



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Diseño de una planta de secado y acopio de cereales

Proyecto N°: PFC 1705-C

Autores: Martínez, Jesús;

Volker, Miguel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Oscar Alberto

Dirección de Proyectos:
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal

AÑO 2017

RESUMEN

En el presente proyecto final de carrera se realizó el diseño de una planta de secado y acopio de cereales de capacidad de almacenamiento de 1200 toneladas, con una alternativa de ampliación de 3200 toneladas destinado a los granos de maíz, trigo y soja. Dicha planta se diseñó para ser instalada en un predio de 1 hectárea ubicado sobre la ruta provincial número 20 a 600 metros del acceso a la ciudad de Urdinarrain en dirección hacia Basavilbaso, en el departamento de Gualguaychú provincia de Entre Ríos, Argentina.

Se diseñó un tipo de planta basado en la necesidad del productor agrícola, el mismo presenta factores que influyen en la obtención de ganancia, como: la pérdida en la trazabilidad del cereal producido, el elevado costo en el movimiento y secado del cereal en plantas de terceros, el mal aprovechamiento de los fletes internos y la pérdida en masa del cereal a ser tratado.

Se seleccionaron y calcularon los diferentes transportes de cereal internos como: las tuberías de carga y descarga de los silos de almacenamiento, transporte a cangilones, roscas transportadoras, redlers y cintas transportadoras. Además, se diseñó el diagrama de flujo y el Lay Out de la planta de secado y acopio de cereales.

Se realizó un análisis económico para evaluar la inversión, considerando la instalación y sus costos operativos, evaluándose la rentabilidad de la planta para encontrar el tiempo de recupero de la inversión.

Palabras claves: Diseño, Secado, Acopio, Cereales

ABSTRACT

In this current final project of academic career, was realized the design of a drying unit and storage of cereals with capacity of storage of 1200 tons, with an alternative of extension of 3200 tons destined to the grains of Maize, Wheat and Soybean.

This plant was designed to be installed in a 1 hectare property, located on Route number 20, 600 meters from the access of Urdinarrain city, in the direction of Basavilbaso, in the department of Gualeguaychú, province of Entre Rios, Argentina.

A type of plant was designed based on the need of the agricultural producer, since this one has factors that influence the gains, as: the loss in the traceability of the produced cereal. The high cost in the movement and drying of the cereal in third plants.

The different internal cereal transports were selected and calculated as: pipes for loading and unloading storages in silage, transport to buckets, conveying screw, Redlers and conveyor belts. In addition, a flow diagram and Lay Out of the cereal drying and collection plant were designed.

An economic analysis was carried out to evaluate the investment, considering the installation and operating costs. In turn, the profitability of the plant was analyzed to determine how long it is possible to amortize the plant.

Keywords: Design, Drying, Collection, Cereals

INTRODUCCIÓN

El ingeniero electromecánico recibe una formación que le permite generar soluciones a situaciones que surgen en los distintos ámbitos de la industria, incluyendo estudios de factibilidad, presupuestarios y de dirección sobre los diseños propuestos.

El proyecto que se desarrolla posee una gran relación con respecto a su perfil, el cual sin ser un especialista, tiene una formación que le permite determinar “Cuando, Como y Donde” puede aplicar soluciones utilizando sus conocimientos, técnicas y habilidades aprendidas a lo largo de la carrera.

El objetivo principal del proyecto es el diseño de una planta de secado y acopio de cereales para abastecer la necesidad de un productor agrícola. La planta consta de una balanza, una secadora, dos elevadores a cangilones, cuatro silos de 300 toneladas y la adición de dos silos de 1000 toneladas pensando en una ampliación futura. Dicha planta cuenta con una capacidad de recepción de cereal de 80 toneladas/hora que es el equivalente a cuatro equipos de 20 toneladas en una hora de trabajo.

La concepción y diseño de la planta de secado y acopio de cereales es la base para conseguir el propósito que persigue el productor. Para ello, como profesionales deberemos poner el acento en la importancia de la distribución en planta de los equipos para aumentar la eficiencia del trabajo y la optimización de los costos.

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El productor agrícola, por motivos económicos, estratégicos y principalmente por la ruptura de la confianza en la cadena de comercialización, en los últimos años ha comenzado a evaluar la alternativa de realizar una inversión para instalar una planta de secado y acopio de cereal de uso propio. Actualmente no recibe los créditos de su producción por que no dispone de una infraestructura de procesamiento en el origen, ocasionando que los costos de la tercerización de la producción que abarca desde la trazabilidad del cereal, las pérdidas en masa de grano, el movimiento del mismo, la carga, descarga y secado del cereal, incluyendo hasta los costos internos por fletes le reduzcan su rentabilidad.

El agricultor recoge su producción con humedades de grano de maíz de 15% hasta 28%, soja con 12% hasta 18%, y trigo que rara vez se cosecha con humedades superiores al 20 %. De esta forma, se ve en la obligación de terciarizar su producto antes de ser llevado a los principales centros de comercio y en algunos casos directamente a la industria de alimentos balanceados, para evitar así los descuentos generados por la humedad y las impurezas presentes en los cereales.

Si el productor cuenta con una planta de tratamiento propia, puede acondicionar sus granos y luego comercializarlos a precios oficiales directamente en los distintos puntos de ventas, teniendo el control físico del cereal para poder venderlo en el momento oportuno y controlar y mejorar la calidad del cereal, lo que representa una ventaja competitiva en el mercado.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del proyecto consiste en el diseño de una planta de secado y acopio de cereales para un productor agrícola, permitiéndole aumentar sus ganancias en el momento de la venta del cereal y eliminar situaciones problemáticas que se generan al adquirir los servicios de terceros.

ALCANCES

Los alcances que se englobaran en la realización del proyecto se especifican a continuación:

- Diseñar una planta de secado y acopio de cereales.
- Realizar un presupuesto y analizar los costos operativos de la planta.
- Analizar la amortización de la inversión.
- Ejecutar un análisis de la rentabilidad de la planta.
- Efectuar la selección de los equipos de pesado, secado y almacenado en dicha planta.
- Diseñar un Lay Out de una planta de acopio de cereales de 1200 toneladas de capacidad, con una alternativa de ampliación de 3200 toneladas.
- Realizar el cálculo geométrico de la tolva de recepción de acuerdo a la capacidad seleccionada.
- Calcular y seleccionar el sistema de transporte del cereal donde se incluyen el transporte de cangilones, rosca, cinta transportadora y otros elementos.
- Dimensionar las tuberías de carga y descarga de los silos de almacenamiento del cereal.
- Calcular la potencia eléctrica total requerida por la planta. No se incluye la instalación eléctrica de baja tensión.

PLAN DE TRABAJOS

El plan de trabajo para este proyecto constara de las siguientes etapas:

Ingeniería básica: Contará del debate de los integrantes del grupo de trabajo, la redacción del proyecto, el cálculo y diseño que pertenecen a la misma, la cual se manifestará con un total de 15 días.

Presentación de la ingeniería básica: Éste constara de una presentación en Power Point, donde se detallan los principales puntos del proyecto y los diferentes compuestos y soluciones. Duración (2 días)

Debate: Éste tiempo será usado por el cliente, tutor y profesores de PFC, para discutir lo planteado por los alumnos en la presentación de la ingeniería básica. El tiempo requerido es de 4 días,

Modificaciones y agregados: en esta etapa se recibe los puntos a modificar y/o agregar al proyecto. Duración (5 días)

Ingeniería de Detalles: Aquí se hace el desarrollo y el cálculo detallado de cada punto, así como también croquis y plano. Duración (25 días)

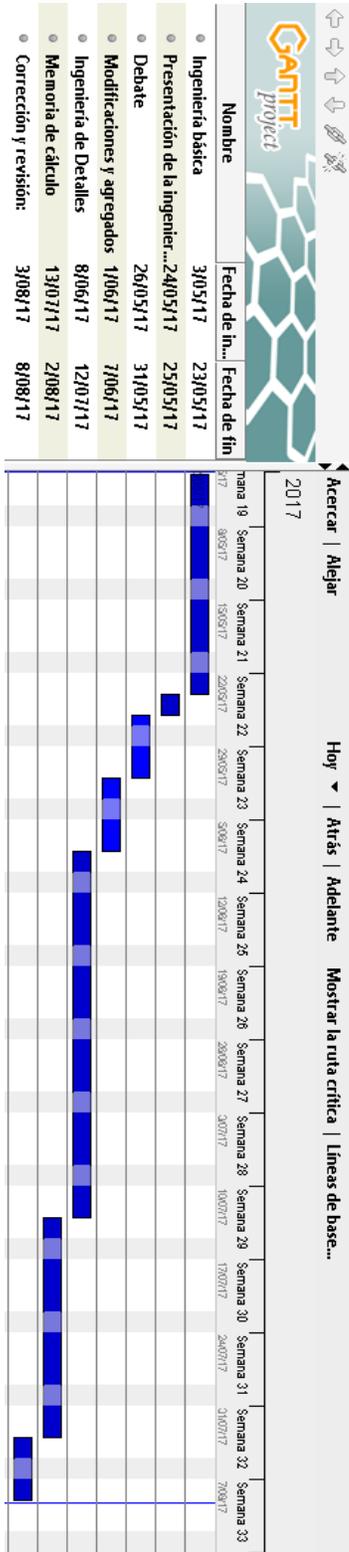
Memoria de cálculo: se hace un resumen de los resultados obtenidos en el punto anterior. Duración (15 días)

Corrección y revisión: Se entrega el proyecto completo para su evaluación y aprobación. Duración (4 días)

Presentación: exposición y defensa del proyecto realizado. Duración (1 día)

Plazo estimado para el proyecto es de 71 días hábiles lo que es equivalente a 3 meses.

En la imagen siguiente podemos observar un diagrama de Gantt, éste mismo es una herramienta grafica que nos permite exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas del proyecto a lo largo de un tiempo total determinado.





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

“Ingeniería Básica”

Proyecto N°: PFC 1705-C

Autores: Martínez, Jesús;

Volker, Miguel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Oscar Alberto

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. De Carli, Aníbal

AÑO 2017

Índice

Ingeniería básica.....	2
1. Ubicación de la planta de acopio y secado de cereal	2
1.1 Área disponible para la construcción	3
1.2 Plano general propuesto de la planta	4
1.2 Diagrama de flujo del cereal	5
2. Selección de los equipamientos de la planta	6
2.1.1 Pesado de equipo.....	6
2.1.2 Calado de cereal.....	6
2.1.3 Tiempo de descarga	7
2.1.4 Descarga de Cereal.....	7
2.1.5 Elevador de grano	8
2.1.6 Transporte de grano	8
2.1.7 Limpieza de grano	10
2.1.8 Secado de grano	10
2.1.9 Equipo de acopio pulmón y descarga.....	11
2.1.10 Interconexiones	12
3. Análisis de costos	13
3.1 Estimación de Costos de construcción de la planta	13
3.2 Estimación de Costos operativos	14
4. Análisis de inversión	14
5. Análisis de rentabilidad.....	15

Ingeniería básica

1. Ubicación de la planta de acopio y secado de cereal

En la imagen IB-1 se puede observar una vista satelital de la ciudad de Urdinarrain, en la misma se marca con color celeste el punto de ubicación de la planta de acopio y secado de cereales. Ésta se encuentra localizada sobre la ruta provincial número 20 rumbo hacia Basavilbaso.



Imagen IB-1: Vista satelital de la ciudad de Urdinarrain.

1.1 Área disponible para la construcción

En la imagen IB-2 se puede observar una vista satelital ampliada de la imagen IB-1 donde se muestra la parcela en la que se ubicará la planta, la misma se encuentra marcada con líneas de color blanco y posee un área de 100 metros de largo por 100 metros de ancho equivalente a una hectárea.



Imagen IB-2: Vista satelital del terreno donde se encontrará ubicada la planta

1.2 Plano general propuesto de la planta

La imagen IB-3 presenta la distribución de los equipos que constituyen la planta de acopio y secado de cereales, donde se puede observar un total de seis silos construidos para el acopio, la zona de descarga, calado, pesaje, carga, secado y ubicación de los servicios. Además, se puede observar el recorrido de los camiones limitado por las líneas azules y señalizadas con flecha de color negro.

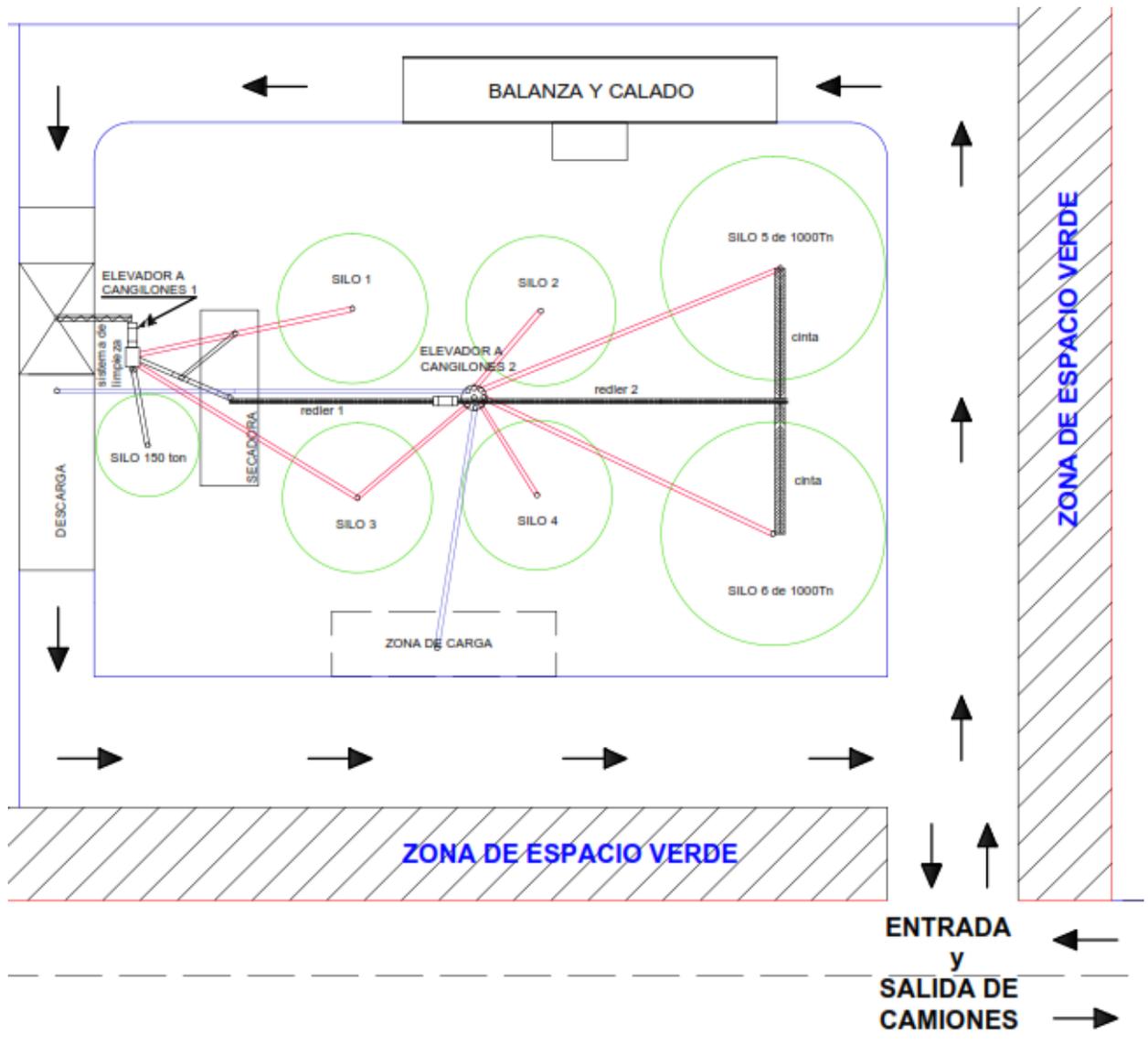


Imagen IB-3: Croquis propuesto de la planta de acopio y secado de cereales

1.3 Diagrama de flujo del cereal

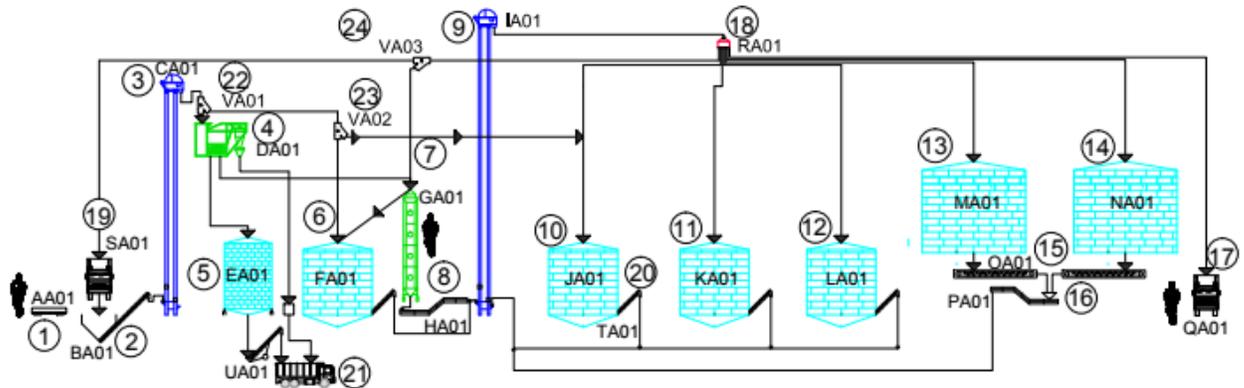


Imagen IB-4: Diagrama de flujo de la planta de acopio y secado de cereales.

Nº	Referencia	Descripción
1	AA01	Balanza y calado
2	BA01	Tolva de recepción
3	CA01	Elevador a cangilones N°1
4	DA01	Sistema de limpieza
5	EA01	Silo de suciedad
6	FA01	Silo 1 de 300 tn
7	GA01	Secadora
8	HA01	Redlers N° 1
9	IA01	Elevador a cangilones N°2
10	JA01	Silo 2 de 300 tn
11	KA01	Silo 3 de 300 tn
12	LA01	Silo 4 de 300 tn
13	MA01	Silos 5 de 1000 tn
14	NA01	Silos 6 de 1000 tn
15	OA01	Cintas transportadoras
16	PA01	Redlers N° 2
17	QA01	Zona de carga N°2
18	RA01	Distribuidor
19	SA01	Zona de carga N° 1
20	TA01	Rosca Transportadora
21	UA01	Descarga de suciedad
22	VA01	Válvula de dos vías
23	VA02	Válvula de dos vías
24	VA03	Válvula de dos vías

En la imagen IB-4 se puede observar el recorrido del cereal, desde la recepción hasta el almacenamiento del mismo o su posterior descarga.

2. Selección de los equipamientos de la planta

2.1.1 Pesado de equipo

Para determinar el peso de los granos en la carga y recepción, se utiliza una balanza electrónica. Este tipo de balanza utiliza celdas de cargas, que por compresión o tracción de las mismas generan una señal electrónica. La lectura se facilita mediante un software y generando a su vez una gran cantidad de datos. No requiere de obra civil sofisticada.



Imagen IB-5: Balanza Electrónica (AA01)

2.1.2 Calado de cereal

El calado consiste en extraer una muestra de la mercadería que se encuentra a granel en los camiones. Este proceso se realiza mediante una acción manual ejecutada por un operario que se ubica sobre la carga, introduce el calador en forma perpendicular a la superficie del grano y lo hinca hasta alcanzar la mayor profundidad posible. Las muestras del calado se realizan en distintas partes del camión.



Imagen IB-6: Calador Manual (AA01)

2.1.3 Tiempo de descarga

El productor desea recibir en su planta 32 equipos al día de 30 toneladas máximas. Los tiempos de movimiento, posicionamiento y operación de la descarga son de un promedio de 15 minutos por equipo.

2.1.4 Descarga de Cereal

Se utiliza el método de descarga sobre rosca transportadora, ya que es un método económico, requiere menor obra civil respecto a una por gravedad y además se adapta a los pequeños volúmenes de descarga. Este método consiste en colocar una rosca transportadora con una tolva de entrada en la cual descarga el camión. Los mismos poseen unas pequeñas compuertas en el piso de su caja las cuales se abren y dejan caer el grano sobre la rosca.



Imagen IB-7: Tolva de recepción (BA01)

2.1.5 Elevador de grano

Se utilizó el elevador a cangilones del tipo carga continua y descarga por gravedad, ya que son equipos simples, que transportan material a granel en dirección vertical y utilizan baja potencia en relación a la cantidad de material a transportar. Además, los costos operativos que posee son bajos y los espacios físicos utilizados son reducidos.



Imagen IB-8: Elevador a Cangilones (CA01 / IA01)

2.1.6 Transporte de grano

Para el transporte del grano se utilizaron las tres alternativas, cada una se utiliza en distintos sectores:

- **Roscas transportadoras:** efectúa el transporte del material por medio de un tornillo giratorio. Estos transportes se distinguen por su sencillez y fiabilidad de construcción y la posibilidad de hermeticidad al transportar la carga, pero también poseen tubos de gran peso, grandes dimensiones y elevados consumos de energía.

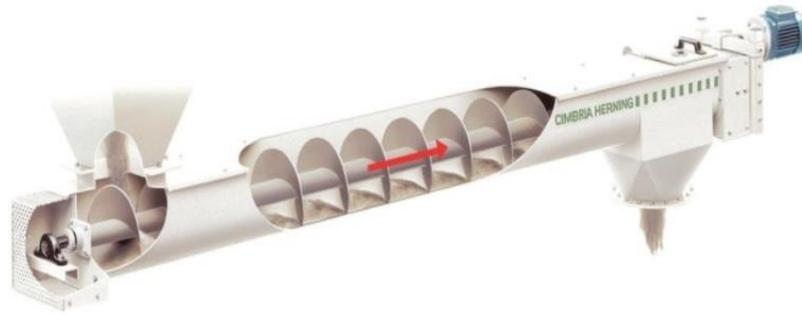


Imagen IB-9: Rosca Transportadora (TA01)

- **Redlers:** El transporte del material se da por medio de una cadena con paletas la cual conduce el grano a través de un conducto de sección rectangular, estos transportes son preferidos por tener una mínima rotura del grano, un reducido consumo de la energía eléctrica y una larga vida útil.



Imagen IB-10: Redlers (HA01 / PA01)

- **Cintas transportadoras:** Es un transporte que puede alcanzar grandes distancias y es delicado a la hora a transportar material a granel, por lo que es indicado para granos en los cuales la rotura juega un papel primordial.



Imagen IB-11: Cinta Transportadora (OA01)

2.1.7 Limpieza de grano

Se utilizó un sistema de limpieza aerodinámico, el cual es colocado inmediatamente a la salida del elevador a cangilones N°1. A partir de esto logramos reducir el contenido de desechos finos, como la remoción de polvo, impurezas ligeras y partículas microfinas que vienen junto con el material de partida.



Imagen IB-12: Sistema de Limpieza Aerodinámico (DA01)

2.1.8 Secado de grano

Se utilizó una secadora de flujo continuo, en la que el grano se introduce y descarga en forma continua o intermitente, permaneciendo constantemente llenas las secciones de secado y enfriado. Las operaciones de secado y enfriamiento se efectúan en forma simultánea e ininterrumpida.

Este tipo de secadora permite un secado más uniforme debido al flujo mixto, requiere de menor potencia para la circulación del aire y una amplia gama de toneladas por hora.

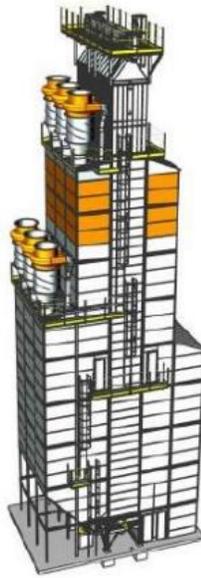


Imagen IB-13: Secadora de grano continua (GA01)

2.1.9 Equipo de acopio pulmón y descarga

Para el acopio del cereal se utilizaron silos que son de estructuras usualmente en forma de torre cilíndrica utilizados para el almacenamiento del grano. Se cargan desde su parte superior y descargan por su parte inferior. Los silos utilizados están fabricados en chapas acanaladas y pueden acopiar gran cantidad de grano en una pequeña área superficial.

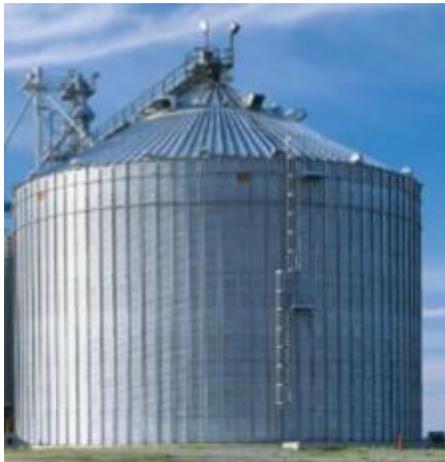


Imagen IB-14: Silos de almacenamiento (EA01 / FA01 / JA01 / KA01 / LA01 / MA01 / NA01)

2.1.10 Interconexiones

Los distintos tipos de interconexiones utilizadas en la planta para vincular los distintos transportadores, silos y máquinas de pre-limpieza se detallan a continuación:

- **Distribuidor:** Este será de simple entrada y las salidas dependerán de la cantidad de artefactos que alimentará, todos con revestimientos en las zonas de desgaste, con la incorporación de un motor eléctrico, reductor de velocidad y sensores para la automatización del mismo.



Imagen IB-15: Distribuidor (RA01)

- **Válvula de dos y tres vías y guillotinas de descargas:** La cantidad será según los requerimientos de la instalación, las válvulas son construidas en chapa y las guillotinas en perfilierías y chapas.



Imagen IB-16: Válvula de dos vías

- **Amortiguadores:** Se deberán colocar amortiguadores cuando los tubos de descarga de los elevadores sean de una longitud considerable, estos cuentan con protección contra el desgaste.



Imagen IB-17: Amortiguador

- **Tubos:** Se utilizarán tubos para la descarga del grano desde los elevadores hacia los artefactos requeridos.



Imagen IB-18: Tubos de transporte de cereales

3. Análisis de costos

Para la realización del presupuesto de nuestro proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes costos.

3.1 Estimación de Costos de construcción de la planta

Costos de construcción	Precio (U\$)
Obra Civil	
Transportes de Cereal	
Secadora de Cereal	
Sistema de Limpieza	
Silos de almacenamiento	
Termometría	
Sistema de Pesado	

Terreno	
Mano de Obra	
Instalación eléctrica	
Instalación de gas	
Ingeniería de proyecto	
Trasformador de 200 KVA + instalación	

Tabla IB-1: Costos de construcción de la planta

3.2 Estimación de Costos operativos

Costos Operativos Anuales	Precio (\$/año)
Sueldos	
Seguros	
Combustibles (Gas)	
Energía Eléctricas	
Mantenimiento	
Administrativos	

Tabla IB-2: Costos Operativos

4. Análisis de inversión

Una vez que se determina el tamaño y el valor de la inversión a realizar es importante ver en cuánto tiempo se recupera la misma y si el proyecto es viable o no. Entonces, para evaluar la inversión se calcula un flujo de fondos proyectado en un horizonte de planeamiento a 10 años.

Para determinar el flujo de fondos se incluye dentro de los egresos el monto de la inversión inicial, los gastos operativos proyectados según el tonelaje de granos a ser tratados y los impuestos.

Los ingresos que se consideran son tanto los ahorros en concepto de servicios de acondicionamiento, almacenaje y secado valuados a tarifas promedio de terceros.

5. Análisis de rentabilidad

El estudio financiero es la última etapa del análisis de viabilidad en un proyecto. En el análisis de una planta de silos propia, se deben tener en cuenta aspectos técnicos de diseño, funcionamiento, dimensionamiento, equipamiento y costos; todos estos son importantes, pero a la hora de tomar la decisión, el análisis de los costos, ingresos, resultados y medidas financieras va a determinar la viabilidad de la inversión.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

“Ingeniería de Detalles”

Proyecto N°: PFC 1705-C

Autores: Martínez, Jesús;
Volker, Miguel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Oscar Alberto

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal

AÑO 2017

Ing. Pereira 676 –C. del Uruguay (3260) – Entre Ríos – Argentina

Tel. / Fax: 03442 – 425541 / 423803 - Correo Electrónico: frcu@frcu.utn.edu.ar

Índice

1. Plano general de la planta.....	3
1.1 Área disponible para la construcción	3
1.2 Diagrama de flujo y análisis de circulación del cereal.....	3
2. Elección de los equipamientos de la planta de acopio y secado del cereal	5
2.1 Calado de cereal (Ref. AA01).....	5
2.2 Balanza.....	5
2.3 Descarga de Cereal (Ref. TA01)	6
2.4 Elevador de grano	11
2.5 Transporte de grano	11
2.1.6 Limpieza de grano (Ref. DA01)	12
2.1.7 Secado del cereal (Ref. GA01).....	13
2.1.8 Equipo de acopio pulmón y descarga (Ref. FA01,JA01,KA01,LA01,MA01,NA01)	16
2.1.9 Interconexiones	17
3. Tolva de Recepción (Ref. BA01).....	23
4. Selección de los transportes de Cereal.....	26
4.1 Selección de las roscas transportadoras (Ref. TA02, TA03, TA04, TA05)	26
4.1.1 Selección del motor	26
4.1.2 Selección del reductor	30
4.2 Selección de los elevadores a cangilón (CA01, IA01)	33
4.2.1 Selección de las tazas	36
4.2.2 Selección de la banda transportadora	39
4.2.3 Selección del motor eléctrico.....	41
4.2.4 Selección del acoplamiento hidráulico.....	45

4.2.5 Selección del reductor	46
4.3 Selección de la cinta Transportadora.....	49
4.3.1 Selección de los tambores (Ref. OA01).....	49
4.3.2 Selección del motor	51
4.3.3 Selección de reductor	54
4.3.4 Selección de la correa para cintas transportadoras.....	57
4.3.5 Selección de rodillos.....	57
4.4 Selección de los Redlers	58
4.4.1 Selección de la cadena (Ref. HA01, PA01)	59
4.4.2 Selección del motor	60
4.4.3 Selección del acoplamiento hidráulico.....	62
4.4.4 Selección del reductor	64
5. Potencia eléctrica.....	67
5.1 Selección del transformador	68
6. Servicios Energéticos.....	69
6.1 Presupuesto Eléctrico	69
6.2 Instalación de Gas	70
7. Análisis de costos	70
7.1 Costos de construcción de la planta	70
7.2 Costos operativos	71
7.3 Ingresos Operativos.....	71
8. Análisis de la rentabilidad de la planta	72

1. Plano general de la planta

En el plano PL 001 se presenta la distribución de los equipos que constituyen la planta de acopio y secado de cereales, donde se pueden observar los límites y característica del terreno, un total de seis silos construidos para el acopio, zona de descarga, calado, pesaje, carga, secado y ubicación de los servicios.

1.1 Área disponible para la construcción

En el plano general de la planta PL 001 se observan detalladamente los límites del terreno, en este se puede ver el cerco perimetral y una franja de cinco metros hacia el interior del terreno sobre la cual no es posible construir. Según la ordenanza N° 341/99 de la ciudad de Urdinarrain, dicha área se debe dejar para espacios verdes.

1.2 Diagrama de flujo y análisis de circulación del cereal

En el plano PL 002 se detalla el análisis de la circulación del grano dentro de la planta de acopio y secado de cereales. Se presentan los elementos que intervienen en el flujo y acopio del cereal.

La ubicación de los equipamientos utilizados se definió teniendo en cuenta los requerimientos de la planta, los consumos necesarios para el movimiento del grano y los distintos caminos que puede tomar el cereal de acuerdo a las características físicas con las que se lo recibe.

Equipos que intervienen en el diagrama de flujo:

- Se coloca una tolva de recepción con capacidad para 80 tn/h.
- Para la descarga de la tolva de recepción se utilizó una rosca transportadora que conduce al cereal hacia el elevador 1.
- El elevador 1 conduce el grano a través de un sistema de pre-limpieza aerodinámico. Por un lado se eliminan las impurezas conduciéndolas hacia el silo de descarte. Por otro lado la pre-limpieza debe poder dirigirse a la secadora en caso que el grano contenga humedad mayor a la permitida, o en caso contrario se lo envía directamente al silo de recepción 1. Por lo tanto, dicho

elevador posee una capacidad de transporte igual a la descarga, esto es de 80 tn/h.

- La secadora de cereal es la encargada de reducir el porcentaje de humedad del cereal, llevándolo a las condiciones óptimas de almacenamiento. A la salida de la misma, el cereal seco es depositado sobre el Redler 1.
- El Redler 1, se encarga de conducir el cereal desde la salida de la secadora hasta el elevador 2.
- El elevador 2 por un lado conduce el cereal acondicionado a los silos de almacenamiento que se encuentran en la planta y por otro tiene la alternativa de transportarlo a las zonas de cargas. Éste transporte se considera como el pilar principal de toda la planta y contiene una capacidad total de 80 tn/h.
- La descarga del cereal se realiza en cada silo con la rosca extractora correspondiente.
- La descarga de los silos de 1000 tn se realiza mediante cintas transportadoras y lo descargan en el Redler 2.
- El Redler 2, transporta el cereal desde la salida de la cinta de los silos de 1000 tn hasta el elevador 2.
- Existen dos zonas de carga, donde el cereal seco es colocado en los camiones para luego ser comercializados.
- La válvula VA01 cumple la función de bypass en caso de que se produzca la ruptura de la secadora o el sistema de limpieza.
- La válvula VA02 cumple la función de distribuir el cereal, por un lado al el silo 1 en caso de ser húmedo y sucio, y por otro lado al el silo 3 en caso de ser seco y sucio.
- La válvula VA03 cumple la función de derivar el cereal hacia la zona de carga bajo techo o redirigirlo a la secadora en caso de que el cereal este húmedo.

2. Elección de los equipamientos de la planta de acopio y secado del cereal

2.1 Calado de cereal (Ref. AA01)

En nuestro caso se seleccionó un calador manual con las siguientes características:

- Marca: Don Agro
- Longitud: 1,6 metros
- Subdividido en 10 celdas
- Material: Acero inoxidable



Imagen IB-6: Calador Manual

Para conocer la otra alternativa del calado, ver apartado 2.1 de la **Memoria de Cálculo**.

2.2 Balanza

Para nuestro proyecto se seleccionó una balanza para camiones electrónica cuyas características principales son:

- Marca: PESAR S.R.L
- Dimensiones: 20 metros de largo por 3 metros de ancho.
- Capacidad: 60 Toneladas.
- Plataforma de rodaje construida de hormigón
- Robusta estructura de hormigón y acero de bajo perfil, modular, totalmente electrónico, montada sobre celdas de cargas de alta precisión.
- Cañerías de vinculación de los sensores internas a la plataforma

- Modelo aprobado por el departamento de Metrología Legal de la Nación y ensayado por el INTI
- Celdas de carga marca VISHAY TRANSDUCERS



Imagen ID-1: Balanza Electrónica

Para conocer las alternativas de los tipos de balanzas, ver apartado 2.2 de la **Memoria de Cálculo**.

2.3 Descarga de Cereal (Ref. TA01)

El proceso de descarga del cereal se realiza en un tiempo promedio de 15 minutos, sabiendo que los camiones de transporte de cereal poseen una capacidad de 20 toneladas, tendremos que nuestra planta dispone de un caudal de 80 toneladas por hora. Se utiliza el método de descarga sobre rosca transportadora, ya que es un método económico, requiere menor obra civil respecto a una por gravedad y además se adapta a los pequeños volúmenes de descarga.



Imagen ID-2: Rosca transportadora

Las características de la rosca transportadora seleccionada se pueden observar en la siguiente tabla.

Características de rosca	Rosca de tolva de recepción
Referencia	TA01
Marca	Sinfines FAS
Velocidad de la rosca (rpm)	100
Diámetro de rosca (mm)	316
Diámetro del eje de la rosca (mm)	76
Altura del ala (mm)	120
Espesor del ala (mm)	3,20
Longitud de la rosca (m)	8

Tabla ID-1: Características técnica de la rosca de la tolva de recepción

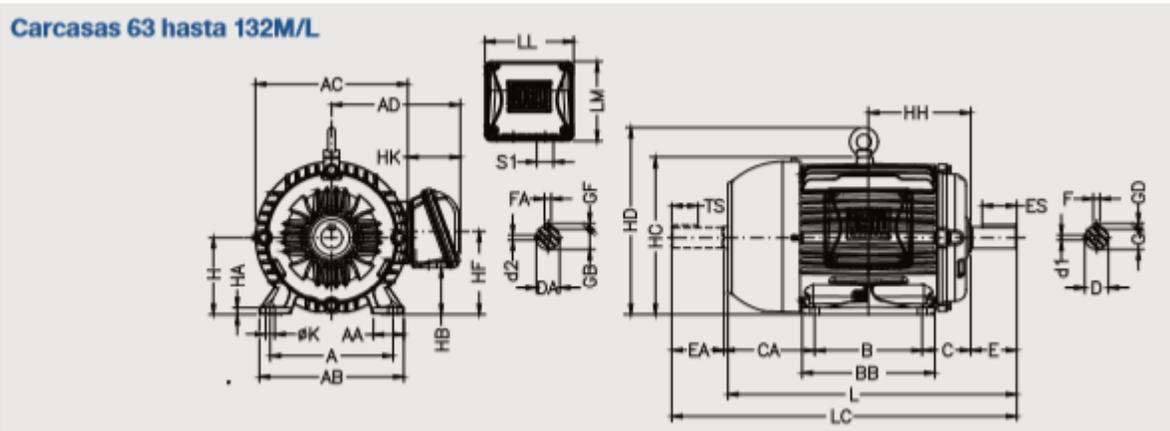
A continuación se detallan las especificaciones técnicas del motor que utiliza la rosca Ref. TA01.

Características del motor	Motor de la rosca de la tolva de recepción
Referencia	TA01
Marca	WEG
Modelo	W22-IE3
Potencia (HP)	4
Potencia (kw)	3
Carcasa	L 100 L
Velocidad nominal (rpm)	1440
Corriente nominal a 380 V (A)	6,15
Par de arranque (TB/Tn)	3,7
Numero de polo	4

Tabla ID-2: Características del motor de la rosca transportadora de la tolva de recepción

Datos mecánicos de los motores

Carcasas 63 hasta 132M/L



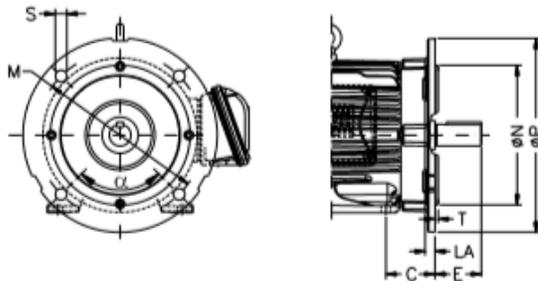
Carcasa	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	BD	C	CA	Punta del eje delantera						Punta del eje trasera						
												D	E	ES	F	G	GD	DA	EA	TS	FA	GB	GF	
80	125	30.5	149	159	140	100		125.5		50	93 142	19.5	40	28	6	15.5	6	14.5	30	18		11	5	
L80																								
90S																								
L90S	140	37	164	184	159	125		131		56	135	24.5	50	36	8	20	7	16.5	40	28	5	13	5	
90L																								
L90L																								
100L	160	40	188	206	169	140		173		63	118 162	28.5	60	45		24	7	22.5	50	36		6	18.5	6
L100L																								
L100L																								
L112M	190	40.5	220	227	192	140		177		70	128 158	28.5	60	45		24	7	24.5	50	36		6	20	
L112M																								

Carcasa	H	HA	HB	HC	HD	HF	HG	HH	HK	LL	LM	K	L	LC	S1	d1	d2	Rodamientos	
																		DE	NDE
90S	90	9	45	182	182.4	90		106				10	304	350	2xM25x1.5	DM8	DM6	G205 ZZ	G204 ZZ
L90S													334.5	381					
90L													329	375					
L90L													360	406					
100L	100	10	61.5	205	244	106.4		133				12	376	431		DM10	DM8	G206 ZZ	G205 ZZ
L100L													418	475					
L100L													394	448					
L112M	112		54.5	226	280	112		140					423	478				G207 ZZ	G206 ZZ
L112M																			

Bridas de conexión

La conexión entre el motor y el reductor se realiza mediante bridas “FF” (Ref. A04), cuyas características se detallan a continuación:

Brida "FF"



Carcasa	Brida	LA	M	N	P	S	T	α	Nº de agujeros
63	FF-115	5.5	115	95	140	10	3	45°	4
71	FF-130	7	130	110	160				
80	FF-165	9	165	130	200	12	3.5		
90		10							
100	FF-215	12.5	215	180	250	15	4		
112	FF-265	12	265	230	300				
160	FF-300	18	300	250	350	19	5		
180									
200	FF-350		350	300	400				
225	FF-400		400	350	450				
250	FF-500		500	450	550				
280									
315	FF-600	22	600	550	660	24	6	22°30'	8
355	FF-740		740	680	800				

La unión de las bridas tanto del motor como del reductor se realiza mediante bulones (Ref. A05) con un diámetro de 5/8 de pulgadas y un largo de 1 ¼, que pertenecen a la (Ref. TA01)



BULON GRADO 5 - ROSCA USS

ALTA RESITENCIA

DIAMETRO	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
LARGO										
1/2	•	•	•							
5/8	•	•	•							
3/4	•	•	•	•	•					
7/8	•	•	•	•	•					
1	•	•	•	•	•	•	•			
1 1/4	•	•	•	•	•	•	•	•		
1 1/2	•	•	•	•	•	•	•	•		



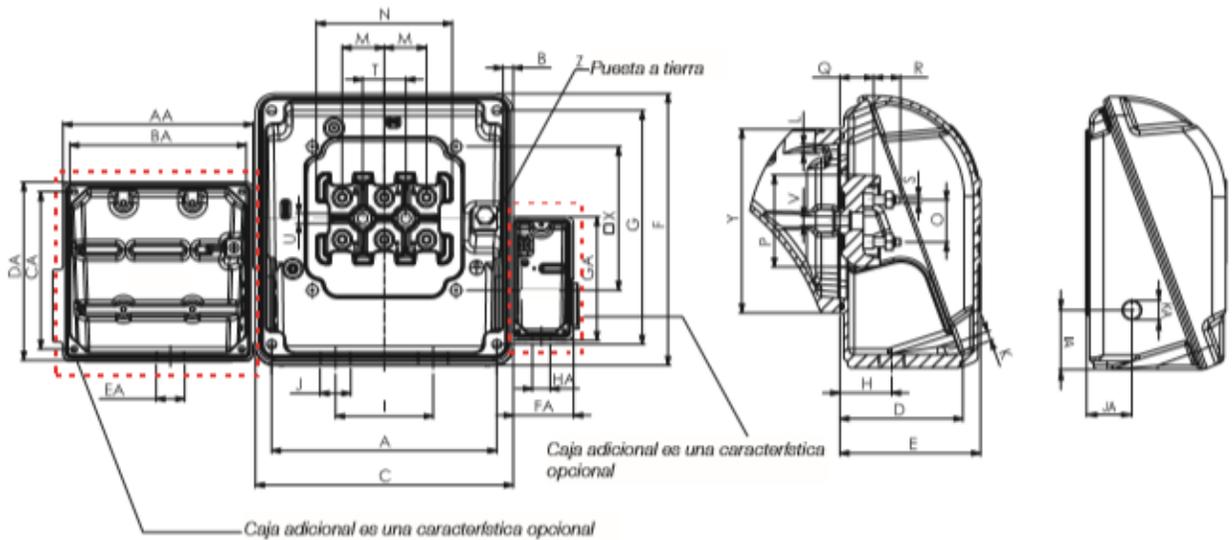
Las características de la tuerca (Ref.A06) correspondiente a los bulones Ref.A05 se detallan a continuación.

TUERCA GRADO 5 - ROSCA USS

DIAMETRO ROSCA	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	R 20	R 18	R 16	R 14	R 13	R 12	R 11	R 10	R 9	R 8
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



Datos mecánicos de la caja de conexión



Carcasa	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
63																					
71	90	3.5	108,5	51,5	59	99	85	27		2xM20x1,5											
80									42		M5x0,8	M5x0,8	16	53	16	35	13,5	12	M4x0,7	20	5,8
90	98	3	115	59,5	67	104	91	31		2xM25x1,5											
100																					
112	117	2.5	140	71	80	133	117	36,5	54	2xM32x1,5	M6x1,0	M6x1,0	23	75	23	52	17	16	M5x0,8	23	6,5
132																					

Carcasa	V	X	Y	Z	AA	BA	CA	DA	EA	FA	GA	HA	IA	JA	KA	Cantidad de conectores					
																Principal	Accesorios	Resistencia de calefacción			
63			77																		
71			78																		
80		56	81	0,5-6 mm²																	
90	M5x0,8		77		109	90	85	98		-	-	-	-	-	-		4				
100			81															16			
112		70	107																		
132			103	2-10 mm²													6				

Las demás alternativas de descarga de cereal se encuentran referenciadas en el apartado 2.3 de la **memoria de cálculo**.

Los cálculos de la rosca de descarga de la tolva de recepción se encuentran desarrollados en el apartado 1.1 de la **memoria de cálculo**.

2.4 Elevador de grano

Se utilizó un elevador a cangilones del tipo carga continua y descarga por gravedad, ya que son equipos simples, que transportan material a granel en dirección vertical y utilizan baja potencia en relación a la cantidad de material a transportar. Además, los costos operativos que posee son bajos y los espacios físicos utilizados son reducidos. Sus características se pueden observar en el apartado 4.2 de este mismo documento.

2.5 Transporte de grano

Para el transporte del grano se utilizaron tres alternativas, cada una se utiliza en distintos sectores:

- **Roscas transportadoras:** efectúa el transporte del material por medio de un tornillo giratorio. Estos transportes se distinguen por su sencillez y fiabilidad de construcción y la posibilidad de hermeticidad al transportar la carga, pero también poseen tubos de gran peso, grandes dimensiones y elevados consumos de energía. Las características de las roscas transportadoras seleccionadas que se utilizaron para la descarga de los silos de 300 toneladas, se pueden observar en la tabla ID-5.

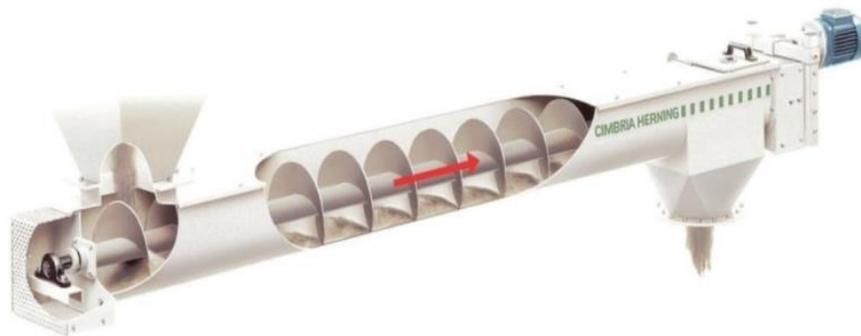


Imagen IB-9: Rosca Transportadora

- **Redlers:** El transporte del material se da por medio de una cadena con paletas la cual conduce el grano a través de un conducto de sección rectangular, estos transportes son preferidos por tener una mínima rotura del grano, un reducido consumo de la energía eléctrica y una larga vida útil. Las características de los Redlers seleccionados, que se utilizarán para el transporte del cereal desde la salida de la secadora y de los silos de 1000 toneladas hasta el elevador N°2, se pueden observar en la tabla ID-18.



Imagen IB-10: Redlers

- **Cintas transportadoras:** Es un transporte que puede alcanzar grandes distancias y es delicado a la hora de transportar material a granel, por lo que es indicado para granos en los cuales la rotura juega un papel primordial. Las características de las cintas utilizadas para realizar la descarga de los silos de 1000 toneladas, se pueden observar en las tablas ID-14, ID-15, ID-16 y ID-17.



Imagen IB-11: Cinta Transportadora

2.1.6 Limpieza de grano (Ref. DA01)

Para nuestro caso se utilizó un sistema de limpieza aerodinámico (limpieza con aire y zarandas) para un caudal de 100 tn/h, el cual es colocado inmediatamente a la salida del elevador a cangilones N°1. A partir de esto logramos reducir el contenido de desechos finos, como la remoción de polvo, impurezas ligeras y partículas microfinas que vienen junto con el material de partida.

El sistema de limpieza aerodinámico se seleccionó de la marca Aepomex en base a la capacidad de la planta, este mismo posee las siguientes características:

Separador CAD- 100 con ciclón (Ref. DA01)

Rendimientos:

- De limpieza previa hasta – 150 tn/h
- De tratamiento primario hasta – 100 tn/h
- De calibrado (Clasificación) hasta – 40 tn/h

Consumo de la potencia eléctrica:

El consumo de la potencia eléctrica de este equipo es de 37 kw.

Dimensiones:

- Longitud de - 5970 mm
- Ancho de - 2220 mm
- Altura de – 3850 mm

Peso:

El peso total del equipo es de 3087 kg

A continuación, podemos observar una imagen del equipo de limpieza seleccionado.



Imagen IB-12: Sistema de Limpieza Aerodinámico

2.1.7 Secado del cereal (Ref. GA01)

Selección de la secadora

Preparó: Jesús Martínez, Miguel Volker	Revisó:	Aprobó:	Página 13 de 73
--	---------	---------	-----------------

Para la selección de la secadora utilizaremos el catálogo de Cedar, en base a la capacidad de la tolva de recepción de unos 40 m³, se selecciona un modelo SCM 5-12 de sistema continuo con una capacidad de secado de 52.8 m³.

En la tabla que se muestra a continuación podemos observar las características de la secadora seleccionada.

Características de la Secadora	
Referencia	GA01
Marca	Cedar
Modelo	SCM 5-12
Número de torres	1
Altura (m)	16
Ancho (m)	4
Largo (m)	6.86
Capacidad de carga (m ³)	52.8
Potencia eléctrica (hp)	51
Consumo (m ³ /h)	407

Tabla ID-3 Datos generales de la secadora

A continuación se puede ver marcado el modelo de secadora seleccionado.

Secadora modelo	Capacidad de Secado Todo Calor 3 pto. [Ton/hora]	Medidas Generales			Peso Neto [kg]	Capacidad de Cereal base Maiz (Pe=750kg/m ³) Total [m ³]	Quemadores Gas natural(GLP) en vena de aire Consumo a 120°C [kcal/h]	Turbinas axiales Cantidad [un.]	Potencia Total gas sin motores [CV]
		Largo [mm.]	Ancho [mm.]	Alto [mm.]					
SECADORA MODELO SCM									
SCM 8-48	513	6.860	15.486	21.200	116.790	306.320	14.591.700	24	332,0
SCM 8-40	427	6.860	12.930	21.200	97.325	256.100	12.164.400	20	277,0
SCM 7-40	374	6.860	12.930	19.130	85.158	229.400	10.639.200	15	252,0
SCM 8-32	342	6.860	10.374	21.200	77.860	204.870	9.727.800	16	222,0
SCM 7-32	299	6.860	10.374	19.130	68.127	183.510	8.509.500	12	202,0
SCM 6-32	256	6.860	10.374	17.060	58.393	162.150	7.291.200	12	162,0
SCM 5-32	214	6.860	10.374	14.990	48.661	140.790	6.082.200	12	142,0
SCM 8-24	256	6.860	7.818	21.200	51.907	153.659	7.291.200	12	167,0
SCM 7-24	224	6.860	7.818	19.130	45.418	137.639	6.379.800	9	152,0
SCM 6-24	192	6.860	7.818	17.060	38.929	121.619	5.468.400	9	122,0
SCM 5-24	160	6.860	7.818	14.990	32.441	105.599	4.557.000	9	107,0
SCM 8-16	171	6.860	5.262	22.200	33.720	102.440	4.863.900	8	111,5
SCM 7-16	150	6.860	5.262	20.130	30.307	91.760	4.250.100	6	101,5
SCM 6-16	128	6.860	5.262	18.060	27.009	81.080	3.645.600	6	81,5
SCM 5-16	107	6.860	5.262	15.990	23.512	70.400	3.041.100	6	71,5
SCM 4-16	85	6.860	5.262	13.920	18.810	59.720	2.427.300	4	56,5
SCM 8-12	128	6.860	3.990	22.200	28.740	76.830	3.645.600	6	81,0
SCM 7-12	112	6.860	3.990	20.130	25.864	68.820	3.189.900	6	71,0
SCM 6-12	96	6.860	3.990	18.060	22.842	60.810	2.734.200	4	61,0
SCM 5-12	80	6.860	3.990	15.990	20.028	52.800	2.278.500	4	51,0
SCM 4-12	64	6.860	3.990	13.920	17.193	44.790	1.822.800	4	41,0
SCM 8-8	85	6.860	2.710	21.200	19.168	51.220	2.427.300	4	56,0

Selección del quemador

A continuación se puede observar la selección del quemador utilizado en la secadora, el mismo es de la marca EQA, modelo 181 P con capacidad de 50.000 a 4.000.000 kcal/h.

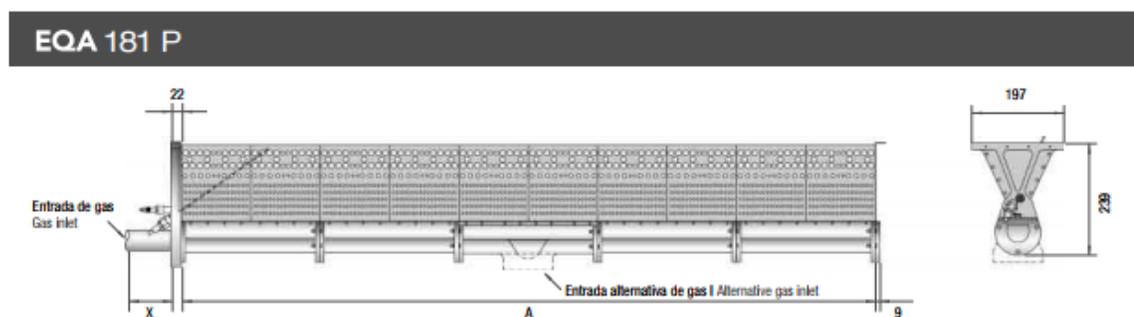


TABLA DE MEDIDAS (en mm) Y CAPACIDADES DIMENSIONS (in mm) AND CAPACITIES															
Modelo Type	100	200	300	400	600	800	1000	1250	1500	2000	2500	2800	3000	4000	5000
A*	148	296	444	592	888	1184	1480	1850	2220	2960	3700	4144	4440	5920	7400
X	Variable según dimensiones del ducto Depending on duct dimensions														

Capacidades en Kcal/hora x 1000. (*) Estas medidas corresponden a una velocidad de 10 m/sq. Para otras velocidades consultar.

Preparó: Jesús Martínez, Miguel Volker	Revisó:	Aprobó:	Página 15 de 73
--	---------	---------	-----------------

2.1.8 Equipo de acopio pulmón y descarga (Ref. FA01,JA01,KA01,LA01,MA01,NA01)

En nuestro caso utilizamos los silos de chapas acanaladas ya que son más económicos y requieren menor obra civil que los silos de hormigón. Sus características se describen a continuación:

Características de los silos	Silos de 300 tn	Silos de 1000 tn
Referencias	FA01, JA01, KA01, LA01	MA01, NA01
Marca	Kepler Weber	Kepler Weber
Diámetro (metros)	7,2756	10,9134
Altura (metros)	8	12,0225
Capacidad (toneladas)	256,62	908,52
Volumen nominal (m ³)	342,16	1211,36
Galvanización (g/m ²)	Z 450	Z 450
Tipo del motor	WEG	WEG
Inclinación del tejado	30°	30°
Galvanización tejado	GALVALUME (AL+ZN+SI)	GALVALUME (AL+ZN+SI)
Escaleras	Externa con baranda, plataforma y escalera interna	Externa con baranda, plataforma
Aireación	Si	Si
Ventilador	1	1
Potencia del ventilador	4 hp	4 hp
Números de respiros	12	24
Tipo de fondo	Cónico Normal	Plana de Hormigón H-21
Nº Montantes	16	24
Nº Anillos	7	13
Nº planchas y grosor	S 7 x 0,95	S 9 x 0,95 / S 4 x 1,25
Nº de montantes por planchas	2	2

Tabla ID-4: Datos generales de los silos

Características del hormigón armado H-21 para las bases de los silos

- Resistencia característica mínima: 210 kg/cm²
- Cemento puzolanico
- Contenido mínimo de cemento: 340 kg/cm³
- Razón de agua – cemento máxima: 0,45

Preparó: Jesús Martínez, Miguel Volker	Revisó:	Aprobó:	Página 16 de 73
--	---------	---------	-----------------

- Asentamiento: 5 cm (Tolerancia +/- 1cm)
- Tamaño máximo del agregado grueso: 32 mm

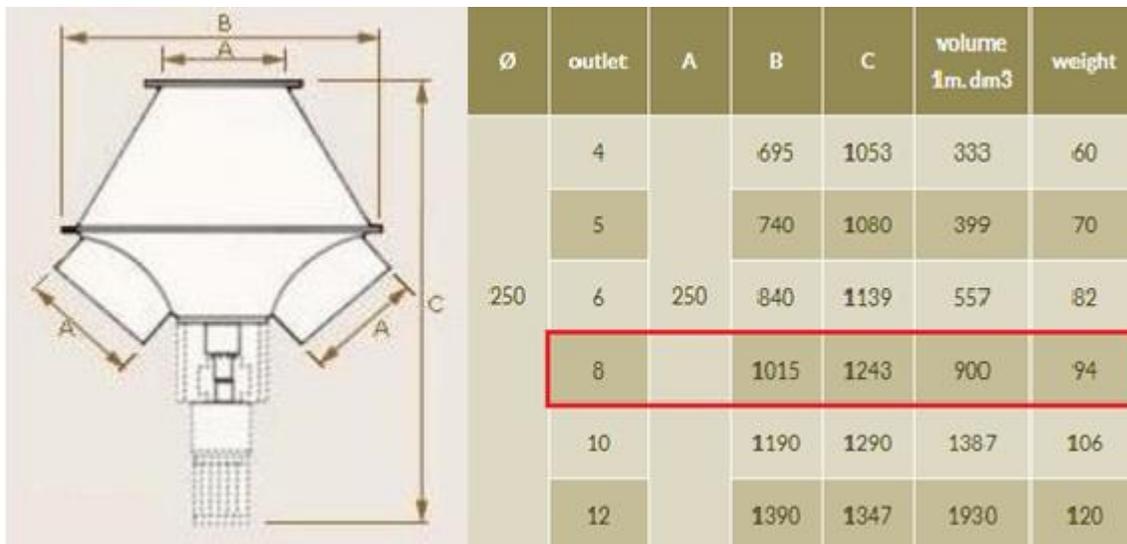
2.1.9 Interconexiones

A continuación se describen las características de las distintas interconexiones que se utilizaron en la planta de acopio y secado de cereal.

Distribuidor (Ref. RA01)

El distribuidor adoptado de la marca ROSAL, posee una boca de entrada simple y 8 bocas de salidas, con un diámetro de 10 pulgadas. El funcionamiento es automático comandado a distancia desde el cuadro de maniobra en los sistemas eléctricos y con volante en el caso de los manuales. El accionamiento es por medio de un moto-reductor, con conducto móvil rotativo robusto y ajustado a las bocas de salidas.

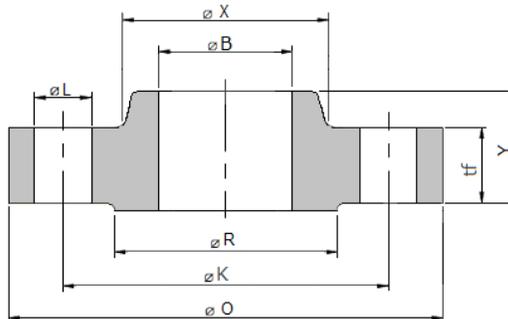
En la siguiente imagen, se puede observar las características del modelo seleccionado.



Ø	outlet	A	B	C	volume 1m. dm ³	weight
250	4		695	1053	333	60
	5		740	1080	399	70
	6	250	840	1139	557	82
	8		1015	1243	900	94
	10		1190	1290	1387	106
	12		1390	1347	1930	120

La boca de entrada del distribuidor se fija a la salida del elevador N°2 por medio de una brida (Ref. A01), cuyas características se detallan en la imagen ID-3.

Brida Slip-on ANSI/ASME B16.5 Class 150 lbs



Dimensiones en pulgadas y (milímetros)

Tamaño Nominal Tubería	Ø exterior O	Mínimo espesor tf	Ø Hub X	Longitud con Hub Y	Ø Mínimo agujero B	Ø Raised Face R	Taladros		Ø Tornillo	
							Ø K centro tal.	No tal. Ø tal. L		
6 (DN150)	11 (280)	0.94 (23.9)	7.56 (192)	1.5 (38)	6.72 (170.7)	8.5 (215.9)	9.5 (241.3)	8	7/8 (22.225)	3/4 (19.05)
8 (DN200)	13.5 (345)	1.06 (27)	9.69 (246)	1.69 (43)	8.72 (221.5)	10.62 (269.9)	11.75 (298.5)	8	7/8 (22.225)	3/4 (19.05)
10 (DN250)	16 (405)	1.12 (28.6)	12 (305)	1.88 (48)	10.88 (276.2)	12.75 (323.8)	14.25 (362)	12	1 (25.4)	7/8 (22.225)
12 (DN300)	19 (485)	1.19 (30.2)	14.38 (365)	2.12 (54)	12.88 (327)	15 (381)	17 (431.8)	12	1 (25.4)	7/8 (22.225)
14 (DN350)	21 (535)	1.31 (33.4)	15.75 (400)	2.19 (56)	14.14 (359.2)	16.25 (412.8)	18.75 (476.3)	12	1 1/8 (28.575)	1 (25.4)

Imagen ID-3: Características de las bridas

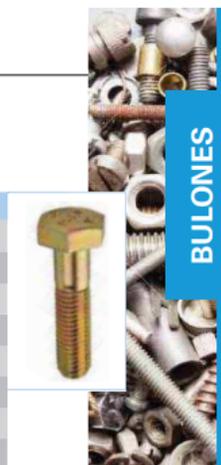
La conexión de las bridas se realiza mediante bulones (Ref. A02), cuyas características se detallan en la siguiente imagen.



BULON GRADO 5 - ROSCA USS

ALTA RESISTENCIA

LARGO	DIAMETRO	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	3		•	•	•	•	•	•	•	•	•
3 1/4		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
3 1/2		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
4		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
4 1/2		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
5		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
5 1/2		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
6		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



BULONES

Las características de las tuercas (Ref.A03) correspondientes a los bulones Ref.A02 se detallan a continuación.

TUERCA GRADO 5 - ROSCA USS

DIAMETRO ROSCA	1/4 R 20	5/16 R 18	3/8 R 16	7/16 R 14	1/2 R 13	9/16 R 12	5/8 R 11	3/4 R 10	7/8 R 9	1 R 8
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



Válvula de dos vías o bifurcación.

La válvula de bifurcación de la marca CENTROSILO, posee una apertura de 90° lo que permite dirigir el flujo de grano en dos direcciones diferentes pero solo una a la vez. Su material de construcción es de acero SAE1045, a la entrada como así también a la salida poseen una boca de 10 pulgadas de diámetro. El accionamiento puede realizarse de forma manual o motorizada.



Imagen ID-4: Válvula de bifurcación

Amortiguadores de líneas

El amortiguador de línea de la marca CENTROSILO, se utiliza para minimizar roturas y eventuales choques mecánicos de los granos, a su vez son autolimpiantes reduciendo posibles contaminaciones y la acumulación de grano en el interior de la canalización. Su material de construcción es de acero SAE1045, la entrada como así también la salida poseen una boca de 10 pulgadas de diámetro.



Imagen ID-5: Amortiguador de línea

Tubos

Los tubos seleccionados corresponden a la marca Sinfinesfas, poseen alta resistencia y gran flexibilidad, son tubos con costuras de 10 pulgadas de diámetro, con una longitud máxima de 12 metros y un espesor de 3,2 milímetros.



Imagen ID-6: Tubos de acero

Abrazaderas o presillas

Las abrazaderas de la marca CENTROSILO, se utilizan para la fijación de elementos de interconexión entre sí. Son de fácil colocación y se ajustan por medio de un bulón y tuerca. Su material de construcción es acero y posee un diámetro de 10 pulgadas.



Imagen ID-7: Abrazaderas

Masilla de calafateo

La masilla de la marca 3M, se utiliza además de las abrazaderas para la fijación de las interconexiones. Es una masilla que se adhiere rápidamente al metal, superficies pintadas, bulones y gomas; es resistente al agua, no es dura por lo tanto, amortigua las vibraciones y nunca pierde su consistencia.



Imagen ID-8: Masilla de calafateo

Soportes intermedios

Los soportes intermedios de la marca CENTROSILO, son utilizados conjuntamente con las abrazaderas y eslingas de acero para dar rigidez a las tuberías largas.



Imagen ID-9: Soportes intermedios

Eslingas de acero

Las espigas de aceros de la marca Resiflex, son utilizadas para sostener y darle rigidez al soporte intermedio, como así también soportar las cargas de las tuberías.

	DIÁMETRO	SIMPLE VERTICAL
	mm	Kgf
6x19 + 1AF 180 kgf/mm ²	6,3	510
	8	830
	9,50	1170
	11	1570
	13	2190

Imagen ID-10: Eslingas de acero

Caños Flexibles

Los caños flexibles de la marca CENTROSILO, se utilizan para dirigir en forma manual el grano en la carga de vehículos. Su material de construcción es acero SAE 1045 de 10 pulgadas.



Imagen ID-11: Caño Flexible

3. Tolva de Recepción (Ref. BA01)

Para el diseño de la tolva de recepción (Ref. BA01) consideramos que la misma posee una capacidad de 30 toneladas con el fin de que se tenga un porcentaje de capacidad libre para cuando ingrese el próximo camión, asegurando de esta forma una descarga continua.

Partiendo del volumen y considerando distintos factores como ser el ancho y largo de los camiones, se diseñó la geometría de la tolva, donde se resolvió que la misma sea de una forma rectangular cónica, lo cual permite que la caída del cereal no sea tan brusca y evitando así la ruptura del mismo.

En la imagen ID-12 se observa el diseño de la tolva, cuyas dimensiones son:

- Ancho: 4 metros
- Largo: 6 metros
- Altura: 3 metros

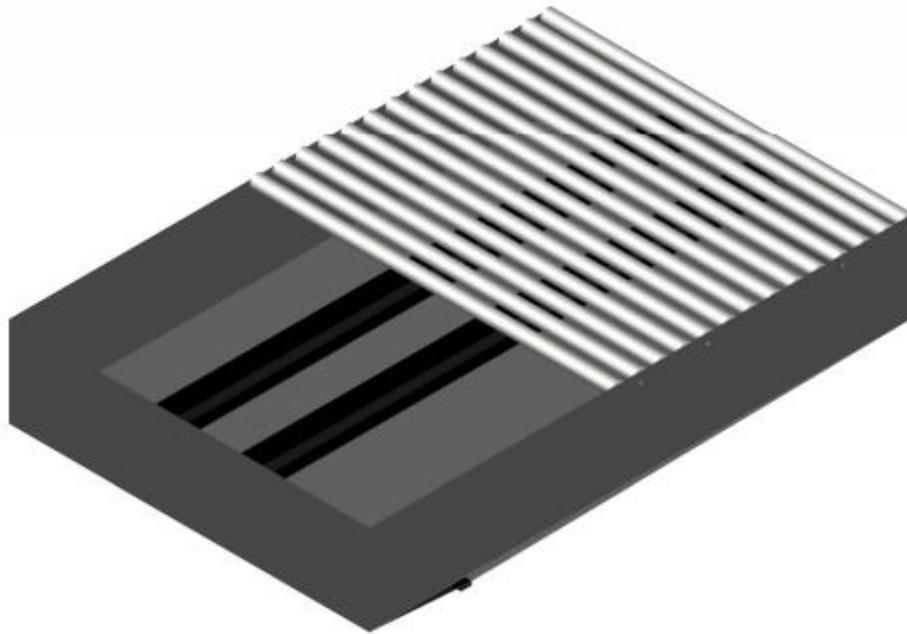


Imagen ID-12: Tolva de recepción

Las paredes de la tolva de recepción de 45 cm de espesor, están construidas con hormigón armado del tipo H-21. Como se observa en la imagen ID-12 la parte superior de la tolva dispone de un total de 40 tubos de 4 pulgadas de diámetro (Ref. A20), separados entre sí una distancia de 5 centímetros para que fluya el cereal. A su vez, como refuerzo se le colocan perpendicularmente a los tubos dos perfiles IPN 240 ambos colocados a una distancia de 1,5 metros de la pared.

En la imagen ID-13 se observan las características de los tubos de acero utilizados en la tolva de recepción. Donde se resaltan con color las siguientes características:

- Diámetro Nominal: 4 Pulgadas
- Diámetro Exterior: 4,5 Pulgadas
- Espesor de pared: 0,237 Pulgadas
- Identificación: Schedule 40
- Peso del tubo: 16,07 kg/m



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

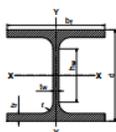
Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
4	100	4.500	114,3	0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
				0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197

Imagen ID-13: Tubos de acero

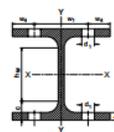
En la imagen ID-14 se observan las características de los perfiles IPN 240 (Ref. A21) seleccionados para la tolva de recepción. Donde se resaltan con color sus características principales:

- Altura del perfil: 230 milímetros.
- Ancho del ala: 240 milímetros.
- Peso: 60,3 kg/m
- Área bruta de la sección transversal (Ag): 76,8 cm²
- Factor de pandeo X1: 19813 MPa

IPBI según IRAM-IAS U 500-215-3



Ag = Área bruta de la sección transversal.
I = Momento de Inercia de la sección respecto de los ejes principales.
 $r = \sqrt{I/A}$ Radio de giro
S = Módulo resistente elástico de la sección.
Q = Momento estático de media sección.
Z = Módulo plástico de la sección.



J = Módulo de torsión.
Cw = Módulo de alabeo.
X1, X2 = Factores de pandeo.
Lp = Longitud lateralmente no arriostrada límite para desarrollar la capacidad de plastificación total por flexión.
Lr = Longitud lateralmente no arriostrada límite para pandeo lateral torsional inelástico.

Designación	Dimensiones						Relaciones		Ag	Peso	X - X					Y - Y					Agujeros en el ala	Distancia agujero al borde	J	Cw	X1	X2 (10) ³	Acero F-24								
	d	bf	tf	hw	tw	r	bf/2t	hw/tw			lx	Sx	rx	Qx	Zx	ly	Sy	ry	Qy	1,5.Sy							Zy	w1,2	w3	d1	w4	Lp	Lr	Lp	Lr
	mm	mm	mm	mm	mm	mm					cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³							cm ⁴	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁶	MPa	MPa ²
100	96	100	8	56	5	12	6,25	11,20	21,2	16,7	349	72,8	4,06	41,5	83	134	26,8	2,51	20,3	40,2	40,5	55	-	13	22,5	3,75	2581	33792	0,49	129	735	116	655		
120	114	120	8	74	5	12	7,50	14,80	25,3	19,9	606	106	4,89	59,7	119	231	38,5	3,02	29,1	57,8	58,2	65	-	17	27,5	4,50	6472	27716	1,05	155	737	140	646		
140	133	140	8,5	92	5,5	12	8,24	16,73	31,4	24,7	1030	155	5,73	86,7	173	389	55,6	3,52	42,1	83,4	84,2	75	-	21	32,5	6,38	15060	25215	1,53	181	792	163	684		
160	152	160	9	104	6	15	8,89	17,33	38,8	30,4	1670	220	6,56	123	246	616	77,0	3,98	58,2	116	116	85	-	23	37,5	8,74	31410	23134	2,16	205	835	184	711		
180	171	180	9,5	122	6	15	9,47	20,33	45,3	35,5	2510	294	7,44	162	324	925	103	4,52	77,6	154	155	100	-	25	40	11,4	60210	21351	2,91	232	889	209	744		
200	190	200	10	134	6,5	18	10	20,62	53,8	42,3	3690	389	8,28	215	430	1340	134	4,99	101	201	202	110	-	25	45	14,9	108000	20084	3,69	257	939	231	773		
220	210	220	11	152	7	18	10	21,71	64,3	50,5	5410	515	9,17	284	568	1950	177	5,51	134	266	269	120	-	25	50	21,7	193300	19998	3,76	283	1034	255	849		
240	230	240	12	164	7,5	21	10	21,87	76,8	60,3	7760	675	10,1	372	744	2770	231	6,01	174	346	348	90	35	25	40	30,5	328500	19813	3,88	309	1119	278	917		
260	250	260	12,5	177	7,5	24	10,40	23,60	86,8	68,2	10450	836	11,0	460	920	3679	283	6,51	213	425	426	100	40	25	40	37,0	516400	18716	4,80	335	1166	301	940		
280	270	280	13	196	8	24	10,77	24,50	97,3	76,4	13670	1010	11,9	556	1112	4760	340	6,99	257	510	514	110	45	25	40	45,2	785400	18119	5,54	360	1228	323	977		

Imagen ID-14: Características generales de los perfiles IPN

4. Selección de los transportes de Cereal

4.1 Selección de las roscas transportadoras (Ref. TA02, TA03, TA04, TA05)

Las roscas transportadoras seleccionadas para realizar la descarga de los silos de 300 toneladas poseen las siguientes características:

Características de rosca	Rosca de silo 1	Rosca de silo 2	Rosca de silo 3	Rosca de silo 4
Referencia	TA02	TA03	TA04	TA05
Marca	Sinfines FAS	Sinfines FAS	Sinfines FAS	Sinfines FAS
Diámetro de rosca (mm)	316	316	316	316
Velocidad (rpm)	100	100	100	100
Diámetro del eje de la rosca (mm)	76	76	76	76
Altura del ala (mm)	120	120	120	120
Espesor del ala (mm)	3,20	3,20	3,20	3,20
Longitud de la rosca (m)	7	7	7	7

Tabla ID-5: Características de rosca

4.1.1 Selección del motor

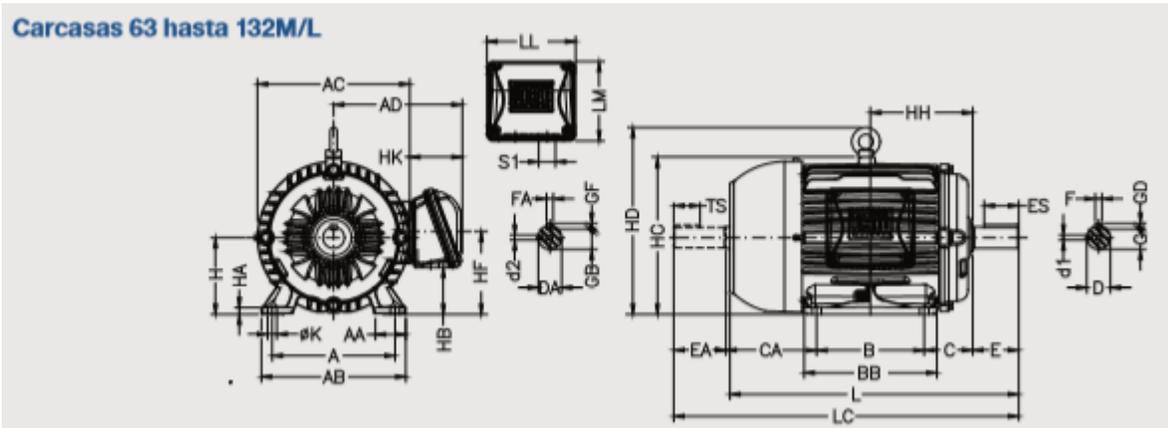
Los motores requeridos para las roscas de transportes para los cuatro silos de 300 toneladas, fueron seleccionados del catálogo de motores trifásicos WEG, estos poseen las siguientes características:

Características del motor	Motor de la rosca del silo 1	Motor de la rosca del silo 2	Motor de la rosca del silo 3	Motor de la rosca del silo 4
Referencia	TA02	TA03	TA04	TA05
Marca	WEG	WEG	WEG	WEG
Modelo	W22-IE3	W22-IE3	W22-IE3	W22-IE3
Potencia (HP)	3	3	3	3

Potencia (kw)	2,2	2,2	2,2	2,2
Carcasa	100 L	100 L	100 L	100 L
Velocidad nominal (rpm)	1435	1435	1435	1435
Corriente nominal a 380 V (A)	4,36	4,36	4,36	4,36
Par de arranque (TB/Tn)	3,5	3,5	3,5	3,5
Numero de polo	4	4	4	4

Tabla ID-6: Características de los motores de las roscas transportadoras

Datos mecánicos de los motores



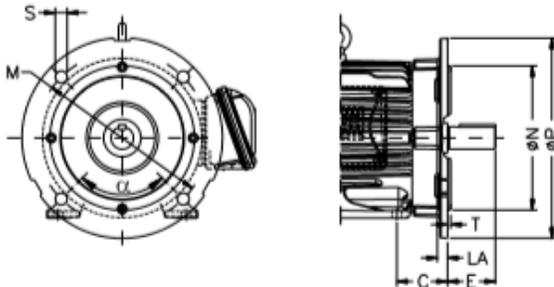
Carcasa	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	BD	C	CA	Punta del eje delantera						Punta del eje trasera					
												D	E	ES	F	G	GD	DA	EA	TS	FA	GB	GF
80	125	30.5	149	159	140	100		125.5		50	93	195	40	28	6	15.5	6	145	30	18	5	11	5
142																							
L80											131												
90S	140	37	164	184	159	125		156		56	135	245	50	36	20	7	165	40	28	5	13	5	
L90S																							125
90L																							125
L90L	160	40	188	206	169	140		173		63	118	285	60	45	24	7	225	50	36	6	18.5	6	
100L											118												
L100L											162												
L112M	190	40.5	220	227	192	140		177		70	128	285	60	45	24	7	245	50	36	6	20	6	
L112M											158												

Carcasa	H	HA	HB	HC	HD	HF	HG	HH	HK	LL	LM	K	L	LC	S1	d1	d2	Rodamientos	
																		DE	NDE
90S	90	9	45	182	182.4	90						10	304	350	2xM25x1.5	DM8	DM6	6205 ZZ	6204 ZZ
L90S													334.5	381					
90L													329	375					
L90L													360	406					
100L	100	10	61.5	205	244	106.4						12	376	431		DM10	DM8	6206 ZZ	6205 ZZ
L100L													418	475					
112M													394	448					
L112M													423	478					

Bridas de conexión

La conexión entre el motor y el reductor se realiza mediante bridas “FF” (Ref. A04), cuyas características se detallan a continuación:

Brida “FF”



Carcasa	Brida	LA	M	N	P	S	T	α	N° de agujeros				
63	FF-115	5.5	115	95	140	10	3	45°	4				
71	FF-130	7	130	110	160		3.5						
80	FF-165	9	165	130	200	12	5						
90		10											
100	FF-215	12.5	215	180	250	15	4						
112	FF-265	12	265	230	300								
160	FF-300	18	300	250	350	19	5						
180													
200										FF-350	350	300	400
225										FF-400	400	350	450
250	FF-500	22	500	450	550	24	6						
280													
315	FF-600	600	550	660	24	6	22°30'	8					
355	FF-740	740	680	800									

La unión de las bridas tanto del motor como del reductor se realizan mediante bulones (Ref. A05) con un diámetro de 5/8 de pulgadas y un largo de 1 ¼



BULON GRADO 5 - ROSCA USS

ALTA RESISTENCIA

LARGO	DIAMETRO	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	1/2	•	•	•							
	5/8	•	•	•							
	3/4	•	•	•	•	•					
	7/8	•	•	•	•	•					
	1	•	•	•	•	•	•				
	1 1/4	•	•	•	•	•	•	•	•		
	1 1/2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	



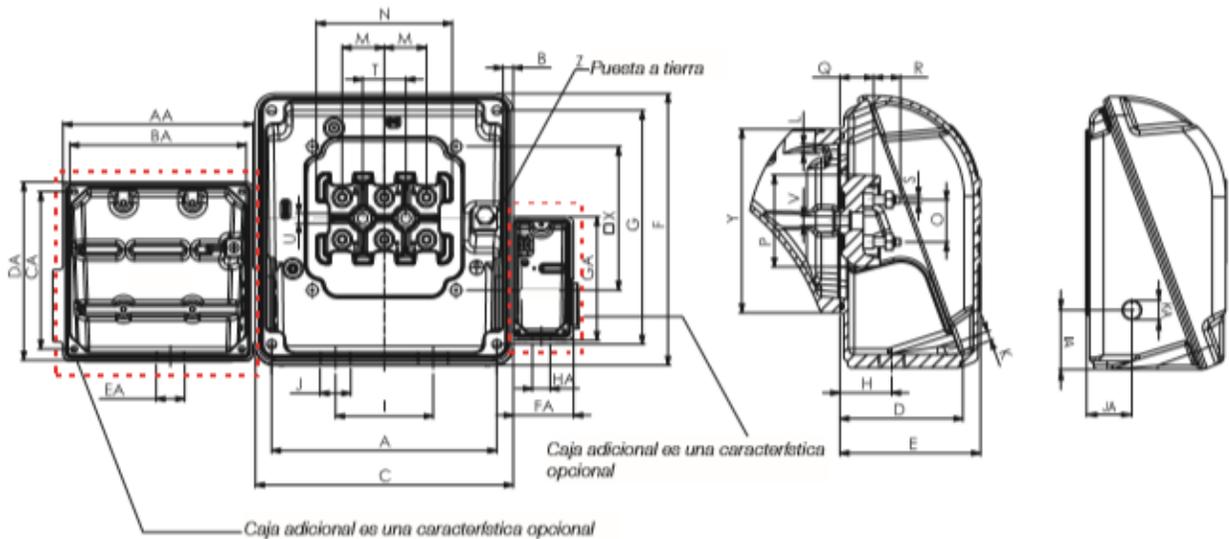
Las características de las tuercas (Ref.A06) correspondiente a los bulones Ref.A05 se detallan a continuación.

TUERCA GRADO 5 - ROSCA USS

DIAMETRO ROSCA	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	R 20	R 18	R 16	R 14	R 13	R 12	R 11	R 10	R 9	R 8
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



Datos mecánicos de la caja de conexión



Carcasa	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
63																					
71	90	3.5	108,5	51,5	59	99	85	27		2xM20x1,5	M5x0,8	M5x0,8	16	53	16	35	13,5	12	M4x0,7	20	5,8
80									42												
90	98	3	115	59,5	67	104	91	31		2xM25x1,5											
100																					
112																					
132	117	2.5	140	71	80	133	117	36,5	54	2xM32x1,5	M6x1,0	M6x1,0	23	75	23	52	17	16	M5x0,8	23	6,5

Carcasa	V	X	Y	Z	AA	BA	CA	DA	EA	FA	GA	HA	IA	JA	KA	Cantidad de conectores				
																Principal	Accesorios	Resistencia de calefacción		
63			77																	
71			78																	
80	M5x0,8	56	81	0,5-6 mm²	109	90	85	98									4	16		
90			77																	
100			81																	
112			107																	
132		70	103	2-10 mm²													6			

4.1.2 Selección del reductor

Utilizando el catálogo de motoredutores Compactos a Engranajes LENTAX, se determinó el motoreductor correcto, el mismo se seleccionó siguiendo el esquema de calculo que presenta el catalogo mismo.

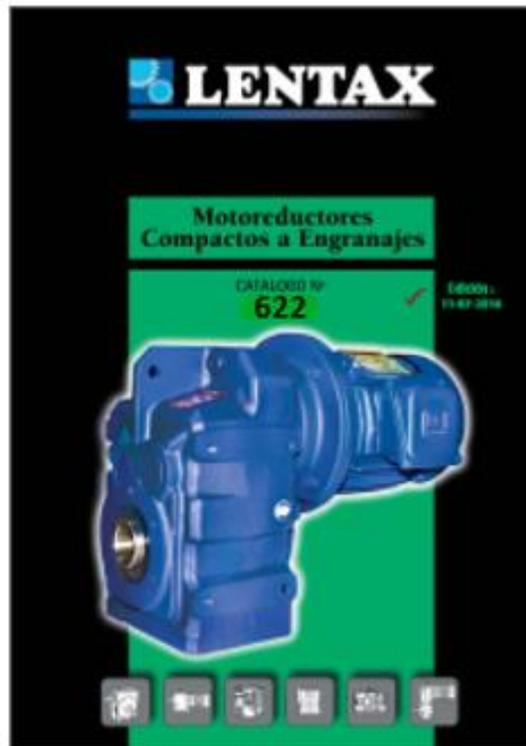


Imagen ID-15: Reductor Lentax 622

En la siguiente tabla se ve resumida la selección de los reductores utilizados en las roscas transportadoras, de los silos de 300 toneladas.

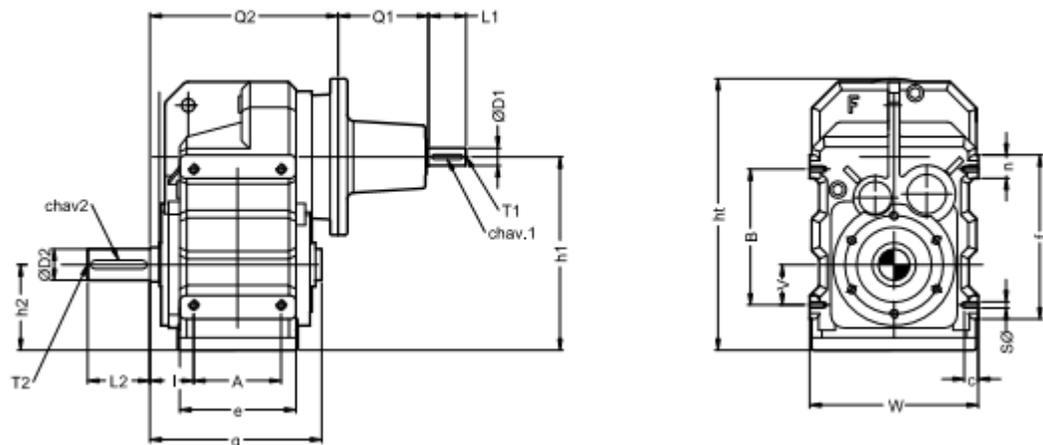
Características del reductor	Reductor de la rosca del silo 1	Reductor de la rosca del silo 2	Reductor de la rosca del silo 3	Reductor de la rosca del silo 4
Marca	Lentax	Lentax	Lentax	Lentax
Modelo	RF0T2	RF0T2	RF0T2	RF0T2
Referencia	TA02	TA03	TA04	TA05

Relación de transmisión	14	14	14	14
Velocidad de entrada (rpm)	1500	1500	1500	1500
Velocidad de salida (rpm)	102,5	102,5	102,5	102,5
Potencia eficaz (kw)	2,156	2,156	2,156	2,156

Tabla ID-7: Características generales del reductor

A continuación se puede observar un croquis con las dimensiones físicas del reductor seleccionado.

TABLA DE MEDIDAS - SERIE "RF" (CON EJE DE SALIDA MACIZO)



Modelo Model	D1ø	L1	chav 1 leway 1	T1	D2ø	L2	chav 2 leway 2	T2	A	B	Sø	V	I	Q1	Q2	W
RF00T	mm 14	30	5x5	M5	25	50	8x7	M10	77	115	M8	31	39.5	70	168	165
	inch 0.625	1 3/16	3/16x3/32	UNC 3/16*	1.000	2	1/4 x 1/8	UNC 3/8*	3 1/16	4 1/2	UNC 5/16*	1 1/4	1 1/2	2 3/4	6 5/8	6.496
RF0T	mm 14	30	5x5	M5	30	60	8x7	M10	93	145	M10	43	50.5	70	196	180
	inch 0.625	1 3/16	3/16x3/32	UNC 3/16*	1.188	2 3/8	1/4 x 1/8	UNC 3/8*	3 11/16	5 11/16	UNC 3/8*	1 11/16	2	2 3/4	7 11/16	7.087
RF1T	mm 19	40	6x6	M6	40	80	12x8	M16	112	190	M12	60	53.5	95	241	212
	inch 0.750	1 5/8	3/16x3/32	UNC 1/4*	1.625	3 1/8	3/8 x 3/16	UNC 5/8*	4 7/16	7 1/2	UNC 1/2*	2 3/8	2 1/8	3 3/4	9 1/2	8.346
RF2T	mm 24	50	8x7	M8	50	100	14x9	M16	140	240	M16	70	56.5	95	271	270
	inch 0.875	2	3/16x3/32	UNC 5/16*	2.000	4	1/2 x 1/4	UNC 5/8*	5 1/2	9 7/16	UNC 5/8*	2 3/4	2 1/4	3 3/4	10 11/16	10.630
RF3T	mm 28	60	8x7	M10	60	120	18x11	M20	165	310	M16	100	62	145	296	330
	inch 1.125	2 3/8	1/4 x 1/8	UNC 3/8*	2.375	4 3/4	5/8 x 5/16	UNC 3/4*	6 1/2	12 3/16	UNC 5/8*	3 15/16	2 7/16	5 23/32	11 5/8	12.992
RF4T	mm 32	80	10x8	M12	70	140	20x12	M20	205	350	M20	120	77.5	165	382	400
	inch 1.250	3 1/8	1/4 x 1/8	UNC 1/2*	2.750	5 1/2	5/8 x 5/16	UNC 3/4*	8 1/16	13 13/16	UNC 3/4*	4 3/4	3	6 1/2	15 1/16	15.748
RF45T	mm 38	80	10 x 8	M12	90	170	25 x 14	M24	220	400	M24	125	111	165	443	450
	inch 1.500	3 1/8	5/16 x 5/32	UNC 1/2*	3.500	6 3/4	7/8 x 7/16	UNC 1*	8 21/32	15 3/4	UNC 1*	4 15/16	4 3/8	6 1/2	17 7/16	17.717

Modelo Model	B1ø	R1ø	a1ø	S1ø	c1	c	e	f	h1	h2	ht	h1t	n	q	Peso kg Weight lb	aceite lit oil fl.oz
RF00T	mm 130	165	200	11	12	11	95	135	182	73	257	285	20	154	21	1.25
	inch 5.118	6 1/2	7 7/8	7/16	1/2	7/16	3 3/4	5 5/16	7 3/16	2 7/8	10 1/8	11 1/4	13/16	6 1/16	46	43
RF0T	mm 180	215	250	14	14	14	124	175	211	96	291	320	25	188	30	1.8
	inch 7.087	8 15/32	9 7/8	9/16	9/16	9/16	4 7/8	6 7/8	8 5/16	3 3/4	11 7/16	12 5/8	1	7 3/8	66	62
RF1T	mm 230	265	300	14	16	17	138	215	243	102	343	391	25	218	43	2.5
	inch 9.055	10 7/16	11 7/8	9/16	5/8	11/16	5 7/16	8 7/16	9 9/16	4	13 1/2	15 3/8	1	8 9/16	95	86
RF2T	mm 250	300	350	18	16	26	172	278	290	131	430	474	38	245	64	6
	inch 9.843	11 13/16	13 13/16	11/16	5/8	1	6 3/4	10 15/16	11 7/16	5 3/16	16 15/16	18 11/16	1 1/2	9 5/8	141	207
RF3T	mm 350	400	450	18	18	26	195	350	370	163	535	597	50	278	114	9
	inch 13.780	15 3/4	17 3/4	11/16	11/16	1	7 11/16	13 3/4	14 9/16	6 7/16	21 1/16	23 1/2	1 15/16	10 15/16	251	310
RF4T	mm 350	400	450	18	18	28	245	400	440	198	630	657	50	355	190	15.0
	inch 13.780	15 3/4	17 3/4	11/16	11/16	1 1/8	9 5/8	15 3/4	17 5/16	7 13/16	24 13/16	25 7/8	1 15/16	14	419	517
RF45T	mm 350	400	450	18	22	36	270	460	497	213	730	742	60	430	275	22.0
	inch 13.780	15 3/4	17 3/4	11/16	7/8	1 7/16	10 5/8	18 1/8	19 9/16	8 3/8	28 3/4	29 1/4	2 3/8	16 15/16	606	759

La unión del reductor con el cilindro que cubre la rosca se realiza mediante bulones (Ref. A07) con un diámetro de 3/8 de pulgadas y un largo de 1 ½.



BULON GRADO 5 - ROSCA USS

ALTA RESISTENCIA

	DIAMETRO	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
LARGO	1/2	•	•	•							
	5/8	•	•	•							
	3/4	•	•	•	•	•					
	7/8	•	•	•	•	•					
	1	•	•	•	•	•	•	•			
	1 1/4	•	•	•	•	•	•	•	•		
	1 1/2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	1 3/4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



BULONES

Las características de la tuerca (Ref.A08) correspondiente a los bulones Ref.A07 se detallan a continuación.

TUERCA GRADO 5 - ROSCA USS

DIAMETRO ROSCA	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	R 20	R 18	R 16	R 14	R 13	R 12	R 11	R 10	R 9	R 8
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



4.2 Selección de los elevadores a cangilón (CA01, IA01)

La planta de acopio consta de dos elevadores a cangilones, el cangilón N°1 (CA01) se encarga de elevar el grano, posteriormente el grano pasa por un sistema de limpieza aerodinámico para reducir el contenido de desecho finos y en caso de ser necesario hacerlo pasar a través de la secadora para controlar su humedad. El elevador N°2 (IA01) se considera el pilar principal de la planta y es el encargado de distribuir el cereal en los distintos silos de almacenamiento como así también en las distintas zonas de carga.

En la siguiente tabla se ven resumidas las características de los elevadores seleccionados.

Preparó: Jesús Martínez, Miguel Volker	Revisó:	Aprobó:	Página 33 de 73
--	---------	---------	-----------------

Características	Elevador N° 1	Elevador N° 2
Referencia	CA01	IA01
Marca	Scafco	Scafco
Modelo	SB 30-30	SB 30-30
Capacidad en BPH	3000	3000
Capacidad en tn/h	88	88
Altura de descarga (m)	24,38	32
Altura total del elevador (m)	27,787	35,407
Ancho del pantalón (A) (mm)	406	406
Profundidad del pantalón (Q) (mm)	305	305
Ancho de base (D) (mm)	492	492
Largo de la base (E) (mm)	1332	1332
Altura de la base (K) (mm)	1524	1524
Altura del cabezal (R)+(S)	711mm + 867 mm	711mm + 867 mm

Tabla ID-8: Características técnicas de los elevadores a cangilones

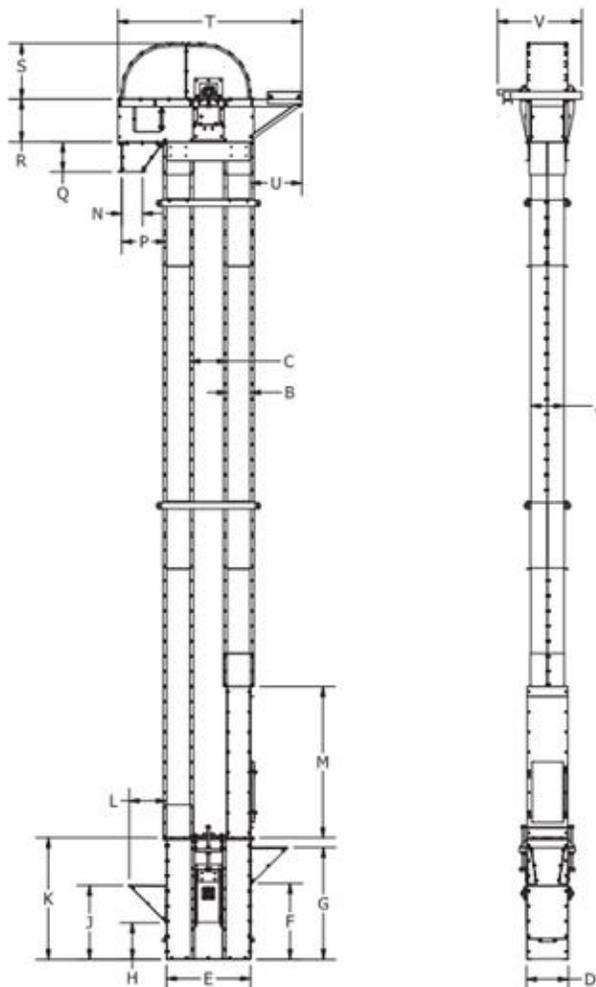
A continuación se ve remarcado el modelo y sus características de los elevadores seleccionados.

Elevador de Cangilones SB30 SCAFCO, Especificaciones

Especificaciones											
Capacidad *	BPH	TPH	Velocidad de Correa y Polea			Tamaño de Correa		Cangilón		Espacio	
			RPM	ft / min	m / sec	in	mm	Tamaño	mm		
SB30-30	3000	76.2	55	432	2.2	10"	254	9" x 6"	228 x 152	7"	178
SB30-35	3500	88.9	63	495	2.5	10"	254	9" x 6"	228 x 152	7"	178
SB30-40	4000	101.6	72	565	2.9	10"	254	9" x 6"	228 x 152	7"	178
SB30-45	4500	114.3	58	456	2.3	13"	330	12" x 7"	304 x 178	9"	228
SB30-50	5000	127.0	63	495	2.5	13"	330	12" x 7"	304 x 178	9"	228

Cabeza	Bota	Columna	Polea	Correa
<ul style="list-style-type: none"> Tamaño - 11 ga (2.95 mm) Polea Dentada ¹ Eje - 2 7/16" to 2 15/16 (62 mm to 75 mm) Rodamiento - Chumacera 	<ul style="list-style-type: none"> Tamaño - 7 ga (4.6 mm) Polea Dentada Eje - 2 3/16" (56 mm) Rodamiento - Brida 	<ul style="list-style-type: none"> Brida empernada Tamaño - 14 ga (1.9 mm) 	<ul style="list-style-type: none"> 30" (762 mm) dia. 	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia 350 (P.I.W.)

* Capacidades basados en maíz pelado #2 con peso de 56 lbs/bushel
¹ Dentada con retroceso deslizante estilo Holtz



Altura de Descarga	Capacidad BPH						Tamaño del Reductor
	3000	3500	4000	4500	5000		
	Capacidad TPH						
FT	M	76	88	101	114	127	
20	6.10	5	5	5	7.5	7.5	TA1
25	7.62	5	5	7.5	7.5	7.5	
30	9.14	5	7.5	7.5	7.5	10	TA2
35	10.67	7.5	7.5	7.5	10	10	
40	12.19	7.5	7.5	7.5	10	10	
45	13.72	7.5	7.5	10	10	15	
50	15.24	7.5	10	10	15	15	TA3
55	16.76	7.5	10	10	15	15	
60	18.29	10	10	10	15	15	
65	19.81	10	10	15	15	15	
70	21.34	10	10	15	15	15	
75	22.86	10	15	15	15	20	
80	24.38	10	15	15	15	20	TA4
85	25.91	15	15	15	20	20	
90	27.43	15	15	15	20	20	
95	28.96	15	15	15	20	20	
100	30.48	15	15	20	20	20	
105	32.00	15	15	20	20	25	
110	33.53	15	15	20	20	25	
115	35.05	15	20	20	25	25	
120	36.58	15	20	20	25	25	
125	38.10	15	20	20	25	25	
130	39.62	15	20	20	25	25	
135	41.15	20	20	25	25	30	
140	42.67	20	20	25	25	30	TA5
145	44.20	20	20	25	25	30	
150	45.72	20	20	25	30	30	

Basado en reductores Dodge TA, Class II
 Tabla basada en maíz pelado #2 con peso de 56 lbs/bushel

Dimensiones		Dimensiones			
	in	mm			
A	16	406	L	15 3/4	400
B	12	305	M	60	1524
C	28	711	N	16	406
D	19 3/8	492	P	28	711
E	52 7/16	1332	Q	12	305
F	42 1/8	1070	R	28	711
G	56 1/8	1426	S	34 1/8	867
H	26	660	T	102	2591
J	40	1016	U	20 3/8	518
K	60	1524	V	38 5/8	981

Imagen ID-16: Elevadores a cangilones.

4.2.1 Selección de las tazas

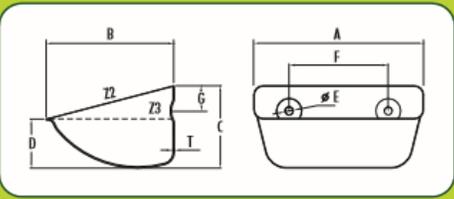
Para realizar la selección de las tazas nos valemos del catálogo “4B Cangilones para elevadores”, como se puede observar en la imagen ID-17 se detallan todas sus características.

Pressed Seamless Steel /
Stainless Steel / Galvanised

Chapa de acero estampada, sin soldaduras /
Inoxidable / Galvanizado



AGRICULTURAL





No.	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	kg	Capacity (Litres) Capacidad (Litros)		No.	Holes Agujeros			Max. Pcs/Mtr
							Z2 (total)	Z3 (water)		E (Ø mm)	F (mm)	G (mm)	
<i>S100-90*</i> Only available for spares; now offering the SPS100-90 (see page 3)													
S130-120	138	114	80	54	1.5	0.35	0.68	0.50	2	8.5	70	22	12
S180-140	188	140	92	60	1.5	0.53	1.29	0.90	2	8.5	100	27	10.5
S230-165	239	163	108	70	2.0	1.01	2.47	1.84	2	11.0	120	34	9
S280-165	289	163	108	70	2.0	1.32	3.05	2.30	3	11.0	80	34	9
S300-180	308	182	117	70	2.0	1.43	3.66	2.46	3	9.0	100**	35	8.13
S300-215	310	217	140	89	2.0	2.05	5.60	4.10	3	11.0	100	38	7.14
S330-215/2.0	340	213	134	85	2.0	2.09	5.51	3.92	3	11.0	120	38	7.14
S330-215/2.5	340	213	134	85	2.5	2.68	5.51	3.92	3	11.0	120	38	7.14
S370-215/2.0	381	213	134	85	2.0	2.38	6.18	4.40	4	11.0	90	38	7.14
S370-215/2.5	381	213	134	85	2.5	2.98	6.18	4.40	4	11.0	90	38	7.14
S450-215	464	213	134	85	2.5	3.40	8.00	5.59	5	11.0	90***	38	7.14

Special holes/thicknesses/wearbands - available on request
 * The original S100-90 is still available for spares.
 ** S300-180 Slotted holes for 100mm centres to 104mm centres.
 *** S450-215 Slotted holes for 88mm centres to 90mm centres.
 Wear band 3.0mm on 1 or 3 sides on request.

Agujeros especiales/Espesores diferentes/Refuerzos especiales - Sobre Pedido.
 * El cangilón original S100-90 sigue disponible para recambios.
 ** S300-180 Agujeros ovalados para centros de 100mm a 104mm.
 *** S450-215 Agujeros ovalados para centros de 87mm a 91mm.
 Pletina de refuerzo de 3mm de espesor en una cara o a los tres lados bajo pedido.

Imagen ID-17: Características técnicas de las tazas.

En la tabla ID-9 se detallan las características de las tazas seleccionadas para ambos elevadores a cangilones.

Características del cangilón	Elevador N°1	Elevador N°2
Referencia	CA01	IA01
Marca	4b	4b
Modelo	S230 - 165	S230 - 165
Paso (Po) (m)	0,136	0,136
Ancho del cangilón (A) (mm)	239	239
Profundidad (B) (mm)	163	163
Carga (Ci) (kg)	2,47	2,47
Peso del cangilón (kg)	1	1
Altura del cangilón (mm)	108	108

Tabla ID-9: Características técnicas de los cangilones

La selección de los bulones para la sujeción de los cangilones a la banda transportadora se realiza mediante bulones de 3/8 pulgada de diámetro por 1 pulgada de largo (Ref. A09).

REF 70 BOLTS



www.go4b.com

4B TORNILLO REF 70™

DISPONIBLES EN ACERO / ACERO INOX 304

- Acero - ISO grado 5.8 (superior a DIN 15237)
- Cabeza cóncava con 4 picos en la contracara para prevenir la rotación en el apriete.

- Tuerca hexagonal y arandela plana pequeña incluidas.
- Con rosca Whitworth o Métrica.
- Zincado (su propio color bajo pedido)
- El apriete del tornillo depende del tipo de cangilón y del tipo de banda



Ref.	Head Cabeza (Ø mm)	Max. Bolt Torque Par máximo de apriete del tornillo (Nm)	BOLT LENGTH (measured from under the bolt head) LONGITUD DEL TORNILLO (medida desde debajo de la cabeza)									
			Kg/100									
			½"	¾"	1"	1¼"	1½"	1¾"	2"	2½"	2¾"	
			12mm	20mm	25mm	30mm	40mm	45mm	50mm	55mm	65mm	
½" BSW M6	17	5	1.04	1.18	1.24	1.48	1.56	-	-	-	-	
¾" BSW M8	23	10	-	2.08	2.38	2.54	2.90	-	3.24	-	-	
1" BSW M10	27	18	-	-	3.94	4.44	4.80	5.08	5.36	5.50	5.72	
1¼" BSW M12	35	42	-	-	-	7.44	7.78	8.12	8.44	9.08	-	

Las características de la tuerca (Ref.A10) correspondiente a los bulones Ref.A09 se detallan a continuación.

BSW Nylon Insert Self Locking Nut (P-TYPE)
Tuerca BSW autobloc con inserción de Nylon (Tipo-P)



Ref.	Ø	Kg/100
NY1	1/4"	0.44
NY2	5/16"	0.76
NY3	3/8"	0.97
NY4	1/2"	2.72

Las características de las arandelas ovaladas (Ref.A11) correspondientes a los bulones Ref. A09 se detallan a continuación.

4B Arandela grande ovalada



DISPONIBLE EN ACERO/ACERO INOX 304

- Para usar con Ref 70™ bolts en aplicaciones duras
- Dispone de 4 agujeros para ser encajados con los picos de los tornillos, aumentando la eficacia y el agarre
- La cinta debe tener espesor suficiente para coger la arandela y/o los agujeros deben ser concavos
- No recomendados para poleas de diámetro inferior a 500 mm
- Debe instalarse con la parte más larga a lo largo de la anchura de la banda

Ref.	Ø	(mm)	Kg/100
LOW1	1/4"	33/45	1.44
LOW2	5/16"	37/50	2.22
LOW3	3/8"	45/57	2.90
LOW4	1/2"	53/63	3.94

* Available in stainless steel * Disponible en inox

4.2.2 Selección de la banda transportadora

Para realizar la selección de la banda transportadora nos valemos del catálogo “4B Correas elevadoras”, donde seleccionamos una banda para transporte de uso alimenticio, resistente a los aceites y a las grasas. Como se puede observar en la imagen ID-18 se detallan todas sus características.

SBR

Correa laminada de estiramiento reducido para elevadores



Las correas 4B para elevadores son resistentes a los fuertes impactos gracias a su construcción laminada; además, presentan un estiramiento reducido cuando se someten a la tensión de servicio.

La estructura EP consta de un tejido con una urdimbre de poliéster de estiramiento reducido (en sentido longitudinal) y de una trama de poliamida resistente a los impactos (en sentido transversal).

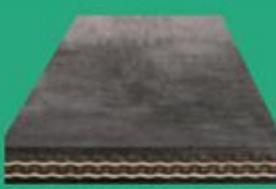
Para lograr el reducido grado de estiramiento de la correa, se realiza un proceso de preensado ya durante la fabricación. Dicho proceso limita el grado máximo de estiramiento de la correa al 1,5 % bajo la fuerza de servicio.

LOW STRETCH ELEVATOR BELTING – ABRASION RESISTANT



Higher Strength Belts - EP1000 - EP2000 kN/m available on request
Correas de mayor resistencia de los tipos EP1000 a EP2000 kN/m disponibles bajo solicitud

CORREAS DE ESTIRAMIENTO REDUCIDO PARA ELEVADORES – RESISTENTES A LA ABRASIÓN



Temperature Range -20°C to +70°C /
Margen de temperaturas: -20°C a +70°C

Type / Tipo		EP500/3 1+1 SBR	EP630/4 1+1 SBR	EP630/4 2+2 SBR	EP800/5 2+2 SBR
Strength per ply Resistencia por cada capa	kN/m	160	160	160	160
Number of plies Número de capas	-	3	4	4	5
Total Tensile Strength Carga total de rotura	kN/m	500	630	630	800
Maximum Working Tension (10:1 Safety Factor) Tensión de servicio máxima (factor de seguridad 10:1)	kN/m	50	63	63	80
Top & Bottom Cover Thickness Grosor de las cubiertas superior e inferior	mm	1.0	1.0	2.0	2.0
Belt Thickness Grosor de la correa	mm	5.0	7.0	8.5	10.0
Weight Peso	kg/m ²	5.5	7.0	9.0	10.0
Minimum Pulley Ø Ø mínimo de la polea	mm	315	500	500	630

Correa laminada de estiramiento reducido para elevadores

Especificaciones Técnicas

Aplicaciones: Para productos sin grasas ni aceites hasta 70°C

Cubiertas: caucho de polibutadieno-estireno (SBR)

Estructura: urdimbre de poliéster y trama con capas de poliamida (EP) separadas por láminas de caucho sintético de SBR con un grosor de 0,3 mm

Margen de temperaturas: de -20°C a +70°C

Normas: fabricada conforme a las normas BS 490, DIN 22102 y DIN 22104

Imagen ID-18: Características técnicas de la banda transportadora

En la tabla ID-10 se detallan las características de las bandas transportadoras seleccionadas para ambos elevadores a cangilones.

Características de la banda transportadora	Elevador N°1	Elevador N°2
Referencia	CA01	IA01
Marca	4b	4b
Modelo	EP 500/3 1+1 SRB	EP 500/3 1+1 SRB
Número de capas	3	3
Resistencia por capa (kN/m)	160	160
Carga total de ruptura (kN/m)	500	500
Máxima tensión de trabajo (kN/m)	50	50
Grosor de la correa (mm)	5	5
Peso (kg/m ²)	5,5	5,5
Diámetro mínimo de polea (mm)	315	315

Tabla ID-10: Características de la banda transportadora.

En la imagen ID-19 se presentan las características técnicas de la grapa, la cual se utiliza para unir la banda transportadora.

GRAPAS

GRAPA GRIPWELL DE 4B GRAPA LIGERA

- Para cintas elevadoras hasta 630kN/m hasta espesor máximo de 7 mm

- Lija entre grapas aserradas para mayor sujeción
- Para uniones más grandes utiliza 2 grapas de la misma longitud por unión Ej: 2 grapas de 150 para banda de 300 mm

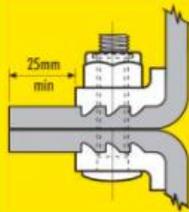
SISTEMA SUPERGRIP

- Fácil de instalar, segmentos de 50 mm
- 4 versiones disponibles para bandas de hasta 1250 kN/m sin límite de espesor

- Cada grapa está compuesta de 2 medias grapas; tornillo de alto tensado y tuerca autobloc
- Para tuercas de nylon, temp. máxima: 80° C, para temperaturas de más de 80° C hay que especificar tuercas Phlidas
- Disponible en acero inoxidable



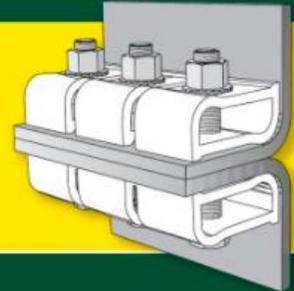
4B GRIPWELL



SUPERGRIP

Example of joint using 3 Supergrips on a belt of 150 to 195mm wide. 25mm minimum belt projection for all sizes.

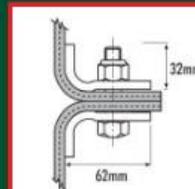
Ejemplo de junta con 3 mordazas tipo Supergrip en una correa con entre 150 y 195 mm de anchura. Proyección mínima de la correa de 25 mm para todos los tamaños.



LIGHT DUTY GRAPA LIGERA

Belt Width Ancho de banda (in) (mm)	Actual Length Longitud actual (mm)	Bolt Holes No. agujeros (mm)	Bolt Ø (mm)	Hole Centres Centros (mm)
8 200	198	6	8	5x34
9 225	223	6	8	5x40
10 250	248	7	8	6x37
11 275	273	7	8	6x41
12 300	299	8	8	7x39

SUPERGRIP SYSTEM SISTEMA SUPERGRIP



Supergrip No.1
Belt Strength - 500kN/m max.
Fuerza de rotura de la banda
Weight Peso - 0.5Kgs
M14 Bolts

Imagen ID-19: Características de la Grapa.

4.2.3 Selección del motor eléctrico

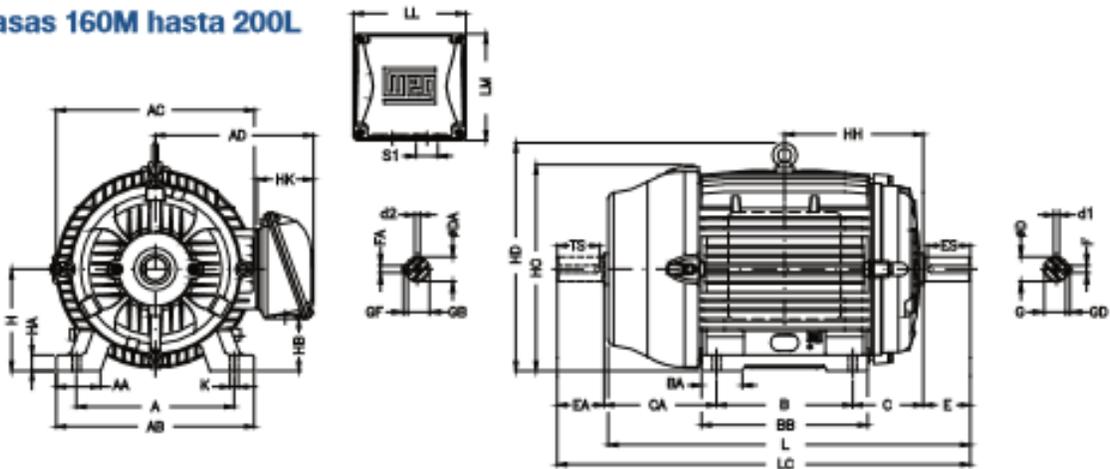
Los motores requeridos para accionar los elevadores a cangilones, fueron seleccionados del catálogo de motores trifásicos WEG, estos mismos poseen las siguientes características:

Características del motor	Elevador N°1	Elevador N°2
Referencia	CA01	IA01
Marca	WEG	WEG
Modelo	W22-IE4	W22-IE4
Potencia (HP)	25	30
Potencia (kw)	18,5	22
Carcasa	L 180 M	L180 L
Velocidad nominal (rpm)	1480	1480
Corriente nominal a 380 V (A)	34,2	41
Par de arranque (TB/Tn)	3,4	3,8
Numero de polo	4	4

Tabla ID-11: Características de los motores eléctricos.

Datos mecánicos

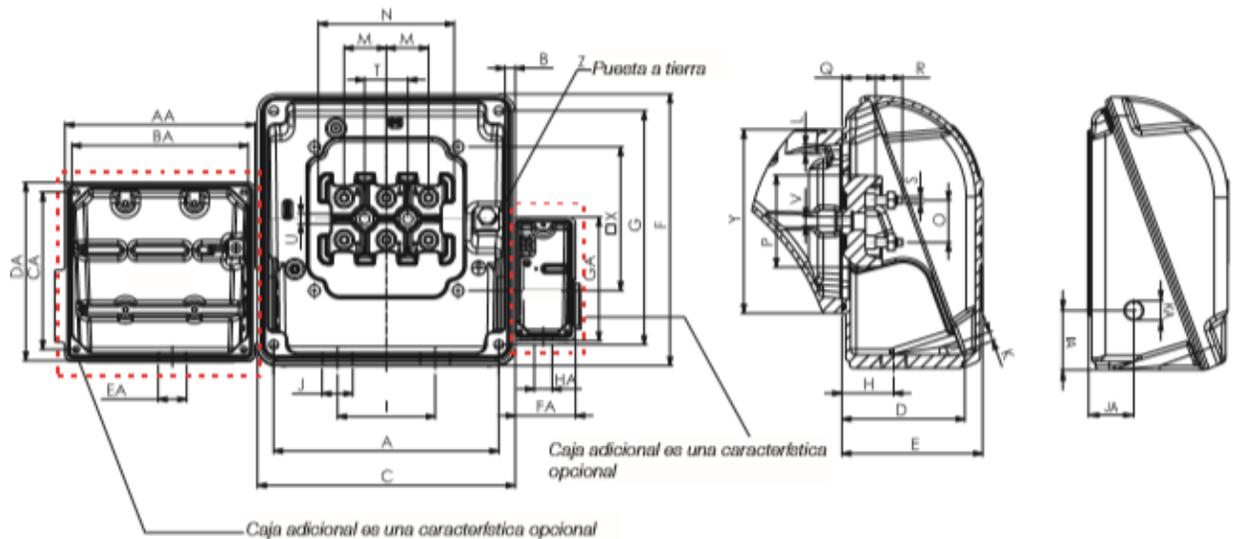
Carcasas 160M hasta 200L



Carcasa	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	BD	C	CA	Punta del eje delantera						Punta del eje trasera												
												D	E	ES	F	G	GD	DA	EA	TS	FA	GB	GF							
160M	254	64	308	329	266	210	63	254	108	174	426	110	80	12	37	426	110	80	12	37	8									
L160L						254		298														486	9	486	14	42.5	9	14	42.5	9
180M						241		294														486	9	486	14	42.5	9	14	42.5	9
L180M	279	78	350	360	281	241	70	294	121	200	486	110	80	14	42.5	486	110	80	14	42.5	9									
180L						279		332														486	9	486	14	42.5	9	14	42.5	9
L180L						279		332														486	9	486	14	42.5	9	14	42.5	9
200M	318	82	385	402	319	267	82	370	133	222	556	110	80	16	49	10	486	110	80	16	49	10								
200L						305		370															556	10	486	16	49	10	16	49

Carcasa	H	HA	HB	HC	HD	HF	HG	HH	HK	LL	LM	K	L	LC	S1	d1	d2	Rodamientos			
																		DE	NDE		
160M	160	22	79	331	374	168	213	235	101	198.5	190	14.5	598	712	2xM40x1,5	DM16	DM16	6309 C3	6209 Z-C3		
L160L													642	756						676	790
180M													241.5	260.5						664	782
L180M	180	28	92	366	413	180	241.5	260.5	119.5	230	220	14.5	706	824	2xM40x1,5	DM16	DM16	6311 C3	6211 Z-C3		
180L							260.5	266.5					706	824						744	862
L180L							260.5	266.5					706	824						744	862
200M	200	30	119	407	464	218	266.5	285.5	119.5	230	220	14.5	729	842	2xM40x1,5	DM16	DM16	6312 C3	6212 Z-C3		
200L							266.5	285.5					729	842						767	880

Datos mecánicos de la caja de conexión



Carcasa	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
112	117	2.5	140	71	80	133	117	36,5	54	2xM32x1,5	M6x1,0	M6x1,0	23	75	23	52	17	16	M5x0,8	23	6,5
132																					
160	175	4	198,5	90	101	190	175	46	84	2xM40x1,5	M8x1,25	M8x1,25	28	90	28	60	21,5	20,5	M6x1,0	28	6,6
180																					
200	204	4,5	230	107	119,5	220	204	59	94				35	112	35	74	24	24	M8x1,25	35	9,5

Carcasa	V	X	Y	Z	AA	BA	CA	DA	EA	FA	GA	HA	IA	JA	KA	Cantidad de conectores			
																Principal	Accesorios	Resistencia de calefacción	
112			107	2-10 mm²													6		
132		70	103																
160				5,2-25 mm²	139	117	117	133	M20x1,5		101.7		47	40			12		
180	M6x1,0	110	140																
200	M6x1,25	120	155	5,2-35 mm²										45					

La sujeción del motor con la base de apoyo para el elevador se realiza mediante bulones (Ref. A12) con un diámetro de 1/2 de pulgadas y un largo de 1 ½



BULON GRADO 5 - ROSCA USS

ALTA RESITENCIA

	DIAMETRO	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
LARGO	1/2	•	•	•							
	5/8	•	•	•							
	3/4	•	•	•	•	•					
	7/8	•	•	•	•	•					
	1	•	•	•	•	•	•	•			
	1 1/4	•	•	•	•	•	•	•	•		
	1 1/2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	1 3/4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



Las características de la tuerca (Ref.A13) correspondiente a los bulones Ref.A12 se detallan a continuación.

TUERCA GRADO 5 - ROSCA USS

DIAMETRO ROSCA	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	R 20	R 18	R 16	R 14	R 13	R 12	R 11	R 10	R 9	R 8
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



4.2.4 Selección del acoplamiento hidráulico

En la imagen ID-20 se observan las características del acoplamiento hidráulico utilizado en ambos elevadores, el mismo se seleccionó del catálogo de la marca Transfluid.

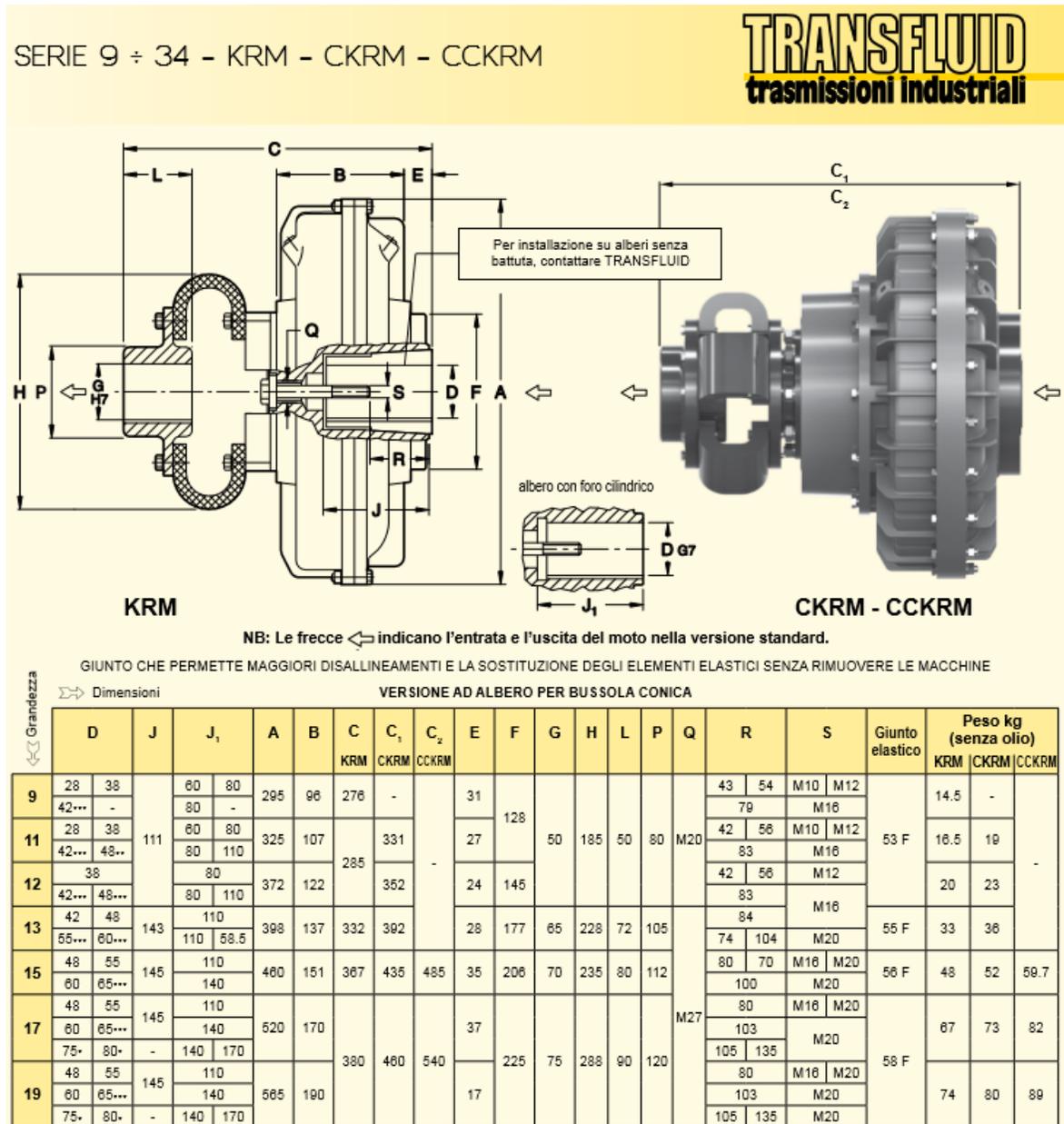


Imagen ID-20: Características del acoplamiento hidráulico

En la tabla ID-12 se ven resumida las características de los acoplamientos hidráulicos seleccionados.

Características del acoplamiento hidráulico	Elevador N°1	Elevador N°2
Referencia	CA01	IA01
Marca	Transfluid	Transfluid
Modelo	12 KRM	12 KRM
Serie	9 % 34-KRM-CKRM-CCKRM	9 % 34-KRM-CKRM-CCKRM

Tabla ID-12: Características de los acoplamientos hidráulicos.

4.2.5 Selección del reductor

Utilizando el catálogo de reductores a Engranajes LENTAX, se determinó el reductor correcto, el mismo se seleccionó siguiendo el esquema de calculo que presenta el catalogo mismo.

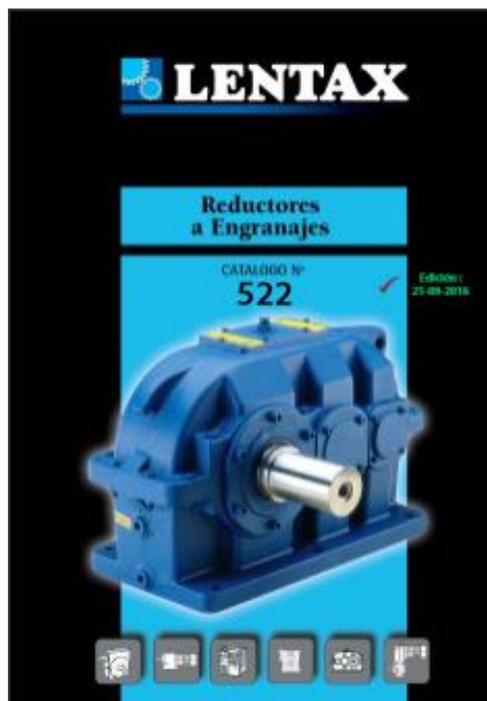


Imagen ID-21: Reductor Lentax 522

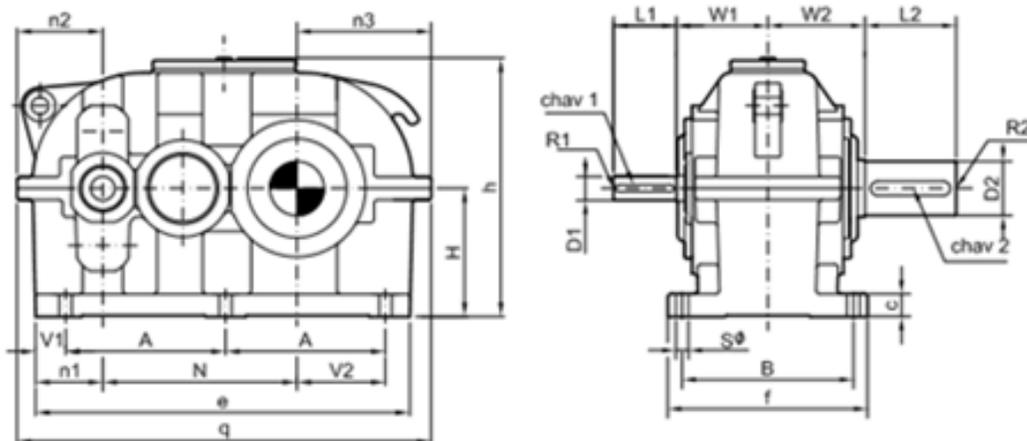
En la tabla ID-13 se ven resumidas las características del reductor seleccionado.

Características del reductor	Elevador N°1	Elevador N°2
Referencia	CA01	IA01
Marca	Lentax	Lentax
Modelo	DP 140	DP 140
Relación de transmisión	10	10
Velocidad de entrada (rpm)	1500	1500
Velocidad de salida (rpm)	142	142
Potencia eficaz de salida (kw)	17,4	20,7

Tabla ID-13: Características técnicas de los reductores.

A continuación se pueden observar unas imágenes esquemáticas del reductor, obtenidas a partir del catálogo utilizado, donde se muestra la potencia nominal para el modelo elegido, según la relación de reducción que presente.

TABLA DE MEDIDAS - SERIE DP
OVERALL DIMENSIONS - TYPE DP

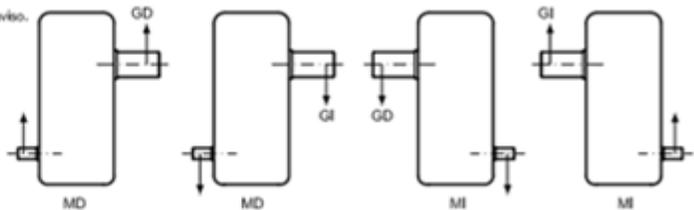


Modelo		D1ø	L1	chav 1	R1	D2ø	L2	chav 2	R2	H	N	A	B	Sø
Model		keway 1				keway 2								
DP 125	mm	24	50	8x7	M8	55	90	16x10	M20	140	215	180	200	14
	inch	0.875	2	3/16 x 3/32	UNC 5/16"	2.250	3 1/2	1/2 x 1/4	UNC 3/4"	5.512	8.465	7 3/32	7 7/8	9/16
DP 140	mm	28	60	8x7	M10	65	105	18x11	M20	160	240	200	210	14
	inch	1.125	2 3/8	1/4 x 1/8	UNC 3/8"	2.625	4 1/8	5/8 x 5/16	UNC 3/4"	6.299	9.449	7 7/8	8 9/32	9/16
DP 160	mm	32	80	10x8	M12	75	120	20x12	M20	180	272	225	245	18
	inch	1.25	3 1/4	1/4 x 1/8	UNC 1/2"	3.000	4 3/4	3/4 x 3/8	UNC 3/4"	7.087	10.709	8 7/8	9 21/32	23/32
DP 180	mm	38	80	10x8	M12	85	140	22x14	M20	200	305	250	275	18
	inch	1.500	3 1/4	3/8 x 3/16	UNC 1/2"	3.375	5 1/2	7/8 x 7/16	UNC 3/4"	7.874	12.008	9 27/32	10 13/16	23/32
DP 200	mm	42	110	12x8	M16	95	160	25x14	M24	225	340	280	300	22
	inch	1.625	4 1/4	3/8 x 3/16	UNC 5/8"	3.750	6 1/4	7/8 x 7/16	UNC 1"	8.858	13.386	11 1/32	11 13/16	7/8
DP 225	mm	48	110	14x9	M16	100	180	28x16	M24	250	385	310	335	22
	inch	1.875	4 1/4	1/2 x 1/4	UNC 5/8"	4	7	1 x 1/2	UNC 1"	9.843	15.157	12 7/32	13 3/16	7/8
DP 250	mm	48	110	14x9	M16	110	180	28x16	M24	280	430	350	380	28
	inch	1.875	4 1/4	1/2 x 1/4	UNC 5/8"	4.375	7	1 x 1/2	UNC 1"	11.024	16.929	13 25/32	14 31/32	1 1/8
DP 280	mm	55	110	16x10	M20	130	210	32x18	M24	315	480	380	430	28
	inch	2.125	4 1/4	1/2 x 1/4	UNC 3/4"	5	8.25	1 1/4 x 5/8	UNC 1"	12.402	18.898	14 31/32	16 15/16	1 1/8
DP 320	mm	75	140	20x12	M20	140	240	36x20	M24	355	545	430	520	34
	inch	3.000	5 1/2	3/4 x 3/8	UNC 3/4"	5.5	9.5	1 1/4 x 5/8	UNC 1"	13.976	21.457	16 15/16	20 1/2	1 11/32

Modelo		V1	V2	W1	W2	n1	n2	n3	e	f	c	h	q	Peso kg	aceite	
Model															Weight lb	oil fl.oz
DP 125	mm	25	100	105	112	70	97.5	152.5	410	235	25	305	465	78	3.5	
	inch	1	3 15/16	4 1/8	4 13/32	2 3/4	3 27/32	6	16 3/16	9 1/4	1	12	18 5/16	172	121	
DP 140	mm	30	112.5	125	125	85	110	170	460	245	25	350	520	110	5	
	inch	1 3/16	4 15/32	4 15/16	4 15/16	3 3/8	4 3/8	6 11/16	18 1/8	9 5/8	1	13 3/4	20 1/2	243	172	
DP 160	mm	37.5	120	130	140	90	125	189	525	290	32	390	595	150	7	
	inch	1 1/2	4 3/4	5 1/8	5 1/2	3 3/4	4 15/16	7 13/32	20 3/4	11 7/16	1 1/4	15 3/8	23 1/16	331	241	
DP 180	mm	40	135	145	155	100	135	210	580	320	35	430	650	205	9	
	inch	1 9/16	5 5/16	5 11/16	6 1/8	3 15/16	5 1/4	8 5/16	22 13/16	12 5/8	1 3/8	17	25 9/16	452	310	
DP 200	mm	52.5	155	160	170	117.5	150	235	655	350	40	480	725	285	13	
	inch	2 1/16	6 1/8	6 5/16	6 11/16	4 5/8	5 7/8	9 5/16	25 13/16	13 3/4	1 9/16	18 7/8	28 9/16	628	448	
DP 225	mm	62.5	165	175	190	132.5	175	260	735	390	40	525	820	385	19	
	inch	2 15/32	6 1/2	6 7/8	7 1/2	5 1/4	6 29/32	10 1/4	28 15/16	15 3/8	1 9/16	20 3/4	32 5/16	849	655	
DP 250	mm	60	190	200	215	140	190	290	810	440	50	585	910	530	25	
	inch	2 3/8	7 1/2	7 7/8	8 15/32	5 1/2	7 1/2	11 7/16	31 15/16	17 3/8	2	23	35 7/8	1168	862	
DP 280	mm	75	205	225	240	150	210	330	900	500	50	660	1020	740	36	
	inch	2 31/32	8 1/16	8 7/8	9 7/16	5 15/16	8 9/32	13	35 7/16	19 3/4	2	26	40 3/16	1631	1241	
DP 320	mm	85	225	275	290	175	270	365	1030	600	63	730	1180	1165	56	
	inch	3 11/32	8 7/8	10 13/16	11 7/16	6 7/8	10 5/8	14 3/8	40 9/16	23 5/8	2 1/2	28 3/4	46 1/2	2568	1931	

NOTA: Las medidas son de carácter informativo y pueden modificarse sin previo aviso.

MD: MONTAJE DERECHO
 MD: RIGHT MOUNTING
 ME: MONTAJE IZQUIERDO
 ME: LEFT MOUNTING
 GD: GIRO DERECHO
 GD: CLOCKWISE ROTATION
 GI: GIRO IZQUIERDO
 GI: COUNTERCLOCKWISE ROTATION



La sujeción del reductor con la base de apoyo se realiza mediante bulones (Ref. A14) con un diámetro de 9/16 de pulgadas y un largo de 1 ½



BULON GRADO 5 - ROSCA USS

ALTA RESISTENCIA

	DIAMETRO	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
LARGO	1/2	•	•	•							
	5/8	•	•	•							
	3/4	•	•	•	•	•					
	7/8	•	•	•	•	•					
	1	•	•	•	•	•	•	•			
	1 1/4	•	•	•	•	•	•	•	•		
	1 1/2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	1 3/4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



Las características de la tuerca (Ref.A15) correspondiente a los bulones Ref.A14 se detallan a continuación.

TUERCA GRADO 5 - ROSCA USS

DIAMETRO ROSCA	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	R 20	R 18	R 16	R 14	R 13	R 12	R 11	R 10	R 9	R 8
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



4.3 Selección de la cinta Transportadora

A continuación se realizara la selección de los elementos de las cintas transportadoras que se utilizan para realizar la descarga de los silos de 1000 toneladas.

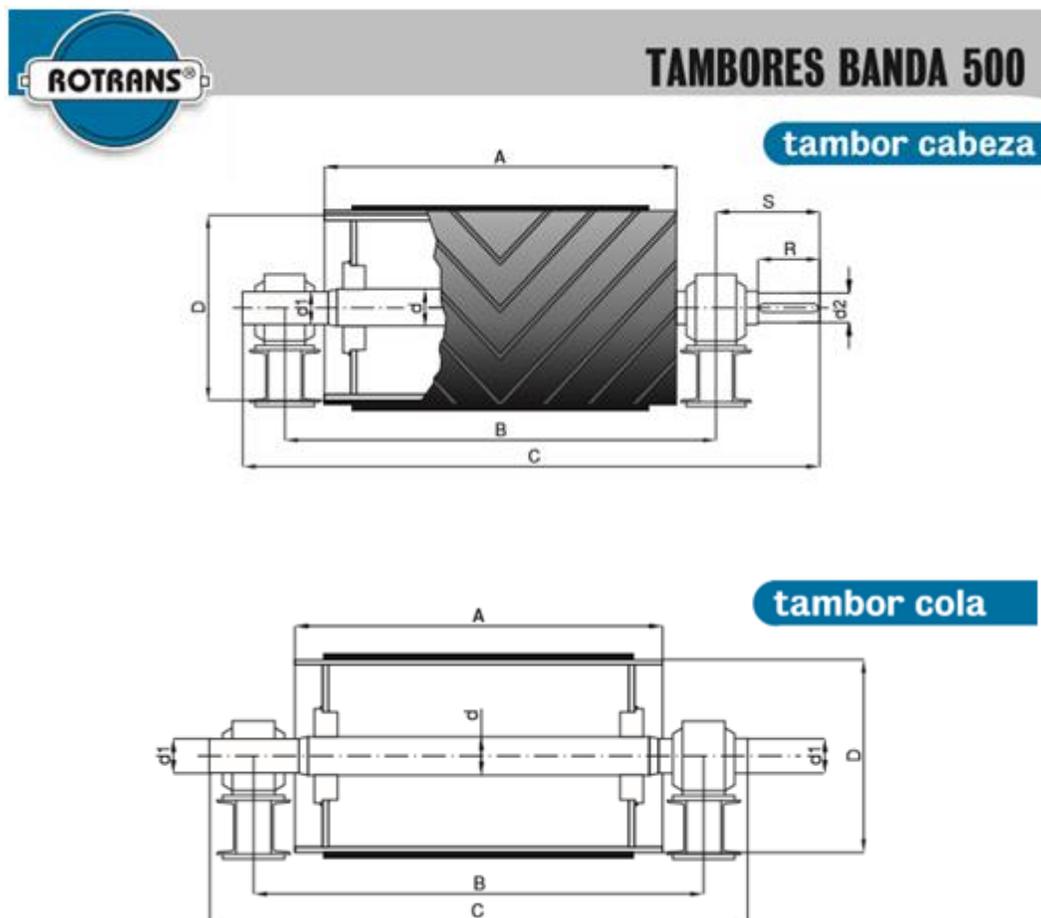
4.3.1 Selección de los tambores (Ref. OA01)

Seleccionamos del catálogo Rotrans los tambores fabricados en tubos sin costura, para una banda de 500, tanto para el tambor cabeza como para el de cola, cuyo diámetro seleccionado es de 216 mm.

En la tabla ID-14 se ven detalladas las características de ambos tambores.

Características de los tambores	Tambor Cabeza	Tambor Cola
Referencia	OA01	OA01
Marca	Rotrans	Rotrans
Modelo	Banda 500	Banda 500
Diámetro (mm)	216	216
Diámetro del eje (mm)	50	50
Material del eje	Acero SAE 1045	Acero SAE 1045

Tabla ID-14: Características técnicas de os tambores.



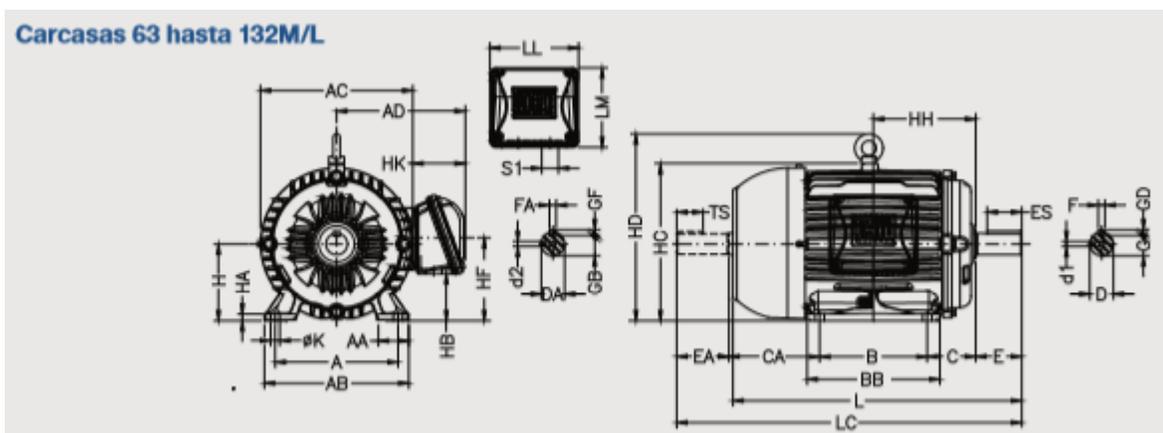
4.3.2 Selección del motor

El motor requerido para las cintas transportadoras para los dos silos de 1000 toneladas, fueron seleccionados del catálogo de motores trifásicos WEG, estos poseen las siguientes características:

Características del motor	Motor de la cinta del silo 5	Motor de la cinta del silo 6
Referencia	OA01	OA01
Marca	WEG	WEG
Modelo	W22-IE3	W22-IE3
Potencia (HP)	7,5	7,5
Potencia (kw)	5,5	5,5
Carcasa	132 S	132 S
Velocidad nominal (rpm)	1465	1465
Corriente nominal a 380 V (A)	10,3	10,3
Par de arranque (TB/Tn)	3,4	3,4
Numero de polos	4	4

Tabla ID-15: Características de los motores

Datos mecánicos de los motores



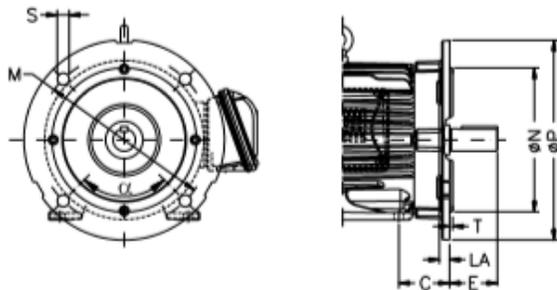
Carcasa	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	BD	C	CA	Punta del eje delantera					Punta del eje trasera																											
												D	E	ES	F	G	GD	DA	EA	TS	FA	GB	GF																					
90	125	30.5	149	159	140	100		125.5		50	93	19.5	40	28	6	15.5	6	14.5	30	18	5	11	5																					
L80																								140	37	164	184	159	125	131	56	135	24.5	50	36	8	20	7	16.5	40	28	6	18.5	6
90S																																												
L90S	140	37	164	184	159	125	156	173	63	118	28.5	60	45	8	24	7	22.5	50	36	6	18.5	6																						
90L																																												
L90L	160	40	188	206	169	140		177		70	128	28.5	60	45	8	24	7	24.5	50	36	6	18.5	6																					
L100																																												
L112M																																												
L112M	190	40.5	220	227	192	140																																						

Carcasa	H	HA	HB	HC	HD	HF	HG	HH	HK	LL	LM	K	L	LC	S1	d1	d2	Rodamientos			
																		DE	NDE		
90S	90	9	45	182	182.4	90		106	67	115	104	10	304	350	2xM25x1,5	DM8	DM6	6205 ZZ	6204 ZZ		
L90S																				334.5	381
90L																					
L90L																				360	406
L100	100	10	61.5	205	244	106.4	133					376	431		DM10	DM8	6206 ZZ	6205 ZZ			
L100L																			418	475	
L112M																					394
L112M	112		54.5	226	280	112	140					423	478			6207 ZZ	6206 ZZ				

Bridas de conexión

La conexión entre el motor y el reductor se realiza mediante bridas “FF” (Ref. A04), cuyas características se detallan a continuación:

Brida “FF”



Carcasa	Brida	LA	M	N	P	S	T	α	N° de agujeros
63	FF-115	5.5	115	95	140	10	3	45°	4
71	FF-130	7	130	110	160		3.5		
80	FF-165	9	165	130	200	12			
90		10							
100	FF-215	12.5	215	180	250	15	4		
112									
132	FF-265	12	265	230	300	19	5	22°30'	8
160	FF-300	18	300	250	350				
180			350	300	400				
200	FF-350		400	350	450				
225	FF-400								
250	FF-500		500	450	550				
280									
315	FF-600	22	600	550	660	24	6		
355	FF-740		740	680	800				

La unión de las bridas tanto del motor como del reductor se realiza mediante bulones (Ref. A05) con un diámetro de 5/8 de pulgadas y un largo de 1 ¼



BULON GRADO 5 - ROSCA USS

ALTA RESITENCIA

DIAMETRO	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
LARGO										
1/2	•	•	•							
5/8	•	•	•							
3/4	•	•	•	•	•					
7/8	•	•	•	•	•					
1	•	•	•	•	•	•	•			
1 1/4	•	•	•	•	•	•	•	•		
1 1/2	•	•	•	•	•	•	•	•		



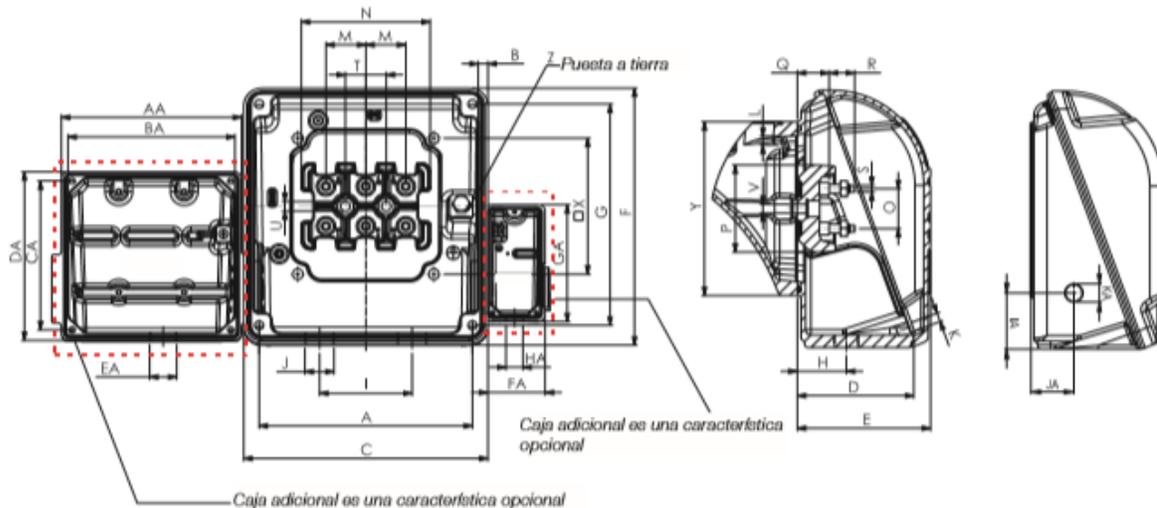
Las características de la tuerca (Ref.A06) correspondiente a los bulones Ref.A05 se detallan a continuación.

TUERCA GRADO 5 - ROSCA USS

DIAMETRO ROSCA	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	R 20	R 18	R 16	R 14	R 13	R 12	R 11	R 10	R 9	R 8
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



Datos mecánicos de la caja de conexión



Carcasa	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
63																					
71	90	3.5	108,5	51,5	59	99	85	27		2xM20x1,5	M5x0,8	M5x0,8	16	53	16	35	13,5	12	M4x0,7	20	5,8
80									42												
90										2xM25x1,5											
100	98	3	115	59,5	67	104	91	31													
112										2xM32x1,5	M6x1,0	M6x1,0	23	75	23	52	17	16	M5x0,8	23	6,5
132	117	2.5	140	71	80	133	117	36,5	54												

Carcasa	V	X	Y	Z	AA	BA	CA	DA	EA	FA	GA	HA	IA	JA	KA	Cantidad de conectores					
																Principal	Accesorios	Resistencia de calefacción			
63			77																		
71			78																		
80		56	81	0,5-6 mm ²																	
90	M5x0,8		77		109	90	85	98		-	-	-	-	-	-			4		16	-
100			81																		
112			107																		
132		70	103	2-10 mm ²														6			

4.3.3 Selección de reductor

Utilizando el catálogo de reductores a Engranajes LENTAX, se determinó el reductor correcto, el mismo se seleccionó siguiendo el esquema de calculo que presenta el catalogo mismo.

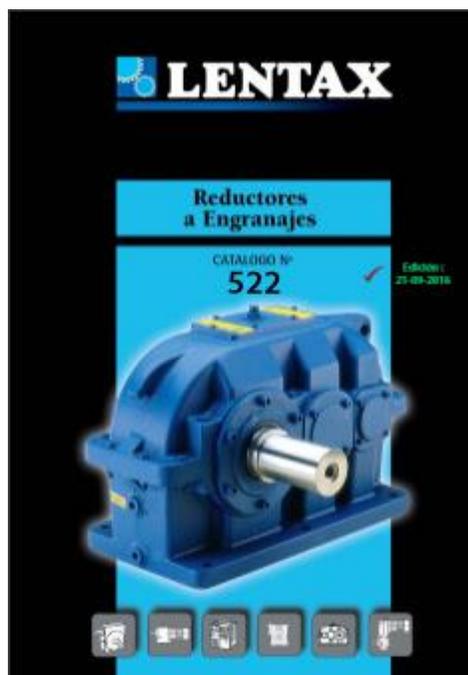


Imagen ID-21: Reductor Lentax 522

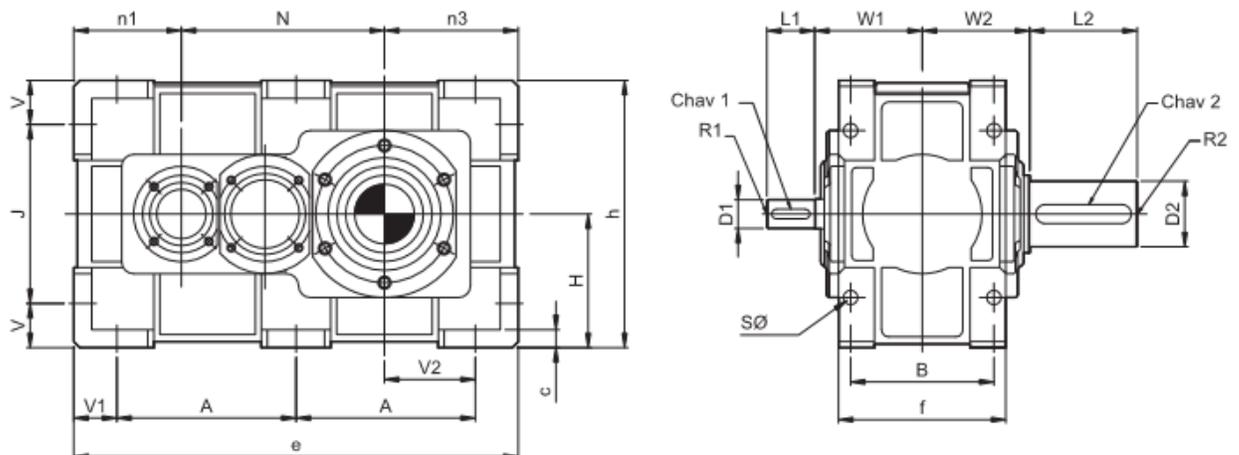
En la tabla ID-16 se ven resumidas las características del reductor seleccionado.

Características del reductor	Cinta del silo 5	Cinta del silo 6
Referencia	AO01	AO01
Marca	Lentax	Lentax
Modelo	DP 100	DP 100
Relación de transmisión	10	10
Velocidad de entrada (rpm)	1500	1500
Velocidad de salida (rpm)	228,57	228,57
Potencia eficaz de salida (kw)	2,94	2,94

Tabla ID-16: Características de los reductores

A continuación se pueden observar imágenes esquemáticas del reductor, obtenidas a partir del catálogo utilizado, donde se muestra la potencia nominal para el modelo elegido, según la relación de reducción que presente.

TABLA DE MEDIDAS - SERIE DP100 y DP100-Hu
OVERALL DIMENSIONS - TYPE DP100 y DP100-Hu



Modelo		D1a	L1	chav 1	R1	D2a	L2	chav 2	R2	D3a	D3a	N	A	B	J
Model				keyway 1				keyway 2		min	max				
DP 100	mm	24	50	8x7	M8	55	90	16x10	M20	30	48	170	150	120	150
	inch	0.875	2	3/16 x 3/32	UNC 5/16"	2.250	3 1/2	1/2 x 1/4	UNC 3/4"	1.181	1.890	6.693	5 29/32	4 23/32	5 29/32

Modelo		Se	V	V1	V2	H	W1	W2	W3	h	n1	n3	e	f	c	Peso kg	aceite lts
Model																Weight lb	oil fl.oz
DP 100	mm	12	37	36	76	112	90	90	90	224	90	112	372	140	15	40	1.9
	inch	1/2	1 15/32	1 13/32	3	4.409	3 17/32	3 17/32	3 17/32	8 13/16	3 1/2	4 13/32	14 21/32	5 1/2	9/16	88	66

La sujeción del reductor con la base de apoyo se realiza mediante bulones (Ref. A14) con un diámetro de 9/16 de pulgadas y un largo de 1 ½



BULON GRADO 5 - ROSCA USS

ALTA RESISTENCIA

	DIAMETRO	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
LARGO	1/2	•	•	•							
5/8	•	•	•								
3/4	•	•	•	•	•	•					
7/8	•	•	•	•	•	•					
1	•	•	•	•	•	•	•	•			
1 1/4	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
1 1/2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
1 3/4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



Las características de la tuerca (Ref.A15) correspondiente a los bulones Ref.A14 se detallan a continuación.

TUERCA GRADO 5 - ROSCA USS

DIAMETRO ROSCA	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	R 20	R 18	R 16	R 14	R 13	R 12	R 11	R 10	R 9	R 8
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



4.3.4 Selección de la correa para cintas transportadoras

Utilizamos el catálogo Dunlop para Correas de Cintas Transportadoras, se seleccionó un modelo Grifer S 12 el material de construcción de caucho, de esta forma le otorga una buena resistencia a la abrasión y al corte, así como una excelente resistencia a la tracción y óptimo alargamiento. A su vez, este modelo cuenta con armaduras textiles de Nylon- Nylon o Polyester- Nylon. Como se puede observar en la imagen ID-22 se ve remarcado el modelo seleccionado y sus características.



Modelo Model	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	P mm	H mm
a	700/1000	670	217	480	36	338	12
b	400/600	365	114	280	31	199	12

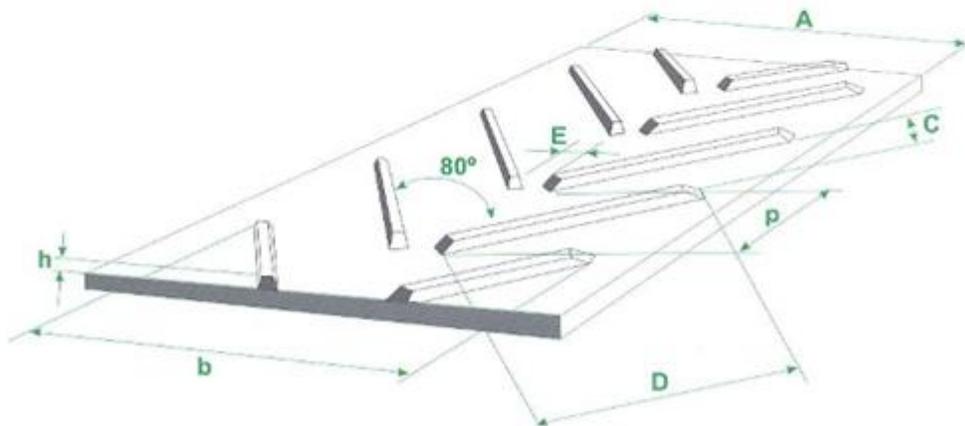


Imagen ID-22: Características de la correa

4.3.5 Selección de rodillos

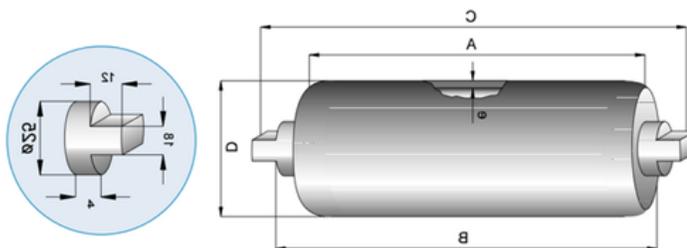
Del fabricante Rotrans se seleccionó un rodillo de la serie "M", el cual está fabricado con tubo, eje y soportes de acero, un sistema de estanqueidad de doble retén y laberinto, que impide la penetración de cualquier elemento contaminante al rodamiento.

Los rodillos son construidos con tubos de acero soldado, de calidad St 37.2 o superior, de acuerdo a las Normas DIN 17100 e ISO 1129.

En la serie “M” los soportes son fabricados en chapa de acero, por estampación profunda con tolerancias ISO N7, para el ajuste externo del rodamiento.

Los ejes son de acero, con resistencia a la tracción superior a 50 Kg/mm², rectificadas y biselados en los extremos, con tolerancia ISO js6 en la zona de contacto con los rodamientos.

Todos los rodillos contienen rodamientos rígidos de bolas de primeras marcas, engrasados “de por vida”, y de las series: 6.204.



En la tabla ID-17 se detalla las características físicas de los rodillos seleccionados.

Características de los rodillos	
Marca	Rotrans
Serie	M / S - 20
Diámetro de rodillo (mm)	63,5
Longitud de rodillo (mm)	600
Capacidad de carga máxima (kg)	136
Diámetro del eje (mm)	20
Velocidad de rotación (rpm)	451

Tabla ID-17: Características de los rodillos

4.4 Selección de los Redlers

La planta de acopio consta de dos Redlers de transporte, el Redler N°1 se encarga de transportar el grano desde la salida de la secadora hasta el elevador a cangilones N°2, para luego ser almacenado. El Redler N°2 se encarga de transportar el cereal desde la

descarga de los silos de 1000 toneladas hasta elevador N°2, para su posterior descarga.

4.4.1 Selección de la cadena (Ref. HA01, PA01)

En la imagen ID-23 se ven las dimensiones físicas de la cadena seleccionada. Se utilizó el fabricante de cadena Metalmax

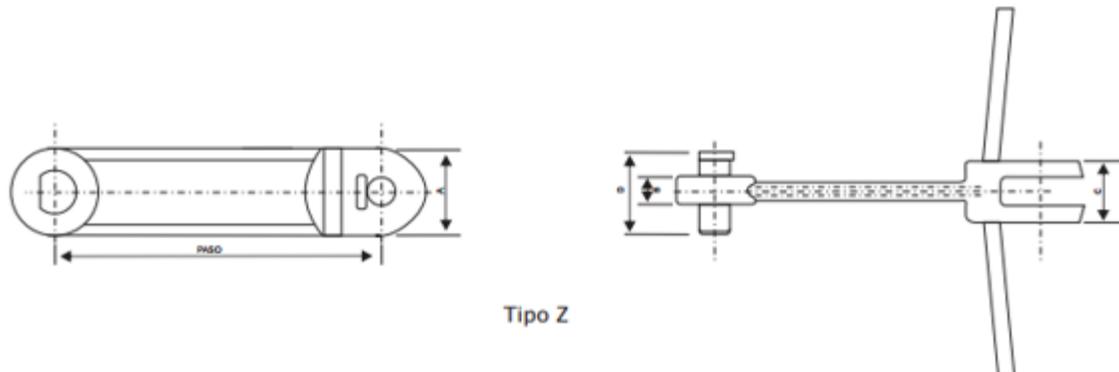


Imagen ID-23: Características de la cadena

En la tabla ID-18 se ven resumidas las características de los Redlers seleccionados, utilizando para ellos el catálogo de cadena Metalmax.

Característica de la cadena	Redlers N°1	Redlers N°2
Referencia	HA01	PA01
Cadena	Tipo z	Tipo z
Número de cadena	M 102	M 102
Paso (mm)	101,6	101,6
Diámetro de rodillo (mm)	40	40
Carga de rotura (kg)	14000	14000
Peso por metro (qc) (kg)	5	5
Número de eslabones por metro	10	10

Tabla ID-18: Características de las cadenas

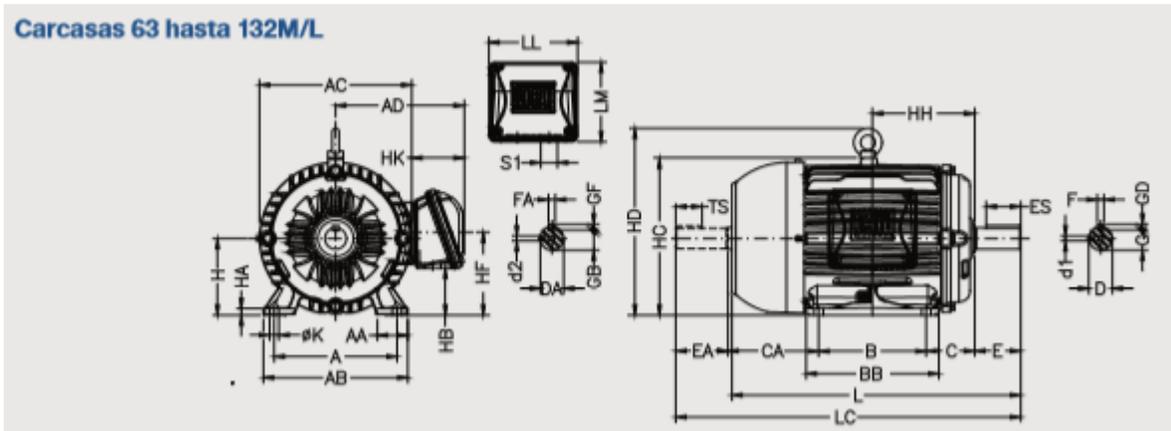
4.4.2 Selección del motor

Los motores requeridos para los transportes por Redlers, fueron seleccionados del catálogo de motores trifásicos WEG, estos poseen las siguientes características:

Características del motor	Motor de Redlers N°1	Motor de Redlers N°2
Referencia	HA01	PA01
Marca	WEG	WEG
Modelo	W22-IE3	W22-IE3
Potencia (HP)	4	4
Potencia (kw)	3	3
Carcasa	L 100 L	L 100 L
Velocidad nominal (rpm)	1440	1440
Corriente nominal a 380 V (A)	6,15	6,15
Par de arranque (TB/Tn)	3,7	3,7
Numero de polo	4	4

Tabla ID-19: Características de los motores.

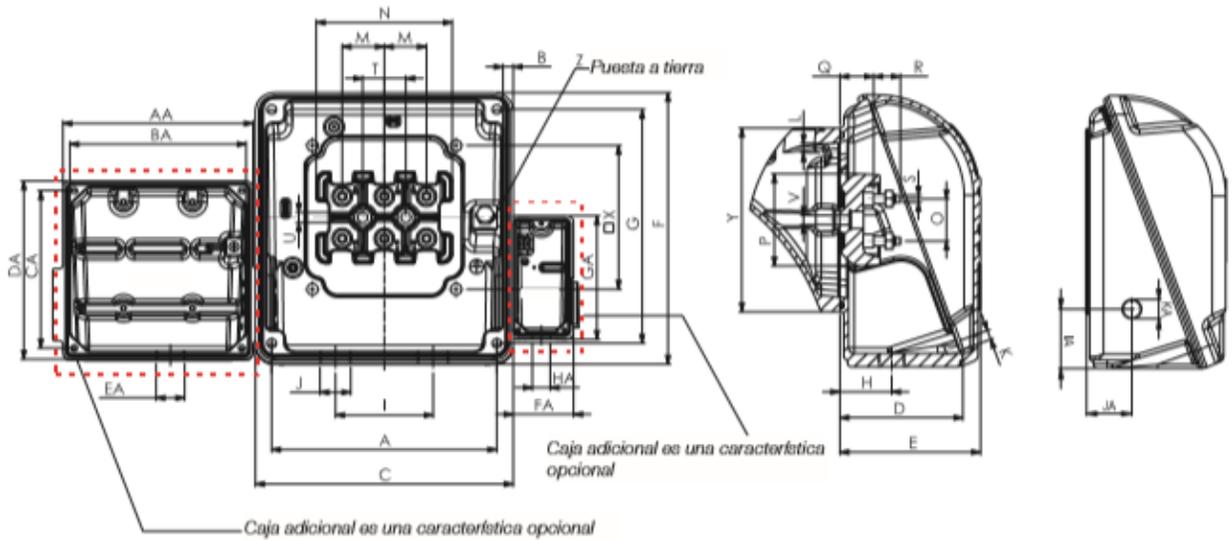
Datos mecánicos de los motores



Carcasa	A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	BD	C	CA	Punta del eje delantera						Punta del eje trasera					
												D	E	ES	F	G	GD	DA	EA	TS	FA	GB	GF
80	125	30.5	149	159	140	100		125.5		50	93	19½	40	28	6	15.5	6	14½	30	18	5	11	5
L80											142												
90S																							
L90S	140	37	164	184	159	125		131		56	135	24½	50	36	20	7	16½	40	28	5	13	5	
90L																							
L90L																							
100L	160	40	188	206	169	140		173		63	118	28½	60	45	24	7	22½	50	36	6	18.5	6	
L100L											162												
L112M																							
L112M	190	40.5	220	227	192	140		177		70	128	28½	60	45	24	7	24½	50	36	6	18.5	6	
L112M											158												

Carcasa	H	HA	HB	HC	HD	HF	HG	HH	HK	LL	LM	K	L	LC	S1	d1	d2	Rodamientos					
																		DE	NDE				
90S	90	9	45	182	182.4	90									2xM25x1,5	DM8	DM6	6205 ZZ	6204 ZZ				
L90S																							
90L																							
L90L																							
100	100	10	61.5	205	244	106.4														6206 ZZ	6205 ZZ		
L100L																							
L112M																							
L112M	112		54.5	226	280	112																6207 ZZ	6206 ZZ

Datos mecánicos de la caja de conexión



Carcasa	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
63																					
71	90	3.5	108,5	51,5	59	99	85	27		2xM20x1,5	M5x0,8	M5x0,8	16	53	16	35	13,5	12	M4x0,7	20	5,8
80									42		M5x0,8										
90	98	3	115	59,5	67	104	91	31		2xM25x1,5											
100																					
112	117	2.5	140	71	80	133	117	36,5	54	2xM32x1,5	M6x1,0	M6x1,0	23	75	23	52	17	16	M5x0,8	23	6,5
132																					

Carcasa	V	X	Y	Z	AA	BA	CA	DA	EA	FA	GA	HA	IA	JA	KA	Cantidad de conectores					
																Principal	Accesorios	Resistencia de calefacción			
63																					
71																					
80	M5x0,8	56	77	0,5-6 mm²	109	90	85	98									4	16			
90			81																		
100			77																		
112			81																		
132		70	107	2-10 mm²													6				

La sujeción del motor con la base de apoyo del Redler se realiza mediante bulones (Ref. A16) con un diámetro de 7/16 de pulgadas y un largo de 1 pulgadas.



BULON GRADO 5 - ROSCA USS

ALTA RESITENCIA

	DIAMETRO	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
LARGO	1/2	•	•	•							
	5/8	•	•	•							
	3/4	•	•	•	•	•					
	7/8	•	•	•	•	•					
	1	•	•	•	•	•	•	•			
	1 1/4	•	•	•	•	•	•	•	•		



Las características de la tuerca (Ref.A17) correspondiente a los bulones Ref.A16 se detallan a continuación.

TUERCA GRADO 5 - ROSCA USS

DIAMETRO ROSCA	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
	R 20	R 18	R 16	R 14	R 13	R 12	R 11	R 10	R 9	R 8
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

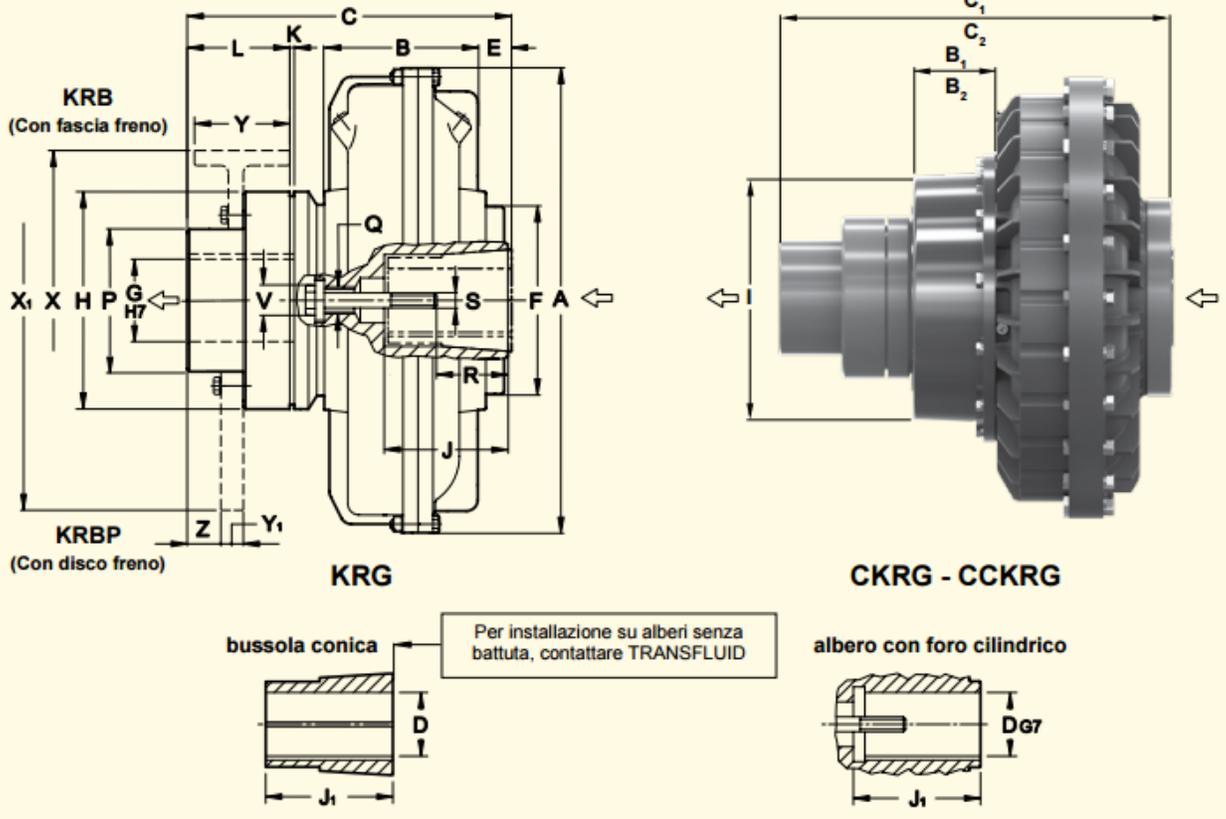


4.4.3 Selección del acoplamiento hidráulico

En la imagen ID-24 se observan las características del acoplamiento hidráulico utilizado en ambos Redlers, el mismo se seleccionó del catálogo de la marca Transfluid.

SERIE 7 ÷ 19 - KRG - KRB - KRBP - CK... - CCK...

9. DIMENSIONI



DIMENSIONI NON IMPEGNATIVE

Grandezza	Dimensioni																				Giunto allineam	Fascia freno X - Y	Disco freno X ₁ - Y ₁	Peso kg (senza olio)			Oil max (l)					
	D	J	J ₁	A	B _{ML}	B _{OKL}	B _{OKR}	C _{KRG}	C _{CKRG}	C _{CCKRG}	E	F	G _{max}	H	I	K	L	P	Q	R				S	V	Z	KRG	CKRG	CCKRG	KRG	CKRG	CCKRG
7	19	24	40 50	228	77			189			22	114	42	110			60	70	M12	27	35	M6	M8	21	BT 10	160 - 60		8.3		0.92		
	28	69																		40	M10											
8	24	28	50	256	91			194			18									36	M8	27	BT 10	160 - 60		8.7		1.5				
	28		60																	41	M10											
9	28	38	60 80	295	96			246			31	128								43	54	M10	M12	27	BT 20	160 - 60 200 - 75	on request	16		1.95		
	42	48	80																	110	79	M16										
11	28	38	60 80	325	107	68.5		301			27	55	132	195			85	M20		42	56	M10	M12	27	BT 20	160 - 60 200 - 75		18	20.5	2.75	3.35	
	42	48	80																	110	83	M16										
12	28	38	60 80	372	122		255	322			24	145								42	56	M10	M12	27	BT 20	160 - 60 200 - 75		21.5	24.5	4.1	4.8	
	42	48	80																	110	83	M16										

Imagen ID-24: Características del acoplamiento Hidráulico.

En la tabla ID-20 se ven resumida las características de los acoplamientos hidráulicos seleccionados.

Características del acoplamiento hidráulico	Redlers N°1	Redlers N°2
Referencia	HA01	PA01
Marca	Transfluid	Transfluid
Modelo	8 KRG	8 KRG
Serie	7 % 19-KRG	7 % 19-KRG

Tabla ID-20: Características del acoplamiento hidráulico.

4.4.4 Selección del reductor

Utilizando el catálogo de reductores a Engranajes LENTAX, se determinó el reductor correcto, el mismo se seleccionó siguiendo el esquema de calculo que presenta el catalogo mismo.

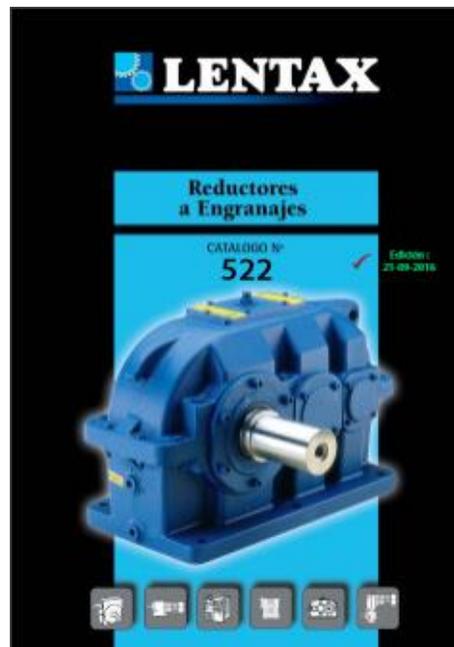


Imagen ID-21: Reductor Lentax

En la tabla ID-21 se ven resumidas las características del reductor seleccionado para ambos Redlers.

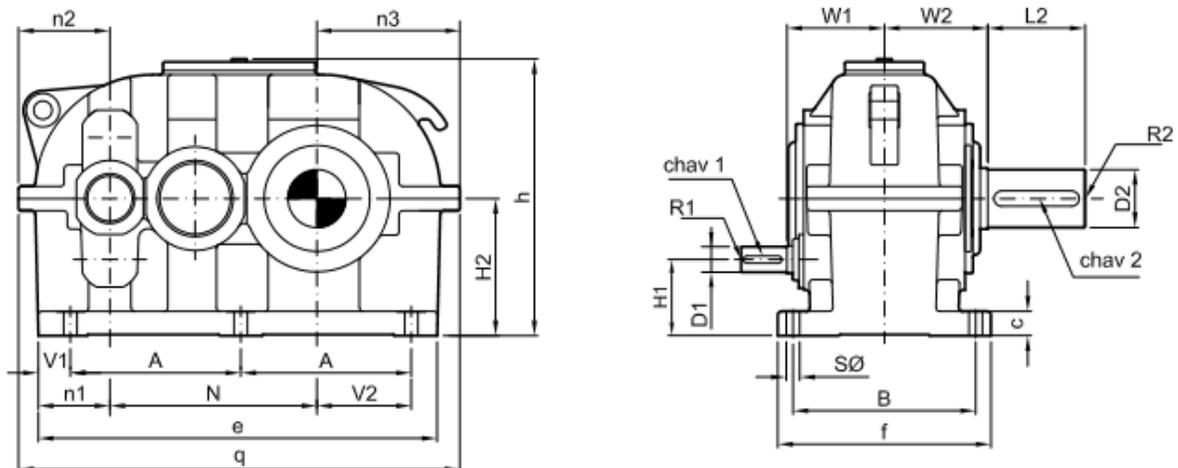
Preparó: Jesús Martínez, Miguel Volker	Revisó:	Aprobó:	Página 64 de 73
--	---------	---------	-----------------

Características del reductor	Redlers N°1	Redlers N°2
Referencia	HA01	PA01
Marca	Lentax	Lentax
Modelo	TP 160	TP 160
Relación de transmisión	100	100
Velocidad de salida (rpm)	13,82	13,92
Potencia eficaz de salida (kw)	2,82	3,76

Tabla ID-21: Características de los reductores.

A continuación se pueden observar unas imágenes esquemáticas del reductor, obtenidas a partir del catálogo utilizado, donde se muestra la potencia nominal para el modelo elegido, según la relación de reducción que presente.

TABLA DE MEDIDAS - SERIE TP
OVERALL DIMENSIONS - TYPE TP



Modelo		D1ø	L1	chav 1	R1	D2ø	L2	chav 2	R2	H1	H2	N	A	B	Sø
Model				Keway 1				Keway 2							
TP 160	mm	24	50	8x7	M8	75	120	20x12	M20	100	180	272	225	245	18
	inch	0.875	2	3/16 x 3/32	UNC 5/16"	3.000	4 3/4	3/4 x 3/8	UNC 3/4"	3.937	7.087	10.709	8 7/8	9 21/32	23/32
TP 180	mm	28	60	8x7	M10	85	140	22x14	M20	110	200	305	250	275	18
	inch	1.125	2 3/8	1/4 x 1/8	UNC 3/8"	3.375	5 1/2	7/8 x 7/16	UNC 3/4"	4.331	7.874	12.008	9 27/32	10 13/16	23/32
TP 200	mm	32	80	10x8	M12	95	180	25x14	M24	125	225	340	280	300	22
	inch	1.25	3 1/4	1/4 x 1/8	UNC 1/2"	3.750	6 1/4	7/8 x 7/16	UNC 1"	4.921	8.858	13.386	11 1/32	11 13/16	7/8
TP 225	mm	38	80	10x8	M12	100	180	28x16	M24	138	250	385	310	335	22
	inch	1.500	3 1/4	3/8 x 3/16	UNC 1/2"	4	7	1 x 1/2	UNC 1"	5.433	9.843	15.157	12 7/32	13 3/16	7/8
TP 250	mm	42	110	12x8	M16	110	180	28x16	M24	155	280	430	350	380	28
	inch	1.625	4 1/4	3/8 x 3/16	UNC 5/8"	4.375	7	1 x 1/2	UNC 1"	6.102	11.024	16.929	13 25/32	14 31/32	1 1/8
TP 280	mm	48	110	14x9	M16	130	210	32x18	M24	175	315	480	380	430	28
	inch	1.875	4 1/4	1/2 x 1/4	UNC 5/8"	5	8 1/4	1 1/4 x 5/8	UNC 1"	6.890	12.402	18.898	14 31/32	16 15/16	1 1/8
TP 320	mm	55	110	16x10	M20	140	240	36x20	M24	195	355	545	430	520	34
	inch	2.250	4 1/4	1/2 x 1/4	UNC 3/4"	5.5	9 1/2	1 1/4 x 5/8	UNC 1"	7.677	13.976	21.457	16 15/16	20 1/2	1 11/32
	inch	1.875	4 1/4	1/2 x 1/4	UNC 5/8"	Para relaciones nominales iguales o mayores que 80 For nominal ratios equal and greater than 80									

Modelo		V1	V2	W1	W2	n1	n2	n3	e	f	c	h	q	Peso	aceite
Model														kg	lbs
TP 160	mm	37.5	120	130	140	95	125	188	525	290	32	390	585	160	7
	inch	1 1/2	4 3/4	5 1/8	5 1/2	3 3/4	4 15/16	7 13/32	20 3/4	11 7/16	1 1/4	15 3/8	23 1/16	353	241
TP 180	mm	40	135	145	155	100	135	210	580	320	35	430	650	215	9
	inch	1 9/16	5 5/16	5 11/16	6 1/8	3 15/16	5 1/4	8 5/16	22 13/16	12 5/8	1 3/8	17	25 9/16	474	310
TP 200	mm	52.5	155	160	170	117.5	150	235	655	350	40	480	725	300	13
	inch	2 1/16	6 1/8	6 5/16	6 11/16	4 5/8	5 7/8	9 5/16	25 13/16	13 3/4	1 9/16	18 7/8	28 9/16	661	448
TP 225	mm	62.5	165	175	190	132.5	175	260	735	390	40	525	820	405	19
	inch	2 15/32	6 1/2	6 7/8	7 1/2	5 1/4	6 29/32	10 1/4	28 15/16	15 3/8	1 9/16	20 3/4	32 5/16	893	655
TP 250	mm	60	190	200	215	140	190	290	810	440	50	585	910	555	25
	inch	2 3/8	7 1/2	7 7/8	8 15/32	5 1/2	7 1/2	11 7/16	31 15/16	17 3/8	2	23	35 7/8	1224	862
TP 280	mm	75	205	225	240	150	210	330	900	500	50	660	1070	785	36
	inch	2 31/32	8 1/16	8 7/8	9 7/16	5 15/16	8 9/32	13	35 7/16	19 3/4	2	26	42 1/8	1731	1241
TP 320	mm	85	225	275	290	175	270	365	1030	600	63	730	1180	1235	56
	inch	3 11/32	8 7/8	10 13/16	11 7/16	6 7/8	10 5/8	14 3/8	40 9/16	23 5/8	2 1/2	28 3/4	46 1/2	2723	1931

La sujeción del reductor con la base de apoyo se realiza mediante bulones (Ref. A18) con un diámetro de 5/8 de pulgadas y un largo de 1 ½ pulgadas.



BULON GRADO 5 - ROSCA USS

ALTA RESISTENCIA

	DIAMETRO	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
LARGO	1/2	•	•	•							
	5/8	•	•	•							
	3/4	•	•	•	•	•					
	7/8	•	•	•	•	•					
	1	•	•	•	•	•	•				
	1 1/4	•	•	•	•	•	•	•	•		
	1 1/2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	1 3/4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



Las características de la tuerca (Ref.A19) correspondiente a los bulones Ref.A18 se detallan a continuación.

TUERCA GRADO 5 - ROSCA USS

DIAMETRO ROSCA	1/4 R 20	5/16 R 18	3/8 R 16	7/16 R 14	1/2 R 13	9/16 R 12	5/8 R 11	3/4 R 10	7/8 R 9	1 R 8
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•



5. Potencia eléctrica

A continuación se realiza el cálculo de la potencia eléctrica que requiere la planta, donde quedan excluidas la estación transformadora y la instalación de baja potencia.

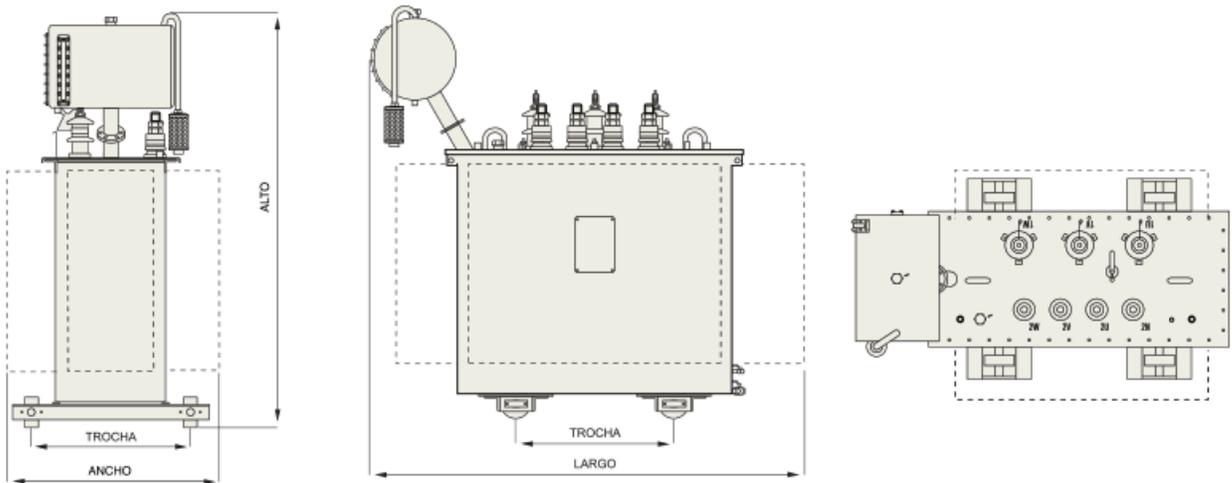
Equipos	Potencias
Tolva de descarga	Motor de 4 hp equivalente a (3 kw)
Elevador N°1	Motor de 25 hp equivalente a (18,5 kw)
Elevador N°2	Motor de 30 hp equivalente a (22 kw)
Cinta silos de 1000 tn x 2	Motor de 15 hp equivalente a (11 kw)
Redlers N°1	Motor de 4 hp equivalente a (3 kw)
Redlers N°2	Motor de 5,5 hp equivalente a (4 kw)
Rosca de descarga para silos de 300 tn x 4	Motor de 12 hp equivalente a (8,8 kw)
Sistema de limpieza	Motor de x 50 hp equivalente a (37 kw)
Secadora	Motor de 51 hp equivalente a (38,25 kw)
Ventiladores secadoras x 6	Motor de 24 hp equivalente a (18 kw)
Barredores de silos x 2	Motor de 15 hp equivalente a (11,4 kw)
Total:	232,5 hp Equivalente a (174,95 kw)

Tabla ID-22: Potencia de los equipos

5.1 Selección del transformador

Se selecciona un transformador de la marca Tadeo Czerweny, con una potencia de 200 KVA, cuyas dimensiones se muestran en la siguiente imagen.

Planos



Normas IRAM 2250(*) / 2269(#)

Transformadores de Distribución								
Relación 13.200 ±2 x 2,5%/0,4400-231 kV/kV								
Potencia (kVA)	Pérdidas (W)			Dimensiones (mm)				Masa (kg)
	Po	Pcc	Ucc (%)	Largo	Ancho	Alto	Trocha	
80	315	1500	4,00	1450	750	1300	600	620
*100#	350	1750	4,00	1450	750	1350	600	660
125	420	2100	4,00	1500	750	1350	600	700
*160#	500	2500	4,00	1600	750	1450	600	840
*200#	600	3000	4,00	1650	850	1450	600	890
*250#	700	3500	4,00	1650	900	1450	700	1040

6. Servicios Energéticos

6.1 Presupuesto Eléctrico

El presupuesto de la instalación eléctrica fue realizado por la empresa “Montajes Eléctricos Núñez”. A continuación se detallan los artículos utilizados, su unidad y sus respectivos precios.

Presupuesto eléctrico		
Unidad	Artículos	Precio (\$)
3	Contactores de 50 A	7500
1	Temporizador estr. Triang.	1650
1	Guardamotor de 63 A	2890
3	contactores de 65 A	8900
1	Temporizador estr. Triang.	1650
1	Guardamotor de 65 A	3560
3	Contactores de 65 A	8900
1	Temporizador estr. Triang.	1650
1	Guardamotor de 100 A	4520
16	contactores de 18 A	8960
27	Botoneras Mar-PAR	12150
81	Ojo de buey,AM-VE-RO	12150
1	Barra de distribución 250 A ELEN	3500
1	Voltímetro Esc.500V NOLL	1750
1	Amperímetro Esc.150ª NOLL	1860
1	Trafo 150/5	1350
7	Riel DIN	1050
1	Interruptor auto.250ª	8230
2	Rollos 1x2,5	1500
2	Rollos 1x4	2200
2	Rollos 1x6	3250
1	Gabinete 180x120x200	7800
200 mts	Cable sub. 4x2,5	7000
200 mts	Cable sub. 4x4	10000
200 mts	Cable sub. 4x6	12000
30	Caños 3/4 pulg. Galvanizado	4500
100	Grampas tipo cuña	3500

27	Aux. para guardamotor	3510
24	contactores de 18 A	20736
Total		168246
Total + IVA		203577
Armado de tablero		
Total		135200
Total + IVA		163592
Montaje eléctrico en planta		
Armado de bandeja porta cables		
Instalación de cañerías		
Cableado desde CCM hasta motores		
Cableado de iluminación		
Conexión de equipamiento		
Total		75633
Total + IVA		91515
total general		458684

6.2 Instalación de Gas

El presupuesto de la instalación de Gas Natural industrial fue brindado por un profesional del área, el mismo asciende a una suma de \$ 1.800.000.

7. Análisis de costos

Se incluyen los costos de la inversión de la planta de acopio y secado de granos a construir, y están basados en el presupuesto de las empresas especializadas en los diferentes rubros teniendo en cuenta el dimensionamiento y el diseño proyectado.

7.1 Costos de construcción de la planta

Costos de construcción	Precio (U\$)
Transportes de Cereal	173.627
Secadora de Cereal	147.652
Sistema de Limpieza	33.458,3
Silos de almacenamiento	137.124
Termometría	2.000
Sistema de Pesado	14.830

Terreno	7.500
Ingeniería de proyecto	20.000
Instalación eléctrica	26.210,5
Instalación de Gas	102.857
Trasformador de 200 KVA + instalación	7.848
Total	673.100,8

Tabla IB-1: Costos de construcción de la planta

7.2 Costos operativos

Costos Operativos Anuales	Precio (\$/año)
Sueldos (*)	384.000
Combustibles	214.985,5
Energía Eléctricas	395.464,92
Mantenimiento	240.000
Administrativos	90.000
Total	1.324.450,42

Tabla IB-2: Costos Operativos

(*) Dentro de los sueldos se incluyen los seguros, jubilaciones, obra social y vacaciones.

7.3 Ingresos Operativos

Incluyen a los ingresos por acondicionamiento, que se valúan como un ahorro por los servicios dejados de pagar a terceros (acopiadores, acondicionadoras). También comprenden a los ingresos por comercialización, derivados del control del grano almacenado, lo cual permite una mayor flexibilidad comercial. Su valuación se considera por los diferenciales a obtener gracias a la posesión de los granos. Estos diferenciales (ingresos) se dividen en: diferencias de precios, comisiones, calidad, diferencias de fletes y residuos. Se analiza un ingreso anual de 12.000 toneladas.

Ingresos Operativos Anuales	Precio (\$/año)
Secado	2.520.000

Tabla ID-23: Ingresos Operativos

8. Análisis de la rentabilidad de la planta

Para determinar si nuestro proyecto es rentable, utilizaremos como indicador, la tasa interna de retorno (TIR).

Para más información sobre indicadores a tener en cuenta para realizar el análisis de inversión, ver “apartado 9 de la memoria de cálculo”.

Recupero de la inversión

Flujo de fondo Anual				
Periodo	Inversión inicial	FF total anual	FF Valor actualiz.	FF descontado
0	\$ -11.500.000,00			
1		\$ 1.911.176,19	\$ 848.796,53	\$ -10.651.203,47
2		\$ 2.102.293,81	\$ 929.581,66	\$ -9.721.621,81
3		\$ 2.312.523,19	\$ 1.067.823,58	\$ -8.653.798,22
4		\$ 2.543.775,51	\$ 957.743	\$ -7.696.055,24
5		\$ 2.798.153,06	\$ 1.133.632,86	\$ -6.562.422,38
6		\$ 3.077.968,36	\$ 1.283.986,19	\$ -5.278.436,19
7		\$ 3.385.765,20	\$ 1.411.992,64	\$ -3.866.443,55
8		\$ 3.724.341,72	\$ 1.520.472,68	\$ -2.345.970,87
9		\$ 4.096.775,89	\$ 1.611.918,88	\$ -734.052
10		\$ 4.506.453,48	\$ 1.688.531,36	\$ 954.479.36

VAN Valor Actual Neto	255.000 + El Activo Amortizado (10 años)
---------------------------------	--

TIR Tasa Interna de Retorno	11 %
---------------------------------------	------

ROI Retorno de la Inversión	9 Años
---------------------------------------	--------

Como se puede observar, nuestro proyecto tiene un periodo de recupero de la inversión de 9 años a una tasa del 11 %.

Preparó: Jesús Martínez, Miguel Volker	Revisó:	Aprobó:	Página 72 de 73
--	---------	---------	-----------------

Como se observa en el análisis anterior no es factible realizar la ampliación a 3200 toneladas ya que el periodo de recupero supera los 10 años de planteamiento. Una alternativa positiva es la de ofrecer un servicio de secado. A continuación se presentan los resultados obtenidos al disponer de la planta propia y al brindar un servicio de secado de 36.000 toneladas más.

Recupero de la inversión

Ofreciendo el servicio de secado				
Flujo de fondo Anual				
Periodo	Inversión	VF-Valor Futuro	VA-Valor Actual	VA Acumulado
0	\$ -14.100.000,00			
1		\$ 7.644.704,75	\$ 4.786095,23	\$ -9.213.904,77
2		\$ 7.644.704,75	\$ 4.350.995,66	\$ -4.862.909,11
3		\$ 7.644.704,75	\$ 4.113.226,71	\$ -749.682,40
4		\$ 7.644.704,75	\$ 3.323.061,10	\$ 2.573.378,70
5		\$ 7.644.704,75	\$ 3.276.637,68	\$ 5.850.016,38
6		\$ 7.644.704,75	\$ 3.221.192,14	\$ 9.061.208,52
7		\$ 7.644.704,75	\$ 3.130.566,13	\$ 12.191.774,65
8		\$ 7.644.704,75	\$ 3.038.060,62	\$ 15.229.835,27
9		\$ 7.644.704,75	\$ 2.936.501,42	\$ 18.166.336,70
10		\$ 7.644.704,75	\$ 2.828.300	\$ 20.994.636,68

VAN Valor Actual Neto	20.995.000 + El Activo Amortizado (10 años)
---------------------------------	---

TIR Tasa Interna de Retorno	37 %
---------------------------------------	------

ROI Retorno de la Inversión	3 Años
---------------------------------------	--------

Se puede ver que al disponer de la planta propia y además ofrecer un servicio de secado para una capacidad de 36.000 toneladas más a la utilizada por el productor, el proyecto posee un periodo de recupero de 3 años a una tasa del 37 %.

Preparó: Jesús Martínez, Miguel Volker	Revisó:	Aprobó:	Página 73 de 73
--	---------	---------	-----------------

Reseña

A modo de aclaración, respecto a la selección de los distintos transportes utilizados dentro de la planta. Se realizó como primer paso los cálculos de cada uno de los transportes por completo y una vez finalizado, se consultaron en base a las características técnicas calculadas los precios a distintos proveedores dedicados a la construcción de equipos de transportes de cereal. De igual forma los proveedores nos devolvieron los precios de los transportes con su respectiva instalación, respetando las características técnicas exigidas cambiando solamente las marcas utilizadas.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

“Memoria de Cálculos”

Proyecto N°: PFC 1705-C

Autores: Martínez, Jesús;
Volker, Miguel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Oscar Alberto

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. De Carli, Aníbal

AÑO 2017

Índice

1. Cálculo geométrico de la tolva de recepción	4
1.1 Cálculo y selección de la rosca transportadora.....	5
1.1.1 Cálculo del diámetro de la rosca transportadora.....	5
1.1.2 Calculo de la potencia.....	8
1.1.3 Selección del Reductor	9
1.2 Calculo del área de la descarga de la tolva.....	17
2. Equipamientos de la planta de acopio y secado del cereal	18
2.1 Calado del cereal	18
2.2 Balanza	19
2.3 Descarga de Cereal	20
2.4 Elevador de grano.....	21
2.4.1 Cálculo del elevador a cangilones N°1.....	23
2.4.1.1 Selección de las tazas	26
2.4.1.2 Selección de la banda transportadora	27
2.4.1.3 Calculo del motor.....	31
2.4.1.4 Selección del acoplamiento hidráulico	32
2.4.1.5 Selección del Reductor	34
2.5.1. Cálculo del elevador a cangilones N°2.....	39
2.5.1.1 Selección de las tazas	42
2.5.1.2 Selección de la banda transportadora	43
2.5.1.3 Calculo del motor.....	47
2.5.1.4 Selección del acoplamiento hidráulico	48
2.5.1.5 Selección del Reductor	50
2.6 Cálculo y selección de la cinta transportadora	55
2.6.1 Ancho de Cinta	55
2.6.2 Determinación de la Potencia	57
2.6.3 Selección del Reductor	66
2.6.4 Tensión de los ramales.....	71

2.6.5	Cálculo y selección de rodillos	75
2.7.1	Calculo y selección de los elementos del Redler N°1	84
2.7.2	Selección de la cadena	84
2.7.3	Selección del motor	89
2.7.4	Selección del acoplamiento hidráulico	90
2.7.5	Selección del Reductor	92
2.8.1	Calculo y selección de los elementos del Redler N°2	97
2.8.2	Selección de la cadena	98
2.8.3	Selección del motor	103
2.8.4	Selección del acoplamiento hidráulico	103
2.8.5	Selección del Reductor	105
2.9	Cálculo y selección de la rosca transportadora	110
2.9.1	Cálculo del diámetro de la rosca transportadora	110
2.9.2	Calculo de la potencia	114
2.9.3	Selección del Reductor	115
3.	Dimensionamiento de las tuberías	120
3.1	Calculo de los tramos rectos de tuberías	121
3.1.1	Longitud de tramo recto de la secadora	121
3.1.2	Longitud de tramo recto del silo de suciedad	121
3.1.3	Longitud de tramo recto del silo 2	122
3.1.4	Longitud de tramo recto del silo 3	122
3.1.5	Longitud de tramo recto del silo 4	123
3.1.6	Longitud de tramo recto de la zona de descarga 1	123
3.1.7	Longitud de tramo recto de la zona de descarga 2	124
4.	Calculo del consumo de combustible de la secadora	124
4.1	Comparación entre Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo (GLP)	124
4.1.1	Consumo de la secadora utilizando GLP	124
4.1.2	Consumo de la secadora utilizando Gas Natural	125
4.2	Costo del combustible Anual	126
4.2.1	Costo anual del GLP	126

4.2.2 Costo anual del Gas Natural	127
4.3 Calculo de inversión de la instalación de gas natural.....	127
5 Costo de energía eléctrica de la planta	128
6 Alternativa de los equipamientos de la planta	129
6.1 Limpieza de grano.....	129
6.2 Secado del cereal	131
6.3 Equipo de acopio pulmón y descarga	133
7 Potencia eléctrica de la planta.....	134
7.1 Demanda de la instalación	134
7.2 Potencia necesaria en el transformador.....	135
8. Ganancia por venta de cereal	135
9 Análisis de inversión.....	140
9.1 Análisis de inversión de la planta de 1200 toneladas.....	142
9.2 Análisis de inversión de la planta de 3200 toneladas.....	148

1. Cálculo geométrico de la tolva de recepción

Para comenzar con el diseño de la tolva de recepción partimos calculando el volumen necesario para albergar las 30 toneladas, este mismo se determina mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{m}{\delta}$$

Donde:

- V : Representa el volumen necesario
- m : Representa la masa del cereal
- δ : Representa el peso específico del cereal

A continuación se presenta una tabla donde se puede observar los pesos específicos de los distintos cereales que se almacenan.

Material	Peso específico tn/m ³
Maíz	0,75
Soja	0,80
Trigo	0,80

Considerando para el cálculo un peso específico promedio de los cereales a almacenar de $0,75 \frac{tn}{m^3}$, tenemos que:

$$V = \frac{m}{\delta} = \frac{30 \text{ tn}}{0,75 \frac{tn}{m^3}} = 40 \text{ m}^3$$

Partiendo de este volumen y considerando distintos factores como ser el ancho y largo de los camiones, se diseñó la geometría de la tolva, donde se resolvió que la misma sea de una forma rectangular cónica, lo cual permite que la caída del cereal no sea tan brusca y evitando así la ruptura del mismo.

La parte superior de la tolva posee una geometría rectangular y la parte inferior una geometría rectangular cónica, cuyas dimensiones son las siguientes:

Geometría rectangular: Ancho = 4 m, Largo = 6 m, Alto = 1 m

Geometría rectangular cónica: Ancho = 4 m, Largo = 6 m, Alto = 2 m

A partir de estas dimensiones calculamos el volumen real de la tolva.

$$V_{\text{rectangular}} = 4m * 6m * 1m = 24 m^3$$

$$V_{\text{rectangular Cónica}} = \frac{4m * 6m * 2m}{3} = 16 m^3$$

$$V_{\text{Total Tolva}} = V_{\text{rectangular}} + V_{\text{rectangular Cónica}} = 24 m^3 + 16 m^3 = 40 m^3$$

Como podemos observar la capacidad de la tolva diseñada verifica, ya que aplicando las medidas adoptadas se obtiene el volumen necesario para recibir las 30 toneladas.

1.1 Cálculo y selección de la rosca transportadora

Para la determinación de los cálculos de la rosca transportadora de la tolva de recepción, nos basamos en la bibliografía del libro “Transporti Meccanici Vittorio Zignoli”.

1.1.1 Cálculo del diámetro de la rosca transportadora

Para la determinación del diámetro aproximado de la rosca es necesario conocer determinados factores como:

- **Coefficiente de llenado:** Representa la eficiencia de la rosca transportadora, la cual anda en el rango del 75 al 80 %, según datos brindados por la práctica. Para nuestro caso consideramos un coeficiente del llenado del 75%.
- **Relación Paso/Diámetro (K):** Debido a que los materiales a transportar son los más comunes, adoptamos una relación $K=1$, lo cual tenemos que el paso es igual al diámetro de la rosca.
- **Velocidad (v):** Ingresando en la tabla CCCXXII en la página 1165 de la bibliografía antes nombrada se tiene el rango de velocidades para este transporte, el cual como se puede observar en la siguiente imagen va desde las 75 a 120 rpm. Para el cálculo del diámetro aproximado de la rosca consideramos una velocidad de 100 rpm.

Tab. CCCXXII – Velocità massime ammissibili per le varie classi di materiali, gradi di riempimento e coefficienti A e B.

Diametro esterno della coclea D mm	Velocità massima n in giri al primo per le classi					Coefficiente di costruzione A per cuscinetti			
	I	II	III	IV	V	cuscinetti a sfera	cuscinetti in bronzo ben lubrificati	cuscinetti in bronzo poroso	cuscinetti in stellite
100	180	120	90	70	31	0,012	0,021	0,033	0,051
150	170	115	85	68	30	0,018	0,033	0,054	0,078
200	160	110	80	65	30	0,032	0,054	0,096	0,132
250	150	105	75	62	28	0,038	0,066	0,114	0,162
300	140	100	70	60	28	0,055	0,096	0,171	0,246
350	130	95	65	58	27	0,078	0,135	0,255	0,345
400	120	90	60	55	27	0,106	0,186	0,336	0,480
450	110	85	55	52	26	0,140	0,240	0,414	0,585
500	100	80	50	50	25	0,165	0,285	0,510	0,705
600	90	75	45	45	24	0,230	0,390	0,690	0,945

Classi - Materiali - Coefficienti α e β								
Classe I: Materiali in polvere, non abrasivi facilmente scorrevoli peso specifico $\gamma = 0,4 \div 0,6 \text{ t/m}^3$ riempimento $\alpha = 0,4$			Classe II: Materiali scorrevoli non abrasivi in grani e piccoli pezzi con polvere. Peso specifico $\gamma = 0,6 \div 0,8 \text{ t/m}^3$ riempimento $\alpha = 0,3$			Classe III: Materiali semiabrasivi in pezzi mescolati a polvere (non molto consigliabili). Peso specifico $\gamma = 0,9 \div 1,2 \text{ t/m}^3$ riempimento $\alpha = 0,25$		
Materiali	γ t/m ³	Coeff. B	Materiali	γ t/m ³	Coeff. B	Materiali	γ t/m ³	Coeff. B
Calce in polvere aerata idrata	0,70	1,2	Allume polvere	0,8	1,2	Allume in grani	0,96	2,8
Carbone polvere	0,60	1,2	Calce idrata	0,3	1,6	Asbesto in grani	0,40	2,0
Crusca	0,25	0,8	Carbone pisello	0,75	1,8	Borace in grani	0,85	1,4
Farina di frumento	0,65	0,8	Grafite grani	0,60	0,8	Burro	0,95	0,8
" di lino	0,70	1,2	Grani di cacao	0,65	0,8	Carbone nocetta	0,80	2,0
" simili			" caffè	0,98	0,8	Gesso calcinato grani	0,98	2,4
Orzo in grani	0,60	0,8	" cotone	0,80	1,2	Lignite in grani	0,80	2,0
			" fave	0,80	1,0	Lardo	0,95	0,8
			" frumento	0,65	1,0	Orzo tallito	0,95	1,2
			" soia	0,80	1,0			

• **Calculo del diámetro de la rosca**

El diámetro aproximado de la rosca se determina relacionando las siguientes ecuaciones:

$$\alpha = \frac{S_{util}}{S_{total}} = 0,75 \quad S_{util} = 0,75 * S_{total} = 0,75 * \pi * \frac{\theta^2}{4} \quad K = \frac{P}{\theta} = 1 \rightarrow P = \theta$$

$$Q_c = \gamma * S_{util} * v = \gamma * \alpha * S_{total} * v \quad v = n * 60 * P$$

De los tres materiales a transportar (Maíz, Sajo y trigo) se considera un peso específico promedio de $0,75 \frac{tn}{m^3}$.

Ahora con los factores necesarios despejando de la ecuación del caudal antes nombrada, y obtenemos la ecuación para determina el diámetro aproximado:

$$\theta = \sqrt[3]{\frac{4 * Q_c}{\gamma * \alpha * \pi * n * 60}} = \sqrt[3]{\frac{4 * 80 \frac{tn}{h}}{0,75 \frac{tn}{m^3} * 0,75 * \pi * 100 \frac{rev}{min} * 60 \frac{min}{h}}} = 0,311 m$$

Por lo tanto, se selecciona del catálogo “Sinfines FAS” una rosca transportadora con las siguientes características técnicas:



Catálogo de Productos

SINFINES DE FABRICACION ESTANDAR

					
48	*25	98	60	105	270
48	*27	102	60	110	280
48	*30	108	60	115	290
48	37	122	60	120	300
48	40	128	60	130	320
48	45	138	60	135	330
48	48	144	60	#140	340
48	51	150	60	#145	350
48	54	156	60	#150	360
48	58	164	60	#155	370
48	61	170	> 60	180	420
48	65	178	76	38	152
48	67	182 - P.C.	76	51	178
48	70	188	76	54	184
48	75	198	76	58	192
48	80	208	76	61	198
48	85	218	76	65	206
48	90	228	76	70	216
48	95	238	76	75	226
48	100	248	76	80	236
48	105	258	76	85	246
48	110	268	76	90	256
48	115	278	76	95	266
48	120	288	76	100	276
60	*22	104	76	105	286
60	*30	120	76	110	296
60	45	150	76	115	306
60	54	168	76	120	316
60	58	176	76	125	326
60	61	182	76	130	336
60	65	190	76	135	346
60	70	200	76	#140	356
60	75	210	76	#145	366
60	80	220	76	#150	376
60	85	230	76	#155	386
60	90	240	>76	180	436
60	95	250	>76	200	476
60	100	260			



* ESPESOR 3,0 mm. / # ESPESOR 4,75 mm.
 + ALA ENCIMADA / P.C. PASO CORTO
 RESTO FABRICACION ESTANDAR.

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

- El diámetro total es de 316 milímetros.
- El diámetro del eje es de 76 milímetros.
- Altura del ala de la rosca es de 120 milímetros.
- Espesor del ala de la rosca 3,20 milímetros.

1.1.2 Calculo de la potencia

Según la bibliografía antes nombrada, podemos determinar la potencia necesaria en el eje mediante la siguiente ecuación:

$$N = 0,004 * (A * n + B * Q_c) * L$$

Dónde:

- A y B son dos factores que se obtienen de la tabla CCCXXII de dicho libro.
- L es el largo total del transportador. (Ver plano PL 001)
- N es el número de revoluciones de la rosca.
- Q_c es la capacidad del transportador.

A continuación se obtienen los factores, el factor A depende del diámetro de la rosca y del tipo de rodamiento considerado, el factor B depende del tipo de material transportado. Los correspondientes valores son: A=0,14 y B=1.

La longitud de las roscas se obtuvo por medio de un cálculo geométrico, dando como resultado una distancia de 8 metro. La misma se mantiene igual para los dos silos de 1000 toneladas. Por lo tanto la potencia es:

$$N = 0,004 * \left(0,140 * 100 \text{ rpm} + 1 * 80 \frac{tn}{h} \right) * 8 \text{ m}$$

$$N = 3.008 \text{ HP}$$

La potencia total se obtiene considerando un rendimiento de transmisión del 95%, por lo tanto tenemos:

$$N_t = \frac{N}{n} = \frac{3,008 \text{ HP}}{0,95} = 3,166 \text{ HP}$$

Selección del motor

Se seleccionó un motor del catálogo WEG de motores industriales, cuyas características son las siguientes:

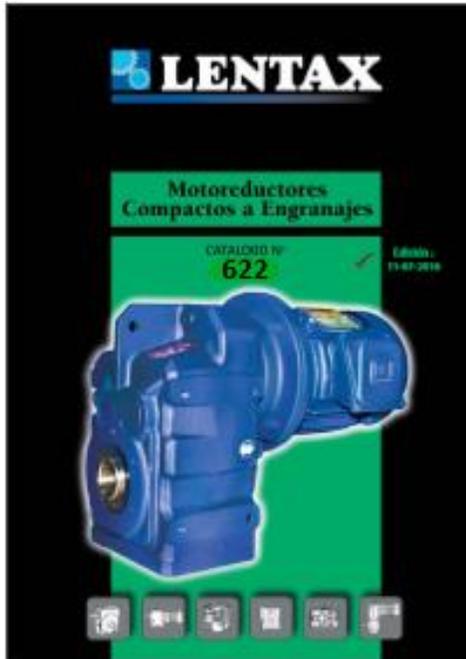
W22 - IE3 Premium Efficiency - 50 Hz

Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgm)	Corriente con rotor trabado I _v /I _n	Par con rotor trabado T _v /T _n	Break-down Torque T _b /T _n	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	400 V						Corriente nominal I _n (A)	
								Caliente	Frio			% de la potencia nominal			Factor de potencia				
kW	HP											RPM	Rendimiento			Factor de potencia			
													50	75	100	50	75	100	
IV Polos																			
0,12	0,16	63	0,085	4,4	2,1	2,3	0,0004	30	66	7,3	44	1370	57,0	63,0	64,8	0,52	0,62	0,73	0,366
0,18	0,25	63	0,128	4,7	2,1	2,4	0,0006	30	66	7,6	44	1370	65,0	67,0	69,9	0,53	0,63	0,72	0,516
0,25	0,33	71	0,175	4,8	2,3	2,3	0,0007	30	66	10,7	43	1390	69,0	72,0	73,5	0,52	0,65	0,72	0,682
0,37	0,5	71	0,260	4,8	2,8	2,9	0,0008	30	66	9,5	43	1385	73,0	75,0	77,3	0,50	0,62	0,70	0,987
0,55	0,75	80	0,377	6,6	2,8	3	0,0026	20	44	16,2	44	1420	77,0	79,0	80,8	0,61	0,74	0,80	1,23
0,75	1	80	0,514	6,7	3	3,3	0,0032	18	40	16,2	44	1420	80,0	82,0	82,5	0,59	0,72	0,81	1,62
1,1	1,5	90S	0,736	7,6	2,5	3,3	0,0055	15	33	22,0	49	1455	83,0	84,5	84,8	0,59	0,72	0,80	2,34
1,5	2	90L	1,01	7,4	2,6	3,4	0,0066	13	29	23,0	49	1450	84,0	86,0	86,0	0,58	0,72	0,80	3,15
2,2	3	100L	1,49	7,4	3,2	3,5	0,0090	18	40	31,5	53	1435	86,5	87,0	87,0	0,60	0,73	0,80	4,56
3	4	L100L	2,03	7,8	3,5	3,7	0,0120	15	33	37,5	53	1440	87,0	88,0	88,0	0,60	0,73	0,80	6,15
4	5,5	112M	2,89	7,0	2,3	3,1	0,0182	15	33	50,0	56	1450	88,7	89,1	89,1	0,60	0,72	0,79	8,20
5,5	7,5	132S	3,66	8,5	2,4	3,4	0,0528	15	33	69,0	56	1465	90,0	90,7	90,7	0,67	0,79	0,85	10,3
7,5	10	132M	4,99	8,5	2,5	3,4	0,0642	13	29	78,0	56	1465	91,0	91,5	91,5	0,68	0,79	0,84	13,9
9,2	12,5	132ML	6,12	8,6	2,8	3,5	0,0681	10	22	82,0	56	1465	90,3	91,0	91,0	0,64	0,76	0,82	17,4

- Marca: WEG
- Potencia: 4 hp (3 kw)
- Carcasa: L 100 L
- Velocidad nominal: 1440 RPM.
- Frecuencia: 50 hz
- Corriente nominal a 380 V: 6,15 A.
- Par de arranque: 2,5 veces el par nominal.
- Polos: 4

1.1.3 Selección del Reductor

Utilizaremos el catálogo de reductores LENTAX, para la selección del mismo. Dicho catálogo presenta un esquema de cálculo para la correcta selección del equipo. Nosotros nos ajustaremos a dicho esquema y procederemos a seleccionar y verificar el mismo.



PASOS A SEGUIR

- 1) Calcular la potencia absorbida (N_{abs}).
- 2) Calcular la potencia de entrada (N_e).
- 3) Determinar el factor de Servicio (f_s).
- 4) Calcular la potencia de entrada equivalente
 $N_{eq} = N_e \cdot f_s$
- 5) Calcular la relación ($i = n_e/n_s$).
- 6) Preseleccionar un modelo.
- 7) Comprobar que $N_{nominal} \geq N_{eq}$.
- 8) Controlar la potencia de arranque
($N_{arr} < 2,5 \cdot N_{nominal}$)
- 9) Controlar las cargas radiales.

Inicialmente debemos considerar la potencia y la velocidad de entrada al reductor, las cuales son:

$$N_{ent} = 3 \text{ KW.}$$

$$n_{ent} = 1440 \text{ RPM.}$$

Calculo de la potencia efectiva

La potencia de salida dependerá del rendimiento del reductor, en nuestro caso consideramos que un tren de engranajes de reducción tiene 98% de rendimiento.

La potencia efectiva es la potencia nominal del motor afectado por el rendimiento del reductor (4 HP = 3 KW) cuyo valor es:

$$N_{ef} = N_{ent} \cdot \eta$$

$$N_{ef} = 3 \text{ KW} \cdot 0,98$$

$$N_{ef} = 2,94 \text{ KW}$$

Calculo del factor de servicio

El factor de servicio f_s para roscas transportadoras se obtuvo de la siguiente imagen.

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f_s f_s FACTOR hs. de Servicio Service hrs. 8 16 24			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
TRANSPORTE Y ALMACENAJE				CONVEYORS
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,8	2,0	2,0	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

$$f_s = 1,15$$

Por lo tanto, la potencia equivalente es:

$$N_{eq} = f_s * N_{ef} = 1.15 * 2,94 \text{ kw} = 3,38 \text{ kw}$$

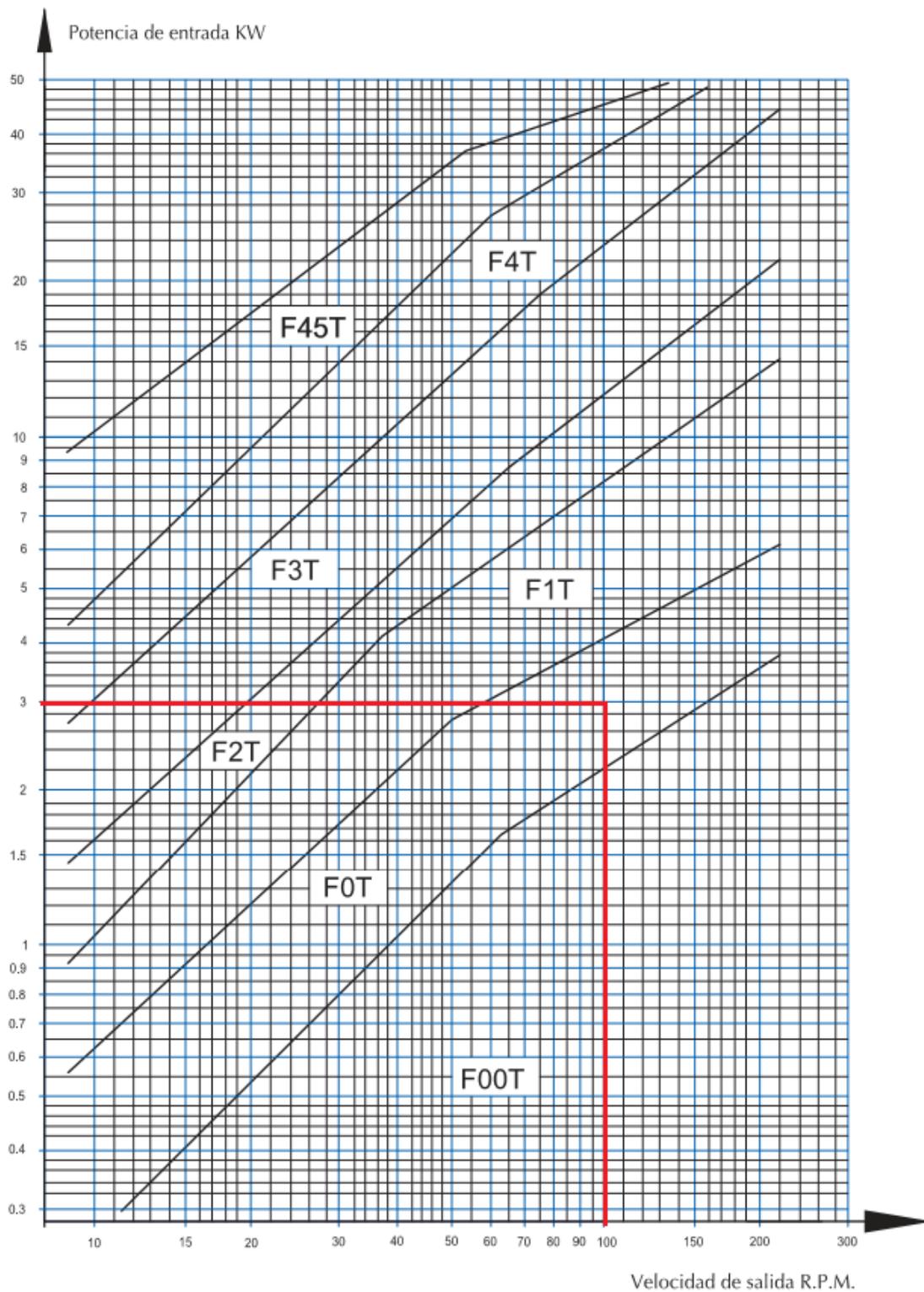
Calculo de la relación de transformación (i)

La relación de transformación se determina de la siguiente manera:

$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{1500 \text{ rpm}}{100 \text{ rpm}} = 15$$

Diagrama de selección

El modelo a seleccionar se obtiene mediante un diagrama de selección, ingresando con la velocidad de salida (100 rpm) y la potencia en kw (3 kw) se obtuvo un modelo F0T.



Adoptamos una relación de transformación de catálogo menor a la calculada anteriormente, ya que de esta forma obtendremos una velocidad de salida mayor a la requerida.

Ingresando en la tabla de relaciones nominales, con una relación nominal de 14, una velocidad de entrada de 1500 rpm y el modelo RF0T2, obtenemos la potencia nominal de nuestro reductor ($N_{nom.} = 4,04 \text{ kw}$).

TABLA DE SELECCIÓN PARA RELACIONES NOMINALES ENTRE 5,6 /1 y 25/1

Relación Nominal <i>Nominal Ratio</i>	Velocidad de entrada <i>Input R.P.M.</i>	RF00T2		RF0T2		RF1T2		RF2T2		RF3T2		RF4T2		RF45T2	
		i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)	i	Ne (Kw)
12,5	1500		3,02		4,30		8,88		16,80		---		38,80		88,24
	1000		2,01		2,87		5,78		11,06		---		25,74		58,82
	750	12,73	1,51	12,92	2,15	13,31	4,34	12,01	8,30	---	---	12,91	19,30	11,90	44,12
	500		1,01		1,43		2,89		5,53		---		12,87		29,41
	300		0,60		0,86		1,74		3,32		---		7,72		17,65
14	1500		2,89		4,04		8,48		14,75		28,90		37,32		77,94
	1000		1,93		2,70		5,64		9,83		19,26		24,88		51,96
	750	14,46	1,44	13,74	2,02	14,59	4,23	13,93	7,38	13,33	14,45	14,06	18,66	14,03	36,97
	500		0,96		1,35		2,82		4,92		9,63		12,44		25,98
	300		0,58		0,81		1,69		2,95		5,78		7,46		15,59
16	1500		2,54		3,68		8,09		13,03		25,81		34,19		68,01
	1000		1,70		2,45		5,39		8,69		17,21		22,79		45,34
	750	15,13	1,27	16,02	1,84	15,36	4,04	16,38	6,51	15,42	12,90	15,91	17,10	16,74	34,01
	500		0,85		1,23		2,70		4,34		8,60		11,40		22,67
	300		0,51		0,74		1,62		2,61		5,16		6,84		13,60

Verificación de la potencia Nominal

Se debe verificar lo siguiente:

$$N_{nominal} > N_{equivalente}$$

$$4,04 \text{ KW} > 3,38 \text{ KW}$$

Como se cumple lo exigido, podemos decir que verifica el modelo elegido.

Verificación de la potencia de arranque

Seguidamente se debe verificar que 2,5 veces la potencia nominal del reductor sea mayor que la potencia de arranque requerida, procediendo:

La potencia de arranque es:

$$\begin{aligned} N_{arr} &= N_{motor} * T_{arr} \\ N_{arr} &= 3 \text{ KW} * 2,5 \\ N_{arr} &= 7,5 \text{ KW} \end{aligned}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$\begin{aligned}2,5 * N_{nom} &> N_{arr} \\2,5 * 4,04 \text{ KW} &> 7,5 \text{ KW} \\10,1 \text{ KW} &> 7,5 \text{ KW}\end{aligned}$$

Como vemos se verificó lo requerido, por lo que el reductor elegido es el adecuado.

Cargas Radiales

Las cargas radiales provocadas por un elemento de transmisión se pueden calcular de la siguiente manera:

$$Pr = \frac{M * k * k1 * f}{10 * \frac{D_P}{2}}$$

Donde:

M = Momento torsor necesario en el eje de salida [Nm]

D_P = Diámetro primitivo del elemento de reducción aplicado en el eje de salida [m]

K = Constante según el tipo de reducción

K1 = Constante según el tipo de construcción

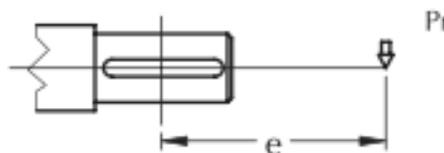
f = factor de corrección para el caso de carga aplicada fuera del centro del extremo de eje estándar

- En la imagen siguiente se ven remarcadas las características del motor, donde vemos que el momento torsor es de 256 Nm.

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO		Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuesto
kW	HP	(RPM)	(i)			(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página
		78,0	17,90	F1T2	4,00	2,35	354	1405	760	380	65	pag 48-49	pag 66
		91,0	15,36	F1T2	4,00	2,75	304	1405	640	320	65	pag 48-49	pag 66
		96,0	14,59	F1T2	4,00	2,90	289	1405	640	320	65	pag 48-49	pag 66
		106,0	13,31	F1T2	4,00	2,95	263	1405	640	320	65	pag 48-49	pag 66
		112,0	12,52	F1T2	4,00	3,30	248	1405	640	320	65	pag 48-49	pag 66
		130,0	10,85	F1T2	4,00	3,65	215	1405	580	290	65	pag 48-49	pag 66
		41,0	34,66	F0T3	4,00	1,00	675	1405	820	410	55	pag 48-49	pag 66
		44,0	31,62	F0T3	4,00	1,05	616	1405	730	365	55	pag 48-49	pag 66
		51,0	27,43	F0T3	4,00	1,10	534	1405	730	365	55	pag 48-49	pag 66
		59,0	23,93	F0T3	4,00	1,25	466	1405	730	365	55	pag 48-49	pag 66
		74,0	18,91	F0T2	4,00	1,10	374	1405	580	290	54	pag 48-49	pag 66
		81,0	17,38	F0T2	4,00	1,20	344	1405	580	290	54	pag 48-49	pag 66
		88,0	16,02	F0T2	4,00	1,25	317	1405	480	240	54	pag 48-49	pag 66
		94,0	14,91	F0T2	4,00	1,35	295	1405	480	240	54	pag 48-49	pag 66
		102,0	13,74	F0T2	4,00	1,40	272	1405	480	240	54	pag 48-49	pag 66
3,00	4,00	109,0	12,92	F0T2	4,00	1,45	256	1405	480	240	54	pag 48-49	pag 66
		117,0	12,00	F0T2	4,00	1,50	237	1405	480	240	54	pag 48-49	pag 66
		124,0	11,29	F0T2	4,00	1,60	223	1405	425	213	54	pag 48-49	pag 66
		136,0	10,29	F0T2	4,00	1,65	204	1405	425	213	54	pag 48-49	pag 66
		142,0	9,91	F0T2	4,00	1,70	196	1405	425	213	54	pag 48-49	pag 66
		158,0	8,92	F0T2	4,00	1,70	176	1405	370	185	54	pag 48-49	pag 66
		180,0	7,79	F0T2	4,00	1,75	154	1405	370	185	54	pag 48-49	pag 66
		205,0	6,84	F0T2	4,00	1,80	135	1405	370	185	54	pag 48-49	pag 66
		233,0	6,04	F0T2	4,00	1,80	119	1405	370	185	54	pag 48-49	pag 66

- El diámetro primitivo se obtiene de las imágenes esquemáticas del reductor obtenidas del catálogo, cuyo valor es de $D_p = 0,03 \text{ m}$.
- La constante K se determina según el tipo de reducción utilizada, en nuestro caso se utilizó una reducción médiante engranajes por lo que el coeficiente es $K = 1$, extraído del catálogo Lentax 622.
- La constante k_1 se determina según el tipo de construcción, para un tipo estándar el coeficiente $k_1 = 1$, dato extraído del catálogo Lentax 622.
- El factor de corrección f para cargas aplicadas fuera del centro del extremo se determina mediante la siguiente ecuación:

$$f = 1 + \frac{e}{l}$$



Donde:

e = distancia del punto de aplicación al centro del eje [m]

L = se obtiene de la siguiente tabla seleccionando el modelo elegido anteriormente

TABLA PARA DETERMINAR L
TO DETERMINATE L SEE THE FOLLOWING TABLE

MODELO MODEL	F00T	F0T	F1T	F2T	F3T	F4T	F45T
L mm	100	128	140	160	190	240	288
inch	3,937	5,039	5,512	6,299	7,480	9,449	11,339

Por lo tanto:

$$f = 1 + \frac{e}{l}$$

$$f = 1 + \frac{0.15m}{128mm} = 1,0011$$

Finalmente, conociendo cada uno de estos factores podemos determinar las cargas radiales que se originan en el eje de salida.

$$Pr = \frac{M * k * k1 * f}{10 * \frac{Dp}{2}}$$

$$Pr = \frac{256Nm * 1 * 1 * 1,0011}{10 * \frac{0.03m}{2}} = \frac{256,2816}{0,15} = 1708,544 N = 174,16 Kg$$

Para que nuestro reductor verifique a la carga radial que se originan en el eje de salida se debe cumplir la siguiente condición:

$$Pr < P adm$$

$$176,16 Kg < 480 Kg$$

Las características más importantes del reductor seleccionado son:

- Velocidad de salida: $\frac{1500 rpm}{14} = 107 rpm$
- Potencia eficaz de salida: 2,94 KW

1.2 Calculo del área de la descarga de la tolva

El área de descarga de la tolva de recepción se determina mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\dot{U}}{v}$$

Donde:

- \dot{U} es el flujo volumétrico
- v es la velocidad de 100 rpm
- ρ es el peso específico promedio de los cereales
- r es el radio de la rosca total

El flujo volumétrico \dot{U} se determina de la siguiente manera:

$$\dot{U} = \frac{Q_c}{\rho} = \frac{80 \frac{tn}{h}}{0,75 \frac{tn}{m^3}} = 106,66 \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3600 seg} = 0,03 \frac{m^3}{seg}$$

La velocidad de 100 rpm debemos expresarlas en metros por segundo, para eso hacemos:

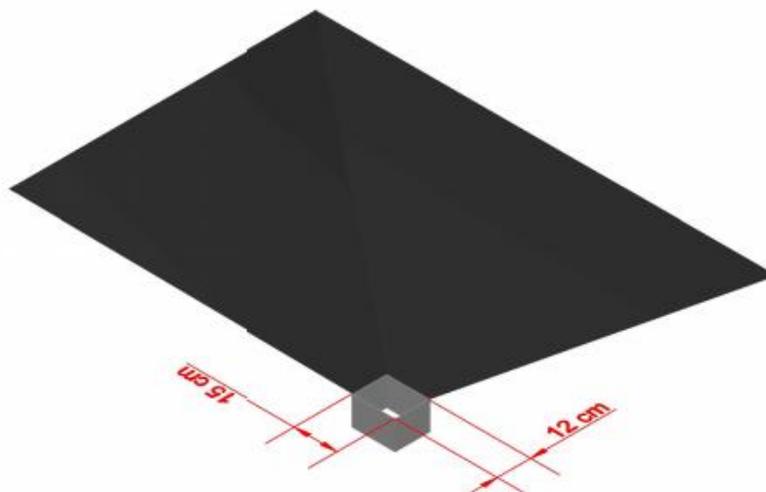
$$v = n * \frac{2 \pi}{60} = 100 rpm * \frac{2 \pi}{60} = 10,47 \frac{rad}{seg} * r$$

$$v = 10,47 \frac{rad}{seg} * 0,158 m = 1,654 \frac{m}{s}$$

Por lo tanto, el área de la salida de la descarga de la rosca es:

$$A = \frac{\dot{U}}{v} = \frac{0,03 \frac{m^3}{seg}}{1,654 \frac{m}{s}} = 0,01816 m^2 = 1816 cm^2$$

Finalmente la geometría del área de salida es rectangular cuyas dimensiones son de 15 cm por 12 cm.



2. Equipamientos de la planta de acopio y secado del cereal

2.1 Calado del cereal

El calado consiste en extraer una muestra del cereal que se encuentra a granel en los camiones. En la siguiente imagen se puede observar los puntos donde se realiza el proceso de calado tanto para el camión como para su acoplado.

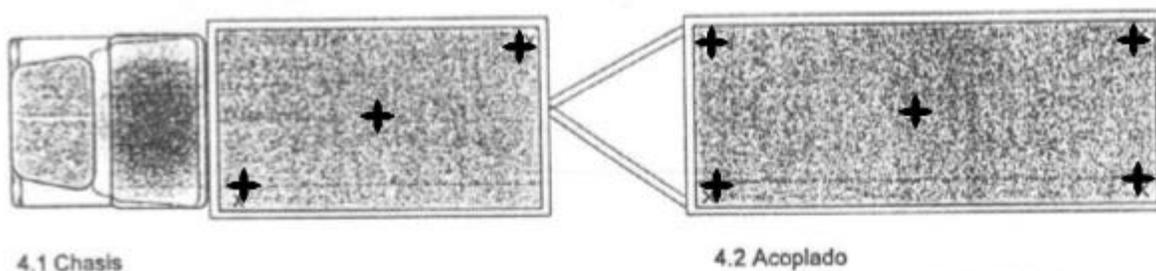


Imagen ID-2: Puntos de calado

Existen dos métodos de realizar el calado, en forma manual o de forma automática.

- **Calado manual:** Este mismo es efectuado por un operario que se ubica sobre la carga, introduce el calador en forma perpendicular a la superficie del grano e intentando alcanzar la mayor profundidad posible. Las muestras del calado se realizan en distintas partes del camión.



Imagen IB-6: Calador Manual

- **Calado Automático:** Se efectúa por medio de un brazo accionado hidráulicamente, el cual realiza el mismo procedimiento que el descrito anteriormente.



Imagen ID-3: Calado Automático

Ver selección en el apartado 2.1 de la **Ingeniería de detalle**.

2.2 Balanza

Para determinar el peso de los granos en la carga y recepción, se utilizan distintos tipos de balanzas. Existen tres alternativas para el pesaje:

- **De Balancín:** Consiste en un balancín suspendido en un punto central de apoyo. Se tiene el peso conocido en un extremo y la incógnita en el otro extremo.
- **De Báscula Mecánica:** La fuerza aplicada contra el peso desconocido cambia proporcionalmente para mantener un estado constante de equilibrio. Tienen la particularidad de proporcionar lecturas de peso continuas.

- **Electrónicas:** Este tipo de balanza utiliza celdas de cargas, que por compresión o tracción de las mismas generan una señal electrónica. La lectura se facilita mediante un software y generando a su vez una gran cantidad de datos. No requiere de obra civil sofisticada.

Ver selección en el apartado 2.2 de la **Ingeniería de detalle**.

2.3 Descarga de Cereal

Los métodos utilizados para la recepción del cereal que llega a granel, se detallan a continuación.

- **Descarga sobre rosca transportadora:** este método consiste en colocar una rosca transportadora con una tolva de entrada en la cual descarga el camión tolva. Los camiones poseen unas pequeñas compuertas en el piso de su caja las cuales se abren y dejan caer el grano sobre la rosca. Este método es económico y de fácil aplicación pero requiere de personal para el barrido y guiar el material hacia la boca de descarga, ocasiona una descarga lenta y es utilizado para pequeños volúmenes de descargas.
- **Descarga en tolva bajo nivel:** este sistema consta de una plataforma hidráulica que eleva el camión de tal forma que este forme un ángulo de 35° a 45° con respecto a la horizontal, dejando su parte trasera como punto más bajo, el grano se desliza y cae dentro de una tolva de hormigón de la cual se extrae el grano por medio de una rosca transportadora o por gravedad conduciéndolo a través de una tubería a un elevador.
Es un método que puede descargar grandes volúmenes de cereales pero tiene las desventajas de tener un costo de obra civil elevado, en caso de extraerse el material por medio de una rosca transportadora se requiere el uso de un artefacto eléctrico más, en caso de conducirse el cereal a través de una tubería, por gravedad, se debe incluir un poso de elevador la cual resulta un costo de obra civil superior.
- **Descarga en Tolva con Redler Curvo:** en este caso podemos encontrar la anteriormente mencionada plataforma hidráulica, pero en este caso la tolva se forma con las paredes laterales de la descarga, y una placa pivotante que se eleva una vez que el camión se colocó en posición de descarga, el grano es descargado sobre un redler que lo conduce al lugar requerido.

La tolva posee menor capacidad, por lo que se requiere un transporte de mayor potencia para asegurar una descarga de camiones continua pero no requiere de construcciones civiles complejas.

El redler curvo consta de una boca de entrada tipo bypass que evita que el grano descargado caiga directamente sobre el lado de retorno de la cadena del redler evitando de esta forma que la boca de entrada se obstruya con la caída del grano.

Ver selección en el apartado 2.3 de la **Ingeniería de detalle**.

2.4 Elevador de grano

Existen tres alternativas para elevar el grano:

- **Elevadores de cangilones:** es un dispositivo que transporta material a granel en dirección vertical. Son dispositivos simples que no requieren de formas complejas de apoyos o anclaje y utilizan bajas potencias en relación a la cantidad de material a elevar.

Existen distintos tipos de elevadores a canjilones:

- Centrifugo: Se utiliza con productos pocos abrasivos. Ej: Cereales
- Gravedad: Se utiliza con productos de baja granulometria y mediana abrasividad. Poseen menor desgaste debido a su baja velocidad de banda, por está razón paa igual caudal a transportar que los anteriores, tienen mayor tamaño.
- Central: Se utiliza con caudales muy grandes. Ej: En industrias mineras y de cementos.
- Continuos: Se utiliza con productos pocos abrasivos y de baja granulometria. En este caso para lograr el buen llenado del cangilon la velocidad no debe ser mayor a 0,8 m/s.

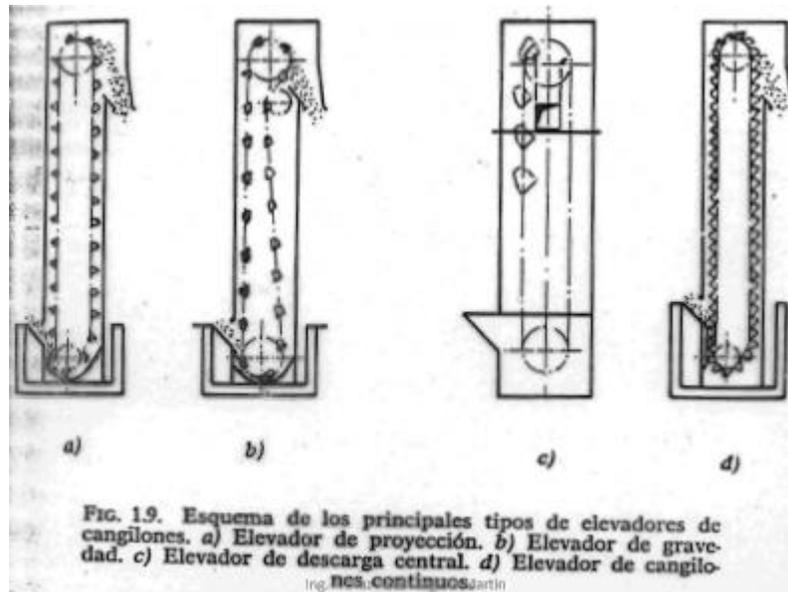


Imagen ID-4: Tipos de elevadores

- **Rosca transportadora:** se pueden utilizar roscas para elevar el material, pero esto resultaría en una gran potencia y grandes longitudes, la rosca puede ser vertical o próxima a la vertical, pero al igual que en el caso anterior, será necesaria una gran potencia, lo cual resulta desfavorable económicamente.



Imagen ID-5: Rosca transportadora

- **Transportes Neumáticos:** Son sistemas de transporte en el que se desplaza el material a través de un flujo de aire, poseen alturas de elevación de hasta 100

metros pero la desventaja es el alto consumo de energía por tonelada transportada y la cantidad de objetos pertenecientes al sistema como son el compresor, los ciclones y demás elementos que componen el sistema.

Existen en general dos formas de trabajo con el transporte neumático:

- **En aspiración (Vacío):** Se utiliza un dispositivo de aspiración que succiona el aire a través de la tubería, lo que provoca el arrastre del cereal. Un esquema de una instalación de transporte neumático por aspiración es el de la siguiente figura:

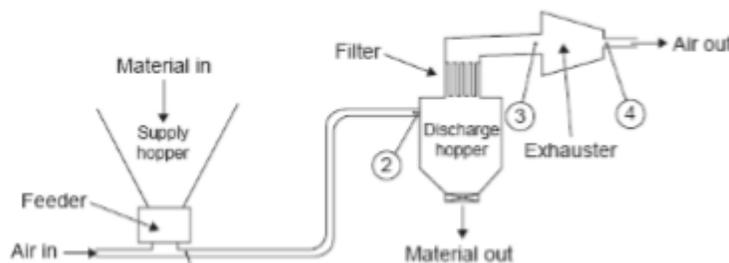


Imagen ID-6: Transporte neumático por aspiración

- **En impulsión:** Una soplante impulsa al aire al interior de la conducción, arrastrando con el los cereales. El esquema del transporte neumático por impulsión es el que se muestra en la siguiente imagen:

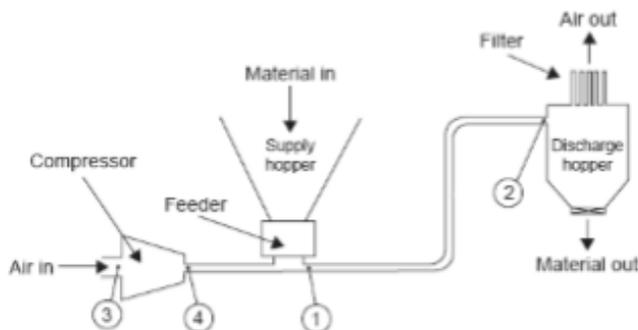


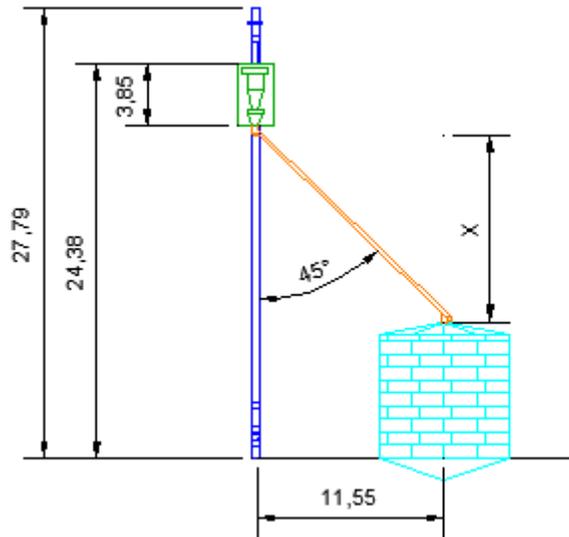
Imagen ID-7: Transporte neumático por impulsión

Ver selección en el apartado 2.4 de la **Ingeniería de detalle**.

2.4.1 Cálculo del elevador a cangilones N°1

Conociendo la altura de los silos, debemos considerar la disposición de la instalación y aplicar la ayuda de la trigonometría para calcular la diferencia de altura entre la válvula de distribución y el punto más elevado del silo, conociendo la distancia desde el centro del

silo hasta el elevador 1 y un ángulo de inclinación de las tuberías de descargas de 45 grados.



En la imagen anterior se puede observar un esquema de lo que se quiere hallar. Aplicando las reglas trigonométricas determinamos la altura antes nombrada.

$$\operatorname{tg} 45^{\circ} = \frac{X}{11,5 \text{ m}}$$

$$X = \operatorname{tg} 45^{\circ} * 11,5 \text{ m} = 11,5 \text{ m}$$

A partir de la altura calculada anteriormente podemos determinar la altura de descarga del elevador a cangilón.

$$H_{\text{descarga}} = H_{\text{silo}} + X = 8 \text{ m} + 11,5 \text{ m} = 19,5 \text{ m}$$

El sistema de limpieza aerodinámico seleccionado posee una altura de 3,85 m, y se ubica por encima de la válvula de distribución. Las dimensiones del sistema de limpieza son necesarias para determinar la altura del pantalón.

Por lo tanto:

$$H_{\text{pantalón}} = H_{\text{descarga}} + h_{\text{Sistema de limpieza}} = 19,5 \text{ m} + 3,85 \text{ m} = 23,35 \text{ m}$$

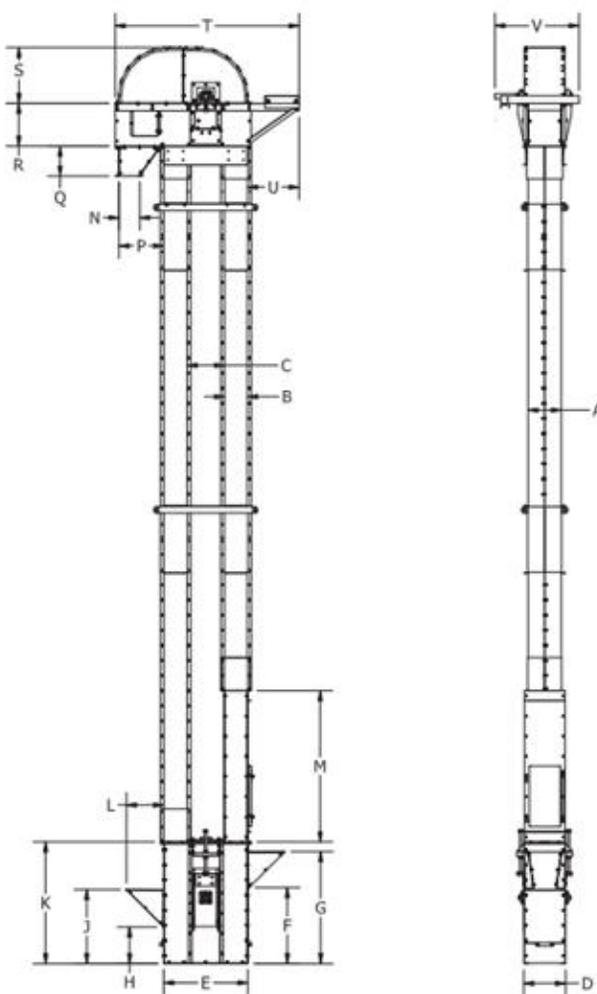
En base a la altura del pantalón seleccionamos de la marca SCAFCO el elevador 1 inmediatamente superior a la altura del pantalón, cuyas características se detallan a continuación:

Elevador de Cangilones SB30 SCAFCO, Especificaciones

Especificaciones											
Capacidad *	BPH	TPH	Velocidad de Correa y Polea			Tamaño de Correa		Cangilon			
			RPM	ft / min	m / sec	in	mm	Tamaño		Espacio	
SB30-30	3000	76.2	55	452	2.2	10"	254	9" x 6"	228 x 152	7"	178
SB30-35	3500	88.9	63	495	2.5	10"	254	9" x 6"	228 x 152	7"	178
SB30-40	4000	101.6	72	565	2.9	10"	254	9" x 6"	228 x 152	7"	178
SB30-45	4500	114.3	58	456	2.3	13"	330	12" x 7"	304 x 178	9"	228
SB30-50	5000	127.0	63	495	2.5	13"	330	12" x 7"	304 x 178	9"	228

Cabeza	Bota	Columna	Polea	Correa
<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño - 11 ga (2.95 mm) • Polea Dentada ¹ • Eje - 2 7/16" to 2 15/16" (62 mm to 75 mm) • Rodamiento - Chumacera 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño - 7 ga (4.6 mm) • Polea Dentada • Eje - 2 3/16" (56 mm) • Rodamiento - Brida 	<ul style="list-style-type: none"> • Brida empernada • Tamaño - 14 ga (1.9 mm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 30" (762 mm) dia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia 350 (P.I.W.)

* Capacidades basadas en maíz pelado #2 con peso de 56 lbs/bushel
¹ Dentada con retroceso deslizante estilo Holtz



Altura de Descarga	Capacidad BPH					Tamaño del Reductor	
	Capacidad TPH						
	FT	M	76	88	101		114
20	6.10	5	5	5	7.5	7.5	TA1
25	7.62	5	5	7.5	7.5	7.5	
30	9.14	5	7.5	7.5	7.5	10	TA2
35	10.67	7.5	7.5	7.5	10	10	
40	12.19	7.5	7.5	7.5	10	10	TA3
45	13.72	7.5	7.5	10	10	15	
50	15.24	7.5	10	10	15	15	
55	16.76	7.5	10	10	15	15	
60	18.29	10	10	10	15	15	
65	19.81	10	10	15	15	15	TA4
70	21.34	10	10	15	15	15	
75	22.86	10	15	15	15	20	
80	24.38	10	15	15	15	20	
85	25.91	15	15	15	20	20	
90	27.43	15	15	15	20	20	TA5
95	28.96	15	15	15	20	20	
100	30.48	15	15	20	20	20	
105	32.00	15	15	20	20	25	
110	33.53	15	15	20	20	25	
115	35.05	15	20	20	25	25	
120	36.58	15	20	20	25	25	
125	38.10	15	20	20	25	25	
130	39.62	15	20	20	25	25	
135	41.15	20	20	25	25	30	
140	42.67	20	20	25	25	30	
145	44.20	20	20	25	25	30	
150	45.72	20	20	25	30	30	

Basado en reductores Dodge TA, Class II
 Tabla basada en maíz pelado #2 con peso de 56 lbs/bushel

Dimensiones		Dimensiones			
	in	mm			
A	16	406	L	15 3/4	400
B	12	305	M	60	1524
C	28	711	N	16	406
D	19 3/8	492	P	28	711
E	52 7/16	1332	Q	12	305
F	42 1/8	1070	R	28	711
G	56 1/8	1426	S	34 1/8	867
H	26	660	T	102	2591
J	40	1016	U	20 3/8	518
K	60	1524	V	38 5/8	981

Imagen ID-30: Elevadores a cangilones.

- Marca: Scafco
- Modelo: SB 30
- Capacidad: 3000 BPM
- Capacidad en tn/h = 88
- Altura de descarga: 24,38 m
- Altura total del elevador: 27,787 m
- Ancho del pantalón (A) : 406 mm
- Profundidad del pantalón (Q): 305 mm
- Ancho de base (D): 492 mm
- Largo de la base (E): 1332 mm
- Altura de la base (K): 1524 mm
- Altura del cabezal (R)+(S): 711mm + 867 mm

Por lo tanto, con la suma de los datos seleccionados de catálogo a la altura del pantalón tendremos la altura total del elevador 1.

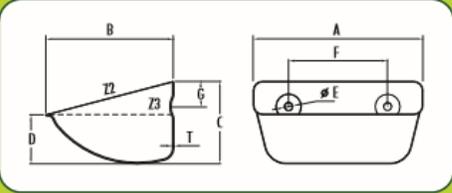
$$H_{total} = H_{Pantalón} + K + Q + R + S$$

$$H_{total} = 24,38 m + 1,524 m + 0,305 m + 0,711 m + 0,867m$$

$$H_{total} = 27,787 m$$

2.4.1.1 Selección de las tazas

Una vez definida la altura de nuestro elevador, podemos seleccionar las tazas que utilizará. Para esto nos valemos del catálogo “4B Cangilones para elevadores”, donde se seleccionó una taza con las siguientes características.

Pressed Seamless Steel / Stainless Steel / Galvanised		Chapa de acero estampada, sin soldaduras / Inoxidable / Galvanizado												
		AGRICULTURAL								Capacity (Litros) Capacidad (Litros)		Holes Agujeros		Max. Pcs/Mtr
										Z2 (total)	Z3 (water)	No.	E (Ø mm)	
No.	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	kg								
S100-90*	Only available for spares; now offering the SPS100-90 (see page 3)													
S130-120	138	114	80	54	1.5	0.35	0.68	0.50	2	8.5	70	22	12	
S180-140	188	140	92	60	1.5	0.53	1.29	0.90	2	8.5	100	27	10.5	
S230-165	239	163	108	70	2.0	1.01	2.47	1.84	2	11.0	120	34	9	
S280-165	289	163	108	70	2.0	1.32	3.05	2.30	3	11.0	80	34	9	
S300-180	308	182	117	70	2.0	1.43	3.66	2.46	3	9.0	100**	35	8.13	
S300-215	310	217	140	89	2.0	2.05	5.60	4.10	3	11.0	100	38	7.14	
S330-215/2.0	340	213	134	85	2.0	2.09	5.51	3.92	3	11.0	120	38	7.14	
S330-215/2.5	340	213	134	85	2.5	2.68	5.51	3.92	3	11.0	120	38	7.14	
S370-215/2.0	381	213	134	85	2.0	2.38	6.18	4.40	4	11.0	90	38	7.14	
S370-215/2.5	381	213	134	85	2.5	2.98	6.18	4.40	4	11.0	90	38	7.14	
S450-215	464	213	134	85	2.5	3.40	8.00	5.59	5	11.0	90***	38	7.14	

Special holes/thicknesses/wearbands - available on request
 * The original S100-90 is still available for spares.
 ** S300-180 Slotted holes for 100mm centres to 104mm centres.
 *** S450-215 Slotted holes for 88mm centres to 90mm centres.
 Wear band 3.0mm on 1 or 3 sides on request.

Agujeros especiales/Espesores diferentes/Refuerzos especiales - Sobre Pedido.
 * El cangilón original S100-90 sigue disponible para recambios.
 ** S300-180 Agujeros ovalados para centros de 100mm a 104mm.
 *** S450-215 Agujeros ovalados para centros de 87mm a 91mm.
 Pletina de refuerzo de 3mm de espesor en una cara o a los tres lados bajo pedido.

Imagen ID-31: Características técnicas de las tazas.

- Marca: 4b
- Modelo: S230-165
- Paso (Po): 0,136 m
- Ancho: 239 mm
- Profundidad: 163 mm
- Carga (Ci): 2,47 kg
- Peso del cangilón: 1 kg
- Altura: 108 mm

2.4.1.2 Selección de la banda transportadora

Basándonos en el catálogo 4B seleccionamos una banda para transporte de uso alimenticio, resistente a los aceites y a las grasas. Sus características son las siguientes:

SBR



www.go4b.com

Correa laminada de estiramiento reducido para elevadores

Las correas 4B para elevadores son resistentes a los fuertes impactos gracias a su construcción laminada; además, presentan un estiramiento reducido cuando se someten a la tensión de servicio.

La estructura EP consta de un tejido con una urdimbre de poliéster de estiramiento reducido (en sentido longitudinal) y de una trama de poliamida resistente a los impactos (en sentido transversal).

Para lograr el reducido grado de estiramiento de la correa, se realiza un proceso de pretensado ya durante la fabricación. Dicho proceso limita el grado máximo de estiramiento de la correa al 1,5 % bajo la fuerza de servicio.



LOW STRETCH ELEVATOR BELTING – ABRASION RESISTANT

CORREAS DE ESTIRAMIENTO REDUCIDO PARA ELEVADORES – RESISTENTES A LA ABRASIÓN

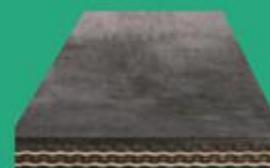


Higher Strength Belts - EP1000 - EP2000 kN/m available on request

Correas de mayor resistencia de los tipos EP1000 a EP2000 kN/m disponibles bajo solicitud



Temperature Range -20°C to +70°C /
Margen de temperaturas: -20°C a +70°C



Type / Tipo		EP500/3 1+1 SBR	EP630/4 1+1 SBR	EP630/4 2+2 SBR	EP800/5 2+2 SBR
Strength per ply Resistencia por cada capa	kN/m	160	160	160	160
Number of plies Número de capas	-	3	4	4	5
Total Tensile Strength Carga total de rotura	kN/m	500	630	630	800
Maximum Working Tension (10:1 Safety Factor) Tensión de servicio máxima (factor de seguridad 10:1)	kN/m	50	63	63	80
Top & Bottom Cover Thickness Grosor de las cubiertas superior e inferior	mm	1.0	1.0	2.0	2.0
Belt Thickness Grosor de la correa	mm	5.0	7.0	8.5	10.0
Weight Peso	kg/m ²	5.5	7.0	9.0	10.0
Minimum Pulley Ø Ø mínimo de la polea	mm	315	500	500	630

Correa laminada de estiramiento reducido para elevadores

Especificaciones Técnicas

Aplicaciones: Para productos sin grasas ni aceites hasta 70°C

Cubiertas: caucho de polibutadieno-estireno (SBR)

Estructura: urdimbre de poliéster y trama con capas de poliamida (EP) separadas por láminas de caucho sintético de SBR con un grosor de 0,3 mm

Margen de temperaturas: de -20°C a +70°C

Normas: fabricada conforme a las normas BS 490, DIN 22102 y DIN 22104

Imagen ID-32: Características técnicas de la banda transportadora

- Marca: 4b
- Modelo: EP 500/3 1+1 SBR
- Número de capas: 3
- Resistencia por capa: 160 kN/m
- Carga total de ruptura: 500 kN/m
- Máxima tensión de trabajo: 50kN/m
- Grosor de la correa: 5 mm
- Peso: 5,5 kg/m²
- Diámetro mínimo de la polea: 315 mm

Verificación de la banda

Para la verificación de la banda se realizan los siguientes cálculos, basándonos en la bibliografía del libro “Transporti Meccanici Vittorio Zignoli”.

Cálculo de la velocidad

Para determinar la velocidad de la banda nos valemos de la siguiente ecuación:

$$v = \frac{Po * Q}{Ci * \varphi * \gamma} = \frac{0,136 \text{ m} * 80000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{2,47 \text{ kg} * 0,8 * 0,75 * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}}} = 2,04 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La velocidad de 2.04 metros por segundo debemos expresarlas en revoluciones por minutos, para eso hacemos:

$$v = n * \frac{2 \pi}{60} * r = n * \frac{2 \pi}{60} * 0,1575 \text{ m} = 2,04 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$n = \frac{2,04 \frac{\text{m}}{\text{seg}} * 60}{2 \pi * 0,1575 \text{ m}} = 123,7 \text{ rpm} = 124 \text{ rpm}$$

Cálculo del ancho de banda

El catálogo 4B construye bandas para el montaje de los cangilones a medida, por lo cual nuestro ancho depende del tamaño de la taza, más unos 10 o 15 mm por lado, para evitar el rozamiento de ésta con los pantalones.

$$B = A + 2 * 10 \text{ mm} = 239 \text{ mm} + (2 * 10 \text{ mm}) = 260 \text{ mm}$$

Verificación de la fuerza de rotura de la banda

Para verificar la banda seleccionada se debe cumplir la siguiente condición:

$$F_{banda} > F$$

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5$$

Siendo:

- F_1 la fuerza debido al peso de la banda

$$F_1 = P_{banda} * H * B = 5,5 \frac{kg}{m^2} * 27,787 m * 0,26 m = 39,73 kg$$

- F_2 la fuerza debido a la carga

$$F_2 = \frac{H}{Paso\ de\ cangilones} * (P_{material} + P_{cangilon})$$

$$F_2 = \frac{27,787 m}{0,136 m} * (2,47 kg + 1kg) = 708,97 kg$$

- F_3 la fuerza debido al rozamiento

Se estima que es el 0,5% de la suma de F_1 más F_2 .

$$F_3 = 0,005 * (F_1 + F_2) = 0,005 * (39,73 kg + 708,97 kg) = 3,74 kg$$

- F_4 la fuerza debido al dragado

Para nuestro sistema de carga esta fuerza no existe, ya que nuestro elevador es por medio de carga continua.

$$F_4 = 0$$

- F_5 la fuerza debido al tensado previo

Se estima 50 kg por cada 20 metros de cinta.

$$F_5 = \frac{50 kg}{20 m} * H = \frac{50 kg}{20 m} * 27,787 m = 69,46 kg$$

Por lo tanto, la sumatorio de todas las fuerzas es:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5$$

$$F = 39,73 kg + 708,97 kg + 3,74 kg + 0 + 69,46 kg = 821,9 kg$$

La fuerza de la banda la determinamos con las siguientes ecuaciones:

$$F_{banda} = \frac{50000 \frac{N}{m}}{9,81 \frac{kg * m}{s^2}} * B = 5096,84 \frac{kgf}{\frac{kg * m}{s^2}} * 0,26 m$$

$$F_{banda} = 1325,17 kg$$

Una vez determinadas ambas fuerzas podemos realizar la verificación.

$$F_{banda} > F$$

$$1325,17 \text{ kg} > 821,9 \text{ kg}$$

Como se puede observar la fuerza que soporta la banda transportadora es mayor que la fuerza que ejerce el material a transportar sobre dicha banda, lo cual indica que la banda fue correctamente seleccionada.

2.4.1.3 Calculo del motor

Calculo de la potencia del elevador 1

La potencia requerida para accionar el elevador N°1 se determina de la siguiente manera:

$$N = \frac{F' * v}{75 * \eta}$$

Donde:

- F' son las fuerzas que generan carga en el arranque.
- v es la velocidad de la banda.
- η es el rendimiento del motor.

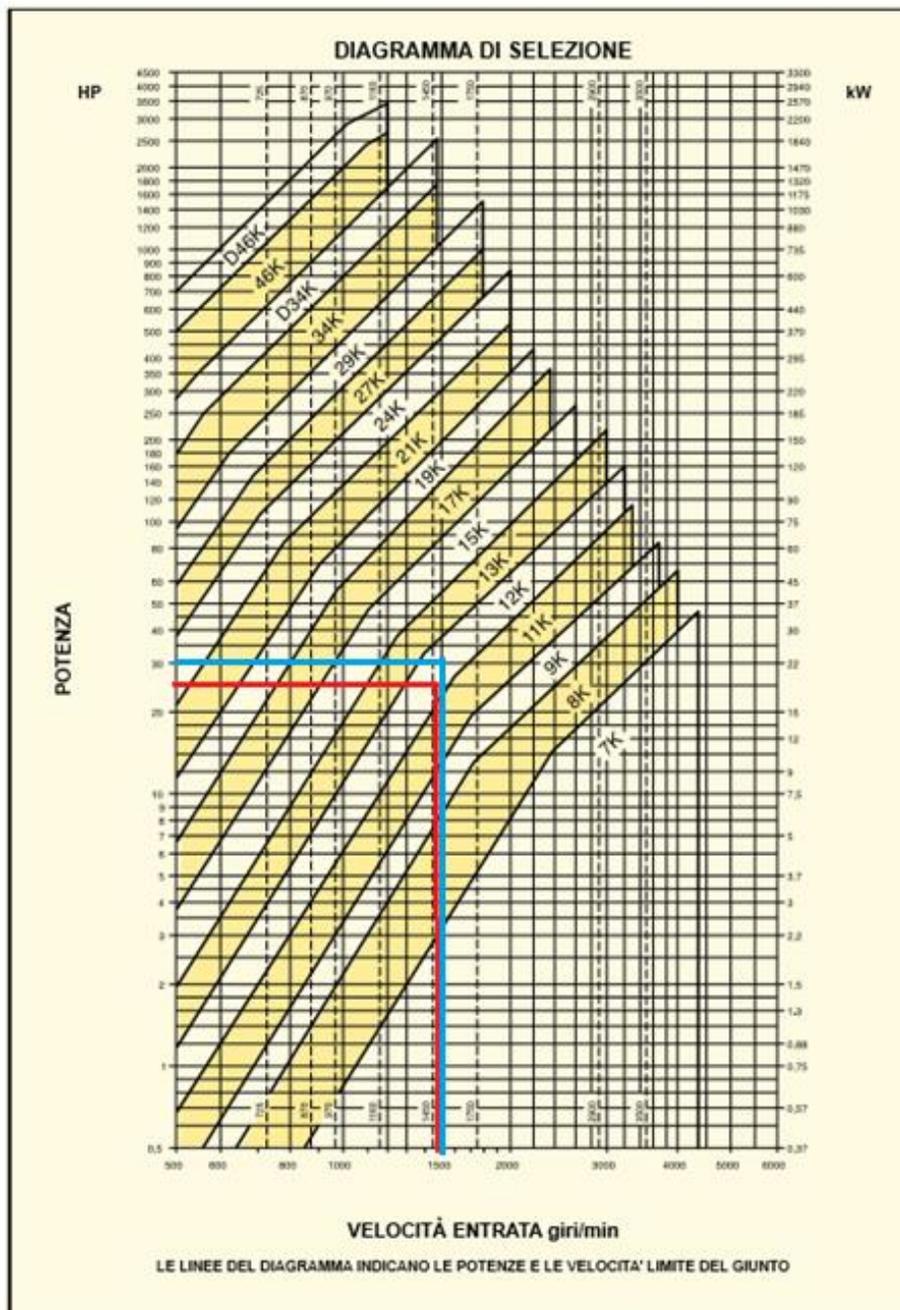
$$F' = F_2 + F_3 + F_4 = 39,73 \text{ kg} + 708,97 \text{ kg} + 0 \text{ kg} = 748,7 \text{ kg}$$

Por lo tanto, la potencia es:

$$N = \frac{F' * v}{75 * \eta} = \frac{748,7 \text{ kg} * 2,04 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{75 * 0,85} = 23,95 \text{ Hp}$$

Selección del motor

Se seleccionó un motor del catálogo WEG de motores industriales, cuyas características son las siguientes:



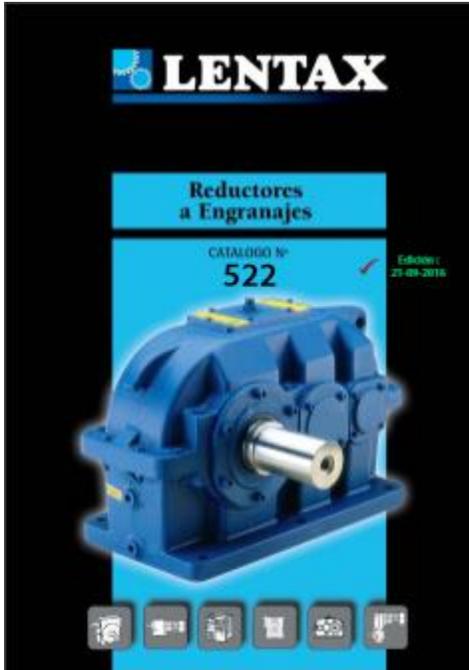
Utilizamos el catálogo, se seleccionó un modelo serie 9 % 34 KRM con ajuste cónico a la entrada. Se adoptó un rendimiento de acoplamiento del 96%, por lo que la velocidad y potencia de salida serán:

Velocidad de salida: $0.96 * 1480 \text{ rpm} = 1420,8 \text{ rpm}$

Potencia de salida: $0.96 * 18,5 \text{ KW} = 17,76 \text{ KW}$

2.4.1.5 Selección del Reductor

Utilizaremos el catálogo de reductores LENTAX, para la selección del mismo. Dicho catálogo presenta un esquema de cálculo para la correcta selección del equipo. Nosotros nos ajustaremos a dicho esquema y procederemos a seleccionar y verificar el mismo.



PASOS A SEGUIR

- 1) Calcular la potencia efectiva (N_{ef})
- 2) Determinar el factor de Servicio ($f = f_1 \times f_2 \times f_3$).
- 3) Calcular la potencia equivalente ($N_{eq} = f \times N_{ef}$).
- 4) Calcular la relación ($i = n_e/n_s$).
- 5) Preseleccionar un modelo.
- 6) Comprobar que $N_{nom} \geq N_{eq}$.
- 7) Determinar el factor de temperatura (f_w).
- 8) Determinar la potencia térmica admisible (N_t).
- 9) Comprobar que $N_t \times f_w \geq N_{ef}$.
- 10) Controlar la potencia de arranque ($N_{arr} \leq N_{nom} \times 2,5$)
- 11) Controlar las cargas radiales.

Inicialmente debemos considerar la potencia y la velocidad de entrada al reductor, las cuales son iguales a las de salida del acoplamiento hidráulico:

$$N_{ent} = 17,76 \text{ KW.}$$

$$n_{ent} = 1420,8 \text{ RPM.}$$

Calculo de la potencia efectiva

La potencia de salida dependerá del rendimiento del reductor, en nuestro caso consideramos que un tren de engranajes de reducción tiene 98% de rendimiento.

La potencia efectiva es la potencia nominal del motor afectado por el rendimiento del reductor (25 HP = 18,5 KW) cuyo valor es:

$$N_{ef} = N_{ent} * \eta$$

$$N_{ef} = 17,76 \text{ KW} * 0,98$$

$$N_{ef} = 17,4 \text{ KW}$$

Calculo del factor de servicio

El factor de servicio f se determina de la siguiente manera:

$$f = f1 \times f2 \times f3$$

Donde:

De la tabla N°1 para elevadores a cangilones y 8 horas de servicio => $f1 = 1,5$.

De la tabla N°2 para accionamiento con motor eléctrico => $f2 = 1$.

De la tabla N°3 para 1 arranque por hora y $f1 \geq 1.5$ => $f3 = 1,00$.

A continuación se marcan las características de los factores de servicios.

FACTORES DE SERVICIO

TABLA N° 1

MAQUINA ACCIONADA

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f1 f1 FACTOR hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
TRANSPORTE Y ALMACENAJE				CONVEYORS
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,5	1,6	1,6	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

TABLA N° 2
MOTOR DE MANDO

Tipo de Motor	Factor f2 Correction factor (f2)	Drive
Motores eléctricos	1	Electric motor
Turbinas	1	Steam turbine
Motores a pistón (4-6 cilindros) (Grados de irregularidades; 1:100 a 1200)	1,25	Piston engine (4-6 cyl.) (Irregular grade ; 1:100 to 1200)
Motores a pistón (1-3 cilindros) (Grados de irregularidades hasta 1:100)	1,5	Piston engine (1-3 cyl.) (Irregular grade ; up to 1:100)

TABLA N° 3
FRECUENCIA DE MANIOBRAS

Arranques por hora Number of starts per hour	FACTOR DE MANIOBRAS f3 / OPERATING FACTOR f3					
	Factor de la maquina accionada (f1) /Service factor (f1) from table N° 1					
	≥	≥	≥	≥	≥	≥
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
< 1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2 20	1,20	1,10	1,08	1,07	1,07	1,06
21 40	1,30	1,20	1,17	1,16	1,15	1,08
41 80	1,50	1,40	1,25	1,23	1,18	1,10
81 ... 160	1,60	1,50	1,35	1,30	1,20	1,10
161<	2,00	1,80	1,70	1,60	1,30	1,10

Por lo tanto, el factor de servicio es:

$$f = 1.5 \times 1 \times 1.00 = 1.5$$

$$N_{eq} = f * N_{ef} = 1.5 * 17,4 \text{ kw} = 26,1 \text{ kw}$$

Calculo de la relación de transformación (i)

La relación de transformación se determina de la siguiente manera:

$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{1500 \text{ rpm}}{124 \text{ rpm}} = 12,126$$

Adoptamos una relación de transformación de catálogo menor a la calculada anteriormente, ya que de esta forma obtendremos una velocidad de salida mayor a la requerida. Para una relación nominal $i = 10$ y una velocidad de entrada $n_1 = 1500 \text{ rpm}$ se preselecciona del catálogo Lentax un reductor modelo DP 140 ($N_{nom} = 43,6 \text{ kW}$).

POTENCIAS MECANICAS (kW) Y RELACIONES NOMINALES											
POWER RATING (kW) AND NOMINAL RATIO											
Doble Reducción -Ejes Paralelos. Double Reduction -Helical Gear Units											
Modelo <i>Model</i>	n1 <i>(r.p.m.)</i>	Relaciones Nominales <i>Nominal Ratio</i>									
		6,3*	8*	10*	12,5*	16	20	22,5	25	28	31,5
DP 100	1800	25,1	24,6	20,5	13,9	12,7	10,0	8,60	6,81	6,72	5,37
	1500	21,7	21,3	17,7	12,0	11,0	8,61	7,43	5,89	5,81	4,64
	1200	17,9	17,5	14,6	10,1	8,73	6,89	5,93	4,70	4,62	3,67
	1000	15,3	14,9	12,5	8,76	7,21	5,74	4,93	3,90	3,83	3,02
	900	14,0	13,4	11,3	7,94	6,53	5,18	4,46	3,52	3,45	2,72
750	12,1	11,2	9,42	6,70	5,52	4,34	3,75	2,94	2,87	2,28	
DP 125	1800	48,8	46,7	36,7	26,4	20,2	16,0	13,7	11,7	11,0	9,28
	1500	42,2	40,4	31,7	22,8	17,5	13,8	11,8	10,1	9,49	8,02
	1200	35,4	32,3	25,5	19,1	14,0	11,0	9,45	8,06	7,59	6,43
	1000	30,9	26,9	21,3	16,6	11,7	9,20	7,88	6,70	6,33	5,37
	900	28,4	24,2	19,2	15,0	10,5	8,29	7,11	6,02	5,68	4,84
750	24,7	20,2	16,0	12,5	8,76	6,92	5,96	5,00	4,71	4,05	
DP 140	1800	84	64	50	40,0	30,4	25,3	19,9	17,7	16,2	13,4
	1500	73	55	43,6	34,6	26,3	21,9	17,2	15,3	14,0	11,6
	1200	60	44,1	35,1	27,5	21,1	17,5	13,8	12,2	11,2	9,28
	1000	51	36,8	29,4	22,8	17,8	14,8	11,5	10,2	9,35	7,73
	900	45,9	33,3	26,5	20,4	15,8	13,2	10,3	9,21	8,41	6,96
750	38,3	28,0	22,1	16,9	13,2	11,0	8,81	7,73	6,99	5,81	
DP 160	1800	102	94	76	59	48,6	39,7	33,2	27,9	25,7	20,0
	1500	88	81	66	51	42,0	34,3	28,7	24,1	22,2	17,3
	1200	71	65	54	42,4	33,6	27,5	22,9	19,2	17,8	13,9
	1000	59	54	45,9	36,6	28,0	22,9	19,1	16,0	14,8	11,6
	900	53	49,2	41,3	33,0	25,2	20,6	17,2	14,4	13,3	10,4
750	44,2	41,9	34,4	27,6	21,0	17,1	14,4	12,1	11,1	8,68	

Verificación de la potencia térmica

Para determinar el factor de temperatura entramos en la tabla N°4 para temperatura ambiente 50 °C, sin enfriamiento y tiempo de operación 100% por hora.

TABLA N° 4
CORRECCION POR TEMPERATURA

FACTOR DE TEMPERATURA fw / TEMPERATURE FACTOR fw						
Tipo de Enfriamiento <i>Type of cooling</i>	Temperatura ambiente <i>Ambient Temperature</i>	Tiempo de operacion (% por hora) <i>Frequency of operation (% per hour)</i>				
		100%	80%	60%	40%	20%
Sin enfriamiento <i>Without cooling</i>	10°C	1,12	1,34	1,57	1,79	2,05
	20°C	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
	30°C	0,88	1,06	1,23	1,41	1,58
	40°C	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35
	50°C	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13
Con ventilador <i>Cooling fan</i>	10°C	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07
	20°C	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
	30°C	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62
	40°C	0,80	0,96	1,12	1,29	1,44
	50°C	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26

Por lo tanto:

$$fw = 0.63$$

Entrando en la tabla de potencias térmicas (doble reducción) para ventilación natural, a la intemperie y un tamaño de 140, determinamos que la potencia térmica.

POTENCIAS TÉRMICAS (Kw)

Doble reducción

Tipo de Refrigeración <i>Type of cooling</i> Ventilación natural <i>Natural cooling</i>	Velocidad del aire <i>Air velocity</i>	Tamaño <i>Unit size</i>									
		100	125	140	160	180	200	225	250	280	320
Espacios cerrados muy reducidos <i>Reduced clearances</i>	$\geq 0,5$ m/seg	13,4	22	26	35	51	71	90	122	183	210
Espacios cerrados normales <i>Normal clearances</i>	$\geq 1,4$ m/seg	18,2	30	37	51	73	99	129	175	254	292
A la intemperie <i>In the open</i>	$\geq 3,7$ m/seg	24,9	41	50	68	99	130	169	232	342	395

Tipo de Refrigeración <i>Type of cooling</i> Ventilación forzada <i>Forced cooling</i>	Velocidad de entrada <i>Input speed</i>	Tamaño <i>Unit size</i>									
		100	125	140	160	180	200	225	250	280	320
Con ventilador <i>Cooling fan</i>	1800	29,4	48,5	60	82	120	162	212	288	401	485
	1500	24,5	40,4	50	68	99	135	177	240	371	405
	1200	23,2	38,2	46	63	93	124	163	221	347	372
	1000	21,4	35,3	43	59	88	118	154	207	326	354
	900	21,0	34,6	41	57	85	113	149	202	317	339
	750	19,8	32,4	39	54	79	107	140	192	303	321

Por lo tanto:

$$N_t = 50 \text{ KW.}$$

La potencia térmica afectada por el factor de temperatura deberá ser mayor a la potencia efectiva.

$$N_t \times fw = 50 \text{ KW} * 0,63 = 31,5 \text{ Kw}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$N_t \times fw > N_{ef}$$

$$31,5 \text{ KW} > 17,4 \text{ KW}$$

Como se cumple lo exigido, podemos decir que verifica térmicamente el modelo elegido.

Seguidamente se debe verificar que 2,5 veces la potencia nominal del reductor sea mayor que la potencia de arranque requerida, procediendo:

La potencia de arranque es:

$$N_{arr} = N_{motor} * T_{arr}$$

$$N_{arr} = 18,5 \text{ KW} * 2,5$$

$$N_{arr} = 46,25 \text{ KW}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$2,5 * N_{nom} > N_{arr}$$

$$2,5 * 43,6 \text{ KW} > 46,25 \text{ KW}$$

$$109 \text{ KW} > 46,25 \text{ KW}$$

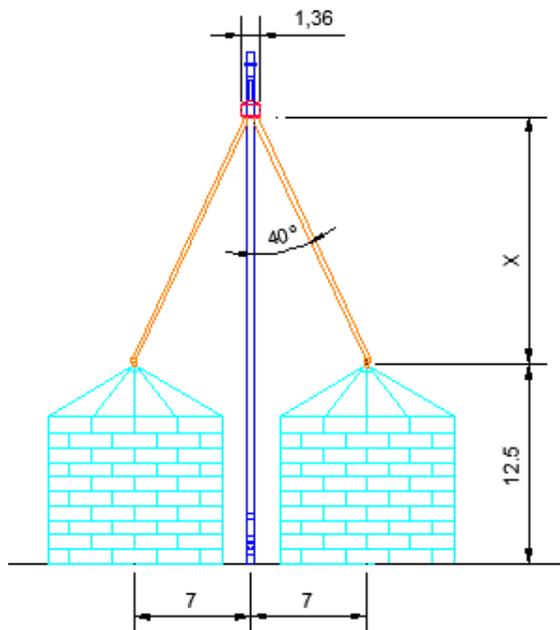
Como vemos se verificó lo requerido, por lo que el reductor elegido es el adecuado.

Las características más importantes del reductor seleccionado son:

- Velocidad de salida: $\frac{1420 \text{ rpm}}{10} = 142 \text{ rpm}$
- Potencia eficaz de salida: $17,4 \text{ KW}$

2.5.1. Cálculo del elevador a cangilones N°2

Conociendo la altura de los silos, debemos considerar la disposición de la instalación y aplicar la ayuda de la trigonometría para calcular la diferencia de altura entre la válvula de distribución y el punto más elevado del silo, conociendo la distancia desde el centro del silo hasta el elevador y un ángulo de inclinación de las tuberías de descargas de 40 grados.



En la imagen anterior se puede observar un esquema de lo que se quiere hallar. Aplicando las reglas trigonométricas determinamos la altura antes nombrada.

$$\operatorname{tg} 40^{\circ} = \frac{X}{22 \text{ m}}$$

$$X = \operatorname{tg} 40^{\circ} * 22 \text{ m} = 18,46 \text{ m}$$

A partir de la altura (X) calculada anteriormente podemos determinar la altura de descarga del elevador.

$$H_{descarga} = H_{silo} + X = 12,5 \text{ m} + 18,46 \text{ m} = 30,96 \text{ m}$$

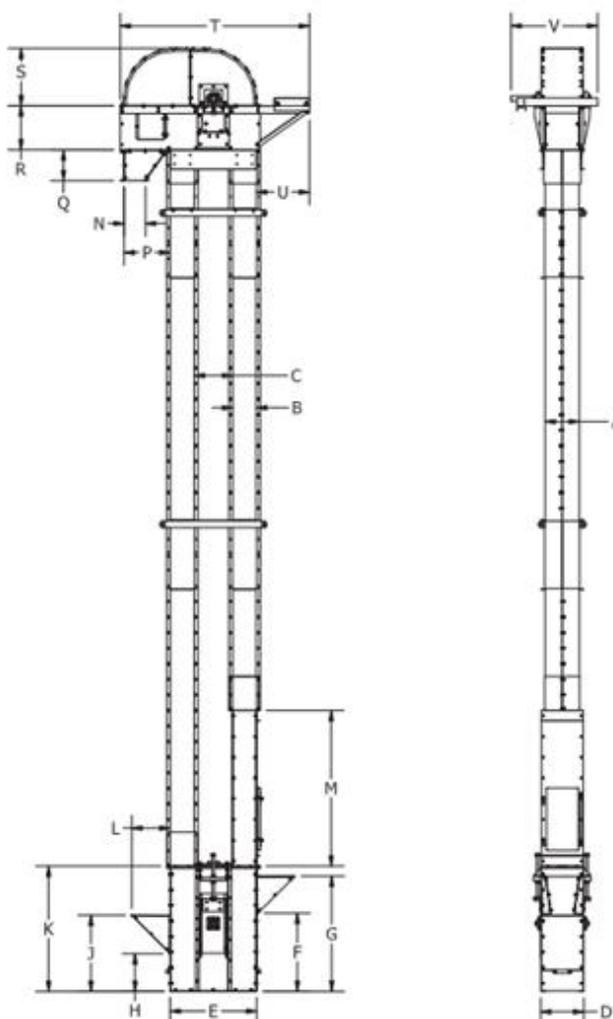
Seleccionamos de la marca SCAFCO el elevador 2 con una altura inmediatamente superior a la altura de la válvula, cuyas características se detallan a continuación:

Elevador de Cangilones SB30 SCAFCO, Especificaciones

Especificaciones											
Capacidad *	BPH	TPH	Velocidad de Correa y Polea			Tamaño de Correa		Cangilon			
			RPM	ft / min	m / sec	in	mm	Tamaño		Espacio	
5830-30	3000	76.2	95	492	2.2	10"	254	9" x 6"	228 x 152	7"	178
5830-35	3500	88.9	83	495	2.5	10"	254	9" x 6"	228 x 152	7"	178
5830-40	4000	101.6	72	565	2.9	10"	254	9" x 6"	228 x 152	7"	178
5830-45	4500	114.3	58	456	2.5	13"	350	12" x 7"	304 x 178	9"	228
5830-50	5000	127.0	63	495	2.5	13"	350	12" x 7"	304 x 178	9"	228

Cabeza	Bota	Columna	Polea	Correa
<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño - 11 ga (2.95 mm) • Polea Dentada ¹ • Eje - 2 7/16" to 2 15/16 (62 mm to 75 mm) • Rodamiento - Chumacera 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño - 7 ga (4.6 mm) • Polea Dentada • Eje - 2 3/16" (56 mm) • Rodamiento - Brida 	<ul style="list-style-type: none"> • Brida empunada • Tamaño - 14 ga (1.9 mm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 30" (762 mm) dia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia 350 (P.I.W.)

* Capacidades basadas en maíz pelado #2 con peso de 56 lbs/bushel
¹ Dentada con retroceso deslizante estilo Holtz



Altura de Descarga	Capacidad BPH					Tamaño del Reductor
	3000	3500	4000	4500	5000	
	Capacidad TPH					
	76	88	101	114	127	
20	5	5	5	7.5	7.5	TA1
25	5	5	7.5	7.5	7.5	
30	5	7.5	7.5	7.5	10	TA2
35	7.5	7.5	7.5	10	10	
40	7.5	7.5	7.5	10	10	TA3
45	7.5	7.5	10	10	15	
50	7.5	10	10	15	15	
55	7.5	10	10	15	15	
60	10	10	10	15	15	
65	10	10	15	15	15	TA4
70	10	10	15	15	15	
75	10	15	15	15	20	
80	10	15	15	15	20	
85	15	15	15	20	20	
90	15	15	15	20	20	TA5
95	15	15	15	20	20	
100	15	15	20	20	20	
105	15	15	20	20	25	
110	15	15	20	20	25	
115	15	20	20	25	25	TA5
120	15	20	20	25	25	
125	15	20	20	25	25	
130	15	20	20	25	25	
135	20	20	25	25	30	
140	20	20	25	25	30	TA5
145	20	20	25	25	30	
150	20	20	25	25	30	

Basado en reductores Dodge TA, Class II
 Tabla basada en maíz pelado #2 con peso de 56 lbs/bushel

Dimensiones		Dimensiones			
	in	mm			
A	16	406	L	15 3/4	400
B	12	305	M	60	1524
C	28	711	N	16	406
D	19 3/8	492	P	28	711
E	52 7/16	1332	Q	12	305
F	42 1/8	1070	R	28	711
G	56 1/8	1426	S	34 1/8	867
H	26	660	T	102	2591
J	40	1016	U	20 3/8	518
K	60	1524	V	38 5/8	981

- Marca: Scafco
- Modelo: SB 30
- Capacidad: 3000 BPM
- Capacidad en tn/h = 88
- Altura de descarga: 32 m
- Altura total del elevador: 35,407 m
- Ancho del pantalón (A) : 406 mm
- Profundidad del pantalón (Q): 305 mm
- Ancho de base (D): 492 mm
- Largo de la base (E): 1332 mm
- Altura de la base (K): 1524 mm
- Altura del cabezal (R)+(S): 711mm + 867 mm

Por lo tanto, con la suma de los datos seleccionados de catálogo a la altura del pantalón tendremos la altura total del elevador 2.

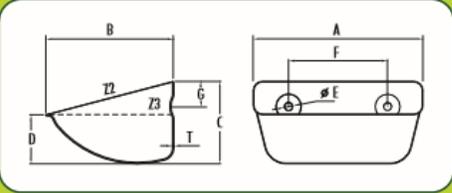
$$H_{total} = H_{descarga} + K + Q + R + S$$

$$H_{total} = 32 m + 1,524 m + 0,305 m + 0,711 m + 0,867m$$

$$H_{total} = 35,407 m$$

2.5.1.1 Selección de las tazas

Una vez definida la altura de nuestro elevador, podemos seleccionar las tazas que utilizará. Para esto nos valemos del catálogo “4B Cangilones para elevadores”, donde se seleccionó al igual que para el elevador N°1 una taza con las siguientes características.

Pressed Seamless Steel / Stainless Steel / Galvanised		Chapa de acero estampada, sin soldaduras / Inoxidable / Galvanizado														
		AGRICULTURAL														
				No.	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	kg	Capacity (Litros) Capacidad (Litros)		Holes Agujeros			Max. Pcs/Mtr
										Z2 (total)	Z3 (water)	No.	E (Ø mm)	F (mm)	G (mm)	
S100-90*		<i>Only available for spares; now offering the SPS100-90 (see page 3)</i>														
S130-120	138	114	80	54	1.5	0.35	0.68	0.50	2	8.5	70	22	12			
S180-140	188	140	92	60	1.5	0.53	1.29	0.90	2	8.5	100	27	10.5			
S230-165	239	163	108	70	2.0	1.01	2.47	1.84	2	11.0	120	34	9			
S280-165	289	163	108	70	2.0	1.32	3.05	2.30	3	11.0	80	34	9			
S300-180	308	182	117	70	2.0	1.43	3.66	2.46	3	9.0	100**	35	8.13			
S300-215	310	217	140	89	2.0	2.05	5.60	4.10	3	11.0	100	38	7.14			
S330-215/2.0	340	213	134	85	2.0	2.09	5.51	3.92	3	11.0	120	38	7.14			
S330-215/2.5	340	213	134	85	2.5	2.68	5.51	3.92	3	11.0	120	38	7.14			
S370-215/2.0	381	213	134	85	2.0	2.38	6.18	4.40	4	11.0	90	38	7.14			
S370-215/2.5	381	213	134	85	2.5	2.98	6.18	4.40	4	11.0	90	38	7.14			
S450-215	464	213	134	85	2.5	3.40	8.00	5.59	5	11.0	90***	38	7.14			

Special holes/thicknesses/wearbands - available on request
 * The original S100-90 is still available for spares.
 ** S300-180 Slotted holes for 100mm centres to 104mm centres.
 *** S450-215 Slotted holes for 88mm centres to 90mm centres.
 Wear band 3.0mm on 1 or 3 sides on request.

Agujeros especiales/Espesores diferentes/Refuerzos especiales - Sobre Pedido.
 * El cangilón original S100-90 sigue disponible para recambios.
 ** S300-180 Agujeros ovalados para centros de 100mm a 104mm.
 *** S450-215 Agujeros ovalados para centros de 87mm a 91mm.
 Pletina de refuerzo de 3mm de espesor en una cara o a los tres lados bajo pedido.

Imagen ID-31: Características técnicas de las tazas.

- Marca: 4b
- Modelo: S230-165
- Paso (Po): 0,136 m
- Ancho: 239 mm
- Profundidad: 163 mm
- Carga (Ci): 2,47 kg
- Peso del cangilón: 1 kg
- Altura: 108 mm

2.5.1.2 Selección de la banda transportadora

Basándonos en el catálogo 4B seleccionamos de igual manera que para el elevador N°1 una banda para transporte de uso alimenticio, resistente a los aceites y a las grasas. Sus características son las siguientes:

SBR



Correa laminada de estiramiento reducido para elevadores

Las correas 4B para elevadores son resistentes a los fuertes impactos gracias a su construcción laminada; además, presentan un estiramiento reducido cuando se someten a la tensión de servicio.

La estructura EP consta de un tejido con una urdimbre de poliéster de estiramiento reducido (en sentido longitudinal) y de una trama de poliamida resistente a los impactos (en sentido transversal).

Para lograr el reducido grado de estiramiento de la correa, se realiza un proceso de pretensado ya durante la fabricación. Dicho proceso limita el grado máximo de estiramiento de la correa al 1,5 % bajo la fuerza de servicio.



LOW STRETCH ELEVATOR BELTING – ABRASION RESISTANT

CORREAS DE ESTIRAMIENTO REDUCIDO PARA ELEVADORES – RESISTENTES A LA ABRASION



Higher Strength Belts - EP1000 - EP2000 kN/m available on request

Correas de mayor resistencia de los tipos EP1000 a EP2000 kN/m disponibles bajo solicitud



Temperature Range -20°C to +70°C /
Margen de temperaturas: -20°C a +70°C



Type / Tipo		EP500/3 1+1 SBR	EP630/4 1+1 SBR	EP630/4 2+2 SBR	EP800/5 2+2 SBR
Strength per ply Resistencia por cada capa	kN/m	160	160	160	160
Number of plies Número de capas	-	3	4	4	5
Total Tensile Strength Carga total de rotura	kN/m	500	630	630	800
Maximum Working Tension (10:1 Safety Factor) Tensión de servicio máxima (factor de seguridad 10:1)	kN/m	50	63	63	80
Top & Bottom Cover Thickness Grosor de las cubiertas superior e inferior	mm	1.0	1.0	2.0	2.0
Belt Thickness Grosor de la correa	mm	5.0	7.0	8.5	10.0
Weight Peso	kg/m ²	5.5	7.0	9.0	10.0
Minimum Pulley Ø Ø mínimo de la polea	mm	315	500	500	630

Correa laminada de estiramiento reducido para elevadores

Especificaciones Técnicas

Aplicaciones: Para productos sin grasas ni aceites hasta 70°C

Cubiertas: caucho de polibutadieno-estireno (SBR)

Estructura: urdimbre de poliéster y trama con capas de poliamida (EP) separadas por láminas de caucho sintético de SBR con un grosor de 0,3 mm

Margen de temperaturas: de -20°C a +70°C

Normas: fabricada conforme a las normas BS 490, DIN 22102 y DIN 22104

Imagen ID-32: Características técnicas de la banda transportadora

- Marca: 4b
- Modelo: EP 500/3 1+1 SBR
- Número de capas: 3
- Resistencia por capa: 160 kN/m
- Carga total de ruptura: 500 kN/m
- Máxima tensión de trabajo: 50kN/m
- Grosor de la correa: 5 mm
- Peso: 5,5 kg/m²

- Diámetro mínimo de la polea: 315 mm

Verificación de la banda

Para la verificación de la banda se realizan los siguientes cálculos, basándonos en la bibliografía del libro “Transporti Meccanici Vittorio Zignoli”.

Cálculo de la velocidad

Para determinar la velocidad de la banda nos valemos de la siguiente ecuación:

$$v = \frac{Po * Q}{Ci * \varphi * \gamma} = \frac{0,136 \text{ m} * 80000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{2,47 \text{ kg} * 0,8 * 0,75 * \frac{3600 \text{ s}}{1\text{h}}} = 2,04 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La velocidad de 2.04 metros por segundo debemos expresarlas en revoluciones por minutos, para eso hacemos:

$$v = n * \frac{2\pi}{60} * r = n * \frac{2\pi}{60} * 0,1575 \text{ m} = 2,04 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$n = \frac{2,04 \frac{\text{m}}{\text{seg}} * 60}{2\pi * 0,1575 \text{ m}} = 123,7 \text{ rpm} = 124 \text{ rpm}$$

Cálculo del ancho de banda

El catálogo 4B construye bandas para el montaje de los cangilones a medida, por lo cual nuestro ancho depende del tamaño de la taza, más unos 10 o 15 mm por lado, para evitar el rozamiento de ésta con los pantalones.

$$B = A + 2 * 10 \text{ mm} = 239 \text{ mm} + (2 * 10 \text{ mm}) = 260 \text{ mm}$$

Verificación de la fuerza de rotura de la banda

Para verificar la banda seleccionada se debe cumplir la siguiente condición:

$$F_{banda} > F$$

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5$$

Siendo:

- F_1 la fuerza debido al peso de la banda

$$F_1 = P_{banda} * H * B = 5,5 \frac{kg}{m^2} * 35,407 m * 0,26 m = 50,63 kg$$

- F_2 la fuerza debido a la carga

$$F_2 = \frac{H}{Paso\ de\ cangilones} * (P_{material} + P_{cangilon})$$

$$F_2 = \frac{35,407 m}{0,136 m} * (2,47 kg + 1kg) = 903,4 kg$$

- F_3 la fuerza debido al rozamiento

Se estima que es el 0,5% de la suma de F_1 más F_2 .

$$F_3 = 0,005 * (F_1 + F_2) = 0,005 * (50,63 kg + 903,4 kg) = 4,77 kg$$

- F_4 la fuerza debido al dragado

Para nuestro sistema de carga esta fuerza no existe, ya que nuestro elevador es por medio de carga continua.

$$F_4 = 0$$

- F_5 la fuerza debido al tensado previo

Se estima 50 kg por cada 20 metros de cinta.

$$F_5 = \frac{50 kg}{20 m} * H = \frac{50 kg}{20 m} * 35,407 m = 88,52 kg$$

Por lo tanto, la sumatorio de todas las fuerzas es:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5$$

$$F = 50,63 kg + 903,4 kg + 4,77 kg + 0 + 88,52 kg = 1047,32 kg$$

La fuerza de la banda la determinamos con las siguientes ecuaciones:

$$F_{banda} = \frac{50000 \frac{N}{m}}{9,81 \frac{kg * m}{s^2}} * B = 5096,84 \frac{kgf}{\frac{kg * m}{s^2}} * 0,26 m$$

$$F_{banda} = 1325,17 \text{ kg}$$

Una vez determinadas ambas fuerzas podemos realizar la verificación.

$$F_{banda} > F$$

$$1325,17 \text{ kg} > 1047,32 \text{ kg}$$

Como se puede observar la fuerza que soporta la banda transportadora es mayor que la fuerza que ejerce el material a transportar sobre dicha banca, lo cual indica que la banda fue correctamente seleccionada.

2.5.1.3 Calculo del motor

Calculo de la potencia del elevador N°2

La potencia requerida para accionar el elevador N°2 se determina de la siguiente manera:

$$N = \frac{F' * v}{75 * \eta}$$

Donde:

- F' son las fuerzas que generan carga en el arranque.
- v es la velocidad de la banda.
- η es el rendimiento del motor.

$$F' = F_2 + F_3 + F_4 = 903,4 \text{ kg} + 4,77 \text{ kg} + 0 \text{ kg} = 908,17 \text{ kg}$$

Por lo tanto, la potencia es:

$$N = \frac{F' * v}{75 * \eta} = \frac{908,17 \text{ kg} * 2,04 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{75 * 0,85} = 29,06 \text{ Hp}$$

Selección del motor

Se seleccionó un motor del catálogo WEG de motores industriales, cuyas características son las siguientes:

W22 - IE4 Super Premium Efficiency - 50 Hz



www.weg.net

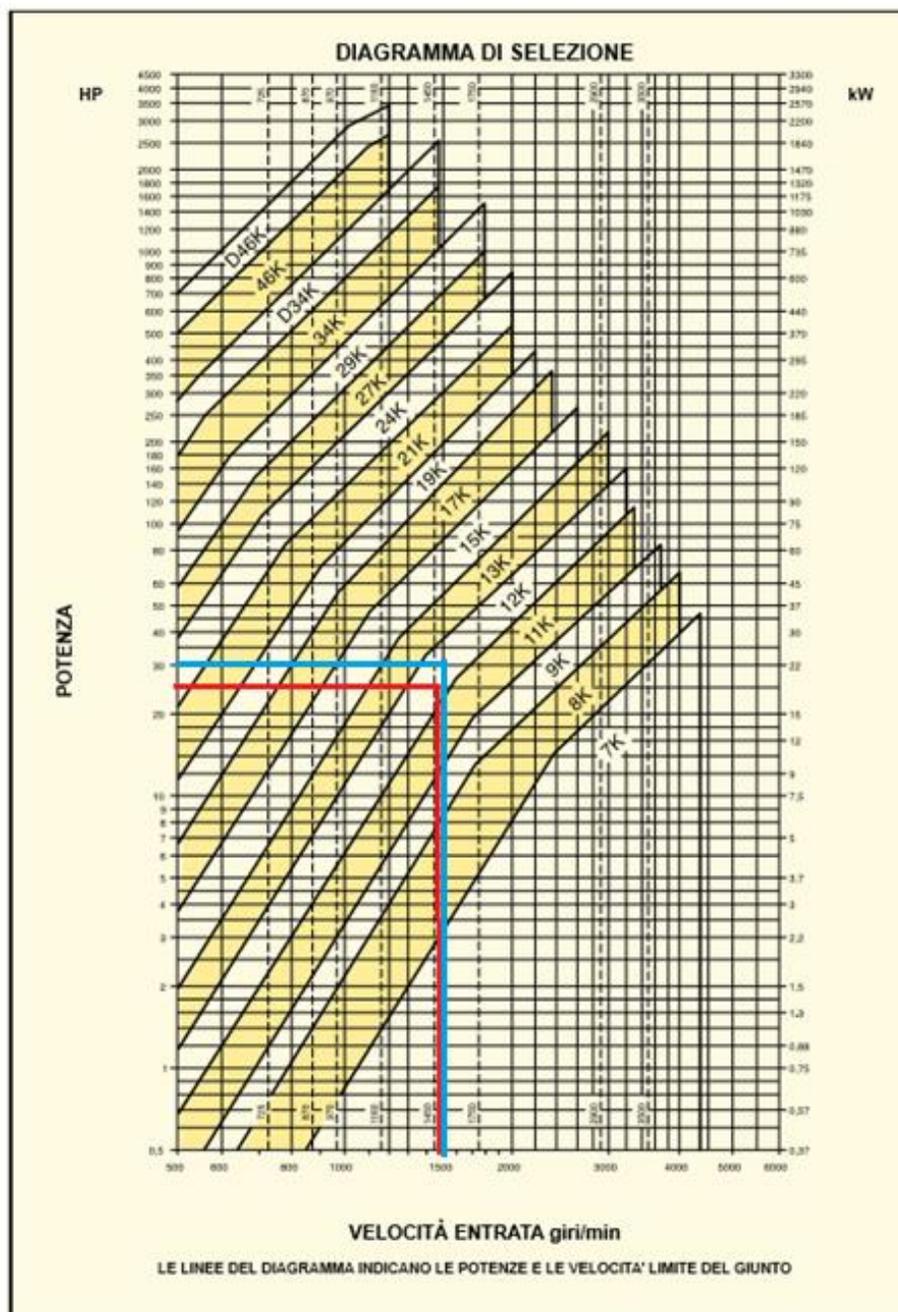
Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgm)	Corriente con rotor trabado I _v /I _n	Par con rotor trabado T _v /T _n	Break-down Torque T _b /T _n	Momento de inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (%)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	400 V						Corriente nominal I _n (A)			
								% de la potencia nominal				RPM			50	75	100		Factor de potencia		
								Rendimiento				50							75		
kW	HP							Caliente	Frio												
4 Poles																					
5,5	7,5	L132S	3,64	8,8	2,9	3,5	0,0640	16	35	78,0	56	1470	90,8	91,8	91,9	0,63	0,75	0,82	10,5		
7,5	10	L132M	4,97	9,3	3,2	3,6	0,0791	14	31	84,0	56	1470	91,4	92,3	92,6	0,62	0,74	0,81	14,4		
9,2	12,5	160M	6,05	8,6	3	3,3	0,1398	16	35	115	61	1480	91,9	92,9	93,0	0,61	0,74	0,81	17,6		
11	15	160M	7,26	8,2	3	3,5	0,1537	14	31	125	61	1475	92,0	93,0	93,3	0,61	0,73	0,81	21,0		
15	20	L160L	9,91	7,2	3	3,2	0,1813	28	62	150	61	1475	92,7	93,6	93,9	0,63	0,75	0,81	28,5		
18,5	25	L180M	12,2	8,2	3	3,4	0,2291	16	35	185	61	1480	93,6	94,2	94,2	0,64	0,76	0,83	34,2		
22	30	L180L	14,5	8,7	3,3	3,8	0,2594	14	31	200	61	1480	93,7	94,3	94,5	0,63	0,75	0,82	41,0		
30	40	200L	19,7	7,4	2,8	3,2	0,3979	18	40	284	63	1485	93,9	94,7	94,9	0,60	0,73	0,81	36,3		
37	50	225S/M	24,3	7,9	2,8	3,2	0,7346	21	46	430	63	1485	94,6	95,1	95,2	0,67	0,78	0,84	66,8		

- Marca: WEG
- Potencia: 30 hp (22 kw)
- Carcasa: L180 L
- Velocidad nominal: 1480 RPM.
- Frecuencia: 50 hz
- Corriente nominal a 380 V: 41 A.
- Par de arranque: 2,5 veces el par nominal.
- Polos: 4

2.5.1.4 Selección del acoplamiento hidráulico

Para realizar la selección utilizamos el catálogo de la marca Transfluid. En primera instancia como preselección del acoplamiento este catálogo nos muestra un nomograma en el cual se debe considerar la potencia a transmitir y la velocidad de entrada.

Como se observa en la imagen siguiente remarcado con color celeste, entrando con la potencia (30 hp) y la velocidad (1480 rpm) seleccionamos un modelo 12K.



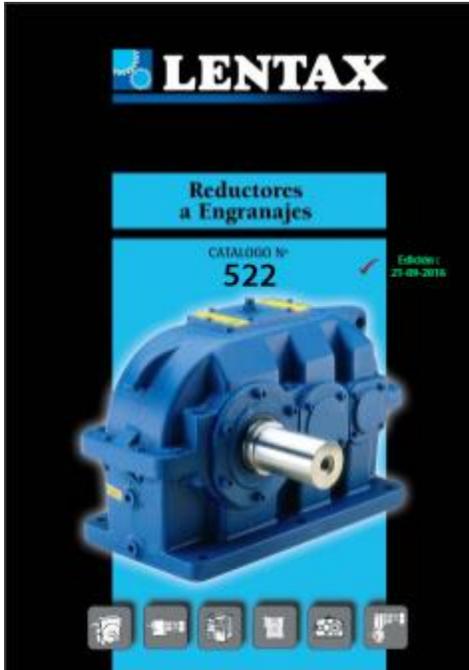
Utilizamos el catálogo, se seleccionó un modelo serie 9 % 34 KRM con ajuste cónico a la entrada. Se adoptó un rendimiento de acoplamiento del 96%, por lo que la velocidad y potencia de salida serán:

Velocidad de salida: $0.96 * 1480 \text{ rpm} = 1420,8 \text{ rpm}$

Potencia de salida: $0.96 * 22 \text{ KW} = 21,12 \text{ KW}$

2.5.1.5 Selección del Reductor

Utilizaremos el catálogo de reductores LENTAX, para la selección del mismo. Dicho catálogo presenta un esquema de cálculo para la correcta selección del equipo. Nosotros nos ajustaremos a dicho esquema y procederemos a seleccionar y verificar el mismo.



PASOS A SEGUIR

- 1) Calcular la potencia efectiva (N_{ef})
- 2) Determinar el factor de Servicio ($f = f_1 \times f_2 \times f_3$).
- 3) Calcular la potencia equivalente ($N_{eq} = f \times N_{ef}$).
- 4) Calcular la relación ($i = n_e/n_s$).
- 5) Preseleccionar un modelo.
- 6) Comprobar que $N_{nom} \geq N_{eq}$.
- 7) Determinar el factor de temperatura (f_w).
- 8) Determinar la potencia térmica admisible (N_t).
- 9) Comprobar que $N_t \times f_w \geq N_{ef}$.
- 10) Controlar la potencia de arranque ($N_{arr} \leq N_{nom} \times 2,5$)
- 11) Controlar las cargas radiales.

Inicialmente debemos considerar la potencia y la velocidad de entrada al reductor, las cuales son iguales a las de salida del acoplamiento hidráulico:

$$N_{ent} = 21,12 \text{ KW.}$$

$$n_{ent} = 1420,8 \text{ RPM.}$$

Calculo de la potencia efectiva

La potencia de salida dependerá del rendimiento del reductor, en nuestro caso consideramos que un tren de engranajes de reducción tiene 98% de rendimiento.

La potencia efectiva es la potencia nominal del motor afectado por el rendimiento del reductor (30 HP = 22 KW) cuyo valor es:

$$N_{ef} = N_{ent} * \eta$$

$$N_{ef} = 21,12 \text{ KW} * 0,98$$

$$N_{ef} = 20,7 \text{ KW}$$

Calculo del factor de servicio

El factor de servicio f se determina de la siguiente manera:

$$f = f_1 \times f_2 \times f_3$$

Donde:

De la tabla N°1 para elevadores a cangilones y 8 horas de servicio => $f_1 = 1,5$.

De la tabla N°2 para accionamiento con motor eléctrico => $f_2 = 1$.

De la tabla N°3 para 1 arranque por hora y $f_1 \geq 1,5$ => $f_3 = 1,00$.

A continuación se marcan las características de los factores de servicios.

FACTORES DE SERVICIO

TABLA N° 1

MAQUINA ACCIONADA

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f1 f1 FACTOR hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
TRANSPORTE Y ALMACENAJE				CONVEYORS
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,5	1,6	1,6	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (rediers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

TABLA N° 2

MOTOR DE MANDO

Tipo de Motor	Factor f2 Correction factor (f2)	Drive
Motores eléctricos	1	Electric motor
Turbinas	1	Steam turbine
Motores a pistón (4-6 cilindros) (Grados de irregularidades; 1:100 a 1200)	1,25	Piston engine (4-6 cyl.) (Irregular grade ; 1:100 to 1200)
Motores a pistón (1-3 cilindros) (Grados de irregularidades hasta 1:100)	1,5	Piston engine (1-3 cyl.) (Irregular grade ; up to 1:100)

TABLA N° 3
FRECUENCIA DE MANIOBRAS

Arranques por hora Number of starts per hour	FACTOR DE MANIOBRAS f3 / OPERATING FACTOR f3					
	Factor de la maquina accionada (f1) /Service factor (f1) from table N° 1					
	≥	≥	≥	≥	≥	≥
< 1	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
2 20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
21 40	1,20	1,10	1,08	1,07	1,07	1,06
41 80	1,30	1,20	1,17	1,16	1,15	1,08
81 ... 160	1,50	1,40	1,25	1,23	1,18	1,10
161<	1,60	1,50	1,35	1,30	1,20	1,10
161<	2,00	1,80	1,70	1,60	1,30	1,10

Por lo tanto, el factor de servicio es:

$$f = 1.5 \times 1 \times 1.00 = 1.5$$

$$N_{eq} = f * N_{ef} = 1.5 * 20,7 \text{ kw} = 31,05 \text{ kw}$$

Calculo de la relación de transformación (i)

La relación de transformación se determina de la siguiente manera:

$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{1500 \text{ rpm}}{124 \text{ rpm}} = 12,126$$

Adoptamos una relación de transformación de catálogo menor a la calculada anteriormente, ya que de esta forma obtendremos una velocidad de salida mayor a la requerida. Para una relación nominal $i = 10$ y una velocidad de entrada $n_1 = 1500 \text{ rpm}$ se preselecciona del catálogo Lentax un reductor modelo DP 140 ($N_{nom} = 43,6 \text{ kW}$).

POTENCIAS MECANICAS (kW) Y RELACIONES NOMINALES											
POWER RATING (kW) AND NOMINAL RATIO											
Doble Reducción -Ejes Paralelos. Double Reduction -Helical Gear Units											
Modelo <i>Model</i>	n1 <i>(r.p.m.)</i>	Relaciones Nominales <i>Nominal Ratio</i>									
		6,3*	8*	10*	12,5*	16	20	22,5	25	28	31,5
DP 100	1800	25,1	24,6	20,5	13,9	12,7	10,0	8,60	6,81	6,72	5,37
	1500	21,7	21,3	17,7	12,0	11,0	8,61	7,43	5,89	5,81	4,64
	1200	17,9	17,5	14,6	10,1	8,73	6,89	5,93	4,70	4,62	3,67
	1000	15,3	14,9	12,5	8,76	7,21	5,74	4,93	3,90	3,83	3,02
	900	14,0	13,4	11,3	7,94	6,53	5,18	4,46	3,52	3,45	2,72
750	12,1	11,2	9,42	6,70	5,52	4,34	3,75	2,94	2,87	2,28	
DP 125	1800	48,8	46,7	36,7	26,4	20,2	16,0	13,7	11,7	11,0	9,28
	1500	42,2	40,4	31,7	22,8	17,5	13,8	11,8	10,1	9,49	8,02
	1200	35,4	32,3	25,5	19,1	14,0	11,0	9,45	8,06	7,59	6,43
	1000	30,9	26,9	21,3	16,6	11,7	9,20	7,88	6,70	6,33	5,37
	900	28,4	24,2	19,2	15,0	10,5	8,29	7,11	6,02	5,68	4,84
750	24,7	20,2	16,0	12,5	8,76	6,92	5,96	5,00	4,71	4,05	
DP 140	1800	84	64	50	40,0	30,4	25,3	19,9	17,7	16,2	13,4
	1500	73	55	43,6	34,6	26,3	21,9	17,2	15,3	14,0	11,6
	1200	60	44,1	35,1	27,5	21,1	17,5	13,8	12,2	11,2	9,28
	1000	51	36,8	29,4	22,8	17,8	14,8	11,5	10,2	9,35	7,73
	900	45,9	33,3	26,5	20,4	15,8	13,2	10,3	9,21	8,41	6,96
750	38,3	28,0	22,1	16,9	13,2	11,0	8,81	7,73	6,99	5,81	
DP 160	1800	102	94	76	59	48,6	39,7	33,2	27,9	25,7	20,0
	1500	88	81	66	51	42,0	34,3	28,7	24,1	22,2	17,3
	1200	71	65	54	42,4	33,6	27,5	22,9	19,2	17,8	13,9
	1000	59	54	45,9	36,6	28,0	22,9	19,1	16,0	14,8	11,6
	900	53	49,2	41,3	33,0	25,2	20,6	17,2	14,4	13,3	10,4
750	44,2	41,9	34,4	27,6	21,0	17,1	14,4	12,1	11,1	8,68	

Verificación de la potencia térmica

Para determinar el factor de temperatura entramos en la tabla N°4 para temperatura ambiente 50 °C, sin enfriamiento y tiempo de operación 100% por hora.

TABLA N° 4
CORRECCION POR TEMPERATURA

FACTOR DE TEMPERATURA fw / TEMPERATURE FACTOR fw						
Tipo de Enfriamiento <i>Type of cooling</i>	Temperatura ambiente <i>Ambient Temperature</i>	Tiempo de operación (% por hora) <i>Frequency of operation (% per hour)</i>				
		100%	80%	60%	40%	20%
Sin enfriamiento <i>Without cooling</i>	10°C	1,12	1,34	1,57	1,79	2,05
	20°C	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
	30°C	0,88	1,06	1,23	1,41	1,58
	40°C	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35
	50°C	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13
Con ventilador <i>Cooling fan</i>	10°C	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07
	20°C	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
	30°C	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62
	40°C	0,80	0,96	1,12	1,29	1,44
	50°C	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26

Por lo tanto:

$$f_w = 0.63$$

Entrando en la tabla de potencias térmicas (doble reducción) para ventilación natural, a la intemperie y un tamaño de 140, determinamos que la potencia térmica es.

POTENCIAS TÉRMICAS (Kw)

Doble reducción

Tipo de Refrigeración <i>Type of cooling</i>	Velocidad del aire <i>Air velocity</i>	Tamaño <i>Unit size</i>									
		100	125	140	160	180	200	225	250	280	320
Ventilación natural <i>Natural cooling</i>											
Espacios cerrados muy reducidos <i>Reduced clearances</i>	$\geq 0,5$ m/seg	13,4	22	28	35	51	71	90	122	183	210
Espacios cerrados normales <i>Normal clearances</i>	$\geq 1,4$ m/seg	18,2	30	37	51	73	99	129	175	254	292
A la intemperie <i>In the open</i>	$\geq 3,7$ m/seg	24,9	41	50	68	99	130	169	232	342	395

Tipo de Refrigeración <i>Type of cooling</i>	Velocidad de entrada <i>Input speed</i>	Tamaño <i>Unit size</i>									
		100	125	140	160	180	200	225	250	280	320
Ventilación forzada <i>Forced cooling</i>											
Con ventilador <i>Cooling fan</i>	1800	29,4	48,5	60	82	120	162	212	288	401	485
	1500	24,5	40,4	50	68	99	135	177	240	371	405
	1200	23,2	38,2	46	63	93	124	163	221	347	372
	1000	21,4	35,3	43	59	88	118	154	207	326	354
	900	21,0	34,6	41	57	85	113	149	202	317	339
	750	19,8	32,4	39	54	79	107	140	192	303	321

$$N_t = 50 \text{ KW.}$$

La potencia térmica afectada por el factor de temperatura deberá ser mayor a la potencia efectiva.

$$N_t \times f_w = 50 \text{ KW} * 0,63 = 31,5 \text{ Kw}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$N_t \times f_w > N_{ef}$$

$$31,5 \text{ KW} > 20,7 \text{ KW}$$

Como se cumple lo exigido, podemos decir que verifica térmicamente el modelo elegido.

Seguidamente se debe verificar que 2,5 veces la potencia nominal del reductor sea mayor que la potencia de arranque requerida, procediendo:

La potencia de arranque es:

$$\begin{aligned} N_{arr} &= N_{motor} * T_{arr} \\ N_{arr} &= 22 \text{ KW} * 2,5 \\ N_{arr} &= 55 \text{ KW} \end{aligned}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$\begin{aligned} 2,5 * N_{nom} &> N_{arr} \\ 2,5 * 43,6 \text{ KW} &> 55 \text{ KW} \\ 109 \text{ KW} &> 55 \text{ KW} \end{aligned}$$

Como vemos se verificó lo requerido, por lo que el reductor elegido es el adecuado.

Las características más importantes del reductor seleccionado son:

- Velocidad de salida: $\frac{1420 \text{ rpm}}{10} = 142 \text{ rpm}$
- Potencia eficaz de salida: 20,7 KW

2.6 Cálculo y selección de la cinta transportadora

Los cálculos de los diferentes elementos que componen la cinta transportadora se realizarán según el criterio del autor Zignolli.

2.6.1 Ancho de Cinta

Para determinar el ancho de la cinta transportadora el Zignolli nos brinda las siguientes ecuaciones:

$$A = 0,122 * (0,9 * B - 0,05)^2$$

$$Q = \gamma * A * v$$

Siendo:

A= Sección transversal

B= Ancho de la banda

Q= Caudal en tn/h

γ = Densidad en tn/m³

v = Velocidad en m/s

Ambas ecuaciones se pueden agrupar para calcular el ancho de la banda. De esta forma nos queda de la siguiente manera:

$$Q = \gamma * 0,122 * (0,9 * B - 0,05)^2 * v$$

Ahora despejando el ancho de la banda de la ecuación nombrada anteriormente nos queda:

$$B = \frac{1}{0,9} * \left(\sqrt{\frac{Q}{0,122 * \gamma * v}} + 0,05 \right)$$

Ahora reemplazamos los datos conocidos como la capacidad y el peso específico del material, y la velocidad de la cinta que de acuerdo a un proveedor adopta un valor de 2,6 m/s.

$$B = \frac{1}{0,9} * \left(\sqrt{\frac{80 \frac{tn}{h}}{0,122 * 0,75 \frac{tn}{m^3} * 2,6 \frac{m}{s} * \frac{3600s}{1h}} + 0,05} \right)$$

$$B = 0,395 m$$

Por lo tanto, adoptamos un ancho de banda de 400 milímetros.

Para realizar la selección de la banda, utilizamos el catálogo Dunlop para Correas de Cintas Transportadoras. Como se puede observar en la imagen ID-34 se ve remarcado el modelo seleccionado y sus características.



Modelo Model	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	P mm	H mm
a	700/1000	670	217	480	36	338	12
b	400/600	365	114	280	31	199	12

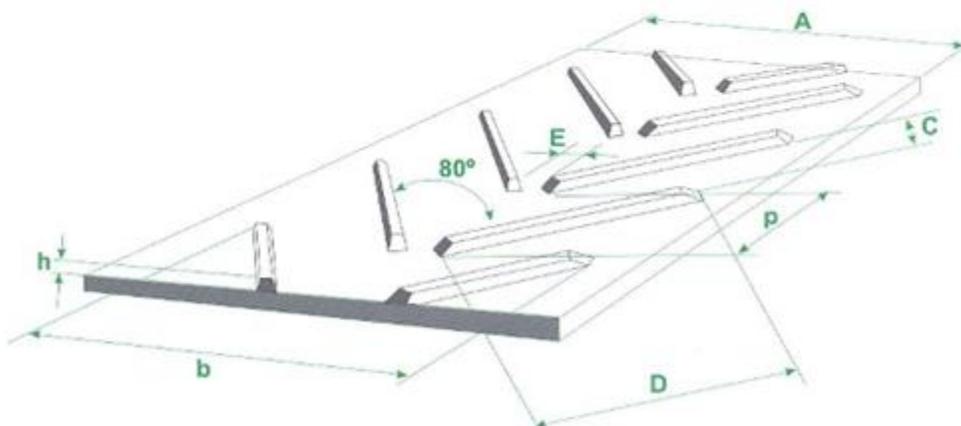


Imagen ID-34: Características de la correa

2.6.2 Determinación de la Potencia

Para determinar el valor de potencia que el motor requiere para mover la cinta, procedemos a calcularlo mediante las siguientes relaciones:

$$N = F * \frac{v}{75 * \eta}$$

Dónde:

- N es la potencia necesaria
- v es la velocidad de transporte de la cinta.
- F es la fuerza de accionamiento de la cinta.
- η es un coeficiente de rendimiento.
- El 75 es un factor de conversión.

Adoptamos para el cálculo un rendimiento $\eta = 80 \%$.

La fuerza de accionamiento de la cinta se compone de varios factores, los cuales se resumen en la siguiente ecuación:

$$F_{acc} = F_0 + F_m + F_h + F_d$$

F_0 Es la fuerza que realiza la cinta en vacío, es decir sin carga de grano. Se puede calcular de la siguiente manera:

$$F_0 = (1 + \sum r * f * q_s * (L + L_0))$$

Del libro Zignolli, de la página 1096 extraemos el coeficiente “r” que es una equivalencia a la resistencia que ofrecen los tensores verticales en la cinta. En la siguiente imagen se puede observar que para una baja tensión y rodamientos a rodillo, el coeficiente es 0,005.

Le resistenze precedenti r sono, per varie pulegge, così definite:

	Alberi su cuscinetti	
	lisci	a rotolamento
1 puleggia sul tratto ad alta tensione T	0,02	0,01
1 puleggia sul tratto a bassa tensione f	0,01	0,005
1 tenditore verticale (fig. 776 d), comprese le due pulegge di rinvio in alto	0,06	0,03

De igual forma determinamos el factor f, en la siguiente imagen se puede observar que para rodamiento a rodillos en serie es de 0,03.

I valori di f delle (1) (2) (3) sono:

per cuscinetti lisci in bronzo o metallo bianco	f = 0,05
per cuscinetti a rulli di serie	f = 0,03
per cuscinetti a sfere o a rulli molto ben montati .	f = 0,025

En la siguiente imagen se puede observar que para un ancho de banda de 0,5 metros el factor q_s es igual a 32 kg.

Tab. CCCL

Peso g , delle parti mobili di un trasportatore a nastro per m della lunghezza L del trasportatore, in kg.
Peso q_s , del nastro di vari tipi a m in kg.

Larghezza nastro B in m	Peso medio in kg/m ² delle parti mobili del trasportatore kg	Peso q_s di un metro di nastro con tele da																	
		0,82 kg/m ² (32 once) a tele N.									0,93 kg/m ² (32 once) a tele N.								
		tele 4			tele 5			tele 6			tele 4			tele 5			tele 6		
		Spessore gomma interno																	
Spessore gomma esterno																			
1,2 1,5 2,5 3,5 4,5 7 1,2 1,5 2,5 3,5 4,5 7 1,2 1,5 2,5 3,5 4,5 7																			
0,30	30	3,4	4,2	5,4	3,8	4,5	5,7	4,2	4,9	6,2	3,8	4,3	5,6	4,1	4,5	6,0	4,5	5,2	6,5
0,35	22	4	5,0	6,3	4,5	5,3	6,7	4,9	5,6	7,2	4,3	5,1	6,5	4,8	5,6	7	5,3	6	7,6
0,40	24	4,8	5,7	7,2	5,1	6,0	7,6	5,6	6,4	8,2	4,9	5,8	7,5	5,5	6,4	8	6,0	6,9	8,7
0,45	26	5,2	6,4	8,0	5,7	6,8	8,6	6,3	7,2	9,2	5,6	6,5	8,4	6,2	7,2	9	6,8	7,8	9,7
0,50	32	5,7	7,0	8,8	6,4	7,5	9,5	7,0	8,0	10,2	6,2	7,2	9,3	6,9	8,0	10	7,5	8,6	10,8
0,60	38	7,0	8,5	10,8	7,7	9,0	11,5	8,4	9,7	12,3	7,4	8,7	11,2	8,2	9,7	12	9,0	10,4	13
0,75	35	8,5	10,7	13,5	9,6	11,0	14	10,5	12,0	15,4	9,2	10,8	14	10,2	12,0	15	11,0	13	16
0,90	40	10,5	11,5	16,0	11,5	13,5	17	12,5	14,4	18,5	11	13	16,8	12,4	14,4	18	13,5	15,5	19,5
1,00	75	11,5	12,7	18,0	12,7	15,0	19	14,0	16	20	12,5	14,5	18,5	13,7	16	20	15	17	21,5
1,20	90	14,0	17,2	21,5	15,2	18,0	23	17,8	19	25	14,8	17,4	22,4	16,4	19	24	16	21	26
1,30	100	15,0	18,5	23,5	16,7	19,3	25	18,5	21	27	16	19	24,2	18	21	26	18,5	22,5	28
1,50	115	17,0	21,5	27	19	22,5	28,5	21	24	31	18,5	22	28	20,5	24	30	22,5	26	32

La tela da 28 once pesa 0,82 kg/m², la tela da 32 once pesa 0,93 kg/m².

En la imagen que se ve a continuación podemos observar que para rodillos montados sobre rodamientos el factor L_0 es 60 m.

Riassumendo, lo sforzo totale motore, detta L_0 , una lunghezza aggiunta che tien conto delle resistenze fisse e che si assume mediamente:

$L_0 = 30$ m per rulli montati su bronzine;

$L_0 = 60$ m per rulli montati su cuscinetti a rotolamento;

Finalmente reemplazando los valores correspondientes a cada uno de los factores obtenemos el valor de la fuerza F_0 .

$$F_0 = (1 + \sum r * f * q_s * (L + L_0))$$

$$F_0 = (1 + 0,005) * 0,03 * 32 \frac{kg}{m} * (7m + 60m)$$

$$F_0 = 64,64 \text{ kg}$$

F_m representa la fuerza que requiere la cinta para trabajar con material a transportar.

$$F_m = f * q_m * (L + L_0)$$

En primer lugar debemos calcular el factor q_m mediante la siguiente ecuación:

$$q_m = \frac{Q}{3,6 * v}$$

$$q_m = \frac{80 \text{tn/h}}{3,6 * 2,6 \text{ m/s}}$$

$$q_m = 8,547 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Ahora si podemos calcular la fuerza F_m .

$$F_m = f * q_m * (L + L_0)$$

$$F_m = 0,03 * 8,547 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * (7 + 60) \text{m}$$

$$F_m = 17,17 \text{ Kg}$$

F_h representa la fuerza en caso de haber desplazamientos de material con diferencias de altura, se calcula por:

$$F_h = q_m * H$$

En nuestro caso no hay un desplazamiento de material con diferencia de altura. Por lo tanto:

$$F_h = 0$$

F_d , representa la fuerza que actúa en caso de existir descargadores en la cinta. En nuestro caso no hay, por lo que este valor es cero.

Por último, calculamos la fuerza de accionamiento ya que contamos con todos los datos necesarios.

$$F_{acc} = F_0 + F_m + F_h + F_d$$

$$F_{acc} = 64,64 \text{ kg} + 17,17 \text{ kg} + 0 \text{ kg} + 0 \text{ kg}$$

$$F_{acc} = 81,81 \text{ kg}$$

Obtenida la fuerza de accionamiento podemos determinar el diámetro del tambor, el cual se determina de la siguiente manera:

$$D = \frac{360^\circ * F_{acc}}{p * \alpha * \pi * B}$$

Donde:

- F_{acc} representa la fuerza de accionamiento.
- p es la capacidad de transmisión del tambor/ polea, cuyos valores varían entre 1600 y 2000 Kg/m². En nuestro caso adoptamos 1800 Kg/m².
- α representa el ángulo de abrace entre la cinta y el tambor motriz, máximo ángulo 210°
- B es el ancho de la cinta, la cual es 0,5 m para nosotros.

$$D = \frac{360^\circ * 81,81 \text{ kg}}{0,5 \text{ m} * 210^\circ * \pi * 1800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} = 0,05 \text{ m}$$

Seleccionamos del catálogo Rotrans los tambores con una banda de 500, tanto para el cabezal como para la cola, cuyo diámetro seleccionado es de 216 mm.

Además, partiendo de la fuerza de accionamiento obtenida anteriormente procedemos a calcular la potencia necesaria en la cinta:

$$N = F * \frac{v}{75 * \eta}$$

$$N = 81,81 \text{ Kg} * \frac{2,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{75 * 0,8}$$

$$N = 3,54 \text{ CV}$$

Por lo tanto, la potencia necesaria de la cinta transportadora es de 3,54 CV.

Potencia adicional de arranque

Como la potencia de arranque es mucho mayor que la de régimen, de 3 a 4 veces, es necesario tenerla en cuenta a la hora de seleccionar el motor, por lo cual debemos afectar a la potencia de régimen por ciertos factores.

La potencia adicional se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$N_{arr} = N * K_a * K_i * K_d$$

Donde:

- N la potencia de régimen
- Ka coeficiente que tiene en cuenta las fuerzas de inercia y aceleración
- Ki coeficiente que tiene en cuenta las posibles sobrecargas que pueden existir sobre la cinta
- Kd hace referencia a la relación de coeficientes de rozamiento estático y dinámico.

Coeficiente Ka

Para obtener el coeficiente Ka nos valemos de la siguiente ecuación:

$$K_a = \frac{N + N_i}{N}$$

En donde el valor de Ni lo determinamos según la siguiente ecuación:

$$N_i = \frac{m * v^2}{75 * n * t}$$

Como primer paso necesitamos obtener el tiempo, se puede calcular mediante la ecuación de la aceleración, tomando para nuestro caso una aceleración de 0,3 m/s.

$$t = \frac{v}{a} = \frac{2,6 \frac{m}{s}}{0,3 \frac{m}{s^2}}$$

$$t = 8,66 \text{ s}$$

Paso siguiente calculamos el valor de la masa, que es otra de las incógnitas de nuestra ecuación, este valor lo obtenemos mediante la siguiente ecuación:

$$m = \frac{q_s * l}{g} + \frac{q_m * L}{g}$$

De donde los valores de los factores q_s y q_m fueron obtenidos en el punto anterior.

$$m = \frac{32 \frac{Kgf}{m} * (2 * 7 + 0,05 * 7) m + 8,547 \frac{Kgf}{m} * 7 m}{9,8 \frac{N}{Kgf}}$$

$$m = 52,96 \frac{Kg}{m \cdot s^2}$$

Como ya tenemos la masa y el tiempo procedemos a calcular la potencia N_i :

$$N_i = \frac{m * v^2}{75 * n * t}$$

$$N_i = \frac{52,96 \frac{Kg}{m} * \left(2,6 \frac{m}{s}\right)^2}{75 \frac{s}{CV} * 0,8 * 8,66 s}$$

$$N_i = 0,7 CV$$

A la potencia N_i , se debe agregar un porcentaje adicional de su valor, para que estemos dentro del rango de la seguridad. Nosotros adoptamos un 30% más, por lo cual el valor de N_i nos queda:

$$N_i = 0,7 CV * 1,3 = 0,91 CV$$

Ahora que tenemos N_i , calculamos el coeficiente K_a :

$$K_a = \frac{N + N_i}{N}$$

$$K_a = \frac{3,54 CV + 0,91 CV}{3,54 CV}$$

$$K_a = 1,257$$

Coeficiente K_d

Este coeficiente lo obtenemos mediante la siguiente ecuación:

$$Kd = \frac{F_{arranque}}{F_{régimen}}$$

Donde la fuerza de arranque equivale a:

$$F_{arr} = 1,5 * (F_0 + Fm) \pm Fh \pm Fd$$

$$F_{arr} = 1,5 * (64,64 Kg + 17,17 Kg) + 0 Kg + 0kg$$

$$F_{arr} = 122,715 Kg$$

Por lo tanto, el coeficiente Kd nos queda:

$$Kd = \frac{122,715 Kg}{81,81 Kg}$$

$$Kd = 1,5$$

Coeficiente Ki

El valor de este coeficiente se selecciona de acuerdo al motor de accionamiento de la cinta:

Motor	Ki
Eléctrico	1-1,2
Hidráulico	1,2-1,5
Diésel o alto torque	1,5-1,8

En este caso como nuestro motor es eléctrico consideramos la condición más desfavorable y adoptamos un valor de Ki igual a 1,2.

Ahora que ya poseemos todos los valores de los coeficientes, y la potencia de régimen, podemos realizar el cálculo de la potencia de arranque, el cual la obtenemos con la ecuación mostrada al principio del desarrollo de este cálculo.

$$N_{arr} = N * Ka * Ki * Kd$$

$$N_{arr} = 3,54 CV * 1,257 * 1,2 * 1,5$$

$$N_{arr} = 8 CV$$

Es decir que la potencia que generará nuestro motor en el momento del arranque alcanzará un valor de 5,25 CV, por lo que es necesario que cuando seleccionemos el motor eléctrico, tengamos en cuenta que debe soportar o generar dicha potencia.

Podemos relacionar la potencia de arranque con la de régimen de trabajo y así conocer el par necesario del motor en el momento del arranque.

$$\frac{T_{arr}}{T_{reg}} = \frac{N_{arr}}{N_{reg}} = \frac{8 CV}{3,54 CV} = 2,26$$

Este valor es muy importante, ya que nos muestra que el valor del par de arranque es 2,26 veces el par de régimen. Por lo que cuando seleccionemos el motor eléctrico, debemos considerar uno con un par de 2,26 veces al que seleccionaríamos de acuerdo a la potencia de régimen.

Selección del motor

A continuación se marcan las características de los modelos elegidos, para ambas cintas ya que poseen las mismas dimensiones y características.

W22 - IE3 Premium Efficiency - 50 Hz

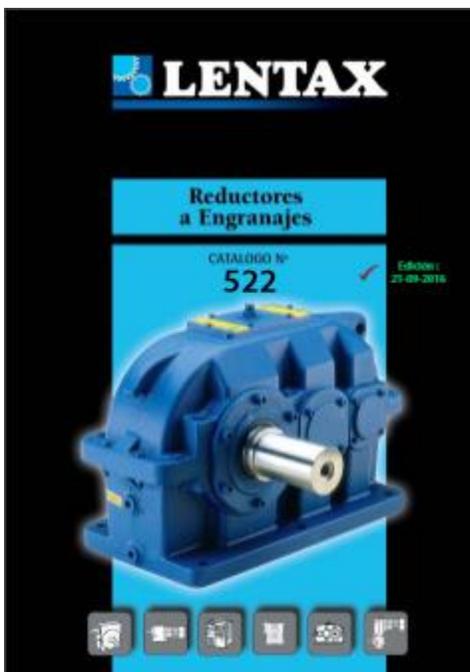
Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgfm)	Corriente con rotor trabado I _v /In	Par con rotor trabado T _v /T _n	Break-down Torque T _b /T _n	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	400 V						Corriente nominal In (A)	
kW	HP							RPM	% de la potencia nominal			Rendimiento	Factor de potencia						
									50				75	100	50	75	100		
0,12	0,16	63	0,085	4,4	2,1	2,3	0,0004	30	66	7,3	44	1370	57,0	63,0	64,8	0,52	0,62	0,73	0,366
0,18	0,25	63	0,128	4,7	2,1	2,4	0,0006	30	66	7,6	44	1370	65,0	67,0	69,9	0,53	0,63	0,72	0,516
0,25	0,33	71	0,175	4,8	2,3	2,3	0,0007	30	66	10,7	43	1390	69,0	72,0	73,5	0,52	0,65	0,72	0,682
0,37	0,5	71	0,250	4,8	2,8	2,9	0,0008	30	66	9,5	43	1385	73,0	75,0	77,3	0,50	0,62	0,70	0,987
0,55	0,75	80	0,377	6,6	2,8	3	0,0026	20	44	16,2	44	1420	77,0	79,0	80,8	0,61	0,74	0,80	1,23
0,75	1	80	0,514	6,7	3	3,3	0,0032	18	40	16,2	44	1420	80,0	82,0	82,5	0,59	0,72	0,81	1,62
1,1	1,5	90S	0,736	7,6	2,5	3,3	0,0055	15	33	22,0	49	1455	83,0	84,5	84,8	0,59	0,72	0,80	2,34
1,5	2	90L	1,01	7,4	2,6	3,4	0,0066	13	29	23,0	49	1450	84,0	86,0	86,0	0,58	0,72	0,80	3,15
2,2	3	100L	1,49	7,4	3,2	3,5	0,0090	18	40	31,5	53	1435	86,5	87,0	87,0	0,60	0,73	0,80	4,56
3	4	L100L	2,03	7,8	3,5	3,7	0,0120	15	33	37,5	53	1440	87,0	88,0	88,0	0,60	0,73	0,80	6,15
4	5,5	L12M	2,69	7,0	2,3	3,1	0,0182	15	33	50,0	56	1450	88,7	89,1	89,1	0,60	0,72	0,79	8,20
5,5	7,5	132S	3,66	8,5	2,4	3,4	0,0528	15	33	69,0	56	1465	90,0	90,7	90,7	0,67	0,79	0,85	10,3
7,5	10	132M	4,99	8,5	2,5	3,4	0,0642	13	29	78,0	56	1465	91,0	91,5	91,5	0,68	0,79	0,84	14,9
9,2	12,5	132ML	6,12	8,6	2,8	3,5	0,0681	10	22	82,0	56	1465	90,3	91,0	91,0	0,64	0,76	0,82	17,4

- Marca y modelo: WEG W22 – IE3 Premium Efficiency -50 Hz- 4 polos
- Potencia: 7,5 HP.
- Revoluciones: 1465 rpm.
- Tensión: 400 V.
- Carcasa: IE3 132S.
- Corriente Nominal: 10,3 A.
- Factor de potencia nominal: 0,85.

- Rendimiento nominal: 90,7%.
- Relación de par: 3,4.

2.6.3 Selección del Reductor

Utilizaremos el catálogo de reductores LENTAX, para la selección del mismo. Dicho catálogo presenta un esquema de cálculo para la correcta selección del equipo. Nosotros nos ajustaremos a dicho esquema y procederemos a seleccionar y verificar el mismo.



PASOS A SEGUIR

- 1) Calcular la potencia efectiva (N_{ef})
- 2) Determinar el factor de Servicio ($f = f_1 \times f_2 \times f_3$).
- 3) Calcular la potencia equivalente ($N_{eq} = f \times N_{ef}$).
- 4) Calcular la relación ($i = n_e/n_s$).
- 5) Preseleccionar un modelo.
- 6) Comprobar que $N_{nom} \geq N_{eq}$.
- 7) Determinar el factor de temperatura (f_w).
- 8) Determinar la potencia térmica admisible (N_t).
- 9) Comprobar que $N_t \times f_w \geq N_{ef}$.
- 10) Controlar la potencia de arranque ($N_{arr} \leq N_{nom} \times 2,5$)
- 11) Controlar las cargas radiales.

Inicialmente debemos considerar la potencia y la velocidad de entrada al reductor, las cuales son:

$$N_{ent} = 2,2 \text{ KW.}$$

$$n_{ent} = 1440 \text{ RPM.}$$

Calculo de la potencia efectiva

La potencia de salida dependerá del rendimiento del reductor, en nuestro caso consideramos que un tren de engranajes de reducción tiene 98% de rendimiento.

La potencia efectiva es la potencia nominal del motor afectado por el rendimiento del reductor (4 HP = 3 KW) cuyo valor es:

$$N_{ef} = N_{ent} * \eta$$

$$N_{ef} = 3 \text{ KW} * 0,98$$

$$N_{ef} = 2,94 \text{ KW}$$

Calculo del factor de servicio

El factor de servicio f se determina de la siguiente manera:

$$f = f1 \times f2 \times f3$$

Donde:

De la tabla N°1 para bandas transportadoras y 8 horas de servicio => $f1 = 1,15$.

De la tabla N°2 para accionamiento con motor eléctrico => $f2 = 1$.

De la tabla N°3 para 1 arranque por hora y $f1 \geq 1.5$ => $f3 = 1,00$.

A continuación se marcan las características de los factores de servicios.

FACTORES DE SERVICIO

TABLA N° 1

MAQUINA ACCIONADA

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f1 f1 FACTOR hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
TRANSPORTE Y ALMACENAJE				CONVEYORS
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,5	1,6	1,6	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

FACTORES DE SERVICIO**TABLA N° 2
MOTOR DE MANDO**

Tipo de Motor	Factor f2 Correction factor (f2)	Drive
Motores eléctricos	1	Electric motor
Turbinas	1	Steam turbine
Motores a pistón (4-6 cilindros) (Grados de irregularidades; 1:100 a 1200)	1,25	Piston engine (4-6 cyl.) (Irregular grade ; 1:100 to 1200)
Motores a pistón (1-3 cilindros) (Grados de irregularidades hasta 1:100)	1,5	Piston engine (1-3 cyl.) (Irregular grade ; up to 1:100)

**TABLA N° 3
FRECUENCIA DE MANIOBRAS**

Arranques por hora Number of starts per hour	FACTOR DE MANIOBRAS f3 / OPERATING FACTOR f3					
	Factor de la maquina accionada (f1) /Service factor (f1) from table N° 1					
	≥ 1,0	≥ 1,2	≥ 1,4	≥ 1,6	≥ 1,8	≥ 2,0
< 1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2 20	1,20	1,10	1,08	1,07	1,07	1,06
21 40	1,30	1,20	1,17	1,16	1,15	1,08
41 80	1,50	1,40	1,25	1,23	1,18	1,10
81 ... 160	1,60	1,50	1,35	1,30	1,20	1,10
161<	2,00	1,80	1,70	1,60	1,30	1,10

Por lo tanto, el factor de servicio es:

$$f = 1.15 \times 1 \times 1.00 = 1.15$$

$$N_{eq} = f * N_{ef} = 1.15 * 2,94 \text{ kw} = 3,38 \text{ kw}$$

Calculo de la relación de transformación (i)

La relación de transformación se determina de la siguiente manera:

$$i = \frac{n_e}{n_s}$$

La velocidad de salida del reductor n_s es:

$$v = n * \frac{2\pi}{60} * r = n * \frac{2\pi}{60} * 0,108 \text{ m} = 2,6 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$n = \frac{2,6 \frac{m}{seg} * 60}{2 \pi * 0,108 m} = 229,89 \text{ rpm} = 230 \text{ rpm}$$

Por lo tanto, la relación de transmisión es:

$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{1500}{230} = 6,52$$

Adoptamos una relación de transformación de catálogo menor a la calculada anteriormente, ya que de esta forma obtendremos una velocidad de salida mayor a la requerida. Para una relación nominal $i = 6,3$ y una velocidad de entrada $n_1 = 1500 \text{ rpm}$ se preselecciona del catálogo Lentax un reductor modelo DP 100 ($N_{nom} = 21,7 \text{ kW}$).

POTENCIAS MECANICAS (kW) Y RELACIONES NOMINALES POWER RATING (kW) AND NOMINAL RATIO Doble Reducción -Ejes Paralelos. Double Reduction -Helical Gear Units											
Modelo Model	n1 (r.p.m.)	Relaciones Nominales Nominal Ratio									
		6,3*	8*	10*	12,5*	16	20	22,5	25	28	31,5
DP 100	1800	25,1	24,6	20,5	13,9	12,7	10,0	8,60	6,81	6,72	5,37
	1500	21,7	21,3	17,7	12,0	11,0	8,61	7,43	5,89	5,81	4,64
	1200	17,9	17,5	14,6	10,1	8,73	6,89	5,93	4,70	4,62	3,67
	1000	15,3	14,9	12,5	8,76	7,21	5,74	4,93	3,90	3,83	3,02
	900	14,0	13,4	11,3	7,94	6,53	5,18	4,46	3,52	3,45	2,72
	750	12,1	11,2	9,42	6,70	5,52	4,34	3,75	2,94	2,87	2,28
DP 125	1800	48,8	46,7	36,7	26,4	20,2	16,0	13,7	11,7	11,0	9,28
	1500	42,2	40,4	31,7	22,8	17,5	13,8	11,8	10,1	9,49	8,02
	1200	35,4	32,3	25,5	19,1	14,0	11,0	9,45	8,06	7,59	6,43
	1000	30,9	28,9	21,3	16,6	11,7	9,20	7,88	6,70	6,33	5,37
	900	28,4	24,2	19,2	15,0	10,5	8,29	7,11	6,02	5,68	4,84
	750	24,7	20,2	16,0	12,5	8,76	6,92	5,96	5,00	4,71	4,05

Verificación de la potencia térmica

Para determinar el factor de temperatura entramos en la tabla N°4 para temperatura ambiente 50 °C, sin enfriamiento y tiempo de operación 100% por hora.

TABLA N° 4
CORRECCION POR TEMPERATURA

FACTOR DE TEMPERATURA fw / TEMPERATURE FACTOR fw						
Tipo de Enfriamiento Type of cooling	Temperatura ambiente Ambient Temperature	Tiempo de operacion (% por hora) Frequency of operation (% per hour)				
		100%	80%	60%	40%	20%
Sin enfriamiento Without cooling	10°C	1,12	1,34	1,57	1,79	2,05
	20°C	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
	30°C	0,88	1,06	1,23	1,41	1,58
	40°C	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35
	50°C	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13
Con ventilador Cooling fan	10°C	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07
	20°C	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
	30°C	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62
	40°C	0,80	0,96	1,12	1,29	1,44
	50°C	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26

Por lo tanto:

$$fw = 0.63$$

Entrando en la tabla de potencias térmicas (doble reducción) para ventilación natural, a la intemperie y un tamaño de 100, determinamos que la potencia térmica es.

POTENCIAS TÉRMICAS (Kw)

Simple reducción

Tipo de Refrigeración Type of cooling	Velocidad del aire Air velocity	Tamaño Unit size						
		100	125	140	160	180	200	225
Ventilacion natural Natural cooling								
Espacios cerrados muy reducidos Reduced clearances	>=0,5 m/seg	31	58	72	107	138	171	216
Espacios cerrados normales Normal clearances	>=1,4 m/seg	42	78	102	151	195	239	306
A la intemperie In the open	>=3,7 m/seg	55	104	129	202	261	322	387

Tipo de Refrigeración Type of cooling	Velocidad de entrada Input speed	Tamaño Unit size						
		100	125	140	160	180	200	225
Ventilacion forzada Forced cooling								
Con ventilador Cooling fan	1800	67	127	153	239	316	396	470
	1500	62	103	143	221	294	368	438
	1200	57	109	134	212	276	340	411
	1000	54	103	125	193	257	322	387
	900	51	97	119	186	249	311	372
	750	47	88	110	175	235	294	343

Por lo tanto:

$$Nt = 55 \text{ KW.}$$

La potencia térmica afectada por el factor de temperatura deberá ser mayor a la potencia efectiva.

$$N_t \times f_w = 55 \text{ KW} * 0,63 = 34,65 \text{ Kw}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$N_t \times f_w > N_{ef}$$

$$34,65 \text{ KW} > 2,94 \text{ KW}$$

Como se cumple lo exigido, podemos decir que verifica térmicamente el modelo elegido.

Seguidamente se debe verificar que 2,5 veces la potencia nominal del reductor sea mayor que la potencia de arranque requerida, procediendo:

La potencia de arranque es:

$$\begin{aligned} N_{arr} &= N_{motor} * T_{arr} \\ N_{arr} &= 3 \text{ KW} * 2,5 \\ N_{arr} &= 7,5 \text{ KW} \end{aligned}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$\begin{aligned} 2,5 * N_{nom} &> N_{arr} \\ 2,5 * 21,7 \text{ KW} &> 7,5 \text{ KW} \\ 54,25 \text{ KW} &> 7,5 \text{ KW} \end{aligned}$$

Como vemos se verificó lo requerido, por lo que el reductor elegido es el adecuado.

Las características más importantes del reductor seleccionado son:

- Velocidad de salida: $\frac{1440 \text{ rpm}}{6,3} = 228,57 \text{ rpm}$
- Potencia eficaz de salida: 2,94 KW

2.6.4 Tensión de los ramales

Para realizar este cálculo nos basamos en el libro Zignolli, de donde las tensiones de los ramales se relacionan con la fuerza de accionamiento por medio de la siguiente ecuación:

$$F_{acc} = T - t$$

Donde:

- F_{acc} es la fuerza de accionamiento.
- T la fuerza del ramal tenso.

- t la fuerza del ramal flojo.

Las fuerzas en los ramales los podemos calcular por:

$$T = F * \left(1 + \frac{1}{e^{\mu * \alpha} - 1}\right)$$

$$t = F * \left(\frac{1}{e^{\mu * \alpha} - 1}\right)$$

El coeficiente μ representa el rozamiento entre la cinta y el tambor, y toma valores de:

Condiciones del tambor	Condiciones Ambientales	Valor de μ
Sin Recubrir	Mojado	0,1
	Húmedo	0,1 a 0,2
	Seco	0,3
Recubierto	Mojado	0,25
	Húmedo	0,25 a 0,3
	Seco	0,35

En nuestro caso optamos por un rodillo recubierto en la peor condición ambiental, el cual es mojado, por lo que nuestro coeficiente μ vale 0,25.

El ángulo α es el de abrace entre la cinta y el tambor motriz, el cual varía según la forma de estiramiento de la correa. Para nuestro caso, un estiramiento mediante rodillo nos da un valor de α de 210° , cuyo valor en radianes es 3,66, el cual figurará en el cálculo de las tensiones.

Reemplazando los valores obtenemos:

$$T = 81,81 \text{ Kg} * \left(1 + \frac{1}{e^{0,25 * 3,66} - 1}\right)$$

$$T = 137,86 \text{ Kg}$$

$$t = 81,81 \text{ Kg} * \left(\frac{1}{e^{0,25*3,66} - 1} \right)$$

$$t = 56,05 \text{ Kg}$$

Para verificar si estos valores son correctos, se debe verificar que:

$$t = T - F$$

$$t = 137,86 \text{ Kg} - 81,81 \text{ Kg}$$

$$t = 56,05 \text{ Kg}$$

Con lo que este valor verifica los obtenidos anteriormente.

Calculo de la tensión máxima de la cinta

Basándonos en el catálogo Dunlop determinamos la tensión máxima de la cinta, por medio de la siguiente ecuación:

$$T_{max} = \frac{75 * N}{v} * K_1$$

Donde:

- N es la potencia del motor en HP.
- V es la velocidad en m/s.
- K1 es un coeficiente que sale de tabla del catálogo.

En la siguiente imagen podemos observar que para un ángulo de abrace de 210° y un tambor normal, obtenemos un coeficiente K1 igual a 1,94.

Angulo de abrace - Grados Contact angle - Degrees	TIPOS DE TENSOR / TYPE OF TENSOR			
	A tornillo / Screwed		A contrapeso / Counterweight	
	Tambor normal Regular drum	Tambor revestido Coated drum	Tambor normal Regular drum	Tambor revestido Coated drum
180°	2.15	1.84	1.64	1.50
200°	2.00	1.71	1.54	1.42
210°	1.94	1.67	1.51	1.38
220°	1.88	1.62	1.46	1.36

Por lo tanto, la tensión máxima de la cinta es:

$$T_{max} = \frac{75 * N}{v} * K_1 = \frac{75 * 4 \text{ hp}}{2,6 \frac{m}{s}} * 1,94 = 223,84 \text{ kg}$$

El número de telas de la cinta se determina de la siguiente manera:

$$N_{telas} = \frac{T_{max}}{B * CT}$$

Donde:

- T_{max}: Es la tensión máxima de la cinta.
- B: Es el ancho de banda.
- CT: representa la resistencia en kg/cm por tela.

En la siguiente imagen del catálogo podemos observar que el número mínimo de telas es dos y posee una resistencia de 12,5 kg/cm/telas.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE TEJIDOS
FABRICS TECHNICAL CHARACTERISTICS

Número de telas Number of plies	Ny - Ny	EP
2	12.5	250/2
3	12.5	400/3
4	12.5	500/4

Por lo tanto, el número de telas es:

$$N_{telas} = \frac{T_{max}}{B * CT} = \frac{223,84 \text{ kg}}{40\text{cm} * 12,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \frac{\text{telas}}{\text{telas}}} = 0,447 \text{ telas}$$

Como se ve en nuestro cálculo, el valor obtenido es muy diferente al que sugiere el catálogo de 2 telas. Más allá de la diferencia se adopta esta cinta, ya que el número mínimo de telas de las cintas es 2.

Como se puede observar la tensión máxima de la cinta (T_{max}) es mayor a la tensión máxima del ramal (T), lo cual podemos afirmar que la cinta seleccionada resistirá el estiramiento sin que se produzca la rotura de la misma.

$$T_{max} > T$$

$$233,84 \text{ kg} > 137,86 \text{ kg}$$

2.6.5 Cálculo y selección de rodillos

Para comenzar debemos aclarar que en las zonas de amortiguamiento, por ejemplo donde se descarga el material a transportar, se usan rodillos de amortiguamiento, distanciados entre sí a una longitud de $\frac{L_1}{2}$, en cambio en las demás zonas de los ramales, se usan rodillos lisos que sirven de apoyo a la cinta, distanciados entre sí L_1 .

Se utilizó el catálogo de rodillos Rotrans, para valernos de los datos necesarios para los cálculos posteriores.

Para seleccionar el tamaño de rodillo adecuado, debemos considerar el ancho de nuestra banda (0,5 m), entrando en la tabla del catálogo seleccionado, podemos observar la disponibilidad de medidas de rodillos según el ancho de la banda. Para una banda de 0,5 m, el rodillo mínimo disponible es 63,5 mm, según lo recomendado en la tabla J de dicho catálogo, plasmada a continuación:

Recomendación de diámetro de rodillos por ancho de banda **Tabla J**

BANDA	400	500	650	800
63,5	x	x	x	
70		x	x	x
76		x	x	x
89		x	x	x
102			x	x
108			x	x
127				x
133				x
152,4				
159				
193,7				

Más allá de la selección de los rodillos, debemos calcular la carga sobre un rodillo, mediante la siguiente ecuación:

$$K_r = R + L1 * \left(Gg + \frac{Qr}{3,6 * v} \right) * F_c * F_i * F_v$$

Los coeficientes que componen la ecuación antes brindada, se obtienen de las siguientes tablas:

Distancia entre estaciones superiores e inferiores (L1)

Tabla A

ANCHO DE BANDA (mm)	SUPERIORES		INFERIORES
	& 0,6	& 0,6	
400	1,35	1,35	3,00
500	1,35	1,20	3,00
650	1,20	1,10	3,00
800	1,20	1,00	3,00
1000	1,00	1,00	3,00
1200	1,00	1,00	3,00
1400	1,00	1,00	3,00
1600	1,00	1,00	3,00
1800	1,00	1,00	3,00
2000 Y *	1,00	1,00	2,40

& = PESO ESPECIFICO EN Tm/m²

Peso por metro orientativo (Gg) para bandas de alma textil

Peso por m² de cables y goma intermedia (kp/m²) Pm

Tabla B

ANCHO DE BANDA (mm)	PESO/METRO (Kp/m)	ESPESOR TOTAL (mm)	Tabla B1	
			TIPO	VALOR DE Pm (kp/m ²)
400	4	8	ST-1,000	10
500	5	8	ST-1,250	11
650	6,5	8	ST-1,600	15
800	8,5	8,5	ST-2,000	16
1000	13	11	ST-2,500	22
1200	15,5	11	ST-3,500	26
1400	18	11	ST-4,000	31
1800	25	13		
1800	30	14		
2000 Y *	33	14		

Factor de carga (Fc)

Tabla C

Horizontal	V	Artesa 20°	Artesa 30°	Artesa 35°	Artesa 45°
Fc = 1	Fc = 0,55	Fc = 0,60	Fc = 0,63	Fc = 0,66	Fc = 0,70

Factor de vida (Fv)

Tabla E

HORAS DE FUNCIONAMIENTO	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000
Factor Fv	1,445	1,145	1,000	0,907	0,843	0,792	0,753

Factor de impacto (Fi)

Tabla D

TAMAÑO DEL MATERIAL	VELOCIDAD DE LA BANDA		
	2,5 m/s	2,5 a 4 m/s	4 a 5 m/s
100 m/m	1,000	1,000	1,000
100 a 175 m/m	1,025	1,060	1,110
175 a 300 m/m	1,075	1,140	1,280
325 a 500 m/m	1,260	1,600	2,100

Para nuestro trabajo, los coeficientes seleccionados de catálogo son:

- R = 2,66 Kg para rodillo liso. Mientras que para rodillo amortiguador R = 2,78 Kg, considerando que se usa el mayor, 2,78 Kg.
- L1 = 1,20 m.
- Gg = 5 Kg/m.
- Qr = 80 tn/h.
- V = 2,5 m/s.
- Fc = 1.
- Fi = 1,025.
- Fv = 1, considerando una duración de cinta de 30000 hs de trabajo.

Finalmente la carga por rodillo es:

$$K_r = R + L1 * \left(Gg + \frac{Qr}{3,6 * v} \right) * F_c * F_i * F_v$$

$$K_r = 2,78 \text{ Kg} + 1,2 \text{ m} * \left(5 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} + \frac{80 \left(\frac{\text{tn}}{\text{h}} \right)}{3,6 * 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \right) * 1 * 1,025 * 1$$

$$K_r = 19,86 \text{ Kg}$$

Ya tenemos la carga que soporta un rodillo. Para verificar dicho cálculo debemos conocer antes la velocidad de ellos, la longitud y por último la capacidad de carga de los rodillos, datos obtenidos de las tablas del catálogo.

Se debe considerar la velocidad de banda (2,5 m/s), y el diámetro de rodillo elegido (63,5 mm).

R.P.M. de los rodillos en función de la velocidad del transportador

Tabla I

VELOCIDAD BANDA M/S	DIAMETRO DEL RODILLO mm										
	63,5	70	76	89	102	108	127	133	152,4	159	193,7
0,25	75	68	63	53	47	44	38	36	31	30	25
0,50	150	136	126	107	90	88	75	72	63	60	49
0,75	225	205	189	161	141	132	113	107	94	90	74
1,00	300	273	251	214	188	176	150	143	125	120	98
1,25	376	341	314	268	235	221	188	179	157	150	123
1,50	451	409	377	322	282	265	226	215	188	180	148
1,75	526	478	440	375	329	309	263	251	219	210	172
2,00	601	546	503	429	376	353	301	287	251	240	197
2,25	676	614	566	483	423	398	338	323	282	270	222
2,50	752	682	628	536	470	442	376	359	313	300	246
2,75	827	750	691	590	517	486	414	395	345	330	271

La velocidad de rotación para nuestros rodillos será 752 RPM.

Luego debemos elegir una longitud de rodillo. El catálogo nos permite ésta selección a partir la siguiente tabla:

RODILLOS LISOS



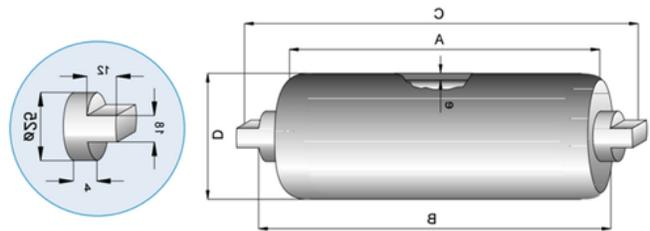
RODAMIENTO 6204 EJE Ø20

Serie M / S-20	DIÁMETRO RODILLO (mm)	D	63,5	70	76	89	102	108	127	133	152	159
	ESPELOR DE TUBO (mm)	e	3	3	3	3	3,6	3,8	4	4	4,5	5
	CONSTANTE PESO RODILLO	T	1	1,1	1,2	1,3	1,6	1,8	2	2,2	2,4	3
	CONSTANTE PESO P. MÓVILES	T1	1	1,2	1,2	1,4	2	2,3	2,8	2,9	3,3	4

Colocación en HORIZONTAL



BANDA	A	B	C	Peso rodillo Ø63.5	Peso partes móviles Ø63.5
300	400	408	440	3,35	2,40
400	500	508	540	4,20	2,95
500	600	608	640	4,93	3,33
650	750	758	790	5,99	4,02
800	950	958	990	7,40	4,92
1000	1150	1158	1190	8,80	5,82
1200	1400	1408	1440	10,56	6,96
1400	1600	1608	1640	11,97	7,87
1600	1800	1808	1840	13,38	8,78
1800	2000	2008	2040	14,79	9,87
2000	2200	2208	2240	16,20	10,60



La selección se hace considerando el diámetro de eje (20 mm) y el ancho de banda (500 mm). Finalmente, el rodillo tiene una longitud de 600 mm (columna A en la tabla anterior).

Mediante estos datos podemos entrar en la tabla H, considerando el diámetro de eje (20 mm), la longitud de los rodillos (600 mm), y la velocidad de rotación (752 RPM).

Capacidad de carga (kg) del rodillo en función de la velocidad (r.p.m.)

Longitud en (mm) y vida de 30.000 horas

Tabla H

Ø Eje Rodamiento	Longitud r.p.m.	r.p.m.											
		30	60	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Ø 20 6.240	200	410	350	280	205	170	157	149	140	132	128		
	250												
	315												
	380	320	205	170	157	149	140	132					
	465	271											
	530	232	200	165	150	140	133	125					
	600	201	190	158	145	136	130	122					
	670	178	170	150	140	132	126	119					
	750	157	142	135	129	122	117						
	950	121	119	113	106								
1150	99												

La capacidad de carga del rodillo depende de la velocidad de rotación, por lo que consideramos la columna de 800 RPM, ya que es la velocidad inmediata mayor para la que existen datos. Luego tenemos en cuenta la longitud del rodillo (600 mm), y se intercepta con la velocidad, de éste modo vemos que un rodillo en estas condiciones de operación tiene una capacidad de carga máxima de 128 Kg. Debemos recordar que la carga a la que está sometida el rodillo de nuestra cinta es 19,86 Kg, carga mucho menor que la máxima admisible, por lo que podemos concluir que nuestro rodillo está bien seleccionado y verifica a la carga máxima disponible.

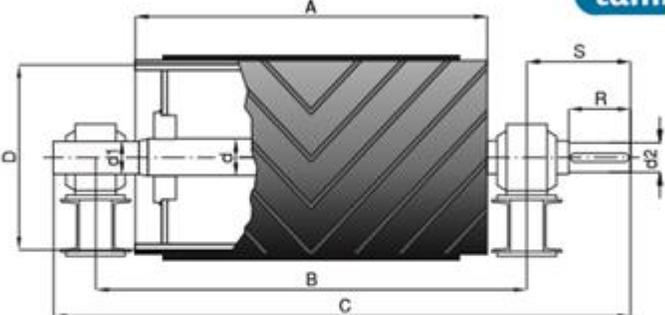
Cálculo y selección de los tambores

Seleccionamos del catálogo Rotrans los tambores para una banda de 500, tanto para el tambor cabeza como para el de cola, cuyo diámetro seleccionado es de 216 mm. El eje del mismo es de 50 milímetro y está construido de un acero SAE 1045 LC, dicho material posee un sigma de rotura de 6500 kg/cm².

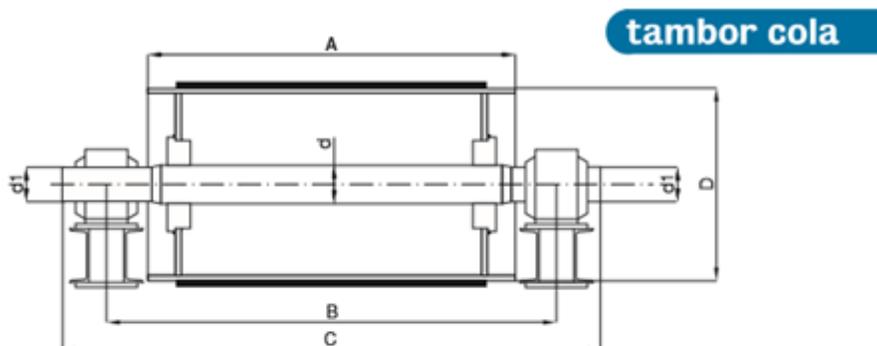


TAMBORES BANDA 500

tambor cabeza



D	A	B	C	d	d1	d2	S	R	SOPORTE
216	600	755	980	50	40	35	162,5	100	SNL-509
		765	1020	60	50	45	187,5	120	SNL-511
		780	1065	70	60	55	210	135	SNL-513
320	600	765	1020	60	50	45	187,5	120	SNL-511
		780	1065	70	60	55	210	135	SNL-513
		790	1100	80	70	65	230	150	SNL-516
505	600	780	1065	70	60	55	210	135	SNL-513
		790	1100	80	70	65	230	150	SNL-516
		810	1150	90	80	75	250	160	SNL-518
404	600	830	1215	100	90	85	280	175	SNL-520



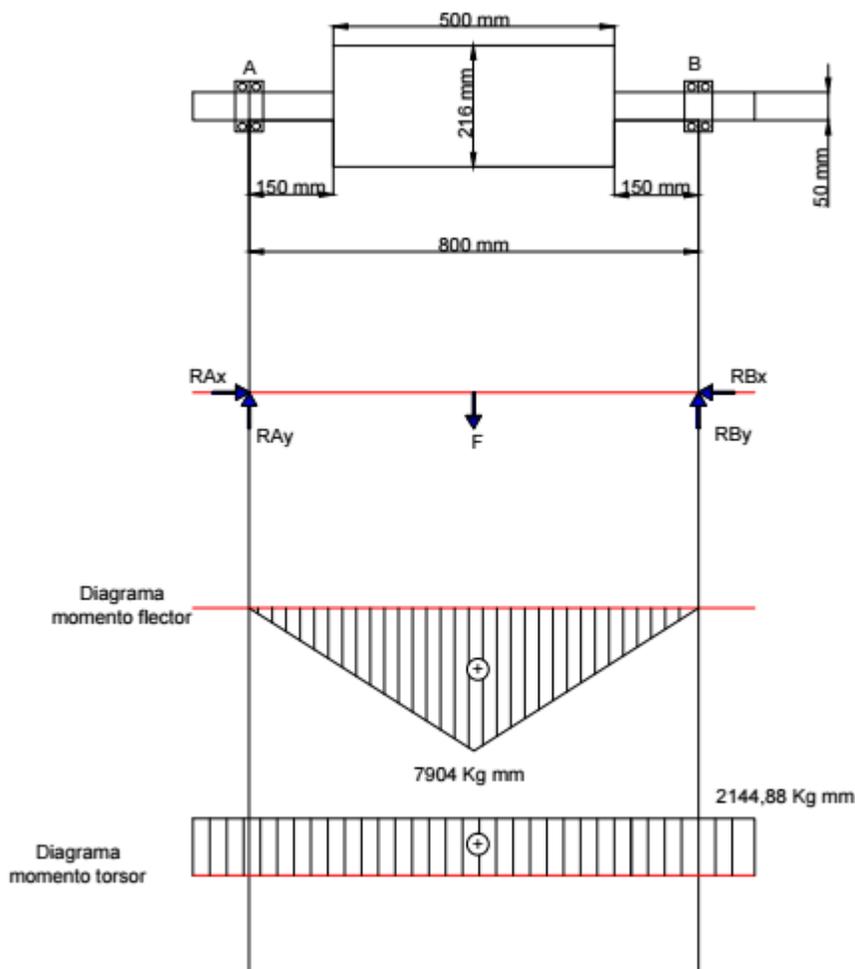
D	A	B	C	d	d1	SOPORTE
216	600	755	880	50	40	SNL-509
241		785	900	60	50	SNL-511
		780	930	70	60	SNL-513
320	600	785	900	60	50	SNL-511
		780	930	70	60	SNL-513
		790	950	80	70	SNL-516
505	600	780	930	70	60	SNL-513
		790	950	80	70	SNL-516
		810	990	90	80	SNL-518
404		830	1040	100	90	SNL-520

Notas

- En las tablas las dimensiones estan expresadas en mm.
- Las medidas son orientativas, bajo demanda se pueden fabricar tambores con diferentes dimensiones.

Verificación del eje del tambor de cabeza

En la imagen que se muestra a continuación se ven las dimensiones físicas del tambor y la fijación del mismo, como así también la distribución de las fuerzas aplicada sobre él, el diagrama del momento flector y momento torsor.



Para realizar la verificación vamos a determinar el diámetro mínimo del eje, el cual se determina mediante la siguiente ecuación,

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_r}{0.1 * \tau_{II}}}$$

Conociendo el valor de la carga que actúa sobre el tambor ($F= 19,86 \text{ kg}$), calculamos como primera instancia las reacciones sobre los apoyos.

Realizando la sumatoria de las fuerzas en X igual a cero sabemos que:

$$\sum F_x = 0$$

$$R_{Ax} - R_{Bx} = 0$$

$$R_{Ax} = R_{Bx} = 0$$

Realizando la sumatoria de los momentos en el apoyo A igual a cero, sabemos que:

$$\sum M_A = 0$$

$$F * 400 \text{ mm} - R_{By} * 800 \text{ mm} = 0$$

$$19,86 \text{ kg} * 400 \text{ mm} - R_{By} * 800 \text{ mm} = 0$$

$$R_{By} = \frac{19,86 \text{ kg} * 400 \text{ mm}}{800 \text{ mm}}$$

$$R_{By} = 9,93 \text{ kg}$$

Realizando la sumatoria de las fuerzas en Y igual a cero, sabemos que:

$$\sum F_y = 0$$

$$R_{Ay} + R_{By} - F = 0$$

$$R_{Ay} = F - R_{By}$$

$$R_{Ay} = 19,86 \text{ kg} - 9,93 \text{ kg}$$

$$R_{Ay} = 9,9 \text{ kg}$$

El momento torso que actúa sobre el eje se determina de la siguiente manera:

$$M_t = F * \frac{D}{2} = 19,86 \text{ kg} * \frac{216 \text{ mm}}{2} = 2144,88 \text{ kg mm}$$

El momento flector que actúa sobre el eje se determina de la siguiente manera:

$$M_f = F * 400 \text{ mm} = 19,86 \text{ kg} * 400 \text{ mm} = 7944 \text{ kg mm}$$

El momento resultante que actúa sobre el eje se determina de la siguiente manera:

$$M_r = \sqrt{(M_f)^2 + (\alpha * M_t)^2}$$

Según Dobrovolsky para ciclos pulsante y simétrico el coeficiente α es:

$$\alpha = \frac{\tau_{III}}{\tau_{II}} = \frac{1}{1,7} = 0,58$$

Por lo tanto:

$$M_r = \sqrt{(M_f)^2 + (\alpha * M_t)^2} = \sqrt{(7944kgmm)^2 + (0,58 * 2144,88kgmm)^2}$$

$$M_r = 8001,3 kgmm = 800,13 kgcm$$

La tensión admisible del acero SAE 1045 LC es:

$$\tau_R = 6500 \frac{kg}{cm^2}$$

Según Dobrovolsky:

$$\tau_{II} = \frac{\tau_I}{3,8}$$

Donde:

$$\tau_I = \frac{\tau_R}{3} = \frac{6500 \frac{kg}{cm^2}}{3} = 2166,66 \frac{kg}{cm^2}$$

Por lo tanto:

$$\tau_{II} = \frac{\tau_I}{3,8} = \frac{2166,66 \frac{kg}{cm^2}}{3,8} = 570,17 \frac{kg}{cm^2}$$

Finalmente el diámetro mínimo es:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_r}{0,1 * \tau_{II}}} = \sqrt[3]{\frac{800,13 kgcm}{0,1 * 570,17 \frac{kg}{cm^2}}} = 2,41 cm$$

Por lo tanto, como el diámetro de nuestro tambor seleccionado es mayor que el mínimo calculado se verifica la selección del tambor.

$$5 cm > 2,41 cm$$

2.7.1 Calculo y selección de los elementos del Redler N°1

Para realizar los cálculos y la posterior selección del Redler nos basaremos en la guía técnica del catálogo de “Metalmax s.r.l.” cadenas y transportadores.

El catálogo establece que para disposiciones horizontales, es recomendable que la masa que se desliza en la caña del transportador sea de sección cuadrada, obedeciendo la siguiente ecuación:

$$Q = 3600 * S * v * \gamma$$

Donde:

- Q : representa las toneladas/horas de cereal
- S : representa la sección en metros cuadrado (A*B)
- v : representa la velocidad en m/s
- γ : representa el peso específico del material a transportar, en tn/m³

Para el transporte de nuestra capacidad adoptamos una velocidad de 0,5 m/s.

Despejando de la ecuación de la capacidad de transporte, obtenemos la sección de la caña de transporte, la cual es de sección cuadrada.

$$S = \frac{Q}{3600 * v * \gamma} = \frac{80 \frac{tn}{h}}{\frac{3600s}{1h} * 0,5 \frac{m}{s} * 0,75 \frac{tn}{m^3}} = 0,06 m^2$$

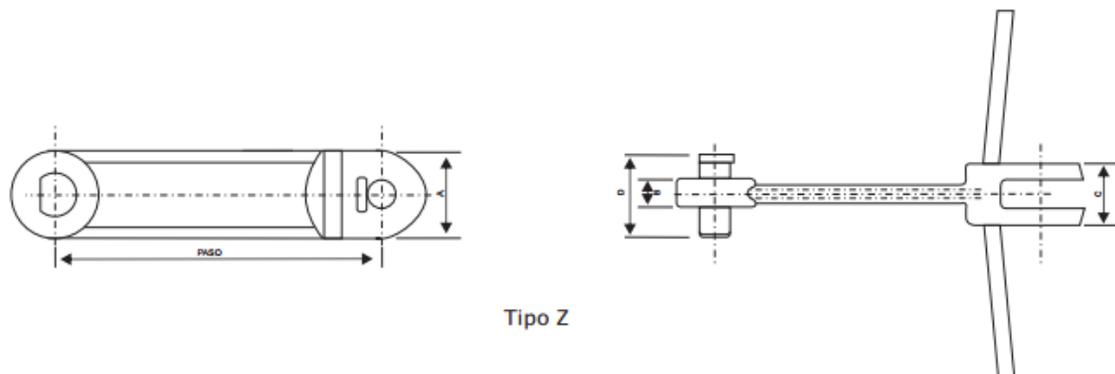
Por lo tanto, al ser cuadrada la sección de la caña, tenemos que tanto A como B equivalen a 25 cm. Entonces:

$$S = A * B = 0,025m * 0,025m = 0,0625 m^2$$

Como se puede observar al disponer de una caña de sección cuadrada de 25 cm por 25 cm, se obtiene una sección mayor a la requerida para transportar la capacidad necesaria.

2.7.2 Selección de la cadena

En la imagen ID-35 se ven remarcadas las características de la cadena seleccionada.



Tipo Z

Nº de cadena	Paso	A	Entre placas interiores B	C	Diámetro Rodillo D	Tipo	Carga de rotura Kg. Tk	Peso aprox. por metro Kg. qc	Cantidad aprox. de eslabones por metro
M 102	101,60	36	8	24	40	X	14.000	5	10
M 142	142	51	21,50	42	53	Y	30.000	9,300	7
M 152	152,40	38	12,50	28	38,50	Z	18.000	4,500	7

Imagen ID-35: Características de la cadena

- Cadena: Tipo Z
- Nº de la cadena: M 102
- Paso: 101,6 mm
- Diámetro de rodillo: 40 mm
- Carga de rotura: 14000 kg
- Peso por metro (qc): 5kg
- Cantidad de eslabones por metro: 10

Calculo de la potencia

Según el catálogo, para transportes inclinados la potencia se determina a partir de la siguiente ecuación.

$$N_o = C_f * \frac{Q * (L + 3 * H) + (7 * 2 * q_c * L * v)}{540}$$

Donde:

- Q: Es la capacidad a transportar. (80 tn/h)
- L: Es la distancia horizontal entre ejes. (11 m)
- H: Es la distancia vertical entre ejes. (1,4 m)
- qc: Es el peso de la cadena por metro. (5 kg/m)
- v: Es la velocidad en m/s. (0,5m/s)

- C_f : Coeficiente de fricción, para maíz, trigo y materiales similares el coeficiente a adoptarse es de 0,85 y para sorgo o soja el coeficiente es 1.

Por lo tanto, al reemplazar los valores tenemos que la potencia es:

$$N_o = C_f * \frac{Q * (L + 3 * H) + (7 * 2 * q_c * L * v)}{540}$$

$$N_o = 0,85 * \frac{80 \frac{tn}{h} * (11 m + 3 * 1,4) + (7 * 2 * 5 \frac{kg}{m} * 11m * 0,5 \frac{m}{s})}{540}$$

$$N_o = 2,52 CV$$

Se debe incrementar un 10 % la potencia para considerar los arranques con el transportador cargado en toda su extensión. Consideramos a su vez, un rendimiento de la transmisión de mando de la cadena del 85%.

$$N = 1,10 * \frac{N_o}{\eta} = 1,10 * \frac{2,52 CV}{0,85} = 3,26 CV$$

Calculo de la carga en la cadena

La carga aproximada en la cadena la determinamos por medio de la siguiente ecuación:

$$T_a = \frac{75 * N}{v} = \frac{75 * 3,26 CV}{0,5 \frac{m}{s}} = 489 kg$$

La carga de rotura de la cadena se calcula de la siguiente manera:

$$T_k = X * T_a$$

En donde X es un coeficiente de seguridad, el cual se obtiene de dicho catalogo y es igual a 5.

Por lo tanto, la carga de rotura de la cadena es:

$$T_k = X * T_a = 5 * 489 kg = 2445 kg$$

Se llegó a la conclusión de que la carga de rotura de la cadena calculada es mucho menor que la carga de rotura de la cadena seleccionada, por lo que la cadena está correctamente seleccionada.

Calculo de las dimensiones de las ruedas

Para determinar un engranaje es necesario conocer los siguientes elementos:

- P: Paso de la cadena. (101,6 mm)
- D_p: Diámetro primitivo.
- Z₁: Número de la rueda motriz.
- dr: Diámetro del rodillo de la cadena. (40 mm)
- Di: Diámetro interior igual al diámetro del círculo o curva de apoyo.
- De: Diámetro exterior.

Para determinar estos elementos tenemos las siguientes ecuaciones.

$$D_p = P * W$$

$$D_i = D_p - dr$$

Sabemos que el diámetro primitivo es directamente proporcional al paso, se pueden calcular esto mediante la simple multiplicación de los valores de W (correspondiente al número de diente de una rueda), por el paso de la rueda.

Adoptando para nuestra rueda motriz (Z₁) un número de 21 dientes, por lo que, como se puede observar en la siguiente imagen se obtiene el valor de W igual a 6,7095.

Z	W
6	2,0000
7	2,3047
8	2,6131
9	2,9238
10	3,2361
11	3,5495
12	3,8637
13	4,1789
14	4,4990
15	4,8097
16	5,1258
17	5,4422
18	5,7588
19	6,0755
20	6,3924
21	6,7095
22	7,0267
23	7,3439
24	7,6613
25	7,9787

Por lo tanto, tanto el diámetro primitivo como el diámetro interior son:

$$D_p = P * W = 101,6 \text{ mm} * 6,7095 = 681,7 \text{ mm}$$

$$D_i = D_p - dr = 681,7 \text{ mm} - 40 \text{ mm} = 641,7 \text{ mm}$$

En la práctica se recomienda que la suma de los dientes entre la rueda conductora y la conducida ($Z1 + Z2$), no sea menor a 50 dientes. Por lo tanto, para que se cumpla lo antes dicho, conociendo el número de dientes de la rueda conductora ($Z1$), la relación de transmisión mínima es de 1,4, lo cual nos permite obtener el número de dientes de la rueda conducida.

$$Z2 = i * Z1 = 1,4 * 21 = 29,4$$

Como ambas ruedas deben tener un número impar de dientes, seleccionamos una rueda con $Z2 = 31$ dientes. Por lo tanto, de la siguiente imagen hallamos el valor de $W2$.

Z	W
31	9,8845
32	10,2023
33	10,5201
34	10,8379
35	11,1558

Por lo tanto, tanto el diámetro primitivo como el diámetro interior son:

$$D_{p2} = P * W_2 = 101,6 \text{ mm} * 9,8845 = 1004,26 \text{ mm}$$

$$D_i = D_{p2} - dr = 1004,26 \text{ mm} - 40 \text{ mm} = 964,26 \text{ mm}$$

Calculo de la longitud de la cadena

La longitud de la cadena en pasos la determinamos por medio de la siguiente ecuación:

$$L = 2 * C + \frac{Z1 + Z2}{2} + \left(\frac{\left(\frac{Z1 - Z2}{2 * \pi} \right)^2}{C} \right)$$

Donde:

- $Z1$: Número de dientes de la rueda conductora. (21 dientes)
- $Z2$: Número de dientes de la rueda conducida. (31 dientes)
- C : Longitud entre centro de eje. (11 m)

$$C_{pasos} = \frac{11000 \text{ mm}}{101,6 \text{ mm}} = 108 \text{ pasos}$$

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación antes nombrada, tenemos la longitud de la cadena en pasos.

$$L = 2 * C + \frac{Z1 + Z2}{2} + \left(\frac{\left(\frac{Z1 - Z2}{2 * \pi} \right)^2}{C} \right)$$

$$L = 2 * 108 + \frac{21 + 31}{2} + \left(\frac{\left(\frac{21 - 31}{2 * \pi} \right)^2}{108} \right)$$

$$L = 242 \text{ pasos}$$

Finalmente la longitud de la cadena en metro es:

$$L = 242 \text{ pasos} * 101,6 \text{ mm} = 24589,6 \text{ mm} = 24,6 \text{ m}$$

Por lo tanto, la longitud total de la cadena es 24,6 metros.

2.7.3 Selección del motor

En la imagen siguiente se puede ver una sección del catálogo de motores trifásicos WEG. Donde se remarca con color las distintas características del motor seleccionado.

W22 - IE3 Premium Efficiency - 50 Hz

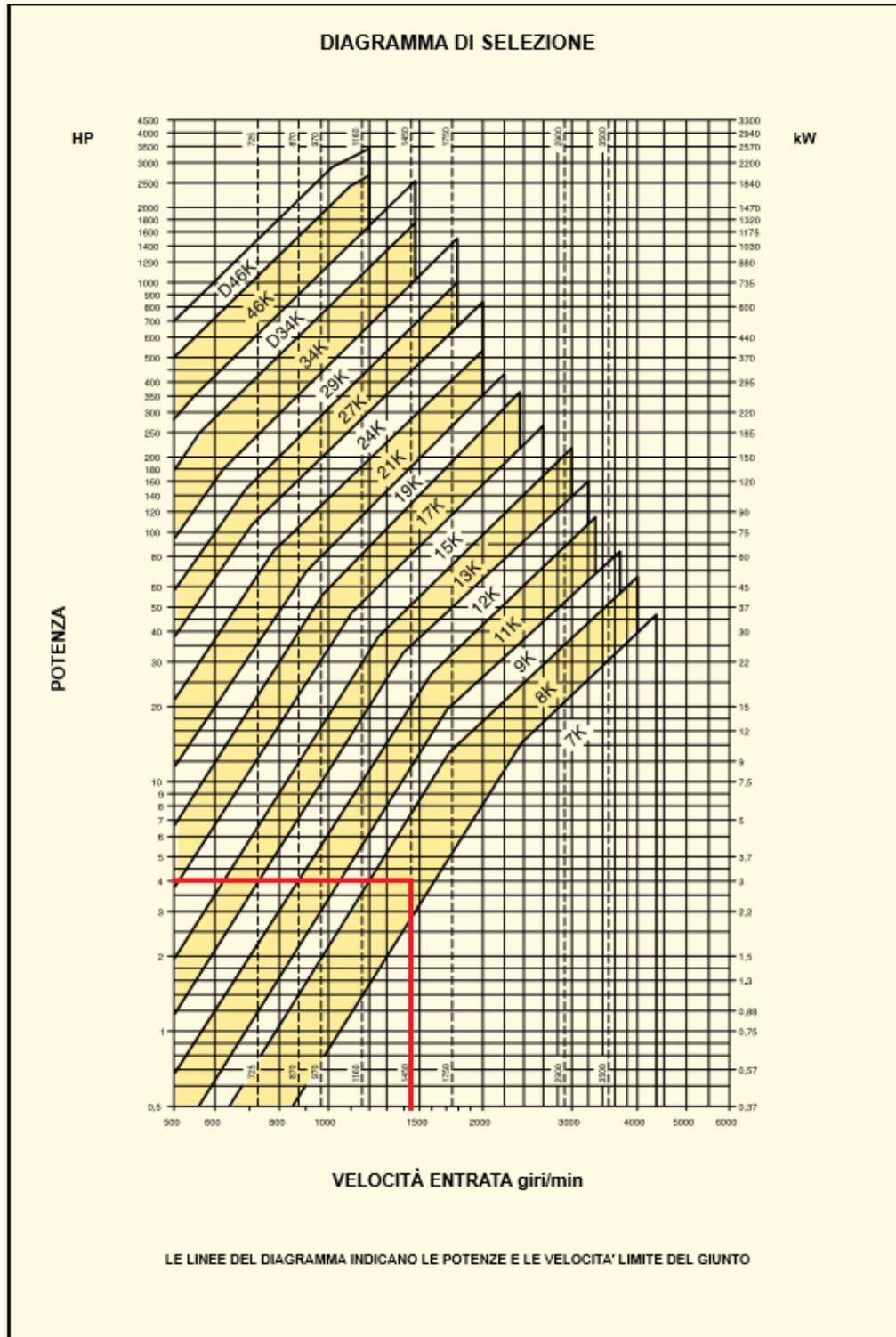
Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgm)	Corriente con rotor trabado IV/In	Par con rotor trabado TV/Tn	Break-down Torque Tb/Tn	Momento de inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	400 V						Corriente nominal In (A)	
kW	HP							% de la potencia nominal											
								Rendimiento				Factor de potencia							
		RPM		50	75	100	50	75	100										
IV Poles																			
0,12	0,16	63	0,085	4,4	2,1	2,3	0,0004	30	66	7,3	44	1370	57,0	63,0	64,8	0,52	0,62	0,73	0,366
0,18	0,25	63	0,128	4,7	2,1	2,4	0,0006	30	66	7,6	44	1370	65,0	67,0	69,9	0,53	0,63	0,72	0,516
0,25	0,33	71	0,175	4,8	2,3	2,3	0,0007	30	66	10,7	43	1390	69,0	72,0	73,5	0,52	0,65	0,72	0,682
0,37	0,5	71	0,260	4,8	2,8	2,9	0,0008	30	66	9,5	43	1385	73,0	75,0	77,3	0,50	0,62	0,70	0,987
0,55	0,75	80	0,377	6,6	2,8	3	0,0026	20	44	16,2	44	1420	77,0	79,0	80,8	0,61	0,74	0,80	1,23
0,75	1	80	0,514	6,7	3	3,3	0,0032	18	40	16,2	44	1420	80,0	82,0	82,5	0,59	0,72	0,81	1,62
1,1	1,5	90S	0,736	7,6	2,5	3,3	0,0055	15	33	22,0	49	1455	83,0	84,5	84,8	0,59	0,72	0,80	2,34
1,5	2	90L	1,01	7,4	2,6	3,4	0,0066	13	29	23,0	49	1450	84,0	86,0	86,0	0,58	0,72	0,80	3,15
2,2	3	100L	1,49	7,4	3,2	3,5	0,0090	18	40	31,5	53	1435	86,5	87,0	87,0	0,60	0,73	0,80	4,56
3	4	L100L	2,03	7,8	3,5	3,7	0,0120	15	33	37,5	53	1440	87,0	88,0	88,0	0,60	0,73	0,80	6,15
4	5,5	112M	2,69	7,0	2,3	3,1	0,0182	15	33	50,0	56	1450	88,7	89,1	89,1	0,60	0,72	0,79	8,20
5,5	7,5	132S	3,66	8,5	2,4	3,4	0,0528	15	33	69,0	56	1465	90,0	90,7	90,7	0,67	0,79	0,85	10,3
7,5	10	132M	4,99	8,5	2,5	3,4	0,0642	13	29	78,0	56	1465	91,0	91,5	91,5	0,68	0,79	0,84	13,9

- Marca: WEG
- Modelo: W22-IE3 Premium Efficiency
- Potencia: 4 hp (3 kw)
- Carcasa: L 100 L
- Velocidad nominal: 1440 RPM.
- Frecuencia: 50 hz
- Corriente nominal: 6,15 A.
- Par de arranque: 2,5 veces el par nominal.
- Rendimiento: 88 %

2.7.4 Selección del acoplamiento hidráulico

Para realizar la selección del acoplamiento hidráulico utilizamos el catálogo de la marca Transfluid. En primera instancia como preselección del acoplamiento este catálogo nos muestra un nomograma en el cual se debe considerar la potencia a transmitir y la velocidad de entrada.

Como se observa en la imagen siguiente, entrando con la potencia de 4 HP y 1440 RPM, se selecciona el modelo 8 K.



Utilizamos el catálogo, se seleccionó un modelo serie 7 % 19 KRG con ajuste cónico a la entrada. Se adoptó un rendimiento de acoplamiento del 96%, por lo que la velocidad y potencia de salida serán:

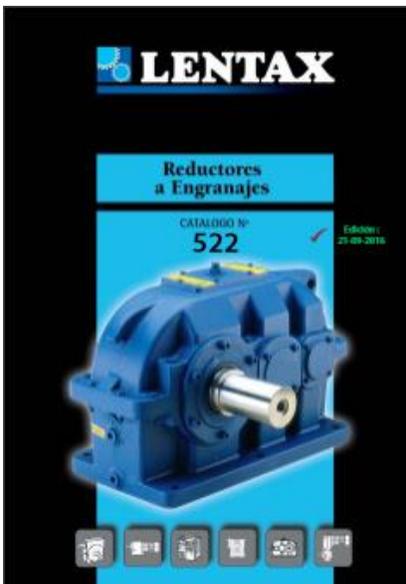
Velocidad de salida: $0.96 * 1440 \text{ rpm} = 1382,4 \text{ rpm}$

Potencia de salida: $0.96 * 3 \text{ KW} = 2,88 \text{ KW}$

2.7.5 Selección del Reductor

La selección del motor solamente no soluciona la cuestión de cómo dotar de movimiento al sistema. Como se expresó antes, la velocidad del motor (1440 RPM) es muy elevada para trabajar de forma directa en cualquier sistema de transporte, por este motivo es necesario la selección de un reductor de velocidad para obtener la velocidad de trabajo deseada.

Utilizaremos el catálogo de reductores LENTAX, para la selección del mismo. Dicho catálogo presenta un esquema de cálculo para la correcta selección del equipo. Nosotros nos ajustaremos a dicho esquema y procederemos a seleccionar y verificar el mismo.



PASOS A SEGUIR

- 1) Calcular la potencia efectiva (N_{ef})
- 2) Determinar el factor de Servicio ($f = f_1 \times f_2 \times f_3$).
- 3) Calcular la potencia equivalente ($N_{eq} = f \times N_{ef}$).
- 4) Calcular la relación ($i = n_e/n_s$).
- 5) Preseleccionar un modelo.
- 6) Comprobar que $N_{nom} \geq N_{eq}$.
- 7) Determinar el factor de temperatura (f_w).
- 8) Determinar la potencia térmica admisible (N_t).
- 9) Comprobar que $N_t \times f_w \geq N_{ef}$.
- 10) Controlar la potencia de arranque ($N_{arr} \leq N_{nom} \times 2,5$)
- 11) Controlar las cargas radiales.

Inicialmente debemos considerar la potencia y la velocidad de entrada al reductor, las cuales son iguales a las de salida del acoplamiento hidráulico:

$N_{ent} = 2,88 \text{ KW}$.

$n_{ent} = 1382,4 \text{ RPM}$.

Calculo de la potencia efectiva

La potencia de salida dependerá del rendimiento del reductor, en nuestro caso consideramos que un tren de engranajes de reducción tiene 98% de rendimiento.

La potencia efectiva es la potencia nominal del motor afectado por el rendimiento del reductor (4 HP = 3 KW) cuyo valor es:

$$N_{ef} = N_{ent} * \eta$$

$$N_{ef} = 2,88 \text{ KW} * 0,98$$

$$N_{ef} = 2,82 \text{ KW}$$

Calculo del factor de servicio

El factor de servicio f se determina de la siguiente manera:

$$f = f1 \times f2 \times f3$$

Donde:

De la tabla N°1 para transportadores a cadena y 8 horas de servicio => $f1 = 1,5$.

De la tabla N°2 para accionamiento con motor eléctrico => $f2 = 1$.

De la tabla N°3 para 1 arranque por hora y $f1 \geq 1,5$ => $f3 = 1,00$.

A continuación se marcan las características de los factores de servicios.

FACTORES DE SERVICIO

TABLA N° 1

MAQUINA ACCIONADA

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f1 f1 FACTOR hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
TRANSPORTE Y ALMACENAJE				CONVEYORS
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,5	1,6	1,6	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

FACTORES DE SERVICIO**TABLA N° 2
MOTOR DE MANDO**

Tipo de Motor	Factor f2 Correction factor (f2)	Drive
Motores eléctricos	1	Electric motor
Turbinas	1	Steam turbine
Motores a pistón (4-6 cilindros) (Grados de irregularidades; 1:100 a 1200)	1,25	Piston engine (4-6 cyl.) (Irregular grade ; 1:100 to 1200)
Motores a pistón (1-3 cilindros) (Grados de irregularidades hasta 1:100)	1,5	Piston engine (1-3 cyl.) (Irregular grade ; up to 1:100)

**TABLA N° 3
FRECUENCIA DE MANIOBRAS**

Arranques por hora Number of starts per hour	FACTOR DE MANIOBRAS f3 / OPERATING FACTOR f3					
	Factor de la maquina accionada (f1) /Service factor (f1) from table N° 1					
	≥ 1,0	≥ 1,2	≥ 1,4	≥ 1,6	≥ 1,8	≥ 2,0
< 1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2 20	1,20	1,10	1,08	1,07	1,07	1,06
21 40	1,30	1,20	1,17	1,16	1,15	1,08
41 80	1,50	1,40	1,25	1,23	1,18	1,10
81 ... 160	1,60	1,50	1,35	1,30	1,20	1,10
161<	2,00	1,80	1,70	1,60	1,30	1,10

Por lo tanto, el factor de servicio es:

$$f = 1.5 \times 1 \times 1.00 = 1.5$$

$$N_{eq} = f * N_{ef} = 1.5 * 3,76 \text{ kw} = 5,64 \text{ kw}$$

Calculo de la relación de transformación (i)

La relación de transformación se determina de la siguiente manera:

$$i = \frac{n_e}{n_s}$$

La velocidad de salida del reductor n_s es:

$$v = n * \frac{2\pi}{60} * r = 0,5 \frac{m}{seg}$$

Donde:

$$r = \frac{Di z_1}{2} = \frac{641,7 \text{ mm}}{2} = 320,85 \text{ mm}$$

$$n = \frac{0,5 \frac{m}{seg} * 60}{2 \pi * 0,32085 \text{ m}} = 15 \text{ rpm}$$

Por lo tanto, la relación de transmisión es:

$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{1500}{15} = 100$$

Adoptamos una relación de transformación de catálogo de $i = 100$ y una velocidad de entrada $n_1 = 1500 \text{ rpm}$ se preselecciona del catálogo Lentax un reductor modelo TP 160 ($N_{nom} = 6,81 \text{ kW}$).

POTENCIAS MECANICAS (kW) Y RELACIONES NOMINALES

Triple Reducción -Ejes Paralelos.

Modelo Model	n1 (r.p.m.)	Relaciones Nominales									
		25	31,5	40	50	63	71	80	90	100	112
TP 160	1800	32,4	25,6	19,7	16,0	12,2	11,3	10,2	9,05	7,88	6,47
	1500	28,0	22,2	17,0	13,8	10,5	9,73	8,83	7,82	6,81	5,59
	1200	22,4	17,7	13,9	11,3	8,5	7,8	7,1	6,3	5,5	4,5
	1000	18,7	14,8	11,8	9,57	7,07	6,51	5,89	5,22	4,55	3,75
	900	16,8	13,3	10,5	8,54	6,45	5,91	5,30	4,70	4,09	3,37
	750	14,1	11,1	8,54	6,99	5,52	5,00	4,42	3,91	3,40	2,80

Verificación de la potencia térmica

Para determinar el factor de temperatura entramos en la tabla N°4 para temperatura ambiente $50 \text{ }^\circ\text{C}$, sin enfriamiento y tiempo de operación 100% por hora.

TABLA N° 4
CORRECCION POR TEMPERATURA

FACTOR DE TEMPERATURA fw / TEMPERATURE FACTOR fw						
Tipo de Enfriamiento Type of cooling	Temperatura ambiente Ambient Temperature	Tiempo de operacion (% por hora) Frequency of operation (% per hour)				
		100%	80%	60%	40%	20%
Sin enfriamiento Without cooling	10°C	1,12	1,34	1,57	1,79	2,05
	20°C	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
	30°C	0,88	1,06	1,23	1,41	1,58
	40°C	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35
	50°C	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13
Con ventilador Cooling fan	10°C	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07
	20°C	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
	30°C	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62
	40°C	0,80	0,96	1,12	1,29	1,44
	50°C	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26

Por lo tanto:

$$fw = 0.63$$

Entrando en la tabla de potencias térmicas (triple reducción) para ventilación natural, a la intemperie y un tamaño de 160, determinamos que la potencia térmica es.

POTENCIAS TÉRMICAS (Kw)

Triple reducción

Tipo de Refrigeración Type of cooling	Velocidad del aire Air velocity	Tamaño Unit size							
		100	125	140	160	180	200	225	250
Ventilacion natural Natural cooling									
Espacios cerrados muy reducidos Reduced clearances	>=0,5 m/seg	8,1	22	29	38	53	75	126	145
Espacios cerrados normales Normal clearances	>=1,4 m/seg	11,3	31	40	52	74	108	177	204
A la intemperie In the open	>=3,7 m/seg	15,7	43	53	70	102	143	240	276

Por lo tanto:

$$Nt = 70 \text{ KW.}$$

La potencia térmica afectada por el factor de temperatura deberá ser mayor a la potencia efectiva.

$$Nt \times fw = 70 \text{ KW} * 0,63 = 44,1 \text{ Kw}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$Nt \times fw > Nef$$

$$44,1 \text{ KW} > 2,82 \text{ KW}$$

Como se cumple lo exigido, podemos decir que verifica térmicamente el modelo elegido. Seguidamente se debe verificar que 2,5 veces la potencia nominal del reductor sea mayor que la potencia de arranque requerida, procediendo:

La potencia de arranque es:

$$\begin{aligned} N_{arr} &= N_{motor} * T_{arr} \\ N_{arr} &= 3 \text{ KW} * 2,5 \\ N_{arr} &= 7,5 \text{ KW} \end{aligned}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$\begin{aligned} 2,5 * N_{nom} &> N_{arr} \\ 2,5 * 6,81 \text{ KW} &> 7,5 \text{ KW} \\ 17,025 \text{ KW} &> 7,5 \text{ KW} \end{aligned}$$

Como vemos se verificó lo requerido, por lo que el reductor elegido es el adecuado.

Las características más importantes del reductor seleccionado son:

- Velocidad de salida: $\frac{1382,4 \text{ rpm}}{100} = 13,82 \text{ rpm}$
- Potencia eficaz de salida: 2,82 KW

2.8.1 Calculo y selección de los elementos del Redler N°2

Para realizar los cálculos y la posterior selección del Redler nos basaremos en la guía técnica del catálogo de "Metalmex s.r.l." cadenas y transportadores.

El catálogo establece que para disposiciones horizontales, es recomendable que la masa que se desliza en la caña del transportador sea de sección cuadrada, obedeciendo la siguiente ecuación:

$$Q = 3600 * S * v * \gamma$$

Donde:

- Q : representa las toneladas/horas de cereal
- S : representa la sección en metros cuadrado ($A*B$)
- v : representa la velocidad en m/s
- γ : representa el peso específico del material a transportar, en tn/m³

Para el transporte de nuestra capacidad adoptamos una velocidad de 0,5 m/s.

Despejando de la ecuación de la capacidad de transporte, obtenemos la sección de la caña de transporte, la cual es de sección cuadrada.

$$S = \frac{Q}{3600 * v * \gamma} = \frac{80 \frac{tn}{h}}{\frac{3600s}{1h} * 0,5 \frac{m}{s} * 0,75 \frac{tn}{m^3}} = 0,06 m^2$$

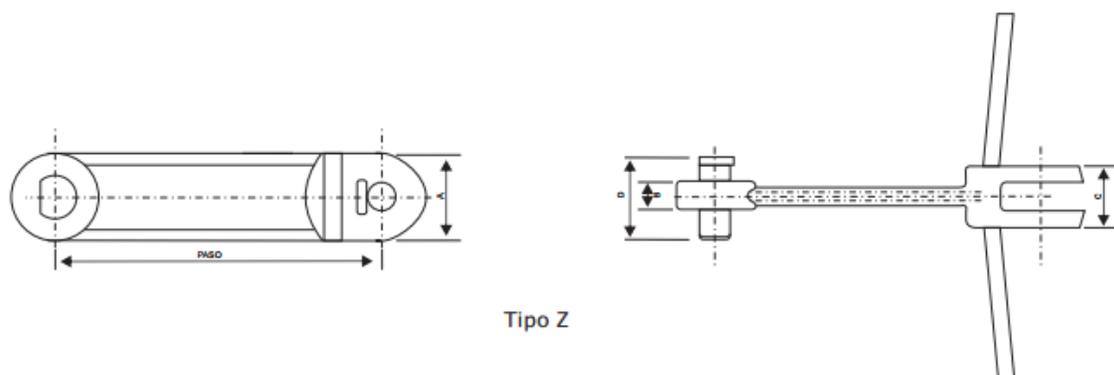
Por lo tanto, al ser cuadrada la sección de la caña, tenemos que tanto A como B equivalen a 25 cm. Entonces:

$$S = A * B = 0,025m * 0,025m = 0,0625 m^2$$

Como se puede observar al disponer de una caña de sección cuadrada de 25 cm por 25 cm, se obtiene una sección mayor a la requerida para transportar la capacidad necesaria.

2.8.2 Selección de la cadena

En la imagen ID-23 se ven remarcadas las características de la cadena seleccionada.



Nº de cadena	Paso	A	Entre placas interiores B	C	Diámetro Rodillo D	Carga de rotura Tipo Kg. Tk	Peso aprox. por metro Kg. qc	Cantidad aprox. de eslabones por metro
M 102	101,60	36	8	24	40	X 14.000	5	10
M 142	142	51	21,50	42	53	Y 30.000	9,300	7
M 152	152,40	38	12,50	28	38,50	Z 18.000	4,500	7

Imagen ID-23: Características de la cadena

- Cadena: Tipo Z
- Nº de la cadena: M 102
- Paso: 101,6 mm
- Diámetro de rodillo: 40 mm
- Carga de rotura: 14000 kg

- Peso por metro (q_c): 5kg
- Cantidad de eslabones por metro: 10

Calculo de la potencia

Según el catálogo, para transportes inclinados la potencia se determina a partir de la siguiente ecuación.

$$N_o = C_f * \frac{Q * (L + 3 * H) + (7 * 2 * q_c * L * v)}{540}$$

Donde:

- Q: Es la capacidad a transportar. (80 tn/h)
- L: Es la distancia horizontal entre ejes. (17,3 m)
- H: Es la distancia vertical entre ejes. (1,4 m)
- q_c : Es el peso de la cadena por metro. (5 kg/m)
- v : Es la velocidad en m/s. (0,5m/s)
- C_f : Coeficiente de fricción, para maíz, trigo y materiales similares el coeficiente a adoptarse es de 0,85 y para sorgo o soja el coeficiente es 1.

Por lo tanto, al reemplazar los valores tenemos que la potencia es:

$$N_o = C_f * \frac{Q * (L + 3 * H) + (7 * 2 * q_c * L * v)}{540}$$

$$N_o = 0,85 * \frac{80 \frac{tn}{h} * (17,3 m + 3 * 1,4) + (7 * 2 * 5 \frac{kg}{m} * 17,3m * 0,5 \frac{m}{s})}{540}$$

$$N_o = 3,66 CV$$

Se debe incrementar un 10 % la potencia para considerar los arranques con el transportador cargado en toda su extensión. Consideramos a su vez, un rendimiento de la transmisión de mando de la cadena del 85%.

$$N = 1,10 * \frac{N_o}{\eta} = 1,10 * \frac{3,66 CV}{0,85} = 4,73 CV$$

Calculo de la carga en la cadena

La carga aproximada en la cadena la determinamos por medio de la siguiente ecuación:

$$T_a = \frac{75 * N}{v} = \frac{75 * 4,73 \text{ CV}}{0,5 \frac{m}{s}} = 709,5 \text{ kg}$$

La carga de rotura de la cadena se calcula de la siguiente manera:

$$T_k = X * T_a$$

En donde X es un coeficiente de seguridad, el cual es igual a 5.

Por lo tanto, la carga de rotura de la cadena es:

$$T_k = X * T_a = 5 * 709,5 \text{ kg} = 3547,5 \text{ kg}$$

Se llegó a la conclusión de que la carga de rotura de la cadena calculada es mucho menor que la carga de rotura de la cadena seleccionada, por lo que la cadena está correctamente seleccionada.

Calculo de los elementos de las ruedas

Para determinar un engranaje es necesario conocer los siguientes elementos:

- P: Paso de la cadena. (101,6 mm)
- Dp: Diámetro primitivo.
- Z1: Número de la rueda motriz.
- dr: Diámetro del rodillo de la cadena. (40 mm)
- Di: Diámetro interior igual al diámetro del círculo o curva de apoyo.
- De: Diámetro exterior.

Para determinar estos elementos tenemos las siguientes ecuaciones.

$$D_p = P * W$$

$$D_i = D_p - dr$$

Sabemos que el diámetro primitivo es directamente proporcional al paso, se pueden calcular esto mediante la simple multiplicación de los valores de W (correspondiente al número de diente de una rueda), por el paso de la rueda.

Adoptando para nuestra rueda motriz (Z1) un número de 21 dientes, por lo que, como se puede observar en la siguiente imagen se obtiene el valor de W igual a 6,7095.

Z	W
6	2,0000
7	2,3047
8	2,6131
9	2,9238
10	3,2361
11	3,5495
12	3,8637
13	4,1789
14	4,4990
15	4,8097
16	5,1258
17	5,4422
18	5,7588
19	6,0755
20	6,3924
21	6,7095
22	7,0267
23	7,3439
24	7,6613
25	7,9787

Por lo tanto, tanto el diámetro primitivo como el diámetro interior son:

$$D_p = P * W = 101,6 \text{ mm} * 6,7095 = 681,7 \text{ mm}$$

$$D_i = D_p - dr = 681,7 \text{ mm} - 40 \text{ mm} = 641,7 \text{ mm}$$

En la práctica se recomienda que la suma de los dientes entre la rueda conductora y la conducida ($Z_1 + Z_2$), no sea menor a 50 dientes. Por lo tanto, para que se cumpla lo antes dicho, conociendo el número de dientes de la rueda conductora (Z_1), la relación de transmisión mínima es de 1,4, lo cual nos permite obtener el número de dientes de la rueda conducida.

$$Z_2 = i * Z_1 = 1,4 * 21 = 29,4$$

Como ambas ruedas deben tener un número impar de dientes, seleccionamos una rueda con $Z_2 = 31$ dientes. Por lo tanto, de la siguiente imagen hallamos el valor de W_2 .

Z	W
31	9,8845
32	10,2023
33	10,5201
34	10,8379
35	11,1558

Por lo tanto, tanto el diámetro primitivo como el diámetro interior son:

$$D_{p2} = P * W_2 = 101,6 \text{ mm} * 9,8845 = 1004,26 \text{ mm}$$

$$D_i = D_{p2} - dr = 1004,26 \text{ mm} - 40 \text{ mm} = 964,26 \text{ mm}$$

Calculo de la longitud de la cadena

La longitud de la cadena en pasos la determinamos por medio de la siguiente ecuación:

$$L = 2 * C + \frac{Z1 + Z2}{2} + \left(\frac{\left(\frac{Z1 - Z2}{2 * \pi} \right)^2}{C} \right)$$

Donde:

- Z1: Número de dientes de la rueda conductora. (21 dientes)
- Z2: Número de dientes de la rueda conducida. (31 dientes)
- C: Longitud entre centro de eje. (17,3 m)

$$C_{pasos} = \frac{17300 \text{ mm}}{101,6 \text{ mm}} = 170 \text{ pasos}$$

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación antes nombrada, tenemos la longitud de la cadena en pasos.

$$L = 2 * C + \frac{Z1 + Z2}{2} + \left(\frac{\left(\frac{Z1 - Z2}{2 * \pi} \right)^2}{C} \right)$$

$$L = 2 * 170 + \frac{21 + 31}{2} + \left(\frac{\left(\frac{21 - 31}{2 * \pi} \right)^2}{170} \right)$$

$$L = 366 \text{ pasos}$$

Finalmente la longitud de la cadena en metro es:

$$L = 366 \text{ pasos} * 101,6 \text{ mm} = 37187,11 \text{ mm} = 37,18 \text{ m}$$

Por lo tanto, la longitud total de la cadena es 37,2 metros.

2.8.3 Selección del motor

En la imagen siguiente se puede ver una sección del catálogo de motores trifásicos WEG. Donde se remarca con color las distintas características del motor seleccionado.

W22 - IE3 Premium Efficiency - 50 Hz

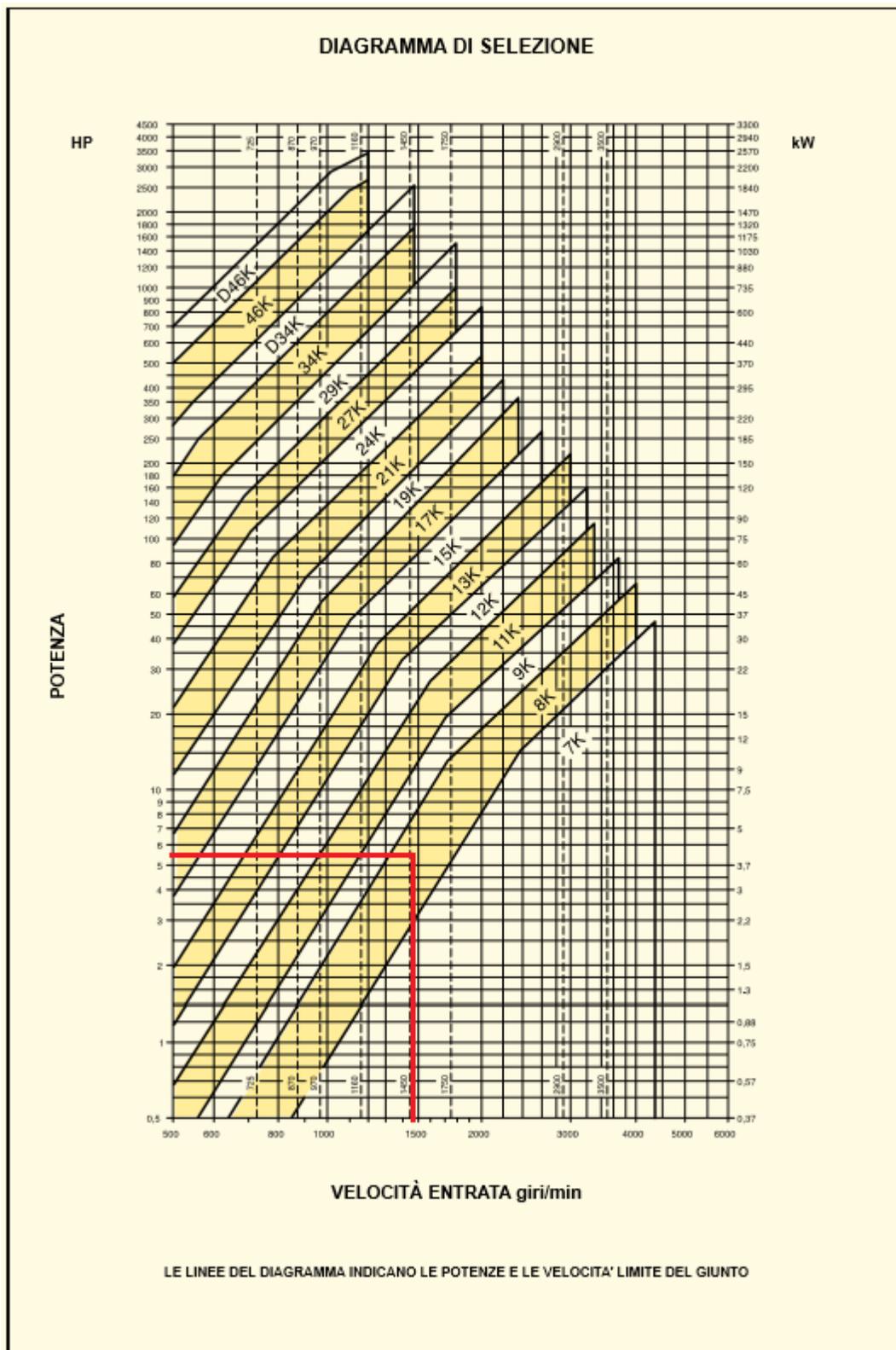
Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgfm)	Corriente con rotor trabado I _v /I _n	Par con rotor trabado T _v /T _n	Break-down Torque T _b /T _n	Momento de inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	400 V						Corriente nominal I _n (A)	
kW	HP							% de la potencia nominal				RPM	Factor de potencia						
								Rendimiento					50 75 100			50 75 100			
II Poles																			
0,12	0,16	63	0,041	5,4	3,3	3,3	0,0001	30	66	6,9	52	2820	58,0	63,0	65,0	0,54	0,67	0,76	0,351
0,18	0,25	63	0,063	5,2	3,2	3,2	0,0002	22	48	6,7	52	2900	61,0	66,0	67,0	0,55	0,68	0,77	0,504
0,25	0,33	63	0,087	5,5	3,2	3,2	0,0002	17	37	7,9	52	2905	63,0	68,0	69,7	0,54	0,68	0,77	0,672
0,37	0,5	71	0,127	6,3	3	3,5	0,0004	12	26	10,5	56	2840	73,0	74,5	74,5	0,63	0,70	0,79	0,907
0,55	0,75	71	0,192	5,9	3	3	0,0005	18	40	11,2	56	2770	75,0	76,0	77,8	0,68	0,81	0,86	1,19
0,75	1	80	0,259	7,5	3,5	3,5	0,0008	25	55	14,1	59	2825	80,0	82,0	82,0	0,63	0,76	0,82	1,61
1,1	1,5	80	0,379	7,4	3,6	3,6	0,0009	23	51	15,0	59	2830	81,0	83,5	83,5	0,63	0,76	0,82	2,32
1,5	2	90S	0,508	7,6	3,3	3,3	0,0020	15	33	21,5	62	2875	83,0	85,0	85,0	0,64	0,76	0,83	3,07
2,2	3	90L	0,747	7,5	3,4	3,5	0,0026	12	26	25,5	62	2870	86,0	86,5	86,3	0,65	0,77	0,83	4,43
3	4	100L	1,00	8,5	3,4	3,4	0,0064	15	33	32,0	67	2910	85,5	87,3	87,3	0,69	0,81	0,86	5,77
4	5,5	112M	1,34	7,7	2,9	3,5	0,0080	22	48	41,0	64	2900	88,1	89,1	89,5	0,69	0,80	0,86	7,50
5,5	7,5	132S	1,83	8,3	2,6	3,2	0,0216	23	51	68,0	67	2930	88,3	89,7	90,0	0,72	0,82	0,88	10,1
7,5	10	132S	2,49	8,5	3	3,4	0,0252	17	37	73,0	67	2935	89,1	90,5	90,8	0,69	0,80	0,86	13,9

- Marca: WEG
- Modelo: W22-IE3 Premium Efficiency
- Potencia: 5,5 hp (4 kw)
- Carcasa: 112 M
- Velocidad nominal: 1450 RPM.
- Frecuencia: 50 hz
- Corriente nominal: 8,2 A.
- Par de arranque: 2,5 veces el par nominal.
- Rendimiento: 89,1 %

2.8.4 Selección del acoplamiento hidráulico

Para realizar la selección del acoplamiento hidráulico utilizamos el catálogo de la marca Transfluid. En primera instancia como preselección del acoplamiento este catálogo nos muestra un nomograma en el cual se debe considerar la potencia a transmitir y la velocidad de entrada.

Como se observa en la imagen siguiente, entrando con la potencia de 5,5 HP y 1450 RPM, se selecciona el modelo 8 K.



Utilizamos el catálogo, se seleccionó un modelo serie 7 % 19 KRG con ajuste cónico a la entrada. Se adoptó un rendimiento de acoplamiento del 96%, por lo que la velocidad y potencia de salida serán:

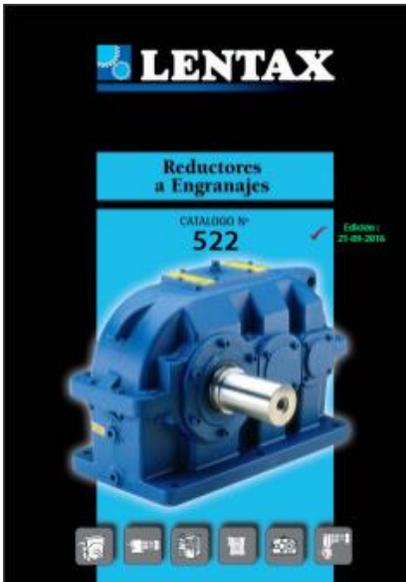
Velocidad de salida: $0.96 * 1450 \text{ rpm} = 1392 \text{ rpm}$

Potencia de salida: $0.96 * 4 \text{ KW} = 3,84 \text{ KW}$

2.8.5 Selección del Reductor

La selección del motor solamente no soluciona la cuestión de cómo dotar de movimiento al sistema. Como se expresó antes, la velocidad del motor (1450 RPM) es muy elevada para trabajar de forma directa en cualquier sistema de transporte, por este motivo es necesario la selección de un reductor de velocidad para obtener la velocidad de trabajo deseada.

Utilizaremos el catálogo de reductores LENTAX, para la selección del mismo. Dicho catálogo presenta un esquema de cálculo para la correcta selección del equipo. Nosotros nos ajustaremos a dicho esquema y procederemos a seleccionar y verificar el mismo.



PASOS A SEGUIR

- 1) Calcular la potencia efectiva (N_{ef})
- 2) Determinar el factor de Servicio ($f = f_1 \times f_2 \times f_3$).
- 3) Calcular la potencia equivalente ($N_{eq} = f \times N_{ef}$).
- 4) Calcular la relación ($i = n_e/n_s$).
- 5) Preseleccionar un modelo.
- 6) Comprobar que $N_{nom} \geq N_{eq}$.
- 7) Determinar el factor de temperatura (f_w).
- 8) Determinar la potencia térmica admisible (N_t).
- 9) Comprobar que $N_t \times f_w \geq N_{ef}$.
- 10) Controlar la potencia de arranque ($N_{arr} \leq N_{nom} \times 2,5$)
- 11) Controlar las cargas radiales.

Inicialmente debemos considerar la potencia y la velocidad de entrada al reductor, las cuales son iguales a las de salida del acoplamiento hidráulico:

$N_{ent} = 3,84 \text{ KW}$.

$n_{ent} = 1392 \text{ RPM}$.

Calculo de la potencia efectiva

La potencia de salida dependerá del rendimiento del reductor, en nuestro caso consideramos que un tren de engranajes de reducción tiene 98% de rendimiento.

La potencia efectiva es la potencia nominal del motor afectado por el rendimiento del reductor (5,5 HP = 4 KW) cuyo valor es:

$$N_{ef} = N_{ent} * \eta$$

$$N_{ef} = 3,84 \text{ KW} * 0,98$$

$$N_{ef} = 3,76 \text{ KW}$$

Calculo del factor de servicio

El factor de servicio f se determina de la siguiente manera:

$$f = f1 \times f2 \times f3$$

Donde:

De la tabla N°1 para transportadores a cadena y 8 horas de servicio => $f1 = 1,5$.

De la tabla N°2 para accionamiento con motor eléctrico => $f2 = 1$.

De la tabla N°3 para 1 arranque por hora y $f1 \geq 1,5$ => $f3 = 1,00$.

A continuación se marcan las características de los factores de servicios.

FACTORES DE SERVICIO

TABLA N° 1

MAQUINA ACCIONADA

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f1 f1 FACTOR hs. de Servicio Service hrs.			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
	8	16	24	
TRANSPORTE Y ALMACENAJE				CONVEYORS
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,5	1,6	1,6	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

FACTORES DE SERVICIO**TABLA N° 2
MOTOR DE MANDO**

Tipo de Motor	Factor f2 Correction factor (f2)	Drive
Motores eléctricos	1	Electric motor
Turbinas	1	Steam turbine
Motores a pistón (4-6 cilindros) (Grados de irregularidades; 1:100 a 1200)	1,25	Piston engine (4-6 cyl.) (Irregular grade ; 1:100 to 1200)
Motores a pistón (1-3 cilindros) (Grados de irregularidades hasta 1:100)	1,5	Piston engine (1-3 cyl.) (Irregular grade ; up to 1:100)

**TABLA N° 3
FRECUENCIA DE MANIOBRAS**

Arranques por hora Number of starts per hour	FACTOR DE MANIOBRAS f3 / OPERATING FACTOR f3					
	Factor de la maquina accionada (f1) /Service factor (f1) from table N° 1					
	≥ 1,0	≥ 1,2	≥ 1,4	≥ 1,6	≥ 1,8	≥ 2,0
< 1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2 20	1,20	1,10	1,08	1,07	1,07	1,06
21 40	1,30	1,20	1,17	1,16	1,15	1,08
41 80	1,50	1,40	1,25	1,23	1,18	1,10
81 ... 160	1,60	1,50	1,35	1,30	1,20	1,10
161<	2,00	1,80	1,70	1,60	1,30	1,10

Por lo tanto, el factor de servicio es:

$$f = 1.5 \times 1 \times 1.00 = 1.5$$

$$N_{eq} = f * N_{ef} = 1.5 * 3,76 \text{ kw} = 5,64 \text{ kw}$$

Calculo de la relación de transformación (i)

La relación de transformación se determina de la siguiente manera:

$$i = \frac{n_e}{n_s}$$

La velocidad de salida del reductor n_s es:

$$v = n * \frac{2\pi}{60} * r = 0,5 \frac{m}{seg}$$

Donde:

$$r = \frac{Di z_1}{2} = \frac{641,7 \text{ mm}}{2} = 320,85 \text{ mm}$$

$$n = \frac{0,5 \frac{m}{seg} * 60}{2 \pi * 0,32085 \text{ m}} = 15 \text{ rpm}$$

Por lo tanto, la relación de transmisión es:

$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{1500}{15} = 100$$

Adoptamos una relación de transformación de catálogo de $i=100$ y una velocidad de entrada $n_1 = 1500 \text{ rpm}$ se preselecciona del catálogo Lentax un reductor modelo TP 160 ($N_{nom} = 6,81 \text{ kW}$).

POTENCIAS MECANICAS (kW) Y RELACIONES NOMINALES

Triple Reducción -Ejes Paralelos.

Modelo Model	n1 (r.p.m.)	Relaciones Nominales									
		25	31,5	40	50	63	71	80	90	100	112
TP 160	1800	32,4	25,6	19,7	16,0	12,2	11,3	10,2	9,05	7,88	6,47
	1500	28,0	22,2	17,0	13,8	10,5	9,73	8,83	7,82	6,81	5,59
	1200	22,4	17,7	13,9	11,3	8,5	7,8	7,1	6,3	5,5	4,5
	1000	18,7	14,8	11,8	9,57	7,07	6,51	5,89	5,22	4,55	3,75
	900	16,8	13,3	10,5	8,54	6,45	5,91	5,30	4,70	4,09	3,37
	750	14,1	11,1	8,54	6,99	5,52	5,00	4,42	3,91	3,40	2,80

Verificación de la potencia térmica

Para determinar el factor de temperatura entramos en la tabla N°4 para temperatura ambiente $50 \text{ }^\circ\text{C}$, sin enfriamiento y tiempo de operación 100% por hora.

TABLA N° 4
CORRECCION POR TEMPERATURA

FACTOR DE TEMPERATURA fw / TEMPERATURE FACTOR fw						
Tipo de Enfriamiento Type of cooling	Temperatura ambiente Ambient Temperature	Tiempo de operacion (% por hora) Frequency of operation (% per hour)				
		100%	80%	60%	40%	20%
Sin enfriamiento Without cooling	10°C	1,12	1,34	1,57	1,79	2,05
	20°C	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
	30°C	0,88	1,06	1,23	1,41	1,58
	40°C	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35
	50°C	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13
Con ventilador Cooling fan	10°C	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07
	20°C	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
	30°C	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62
	40°C	0,80	0,96	1,12	1,29	1,44
	50°C	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26

Por lo tanto:

$$fw = 0.63$$

Entrando en la tabla de potencias térmicas (triple reducción) para ventilación natural, a la intemperie y un tamaño de 160, determinamos que la potencia térmica es.

POTENCIAS TÉRMICAS (Kw)

Triple reducción

Tipo de Refrigeración Type of cooling	Velocidad del aire Air velocity	Tamaño Unit size							
		100	125	140	160	180	200	225	250
Ventilación natural Natural cooling									
Espacios cerrados muy reducidos Reduced clearances	>=0,5 m/seg	8,1	22	29	38	53	75	126	145
Espacios cerrados normales Normal clearances	>=1,4 m/seg	11,3	31	40	52	74	108	177	204
A la intemperie In the open	>=3,7 m/seg	15,7	43	53	70	102	143	240	276

Por lo tanto:

$$Nt = 70 \text{ KW.}$$

La potencia térmica afectada por el factor de temperatura deberá ser mayor a la potencia efectiva.

$$Nt \times fw = 70 \text{ KW} * 0,63 = 44,1 \text{ Kw}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$Nt \times fw > Nef$$

$$44,1 \text{ KW} > 3,76 \text{ KW}$$

Como se cumple lo exigido, podemos decir que verifica térmicamente el modelo elegido. Seguidamente se debe verificar que 2,5 veces la potencia nominal del reductor sea mayor que la potencia de arranque requerida, procediendo:

La potencia de arranque es:

$$\begin{aligned}N_{arr} &= N_{motor} * T_{arr} \\N_{arr} &= 4 \text{ KW} * 2,5 \\N_{arr} &= 10 \text{ KW}\end{aligned}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$\begin{aligned}2,5 * N_{nom} &> N_{arr} \\2,5 * 6,81 \text{ KW} &> 10 \text{ KW} \\17,025 \text{ KW} &> 10 \text{ KW}\end{aligned}$$

Como vemos se verificó lo requerido, por lo que el reductor elegido es el adecuado.

Las características más importantes del reductor seleccionado son:

- Velocidad de salida: $\frac{1392 \text{ rpm}}{100} = 13,92 \text{ rpm}$
- Potencia eficaz de salida: 3,76 KW

2.9 Cálculo y selección de la rosca transportadora

Para la determinación de los cálculos de la rosca transportadora de descarga de los silos de 300 toneladas, nos basamos en la bibliografía del libro "Transporti Meccanici Vittorio Zignoli".

2.9.1 Cálculo del diámetro de la rosca transportadora

Para la determinación del diámetro aproximado de la rosca transportadora de los silos de 300 toneladas, necesario conocer determinados factores como:

- **Coefficiente de llenado:** Representa la eficiencia de la rosca transportadora, la cual anda en el rango del 75 al 80 %, según datos brindados por la práctica. Para nuestro caso consideramos un coeficiente del llenado del 75%.
- **Relación Paso/Diámetro (K):** Debido a que los materiales a transportar son los más comunes, adoptamos una relación K=1, lo cual tenemos que el paso es igual al diámetro de la rosca.

- **Velocidad (v):** Ingresando en la tabla CCCXXII en la página 1165 del libro antes nombrado se tiene el rango de velocidades para este transporte, el cual como se puede observar en la siguiente imagen va desde las 75 a 120 rpm. Para el cálculo del diámetro aproximado de la rosca consideramos una velocidad de 100 rpm.

TAB. CCCXXII – Velocità massime ammissibili per le varie classi di materiali, gradi di riempimento e coefficienti A e B.

Diámetro externo de la coquea D mm	Velocità massima n in giri al primo per le classi					Coefficiente di costruzione A per cuscinetti			
	I	II	III	IV	V	cuscinetti a sfera	cuscinetti in bronzo ben lubrificati	cuscinetti in bronzo poroso	cuscinetti in stellite
100	180	120	90	70	31	0,012	0,021	0,033	0,051
150	170	115	85	68	30	0,018	0,033	0,054	0,078
200	160	110	80	65	30	0,032	0,054	0,096	0,132
250	150	105	75	62	28	0,038	0,066	0,114	0,162
300	140	100	70	60	28	0,055	0,096	0,171	0,246
350	130	95	65	58	27	0,078	0,135	0,255	0,345
400	120	90	60	55	27	0,106	0,186	0,336	0,480
450	110	85	55	52	26	0,140	0,240	0,414	0,585
500	100	80	50	50	25	0,165	0,285	0,510	0,705
600	90	75	45	45	24	0,230	0,390	0,690	0,945

Classi - Materiali - Coefficienti α e β					
Classe I: Materiali in polvere, non abrasivi facilmente scorrevoli peso specifico $\gamma = 0,4 \div 0,6 \text{ t/m}^3$ riempimento $\alpha = 0,4$		Classe II: Materiali scorrevoli non abrasivi in grani e piccoli pezzi con polvere. Peso specifico $\gamma = 0,6 \div 0,8 \text{ t/m}^3$ riempimento $\alpha = 0,3$		Classe III: Materiali semiabrasivi in pezzi mescolati a polvere (non molto consigliabili). Peso specifico $\gamma = 0,9 \div 1,2 \text{ t/m}^3$ riempimento $\alpha = 0,25$	
Materiale	$\gamma \text{ t/m}^3$	Coeff. B	Materiale	$\gamma \text{ t/m}^3$	Coeff. B
Calce in polvere aerata idrata	0,70	1,2	Allume polvere	0,8	1,2
Carbone polvere	0,60	1,2	Calce idrata	0,3	1,6
Crusca	0,25	0,8	Carbone pisello	0,75	1,8
Farina di frumento ... di lino	0,65	0,8	Grafito grani	0,60	0,8
e simili	0,70	1,2	Grani di cacao	0,65	0,8
Orzo in grani	0,60	0,8	- caffè	0,98	0,8
			- cotone	0,80	1,2
			- fave	0,80	1,0
			- frumento	0,65	1,0
			- soia	0,80	1,0
			Allume in grani	0,96	2,8
			Asbesto in grani	0,40	2,0
			Borace in grani	0,85	1,4
			Burro	0,95	0,8
			Carbone nocetta	0,80	2,0
			Cesso calcinato grani	0,98	2,4
			Lignite in grani	0,80	2,0
			Lardo	0,95	0,8
			Orzo tallito	0,95	1,2

- **Calculo del diámetro de la rosca**

El diámetro aproximado de la rosca se determina relacionando las siguientes ecuaciones:

$$\alpha = \frac{S_{util}}{S_{total}} = 0,75 \quad S_{util} = 0,75 * S_{total} = 0,75 * \pi * \frac{\theta^2}{4} \quad K = \frac{P}{\theta} = 1 \rightarrow P = \theta$$

$$Q_c = \gamma * S_{util} * v = \gamma * \alpha * S_{util} * v \quad v = n * 60 * P$$

De los tres materiales a transportar (Maíz, Sajo y trigo) se considera un peso específico promedio de $0,75 \frac{tn}{m^3}$.

Ahora con los factores necesarios despejando de la ecuación del caudal antes nombrada, y obtenemos la ecuación para determina el diámetro aproximado:

$$\theta = \sqrt[3]{\frac{4 * Q_c}{\gamma * \alpha * \pi * n * 60}} = \sqrt[3]{\frac{4 * 80 \frac{tn}{h}}{0,75 \frac{tn}{m^3} * 0,75 * \pi * 100 \frac{rev}{min} * 60 \frac{min}{h}}} = 0,311 m$$

Por lo tanto, se selecciona del catálogo “Sinfines FAS” una rosca transportadora con las siguientes características técnicas:

Fas **Catálogo de Productos**

SINFINES DE FABRICACION ESTANDARD

Ala	Eje	Total	Ala	Eje	Total
48	*25	98	60	105	270
48	*27	102	60	110	280
48	*30	108	60	115	290
48	37	122	60	120	300
48	40	128	60	130	320
48	45	138	60	135	330
48	48	144	60	#140	340
48	51	150	60	#145	350
48	54	156	60	#150	360
48	58	164	60	#155	370
48	61	170	> 60	180	420
48	65	178	76	38	152
48	67	182 - P.C.	76	51	178
48	70	188	76	54	184
48	75	198	76	58	192
48	80	208	76	61	198
48	85	218	76	65	206
48	90	228	76	70	216
48	95	238	76	75	226
48	100	248	76	80	236
48	105	258	76	85	246
48	110	268	76	90	256
48	115	278	76	95	266
48	120	288	76	100	276
60	*22	104	76	105	286
60	*30	120	76	110	296
60	45	150	76	115	306
60	54	168	76	120	316
60	58	178	76	125	326
60	61	182	76	130	336
60	65	190	76	135	346
60	70	200	76	#140	356
60	75	210	76	#145	366
60	80	220	76	#150	376
60	85	230	76	#155	386
60	90	240	>76	180	436
60	95	250	>76	200	476
60	100	260			



* ESPESOR 3,20 mm. / # ESPESOR 4,75 mm.
ALA ENCONDA / P.C. PASO CORTO
RESTO FABRICACION ESTANDARD

Adm. y Ventas: R. Imperial 1251 - Parque Industrial "La Victoria"
Planta Fabr.: S. Giubergia S/N - Parque Industrial "La Victoria"
Tel.: (03462) 436700 / 407083 / 407084
E-mail: ventas@sinfinidos.com.ar
2500 Venado Tuerto (Santa Fe) ARGENTINA

- El diámetro total es de 316 milímetros.
- El diámetro del eje es de 76 milímetros.
- Altura del ala de la rosca es de 120 milímetros.
- Espesor del ala de la rosca 3,20 milímetros.

2.9.2 Calculo de la potencia

Según el libro “Transporti Meccanici Victtorio Zignoli” podemos determinar la potencia necesaria en el eje mediante la siguiente ecuación:

$$N = 0,004 * (A * n + B * Q_c) * L$$

Dónde:

- A y B son dos factores que se obtienen de la tabla CCCXXII de dicho libro.
- L es el largo total del transportador.
- N es el número de revoluciones de la rosca.
- Q_c es la capacidad del transportador.

A continuación se obtienen los factores, el factor A depende del diámetro de la rosca y del tipo de rodamiento considerado, el factor B depende del tipo de material transportado. Los correspondientes valores son: A=0,14 y B=1.

La longitud de las roscas se obtuvo por medio de un cálculo geométrico, dando como resultado una distancia de 7 metro. La misma se mantiene igual para los cuatro silos de 300 toneladas.

Por lo tanto la potencia es:

$$N = 0,004 * \left(0,140 * 100 \text{ rpm} + 1 * 80 \frac{tn}{h} \right) * 7 \text{ m}$$

$$N = 2,63 \text{ HP}$$

La potencia total se obtiene considerando un rendimiento de transmisión del 95%, por lo tanto tenemos:

$$N_t = \frac{N}{n} = \frac{2,63 \text{ HP}}{0,95} = 2,76 \text{ HP}$$

Selección del motor

Se seleccionó un motor del catálogo WEG de motores industriales, cuyas características son las siguientes:

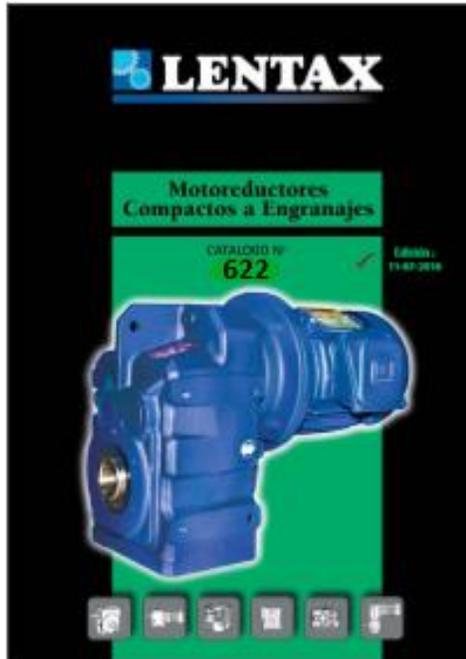
W22 - IE3 Premium Efficiency - 50 Hz

Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgfm)	Corriente con rotor trabado I _v /I _n	Par con rotor trabado T _v /T _n	Break-down Torque T _b /T _n	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	400 V						Corriente nominal I _n (A)	
								Caliente	Frio			% de la potencia nominal			RPM	Factor de potencia			
												50	75	100		50	75		100
KW	HP																		
IV Polos																			
0,12	0,16	63	0,085	4,4	2,1	2,3	0,0004	30	66	7,3	44	1370	57,0	63,0	64,8	0,52	0,62	0,73	0,366
0,18	0,25	63	0,128	4,7	2,1	2,4	0,0006	30	66	7,6	44	1370	65,0	67,0	69,9	0,53	0,63	0,72	0,516
0,25	0,33	71	0,175	4,8	2,3	2,3	0,0007	30	66	10,7	43	1390	69,0	72,0	73,5	0,52	0,65	0,72	0,682
0,37	0,5	71	0,260	4,8	2,8	2,9	0,0008	30	66	9,5	43	1385	73,0	75,0	77,3	0,50	0,62	0,70	0,987
0,55	0,75	80	0,377	6,6	2,8	3	0,0026	20	44	16,2	44	1420	77,0	79,0	80,8	0,61	0,74	0,80	1,23
0,75	1	80	0,514	6,7	3	3,3	0,0032	18	40	16,2	44	1420	80,0	82,0	82,5	0,59	0,72	0,81	1,62
1,1	1,5	90S	0,736	7,6	2,5	3,3	0,0055	15	33	22,0	49	1455	83,0	84,5	84,8	0,59	0,72	0,80	2,34
1,5	2	90L	1,01	7,4	2,6	3,4	0,0066	13	29	23,0	49	1450	84,0	86,0	86,0	0,58	0,72	0,80	3,15
2,2	3	100L	1,49	7,4	3,2	3,5	0,0090	18	40	31,5	53	1435	86,5	87,0	87,0	0,60	0,73	0,80	4,56
3	4	1100L	2,03	7,8	3,5	3,7	0,0120	15	33	37,5	53	1440	87,0	88,0	88,0	0,60	0,73	0,80	6,15
4	5,5	112M	2,69	7,0	2,3	3,1	0,0182	15	33	50,0	56	1450	88,7	89,1	89,1	0,60	0,72	0,79	8,20
5,5	7,5	132S	3,66	8,5	2,4	3,4	0,0528	15	33	69,0	56	1465	90,0	90,7	90,7	0,67	0,79	0,85	10,3
7,5	10	132M	4,99	8,5	2,5	3,4	0,0642	13	29	78,0	56	1465	91,0	91,5	91,5	0,68	0,79	0,84	13,9
9,2	12,5	132MML	6,12	8,6	2,8	3,5	0,0681	10	22	82,0	56	1465	90,3	91,0	91,0	0,64	0,76	0,82	17,4

- Marca: WEG
- Potencia: 3 hp (2,2 kw)
- Carcasa: 100 L
- Velocidad nominal: 1435 RPM.
- Frecuencia: 50 hz
- Corriente nominal a 380 V: 4,56 A.
- Par de arranque: 3,5 veces el par nominal.
- Polos: 4
- Rendimiento: 87 %

2.9.3 Selección del Reductor

Utilizaremos el catálogo de reductores LENTAX, para la selección del mismo. Dicho catálogo presenta un esquema de cálculo para la correcta selección del equipo. Nosotros nos ajustaremos a dicho esquema y procederemos a seleccionar y verificar el mismo.



PASOS A SEGUIR

- 1) Calcular la potencia absorbida (N_{abs}).
- 2) Calcular la potencia de entrada (N_e).
- 3) Determinar el factor de Servicio (f_s).
- 4) Calcular la potencia de entrada equivalente
 $N_{eq} = N_e \cdot f_s$
- 5) Calcular la relación ($i = n_e/n_s$).
- 6) Preseleccionar un modelo.
- 7) Comprobar que $N_{nominal} \geq N_{eq}$.
- 8) Controlar la potencia de arranque
($N_{arr} < 2,5 \cdot N_{nominal}$)
- 9) Controlar las cargas radiales.

Inicialmente debemos considerar la potencia y la velocidad de entrada al reductor, las cuales son:

$$N_{ent} = 2,2 \text{ KW.}$$

$$n_{ent} = 1435 \text{ RPM.}$$

Calculo de la potencia efectiva

La potencia de salida dependerá del rendimiento del reductor, en nuestro caso consideramos que un tren de engranajes de reducción tiene 98% de rendimiento.

La potencia efectiva es la potencia nominal del motor afectado por el rendimiento del reductor (3 HP = 2,2 KW) cuyo valor es:

$$N_{ef} = N_{ent} * \eta$$

$$N_{ef} = 2,2 \text{ KW} * 0,98$$

$$N_{ef} = 2,156 \text{ KW}$$

Calculo del factor de servicio

El factor de servicio f_s para roscas transportadoras se obtuvo de la siguiente imagen.

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR f_s f_s FACTOR hs. de Servicio Service hrs. 8 16 24			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
TRANSPORTE Y ALMACENAJE				CONVEYORS
Montacargas	1,5	1,6	1,6	Hoists
Elevadores de personas	1,8	2,0	2,0	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6	Ballast elevators

$$f_s = 1,15$$

Por lo tanto, la potencia equivalente es:

$$N_{eq} = f * N_{ef} = 1.15 * 2,156 \text{ kw} = 2,48 \text{ kw}$$

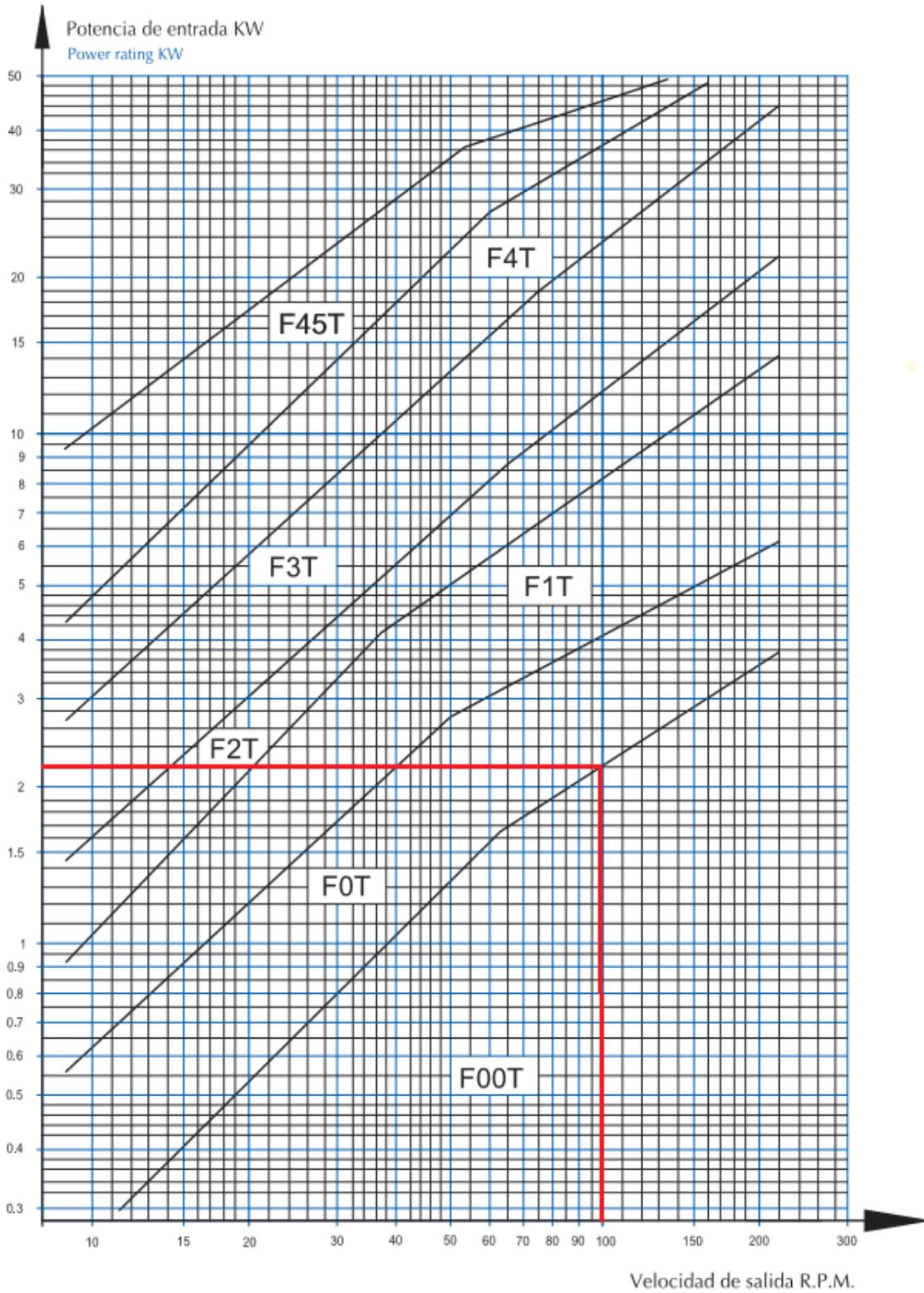
Calculo de la relación de transformación (i)

La relación de transformación se determina de la siguiente manera:

$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{1500 \text{ rpm}}{100 \text{ rpm}} = 15$$

Diagrama de selección

El modelo a seleccionar se obtiene mediante un diagrama de selección, ingresando con la velocidad de salida (100 rpm) y la potencia en kw (2,2 kw) se obtuvo un modelo F0T.



Adoptamos una relación de transformación de catálogo menor a la calculada anteriormente, ya que de esta forma obtendremos una velocidad de salida mayor a la requerida.

Ingresando en la tabla de relaciones nominales, con una relación nominal de 14, una velocidad de entrada de 1500 rpm y el modelo RF0T2, obtenemos la potencia nominal de nuestro reductor ($N_{nom.} = 4,04 \text{ kw}$).

TABLA DE SELECCIÓN PARA RELACIONES NOMINALES ENTRE 5,6 /1 y 25/1

Relación Nominal <i>Nominal Ratio</i>	Velocidad de entrada <i>Input R.P.M.</i>	RF00T2		RF0T2		RF1T2		RF2T2		RF3T2		RF4T2		RF45T2	
		i	Ne (Kw)												
12,5	1500		3,02		4,30		8,88		16,60		---		38,60		88,24
	1000		2,01		2,87		5,78		11,06		---		25,74		58,82
	750	12,73	1,51	12,92	2,15	13,31	4,34	12,01	8,30		---	12,91	19,30	11,90	44,12
	500		1,01		1,43		2,89		5,53		---		12,87		29,41
	300		0,60		0,86		1,74		3,32		---		7,72		17,65
14	1500		2,89		4,04		8,48		14,75		28,90		37,32		77,94
	1000		1,93		2,70		5,64		9,83		19,26		24,88		51,96
	750	14,46	1,44	13,74	2,02	14,59	4,23	13,93	7,38	13,33	14,45	14,06	18,66	14,03	36,97
	500		0,96		1,35		2,82		4,92		9,63		12,44		25,98
	300		0,58		0,81		1,69		2,95		5,78		7,46		15,59
16	1500		2,54		3,68		8,09		13,03		25,81		34,19		68,01
	1000		1,70		2,45		5,39		8,69		17,21		22,79		45,34
	750	15,13	1,27	16,02	1,84	15,36	4,04	16,38	6,51	15,42	12,90	15,91	17,10	16,74	34,01
	500		0,85		1,23		2,70		4,34		8,60		11,40		22,67
	300		0,51		0,74		1,62		2,61		5,16		6,84		13,60

Verificación de la potencia Nominal

Se debe verificar lo siguiente:

$$N_{nominal} > N_{equivalente}$$

$$4,04 \text{ KW} > 2,48 \text{ KW}$$

Como se cumple lo exigido, podemos decir que verifica el modelo elegido.

Verificación de la potencia de arranque

Seguidamente se debe verificar que 2,5 veces la potencia nominal del reductor sea mayor que la potencia de arranque requerida, procediendo:

La potencia de arranque es:

$$\begin{aligned} N_{arr} &= N_{motor} * T_{arr} \\ N_{arr} &= 3 \text{ KW} * 2,5 \\ N_{arr} &= 7,5 \text{ KW} \end{aligned}$$

Se debe verificar lo siguiente:

$$2,5 * N_{nom} > N_{arr}$$

$$2,5 * 4,04 \text{ KW} > 7,5 \text{ KW}$$

$$10,1 \text{ KW} > 7,5 \text{ KW}$$

Como vemos se verificó lo requerido, por lo que el reductor elegido es el adecuado.

Las características más importantes del reductor seleccionado son:

- Velocidad de salida: $\frac{1435 \text{ rpm}}{14} = 102,5 \text{ rpm}$
- Potencia eficaz de salida: $2,156 \text{ KW}$

3. Dimensionamiento de las tuberías

El transporte de cereales por tuberías se basa en el movimiento por gravedad de ese material. La inclinación de la tubería debe permitir el movimiento libre del material desde una posición estática.

Un factor importante de esto es el ángulo de deslizamiento del material, el cual varía para un mismo material de acuerdo a las distintas condiciones (Humedad, tamaño de partícula, textura.). Esto se puede observar en la siguiente tabla.

Material	Inclinación Mínima
Grano Seco	35°
Pellets Seco y Frío	45°
Ingredientes Seco	60°

Las tuberías de transporte están hechas de acero, y sus zonas más críticas son los codos y dobleces. Según técnicas prácticas el diámetro de las mismas se regula según la capacidad deseada y el ángulo de inclinación, como se puede observar en la siguiente tabla.

Capacidad	Material	Inclin. Tubería	D tubo
20 - 40 tn / hora	Grano	35°	6"
40 - 60 tn / hora	Grano	35°	8"
60 - 80 tn / hora	Grano	35°	10"

En nuestro caso, la planta cuenta con una capacidad de 80 tn/h, adoptamos para las tuberías de descarga una inclinación de 45° y un diámetro de tubería de 10 pulgadas.

3.1 Calculo de los tramos rectos de tuberías

Se debe realizar dicho cálculo para asegurar el ángulo de inclinación mínimo que debe existir en el transporte por gravedad, para permitir de esta forma el movimiento libre del material.

Para el silo 1 de 300 toneladas al igual que para los silos 5 / 6 de 1000 toneladas, no se realizó dicho calculo ya que estos mismo cumplen con el ángulo mínimo de 45° para que el cereal pueda trasladarse de manera eficiente.

Para los demás silo, al igual que para las zonas de descargas y la secadora, es necesario realizar el cálculo. Este mismo se logra aplicando la función Pitágoras de trigonometría, donde los datos necesarios se obtienen observando las imágenes del plano PL 003.

3.1.1 Longitud de tramo recto de la secadora

Sabiendo que nuestra secadora posee una altura de 13,52 metros, que la altura de descarga del elevador a cangilones N°1 es de 24,38 metros y que la distancia horizontal entre el elevador y la secadora es de 6 metros, podemos determinar la longitud del cateto opuesto al ángulo que forma 45° con la horizontal aplicando el teorema del seno, como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{sen } 45^\circ}{6 \text{ m}} = \frac{\text{sen } 45^\circ}{X_1}$$

$$X_1 = 6 \text{ m}$$

Posteriormente, mediante una diferencia podemos determinar la longitud de tramo recto de la secadora.

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 24,38 \text{ m} - 13,52 \text{ m} - 6 \text{ m} - 3,58 \text{ m}$$

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 1,28 \text{ m}$$

3.1.2 Longitud de tramo recto del silo de suciedad

Sabiendo que el silo de suciedad posee una altura de 9 metros, que la altura de descarga del elevador a cangilones N°1 es de 24,38 metros y que la distancia horizontal entre el elevador y dicho silo es de 5,2 metros, podemos determinar la longitud del cateto opuesto al ángulo que forma 45° con la horizontal aplicando el teorema del seno, como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{sen } 45^{\circ}}{5,2 \text{ m}} = \frac{\text{sen } 45^{\circ}}{X_1}$$

$$X_1 = 5,2 \text{ m}$$

Posteriormente, mediante una diferencia podemos determinar la longitud de tramo recto de la secadora.

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 24,38 \text{ m} - 9 \text{ m} - 5,2 \text{ m} - 3,58 \text{ m}$$

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 6,33 \text{ m}$$

3.1.3 Longitud de tramo recto del silo 2

Sabiendo que el silo 2 posee una altura de 8,38 metros, el distribuidor una altura de 1,1 metro, que la altura de descarga del elevador a cangilones N°2 es de 32 metros y que la distancia horizontal entre el elevador y dicho silo es de 5,5 metros, podemos determinar la longitud del cateto opuesto al ángulo que forma 45° con la horizontal aplicando el teorema del seno, como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{sen } 45^{\circ}}{5,5 \text{ m}} = \frac{\text{sen } 45^{\circ}}{X_1}$$

$$X_1 = 5,5 \text{ m}$$

Posteriormente, mediante una diferencia podemos determinar la longitud de tramo recto de la secadora.

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 32 \text{ m} - 8,38 \text{ m} - 5,5 \text{ m} - 1,1 \text{ m}$$

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 17,02 \text{ m}$$

3.1.4 Longitud de tramo recto del silo 3

Sabiendo que el silo 3 posee una altura de 8,38 metros, el distribuidor una altura de 1,1 metro, que la altura de descarga del elevador a cangilones N°2 es de 32 metros y que la distancia horizontal entre el elevador y dicho silo es de 7,7 metros, podemos determinar la longitud del cateto opuesto al ángulo que forma 45° con la horizontal aplicando el teorema del seno, como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{sen } 45^{\circ}}{7,7 \text{ m}} = \frac{\text{sen } 45^{\circ}}{X_1}$$

$$X_1 = 7,7 \text{ m}$$

Posteriormente, mediante una diferencia podemos determinar la longitud de tramo recto de la secadora.

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 32 \text{ m} - 8,38 \text{ m} - 7,7 \text{ m} - 1,1 \text{ m}$$

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 14,82 \text{ m}$$

3.1.5 Longitud de tramo recto del silo 4

Sabiendo que el silo 4 posee una altura de 8,38 metros, el distribuidor una altura de 1,1 metro, que la altura de descarga del elevador a cangilones N°2 es de 32 metros y que la distancia horizontal entre el elevador y dicho silo es de 5,7 metros, podemos determinar la longitud del cateto opuesto al ángulo que forma 45° con la horizontal aplicando el teorema del seno, como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{sen } 45^\circ}{5,7 \text{ m}} = \frac{\text{sen } 45^\circ}{X_1}$$

$$X_1 = 5,7 \text{ m}$$

Posteriormente, mediante una diferencia podemos determinar la longitud de tramo recto de la secadora.

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 32 \text{ m} - 8,38 \text{ m} - 5,7 \text{ m} - 1,1 \text{ m}$$

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 16,82 \text{ m}$$

3.1.6 Longitud de tramo recto de la zona de descarga 1

Sabiendo que la zona de descarga se encuentra a una altura de 6 metros, el distribuidor una altura de 1,1 metro, que la altura de descarga del elevador a cangilones N°2 es de 32 metros y que la distancia horizontal entre el elevador y dicha descarga es de 22 metros, podemos determinar la longitud del cateto opuesto al ángulo que forma 45° con la horizontal aplicando el teorema del seno, como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{sen } 45^\circ}{22 \text{ m}} = \frac{\text{sen } 45^\circ}{X_1}$$

$$X_1 = 22 \text{ m}$$

Posteriormente, mediante una diferencia podemos determinar la longitud de tramo recto de la secadora.

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 32 \text{ m} - 22 \text{ m} - 6 \text{ m} - 1,1 \text{ m}$$

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 2,9 \text{ m}$$

3.1.7 Longitud de tramo recto de la zona de descarga 2

Sabiendo que la zona de descarga se encuentra a una altura de 6 metros, el distribuidor una altura de 1,1 metro, que la altura de descarga del elevador a cangilones N°2 es de 32 metros y que la distancia horizontal entre el elevador y dicha descarga es de 13 metros, podemos determinar la longitud del cateto opuesto al ángulo que forma 45° con la horizontal aplicando el teorema del seno, como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{sen } 45^\circ}{13 \text{ m}} = \frac{\text{sen } 45^\circ}{X_1}$$

$$X_1 = 13 \text{ m}$$

Posteriormente, mediante una diferencia podemos determinar la longitud de tramo recto de la secadora.

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 32 \text{ m} - 13 \text{ m} - 6 \text{ m} - 1,1 \text{ m}$$

$$L_{\text{tramo recto secadora}} = 11,9 \text{ m}$$

4. Calculo del consumo de combustible de la secadora

Extrayendo del catálogo CEDAR el consumo de la secadora, el cual es equivalente a 2.276.500 Kcal/h trabajando a una temperatura del aire de 120 °C y considerando una disminución de 3 puntos de humedad por hora, logrando así secar una capacidad de 80 ton/h.

4.1 Comparación entre Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo (GLP)

4.1.1 Consumo de la secadora utilizando GLP

El GLP posee un poder específico de 11951 kcal/kg, por lo que el consumo de GLP por hora de trabajo de la secadora es:

$$kg(GLP) = \frac{Q_{\text{Total}}}{\text{Poder calorífico (GLP)}}$$

$$kg(GLP) = \frac{2.276.500 \frac{kcal}{h}}{11.951 \frac{kcal}{kg}}$$

$$kg(GLP) = 191 \frac{kg}{h}$$

El consumo de combustible por tonelada de grano será entonces:

$$\frac{kg(GLP)}{Ton} = \frac{kg(GLP)}{M \left(\frac{Ton}{h} \right)}$$

$$\frac{kg(GLP)}{Ton} = \frac{191 \frac{kg}{h}}{80 \frac{Ton}{h}}$$

$$\frac{kg(GLP)}{Ton} = 2,4 \frac{kg}{Ton}$$

El consumo de combustible por tonelada y por punto de humedad que se extrae del grano es:

$$\frac{kg(GLP)}{Ton * Punto} = \frac{\frac{kg(GLP)}{Ton}}{\frac{Puntos}{h}}$$

$$\frac{kg(GLP)}{Ton * Punto} = \frac{2,4 \frac{kg}{Ton}}{3 \frac{Puntos}{h}}$$

$$\frac{kg(GLP) * h}{Ton * Punto} = 0,8$$

4.1.2 Consumo de la secadora utilizando Gas Natural

El gas natural posee un poder específico de 9300 kcal/m³, por lo que el consumo de gas natural por hora de trabajo de la secadora es:

$$m^3(GN) = \frac{Q_{Total}}{Poder\ calorifico\ (GN)}$$

$$m^3(GN) = \frac{2.276.500 \frac{kcal}{h}}{9300 \frac{kcal}{m^3}}$$

$$m^3(GN) = 245 \frac{m^3}{h}$$

El consumo de combustible por tonelada de grano será entonces:

$$\frac{m^3(GN)}{Ton} = \frac{m^3(GN)}{M \left(\frac{Ton}{h} \right)}$$

$$\frac{m^3(GN)}{Ton} = \frac{245 \frac{m^3}{h}}{80 \frac{Ton}{h}}$$

$$\frac{m^3(GN)}{Ton} = 3,1 \frac{m^3}{Ton}$$

El consumo de combustible por tonelada y por punto de humedad que se extrae del grano es:

$$\frac{m^3(GN)}{Ton * Punto} = \frac{\frac{m^3(GN)}{Ton}}{\frac{Puntos}{h}}$$

$$\frac{m^3(GN)}{Ton * Punto} = \frac{3,1 \frac{m^3}{Ton}}{3 \frac{Puntos}{h}}$$

$$\frac{m^3(GN) * h}{Ton * Punto} = 1$$

4.2 Costo del combustible Anual

4.2.1 Costo anual del GLP

Conociendo el consumo por hora de trabajo de nuestra secadora de $191 \frac{kg}{h}$, tomando una consideración de 150 horas de secado al año, podemos determinar el costo de GLP que necesitamos, a un valor de $20,41 \frac{\$}{kg (GLP)}$ tenemos:

$$\frac{\text{Costo}}{\text{año}} = \left(191 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 150 \frac{\text{h}}{\text{año}} \right) * 20,41 \frac{\$}{\text{kg (GLP)}}$$

$$\frac{\text{Costo}}{\text{año}} = 584.746,5 \frac{\$}{\text{año}}$$

4.2.2 Costo anual del Gas Natural

Conociendo el consumo por hora de trabajo de nuestra secadora de $245 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, tomando una consideración de 150 horas de secado al año, podemos determinar el costo de GN que necesitamos, a un valor de $5,85 \frac{\$}{\text{m}^3 (\text{GN})}$ tenemos:

$$\frac{\text{Costo}}{\text{año}} = \left(245 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 150 \frac{\text{h}}{\text{año}} \right) * 5,85 \frac{\$}{\text{m}^3 (\text{GN})}$$

$$\frac{\text{Costo}}{\text{año}} = 214.987,5 \frac{\$}{\text{año}}$$

Al analizar los costos mensuales de ambos combustibles, se observa que el costo del gas natural es de 2,7 veces menor que el del GLP. Por lo tanto, se realiza el cálculo de inversión de la instalación de gas natural para el consumo de la secadora de cereal.

4.3 Calculo de inversión de la instalación de gas natural

En base a los datos brindados por un profesional del área, sabemos que el costo de una instalación de gas natural industrial es de \$ 1.500.000. Realizando la diferencia entre ambos costos anuales de los combustibles, se obtiene el ahorro (\$/año) al utilizar gas natural como combustible principal, el cual es de \$ 369.759. A través, de esta diferencia podemos determinar en cuanto tiempo se recupera la inversión.

$$\text{Tiempo de Recupero} = \frac{\text{Costo inversion } (\$)}{\text{Ahorro} \left(\frac{\$}{\text{año}} \right)}$$

$$\text{Tiempo de Recupero} = \frac{\$ 1.500.000}{\frac{\$ 369.759}{\text{año}}} = 4 \text{ años}$$

Consumos Eléctricos

Consumo eléctrico de la secadora:

$$\text{Costo. Secadora}_{\text{mensul}} = \frac{\text{Cons. Sec.}}{h} * \frac{h \text{ de trabajo}}{\text{mes}} * \frac{\$}{\text{kw} - \text{mes}}$$

$$\text{Costo. Secadora}_{\text{mensul}} = 38,76 \text{ kw} - h * \frac{16h}{\text{mes}} * 0,8227 \frac{\$}{\text{kw} - \text{mes}} = 501,2 \frac{\$}{\text{mes}}$$

En un total de 16 horas al mes se realiza el secado de 1280 toneladas de cereal, por lo tanto para obtener el costo energético de nuestra secadora conociendo la capacidad de la misma (80tn/h), se puede obtener el costo del kw consumido por hora, el cual es de 38,76 \$/h.

Consumo eléctrico por movimiento:

$$\text{Costo. por. Movimiento} = \frac{\text{Consumo}}{h} * \frac{\$}{\text{kw} - h} * \frac{h \text{ de trabajo}}{\text{mes}}$$

$$\text{Costo. por. Movimiento} = 96,2 \text{ kw} * 16 \frac{h}{\text{mes}} * 0,8227 \frac{\$}{\text{kw} - \text{mes}} = 1.266,3 \frac{\$}{\text{mes}}$$

En un total de 16 horas al mes se realiza el movimiento de 1280 toneladas de cereal, por lo tanto para obtener el costo energético por movimiento conociendo la capacidad de la planta (80 tn/h), se puede obtener el costo del kw consumido por hora, el cual es de 79,14 \$/h.

5 Costo de energía eléctrica de la planta

Para determinar el costo de la factura mensual de la planta se adquiere un 70 % de la potencia total de la planta (Ver Tabla ID-22), cuyo valor es de 124,29 kw-h. Analizando el cuadro tarifario brindado por la empresa ENERSA, se obtuvo una tarifa T3 < 300 kw. Donde se especifica a su vez el costo del kw en los distintos periodos horarios.

A continuación se puede observar una tabla donde se especifica el consumo total y la potencia contratada para cada uno de los periodos horarios.

Potencia valle nocturno	Horas de trabajo	Consumo Total	Potencia contratada
1kw-h	6 h	6 kw	10 kw

Potencia restante	Horas de trabajo	Consumo Total	Potencia contratada

123kw-h		123 kw-h	130 kw-h	
Potencia hora de punta	Horas de trabajo	Días de trabajo	Consumo Total	Potencia contratada
1kw-h	5 h	4	20 kw	20 kw

Con los datos obtenidos anteriormente, se calcula la tarifa que va a reflejar el costo mensual de la planta.

Costo anual de energía eléctrica		
Cargos	Consumos	Precio
Cargo fijo		\$ 1.892,92
Capacidad de Suministro en Punta FC	20kw*145,91 \$/kw	\$ 2.918,20
Capacidad de Suministro fuera de Punta Fac	130kw*124,29 \$/kw	\$ 16.157,70
C/F Potencia adquirida	150 kw * 8,33 \$/kw	\$ 1.249,50
Consumo en horas de punta	20kw*0,8303 \$/kw	\$ 16,60
Consumo de horas restantes	1968kw*0,8227 \$/kw	\$ 1.619,07
Consumo en horas de valle nocturno	24kw*0,8014 \$/kw	\$ 19,23
Recargo por mal factor de potencia	$\text{Cos } \phi = 0,95$	\$ -
Total básico mensual por consumo		\$ 23.873,22
Cont. Municipal/Junta de gob.	23.873,22*8,6956%	\$ 2.075,92
Sub-total		\$ 25.949,14
IVA	27%*25.949,14	\$ 7.006,27
Total de la tarifa T3		\$ 32.955,41

Costo mensual energía eléctrica	Meses	Costo Anual de energía eléctrica
\$ 32.955,41	12	\$ 395.464,92

6 Alternativa de los equipamientos de la planta

6.1 Limpieza de grano

Existen dos métodos de limpieza de granos, estos mismos se describen a continuación.

- **Limpieza con aire y zarandas:** Las máquinas de limpieza con ventilador y zarandas constituyen el sistema más eficiente para la limpieza de los granos. Estas máquinas se utilizan cuando se requieren una limpieza más eficiente del producto. Estas máquinas pueden ser utilizadas en las operaciones de pro-limpieza para

eliminar parte de las impurezas de los granos o en la operación de limpieza, después del secado. La diferencia entre máquinas de limpieza y pro-limpieza está determinada básicamente por la eficiencia de la separación. Las máquinas de limpieza tienen ventiladores más potentes, o un mayor número de zarandas con orificios, cuya dimensión se aproxima más al tamaño de los granos, lo que permite realizar una limpieza más eficiente.

Por lo general, las maquinas con ventilador y zarandas están constituidas por un deposito, un sistema de aspiración de polvo (que se encuentra a la entrada o salida del producto), un conjunto de zarandas intercambiables y un dispositivo para producir la vibraciones u oscilaciones del conjunto de zarandas.

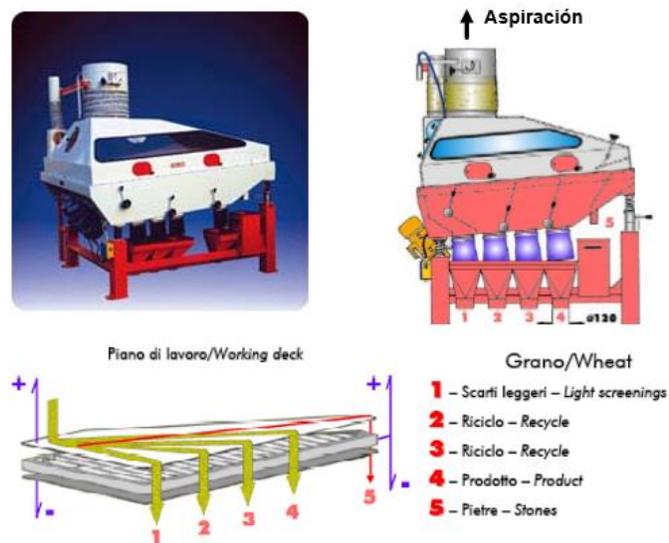


Imagen ID-8: Sistema de limpieza con aire y zarandas

- Cribas rotativas:** La criba es una máquina de limpieza gruesa de grano, la mezcla ingresa directamente a un extremo del canasto rotativo que es comandado por medio del grupo motriz. Debido a la inclinación y el movimiento de rotación del cilindro, hace que la mezcla se desplace hacia el final del cilindro, permitiendo así utilizar la mayor cantidad de superficie de limpieza posible. El grano limpio pasa por la maya del canasto y va directamente a la tolva de salida, pero para asegurarse que nada de este material se fugue por la tolva de descarte, en la parte final del canasto está ubicada una aspiradora tipo sin fin que tiene como función retrasar la salida del material hacia la descarga de elementos bastos, de esta manera se asegura una buena separación de la mezcla entre el grano a seleccionar y el resto. Por encima de la maya y desplazándose desde la boca de entrada hacia la tolva de

descarte pasan los elementos que forman la mezcla y que superan el tamaño de la maya; estos elementos son considerados de descartes.

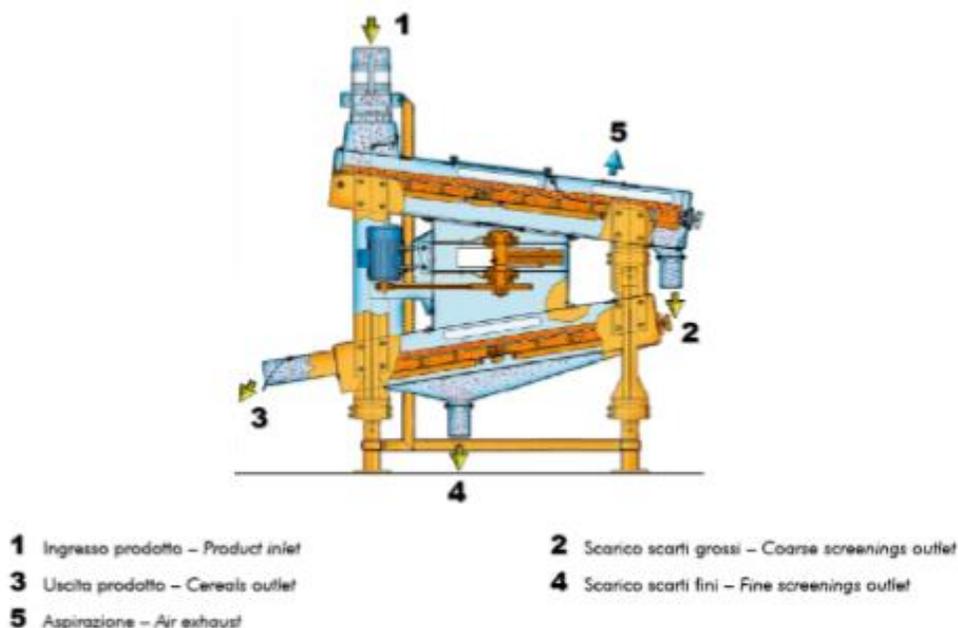


Imagen ID-9: Sistema de limpieza con Cribas Rotativas

6.2 Secado del cereal

Los granos, no pueden conservarse almacenados sino están secos. Para conseguir la humedad adecuada del grano se utilizan secadoras. Existen tres alternativas para realizar el secado del grano.

- **Secadora de flujo continuo:** Son aquellas en la que el grano se introduce y descarga en forma continua o intermitente, permaneciendo constantemente llenas las secciones de secado y enfriado. Las operaciones de secado y enfriamiento se efectúan en forma simultánea e ininterrumpida. Este tipo de secadora permite un secado más uniforme debido al flujo mixto, requiere de menor potencia para la circulación del aire y una amplia gama de toneladas por hora.

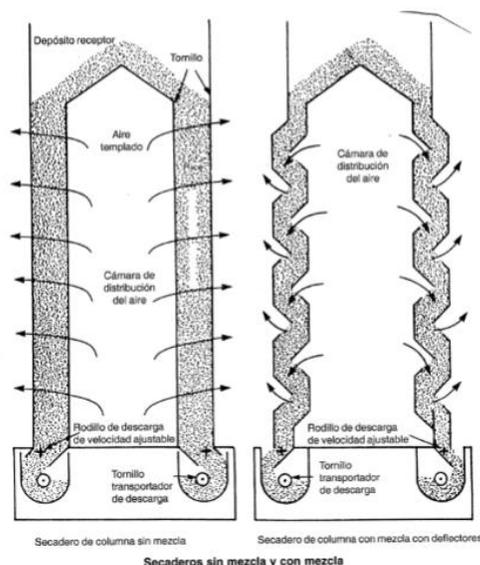


Imagen ID-10: Secadora Vertical de flujo continuo

- **Secadora por tandas:** Se coloca el grano húmedo en la secadora, se mantiene en ella hasta que es secado y luego se enfría en la misma. Posteriormente el grano es extraído y la secadora se vuelve a llenar con otra tanda. Estas secadoras se adaptan muy bien para seca-aireación, pues directamente se suprime el tiempo de enfriamiento de la secadora. Se puede duplicar con facilidad su capacidad de secado. Son, en general, de baja capacidad y pueden ser empleadas en la propia finca del productor. Siempre tienen que tener una capacidad similar a la de las maquinas cosechadoras para no interrumpir la cosecha.

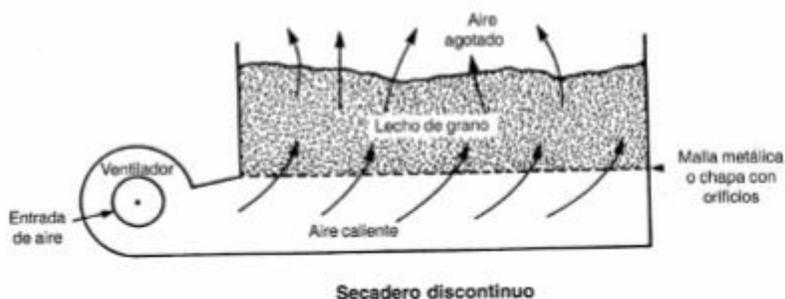


Imagen ID-11: Secadora por tandas

- **Silos secadores:** Se encuentran diversos tipos de estos silos secadores en el comercio del grano. La mayoría de ellos son silos metálicos cilíndricos, con distintos accesorios que pueden utilizarse para almacenamiento. Los silos secadores pueden emplear temperatura del aire entre moderadas y altas o

solamente aire natural. En este caso no poseen buena uniformidad en el secado, su construcción es igual a la de un silo de similar tamaño y requiere de una obra civil, este a su vez se puede utilizar como equipo de acopio de grano.

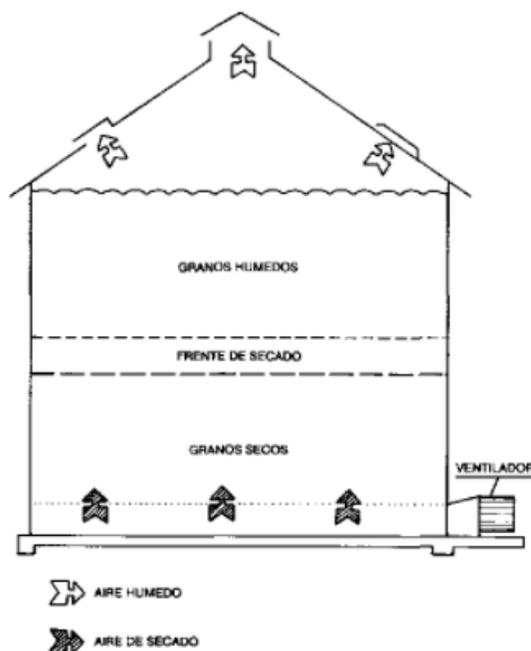


Imagen ID-12: Silos secadores

6.3 Equipo de acopio pulmón y descarga

Existen dos alternativas para el acopio del cereal.

- **Celdas de acopios:** Se presentan en diferentes módulos adaptables a cualquier galpón existente. Ideal para galpones del tipo ferroviario o a cielo abierto cubriéndola con una lona e rápido armado, el sistema de aireación o secado se puede hacer funcionar con toma de fuerza de tractor, como opción va un tinglado a dos agua que combina la carga con un sinfín superior y boquilla para distribuir el cereal en la celda. El piso plano del cemento permite distribuir un conducto bajo piso combinando la descarga con el sin fin central bajo piso y un barredor móvil, con todas estas opciones hacen que usted pueda tener el mejor sistema de almacenaje al más bajo costo por tonelada.



Imagen ID-13: Celdas de acopios

- **Silos:** Es una estructura usualmente en forma de torre cilíndrica que se utiliza para el almacenamiento del grano, cargándolo desde su parte superior y descargándolo por su parte inferior. Los más usuales están fabricados en chapas acanaladas u hormigón. Pueden acopiar gran cantidad de grano en un pequeño área superficial ya que se elevan verticalmente de acuerdo a la capacidad de acopio.



Imagen ID-14: Silos metálicos de capa acanalada

7 Potencia eléctrica de la planta

7.1 Demanda de la instalación

Para esta tarea se realizó un conteo del total de los motores a utilizar en dicha planta, de los cuales necesitamos conocer la potencia de cada uno para obtener así la potencia total necesaria a los efectos de conocer la potencia eléctrica que esto demandaran.

En la práctica para calcular la potencia nominal del transformador se considera un valor de 1,6 a 2 Amperes de corriente por Hp instalado.

$$2 \frac{A}{hp} * 232,5 hp = 465 A$$

Por lo tanto:

$$P = I * V * \cos \varphi$$

$$P = 465A * 380V * 0,95 = 167,8 KVA$$

Teniendo en cuenta un factor de simultaneidad del 80 % nos da una potencia máxima demandada de:

$$P = 0.8 * 167,8 kva = 134,3 KVA$$

7.2 Potencia necesaria en el transformador

La potencia existente es de 134,3 KVA se plantea dejar disponible un 35 % de la capacidad del transformador, para la instalación de baja potencia y considerando la posibilidad de futuras ampliaciones. Por lo tanto, los 134,3 KVA calculados pasan hacer de 181,3 KVA.

Se adopta un transformador de potencia nominal inmediatamente superior, siendo la misma de 200 KVA.

8. Ganancia por venta de cereal

Cereal: Maíz

Las toneladas de maíz cosechadas por el productor son 2000 tn/año, el valor de comercialización de la misma es de 2280 \$/tn. Estimando que el porcentaje de humedad de llegada a la planta del maíz es de 17,5% y su valor de comercialización es de 14,5%, por lo tanto, es necesario disminuirles tres puntos para su venta.

Analizando la tabla de mermas por secado (Ver Anexo complementario), se puede ver que al disminuir los tres puntos de humedad se genera un 4,62% de mermas.

Considerando además un aumento de medio punto, el cual genera 1,73% de mermas debido a los factores que influyen en el traslado del cereal hasta su punto de venta.

La cantidad de cereal a comercializar es:

$$TotalComer. = Cant. cosechada - \% Mermas$$

$$TotalComer. = 2000 \frac{tn}{año} - \left(2000 \frac{tn}{año} * 4,62 \% \right)$$

$$TotalComer. = 1907,6 \frac{tn}{año}$$

Cantidad de cereal a vender:

$$Cant. Venta = TotalComer. - 0,5\% mermas$$

$$Cant. Venta = 1907,6 \frac{tn}{año} - \left(1907,6 \frac{tn}{año} * 1,73\% \right)$$

$$Cant. Venta = 1874,6 \frac{tn}{año}$$

Finalmente el ingreso por venta de maíz es:

$$Ingreso. Maiz = Cant. venta * 2280 \frac{\$}{tn}$$

$$Ingreso. Maiz = 1874,6 \frac{tn}{año} * 2280 \frac{\$}{tn}$$

$$Ingreso. Maiz = 4.274.088 \frac{\$}{año}$$

A dichos ingresos por venta se le restan los gastos de producción del grano.

Conociendo que el costo para realizar una hectárea de maíz es de 9900 \$/ha y que el rinde promedio por hectárea es de 6 tn/ha, por lo tanto, para realizar 2000 tn/año se necesitan 334 hectáreas.

$$Costo_{2000tn} = 334 \frac{ha}{año} * 9900 \frac{\$}{ha}$$

$$Costo_{2000tn} = 3.306.600 \frac{\$}{año}$$

Por lo tanto, la ganancia bruta por venta del maíz es:

$$Ganancia_{maiz} = 4.274.088 \frac{\$}{año} - 3.306.600 \frac{\$}{año}$$

$$Ganancia_{maiz} = 967.488 \frac{\$}{año}$$

Cereal: Soja

Las toneladas de soja cosechadas por el productor son 10000 tn/año, el valor de comercialización de la misma es de 4270 \$/tn. Estimando que el porcentaje de humedad de llegada a la planta de la soja es de 16,5% y su valor de comercialización es de 13,5%, por lo tanto, es necesario disminuirles tres puntos para su venta.

Analizando la tabla de mermas por secado (Ver Anexo complementario), se puede ver que al disminuir los tres puntos de humedad se genera un 4,02% de mermas.

Considerando además un aumento de medio punto, el cual genera 1,15% de mermas debido a los factores que influyen en el traslado del cereal hasta su punto de venta.

La cantidad de cereal a comercializar es:

$$TotalComer. = Cant. cosechada - \% Mermas$$

$$TotalComer. = 10000 \frac{tn}{año} - \left(10000 \frac{tn}{año} * 4,02 \% \right)$$

$$TotalComer. = 9.598 \frac{tn}{año}$$

Cantidad de cereal a vender:

$$Cant. Venta = TotalComer. - 0,5\% mermas$$

$$Cant. Venta = 9.598 \frac{tn}{año} - \left(9.598 \frac{tn}{año} * 1,15\% \right)$$

$$Cant. Venta = 9.487,6 \frac{tn}{año}$$

Finalmente el ingreso por venta de soja es:

$$Ingreso. Soja = Cant. venta * 4270 \frac{\$}{tn}$$

$$Ingreso. Soja = 9.487,6 \frac{tn}{año} * 4270 \frac{\$}{tn}$$

$$\text{Ingreso. Soja} = 40.512.052 \frac{\$}{\text{año}}$$

A dichos ingresos por venta se le restan los gastos de producción del grano.

Conociendo que el costo para realizar una hectárea de soja es de 9960 \$/ha y que el rinde promedio por hectárea es de 2,7 tn/ha, por lo tanto, para realizar 10000 tn/año se necesitan 3.704 hectáreas.

$$\text{Costo}_{10000\text{tn}} = 3.704 \frac{\text{ha}}{\text{año}} * 9960 \frac{\$}{\text{ha}}$$

$$\text{Costo}_{10000\text{tn}} = 36.891.840 \frac{\$}{\text{año}}$$

Por lo tanto, la ganancia bruta por venta de soja es:

$$\text{Ganancia}_{\text{soja}} = 40.512.052 \frac{\$}{\text{año}} - 36.891.840 \frac{\$}{\text{año}}$$

$$\text{Ganancia}_{\text{soja}} = 3.620.212 \frac{\$}{\text{año}}$$

Cereal: Trigo

Las toneladas de trigo cosechadas por el productor son 2000 tn/año, el valor de comercialización de la misma es de 2680 \$/tn.

El ingreso por venta del Trigo es:

$$\text{Ingreso. Trigo} = \text{Cant. venta} * 2680 \frac{\$}{\text{tn}}$$

$$\text{Ingreso. Trigo} = 2000 \frac{\text{tn}}{\text{año}} * 2680 \frac{\$}{\text{tn}}$$

$$\text{Ingreso. Trigo} = 5.360.000 \frac{\$}{\text{año}}$$

A dichos ingresos por venta se le restan los gastos de producción del grano.

Conociendo que el costo para realizar una hectárea de trigo es de 6240 \$/ha y que el rinde promedio por hectárea es de 2,9 tn/ha, por lo tanto, para realizar 2000 tn/año se necesitan 689 hectáreas.

$$Costo_{2000tn} = 689 \frac{ha}{año} * 6.240 \frac{\$}{ha}$$

$$Costo_{2000tn} = 4.303,448 \frac{\$}{año}$$

Por lo tanto, la ganancia bruta por venta del trigo es:

$$Ganancia_{trigo} = 5.360.000 \frac{\$}{año} - 4.303.552 \frac{\$}{año}$$

$$Ganancia_{trigo} = 1.056.552 \frac{\$}{año}$$

Ganancia total

La ganancia total que se obtiene al vender los tres cereales con planta propia es:

$$G_{total} = Ganancia_{maiz} + Ganancia_{soja} + Ganancia_{trigo}$$

$$G_{Total} = 967.488 \frac{\$}{año} + 3.620.212 \frac{\$}{año} + 1.056.552 \frac{\$}{año}$$

$$G_{Total} = 5.644.252 \frac{\$}{año}$$

La ganancia total que se obtiene al vender los tres cereales con planta de tercero es:

$$G_{total} = Ganancia_{maiz} + Ganancia_{soja} + Ganancia_{trigo} - 2,5\% \text{ de cada cereal}$$

Al adquirir los servicios de terceros tenemos un costo del 2,5% del total del cereal que ingresa a la planta.

Para la soja el 2,5% de las 10000tn/año equivale a 250 tn/año perdiendo así con el precio actual del cereal 1.067.500 \$/año.

Para el maíz el 2,5% de las 2000tn/año equivale a 50 tn/año perdiendo así con el precio actual del cereal 114.000 \$/año.

Para el trigo el 2,5% de las 2000tn/año equivale a 50 tn/año perdiendo así con el precio actual del cereal 134.000 \$/año.

Teniendo así un total de 1.315.500 \$/año.

Por lo tanto:

$$G_{Total\ Tercero} = Ganancia_{maiz} = +Ganancia_{soja} + Ganancia_{trigo} - 2,5\% \text{ de cada cereal}$$

$$G_{Total\ Tercero} = 967.488 \frac{\$}{año} + 3.620.212 \frac{\$}{año} + 1.056.552 \frac{\$}{año} - 1.315.500 \frac{\$}{año}$$

$$G_{Total\ Tercero} = 4.328.752 \frac{\$}{año}$$

9 Análisis de inversión

Una inversión es una operación financiera definida por una serie de desembolsos que se estima que van a generar una corriente futura de ingresos.

Para valorar el atractivo de un proyecto de inversión, vamos a tener en cuenta los siguientes indicadores.

- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Pay back o Periodo de recupero

Valor actual neto (VAN)

El concepto del VAN es actualizar todos los flujos futuros al periodo inicial (cero), compararlos para verificar si los beneficios son mayores que los costos. Si los beneficios actualizados son mayores que los costos actualizados, significa que la rentabilidad del proyecto es mayor que la tasa de descuento, se dice por lo tanto, que es conveniente invertir en esa alternativa.

Para obtener el VAN de un proyecto se debe considerar obligatoriamente una tasa de descuento "r" constante, una inversión a "m" años, siendo "I" el valor de la inversión y "F" los distintos flujos anuales, por lo tanto el VAN se calcula como se muestra a continuación.

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^m \frac{F}{(1+r)^n}$$

Si obtenemos un VAN positivo el análisis nos indicara que el valor actualizado de las entradas y salidas de la inversión proporciona beneficios. Sin embargo, si el VAN resulta negativo, indicara que a esa tasa de actualización se produce una pérdida de la cuantía que exprese el VAN.

La tasa de descuento aplicada para el cálculo del VAN tiene gran importancia, ya que aumentara el valor del VAN si reducimos el tipo de descuento y lo disminuirá si lo aumentamos, aunque estas tendencias también dependen de los vencimientos y los signos de los flujos de caja.

Tasa interna de retorno (TIR)

Este método consiste en calcular la tasa de descuento que hace cero el VAN. Un proyecto es interesante cuando su tasa TIR es superior al tipo de descuento exigido para proyectos con ese nivel de riesgo.

Para este cálculo se debe determinar claramente cuál es la “inversión inicial” del proyecto y cuáles serán los “flujos de ingresos” y “costo” para cada uno de los periodos que dure el proyecto de manera de considerar los beneficios netos obtenidos en cada uno de ellos.

La TIR nos informa de la rentabilidad de la inversión, por lo tanto, es un indicador relativo al capital invertido. Al escoger, lo haremos de aquella opción que nos producirá mayor beneficio por dólar invertido.

Entre varios proyectos alternativos de inversión se elige aquel que presente la tasa TIR más elevada. De todos modos, si los diversos proyectos analizados presentan niveles de riesgo muy diferentes, primero hay que ver hasta qué nivel de riesgo se está dispuesto a asumir, y a continuación, entre los proyectos seleccionados, se elige el que presente la tasa TIR más elevada.

Pay back o periodo de recupero

Mide el número de años que se tarda en recuperar el importe invertido. Se trata de calcular en que momento los ingresos percibidos cubren los gastos realizados.

Este método de valoración presenta dos limitaciones muy importantes:

- No se actualizan los flujos de dinero (no tiene en cuenta el valor temporal del dinero), por lo que da el mismo tratamiento a cualquier importe con independencia de en qué momento se genera.
- Además, el Pay back solo si fija en los beneficios que hacen falta hasta cubrir el importe de la inversión, sin valorar los ingresos que se pueden producir después.

Pay back (con actualización)

El funcionamiento es el mismo que en el método del Pay back, con la diferencia que se actualizan los importes, superando de esta manera, una de las limitaciones que presenta el Pay back.

Sin embargo, sigue manteniendo la limitación de no valorar los ingresos que se originan después de haber recuperado el importe de la inversión.

9.1 Análisis de inversión de la planta de 1200 toneladas

En la tabla que se muestra en la página 143 de dicho informe se puede observar, como primera instancia el análisis de inversión, donde se determina el flujo de cajas mensuales, a partir de nuestros ingresos y egresos que corresponden solamente al secado del cereal tomando como base 12.000 toneladas anuales. Considerando para esto una tasa del 12% anual (i) se puede obtener el valor actual neto mensual a partir de la siguiente formula:

$$VA_{neto} = \frac{V_{fijo}}{1 + \left(\frac{i}{12}\right)^n}$$

Donde n es igual a un periodo de 12 meses.

Una vez finalizado el cálculo de los 12 valores actuales netos mensuales, se realiza la sumatoria de los mismos, obteniendo así el valor actual neto anual. A partir de dicho valor se determina el flujo de caja anual, considerando para esto una tasa del 5% anual (i) se puede obtener el valor actual anual a partir de la siguiente ecuación:

$$VA = \frac{VA_{neto\ anual}}{1 + (i)^m}$$

Donde m es igual a un periodo de 10 años.

Realizando la sumatoria entre la inversión inicial y los valores actuales anuales se obtiene el año donde nuestros ingresos igualan la inversión realizada.

Planta Propia con capacidad de 1200 toneladas													
Periodos	Flujo de caja mensual												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Secado	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00
Sueldo	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00
Energia Electrica	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00
Consumo de gas	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63
FF Valor Fljo	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38
FF Valor Actualizado	\$ 158.058,22	\$ 159.364,31	\$ 159.375,28	\$ 159.375,28	\$ 159.375,37	\$ 159.375,37	\$ 159.375,37	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38
FF total anual													\$1.911.176,19
Flujo de caja Anual													
Periodos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Inversion Inicial	\$ -11.500.000,00												
FF total anual	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19	\$ 1.911.176,19
Credito de Financ	\$ -1.955.000,00	\$ -1.955.000,00	\$ -1.782.500,00	\$ -1.782.500,00	\$ -2.283.088,00	\$ -1.944.852,00	\$ -1.606.617,00	\$ -1.268.382,00	\$ -930.147,00	\$ -591.911,00	\$ -253.676,00	\$ -1.657.500,19	\$ -253.676,00
FF Valor actualizado	\$ -11.500.000,00	\$ -43.823,81	\$ -43.823,81	\$ 128.676,19	\$ -371.911,81	\$ -33.675,81	\$ 304.559,19	\$ 642.794,19	\$ 981.029,19	\$ 1.319.265,19	\$ 1.657.500,19	\$ 1.657.500,19	\$ 1.657.500,19
FF descontado	\$ -11.500.000,00	\$ -39.839,83	\$ -36.218,03	\$ 96.676,32	\$ -254.020,77	\$ -20.910,03	\$ 171.915,72	\$ 329.855,06	\$ 457.657,36	\$ 559.497,22	\$ 639.038,07	\$ 639.038,07	\$ 639.038,07
Tasa	5%												
VAN	\$ -8.177.743,41												
TIR	-10%												
Per. De Rec.	-10,26681123												

Analizando los indicadores de la tabla de la página 143, llegamos a la conclusión de que al adquirir un préstamo del total de la inversión inicial no es rentable realizar la planta ya que no se logra cubrir los intereses dentro del plazo de 10 años.

Considerando que el productor aumenta su producción anual en un 5%, una alternativa que se propone es que el productor ponga el 50 % de la inversión y el resto de la inversión se realiza mediante un financiamiento de un crédito bancario. En la tabla de la página 145 se observa los resultados bajo estas condiciones.

Planta Propia con capacidad de 1200 toneladas													
Flujo de caja mensual													
Periodos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Secretado	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00	\$ 210,000.00
Suelo	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00	\$ -32,000.00
Energia Electrica	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00	\$ -709.00
Consumo de gas	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63	\$ -17,915.63
FF Valor Fljo	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38
FF Valor Actualizado	\$ 158,058.22	\$ 159,364.31	\$ 159,375.28	\$ 159,375.28	\$ 159,375.37	\$ 159,375.57	\$ 159,375.37	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38	\$ 159,375.38
FF total anual													\$1,911,176.19
Flujo de caja Anual													
Periodos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Inversion Inicial	\$ -5,750,000.00												
credito bancario	\$ -5,750,000.00												
Inversion total	\$ -11,500,000.00												
FF total anual	\$ 1,911,176.19	\$ 2,006,735.00	\$ 2,107,071.75	\$ 2,212,425.33	\$ 2,323,046.60	\$ 2,439,198.99	\$ 2,561,158.88	\$ 2,689,216.82	\$ 2,823,677.66	\$ 2,964,861.55			
Credito de Financ.	\$ -977,500.00	\$ -977,500.00	\$ -891,250.00	\$ -1,141,544.00	\$ -972,426.00	\$ -803,308.50	\$ -634,191.00	\$ -465,073.50	\$ -295,955.50	\$ -126,838.00			
FF Valor actualizado	\$ -11,500,000.00	\$ 933,676.19	\$ 1,029,235.00	\$ 1,215,821.75	\$ 1,070,881.33	\$ 1,350,620.60	\$ 1,635,890.49	\$ 1,926,967.88	\$ 2,224,148.32	\$ 2,527,722.16	\$ 2,838,023.55		
FF Valor actualizado	\$ -11,500,000.00	\$ 848,796.53	\$ 850,607.44	\$ 913,464.87	\$ 731,426.36	\$ 838,629.13	\$ 923,417.50	\$ 988,839.21	\$ 1,037,579.27	\$ 1,072,000.95	\$ 1,094,180.93		
FF descontado	\$ -11,500,000.00	\$ -10,651,203.47	\$ -9,800,596.03	\$ -8,887,131.16	\$ -8,155,704.79	\$ -7,317,075.66	\$ -6,393,658.16	\$ -5,404,818.95	\$ -4,367,239.68	\$ -3,295,238.73	\$ -2,201,057.79		
Tasa	5%												
VAN	\$ 742,442.60												
TIR	6%												
Per. De Rec.	16,312,706												

Analizando los indicadores de la tabla de la página 145, llegamos a la conclusión de que el productor por más que aumente un 5% su producción anual, además de poner el 50% de la inversión inicial y al adquirir un préstamo del 50 % de la inversión, no es rentable realizar la planta ya que no se logra cubrir los intereses dentro del plazo de 10 años.

Considerando que el productor aumenta su producción anual en un 10%, una alternativa que se propone es que el productor ponga el 50 % de la inversión y el resto de la inversión se realiza mediante un financiamiento de un crédito bancario. En la tabla de la página 147 se observa los resultados bajo estas condiciones.

Planta Propia con capacidad de 1200 toneladas													
Flujo de caja mensual													
Periodos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Secado		\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000,00
Suelido		\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00	\$ -32.000,00
Energia Electrica		\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00	\$ -709,00
Consumo de Gas		\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63	\$ -17.915,63
FF Valor fijo		\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38
FF Valor Actualizado		\$ 158.058,22	\$ 159.364,31	\$ 159.375,28	\$ 159.375,37	\$ 159.375,37	\$ 159.375,37	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38	\$ 159.375,38
FF total anual													\$ 1.911.176,19
Flujo de caja Anual													
Periodos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Investion Inicial	\$ -5.750.000,00												
credito bancario	\$ -5.750.000,00												
Investion total	\$ -11.500.000,00												
FF total anual		\$ 1.911.176,19	\$ 2.102.293,81	\$ 2.312.523,19	\$ 2.543.775,51	\$ 2.798.153,06	\$ 3.077.968,36	\$ 3.385.765,20	\$ 3.724.341,72	\$ 4.096.775,89	\$ 4.506.453,48		
Credito de Financ.		\$ -977.500,00	\$ -977.500,00	\$ -891.250,00	\$ -1.141.544,00	\$ -972.426,00	\$ -803.308,50	\$ -634.191,00	\$ -465.073,50	\$ -295.955,50	\$ -126.838,00		
FF Valor actualizado	\$ -11.500.000,00	\$ 933.676,19	\$ 1.124.793,81	\$ 1.421.273,19	\$ 1.402.231,51	\$ 1.825.727,06	\$ 2.274.659,86	\$ 2.751.574,20	\$ 3.259.266,22	\$ 3.800.820,39	\$ 4.379.615,48		
FF descomutado	\$ -11.500.000,00	\$ 848.796,53	\$ 929.581,66	\$ 1.067.823,58	\$ 997.742,99	\$ 1.133.632,86	\$ 1.283.986,19	\$ 1.411.992,64	\$ 1.520.472,68	\$ 1.611.918,88	\$ 1.688.531,36		
Tasa	5%												
VAN	\$ 4.970.415,59												
TIR	11%												
Per. De Rec.	8,734694286												

Analizando los indicadores de la tabla de la página 147, llegamos a la conclusión de que el productor aumentando un 10% su producción anual, y poniendo el 50% de la inversión inicial y al adquirir un préstamo del 50 % de la inversión, es rentable realizar la planta de 1200 toneladas ya que se logra cubrir la inversión dentro del plazo de 10 años. Por otra parte, no es rentable realizar la ampliación a 3200 toneladas ya que el periodo de recupero de la inversión se encuentra muy cerca de los 10 años de planteamiento.

9.2 Análisis de inversión de la planta de 3200 toneladas

Como se puede observar en el análisis realizado en el apartado anterior no es rentable realizar la ampliación a 3200 toneladas de almacenamiento, ya que el periodo de recupero se encuentra muy cerca de los 10 años de planteamiento. Una alternativa para realizar dicha ampliación sería que el productor ponga el 50 % de la inversión y el resto de la inversión se realiza mediante un financiamiento de un crédito bancario. Además, ofrecer un servicio de secado de 48.000 toneladas anuales más.

En la tabla que se muestra en la página 149 de dicho informe se puede observar, como primera instancia el análisis de inversión, donde se determina el flujo de cajas mensuales, a partir de nuestros ingresos y egresos que corresponden solamente al secado del cereal tomando como base 12.000 toneladas anuales y un servicio de sacado de 36.000 toneladas más. Considerando para esto una tasa del 12% anual (i) se puede obtener el valor actual neto mensual a partir de la siguiente formula:

$$VA_{neto} = \frac{V_{fijo}}{1 + \left(\frac{i}{12}\right)^n}$$

Donde n es igual a un periodo de 12 meses.

Una vez finalizado el cálculo de los 12 valores actuales netos mensuales, se realiza la sumatoria de los mismos, obteniendo así el valor actual neto anual. A partir de dicho valor se determina el flujo de caja anual, considerando para esto una tasa del 5% anual (i) se puede obtener el valor actual anual a partir de la siguiente ecuación:

$$VA = \frac{VA_{neto\ anual}}{1 + (i)^m}$$

Donde m es igual a un periodo de 10 años.

Realizando la sumatoria entre la inversión inicial y los valores actuales anuales se obtiene el año donde nuestros ingresos igualan la inversión realizada.

Analizando los indicadores de la tabla que se observa en la página 149, llegamos a la conclusión de que el productor al poner el 50% de la inversión inicial y al adquirir un préstamo del 50 % de la inversión y ofreciendo además un servicio de secado de 36.000 toneladas más, le es rentable realizar la planta ya que se logra recuperar la inversión total y cubrir los intereses del préstamo bancario dentro del plazo de 10 años.

Ofreciendo un servicio de secado de 48000 toneladas mas y una capacidad de 3200 toneladas													
Periodos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Secado	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00	\$ 840,000.00
Sueldo	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00	\$ -128,000.00
Energia Electrica	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00	\$ -2,836.00
Consumo de gas	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50	\$ -71,662.50
FF Valor fijo	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50
FF Valor Actualizado	\$ 632,232.89	\$ 637,457.23	\$ 637,501.13	\$ 637,501.13	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50	\$ 637,501.50
FF total anual													\$ 7,644,704.75
Inversion total	\$ -14,000,000.00												
FF total anual	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75	\$ 7,644,704.75
Credito de Financ	\$ -2,380,000.00	\$ -2,380,000.00	\$ -2,380,000.00	\$ -2,170,000.00	\$ -2,779,411.00	\$ -2,387,647.00	\$ -1,955,882.00	\$ -1,544,117.00	\$ -1,132,352.00	\$ -720,588.00	\$ -308,823.00	\$ -1,544,117.00	\$ -1,132,352.00
Total	\$ -14,000,000.00	\$ 5,264,704.75	\$ 5,264,704.75	\$ 5,474,704.75	\$ 4,865,293.75	\$ 5,277,057.75	\$ 5,688,822.75	\$ 6,100,587.75	\$ 6,512,352.75	\$ 6,924,116.75	\$ 7,335,881.75	\$ 7,747,666.75	\$ 8,159,511.75
FF Valor actualizado	\$ -14,000,000.00	\$ 4,786,095.23	\$ 4,350,995.66	\$ 4,113,226.71	\$ 3,323,061.10	\$ 3,276,637.68	\$ 3,211,192.14	\$ 3,130,566.13	\$ 3,038,060.62	\$ 2,996,501.42	\$ 2,828,299.98	\$ 2,694,116.75	\$ 2,544,117.00
FF descontado	\$ -9,213,904.77	\$ -4,862,909.11	\$ -749,682.40	\$ 2,573,378.70	\$ 5,850,016.38	\$ 9,061,208.52	\$ 12,191,774.65	\$ 15,229,835.27	\$ 18,166,336.70	\$ 20,994,636.68	\$ 23,829,437.15	\$ 26,664,237.62	\$ 29,499,038.09
Tasa		5%											
VAN		\$ 29,153,642.70											
TIR		37%											
Per. De Rec		2,695,916,931											

Analizando los indicadores de la tabla que se observa en la página 151, llegamos a la conclusión de que al adquirir un préstamo del total de la inversión y ofreciendo un servicio de secado de 36.000 toneladas más, le es rentable realizar la planta ya que se logra recuperar la inversión total y pagar el crédito bancario dentro del plazo de 10 años sin ningún problema.

Los detalle del prestamos se pueden ver en el anexo adjunto donde el banco prestamista es el Banco Nación de la República Argentina.

Anexo de referencias

Tabla de Referencia

Elemento	Referencia	Cantidad	Descripción
RA01	A01	1	Brida de 10 pulgadas, de 150 lbs.
RA01	A02	8	Bulones de 1 x 4 ½ pulgadas
RA01	A03	8	Tuercas para bulones A02
TA01 y AO01	A04	10	Bridas FF para motor eléctrico
TA01 y AO01	A05	20	Bulones de 5/8 x 1 ¼ pulgadas
TA01 y AO01	A06	20	Tuercas para Bulones A05
TA01	A07	6	Bulones de 3/8 x 1 ½ pulgadas
TA01	A08	6	Tuercas para bulones A07
CA01 y IA01	A09	918	Bulones de 3/8 x 1 pulgadas
CA01 y IA01	A10	918	Tuercas autobloqueantes para bulones A09
CA01 y IA01	A11	918	Arandelas ovaladas para bulones A09
CA01 y IA01	A12	8	Bulones de 1/2 x 1 ½ pulgadas
CA01 y IA01	A13	8	Tuercas para bulones A12
CA01,IA01 y AO01	A14	24	Bulones de 9/16 x 1 ½
CA01,IA01 y AO01	A15	24	Tuercas para bulones A14
HA01 y PA01	A16	8	Bulones de 7/16 x 1 pulgadas
HA01 y PA01	A17	8	Tuercas para los bulones A16
HA01 y PA01	A18	12	Bulones 5/8 x 1 ½ pulgadas
HA01 y PA01	A19	12	Tuercas para los bulones A18
BA01	A20	40	Tubos de 4 pulgadas de diámetro
BA01	A21	2	Perfil IPN 240

Anexo bibliográfico

Bibliografía utilizada

- Libro – Autor: Vittorio Zignoli. Título: “Transporti Meccanici”. 2da Edición. Editorial: Ulrico Hoepli Milano.
- Libro – Autor: I. Cepeda – M. Lacalle – J. R. Simón – D. Romero. Año: 2004. Título: “Economía para ingeniero”. Editorial: Thomson.
- Libro – Autor: N.S. Chain – R.S. Chain. Año: 2008. Título: “Preparación y evaluación de proyecto” 5ta Edición. Editorial: Mc Graw Hill.
- Catálogo de elevadores a cangilones “SCAFCO”
- Catálogo de tazas y cintas “4b”
- Catálogo de Motoreductores “Lentax”
- Catálogo de Motores trifásicos “Weg”
- Catálogo de Tambores y Rodillos “Rotrans”
- Catálogo de Bandas transportadoras “Dunlop”
- Catálogo de Transporte a cadena “Metalmax s.r.l”
- <http://www.enersa.com.ar>
- <http://www.fao.org>
- http://www.servicioconfluencia.com.ar/w/?page_id=846 (Hormigón)
- <http://www.dnbrida.com/brida-ansi-asme-b16.5-slip-on-class-150.php> Bridas
- <http://www.bulmetal.com.ar/pdf/catalogo-buloneria.pdf> Bulones
- <https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/tablas.pdf> Perfiles IPN
- <http://www.vemacero.com/Tablas/A53MP.pdf> Tubos
- <http://pdf.directindustry.es/pdf/4b-braime-components/tornillos-elevadores/31528-247359-2.html> Bulones para la banda transportadora
- <http://www.cadetierras.com.ar/estadisticas/valor-de-la-tierra-en-argentina/valor-de-la-tierra-en-entre-rios/> Precio terreno
- <http://cedar.com.ar/prueba/wp-content/uploads/2017/01/SCM.png> Secadora
- <http://eqa.com.ar/quemador-181-p/> Quemador

Anexo de tabla

**TABLA DE MERMA POR SECADO
SOJA**

% HUMEDAD	% MERMA	% HUMEDAD	% MERMA	% HUMEDAD	% MERMA
13,6	0,69	17,5	5,17	21,4	9,66
13,7	0,80	17,6	5,29	21,5	9,77
13,8	0,92	17,7	5,40	21,6	9,89
13,9	1,03	17,8	5,52	21,7	10,00
14,0	1,15	17,9	5,63	21,8	10,11
14,1	1,26	18,0	5,75	21,9	10,23
14,2	1,38	18,1	5,86	22,0	10,34
14,3	1,49	18,2	5,98	22,1	10,46
14,4	1,61	18,3	6,09	22,2	10,57
14,5	1,72	18,4	6,21	22,3	10,69
14,6	1,84	18,5	6,32	22,4	10,80
14,7	1,95	18,6	6,44	22,5	10,92
14,8	2,07	18,7	6,55	22,6	11,03
14,9	2,18	18,8	6,67	22,7	11,15
15,0	2,30	18,9	6,78	22,8	11,26
15,1	2,41	19,0	6,90	22,9	11,38
15,2	2,53	19,1	7,01	23,0	11,49
15,3	2,64	19,2	7,13	23,1	11,61
15,4	2,76	19,3	7,24	23,2	11,72
15,5	2,87	19,4	7,36	23,3	11,84
15,6	2,99	19,5	7,47	23,4	11,95
15,7	3,10	19,6	7,59	23,5	12,07
15,8	3,22	19,7	7,70	23,6	12,18
15,9	3,33	19,8	7,82	23,7	12,30
16,0	3,45	19,9	7,93	23,8	12,41
16,1	3,56	20,0	8,05	23,9	12,53
16,2	3,68	20,1	8,16	24,0	12,64
16,3	3,79	20,2	8,28	24,1	12,76
16,4	3,91	20,3	8,39	24,2	12,87
16,5	4,02	20,4	8,51	24,3	12,99
16,6	4,14	20,5	8,62	24,4	13,10
16,7	4,25	20,6	8,74	24,5	13,22
16,8	4,37	20,7	8,85	24,6	13,33
16,9	4,48	20,8	8,97	24,7	13,45
17,0	4,60	20,9	9,08	24,8	13,56
17,1	4,71	21,0	9,20	24,9	13,68
17,2	4,83	21,1	9,31	25,0	13,79
17,3	4,94	21,2	9,43		
17,4	5,06	21,3	9,54		

MERMA POR MANIPULEO: ADICIONAR 0.25 %

TABLA DE MERMA POR SECADO

MAIZ

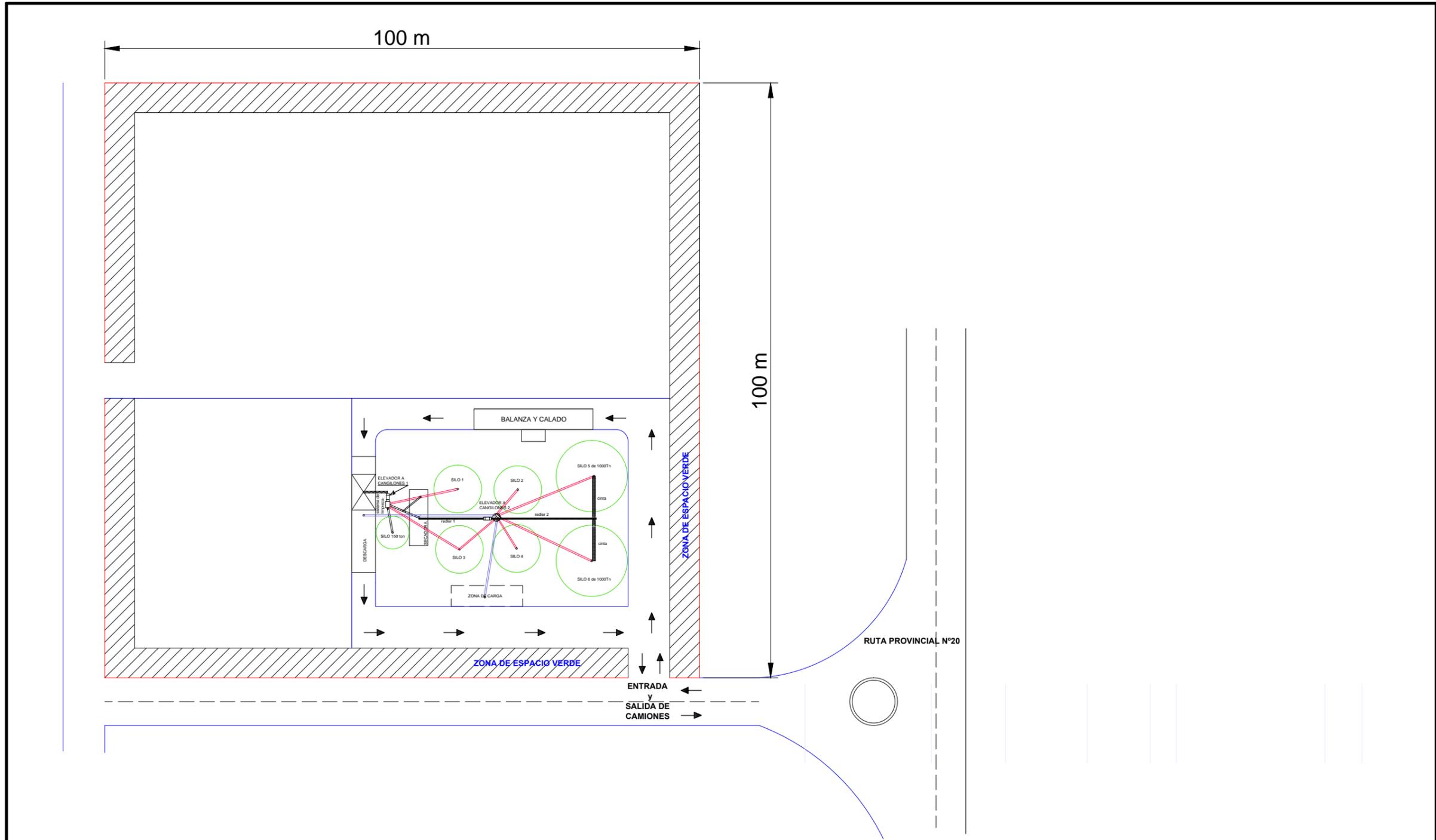
% HUMEDAD	% MERMA	% HUMEDAD	% MERMA	% HUMEDAD	% MERMA
14,6	1,27	18,1	5,32	21,6	9,36
14,7	1,39	18,2	5,43	21,7	9,48
14,8	1,50	18,3	5,55	21,8	9,60
14,9	1,62	18,4	5,66	21,9	9,71
15,0	1,73	18,5	5,78	22,0	9,83
15,1	1,85	18,6	5,90	22,1	9,94
15,2	1,97	18,7	6,01	22,2	10,06
15,3	2,08	18,8	6,13	22,3	10,17
15,4	2,20	18,9	6,24	22,4	10,29
15,5	2,31	19,0	6,36	22,5	10,40
15,6	2,43	19,1	6,47	22,6	10,52
15,7	2,54	19,2	6,59	22,7	10,64
15,8	2,66	19,3	6,71	22,8	10,75
15,9	2,77	19,4	6,82	22,9	10,87
16,0	2,89	19,5	6,94	23,0	10,98
16,1	3,01	19,6	7,05	23,1	11,10
16,2	3,12	19,7	7,17	23,2	11,21
16,3	3,24	19,8	7,28	23,3	11,33
16,4	3,35	19,9	7,40	23,4	11,45
16,5	3,47	20,0	7,51	23,5	11,56
16,6	3,58	20,1	7,63	23,6	11,68
16,7	3,70	20,2	7,75	23,7	11,79
16,8	3,82	20,3	7,86	23,8	11,91
16,9	3,93	20,4	7,98	23,9	12,02
17,0	4,05	20,5	8,09	24,0	12,14
17,1	4,16	20,6	8,21	24,1	12,25
17,2	4,28	20,7	8,32	24,2	12,37
17,3	4,39	20,8	8,44	24,3	12,49
17,4	4,51	20,9	8,55	24,4	12,60
17,5	4,62	21,0	8,67	24,5	12,72
17,6	4,74	21,1	8,79	24,6	12,83
17,7	4,86	21,2	8,90	24,7	12,95
17,8	4,97	21,3	9,02	24,8	13,06
17,9	5,09	21,4	9,13	24,9	13,18
18,0	5,20	21,5	9,25	25,0	13,29

MERMA POR MANIPULEO: ADICIONAR 0.25 %

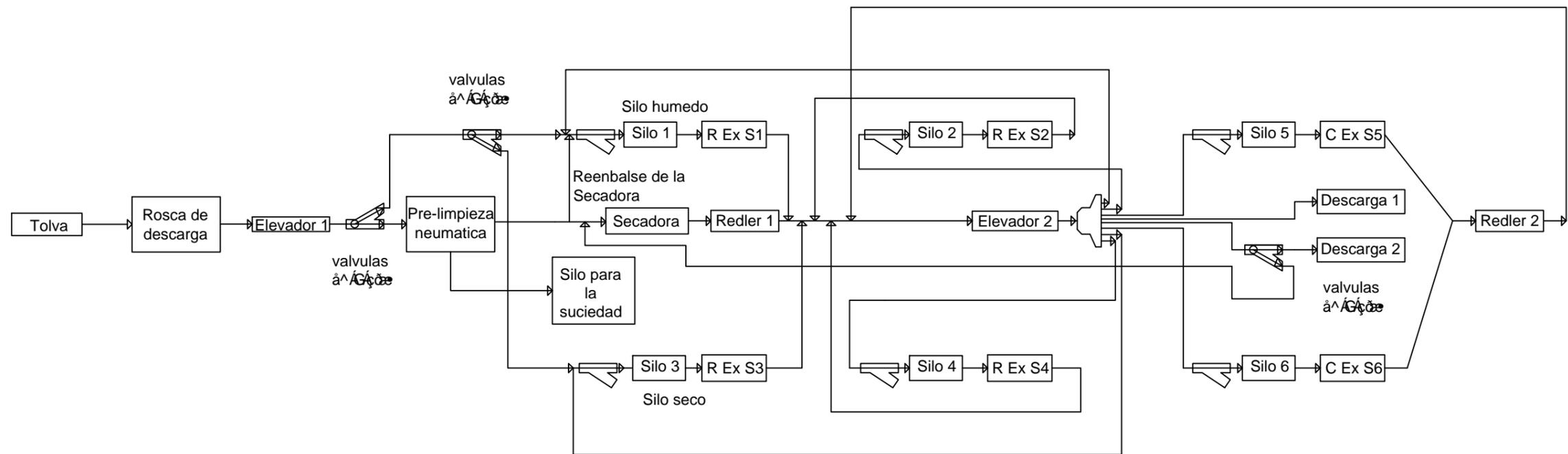
TABLA DE MERMA POR SECADO

TRIGO PAN

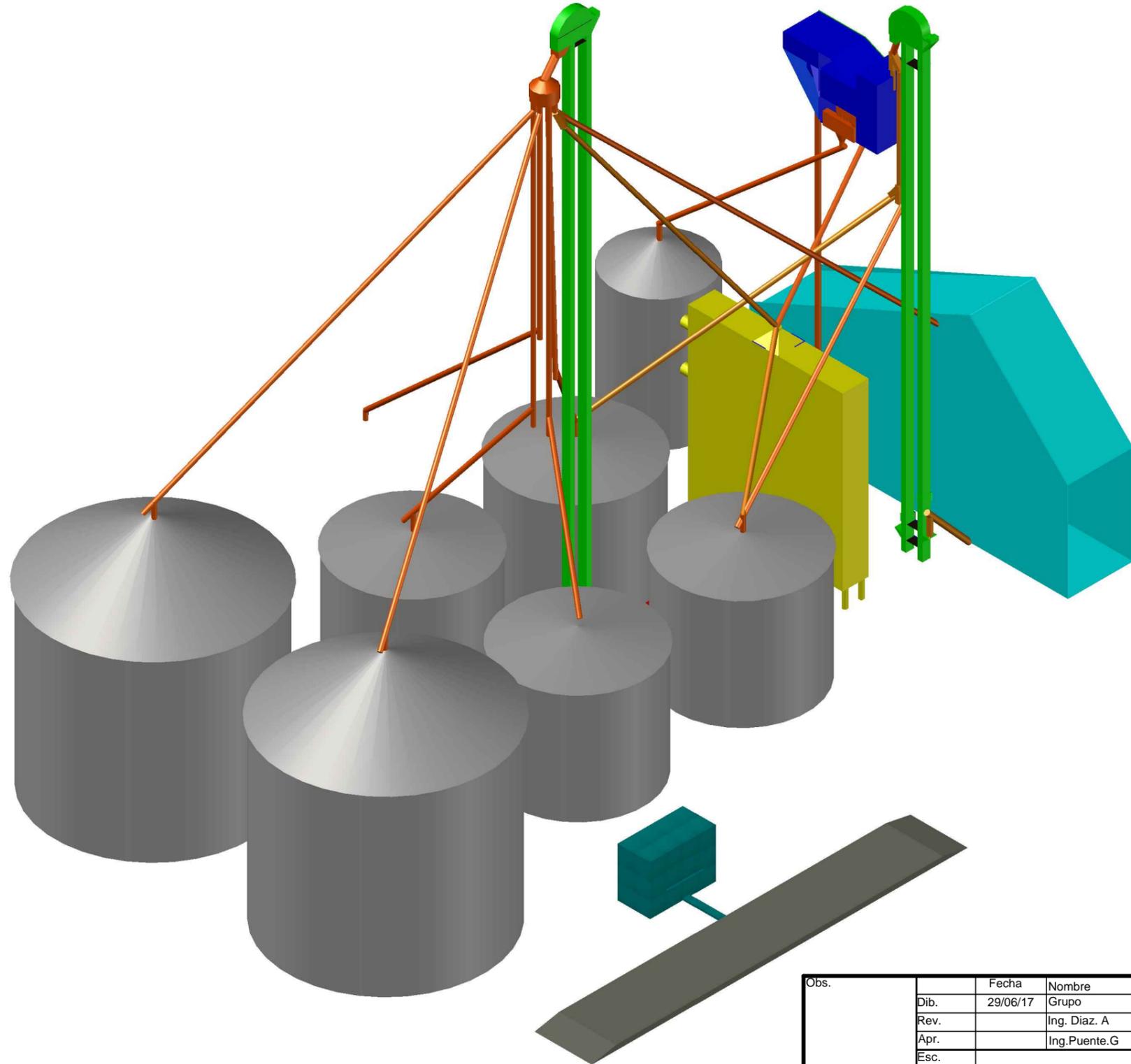
% HUMEDAD	% MERMA	% HUMEDAD	% MERMA	% HUMEDAD	% MERMA
14,10	0,69	17,80	4,97	21,50	9,25
14,20	0,81	17,90	5,09	21,60	9,36
14,30	0,92	18,00	5,20	21,70	9,48
14,40	1,04	18,10	5,32	21,80	9,60
14,50	1,16	18,20	5,43	21,90	9,71
14,60	1,27	18,30	5,55	22,00	9,83
14,70	1,39	18,40	5,66	22,10	9,94
14,80	1,50	18,50	5,78	22,20	10,06
14,90	1,62	18,60	5,90	22,30	10,17
15,00	1,73	18,70	6,01	22,40	10,29
15,10	1,85	18,80	6,13	22,50	10,40
15,20	1,97	18,90	6,24	22,60	10,52
15,30	2,08	19,00	6,36	22,70	10,64
15,40	2,20	19,10	6,47	22,80	10,75
15,50	2,31	19,20	6,59	22,90	10,87
15,60	2,43	19,30	6,71	23,00	10,98
15,70	2,54	19,40	6,82	23,10	11,10
15,80	2,66	19,50	6,94	23,20	11,21
15,90	2,77	19,60	7,05	23,30	11,33
16,00	2,89	19,70	7,17	23,40	11,45
16,10	3,01	19,80	7,28	23,50	11,56
16,20	3,12	19,90	7,40	23,60	11,68
16,30	3,24	20,00	7,51	23,70	11,79
16,40	3,35	20,10	7,63	23,80	11,91



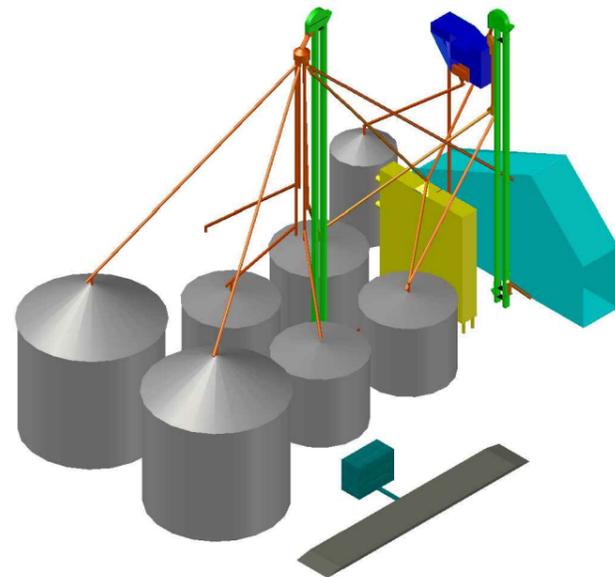
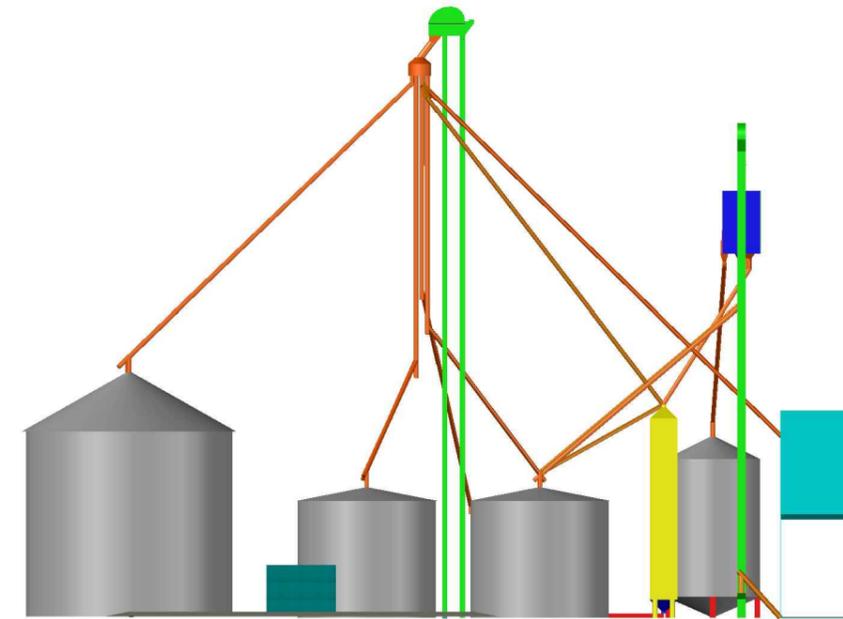
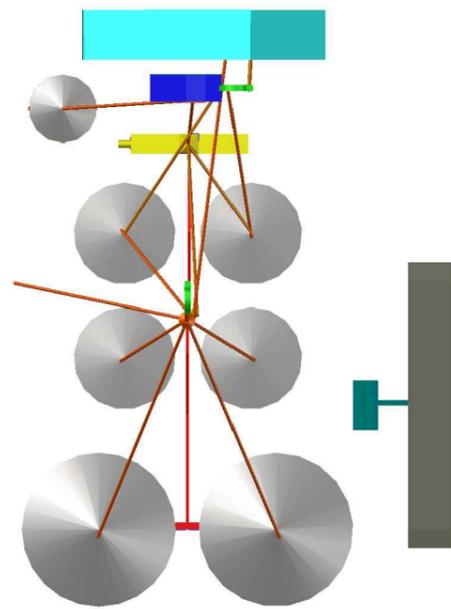
Obs.	Fecha	Nombre	UTN FRCU PROYECTO FINAL DE CARRERA	GRUPO MARTINEZ J - VOLKER M
	Dib.	Grupo		
	Rev.	Ing. Diaz. A		
	Apr.	Ing. Puente. G	PLANTA DE ACOPIO Y SECADO DE CEREALES	PLANTA DE SECADO Y ACOPIO DE CEREALES
	Esc.			FECHA: 29/06/2017
Toler.	PLANTA DE ACOPIO Y SECADO DE CEREALES		PL 001	
Rug.				



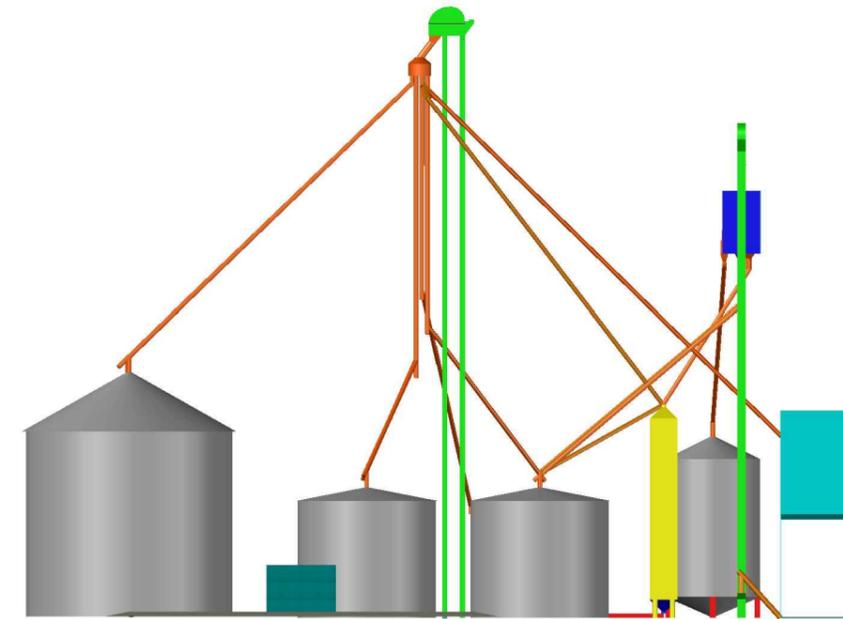
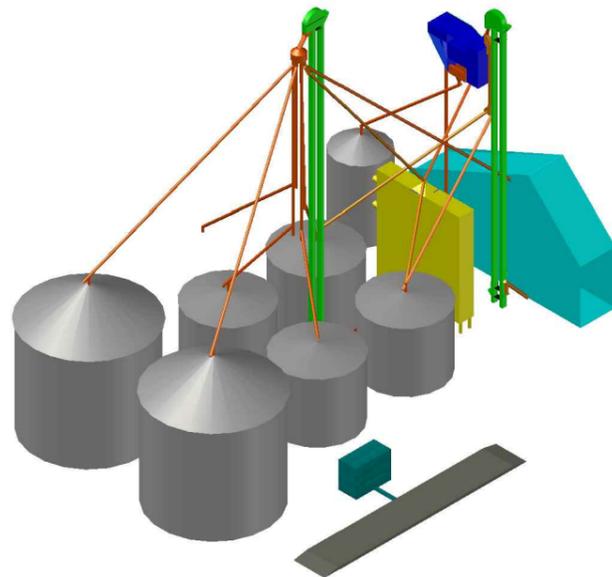
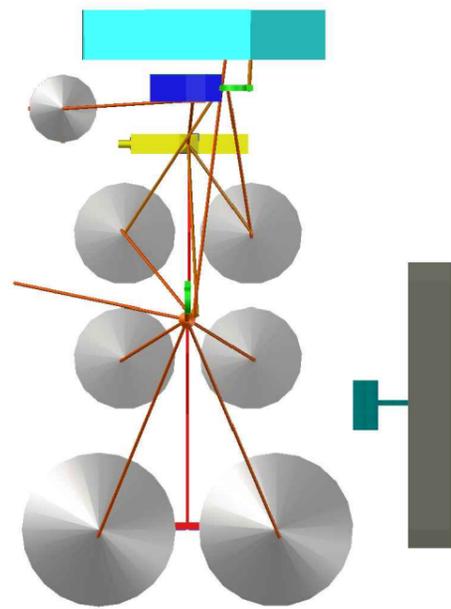
Obs.	Fecha	Nombre	UTN FRCU PROYECTO FINAL DE CARRERA	GRUPO MARTINEZ J - VOLKER M
	Dib.	Grupo		
	Rev.	Ing. Diaz. A		
	Apr.	Ing. Puente. G		
Esc.	DIAGRAMA DE FLUJO DEL CEREAL DENTRO DE LA PLANTA		PLANTA DE SECADO Y ACOPIO DE CEREALES	
Toler.			FECHA: 29/06/2017	
Rug.			PL 002	



Obs.	Fecha	Nombre	UTN FRCU PROYECTO FINAL DE CARRERA	GRUPO MARTINEZ J - VOLKER M	
	Dib.	29/06/17			Grupo
	Rev.				Ing. Diaz. A
	Apr.		Ing. Puente. G		
	Esc.	<p>Área de [...] de de acopio y secado de cereales</p>		PLANTA DE SECADO Y ACOPIO DE CEREALES	
Toler.			FECHA: 29/06/2017		
Rug.			PL 003		



Obs.		Fecha	Nombre	UTN FRCU PROYECTO FINAL DE CARRERA	GRUPO MARTINEZ J - VOLKER M
Dib.	29/06/17	Grupo			
Rev.		Ing. Diaz. A			
Apr.		Ing. Puente. G			
Esc.	Vistas de la planta de acopio y secado de cereales			PLANTA DE SECADO Y ACOPIO DE CEREALES	
Toler.				FECHA: 29/06/2017	
Rug.				PL 004	



Obs.		Fecha	Nombre	UTN FRCU PROYECTO FINAL DE CARRERA	GRUPO MARTINEZ J - VOLKER M
Dib.	29/06/17	Grupo			
Rev.		Ing. Diaz. A			
Apr.		Ing. Puente. G			
Esc.	Vistas de la planta de acopio y secado de cereales			PLANTA DE SECADO Y ACOPIO DE CEREALES	
Toler.				FECHA: 29/06/2017	
Rug.				PL 004	