

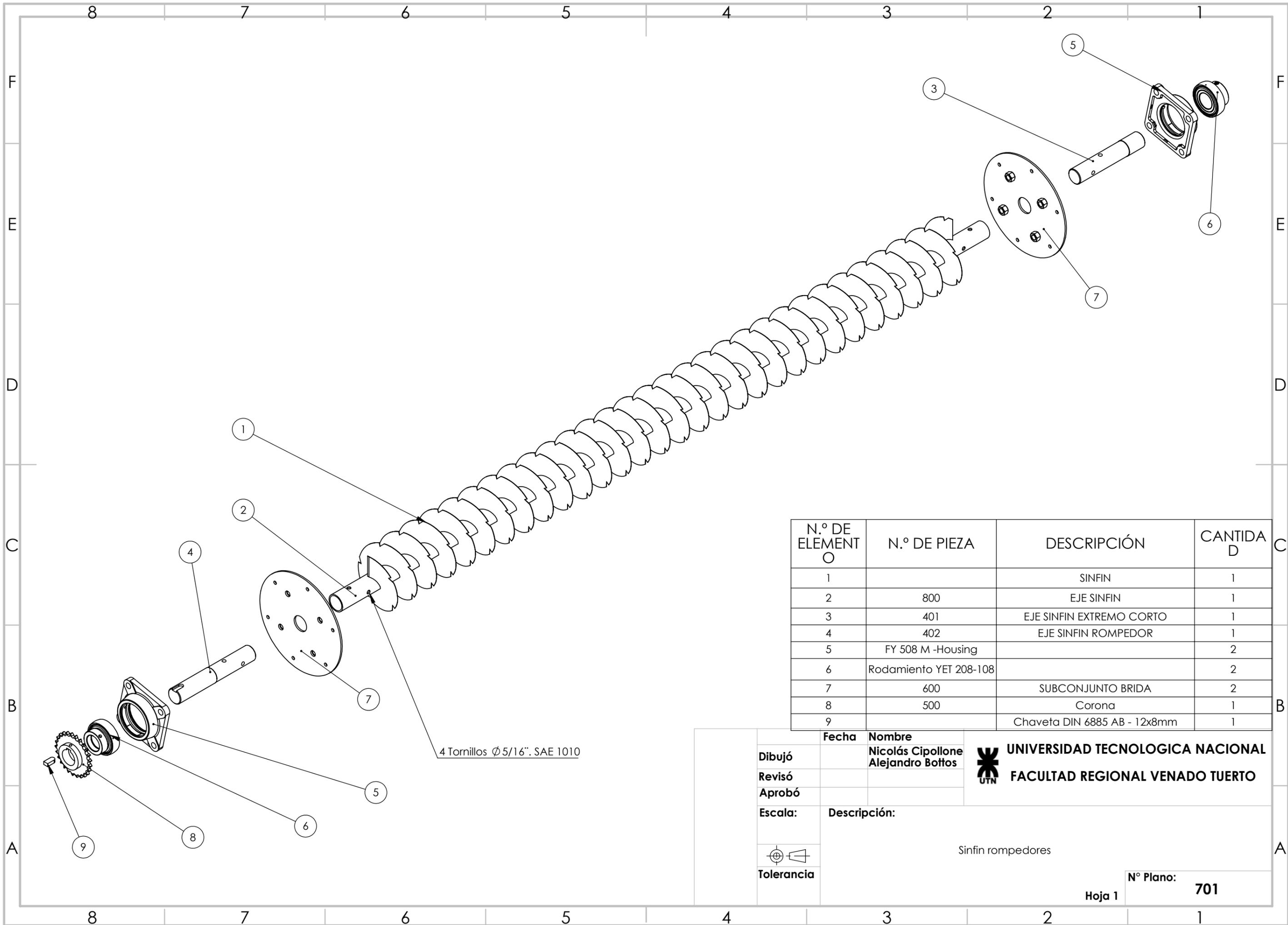
4 3 2 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	800	EJE SINFIN	1
2	400	EJE DE MANDO	1
3	401	EJE SINFIN EXTREMO CORTO	1
4	FY 508 M -Housing		2
5	Rodamiento YET 208-108		2
6	600	SUBCONJUNTO BRIDA	2
7		Chaveta DIN 6885 A - 12x8mm	1
8	500	Corona	1
9		SINFIN	1

Dibujó Revisó Aprobó	Fecha 	Nombre Nicolás Cipollone Alejandro Bottos	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO	
	Escala:	Descripción: Sinfin inferior		
	Tolerancia	Nº Plano: 700		Hoja 1

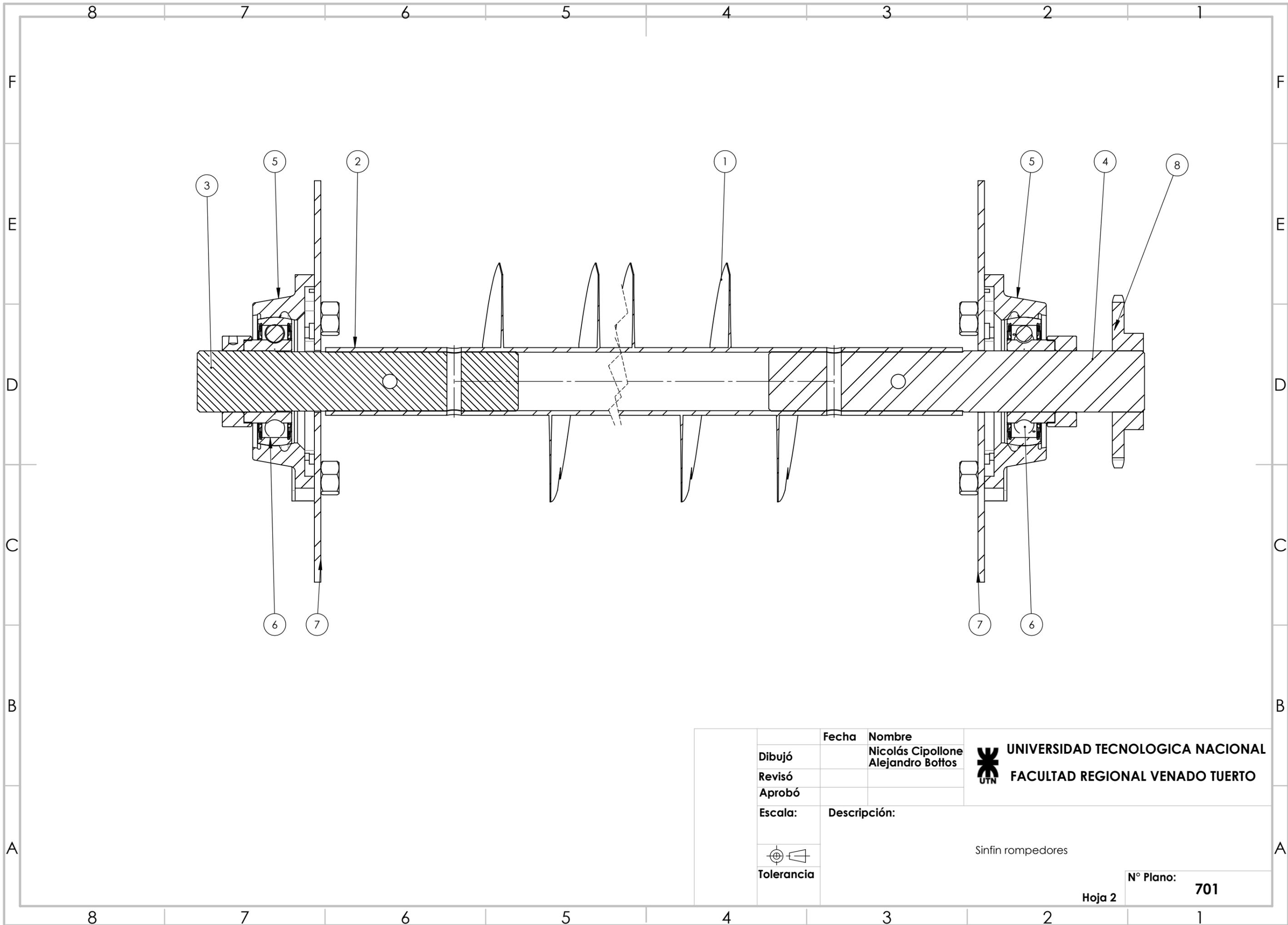


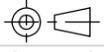


4 Tornillos $\varnothing 5/16''$. SAE 1010

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1		SINFIN	1
2	800	EJE SINFIN	1
3	401	EJE SINFIN EXTREMO CORTO	1
4	402	EJE SINFIN ROMPEDOR	1
5	FY 508 M -Housing		2
6	Rodamiento YET 208-108		2
7	600	SUBCONJUNTO BRIDA	2
8	500	Corona	1
9		Chaveta DIN 6885 AB - 12x8mm	1

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
Dibujó	Nicolás Cipollone	
Revisó	Alejandro Bottos	
Aprobó		
Escala:	Descripción:	
		Sinfin rompedores
Tolerancia		



	Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
Dibujó		Nicolás Cipollone	
Revisó		Alejandro Bottos	
Aprobó			
Escala:	Descripción:		
	Sinfin rompedores		
 Tolerancia	N° Plano: 701		
	Hoja 2		

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

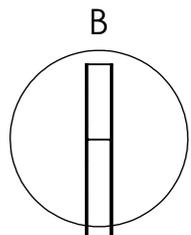
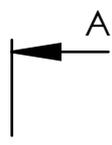
C

B

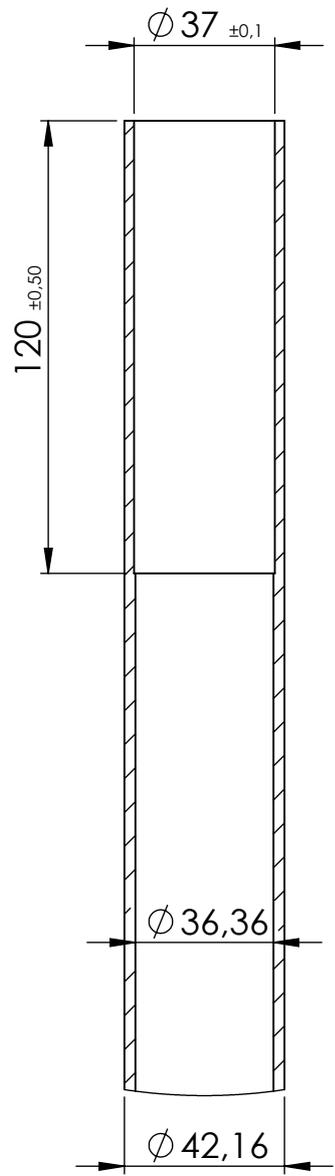
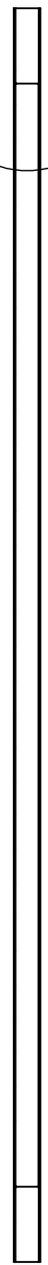
B

A

A



1995 ±2



Ø 37 ±0,1

120 ±0,50

Ø 36,36

Ø 42,16

SECCIÓN A-A

DETALLE B



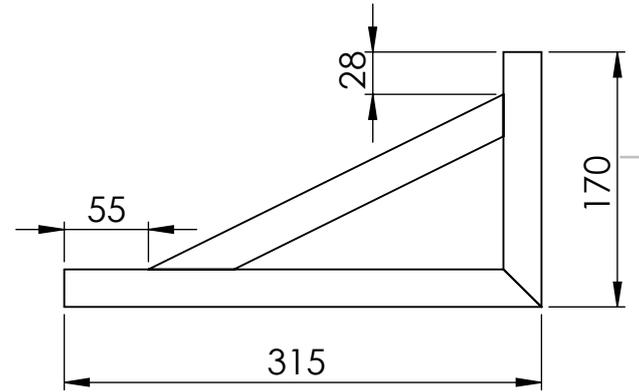
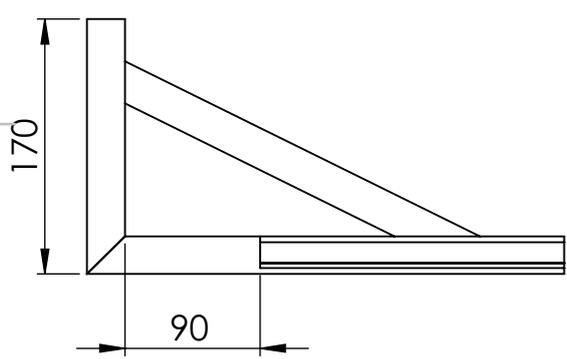
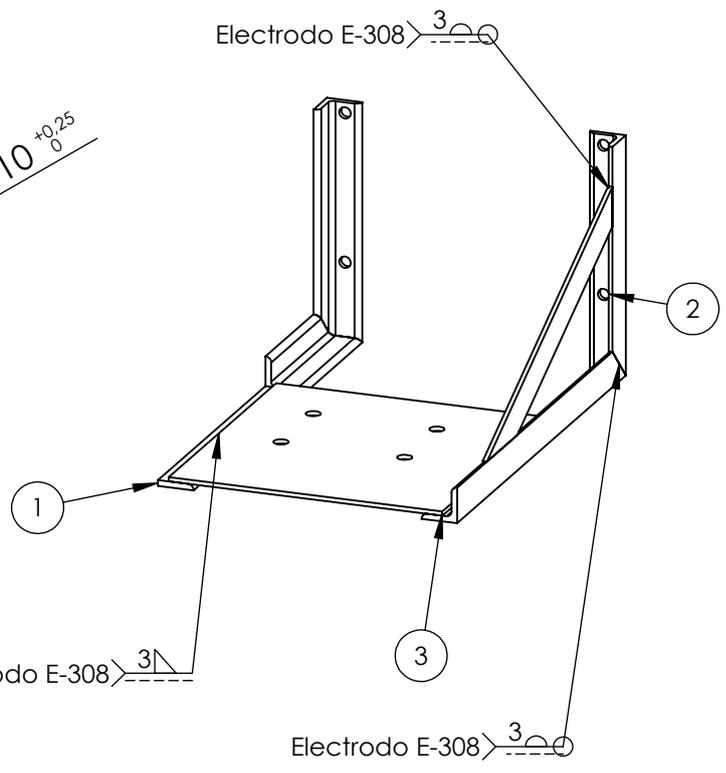
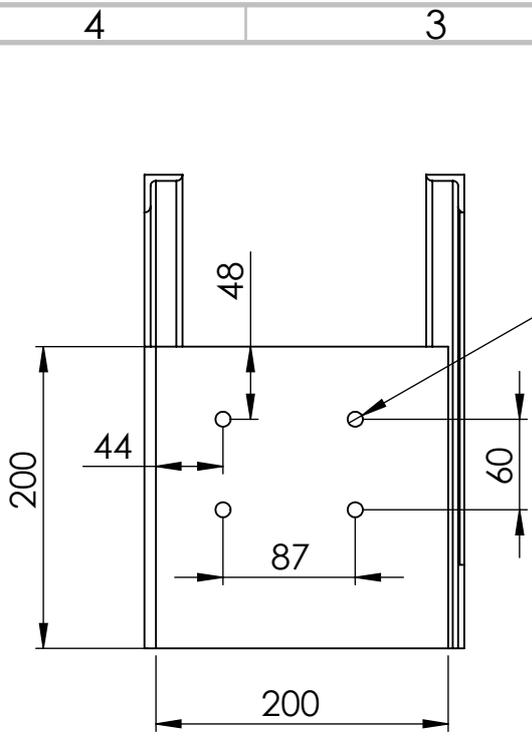
	Fecha	Nombre
Dibujó		Nicolás Cipollone
Revisó		Alejandro Bottos
Aprobó		

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Escala:	Descripción:
	Eje Sinfin
Tolerancia	AISI 304

N° Plano:
800

4 3 2 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	901-a	Soporte Motor Izquierdo - Perfil L - AISI 304-L - 25.4x25.4x3.17mm	1
2	901	Soporte Motor Derecho - Perfil L - AISI 304-L - 25.4x25.4x3.17mm	1
3	902	Base motor - Chapa AISI 304-L 200x200x3mm	1

	Fecha	Nombre
Dibujó		Nicolás Cipollone Alejandro Bottos
Revisó		
Aprobó		

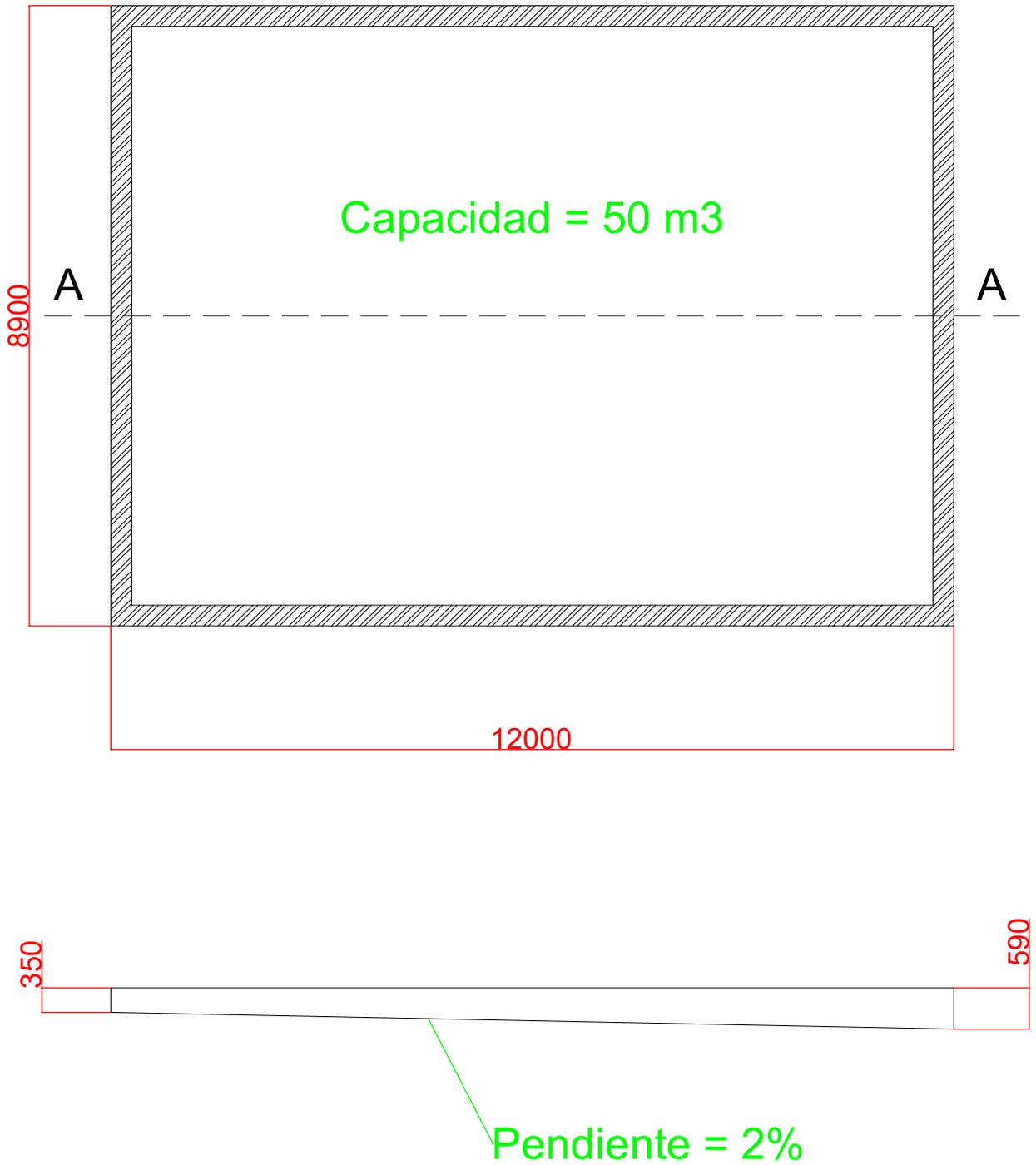
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

Escala:	Descripción:
	Soporte Motor

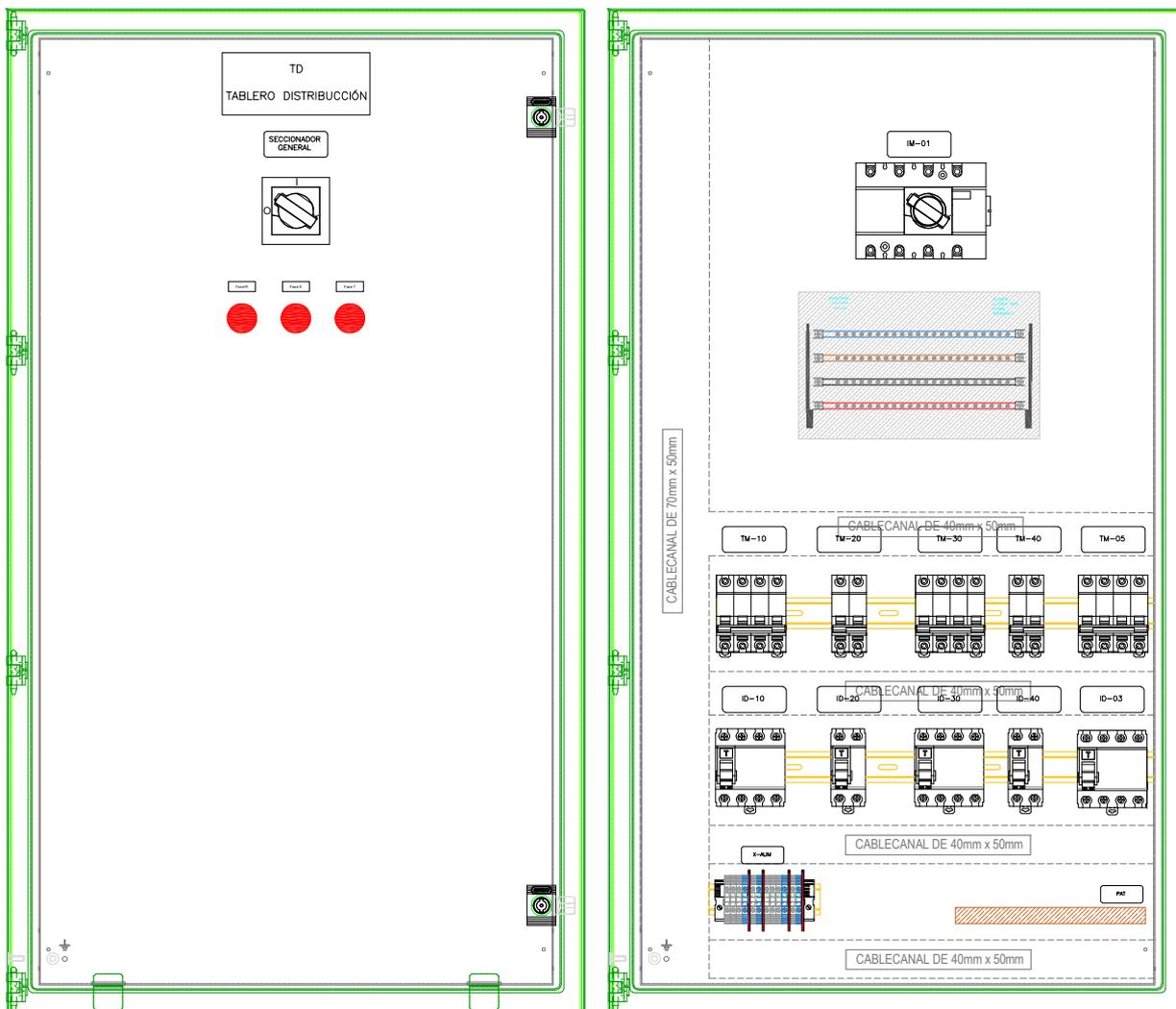


Tolerancia

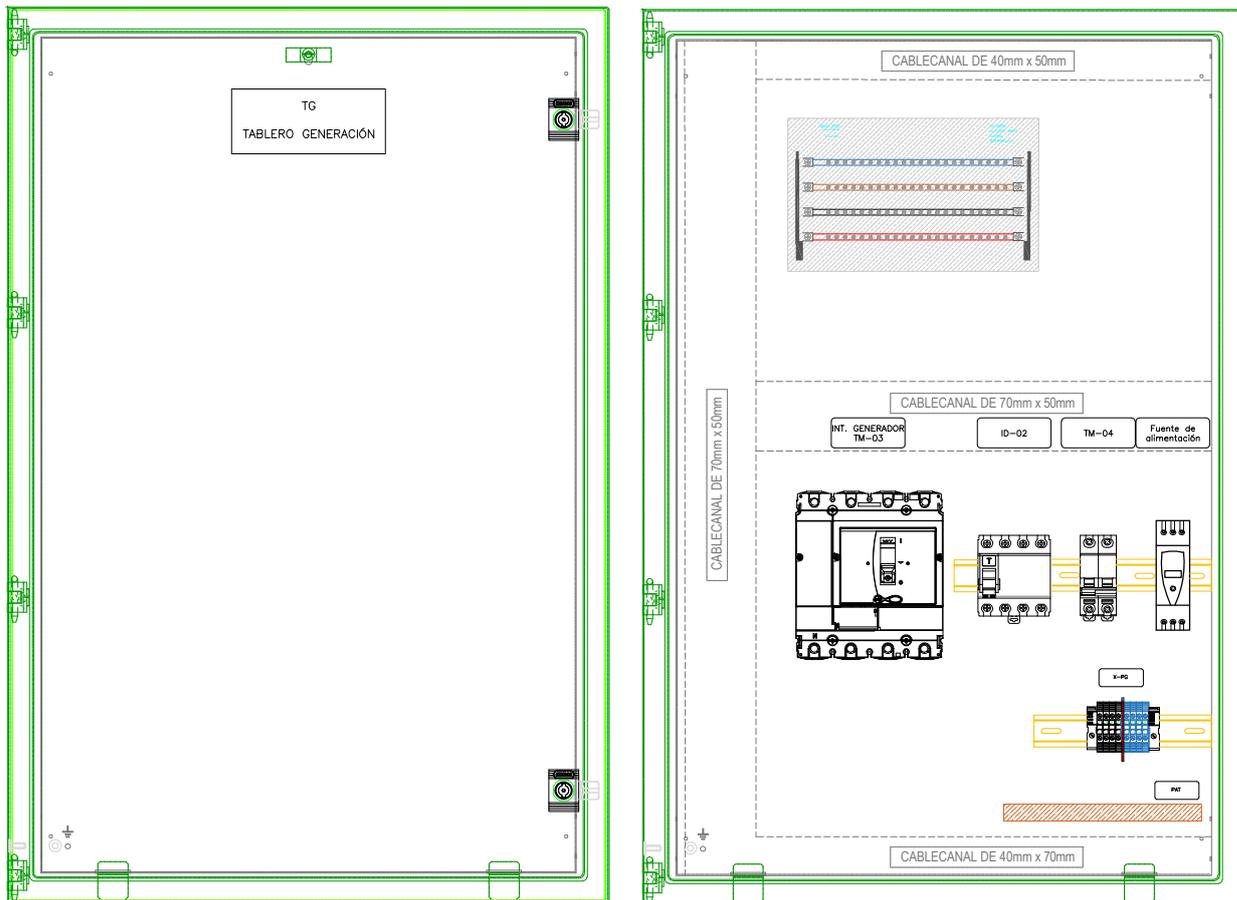
Nº Plano:
900



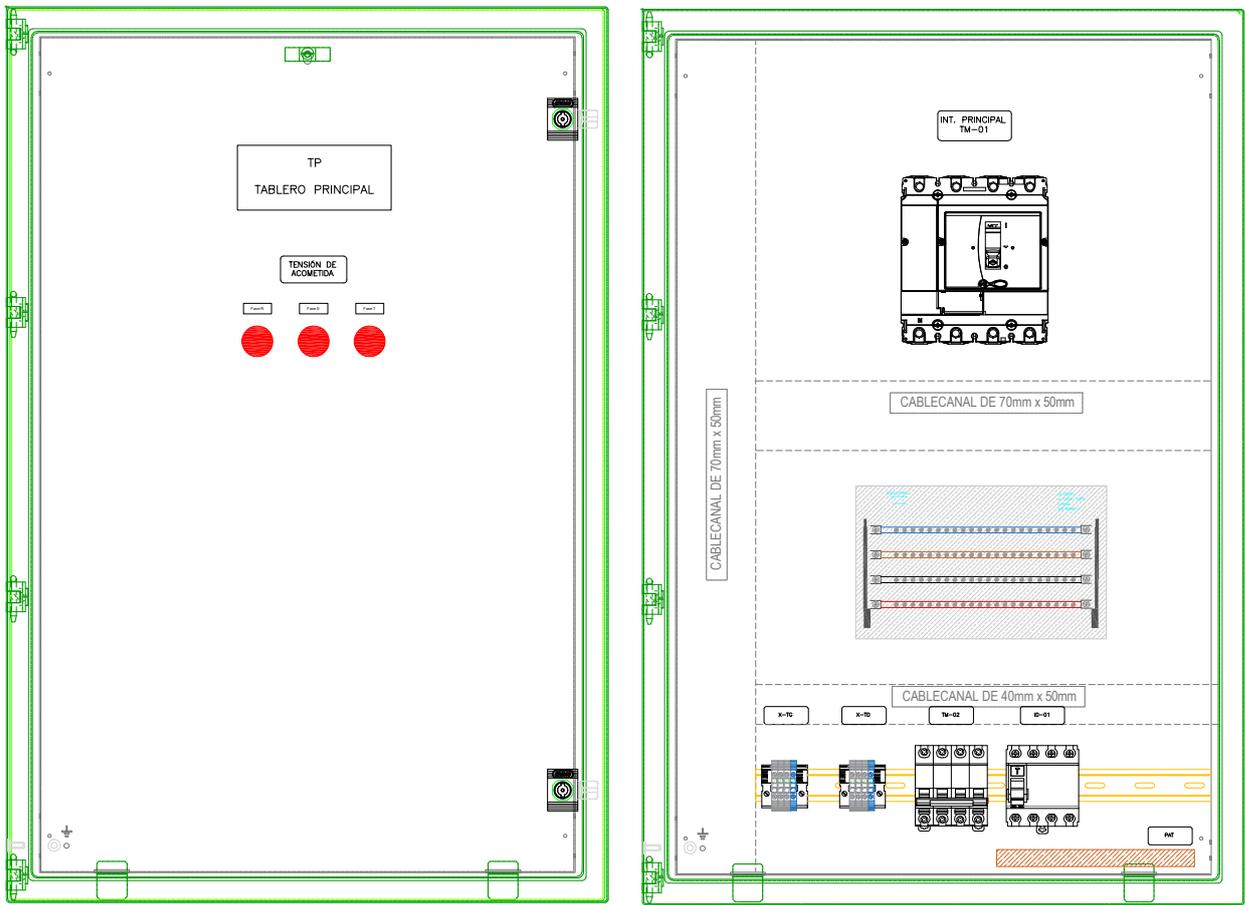
Todas las dimensiones expresadas en mm	Dib.	2/12/18	A. Bottos	Cliente: TAMBO - ENERGÍA LIMPIA	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
	Rev.	3/12/18	N. Cipollone		
	Apr.	5/12/18	A. Bottos		
	Esc.	PLANO PILETA DE EFLUENTES			 N° Plano : UTN-011
	Toler.				
Rug.					



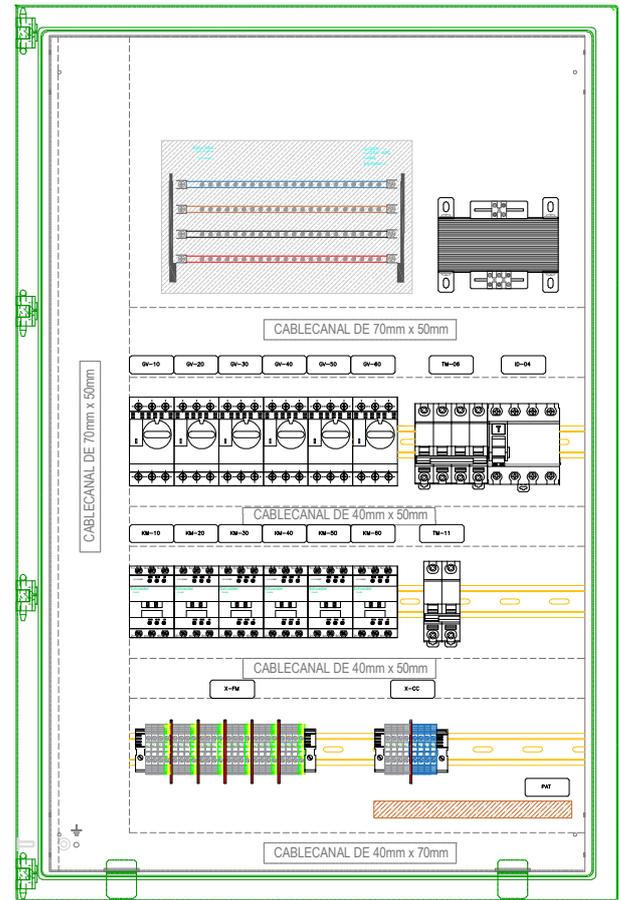
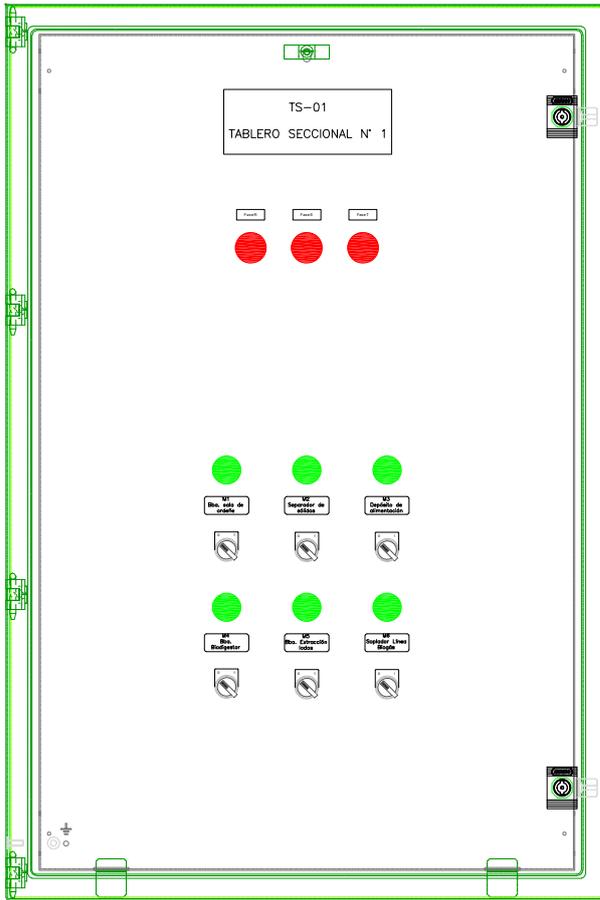
Referencias :		Fecha	Nombre	Ciente:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
Plano UTN - 001	Dib.	2/12/18	A. Bottos	TAMBO - ENERGÍA LIMPIA	
Plano UTN - 009	Rev.	3/12/18	N. Cipollone		
	Apr.	5/12/18	N. Cipollone		
	Esc.			DIAGRAMA TOPOGRÁFICO TABLERO DISTRIBUCIÓN	 N° Plano : UTN-005 Hoja 1



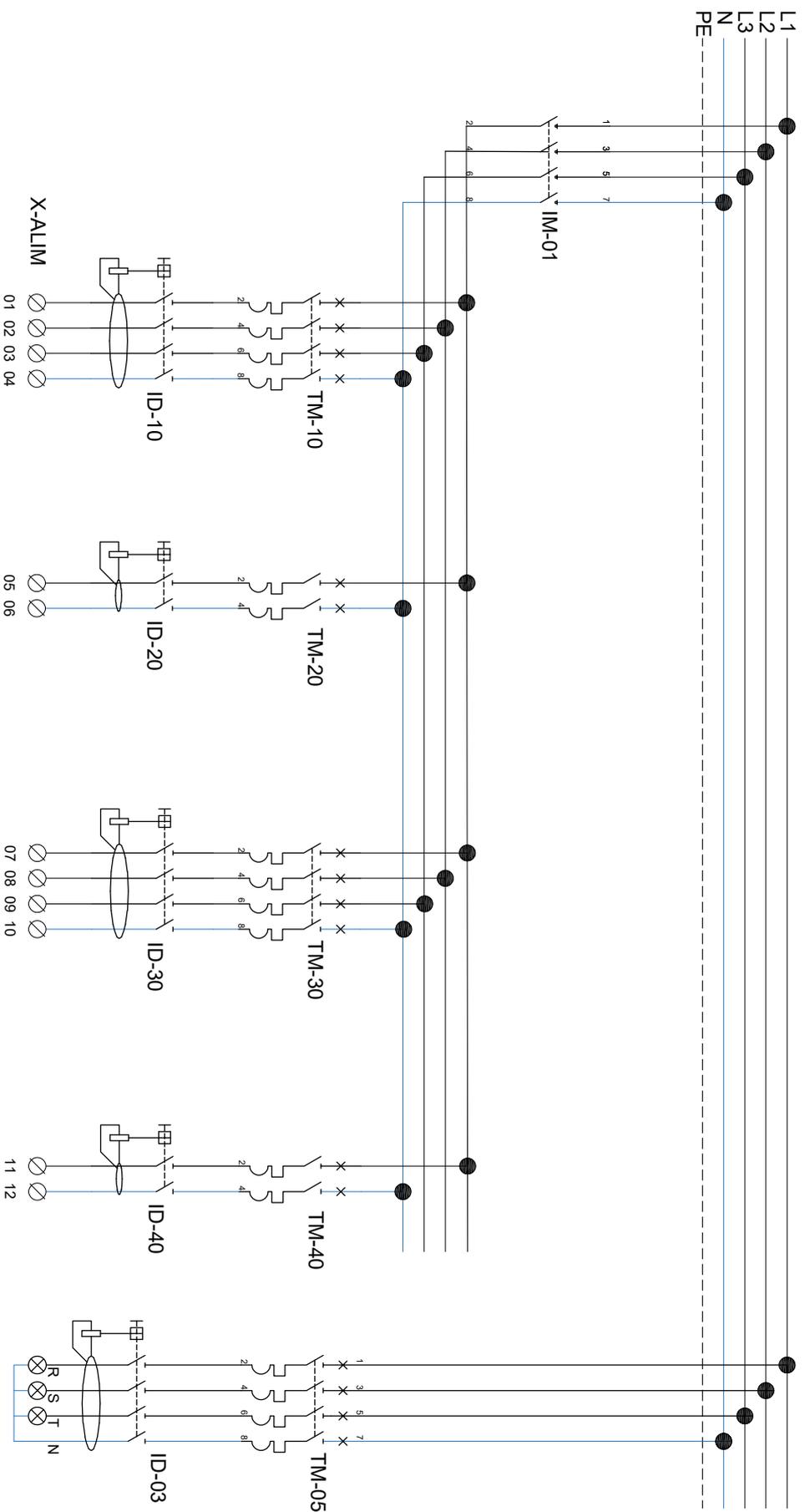
Referencias :		Fecha	Nombre	Cliente:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
Plano UTN - 001	Dib.	2/12/18	A. Bottos	TAMBO - ENERGÍA LIMPIA	
Plano UTN - 008	Rev.	3/12/18	N. Cipollone		
	Apr.	5/12/18	N. Cipollone		
	Esc.			DIAGRAMA TOPOGRÁFICO TABLERO GENERACIÓN	
					N° Plano : UTN-004
					Hoja 1



Referencias :		Fecha	Nombre	Cliente:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
Plano UTN - 001	Dib.	2/12/18	A. Bottos	TAMBO - ENERGÍA LIMPIA	
Plano UTN - 007	Rev.	3/12/18	N. Cipollone		
	Apr.	5/12/18	N. Cipollone		
	Esc.	DIAGRAMA TOPOGRÁFICO TABLERO PRINCIPAL			 N° Plano : UTN-003 Hoja 1



Referencias :		Fecha	Nombre	Cliente:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
Plano UTN - 001	Dib.	2/12/18	A. Bottos	TAMBO - ENERGÍA LIMPIA	
Plano UTN - 010	Rev.	3/12/18	N. Cipollone		
	Apr.	5/12/18	N. Cipollone		
	Esc.			DIAGRAMA TOPOGRÁFICO TABLERO SECCIONAL N° 1	 N° Plano : UTN-006 Hoja 1



ABREVIATURAS:

IM= Int. Manual - Seccionador
 TM = Int. Termomagnético
 ID = Int. Diferencial
 X-ALIM= Paquete de borneras - Alim. General

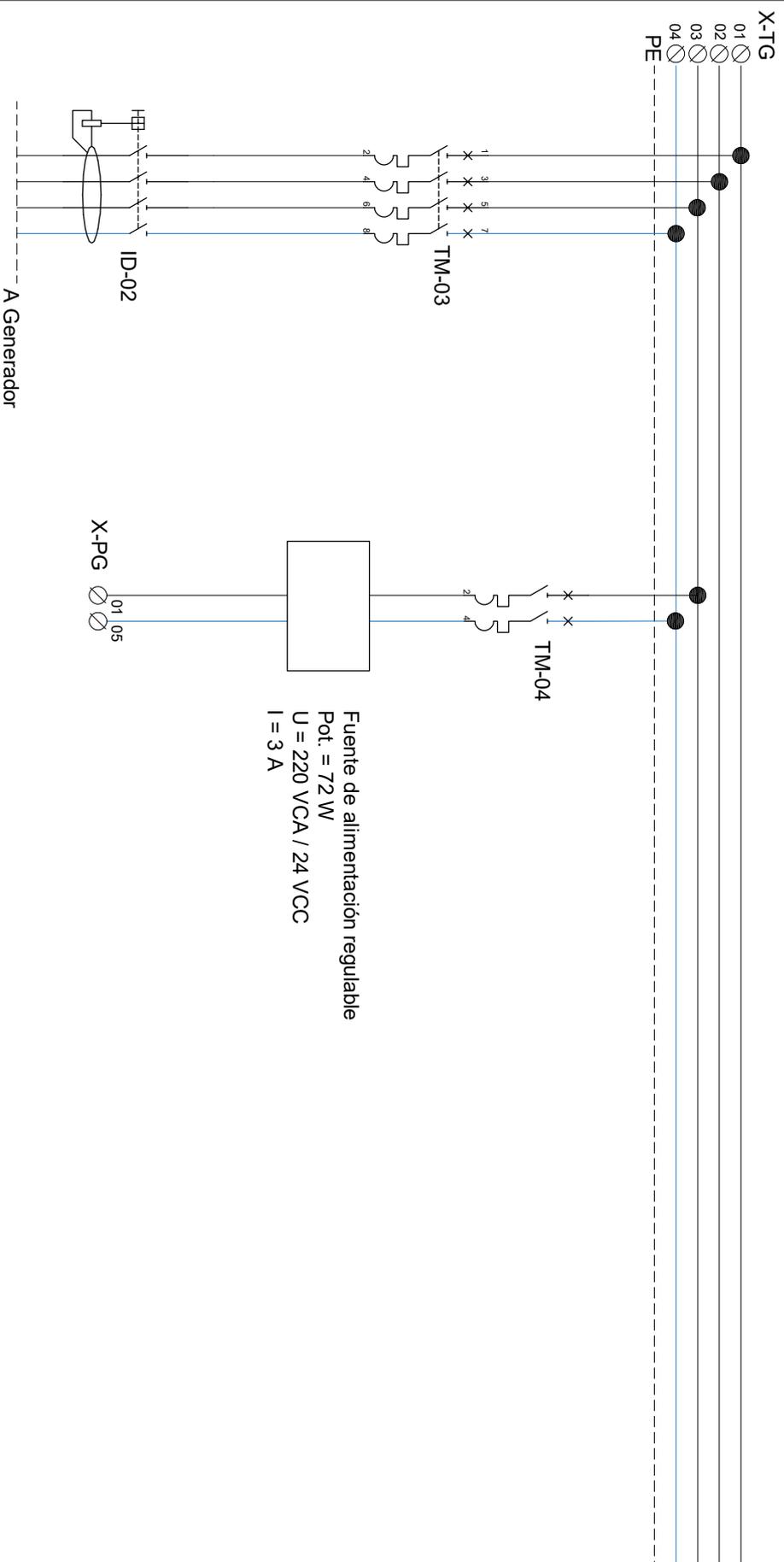
Referencias :		Fecha		Nombre		Cliente:	
Plano UTN - 001	Dib.	2/12/18	A. Bottos	TAMBO - ENERGIA LIMPIA			
Plano UTN - 005	Rev.	3/12/18	N. Cipollone	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO			
	Apr.	5/12/18					
	Esc.						

DIAGRAMA TRIFILAR
 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - TD

Nº Plano : UTN-009



Hoja 1



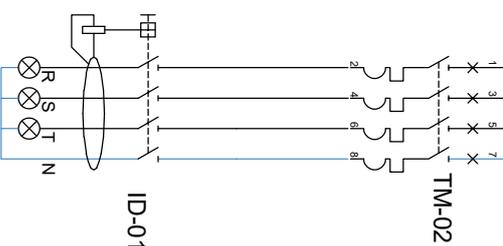
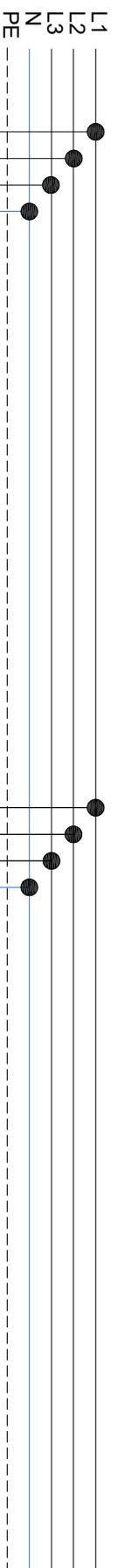
ABREVIATURAS:

- TD = Tablero de distribución
- TM = Int. Termomagnético
- ID = Int. Diferencial
- X-TG = Paq. de borneras - Alim. Tablero Generador
- X-PG = Paq. de borneras - Alim. Panel de control Generador

Referencias :	Fecha	Nombre	Ciente:
Plano UTTN - 001	2/12/18	A. Bottos	TAMBO - ENERGIA LIMPIA
Plano UTTN - 004	3/12/18	N. Cipollone	
	5/12/18		
		Esc.	

DIAGRAMA TRIFILAR
TABLERO GENERADOR - TG

Nº Plano : UTTN-008
Hoja 1



ABREVIATURAS:

- TD = Tablero de distribución
- TM = Int. Termomagnético
- ID = Int. Diferencial
- X-TG = Paq. de borneras - Alim. Tablero Generator
- X-TD = Paq. de borneras - Alim. Tablero Distribución

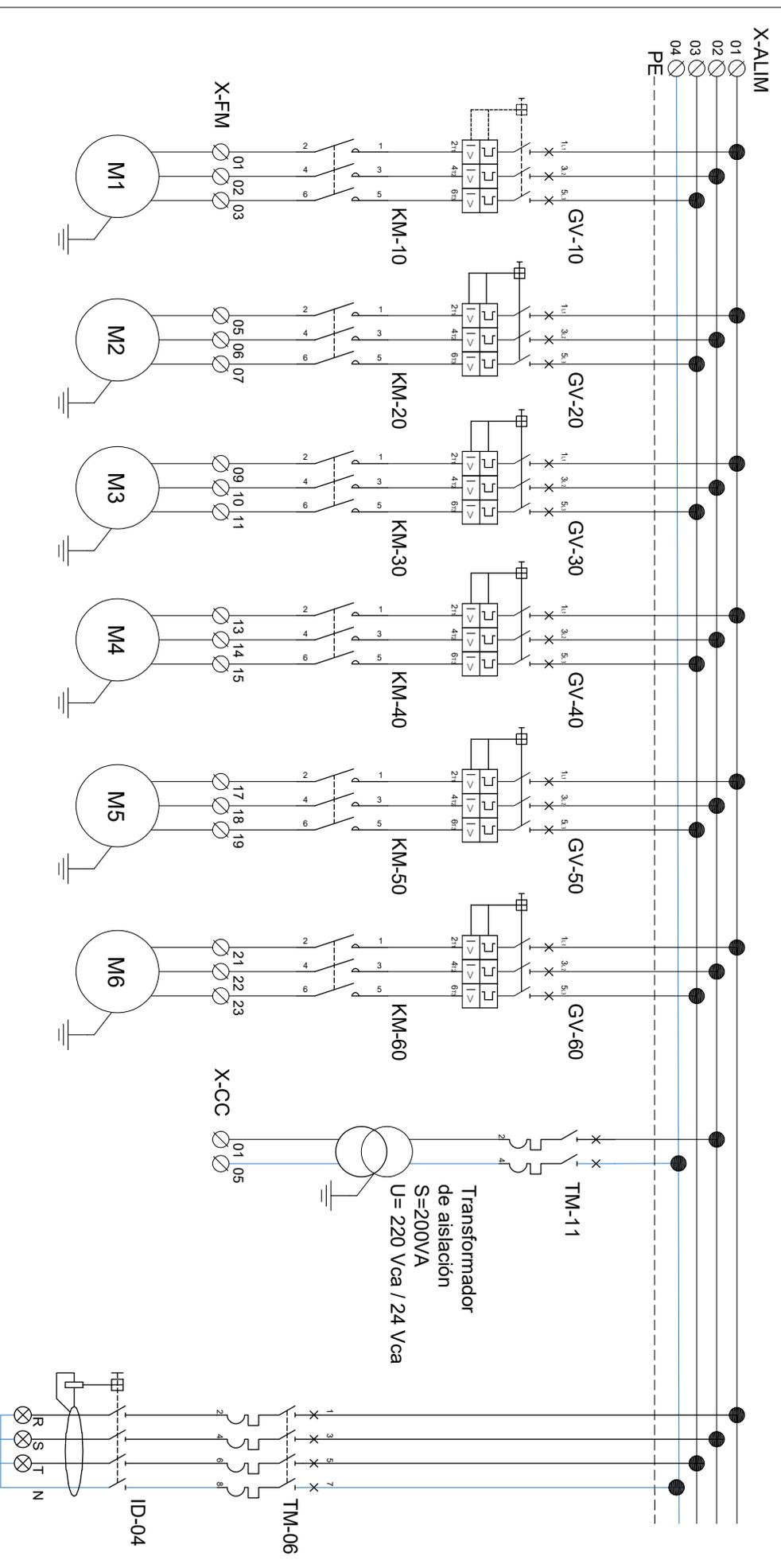
Referencias :		Fecha	Nombre	Ciente:	
Plano UTN - 001	Dib.	2/12/18	A. Bottos	TAMBO - ENERGIA LIMPIA	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO
Plano UTN - 003	Rev.	3/12/18	N. Cipollone		
	Apr.	5/12/18			
	Esc.				

DIAGRAMA TRIFILAR
TABLERO PRINCIPAL - TP



Nº Plano : UTN-007

Hoja 1



ABREVIATURAS:

- TM = Int. Termomagnético
- ID= Int. Diferencial
- GV= Guardamotor magnetotérmico
- KM= Contactor
- X-FM= Paquete de borneras - Alim. Fuerza Motriz

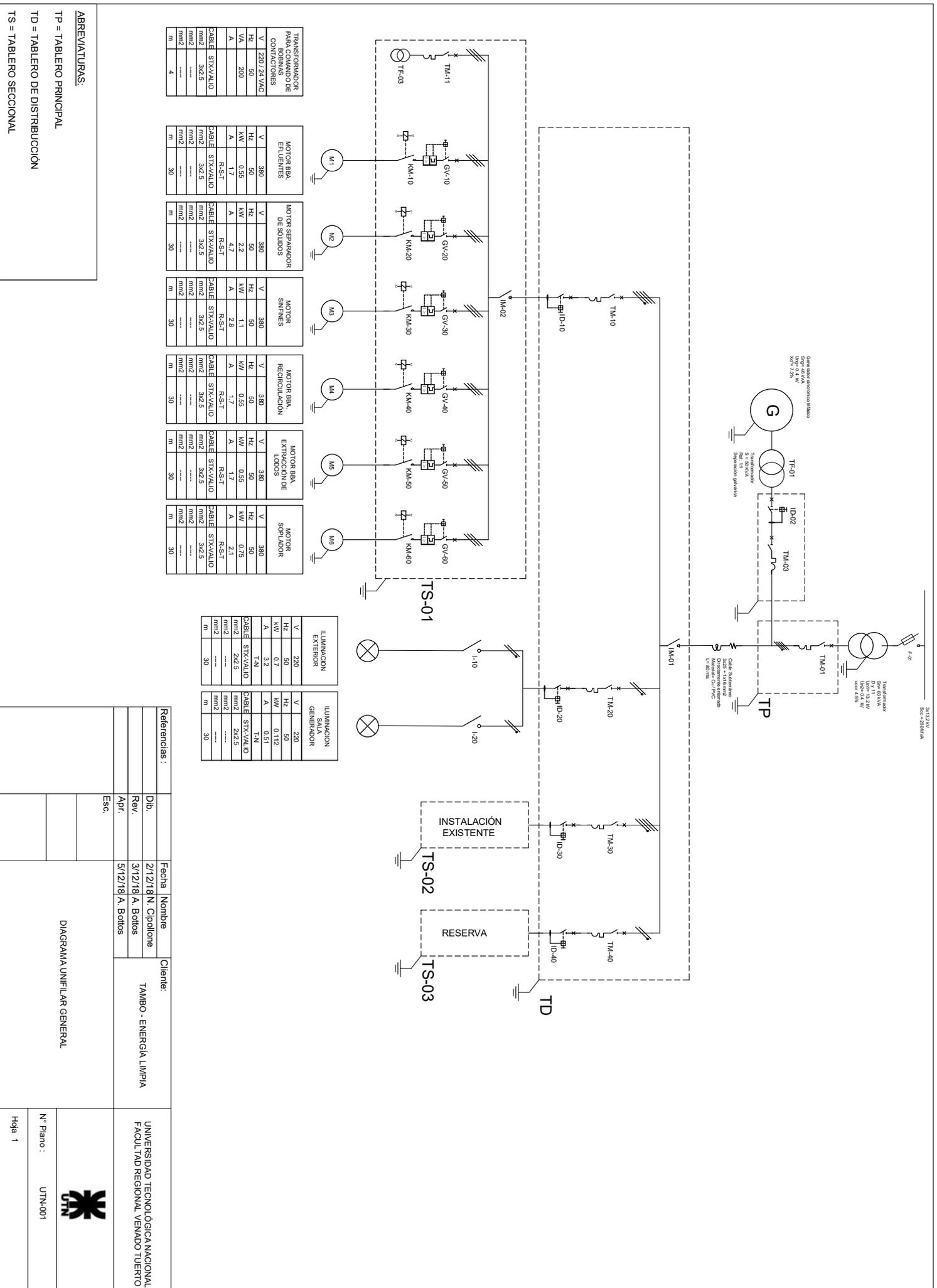
Referencias :		Fecha	Nombre	Ciente:
Plano UTN - 001	Dib.	2/12/18 A.	Bottos	TAMBO - ENERGIA LIMPIA
Plano UTN - 006	Rev.	3/12/18 N.	Cipollone	
	Apr.	5/12/18		
	Esc.			

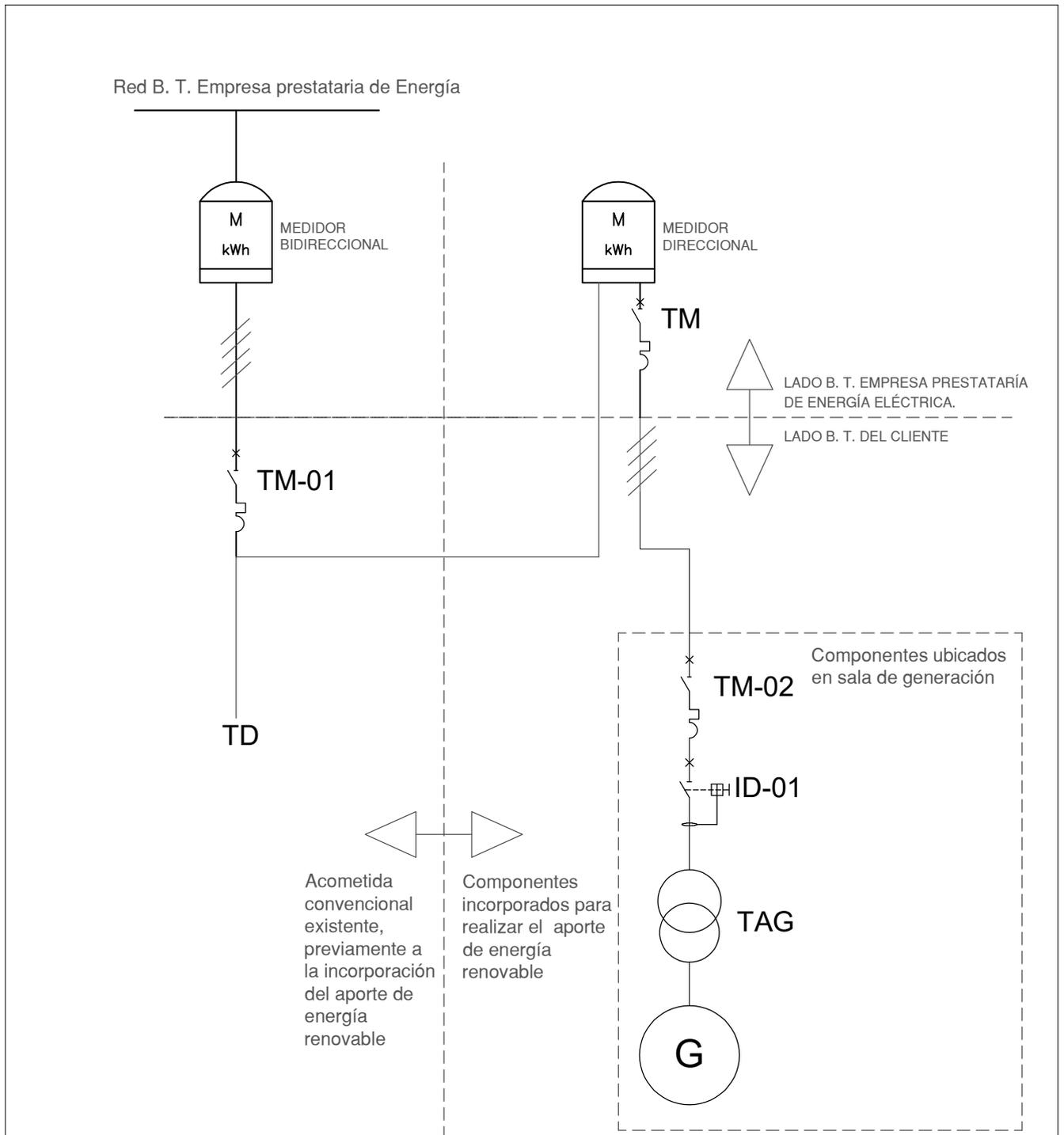
DIAGRAMA TRIFILAR
TABLERO SECCIONAL N° 1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO



N° Plano : UTN-010





ABREVIATURAS:
 M = Medidor de energía
 TM = Interruptor Termomagnético
 TD = Tablero de distribución
 G = Generador
 TAG = Transformador de aislación galvánica

Referencias :		Fecha	Nombre	Ciente:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO	
Plano UTN - 001	Dib.	2/12/18	N. Cipollone	TAMBO - ENERGÍA LIMPIA		
	Rev.	3/12/18	A. Bottos			
	Apr.	5/12/18	A. Bottos			
	Esc.	DIAGRAMA UNIFILAR ESQUEMA DE CONEXIONADO				
					N° Plano :	UTN-002
					Hoja	1



LSA 42.3

Low Voltage Alternator - 4 pole

25 to 60 kVA - 50 Hz / 31.5 to 75 kVA - 60 Hz
Electrical and mechanical data

LEROY-SOMER[™]

Nidec
All for dreams

Specially adapted to applications

The LSA 42.3 alternator is designed to be suitable for typical generator applications, such as: backup, marine applications, rental, telecommunications, etc.

Compliant with international standards

The LSA 42.3 alternator conforms to the main international standards and regulations:

- IEC 60034, NEMA MG 1.32-33, ISO 8528-3, CSA C22.2 n°100-14, UL 1446 (UL 1004 on request), marine regulations, etc.

It can be integrated into a CE marked generator.

The LSA 42.3 is designed, manufactured and marketed in an ISO 9001 and ISO 14001 environment.

Top of the range electrical performance

- Class H insulation.
- Standard 12 wire re-connectable winding, 2/3 pitch, type no. 6
- Voltage range:
 - 50 Hz: 220 V - 240 V and 380 V - 415 V (440 V)
 - 60 Hz: 208 V - 240 V and 380 V - 480 V
- High efficiency and motor starting capacity
- Other voltages are possible with optional adapted windings:
 - 50 Hz: 440 V (no. 7), 500 V (no. 9), 690 V (n°10)
 - 60 Hz: 380 V and 416 V (no. 8), 600 V (no. 9)
- R 791 interference suppression conforming to standard EN 61000-6-3, EN 61000-6-2, EN 55011 group 1 class B standard for European zone (CE marking)

Reinforced mechanical structure using finite element modelling

- Compact rigid assembly to better withstand generator vibrations
- Steel frame
- Aluminium flanges and shields
- Two-bearing and single-bearing versions designed to be suitable for commercially-available heat engines
- Half-key balancing two bearing
- Permanently greased bearings (20 000h)
- Direction of rotation : clockwise and anti-clockwise (without derating)

Excitation and regulation system suited to the application

Excitation system				Regulation options				
Voltage regulator	SHUNT	AREP (option)	PMG (option)	Current transformer for paralleling	Mains paralleling	3-phase sensing	3-phase sensing for mains paralleling unbalanced	Remote voltage potentiometer
R220	Standard	-	-	-	-	-	-	-
D350	-	Standard	Standard	C.T.	√	√	√	√
D510C*	Option	Option	Option	C.T.	√	√	contact us	√

* Steel terminal box mounting only √ : Possible option

Compact and design terminal box

- Easy access to the AVR (lid) and to the connections
- 8 way terminal block for reconnecting the voltage
- Predrilled holes for cable gland
- Steel terminal box in option

Protection system suited to the environment

- The LSA 42.3 is IP 23
- Standard winding protection for clean environments with relative humidity ≤ 95%, including indoor marine environments
- Options:
 - Filters on air inlet : derating 5%
 - Filters on air inlet and air outlet (IP 44) : derating 10%
 - Winding protection for harsh environments and relative humidity greater than 95%
 - Space heaters
 - Thermal protection for stator windings
 - Height fixing : H = 225 mm (option) with the order



General characteristics

Insulation class	H	Excitation system	SHUNT	AREP / PMG
Winding pitch	2/3 (wdg 6)	AVR type	R220	D350
Number of wires	12	Voltage regulation (*)	± 0.5%	± 0.25%
Protection	IP 23	Short-circuit current	-	300% (3 IN): 10 s
Altitude	≤ 1000 m	Total Harmonic Distortion THD (**) in no-load	< 2%	
Overspeed	2250 min ⁻¹	Total Harmonic Distortion THD (**) on linear load :	< 4%	
Air flow	0.10m ³ /s, 50 Hz - 0.13m ³ /s, 60 Hz	Waveform: NEMA = TIF (**)	< 50	

(*) Steady state. (**) Total harmonic distortion between phases, no-load or on-load (non-distorting).

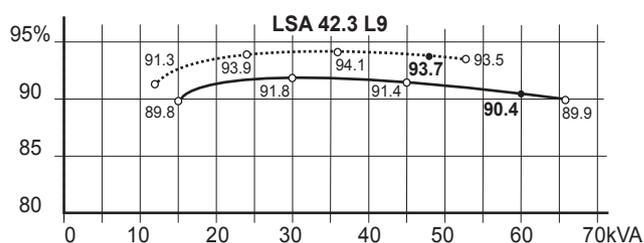
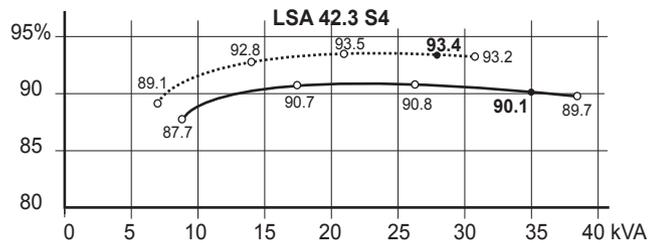
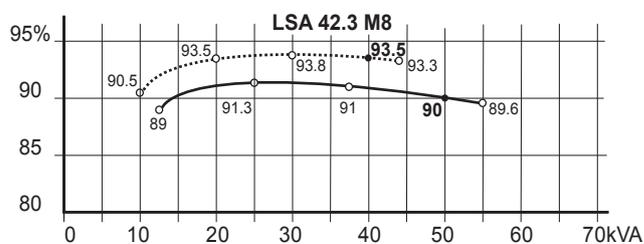
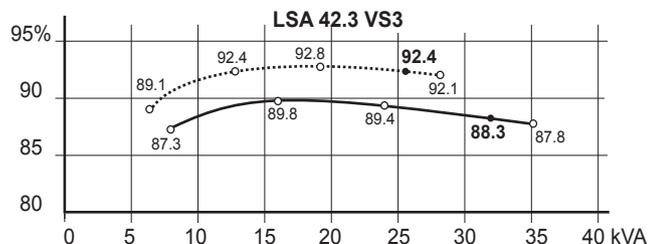
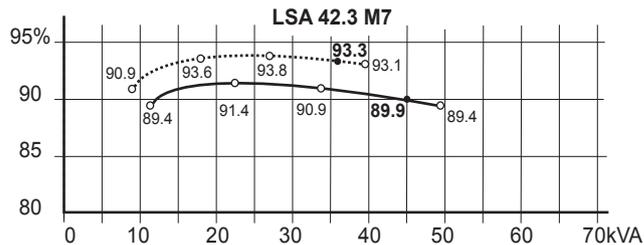
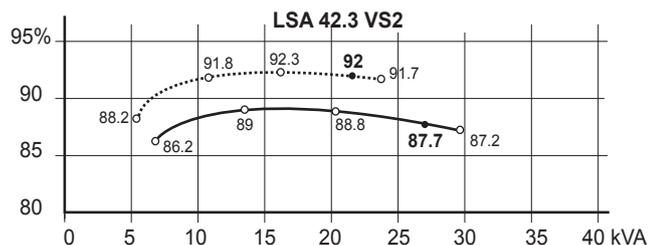
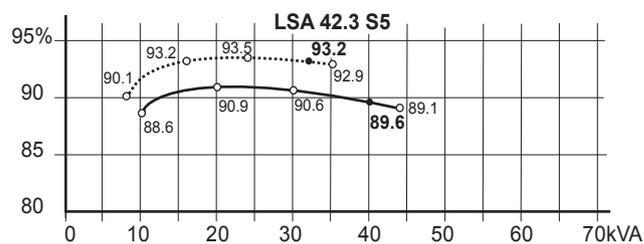
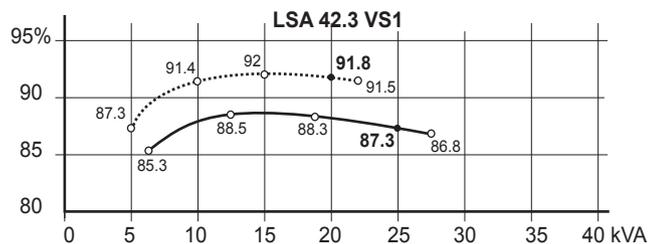
Ratings 50 Hz - 1500 R.P.M.

kVA / kW - P.F. = 0.8																				
Duty/T°C	Continuous duty/40°C					Continuous duty/40°C					Stand-by/40°C			Stand-by/27°C						
Class/T°K	H/125°K					F/105°K					H/150°K			H/163°K						
Phase	3 ph.		1 ph.			3 ph.		1 ph.			3 ph.		1 ph.	3 ph.		1 ph.				
Y	380V	400V	415V	440V	ΔΔ	380V	400V	415V	440V	ΔΔ	380V	400V	415V	440V	ΔΔ	380V	400V	415V	440V	ΔΔ
Δ	220V	230V	240V	230V		220V	230V	240V	230V		220V	230V	240V	230V		220V	230V	240V	230V	
YY			220V					220V					220V					220V		
42.3 VS1 kVA	25	24.5	15			22.8	22.3	13.7			26.5	26	15.9			27.5	27	16.5		
kW	20	19.6	12			18.2	17.9	10.9			21.2	20.8	12.7			22	21.6	13.2		
42.3 VS2 kVA	27	26	16.2			24.6	23.6	14.7			28.9	27.6	17.3			30	28	18		
kW	21.6	20.8	13			19.7	18.9	11.8			23.1	22.1	13.9			24	22.9	14.4		
42.3 VS3 kVA	32	30	19.2			29.1	27.3	17.5			34	31.8	20.4			35.2	33.0	21.1		
kW	25.6	24	15.4			23.3	21.8	14			27.1	25.4	16.3			28.2	26.4	16.9		
42.3 S4 kVA	35	30.6	22			32	27.9	20			37.1	32.5	23.3			38.5	33.7	24.2		
kW	28	24.5	17.6			25.5	22.3	16			29.7	26	18.7			30.8	27.0	19.4		
42.3 S5 kVA	40	35	25			36.4	31.9	22.8			42.4	37.1	26.5			45	38.5	28.1		
kW	32	28	20			29.1	25.5	18.2			33.9	29.7	21.2			36	30.8	22.5		
42.3 M7 kVA	45	39	27			41	35.5	24.6			48.2	41.3	28.9			50	42.9	30		
kW	36	31.2	21.6			32.8	28.4	19.7			38.5	33.1	23.1			40	34.3	24		
42.3 M8 kVA	50	43	30			45.5	39.1	27.3			53	45.6	31.8			55	47.3	33		
kW	40	34.4	24			36.4	31.3	21.8			42.4	36.5	25.4			44	37.8	26.4		
42.3 L9 kVA	60	51.6	36			54.6	47.0	32.8			63.6	54.7	38.2			66	56.8	40		
kW	48	41.3	28.8			43.7	37.6	26.2			50.9	43.8	30.5			52.8	45.4	32		

Ratings 60 Hz - 1800 R.P.M.

kVA / kW - P.F. = 0.8																				
Duty/T°C	Continuous duty/40°C					Continuous duty/40°C					Stand-by/40°C			Stand-by/27°C						
Class/T°K	H/125°K					F/105°K					H/150°K			H/163°K						
Phase	3 ph.		1 ph.			3 ph.		1 ph.			3 ph.		1 ph.	3 ph.		1 ph.				
Y	380V	416V	440V	480V	ΔΔ	380V	416V	440V	480V	ΔΔ	380V	416V	440V	480V	ΔΔ	380V	416V	440V	480V	ΔΔ
Δ	220V	240V		240V		220V	240V		240V		220V	240V		240V		220V	240V		240V	
YY		208V	220V	240V			208V	220V	240V			208V	220V	240V			208V	220V	240V	
42.3 VS1 kVA	29.1	31.3	31.5	31.5	18.9	26.5	28.4	28.7	28.7	17.2	30.8	33.1	33.4	33.4	19.8	32	34.4	34.7	34.7	20.8
kW	23.3	25	25.2	25.2	15.1	21.2	22.8	22.9	22.9	13.7	24.7	26.5	26.7	26.7	15.9	25.6	27.5	27.7	27.7	16.6
42.3 VS2 kVA	29.9	31.9	33.8	33.8	19.2	26.9	29	30.7	30.7	17.5	31.4	33.8	35.8	35.8	20.2	32.5	35.1	37.5	37.5	21.1
kW	23.7	25.5	27	27	15.4	21.5	23.2	24.6	24.6	14.0	25.1	27.1	28.6	28.6	16.2	26	28.1	30	30	16.9
42.3 VS3 kVA	34.5	38	40	40	22.8	31.4	34.6	36.4	36.4	20.7	36.6	40.3	42.4	42.4	23.9	38	41.8	44	44	25.1
kW	27.6	30.4	32	32	18.2	25.1	27.7	29.1	29.1	16.6	29.3	32.2	33.9	33.9	19.1	30.4	33.4	35.2	35.2	20.0
42.3 S4 kVA	37.5	40.3	42.9	43.8	24.2	33.4	36.6	39.0	39.8	22.0	39	42.7	45.4	46.4	25.4	40.4	44.3	47.2	48.1	26.6
kW	30	32.2	34.3	35	19.3	26.8	29.3	31.2	31.9	17.6	31.2	34.1	36.4	37.1	20.3	32.3	35.4	37.7	38.5	21.2
42.3 S5 kVA	42	46	49	50	27.6	38.2	41.9	44.6	45.5	25.1	44.5	50	51.9	53	29.0	46.2	50.6	53.9	55	30.4
kW	33.6	36.8	39.2	40	22.1	30.6	33.5	35.7	36.4	20.1	35.6	40	41.6	42.4	23.2	37	40.5	43.1	44	24.3
42.3 M7 kVA	46	50	53.5	56.5	30	41.9	45.5	48.7	51.4	27.3	48.8	53	56.7	59.9	31.5	50.6	55	58.9	62.5	33.0
kW	36.8	40	42.8	45.2	24	33.5	36.4	38.9	41.1	21.8	39	42.4	45.4	47.9	25.2	40.5	44	47.1	50	26.4
42.3 M8 kVA	51.5	56.5	59.5	62.5	33.9	46.9	51.4	54.1	57	30.8	54.6	60	63.1	66.3	35.6	56.7	62.5	65.5	68.8	37.3
kW	41.2	45.2	47.6	50	27.1	37.5	41.1	43.3	45.5	24.7	43.7	48	50.5	53	28.5	45.3	50	52.4	55	29.8
42.3 L9 kVA	59	65	69	75	39	53.7	59.2	62.8	68.3	35.5	62.5	68.9	73.1	79.5	41.0	64.9	71.5	75.9	82.5	42.9
kW	47.2	52.0	55.2	60	31.2	43.0	47.3	50.2	54.6	28.4	50.0	55.1	58.5	63.6	32.8	51.9	57.2	60.7	66.0	34.3

Efficiencies 400 V - 50 Hz (— P.F.: 0.8) (..... P.F.: 1)



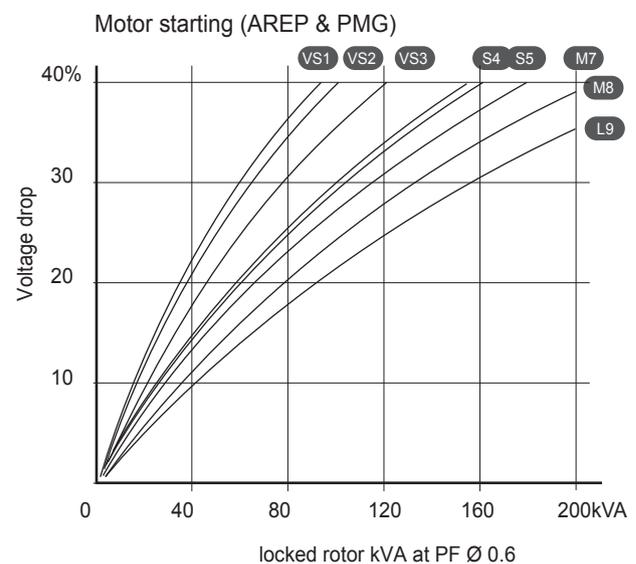
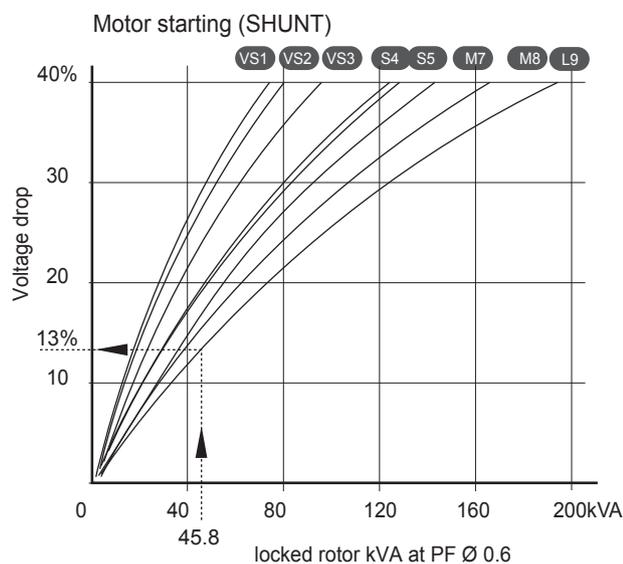
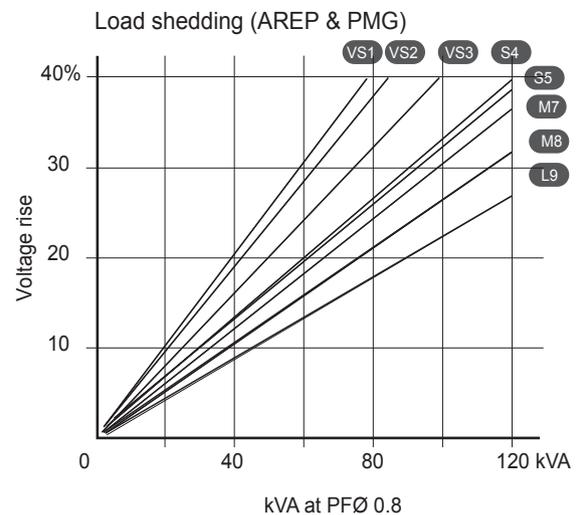
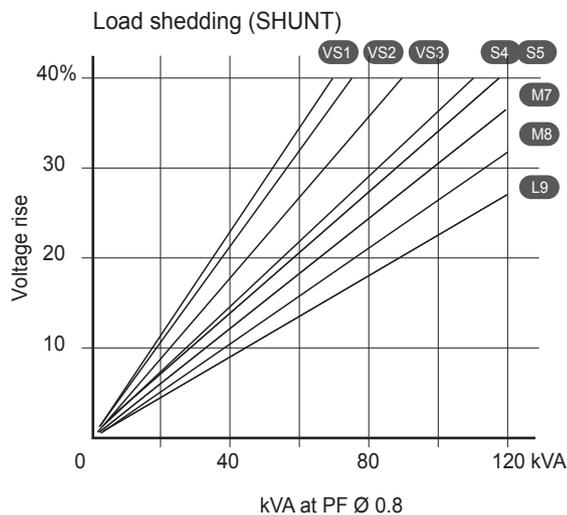
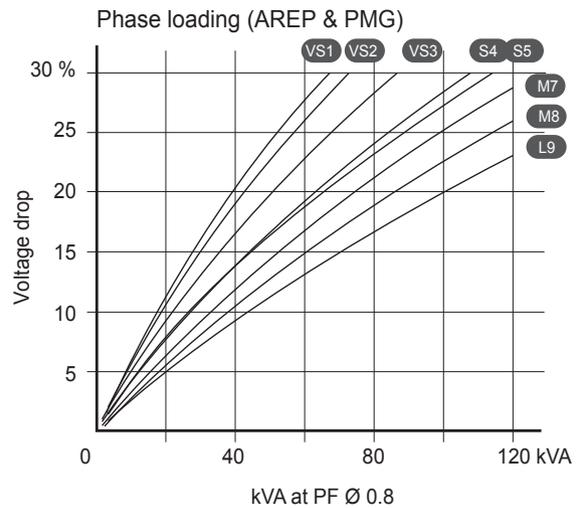
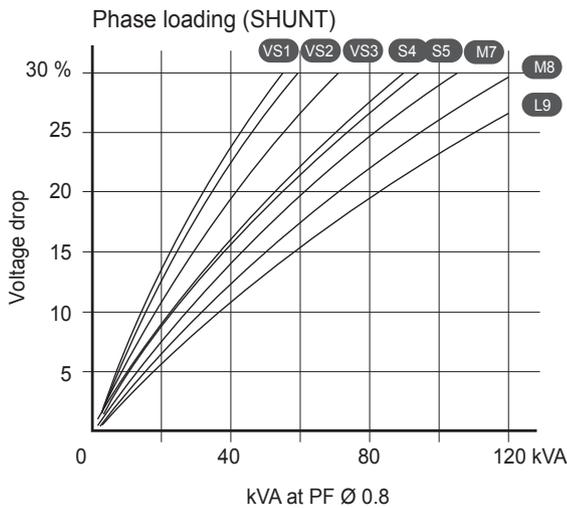
Reactances (%). Time constants (ms) - Class H / 400 V

	VS1	VS2	VS3	S4	S5	M7	M8	L9
Kcc Short-circuit ratio	0.54	0.51	0.48	0.53	0.46	0.43	0.47	0.44
Xd Direct-axis synchro. reactance unsaturated	240	249	261	229	262	275	264	283
Xq Quadrature-axis synchro. reactance unsaturated	144	149	156	137	157	165	158	169
T'do No-load transient time constant	733	759	803	880	880	914	931	962
X'd Direct-axis transient reactance saturated	16.3	16.4	16.2	13.0	14.8	15.0	14.1	14.7
T'd Short-circuit transient time constant	50	50	50	50	50	50	50	50
X''d Direct-axis subtransient reactance saturated	8.1	8.2	8.1	6.5	7.4	7.5	7.0	7.3
T''d Subtransient time constant	5	5	5	5	5	5	5	5
X''q Quadrature-axis subtransient reactance saturated	11.5	11.6	11.5	9.2	10.6	10.7	10.1	10.5
Xo Zero sequence reactance unsaturated	0.78	0.46	0.88	0.73	0.23	0.25	0.84	0.43
X2 Negative sequence reactance saturated	9.88	9.91	9.82	7.89	9.02	9.12	8.61	8.93
Ta Armature time constant	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

Other class H/400 V data

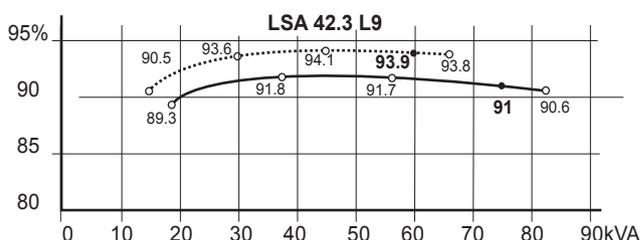
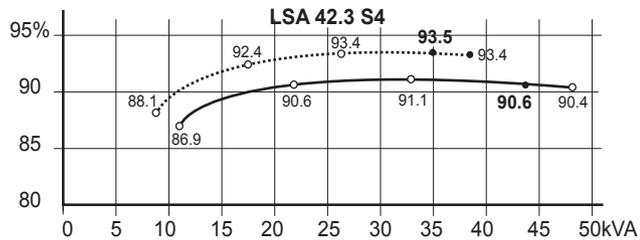
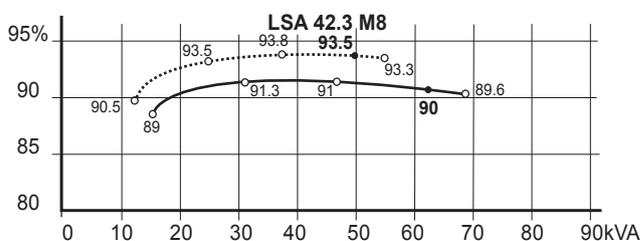
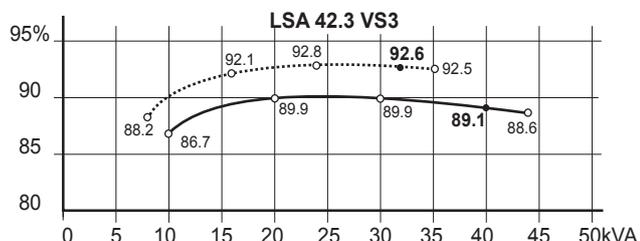
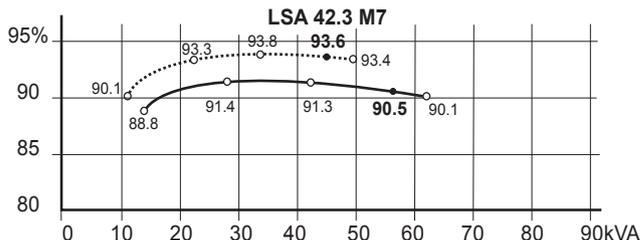
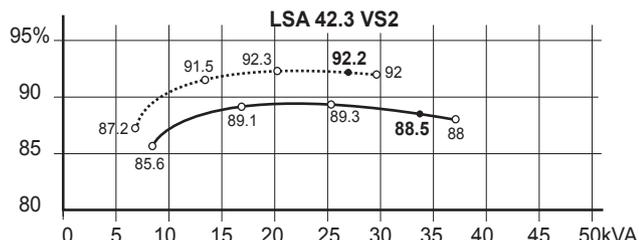
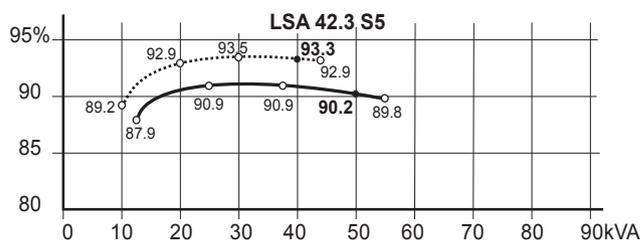
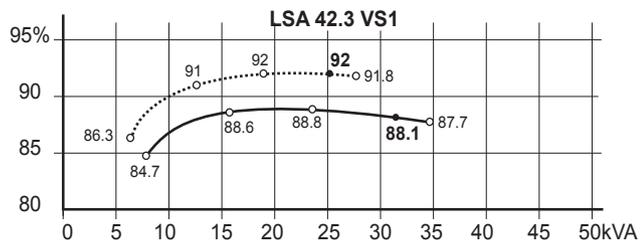
io (A) No-load excitation current (SHUNT/AREP)	0.55/0.85	0.52/0.8	0.51/0.79	0.49/0.75	0.49/0.75	0.46/0.71	0.5/0.78	0.5/0.77
ic (A) On-load excitation current (SHUNT/AREP)	1.74/2.66	1.72/2.63	1.77/2.71	1.54/2.36	1.73/2.66	1.75/2.68	1.86/2.86	2.04/3.13
uc (V) On-load excitation voltage (SHUNT/AREP)	29.6/19.2	29.2/18.9	29.9/19.3	26/16.8	29.1/18.8	29/18.8	30.6/19.8	32.8/21.2
ms Response time ($\Delta U = 20\%$ transient)	< 500ms							
kVA Start ($\Delta U = 20\%$ cont. or ($\Delta U = 30\%$ trans.) SHUNT	51.7	56	67.7	92	92	103.5	115	138
kVA Start ($\Delta U = 20\%$ cont. or ($\Delta U = 30\%$ trans.) AREP	59.6	64.3	76.1	93.1	93.1	103.2	104.9	116.8
% Transient ΔU (on-load 4/4) SHUNT - P.F.: 0.8 _{LAG}	16.3	16.3	16.2	14.3	15.4	15.5	15	15.3
% Transient ΔU (on-load 4/4) AREP - P.F.: 0.8 _{LAG}	13.8	13.8	13.7	12.2	13.1	13.2	12.8	13
W No-load losses	719	713	762	861	861	879	1029	1120
W Heat dissipation	2894	3017	3371	3055	3704	4022	4396	5091

Transient voltage variation 400V - 50 Hz



- 1) For a starting P.F. other than 0.6, the starting kVA must be multiplied by $K = \text{Sine P.F.} / 0.6$
 Calculation example for a different P.F. other than 0.6: Starter motor kVA calculated at 0.4 P.F. = 40 kVA
 $> \text{Sin P.F. } 0.4 = 0.9165 > K = 1.145 > \text{kVA corrected} = 45.8 \text{ kVA} > \text{Voltage dip corresponding to L9} = 13\%$
- 2) For voltages other than 400V (Y), 230V (Δ) at 50 Hz, then kVA must be multiplied by $(400/U)^2$ or $(230/U)^2$.

Efficiencies 480 V - 60 Hz (— P.F.: 0.8) (..... P.F.: 1)



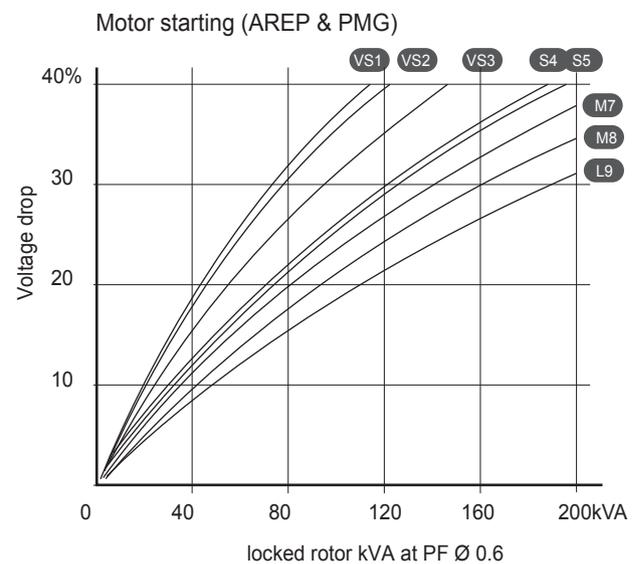
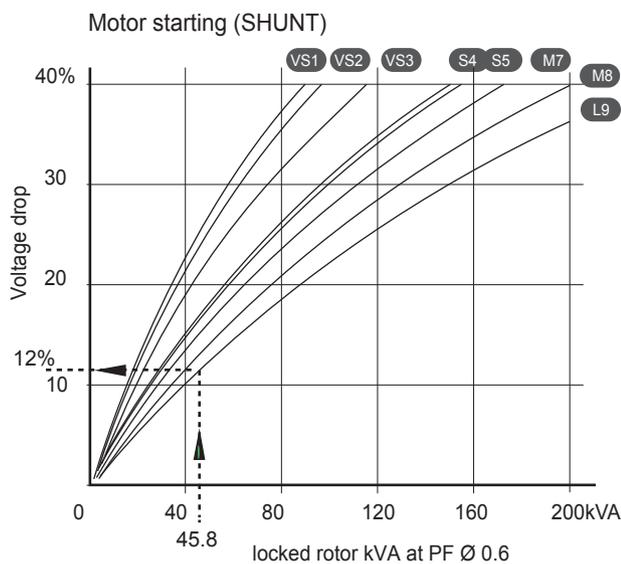
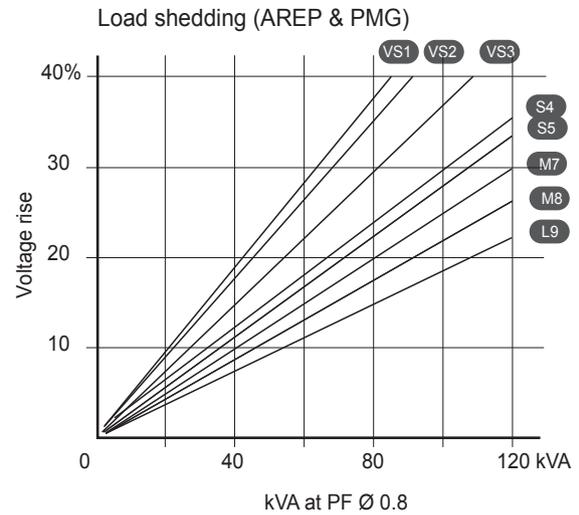
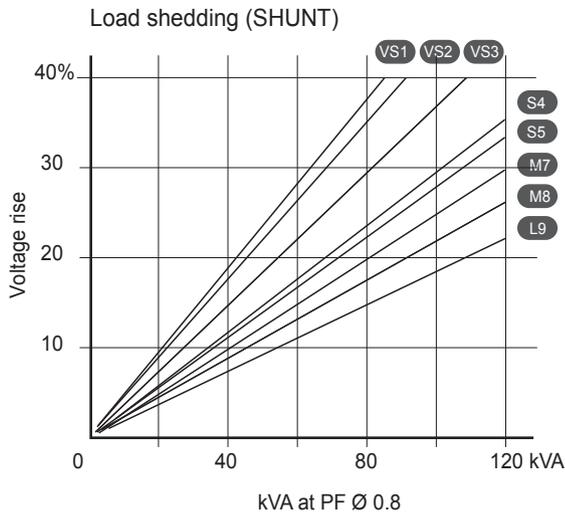
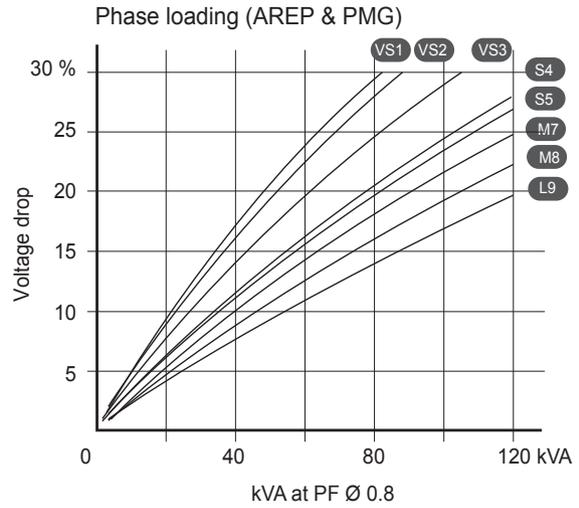
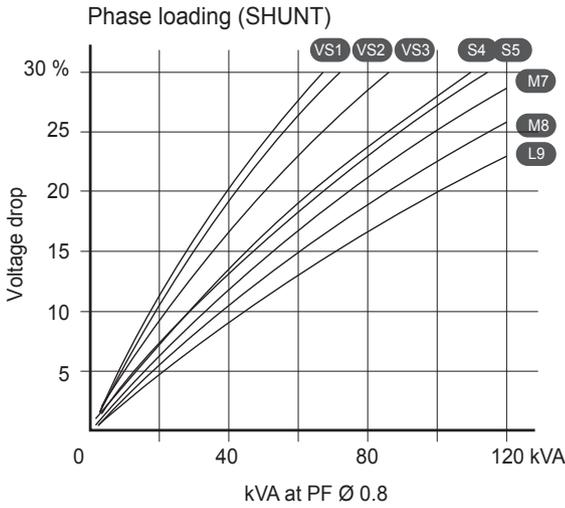
Reactances (%). Time constants (ms) - Class H / 480 V

		VS1	VS2	VS3	S4	S5	M7	M8	L9
Kcc	Short-circuit ratio	0.52	0.49	0.46	0.51	0.44	0.41	0.45	0.42
Xd	Direct-axis synchro. reactance unsaturated	252	260	272	239	273	287	275	294
Xq	Quadrature-axis synchro. reactance unsaturated	151	156	163	143	163	172	165	176
T'do	No-load transient time constant	733	759	803	880	880	914	931	962
X'd	Direct-axis transient reactance saturated	17.2	17.1	16.9	13.5	15.5	15.7	14.7	15.3
T'd	Short-circuit transient time constant	50	50	50	50	50	50	50	50
X''d	Direct-axis subtransient reactance saturated	8.6	8.5	8.4	6.7	7.7	7.8	7.3	7.6
T''d	Subtransient time constant	5	5	5	5	5	5	5	5
X''q	Quadrature-axis subtransient reactance saturated	12.1	12.1	12.0	9.6	11.0	11.2	10.5	10.5
Xo	Zero sequence reactance unsaturated	0.46	0.83	0.31	0.26	0.69	0.05	0.97	0.86
X2	Negative sequence reactance saturated	10.37	10.35	10.24	8.22	9.39	9.55	8.97	9.30
Ta	Armature time constant	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

Other class H/480 V data

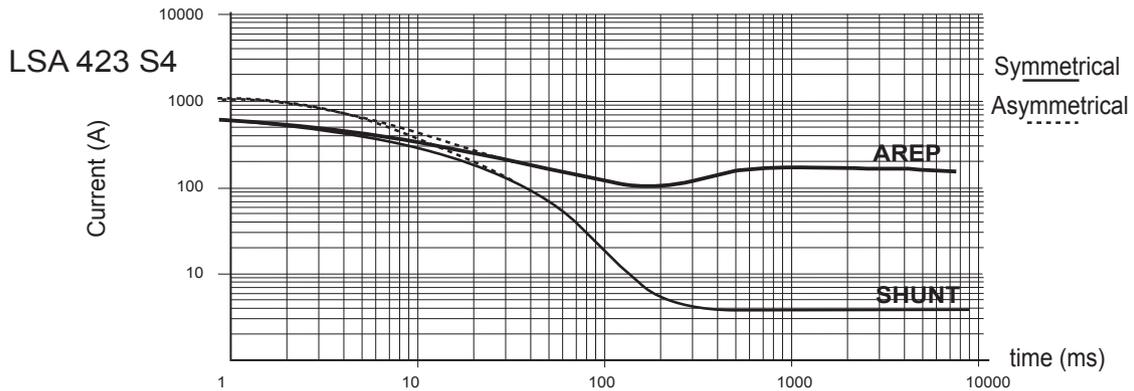
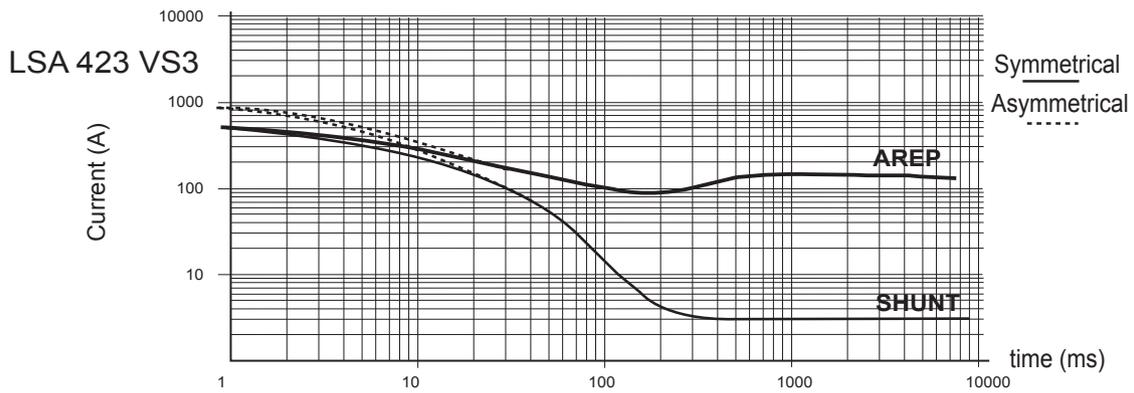
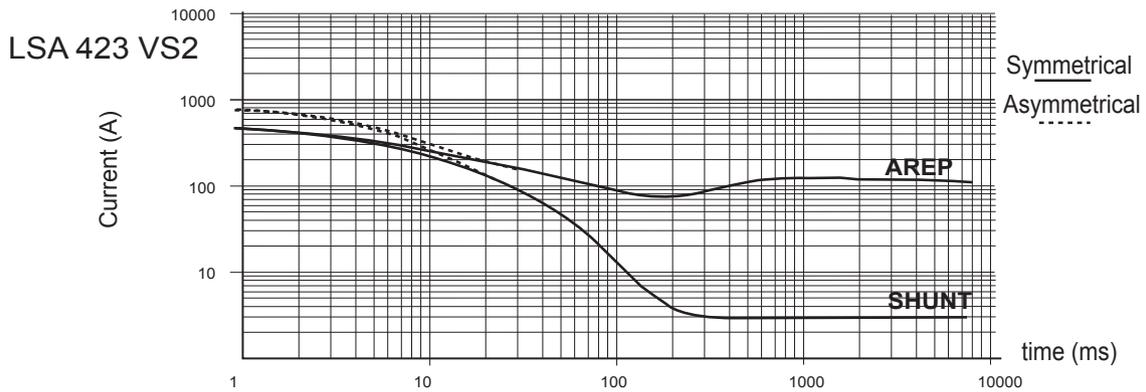
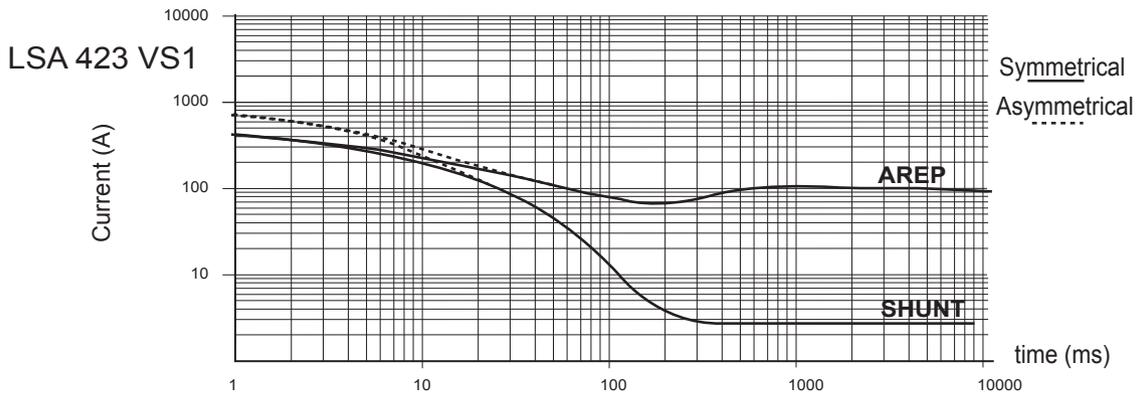
io (A)	No-load excitation current (SHUNT/AREP)	0.55/0.85	0.52/0.8	0.51/0.79	0.49/0.75	0.49/0.75	0.46/0.71	0.5/0.77	0.5/0.77
ic (A)	On-load excitation current (SHUNT/AREP)	1.76/2.69	1.73/2.65	1.77/2.72	1.54/2.36	1.73/2.66	1.75/2.68	1.84/2.82	1.99/3.06
uc (V)	On-load excitation voltage (SHUNT/AREP)	30.2/19.3	29.7/19	30.3/19.4	26.4/16.9	29.4/18.8	29.5/18.8	30.9/19.7	32.9/21.1
ms	Response time ($\Delta U = 20\%$ transient)	< 500ms							
kVA	Start ($\Delta U = 20\%$ cont. or ($\Delta U = 30\%$ trans.) SHUNT	63.3	68.1	82	111.8	111.8	124.7	146.9	165.6
kVA	Start ($\Delta U = 20\%$ cont. or ($\Delta U = 30\%$ trans.) AREP	71.4	76.9	92.6	121.8	121.6	133.8	137.9	152.2
%	Transient ΔU (on-load 4/4) SHUNT - P.F.: 0.8 _{LAG}	16.8	16.8	16.6	14.7	15.8	15.9	15.4	15.7
%	Transient ΔU (on-load 4/4) AREP - P.F.: 0.8 _{LAG}	14.1	14.1	14.0	12.5	13.4	13.5	13.0	13.3
W	No-load losses	1021	1016	1087	1229	1229	1258	1462	1591
W	Heat dissipation	3389	3505	3914	3597	4312	4709	5120	5917

Transient voltage variation 480V - 60 Hz



- 1) For a starting P.F. other than 0.6, the starting kVA must be multiplied by $K = \text{Sine P.F.} / 0.6$
 Calculation example for a different P.F. other than 0.6: Starter motor kVA calculated at 0.4 P.F. = 40 kVA
 $> \text{Sin P.F. } 0.4 = 0.9165 > K = 1.145 > \text{kVA corrected} = 45.8 \text{ kVA} > \text{Voltage dip corresponding to L9} = 12\%$
- 2) For voltages other than 480V (Y), 277V (Δ), 240V (YY) at 60 Hz, then kVA must be multiplied by $(480/U)^2$ or $(277/U)^2$ or $(240/U)^2$.

3-phase short-circuit curves at no load and rated speed (star connection Y)



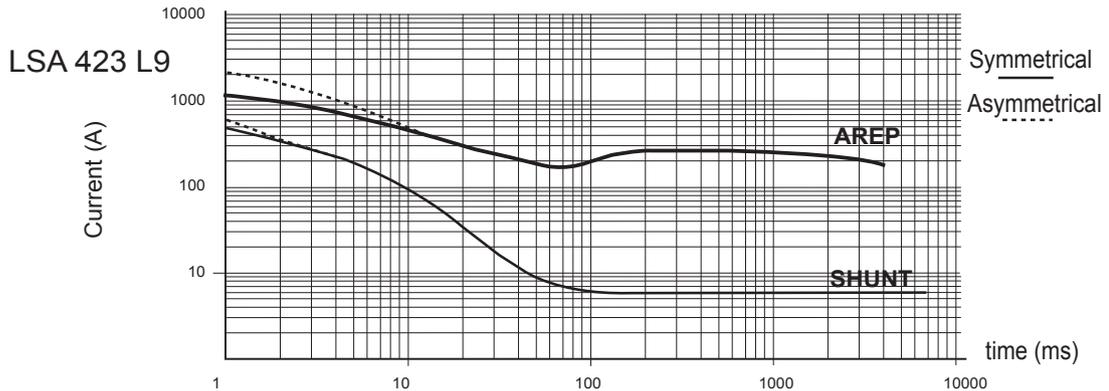
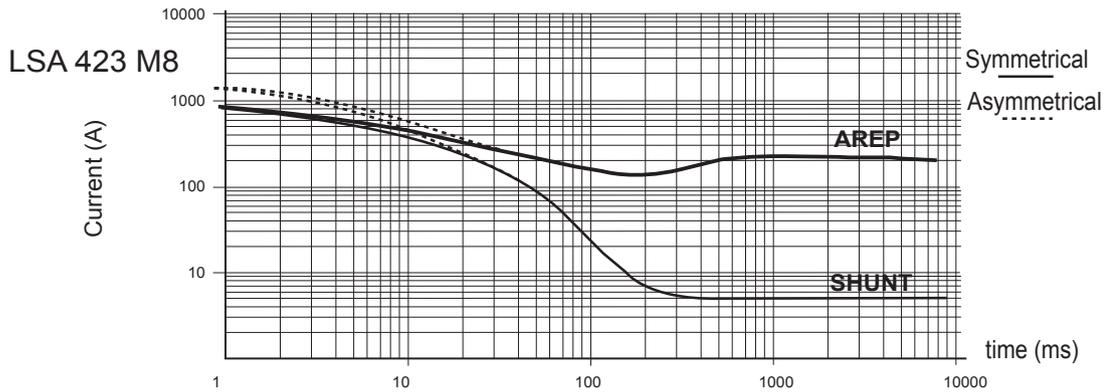
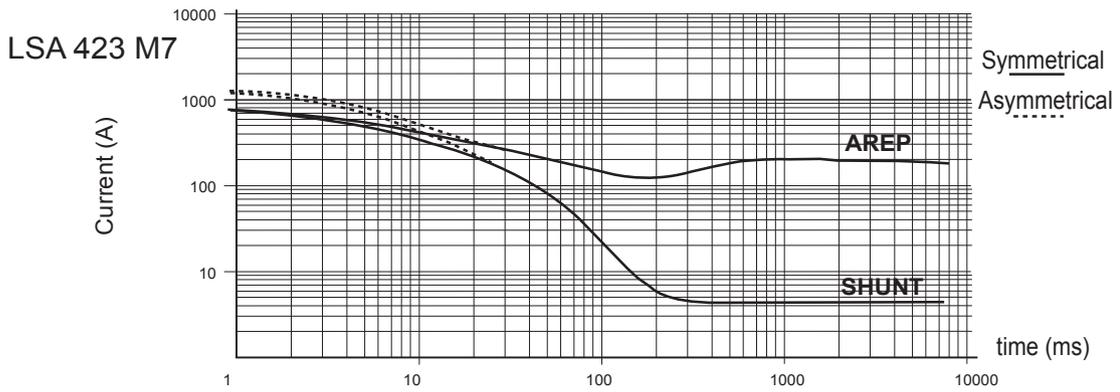
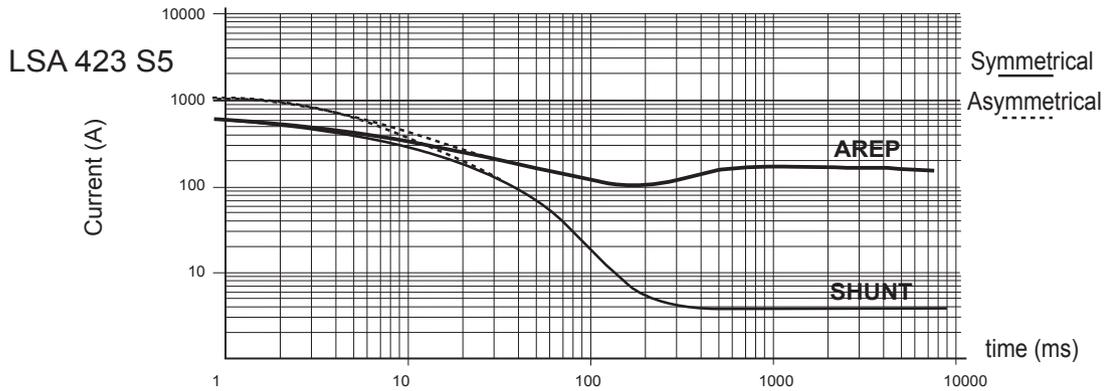
Influence due to connection

Curves shown are for star (Y) connection.

For other connections, use the following multiplication factors:

- Series delta : current value x 1.732
- Parallel star : current value x 2

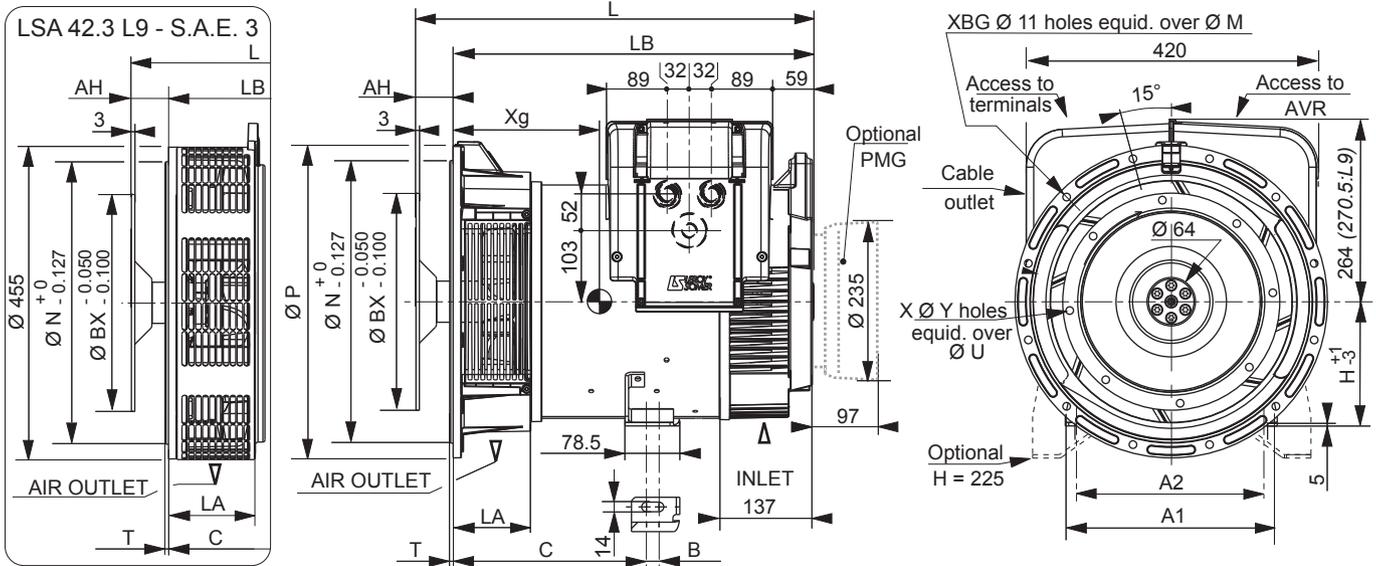
3-phase short-circuit curves at no load and rated speed (star connection Y)



Influence due to short-circuit
 Curves are based on a three-phase short-circuit.
 For other types of short-circuit, use the following multiplication factors.

	3-phase	2-phase L/L	1-phase L/N
Instantaneous (max.)	1	0.87	1.3
Continuous	1	1.5	2.2
Maximum duration (AREP/PMG)	10 sec.	5 sec.	2 sec.

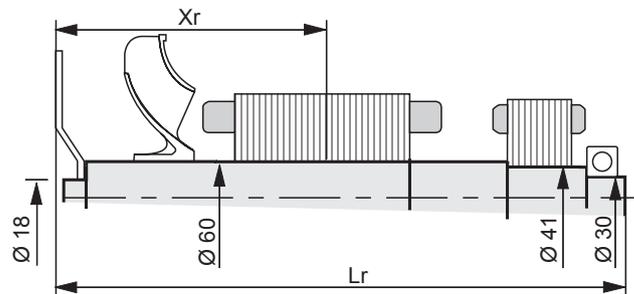
Single bearing dimensions



Dimensions (mm) and weight (kg)				H = 180 (Standard)				H = 225 (Option)				Coupling				
	L	LB	Xg	Masse (kg)	C	B	A1	A2	C	B	A1	A2	Flange	2	3	4
LSA 42.3 VS1	565	503	237	117	260	18	307	279	299	23	400	356	Flex plate			
LSA 42.3 VS2	565	503	242	122	260	18	307	279	299	23	400	356	11 1/2	x	x	-
LSA 42.3 VS3	565	503	252	133	260	18	307	279	299	23	400	356	10	x	x	x
LSA 42.3 S4	610	548	275	165	260	18	307	279	312.5	23	400	356	8	-	x	x
LSA 42.3 S5	610	548	275	165	260	18	307	279	312.5	23	400	356	7 1/2	-	x	x
LSA 42.3 M7	650	588	287	181	260	18	307	279	312.5	23	400	356				
LSA 42.3 M8	650	588	295	186	260	18	307	279	312.5	23	400	356				
LSA 42.3 L9	662	622	310	187	260	18	307	279	312.5	23	400	356				

Flange (mm)							Flex plate (mm)					
S.A.E.	P	N	M	XBG	T	LA	S.A.E.	BX	U	X	Y	AH
4	406	361.95	381	12	6	122	11 1/2	352.42	333.38	8	11	39.6
3	452	409.58	428.62	12	5	112.5	10	314.32	295.28	8	11	53.8
2	490	447.675	466.725	12	6	111	8	263.52	244.48	6	11	62
							7 1/2	241.3	222.25	8	9	30.2

Torsional analysis data



Centre of gravity: Xr (mm), Rotor length: Lr (mm), Weight: M (kg), Moment of inertia: J (kgm ²): (4J = MD ²)																
Flex plate	S.A.E. 7 1/2				S.A.E. 8				S.A.E. 10				S.A.E. 11 1/2			
	Type	Xr	Lr	M	J	Xr	Lr	M	J	Xr	Lr	M	J	Xr	Lr	M
LSA 42.3 VS1	279	526.2	45.36	0.2209	277	558	45.68	0.2246	274	549.8	46.13	0.2363	272	535.6	46.62	0.2843
LSA 42.3 VS2	282	526.2	47.36	0.2337	280	558	47.68	0.2374	277	549.8	48.13	0.2491	274	535.6	48.62	0.2611
LSA 42.3 VS3	287	526.2	51.41	0.2592	286	558	51.73	0.2629	283	549.8	52.18	0.2746	281	535.6	52.67	0.2866
LSA 42.3 S4	310	571.2	61.49	0.317	308	603	61.81	0.3207	306	594.8	62.26	0.3324	304	580.6	62.75	0.3444
LSA 42.3 S5	310	571.2	61.49	0.317	308	603	61.81	0.3207	306	594.8	68.18	0.3645	304	580.6	62.75	0.3444
LSA 42.3 M7	325	611.2	67.41	0.3491	323	643	67.73	0.3528	321	634.8	68.18	0.3645	319	620.6	68.67	0.3765
LSA 42.3 M8	330	611.2	70.42	0.3683	328	643	70.74	0.372	326	634.8	71.18	0.3837	324	620.6	71.68	0.3957
LSA 42.3 L9	344	641.2	77.49	0.4141	342	673	77.81	0.4178	340	664.8	78.25	0.4295	338	650.6	78.75	0.4415

NOTE : Dimensions are for information only and may be subject to modifications. Contractual 2D drawings can be downloaded from the Leroy-Somer site, 3D drawing files are available upon request. The torsional analysis of the transmission is imperative. All values are available upon request.

LEROY-SOMER[™]

www.leroy-somer.com/epg

[Linkedin.com/company/Leroy-Somer](https://www.linkedin.com/company/Leroy-Somer)
[Twitter.com/Leroy_Somer_en](https://twitter.com/Leroy_Somer_en)
[Facebook.com/LeroySomer.Nidec.en](https://www.facebook.com/LeroySomer.Nidec.en)
[YouTube.com/LeroySomerOfficiel](https://www.youtube.com/LeroySomerOfficiel)



Nidec
All for dreams

© Nidec 2018. The information contained in this brochure is for guidance only and does not form part of any contract. The accuracy cannot be guaranteed as Nidec have an ongoing process of development and reserve the right to change the specification of their products without notice.

Moteurs Leroy-Somer SAS. Siège : Bd Marcellin Leroy, CS 10015, 16915 Angoulême Cedex 9, France.
Capital social : 65 800 512 €, RCS Angoulême 338 567 258.



RP-3000

Panel remoto para módulos easYgen-3000

DESCRIPCION

El módulo **RP-3000** es un panel remoto de visualización y control para usar con los módulos **easYgen-3100/3400** (montado en la parte posterior del panel), o **easYgen-3200/3500** (montado en la puerta).

Este módulo ofrece a los fabricantes de grupos electrógenos y cuadros eléctricos una solución de HMI de fábrica para cualquier aplicación en la que se quiera tener control remoto, como en hospitales, cuadros de control marinos, plataformas de perforación, centros de datos, vertederos, EDAR y aplicaciones para el suministro de gas u otras instalaciones con cuadros remotos.

El módulo **RP-3000** es una solución ideal para aplicaciones montadas en puerta, ya que proporciona control desde el panel frontal con poco cableado en la puerta de acceso, a la vez que mantiene las conexiones de tensión ubicadas de forma segura en la placa de montaje.

El módulo **RP-3000** permite el control remoto, la visualización remota (incluyendo sincronoscopio) y la configuración remota (protegida con contraseña) de los módulos **easYgen-3000**, con acceso a toda la estructura del menú y a todos los parámetros.

Tiene el mismo aspecto y tacto que los módulos **easYgen-3200** o **easYgen-3500**.

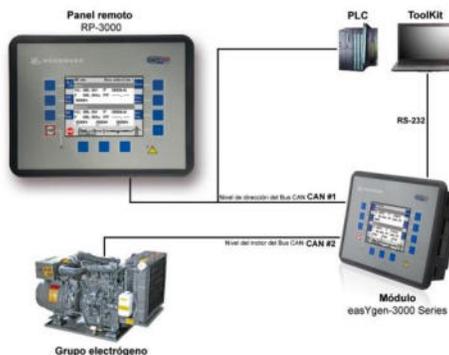
Cada panel remoto **RP-3000** se comunica con un único módulo **easYgen-3000** a través del puerto CAN. Se proporciona una salida de relé para señalar "Listo para funcionar".



* Solo se puede conectar un easYgen a la vez.

Funciones

- Cada módulo **RP-3000** se conecta directamente a un **easYgen-3100/3400** o **easYgen-3200/3500** a través del puerto de comunicación CANBus.
- Posee un relé para indicar "Listo para funcionar".
- Pantalla gráfica con capacidad multilingüe.



- Visualización y control remoto de los módulos easYgen-3000
- Configuración remota protegida con contraseña con acceso a todos los parámetros
- Mismo aspecto y tacto que la pantalla easYgen-3200/3500
- Pantalla en color
- Comunicación CANBus para conexión a easYgen-3000
- Capacidad multilingüe
- Mercado CE
- Certificación UL / cUL
- LR & ABS Marine
- DNV, GL, BV¹

¹ Para ver los detalles, consulte la última página

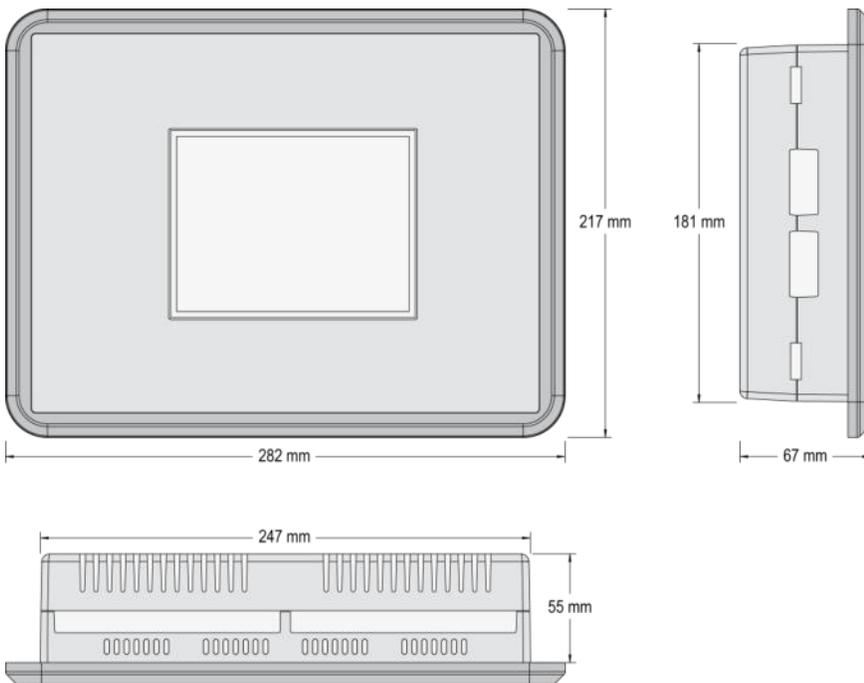
ESPECIFICACIONES

Alimentación..... 12/24 VDC (de 8 a 40 VDC)
 Consumo intrínseco máx. 12 W
 Tª ambiente (funcionamiento)..... de -20 a 70 °C / de -4 a 158°F
 Tª ambiente (almacenamiento)..... de -30 a 80 °C / de -22 a 176°F
 Humedad ambiental 95 %, sin condensación
Salida de relé libre de potencial
 Material de contacto..... AgCdO
 Carga (GP)..... 2,00 A @ 250 VAC
 2,00 A @ 24 VDC / 0,36 A @ 125 VDC / 0,18 A @ 250 VDC
 Pilot duty (PD).....
 1,00 A @ 24 VDC / 0,22 A @ 125 VDC / 0,10 A @ 250 VDC

Carcasa Montaje en panel frontal Carcasa de plástico
 Dimensiones An x Al x Pr 282 × 217 × 67 mm
 Corte panel An x Al 249 [+1,1] × 183 [+1,0] mm
 Conexión Conectores por tornillo para terminales de 2.5 mm²
 Frontal superficie aislante
 Sellado Frontal IP65 (con fijación de tornillos)
 Frontal IP65 (con fijación de abrazaderas)
 Posterior..... IP10
 Peso aprox. 1.300 g
Ensayos de EMC (CE)..... de acuerdo con la normativa EN
Listas UL / cUL
Marina..... LR (Aprobación de tipo), ABS (Aprobación de tipo), DNV, GL, BV

DIMENSIONES

Carcasa plástica para montaje en puerta de armario



CONTACTO
América del Norte y Central

Tel.: +1 970 962 7331
 ✉ SalesPGD_NAandCA@woodward.com

América del Sur

Tel.: +55 19 3708 4800
 ✉ SalesPGD_SA@woodward.com

Europa

Tel.: Stuttgart: +49 711 78954 510
 Tel.: Kempen: +49 2152 145 331
 ✉ SalesPGD_EUROPE@woodward.com

Oriente Próximo y África

Tel.: +971 2 6275185
 ✉ SalesPGD_MEA@woodward.com

Rusia

Tel.: +7 812 319 3007
 ✉ SalesPGD_RUSSIA@woodward.com

China

Tel.: +86 512 8818 5515
 ✉ SalesPGD_CHINA@woodward.com

India

Tel.: +91 124 4399 500
 ✉ SalesPGD_INDIA@woodward.com

ASEAN y Oceanía

Tel.: +49 711 78954 510
 ✉ SalesPGD_ASEAN@woodward.com

www.woodward.com

Excepto errores, contenidos sujetos a modificación.

Sujeto a modificaciones técnicas.

El presente documento se distribuye con meros fines de información. No podrá interpretarse que establece o pasa a ser parte de una obligación contractual o de garantía de cualquier sociedad controlada por Woodward salvo que se especifique expresamente en un contrato de venta escrito.

Agradecemos sus comentarios sobre el contenido de nuestras publicaciones.
 Envíe sus comentarios incluyendo el número de documento a stgt-doc@woodward.com

© **Woodward**
Todos los derechos reservados

Para obtener más información, póngase en contacto con:

DESCRIPCION GENERAL DE FUNCIONES

		RP-3000
HMI		
Teclado adaptativo (pantalla LCD avanzada)	<i>DynamicsLCD™</i>	Sí
Pantalla en color		✓
Entradas y salidas		
Interfase de comunicación CAN bus	<i>FlexCAN™</i>	1
Interfase RS-232 para configuración		1
Salida de relé (listo para funcionar)		1
Certificaciones / Clasificación / Marcado		
Certificaciones UL/cUL		✓
Clasificación LR / ABS		✓
Clasificación DNV, GL, BV		✓ (solo P/N 8446-1046)
Marcado CE		✓
Códigos de producto		
Montaje en panel frontal (easYgen-3100/3200/3400/3500)		8446-1048
Montaje en panel frontal (easYgen-3400/3500 Marine)		8446-1046
Kit de conectores de repuesto		8923-1314

COMPATIBILIDAD RP-3000 / easYgen-3000

Los siguientes módulos easYgen-3000 son compatibles con el panel remoto RP-3000:

RP-3000	P/N 8446-1048	P/N 8446-1046
easYgen-3100/3200¹ Paquete P1 / Paquete P2	✓	-
easYgen-3400/3500 Paquete P1 / Paquete P2	✓	-
easYgen-3400/3500 Marine Paquete P1	-	✓

¹ Software del paquete P1 de easYgen-3100/3200 versión 1.17xx o posterior.

Datos técnicos

Módulo de cogeneración para biogás

SBG 30.M

Datos de diseño *		4.12 M
Potencia eléctrica	kW	30
Recuperación térmica - circuito hidráulico	kW	32
Recuperación térmica - gases de escape (150°C)	kW	19
Potencia térmica 2ª etapa intercooler	kW	-
Recuperación térmica total (tolerancia ± 8%)	kW	51
Consumo de combustible (tolerancia ± 5%)	kW	93
Caudal de consumo	Nm³/h	15,5
PCI Combustible	kWh/Nm³	6,0
Rendimiento eléctrico	%	32,3
Rendimiento térmico	%	54,8
Rendimiento global	%	87,1

Datos del motor		
Fabricante	MWM	
Modelo	Acteon 4.12	
Número de cilindros	4 en línea	
Capacidad	litros	4,7
Diámetro x carrera	mm	105 x 137
Ratio de compresión		12,0:1
Capacidad standard - ISO	kW	32
Consumo específico (tolerancia ± 5 %)	MJ/kWh	10,46
Presión media efectiva	bar	5
Consumo de aceite	g/kWh	<0,3
Volumen de aceite / con depósito adicional	litros	08/55
Temp. máx. fluido de refrigeración (E/S)	°C	78/87
Temperatura máxima de la mezcla	°C	25
Contrapresión máxima en escape	mbar	-
Caudal másico de gases de escape	kg/h	198
Caudal de gases de escape (a 150° C)	m³/h	239
Caudal de entrada de aire	m³n/h	139
Temperatura de salida del turbo	°C	480
Tipo de combustión	m. pobre asp.natural	

Datos de emisiones		
<u>Gases de escape</u>		
Emisiones (con 5 % O ₂)		
NOx	mg/m³n	<500
Monóxido de Carbono (CO)	mg/m³n	<1000
Formaldeído (HCHO)	mg/m³n	<60
Hidrocarburos inquemados (NMHC)	mg/m³n	0
<u>Emisiones sonoras (con cabinado)</u>		
Nivel sonoro a 1 m	db(A)	70
Nivel sonoro en entrada de aire	db(A)	78
Nivel sonoro en impulsión de ventilación	db(A)	82
Nivel sonoro en salida de humos a 1 m	db(A)	80

Datos del generador		
Fabricante	LEROY SOMER	
Modelo / Tipo	LSA 42.3 L9	
	Sincrono sin escobillas	
Potencia aparente	kVA	46
Eficiencia	%	94,3
Velocidad (rpm)	1/min	1.500
Frecuencia	Hz	50
Voltaje	V	400
Corriente nominal (f.d.p. 0,98i)	A	44

Recuperación de calor		
Temp. de entrada circuito secundario	°C	70
Temp. de salida circuito secundario	°C	85
Caudal de agua caliente	m³/h	3,1

Ventilación del módulo		
Temperatura de entrada de aire	°C	35
Caudal entrada de aire a 20°C	m³/h	1.050
Temperatura de salida de aire	°C	60
Caudal salida de aire a 35°C	m³/h	977

Dimensiones		
Largo	mm	2.820
Ancho	mm	900
Alto	mm	2.150
Peso	kg	1.753

Conexiones	
Hidráulicas	DN 32 / PN10
Gas	DN32 / PN10
Humos	DN80 / PN10
Salida de ventilación (diam. en mm)	200

Calidad del combustible		
Número de metano		> 80
PCI	kWh/Nm³	> 4,0
Cloro + Flúor	mg/Nm³ _{CH4}	< 100
Partículas	mg/Nm³ _{CH4}	< 10
Silicio	mg/Nm³ _{CH4}	< 10
Sulfuro	mg/Nm³ _{CH4}	< 300
Sulfuro de hidrógeno	ppm	< 500
Humedad relativa	%	< 60
Temperatura del gas	°C	10-30
Presión del gas	mbar	> 20
	mbar	< 50

* Datos de diseño según ISO 3046-1 / DIN 6271, ICFN (standard ISO, continua, sin sobrecarga, al freno) f.d.p.=1

Datos técnicos del módulo de cogeneración ALTARE SENERGIE

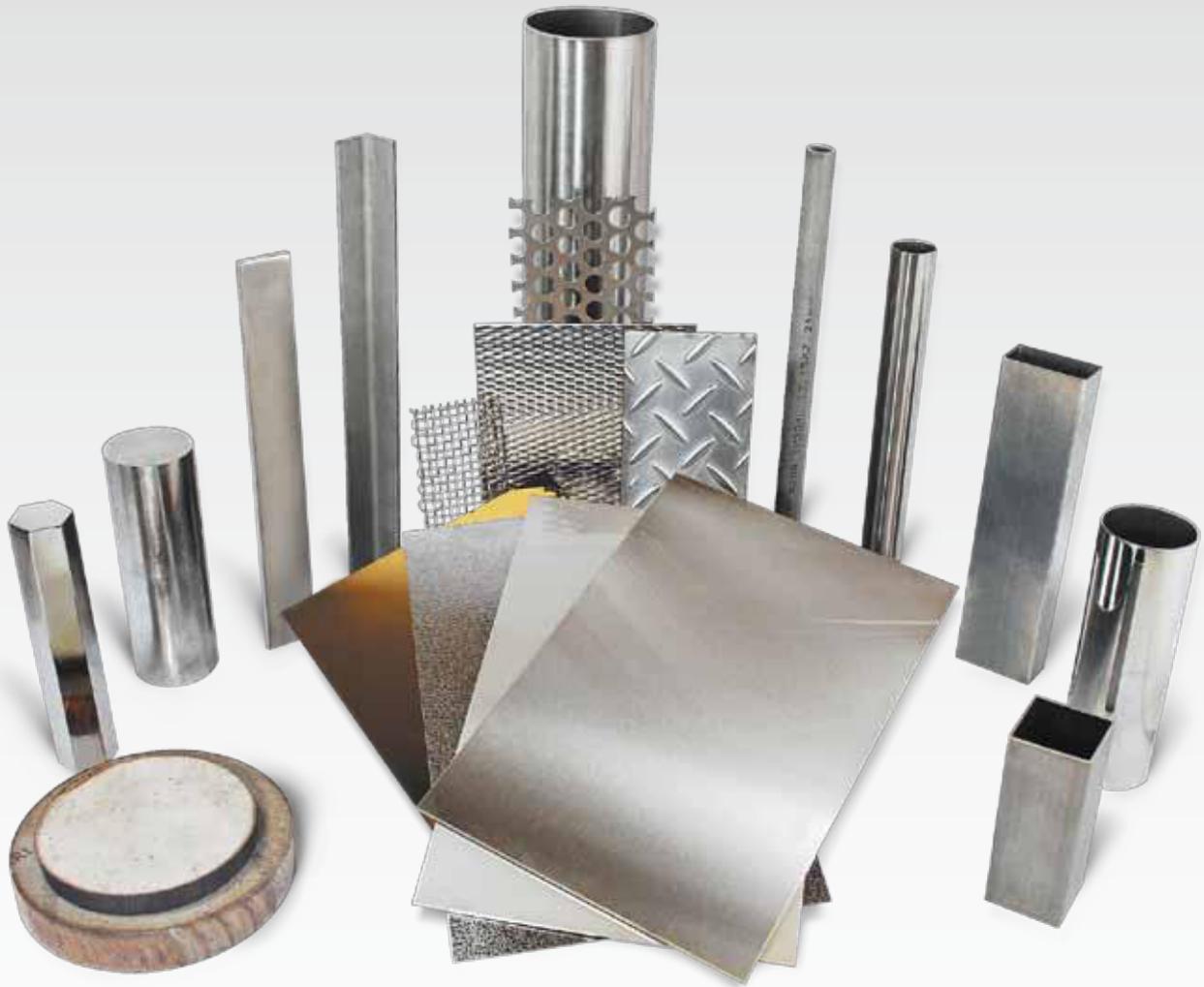
SBG 30.M Sujeto a cambios sin previo aviso.

Altare energía S.A. Distribuidor exclusivo Senergie

C/ Ribera del Loira 46, 28042 Madrid | Tel. 91 503 06 57 | Fax: 91 503 99 00 | info@altare.es | www.altare.es
Inscrita en el R. M. de Madrid asiento 1/2072/631 Folio 91. CIF: A-85873735

Línea materias primas en acero inoxidable

Stainless steel raw materials line.



FAMiQ
Aceros inoxidables

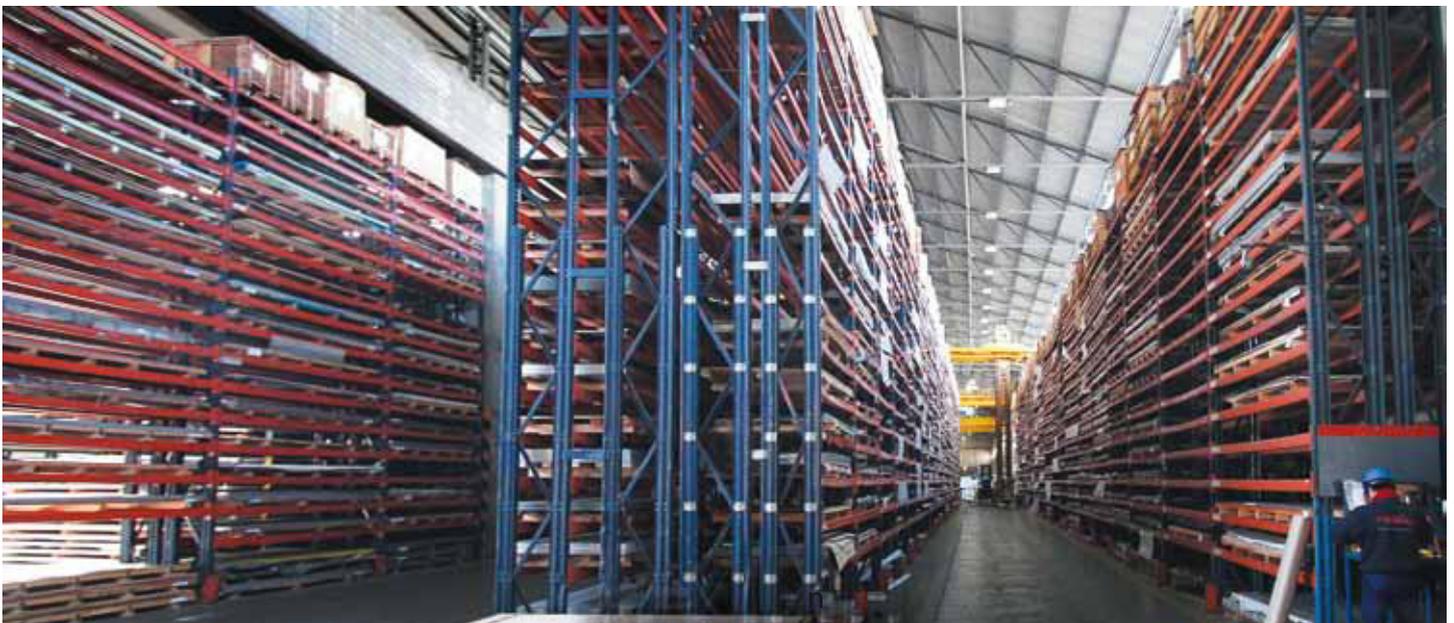
CHAPAS Y BOBINAS
TUBOS CON Y SIN COSTURA
PLANCHUELAS, BARRAS Y ÁNGULOS
ALAMBRES Y MALLAS
CONSUMIBLES PARA SOLDADURA

Todo el inoxidable en un solo lugar

Comprometidos con el crecimiento industrial argentino, **somos una empresa con más de 50 años de trayectoria dedicada exclusivamente a la fabricación y comercialización del acero inoxidable**, garantizando la eficacia de nuestro servicio y la calidad de nuestros productos bajo las normas y certificaciones internacionales.

Centro de distribución y sucursales

Si su proyecto contempla el uso del acero inoxidable, contamos con **el mayor volúmen de stock del mercado**, en nuestro centro de distribución de 14.000mts² ubicado en la localidad de Florida (Bs. As.). Contamos con cuatro sucursales ubicadas estratégicamente en distintos puntos del país.



Servicios comerciales

- Entrega en 24 hs.
- Stock permanente de 25.000 artículos.
- Toda la gama de productos en un solo lugar.
- Asesoramiento técnico comercial especializado.
- Servicio de posventa especializado.
- Cotizador web para agilizar su proceso de consulta.

Unidades productivas

Diseñadas y equipadas tecnológicamente para producir en nuestro país:

- Caños con costura.
- Accesorios para soldar a tope y mecanizados
- Tapas y puertas para tanques y depósitos

CHAPAS

De diferentes terminaciones superficiales, calidades y espesores disponibles, **FAMIQ comercializa una amplia gama de chapas** destinadas a la industria metalmeccánica y la construcción, entre otras.

ACABADO	TIPO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ACABADO	CALIDADES Y ESPESORES				
			430	304L	316L	310S	420*/P498V**
Laminado en caliente	N1	Resultado del proceso de laminación en caliente, recocido y decapado. Es una superficie opaca y rugosa, frecuentemente en espesores mayores a 3 mm.	Bajo pedido	4.00 a 50.00 (mm)	4.00 a 50.00 (mm)	4.00 a 15.00 (mm)	* 4.00 a 5.00 ** 2.85 a 3.25 (mm)
Laminado en frío	2B	Posterior al proceso de laminado en caliente, el material es sometido a una laminación en frío en la cual se lo pasa por rodillos que lo disminuyen su espesor y lo abrillantan (skin pass). El acabado en frío 2B es el más utilizado, siendo su superficie más brillante en los inoxidables ferríticos (AISI 430) que en los austeníticos (AISI 304).	2.50 a 3.00 (mm)	0.40 a 8.00 (mm)	0.50 a 8.00 (mm)	Bajo pedido	* 1.20 a 3.00 (mm)
	BA	Después del laminado en frío, el acero es sometido a un recocido en horno de atmósfera gaseosa controlada, se relamina en frío muy suavemente para lograr el acabado brillante (tipo espejo).	0.40 a 2.00 (mm)	Bajo pedido	Bajo pedido	-	-
Esmerilado	N4	Acabado obtenido mediante el uso de diferentes lijas o abrasivos. Se presenta generalmente a una de las dos caras que, adicionalmente, puede venir cubierta con una protección de PVC.	0.40 a 3.00 (mm)	0.40 a 3.00 (mm)	0.40 a 3.00 (mm)	-	-
Grabado	Piel de chancho	Posterior a la laminación en frío, la bobina vuelve a pasar por un proceso de grabado en donde se le asignan formas predeterminadas en función de los rodillos utilizados.	Bajo pedido	0.60 a 1.20 (mm)	Bajo pedido	-	-
Color	Dorada	Se le da un color a la chapa mediante un proceso químico endurecido por un proceso electrolítico.	0.60 a 1.20 (mm)	0.60 a 1.20 (mm)	Bajo pedido	-	-



Laminado en caliente (Nº1)



Laminado en frío (2B)



Recocido brillante (BA)



Esmerilado (N4)



Grabada (Piel de chancho)



Color (Dorada)

RANGO DE ESPESORES, ANCHOS Y CALIDADES

Anchos	1000			1250			1500			2000		
	430	304L	316L	430	304L	316L	430	304L	316L	430	304L	316L
Espesores	0.40	●	●	●	●							
	0.50	●	●	●	●	●						
	0.60	●	●	●	●	●						
	0.70	●	●	●	●	●		●				
	0.80	●	●	●	●	●		●				
	0.90	●	●	●	●	●		●				
	1.00	●	●	●	●	●		●	●			
	1.20	●	●	●	●	●		●	●			
	1.50	●	●	●	●	●		●	●			
	2.00	●	●	●	●	●		●	●		●	
	2.50	●	●	●	●	●		●	●		●	
	3.00	●	●	●	●	●		●	●		●	
	3.50		●		●	●		●	●			
	4.00		●		●	●		●	●		●	
	4.50		●		●	●		●	●			
	5.00		●		●	●		●	●		●	
	6.00		●		●	●		●	●		●	
	8.00		●		●	●		●	●		●	
	9.52		●	●	●	●		●	●		●	
	12.70		●		●	●		●	●		●	
15.80		●		●	●		●	●		●		
19.05		●		●	●		●	●		●		
22.20		●		●	●		●	●		●		
25.40				●	●		●	●		●		
31.70				●	●		●	●		●		
38.10				●	●		●	●		●		
50.00				●	●		●	●		●		

CÁLCULOS DE PESO EN CHAPAS

AISI	MASA ESPECÍFICA (KG / MM M2)	FÓRMULA
304 / 304L	7.93	$Kg = 7.93 \times \text{espesor} \times \text{ancho} \times \text{largo}$ (milímetros)
316 / 316L	7.98	$Kg = 7.98 \times \text{espesor} \times \text{ancho} \times \text{largo}$ (milímetros)
430	7.70	$Kg = 7.70 \times \text{espesor} \times \text{ancho} \times \text{largo}$ (milímetros)

VINILES DISPONIBLES

Viniles	Performance y conformado
Blanco (55 µm)	Es de buena performance en "primeros plegados" conformados y estampados de poca profundidad.
Blanco (70 µm)	Es de una mayor performance ante plegados, estampados u otros procesos de conformado que la opción de 55 µm.
Traslúcido (50 / 70 µm)	Es uno de los viniles de más fácil despegado de la chapa por tener adhesivos de poca adherencia.
Laser óptico (100 µm)	Para todo tipo de corte laser (aire, gas o fibra óptica). De buena performance para procesar de plegado y embutido.



Para otro tipo de utilidades, FAMIQ comercializa **chapas de usos múltiples**, utilizadas para la construcción de maquinarias, pisos o estructuras que requieran un cumplimiento preciso en instalaciones o espacios públicos.

TIPO	ACABADO	CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES		
			ESPESOR	AISI	DIMENSIONES
Antideslizante	Semilla de melón estampada	Por su amplia prestación y funcionalidad es la más elejida para implementar en lugares de alto tránsito como transportes, espacios públicos, escaleras, pasarelas y pavimentos.	1.20 a 3.00 (mm)	304L	1000 X 2000 1219 X 2438 1219 X 3048
	Semilla de melón laminada	Su morfología superficial (semillas) permite un mayor drenaje superficial ante líquidos o fluidos en contacto, otorgando un rendimiento óptimo en plantas de la industria química y petrolera.	3.00 a 5.00 (mm)	304L	1250X2500 1250X3000
	Bastón trabado estampado	Se presenta como una alternativa económica de la terminación semilla de melón. Su utilización se remite a superficies de menor tránsito como vagones de ferrocarril o elevadores.	1.50 a 3.00 (mm)	304L	1000X2000 1500X3000
Antiadherente	6WL	Utilizada por su tipo de superficie durante la elaboración de muzzarella como alternativa higiénica y económica al proceso de teflonado tradicional.	2.00 (mm)	304L	1250X2500
Perforada	2B	Para diferentes tipos de aplicaciones, estas chapas permiten un mayor o menor paso de aire, luz o líquidos, dependiendo de la distancia que se encuentran los agujeros entre sí. Perforación redonda diseño a 60°, opcionales diseño a 45° y 90°.	1.00 a 3.00 (mm)	304L	1000X2000
Metal desplegado	Mate	Utilizado en cualquier tipo de industria para la elaboración de estructuras metálicas (escaleras, portones y pasarelas). Su diseño permite el paso de aire y luz. No requiere limpieza.	2.50 a 3.00 (mm)	304	1000X2000



Semilla de melón estampada (mate)



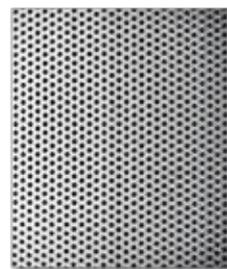
Semilla de melón laminada (mate)



Bastón trabado (2B)



Antiadherente (6WL)

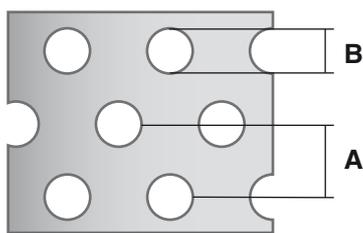


Perforada (2B)



Metal desplegado

CHAPAS PERFORADAS

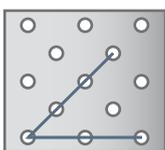


Perforación estándar
Trabada a 60°

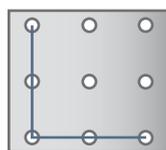
- A) Diámetro de agujero:** desde 1 a 10 mm.
B) Distancia entre agujero: desde 2 a 20 mm.

Área abierta

Para seleccionar la chapa perforada adecuada, es importante tener en cuenta el porcentaje del área abierta que generan los agujeros en el total de la chapa. Las opciones varían desde un 22% hasta un 58% en una chapa de 1000 x 2000mm, dependiendo del diámetro del agujero.

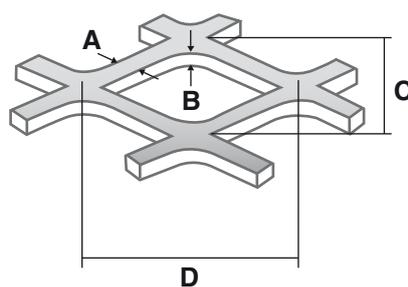


Trabada a 45°



Opcional a 90°

METAL DESPLEGADO



- A) Espesor del nervio:** 3 y 6 mm

Es el ancho que le aporta cuerpo al metal desplegado. A mayor ancho de nervio, mayor resistencia.

- B) Espesor de la chapa:** desde 2.5 y 3 mm

El espesor se mide sobre el filamento y está dado por el grosor de la chapa lisa original.

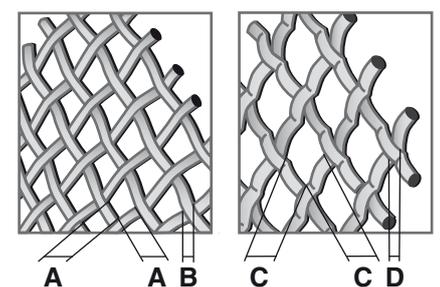
- C) Diagonal menor:** 27 mm (opcional 14 mm)

- D) Diagonal mayor:** 62 mm (opcional 31 mm)

La Diagonal Mayor (D) del rombo, se determina por la distancia horizontal entre los dos centros (nodos) de las uniones de los filamentos del metal desplegado.

La Diagonal Menor (C) se mide en forma vertical entre los mismos nodos del rombo.

MALLAS METÁLICAS



Malla entrelazada

Formada por alambres inter cruzados a intervalos regulares que garantizan una perfecta simetría y calibrado del tejido.

- A) Luz de malla:** desde 0.1 a 11.2 mm

- B) Espesor del alambre:** desde 0.5 a 2 mm

Malla ondulada (opcional)

Especialmente diseñada para proteger, delimitar, seccionar o dividir toda clase de elementos. Ambos tipos se comercializan en AISI 304, otorgando mayor resistencia a la corrosión ambiental.

- C) Luz de malla:** desde 7.22 a 11.20 mm

- D) Espesor del alambre:** 1.25, 1.50 y 2.00 mm

CAÑOS Y TUBOS CON O SIN COSTURA

FAMIQ ofrece **la más amplia gama de caños y tuberías** destinados a cubrir las necesidades de todas las industrias, variando sus características de acuerdo a su prestación y norma de fabricación.



Caño redondo
(Costura común)



Caño redondo
(Costura laminada)



Tubo redondo
(Sin costura)



Caño rectangular
(Con costura)

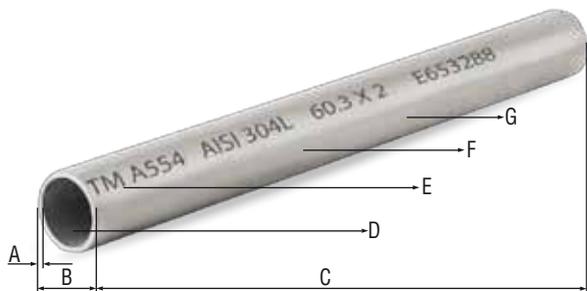


Caño cuadrado
(Con costura)

USOS Y CARACTERÍSTICAS DE CAÑERÍAS DE ACUERDO A SU NORMA DE FABRICACIÓN

NORMA ASTM	A 554	A 554 COSTURA LAMINADA	A 269	A 270	A 270 ASME BPE	A 213	A 312
TIPOS	○ □ ▭	○	● ○	○	○	●	● ○
CALIDADES	Disponibles en AISI 304L y 316L.						
DISPONIBLES	○	O.D.: 6.35 a 101.60 mm DIN: DN25 a DN150	O.D.: 6.35 a 25.40 mm	O.D.: 25.40 a 101.60 mm	O.D.: 12.7 a 101.6 mm		O.D.: 10.35 a 50.80 mm
	□	L1L2: 10 a 100 mm					
	▭	L1L2: 20x10 a 120x60 mm					
	●					O.D.: 6.35 a 50.8 mm	O.D.: 13.7 a 219.05 mm
LARGOS	Largos estándar de 6.000 mm. Largos especiales bajo pedido.						
ESPEORES DISPONIBLES	Milimétricos: 1.00 a 3.00 mm	Milimétricos: 1.00 a 2.00 mm	Milimétricos (BWG): 0.89 a 2.11 mm	Milimétricos: 1.00 a 2.00 mm	Milimétricos: 1.65 y 2.11 mm	Milimétricos (BWG): 0.89 a 2.11 mm	Schedule: 5/10/40/80S ○ : 0.89 a 5.5 mm ● : 1.65 a 12.7 mm
APLICACIÓN	Aplicaciones estructurales	Aplicaciones alimenticias	Usos generales, conexiones a virola	Aplicaciones alimenticias y farmacéuticas	Aplicaciones farmacéuticas	Intercambiadores de calor o condensadores	Conducción de fluidos a presión.
SOLDADURA	Soldadura automática sin aporte (GTAW)	Soldadura automática sin aporte (GTAW)	Soldadura automática sin aporte (GTAW)	Soldadura automática sin aporte (GTAW)	Soldadura automática sin aporte (GTAW)	Sin soldadura	Soldadura automática sin aporte (GTAW)
TRATAMIENTO TÉRMICO	No	No	Recocido a 1040°C	Recocido a 1040°C	Recocido a 1040°C	Recocido a 1040°C	Recocido a 1040°C
COSTURA	Normal	Costura laminada interior	Normal	Costura laminada interior	Costura laminada interior	Sin costura	○ : Con costura ● : Sin costura
PULIDO	Disponible con y sin pulido exterior	Disponible con y sin pulido exterior	Bajo pedido	Disponible con y sin pulido exterior	Pulido interior Ra < 0.50 µm	Sin pulir	Sin pulir

IDENTIFICACIÓN EN CAÑOS



- A. Espesores:** Desde 0.8mm hasta 12.7 mm.
- B. Diámetros exteriores:** Desde 6.35mm a 406 mm.
- C. Longitud:** • Estándar 6.000 mm. • Largos especiales bajo pedido.
- D. Costura interior:** • Común. • Laminada. • Sin costura
- E. Marcado y trazabilidad:** Norma de fabricación, calidad, dimensiones y lote.
- F. Acabados superficiales:** • Pulido grit#180. • Pulido grit#240. • Mate.
- G. Calidad de materiales:** • AISI 304L. • AISI 316L.

CÁLCULOS DE PESO EN CAÑOS

D = Diámetro exterior e = Espesor pe = peso específico

$$Kg = \frac{((D-e) \cdot \pi)}{(1000)} \cdot pe \cdot e$$
Ejemplo para caño redondo Ø50.8 x 1.5:

$$1.88 = \frac{((50.8-1.5) \cdot 3.1415)}{(1000)} \cdot 8 \cdot 1.5$$

CONSUMIBLES PARA SOLDADURA

TIPOS DE ELECTRODOS	DESCRIPCIÓN
UTP / Surinox (Böhler Thyssen®) AWS 308L, 310S, 312, 316L	- Revestimiento concéntrico. - Excelente soldabilidad. - Alma completamente aleada.
Tungsteno AWS 304 Ø1.6 a Ø3.2 Al 2% de Thorio	Facilita el encendido del arco y lo hace resistente incluso pasado de amperaje.
Varilla TIG (Böhler Thyssen®) AWS 308L, 316L Ø0.9 a Ø1.6 Alambre MIG (Böhler Thyssen®) AWS 308L, 316L Ø1.6 a Ø2.4	Tanto las varillas como el alambre son de bajo tenor de carbono. Recomendado para aceros inoxidables 316 y 316L.

BARRAS TRAFILADAS Y ALAMBRES

De múltiples aplicaciones, las diferentes tipos de barras son utilizadas para la fabricación de mobiliarios, carpintería metálica o como materia prima, para el mecanizado y conformado de piezas industriales.



Barra redonda



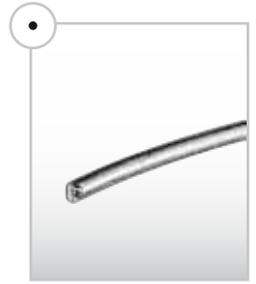
Barra hexagonal



Barra cuadrada



Alambre duro



Alambre blando

BARRAS DE ACUERDO A LA NORMA DE FABRICACIÓN ASTM A 276

		304L		316L		430		410		420		630 (17-4 PH)	
		Diámetro	Tol.	Diámetro	Tol.	Diámetro	Tol.	Diámetro	Tol.	Diámetro	Tol.	Diámetro	Tol.
BARRAS		3 a 76 mm 77 a 114 mm 115 a 406 mm	H9 H11 DIN1013	3 a 76 mm 77 a 114 mm 115 a 300 mm	H9 H11 DIN1013	4 a 16 mm	H9	6 a 76 mm 77 a 101 mm	H9 H11	3 a 76 mm	H9	15 a 65 mm	H9
		6 a 51 mm	H9	11 a 51 mm	H9								
		6 a 51 mm	H9	15 a 25 mm	H9								
		302			304			316					
		Diámetro	Resistencia a la tracción	Tol.	Diámetro	Resistencia a la tracción	Tol.	Diámetro	Resistencia a la tracción	Tol.			
ALAMBRES	● DURO	0.8 a 4.5 mm	150 a 200 Kg/mm ²	H9	0.5 a 8.35 mm	150 a 200 Kg/mm ²	H9	0.8 a 8.35 mm	150 a 200 Kg/mm ²	H9			
	● BLANDO				0.5 a 8.40 mm	60 a 80 Kg/mm ²	H9	0.5 a 8.40 mm	60 a 80 Kg/mm ²	H9			

PLANCHUELAS

Se ofrecen dos tipos: **laminadas en caliente** (ASTM A176) largo 6mts, o **cortadas de chapa** (ASTM A240) largo 3mts.



Laminada

		ANCHOS (mm)											
		11.10	12.70	15.80	19.05	22.20	25.40	31.70	38.10	44.50	50.80	63.50	76.20
ESPEORES (mm)	2.00			●	●		●	●	●	●	●	●	●
	3.17	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	4.76		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	6.35		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	7.94			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	9.52				●	●	●	●	●	●	●	●	●
	12.70					●	●	●	●	●	●	●	●
	15.80						●	●	●	●	●	●	●
	19.00							●	●	●	●	●	●



Cortada de chapa

ÁNGULOS

Se ofrecen dos tipos: **laminados en caliente** (ASTM A176) largo 6mts, o **plegados de chapa** (ASTM A240) largo 3mts.



Laminado

		ANCHOS DE ALA (mm)											
		12.70	15.80	19.05	22.20	25.40	31.70	38.10	44.50	50.80	63.50	76.20	101.6
ESPEORES (mm)	2.00		●	●	●	●	●	●					
	3.17			●	●	●	●	●					
	4.76			●	●	●	●	●					
	6.35				●	●	●	●	●	●	●	●	
	7.94					●	●	●	●	●	●	●	●



Plegado de chapa

PARA CADA PROYECTO UNA SOLUCIÓN

COMPROMETIDOS EN COMERCIALIZAR LA MÁS AMPLIA GAMA DE PRODUCTOS CON LA MEJOR CALIDAD Y PRESTACIÓN DEL MERCADO.



www.famiq.com.ar

FAMIQ CASA CENTRAL (5411) 4505-4000 / ventas@famiq.com.ar
FAMIQ MENDOZA (0261) 4978148 / mendoza@famiq.com.ar
FAMIQ RAFAELA (03492) 424666 / rafaela@famiq.com.ar
FAMIQ ROSARIO (0341) 4312000 / rosario@famiq.com.ar
FAMIQ TUCUMAN (0381) 4212700 / tucuman@famiq.com.ar
FAMIQ URUGUAY (598) 2486-4040 / ventas@famiq.com.uy



FABRICACIÓN NACIONAL
FAMIQ SRL
ACEROS INOXIDABLES



GESTIÓN DE LA CALIDAD
CERTIFICACIÓN IRAM
ISO 9001:2008 RA-6000-4453

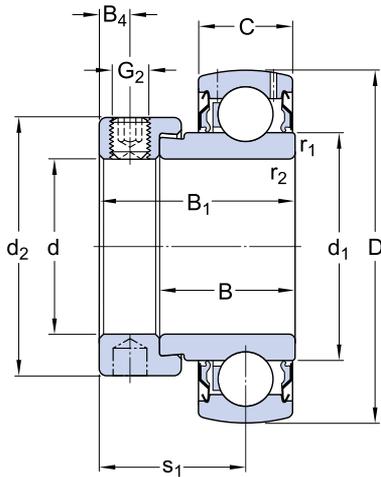


Rodamientos de inserción

► YET 208-108

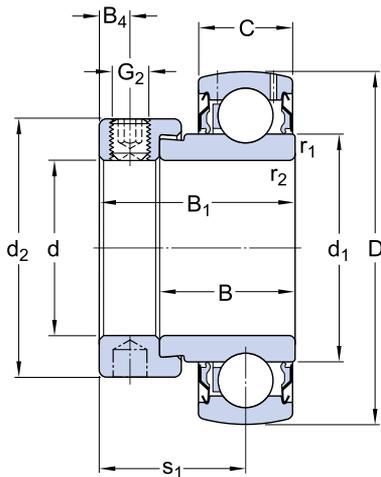
Producto popular

Dimensiones



d	38.1	mm
D	80	mm
B	29.7	mm
C	21	mm
d ₁	≈ 51.8	mm
r _{1,2}	min. 1	mm
s ₁	32.7	mm

Dimensions



B ₁	43.2	mm
d ₂	56.5	mm
B ₄	6.75	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	30.7	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	19	kN
Carga límite de fatiga	P _u	0.8	kN
Velocidad límite con tolerancia de eje h6		4800	r/min
Factor de cálculo	f ₀	14	

Masa

Rodamiento de masa		0.64	kg
--------------------	--	------	----

Información de montaje

Rosca del prisionero	G ₂	3/8-24 UNF	
Tamaño de llave hexagonal para prisionero	N	4.763	mm
Par de apriete recomendado para el prisionero		16.5	N·m

Productos adecuados

Aro de asiento de caucho	RIS 208 A
--------------------------	---------------------------

Además de la información ofrecida en esta página, tenga presente lo que se ofrece en Rodamientos de inserción.

Para obtener información sobre cómo seleccionar el rodamiento adecuado para una aplicación particular, e interpretar los datos de esta página, consulte Proceso de selección de rodamientos.

Para obtener información general sobre los rodamientos, consulte Conocimientos generales sobre rodamientos.

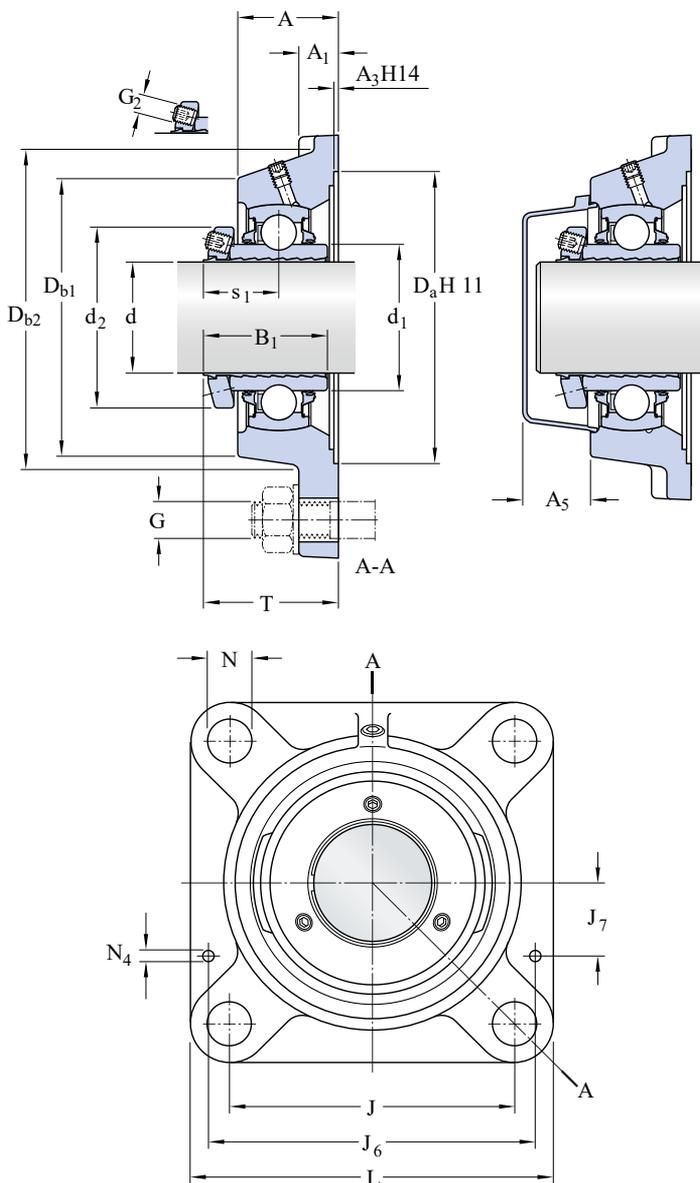
Unidades de rodamientos Y con pestaña cuadrada

FY 1.1/2 LDW

Material del soporte

Fundición

Dimensiones



d		38.1	mm
d ₁	≈	51.8	mm
d ₂		62	mm
A		38.5	mm
A ₁		14	mm
A ₃		3.2	mm
A ₅		23.5	mm
B ₁		42.9	mm
D _a		115.9	mm
D _{b1}		98	mm
D _{b2}		106	mm
J		101.5	mm
L		130	mm
N		14	mm
s ₁		25.9	mm
T		49.9	mm

Valores para B₁ y s₁ antes de que se ajusten los prisioneros (manguito y agujero del aro interior en posición de inicio).

Orificio roscado

R_G 1/4-28 UNF

Fijas de situación

J₆ 118 mm

J ₇	34	mm
N ₄	4	mm

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	30.7	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	19	kN
Carga límite de fatiga	P _u	0.8	kN
Velocidad límite		950	r/min

Masa

Unidad de rodamientos de masa		1.8	kg
-------------------------------	--	-----	----

Información de montaje

Rosca del prisionero	G ₂	M6	
Tamaño de llave hexagonal para prisionero	N	3	mm
Par de apriete recomendado para el prisionero		7.4	N·m
Diámetro recomendado para los tornillos de fijación, mm	G	12	mm
Diámetro recomendado para los tornillos de fijación, pulgadas	G	0.5	in

Productos correspondientes

Soporte	FY 508 M/VZ033
Rodamiento	YSPAG 208-108

Associated products

End cover	ECY 208
-----------	-------------------------

Descripción de catálogo

SA47DRN90S4

Reductores de tornillo sin fin S + Motores de CA DRN.. (IE3)

Datos de producto

Velocidad nominal del motor	[1/min] : 1455
Velocidad de salida	[1/min] : 200
Índice de reducción total	: 7,28
Par de salida	[Nm] : 47
Factor de servicio SEW-FB	: 1,80
Posición de montaje	: M1A
Pintura imprimación/CapaFinal	: 7031 Gris azulado (51370310)
Posición de conexión/caja de bornas	[°] : 0
Entrada de cable/ Posición del conector	: X
Eje hueco	[mm] : 30
Salida permitida con carga radial n=1400	[N] : 3770
Cantidad de lubricante 1er reductor	[Litro] : 0,35
Potencia del motor	[kW] : 1,1
Factor de duración	: S1-100%
Clase eficiente	: IE3
Eficiencia (50/75/100% Pn)	[%] : 83,5 / 85 / 84,5
Marcado CE	: Si
Tensión del motor	[V] : 220/380
Esquema de conexionado	: R13
Frecuencia	[Hz] : 50
Corriente nominal	[A] : 4,65 / 2,7
Cos Phi	: 0,73
Clase de aislamiento	: 155(F)
Tipo protección del motor	: IP55
Requisito del diseño	: IEC
Momento de inercia de masa del motor	[10 ⁻⁴ kgm ²] : 54,00
Peso neto	[Kg] : 32

Características adicionales

Aislamiento térmico 155(F)

Diseño de caperuza del ventilador Plástico

Grado de protección IP 55

Tensión, frecuencia, bobinado



Principal

Distancia	Compacto
Nombre del producto	Compact NSX
Tipo de producto o componente	Disyuntor
Modelo de dispositivo	Compact NSX100F
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	4P
Descripción polos protegidos	3t 3t + N/2 4t
Posición de polo de neutro	Izquierda
Tipo de red	CA
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Corriente nominal	100 A (40 °C)
Tensión asignada de aislamiento	800 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	8 kV
Tensión asignada de empleo	690 V CA 50/60 Hz
Breaking capacity code	F (36 kA) AC
Poder de corte	8 kA Icu a 660/690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 22 kA Icu a 525 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 25 kA Icu a 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 35 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 36 kA Icu a 380/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 85 kA Icu a 220/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 10 kA a 600 V CA 50/60 Hz conforme a UL 508 25 kA at 480 V CA 50/60 Hz conforming to UL 508 85 kA at 240 V CA 50/60 Hz conforming to UL 508
[Ics] poder de corte en servicio	Ics 11 kA 525 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 35 kA 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 36 kA 380/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 4 kA 660/690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 85 kA 220/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 12.5 kA 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
Idoneidad para el seccionamiento	Sí conforme a EN 60947-2

Sí conforme a IEC 60947-2

Categoría de empleo	A
Unidad de control	Micrologic 2.2
Tipo de unidad de control	Electrónico
Funciones de protección de unidad de disparo	LSol
Corriente de rearme	100 A (40 °C)
Tipo de protección	Prot.Cont. sobrec. (per.largo) L Short time short-circuit protection with fixed delay So Prot.Contra cortocirc.(inst.) I
Grado de contaminación	3 conforme a IEC 60664-1

Complementario

Tipo de control	Palanca de conmutación
Modo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Panel
Conexión inferior	Panel
Composición contacto auxiliar	Sin
Endurancia mecánica	50000 cycles
Endurancia eléctrica	10000 cycles 690 V In conforming to IEC 60947-2 20000 cycles 690 V In/2 conforming to IEC 60947-2 30000 cycles 440 V In conforming to IEC 60947-2 50000 cycles 440 V In/2 conforming to IEC 60947-2
Paso interpolar	35 mm
Señalizaciones frontales	LED 105 % Ir LED 90 % Ir LED preparado
Ajuste protección de neutro	0,5 x Ir 3t + N/2 1 x Ir 4t Sin protección 3t
Tipo de rearme	9 regulaciones
Precisión de rearme ±20%	0,9...1 x Io
Tipo ajuste temporizac. larga	Fijo
Precisión de rearme ±20% (t)	11 s 7.2 x Ir 16 s 6 x Ir 400 s 1.5 x Ir
Memoria térmica	20 minutos antes y después dedesconexión
Tipo de rearme	9 regulaciones
Unidad de control electrónica protección LS	1.5...10 x Ir
Temporización	Fijo
Tipo de ajuste de rearme insta	Fijo
Li no regulable	1500 A
Alto	161 mm
Ancho	140 mm
Profundidad	86 mm
Peso del producto	2.4 kg

Entorno

Categoría de sobretensión	Clase II
Tipo de protección desc. eléct.	Clase II
Normas	EN/IEC 60947 UL 508
Certificados de producto	CCC Marina EAC

Grado de protección IP	IP40 conforme a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 conforme a IEC 62262
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-55...85 °C

Ofrecer Sostenibilidad

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: YYWW)	Conforme - desde 0819 - Declaración de conformidad de Schneider Electric Declaración de conformidad de Schneider Electric
Alcanzar	Referencia no contiene SVHC arriba del umbral Referencia no contiene SVHC arriba del umbral
Perfil medioambiental del producto	Disponible
Instrucciones de fin de vida del producto	Disponible

Garantía contractual

Warranty period	18 months
-----------------	-----------



Principal

Distancia	Compacto
Nombre del producto	Compact NSX
Tipo de producto o componente	Disyuntor
Modelo de dispositivo	Compact NSX160F
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	4P
Descripción polos protegidos	3t 3t + N/2 4t
Posición de polo de neutro	Izquierda
Tipo de red	CA
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Corriente nominal	160 A (40 °C)
Tensión asignada de aislamiento	800 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	8 kV
Tensión asignada de empleo	690 V CA 50/60 Hz
Breaking capacity code	F (36 kA) AC
Poder de corte	8 kA Icu a 660/690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 22 kA Icu a 525 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 35 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 36 kA Icu a 380/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 85 kA Icu a 220/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 30 kA Icu a 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 10 kA a 600 V CA 50/60 Hz conforme a UL 508 35 kA a 480 V CA 50/60 Hz conforme a UL 508 85 kA at 240 V CA 50/60 Hz conforming to UL 508
[Ics] poder de corte en servicio	Ics 22 kA 525 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 30 kA 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 35 kA 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 36 kA 380/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 8 kA 660/690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 85 kA 220/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
Idoneidad para el seccionamiento	Sí conforme a EN 60947-2

Sí conforme a IEC 60947-2

Categoría de empleo	A
Unidad de control	Micrologic 2.2
Tipo de unidad de control	Electrónico
Funciones de protección de unidad de disparo	LSol
Corriente de rearme	160 A (40 °C)
Tipo de protección	Prot.Cont. sobrec. (per.largo) L Short time short-circuit protection with fixed delay So Prot.Contra cortocirc.(inst.) I
Grado de contaminación	3 conforme a IEC 60664-1

Complementario

Tipo de control	Palanca de conmutación
Modo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Panel
Conexión inferior	Panel
Composición contacto auxiliar	Sin
Endurancia mecánica	40000 cycles
Endurancia eléctrica	10000 cycles 440 V In/2 conforming to IEC 60947-2 15000 cycles 690 V In/2 conforming to IEC 60947-2 20000 cycles 440 V In conforming to IEC 60947-2 7500 cycles 690 V In conforming to IEC 60947-2
Paso interpolar	35 mm
Señalizaciones frontales	LED 105 % Ir LED 90 % Ir LED preparado
Ajuste protección de neutro	0,5 x Ir 3t + N/2 1 x Ir 4t Sin protección 3t
Tipo de rearme	9 regulaciones
Precisión de rearme ±20%	0,9...1 x Io
Tipo ajuste temporizac. larga	Fijo
Precisión de rearme ±20% (t)	11 s 7.2 x Ir 16 s 6 x Ir 400 s 1.5 x Ir
Memoria térmica	20 minutos antes y después de desconexión
Tipo de rearme	9 regulaciones
Unidad de control electrónica protección LS	1.5...10 x Ir
Temporización	Fijo
Tipo de ajuste de rearme insta	Fijo
Li no regulable	2400 A
Alto	161 mm
Ancho	140 mm
Profundidad	86 mm
Peso del producto	2.6 kg

Entorno

Categoría de sobretensión	Clase II
Tipo de protección desc. eléct.	Clase II
Normas	EN/IEC 60947 UL 508
Certificados de producto	CCC Marina EAC

Grado de protección IP	IP40 conforme a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 conforme a IEC 62262
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-55...85 °C

Ofrecer Sostenibilidad

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: YYWW)	Conforme - desde 0819 - Declaración de conformidad de Schneider Electric Declaración de conformidad de Schneider Electric
Alcanzar	Referencia no contiene SVHC arriba del umbral Referencia no contiene SVHC arriba del umbral
Perfil medioambiental del producto	Disponible
Instrucciones de fin de vida del producto	Disponible

Garantía contractual

Warranty period	18 months
-----------------	-----------



Principal

Distancia	Compacto
Nombre del producto	Compact INS
Tipo de producto o componente	Interruptor seccionador
Número de polos	4P
Tipo de red	CA CC
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Intensidad asignada de empleo (Ie)	160 A CA 50/60 Hz para 220/240 V in category AC-22A 160 A CA 50/60 Hz para 380/415 V in category AC-22A 160 A CA 50/60 Hz para 440/480 V in category AC-22A 160 A CA 50/60 Hz para 500 V in category AC-22A 160 A CA 50/60 Hz para 660/690 V in category AC-22A 100 A CA 50/60 Hz para 500 V in category AC-23A 100 A CA 50/60 Hz para 660/690 V in category AC-23A 160 A CA 50/60 Hz para 220/240 V in category AC-23A 160 A CA 50/60 Hz para 380/415 V in category AC-23A 160 A CA 50/60 Hz para 440/480 V in category AC-23A 160 A CC para 125 V in category DC-22A (2 polos en serie) 160 A CC para 250 V in category DC-22A (4 polos en serie) 160 A CC para 125 V in category DC-23A (2 polos en serie) 160 A CC para 250 V in category DC-23A (4 polos en serie)
Tensión asignada de aislamiento	750 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	8 kV
[Ith] Intensidad térmica convencional	160 A (60 °C)
[Icm] Poder de dierre de cortocircuito	154 kA 690 V CA 50/60 Hz con interruptor automático protección ascendente 20 kA 690 V CA 50/60 Hz interruptor seccionador solo
Tensión asignada de empleo	250 V CC 690 V CA 50/60 Hz
Idoneidad para el seccionamiento	Sí
Indicación de contacto positivo	Sí
Ruptura visible	No
Grado de contaminación	3

Complementario

Tipo de control	Empuñadura
-----------------	------------

Color empuñadura	Negro
Modo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Carril DIN Placa
Conexión superior	Panel
Conexión inferior	Panel
Potencia máxima	110 kW CA 50/60 Hz para 500/525 V in category AC-23 45 kW CA 50/60 Hz para 220/240 V in category AC-23 75 kW CA 50/60 Hz para 380/415 V in category AC-23 90 kW CA 50/60 Hz para 440 V in category AC-23 90 kW CA 50/60 Hz para 660/690 V in category AC-23
Servicio nominal	Ininterrumpido
Clase de servicio intermitente	Clase 120 - 60 %
Dimensiones de envoltentes par	260 mm x 160 mm x 55 mm
[Icw] Intensidad de corta curación admisible	0.01 kA (30 s) conforming to IEC 60947-3 1.23 kA (20 s) conforming to IEC 60947-3 3.175 kA (3 s) conforming to IEC 60947-3 5.5 kA (1 s) conforming to IEC 60947-3
Endurancia mecánica	15000 cycles
Endurancia eléctrica	1500 cycles for 220/240 V AC 50/60 Hz in category AC-22A 1500 cycles for 380/415 V AC 50/60 Hz in category AC-22A 1500 cycles for 440 V AC 50/60 Hz in category AC-22A 1500 cycles for 500 V AC 50/60 Hz in category AC-22A 1500 cycles for 690 V AC 50/60 Hz in category AC-22A 1500 cycles for 220/240 V AC 50/60 Hz in category AC-23A 1500 cycles for 380/415 V AC 50/60 Hz in category AC-23A 1500 cycles for 440 V AC 50/60 Hz in category AC-23A 1500 cycles for 500 V AC 50/60 Hz in category AC-23A 1500 cycles for 690 V AC 50/60 Hz in category AC-23A 1500 cycles for 250 V DC in category DC-22A (4 poles in series) 1500 cycles for 250 V DC in category DC-23A (4 poles in series)
Paso interpolar	30 mm
Alto	100 mm
Ancho	135 mm
Profundidad	62.5 mm
Peso del producto	0.9 kg

Entorno

Normas	IEC 60947-1 IEC 60947-3
Certificados de producto	CCC KEMA-KEUR
Grado de protección IP	IP40 conforme a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 conforme a EN 50102
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-50...85 °C

Garantía contractual

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

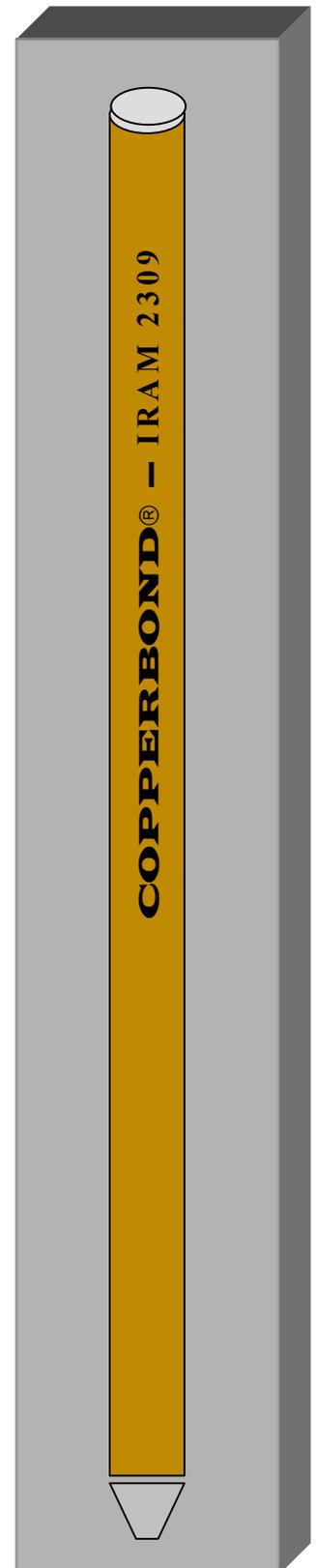
JABALINAS - PARA PUESTA A TIERRA**“COPPERBOND®”****CAMPO DE APLICACION**

Las jabalinas **COPPERBOND®** son fabricadas de acuerdo a la Norma **IRAM 2309**. Se utilizan para ejecutar puestas a tierra de servicio y de protección en todo tipo de instalaciones eléctricas, de alta media y baja tensión, como así también en sistemas de comunicaciones, iluminación, pararrayos, equipamiento electrónico, electromedicina y en todos aquellos sistemas que requieran una puesta a tierra confiable y segura.

Este tipo de electrodos puede ser utilizado en cualquier tipo de terrenos, desde los más corrosivos a los de alta resistividad, en los que puede llegar a ser necesario el hincado profundo mediante jabalinas acoplables, a efectos de obtener los valores de resistencia de puesta a tierra determinados por proyecto.

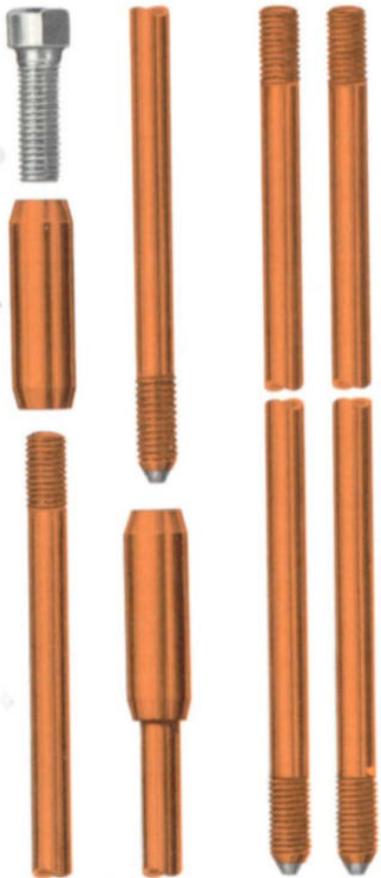
◆ JABALINAS LISAS**CARACTERÍSTICAS**

- ALMA DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA.
- REVESTIMIENTO DE COBRE CONTINUO Y UNIFORME EFECTUADO POR DEPOSICIÓN ELECTROLÍTICA.
- TERMINACIÓN LIBRE DE IMPERFECCIONES EN LA SUPERFICIE TALES COMO RAYADURAS, POROS, GRIETAS O CUALQUIER OTRO DEFECTO QUE POSIBILITEN LA EXISTENCIA DE CORROSIÓN LOCALIZADA.
- EXTREMO INFERIOR AGUZADO EN PUNTA CON GENERATRICES A 60° PARA FACILITAR EL HINCADO Y EXTREMO SUPERIOR LIGERAMENTE BISELADO.
- EL HINCADO PUEDE REALIZARSE POR PERCUSION, CON MARTILLOS O MARTINETES MANUALES, MECÁNICOS O NEUMÁTICOS.



◆ **JABALINAS ACOPLABLES**

**CONJUNTO
JABALINAS – MANGUITOS
SUFRIDERA**



Por sus características técnicas son idénticas a las Jabalinas Lisas, solo se diferencian de estas porque están roscadas en ambos extremos. Estas roscas se realizan por laminación en frío sin arranque de viruta para no dañar la capa de cobre. La unión entre jabalinas se hace mediante manguitos de acoplamiento. Estos manguitos se fabrican en bronce de alta resistencia con sus extremos biselados para facilitar el hincado. A diferencia de las jabalinas lisas debe usarse siempre una sufridera o perno de hincado para preservar la rosca al momento del hincado.

PROCEDIMIENTO DE HINCADO

- Se atornilla un manguito de acoplamiento en el extremo sin punta de la jabalina acoplable
- Se coloca una sufridera a tope con la jabalina tratando que la misma quede lo más firme posible y se procede al hincado de esta sección.
- Luego retirar la sufridera y atornillar en el manguito la segunda sección de jabalina, efectuando así la conexión entre ellas, en el extremo libre del segundo tramo de jabalina colocar otro manguito y otra sufridera para hincar el segundo tramo.
- Repetir sucesivamente la secuencia hasta alcanzar la profundidad requerida.

TOMACABLES

Los tomacables “**COPPERBOND**®” son fabricados en bronce de altísima resistencia mecánica, posibilitando un excelente conexionado de las jabalinas con cables y alambres de cobre o acero-cobre logrando una unión eléctrica económica y duradera debido al apriete que soportan y a su aceptable resistencia a la corrosión electroquímica.

CAJAS DE INSPECCION

Es un complemento necesario para las instalaciones de puesta a tierra, pues permite verificar el conexionado y realizar mediciones de resistencia de puesta a tierra. Actualmente se fabrican en dos medidas 250 x 250 mm y en 150 x 150 mm.

MARTINETES DE HINCADO

Estos elementos facilitan el hincado de las jabalinas impidiendo deformaciones por flexión y una mejor ejecución de la percusión.

CONEXION POR SOLDADURAS “EXOWELD®”

Este tipo de conexión asegura máxima confiabilidad tanto desde el punto vista eléctrico como mecánico. Para mas información sobre este tipo de uniones, sugerimos consultar el catálogo correspondiente a las soldaduras “EXOWELD®”.

TABLA DE MEDIDAS

JABALINAS LISAS

<u>DENOMINACIÓN IRAM</u>	<u>DIAMETRO REAL</u>	<u>LARGO</u>	<u>DENOMINACIÓN CORRIENTE EN PLAZA</u>
L 1015	9.00 +/- 0,2 mm	1.500 mm	3/8” X 1,50
L 1020	9.00 +/- 0,2 mm	2.000 mm	3/8” X 2,00
L 1415	12.6 +/- 0,2 mm	1.500 mm	1/2” X 1,50
L 1420	12.6 +/- 0,2 mm	2.000 mm	1/2” X 2,00
L 1430	12.6 +/- 0,2 mm	3.000 mm	1/2” X 3,00
L 1615	14.6 +/- 0,2 mm	1.500 mm	5/8” X 1,50
L 1620	14.6 +/- 0,2 mm	2.000 mm	5/8” X 2,00
L 1630	14.6 +/- 0,2 mm	3.000 mm	5/8” X 3.00
L 1815	16.2 +/- 0,2 mm	1.500 mm	3/4” X 1,50
L 1820	16.2 +/- 0,2 mm	2.000 mm	3/4” X 2,00
L 1830	16.2 +/- 0,2 mm	3.000 mm	3/4” X 3,00

JABALINAS ACOPLABLES

<u>DENOMINACIÓN IRAM</u>	<u>ROSCA TIPO</u>	<u>LARGO</u>	<u>DENOMINACIÓN CORRIENTE EN PLAZA</u>
A 1415	M - 14 X 2 - 9g	1.500 mm	1/2” X 1,50 - ACOPLABLE
A 1430	M - 14 X 2 - 9g	3.000 mm	1/2” X 3,00 – ACOPLABLE
A 1615	M - 16 X 2 - 9g	1.500 mm	5/8” X 1,50 - ACOPLABLE
A 1630	M - 16 X 2 - 9g	3.000 mm	5/8” X 3,00 - ACOPLABLE
A 1815	M - 18 X 2,5 - 9g	1,500 mm	3/4” X 1,50 - ACOPLABLE
A 1830	M - 18 X 2,5 - 9g	3,000 mm	3/4” X 3.00 - ACOPLABLE



Membrana Gisolene™ F EPDM

1. Descripción

La membrana Gisolene™ F EPDM de Firestone es una lámina de caucho EPDM vulcanizada, utilizada para la impermeabilización de fachadas alrededor de marcos de ventanas (barrera de vapor de agua) o como through-wall flashing (barrera anticapilaridad).

La membrana Gisolene F EPDM posee el marcado CE según la norma EN 13984 (Láminas flexibles para impermeabilización – láminas plásticas y de caucho para el control del vapor) y la norma EN 14909 (Láminas flexibles para impermeabilización – barreras anticapilaridad plásticas y de caucho).



2. Preparación

La colocación del sistema de sellado de fachadas realizado con la membrana Gisolene F EPDM debe ser realizada por personal experimentado e instaladores homologados y empleando los accesorios del sistema. La superficie a impermeabilizar debe estar limpia, seca y libre de elementos punzantes. Póngase en contacto con el Departamento Técnico de Firestone para obtener información adicional.

3. Rendimiento

Las dimensiones de la membrana Gisolene F EPDM se calcularán para cubrir toda la superficie a impermeabilizar, incluyendo los solapos de las juntas.

4. Características

Físicas

- Excelente resistencia al ozono, a los rayos ultravioletas y a la temperatura
- Muy buena estabilidad térmica y dimensional
- Facilidad y rapidez de instalación
- Elasticidad permanente desde -45°C hasta 130°C

5. Especificaciones técnicas

Propiedades físicas	Método de ensayo	Valor declarado*
Alargamiento	EN 12311-2	≥ 300 %
Estanqueidad al vapor de agua	EN 1931	50,000
Resistencia al desgarro	EN 12310-2	≥ 10 N
Resistencia a la tracción	EN 12311-2	≥ 7 MPa
Reacción al fuego	EN 13501-1	E
Impermeabilidad al agua (2 kPa)	EN 1928	Superado
Durabilidad (2 kPa)	EN 1296/ EN 1928	Superado
Durabilidad contra la acción del envejecimiento	EN 1296/ EN 1931	Superado

* Propiedades físicas típicas para Gisolene F EPDM de 0,75 mm.

6. Presentación/ Caducidad

Grosor*	Anchura*	Longitud*
0,50 mm	Desde 10 cm a 150 cm	20 m
0,75 mm		
1,00 mm		

* Otros grosores y tamaños disponibles bajo pedido.

Presentación: tanto la membrana como el embalaje se presentan debidamente identificados. Las bandas pueden entregarse en cajas de cartón o en palets.

Caducidad: Ilimitada.

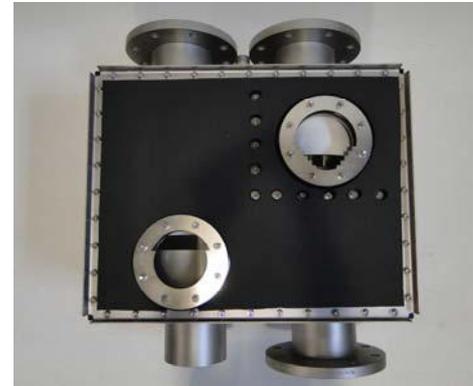
7. Precauciones

Proteger de daños mecánicos. Almacenar lejos de fuentes de combustión y las llamas abiertas.

VÁLVULA SOBRE PRESIÓN PARA GASÓMETROS



Vista interior con la tapa principal desmontada



VÁLVULA PSD 150 1-5
PROTECTOR DE SOBRE Y BAJA PRESIÓN

CARACTERÍSTICAS

- Protector para situaciones de sobrepresión y baja presión en instalaciones de fermentación de biogás.
- El protector **PSD 150 1-5** es un elemento de seguridad de medio líquido, para instalaciones de fermentación de biogás.
- Está concebido para evitar los riesgos de rotura debidos a una sobrepresión o baja presión temporal en las cubiertas de membrana, instaladas sobre tinas de fermentación de biogás.
- *El uso del protector no puede sustituir en ningún caso la función de una antorcha.*

FICHA TÉCNICA

- El protector **PSD 150 1-5** está construido íntegramente en acero inoxidable Aisi 316, goma de EPDM cristal de borosilicato de 25 mm y aislamiento de espuma elastomérica de célula cerrada
- Rango de trabajo: 1 a 5 mbar.
- Caudal admitido: 1 a 400 m.³/hora.

DATOS GENERALES DEL FABRICANTE:

Nombre del fabricante: TP Arquitectura i Construcció Tèxtil 8-10 s.l.

- **Dirección:** Polígono Industrial "Pont Xetmar" Calle N, nave 8 – 10
- **Población:** 17.844 – Cornellà del Terri (GIRONA)
- **Teléfono:** +34 972 59 44 39; **FAX:** +34 972 59 46 47
- **E-mail:** info@tpconstrucciontextil.com

AQUALIMPIA

ANTORCHA PARA BIOGÁS – MODELO ECONÓMICO

MODELOS ECONÓMICOS

Antorchas de combustión abierta y de encendido manual.

- Control manual y encendido (12V, 24 V o 220 V).
- Fabricada en acero inoxidable.
- Válvula manual de cierre con certificaciones DVGW (Asociación Alemana de Instaladores de Gases).
- Corta llamas con certificación ATEX.
- Presión de operación 2,5-20 mbar
- Combustión hasta un caudal de 500 m³/h de biogás

