

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL SANTA FE**



PROYECTO FINAL DE CARRERA

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DOSIFICADO Y
MEZCLADO EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTO PARA
NUTRICIÓN ANIMAL”**

Alumno: Goi Leonel.

Profesor: Ing. Esp. MONTI, Rubén.

Auxiliar: Ing. BENZI, Sebastián.

Director de Proyecto Final: ARIETTI, Leonardo.

Año: 2022

ÍNDICE.

CAPITULO I.....	7
1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO.	7
1.1) Introducción. -----	7
1.2) Ubicación en el tiempo y en el espacio del desarrollo del proyecto. -----	7
1.3) Objetivo general. -----	7
1.4) Objetivos específicos. -----	8
1.5) Descripción del problema. -----	8
1.6) Solución planteada. -----	10
1.6.1) Alternativa 1.....	10
1.6.2) Alternativa 2.....	12
1.7) Justificación del proyecto. -----	14
CAPITULO II.....	15
2. ESTUDIO DEL PRODUCTO INVOLUCRADO.	15
2.1) Características. -----	15
2.2) Datos y parámetros hoy en día. -----	16
CAPITULO III.....	17
3. MARCO TEORICO.	17
3.1) Proceso de mezclado y dosificado. -----	17
3.1.1) Introducción.	17
3.1.2) Tipos de mezcladoras.....	17
3.1.3) Métodos de mezclado.....	18
3.1.4) Influencia de los ingredientes en el mezclado.	19
3.1.5) Prevención de problemas en el mezclado.	19
3.1.6) Tamaño de mezcladora.	20
3.1.7) Capacidad de la línea de mezcla.....	20
3.1.8) Dosificado automático.....	22
3.2) Manipulación de materiales. -----	23
3.2.1) Introducción.	23
3.2.2) Tipos de transportes.	24
CAPITULO IV.	29
4. CÁLCULO Y DISEÑO.....	29
4.1) Equipos involucrados. -----	29
4.2) Consideraciones iniciales para diseño de instalación y equipos. -----	30
4.3) Cálculo y diseño de equipos involucrados. -----	32

4.3.1) Elevador de bolsas.	32
4.3.2) Mesa de rodillos.....	53
4.3.3) Mezcladora.	55
4.3.4) Tolva bajo mezcladora.....	57
4.3.5) Sin fin.....	62
4.3.6) Embolsadora y cosedora.	91
4.3.7) Cinta trasportadora.	94
4.4) Detalles generales para la instalación.-----	125
4.5) Codificación de planos. -----	127
4.6) Esquema de pintura. -----	129
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
BIBLIOGRAFÍA.....	134

|

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Tiempos.....	31
Tabla 3. Características perfil cuadrado (70x70).....	39
Tabla 4. Características perfil cuadrado (50x50).....	40
Tabla 5. Características de material según CEMA.....	63
Tabla 6. Factor de capacidad CF1.....	64
Tabla 7. Factor de capacidad CF2.....	64
Tabla 8. Factor de capacidad CF3.....	64
Tabla 9. Características de caño eje sin fin.....	67
Tabla 10. Características caño camisa.....	68
Tabla 11. Factor del diámetro.....	69
Tabla 12. Factor de helicoidal (Ff).....	69
Tabla 13. Factor de paleta.....	69
Tabla 14. Dimensiones de chaveta según DIN 6885.....	84
Tabla 15. Medidas de ancho de banda.....	95
Tabla 17. Características técnicas de banda.....	95
Tabla 18. Recomendación de diámetro de rodillos por ancho de banda.....	100
Tabla 19. Características del rodillo.....	100
Tabla 20. Revoluciones en función de la velocidad de cinta.....	101
Tabla 21. Separación entre estaciones consecutivas.....	101
Tabla 22. Capacidad de carga de rodillo en base a la velocidad.....	102
Tabla 23. Coeficiente de rozamiento.....	104
Tabla 24. Coeficiente C.....	105
Tabla 25. Coeficiente μ	111
Tabla 26. Valores de $1e\mu\alpha - 1$	112
Tabla 27. Valores de $e\mu\alpha$	113

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Mezcladora.....	9
Figura 2. Vista en planta.....	9
Figura 3. Vista en corte.....	9
Figura 4. Alternativa 1.	10
Figura 5. Vista en planta alternativa 1.	11
Figura 6. Vista lateral alternativa 1.	11
Figura 7. Alternativa 2.	12
Figura 8. Vista lateral alternativa 2.	13
Figura 9. Sistema de transporte banda transportadora.	24
Figura 10. Transportador aéreo.....	24
Figura 11. Sistema de transporte con tornillo sinfín.....	25
Figura 12. Sistema de transporte a rodillos.	25
Figura 13. Transportador redler.....	26
Figura 14. Montacarga.	26
Figura 15. Sistema de transporte de elevador a cangilones.....	27
Figura 16. Puente grúa.	27
Figura 17. Sistema de transporte neumático.....	28
Figura 18. Sistema de transporte por vibración.....	28
Figura 19. Equipos involucrados.	29
Figura 20. Medidas de bolsa.....	31
Figura 21. Elevador de bolsas.....	32
Figura 22. Sistema de accionamiento.	33
Figura 23. Cabina Elevador de bolsas.....	34
Figura 24. Disposición de bolsas en base.....	35
Figura 25. Tensiones en cabina.	36
Figura 26. Deformaciones en cabina.....	36
Figura 27. Calidades de aceros estructurales.	37
Figura 28. Material para laterales protectores y piso.....	40
Figura 29. Sistema de correderas.	41
Figura 30. Características ruedas Roma.	41
Figura 31. Perno gancho.....	42
Figura 32. Cargas en grillete izaje.....	42
Figura 33. Medidas pasador.....	44
Figura 34. Estructura elevador.....	46
Figura 35. Carga aplicada F.....	47
Figura 36. Tensiones estructura elevador.....	47
Figura 37. Desplazamientos estructura elevador.....	48
Figura 38. Características de material de viga.....	49
Figura 39. Mezcladora.....	55
Figura 40. Medidas boca de descarga mezcladora.....	55
Figura 41. Plataforma.....	56
Figura 42. Factor de servicio.....	72
Figura 43. Fuerzas en transporte sin fin.....	76
Figura 44. Ubicación de chaveta.....	84
Figura 45. Medidas acople.....	87

Figura 46. Rodamiento sinfín.....	88
Figura 47. Vida nominal rodamientos.	89
Figura 48. Embolsadora y cosedora.....	91
Figura 49. Cuellos flexibles.....	125
Figura 50. Soportes sinfín.....	125
Figura 51. Sellado.	126
Figura 52. Ejemplo codificación.....	128

CAPITULO I

1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO.

1.1) Introducción.

Hoy en día debido a las grandes exigencias del mercado, en una industria es necesario contar con una agilidad en las técnicas de producción lo más alta posible.

Como toda organización, una empresa pretende alcanzar diferentes objetivos y lograr reconocimiento en el rubro con aspiraciones de expandirse; entre otras metas a corto y mediano plazo.

La optimización y control de los procesos es de vital importancia para la determinación de la competitividad, y como este es un aspecto endógeno a la empresa, esto le permite actuar y valerse de ella para mejorar su rentabilidad, su valor ante sus clientes y su posición mercantil; además de maximizar beneficios y utilizar eficientemente todos los recursos con que cuenta para así obtener un servicio o producto al menor costo posible sin comprometer su calidad final.

Como se sabe la elaboración de alimentos para animales dentro del ámbito local es trascendental, por eso es necesario contar con las acciones de producción que garantice una producción eficaz para así lograr las metas deseadas.

1.2) Ubicación en el tiempo y en el espacio del desarrollo del proyecto.

Este proyecto se llevará a cabo en la empresa Nutriar dedicada a la elaboración de productos para nutrición animal. La misma se encuentra emplazada sobre Ruta 70, km 25,5 en la ciudad de Esperanza, Santa Fe, Argentina.

1.3) Objetivo general.

El proceso de dosificado y mezclado se realiza utilizando mano de obra manual excesiva y con medios y/o métodos no adecuados. Esto es debido a que en su momento la pequeña producción hacía suponer que era justificable este actuar y sus técnicas.

Con el paso del tiempo, el crecimiento de la empresa ha hecho que sea necesario proceder sobre el tema y realizar un estudio para implementar cambios, que logren un lugar de trabajo adecuado, apto y a la altura de las exigencias.

Se busca con este proyecto, un diseño y rediseño de la instalación que reduzca la fatiga física del empleado, debido al trabajo manual y repetitivo; el exceso de tiempos muertos que recaen en elevados costos que atenten contra el precio final del producto y que se adapte a los requerimientos de producción y seguridad.

1.4) Objetivos específicos.

- Diseñar una instalación que se ajuste a la producción deseada hoy en día y para un futuro, siendo sustentable y económicamente factible.
- Reducir al mínimo la mano de obra manual.
- Perfeccionar el funcionamiento para lograr un proceso más ágil y controlado.
- Optimizar los tiempos del lote de producción.
- Desarrollar el cálculo y diseño de los equipos involucrados: cinta transportadora, elevador de bolsas, mesa de rodillos, sin fin, estructuras, tolvas de materia prima, entre otros.
- Comprobar que no existan restricciones que afecten la puesta en marcha del proyecto.

1.5) Descripción del problema.

El proceso en cuestión se lleva a cabo en la mezcladora con la referencia MZ-01 que se encuentra ubicada en la plataforma elevada (ES-02) como indica la Figura 1, Figura 2 y Figura 3.

El mismo se inicia preparando las cantidades de materia prima adecuadas para la formulación mediante una balanza en la zona MP-01. Para que las cantidades formuladas se dosifiquen se debe subir a la mezcladora mediante una escalera (ES-01). Luego de volcar toda la materia prima se inicia el mezclado.

Una vez transcurrido el tiempo de mezclado se descargan en bolsas de 20 y 25 (kg) las cuales son cosidas y llevadas al sector de paletizado (ZP-01), ubicado a unos 4 metros aproximadamente de la boca de descarga, debido a las restricciones que presente el lugar. Ver corte en Figura 3.

El principal problema es que la forma de llevar a cabo el proceso no es la propicia para la necesidad de producción actual y como todas las tareas son totalmente manuales, esto recae en elevados tiempos por batch (lote producido), posibles lesiones y/o fatiga del operario, posibles errores en la formulación con sus consecuencias negativas y además tener un proceso poco óptimo, poco ágil y no controlado.

El elevado tiempo no solo es consecuencia del trabajo manual, sino también debido a que no se puede realizar otra tarea hasta que el batch no esté totalmente terminado.



Figura 1. Mezcladora.

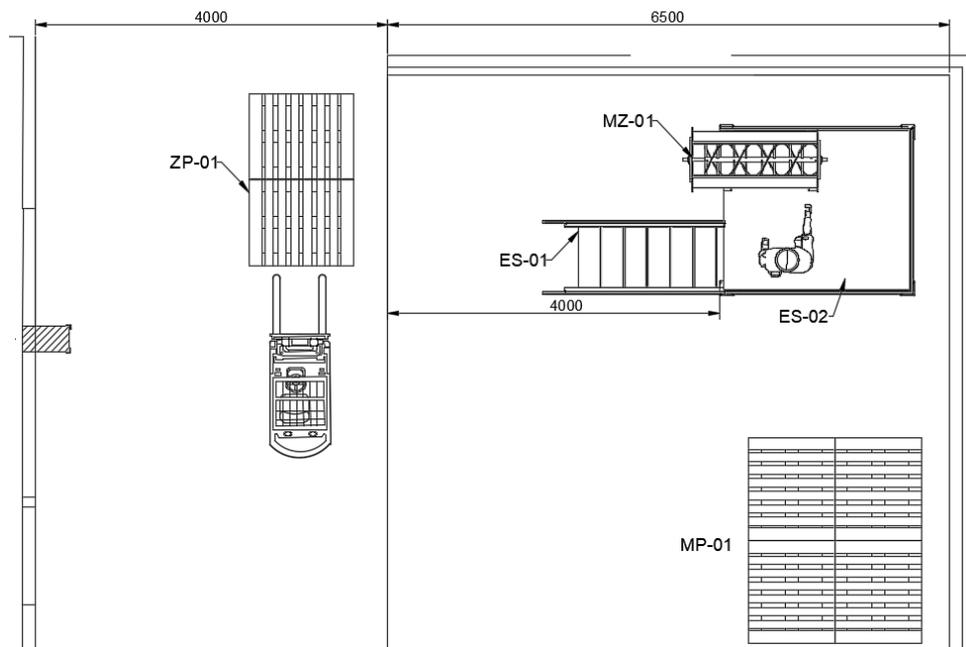


Figura 2. Vista en planta.

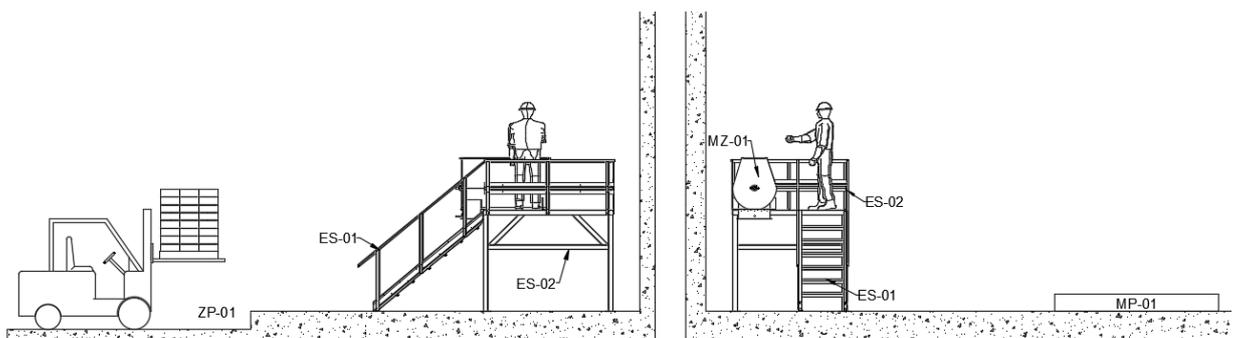


Figura 3. Vista en corte.

1.6) Solución planteada.

En su momento la capacidad de producción cumplía con las necesidades y requerimientos, por lo que se justificaba la utilización de mano de obra manual. Por lo que el procedimiento actual estaba bien en la medida que la producción sea pequeña o que la empresa realmente no tenga como invertir en un sistema mecanizado y más aún en un sistema automatizado. Además, aunque se esté ahorrando en instalaciones, aplicando procedimientos manuales la eficiencia es muy baja en términos de baches por hora producidos.

Para solucionar los problemas planteados se brindan dos alternativas de diseño, las mismas son semiautomáticas, eliminan la problemática y se eleva la capacidad de producción. En alternativa 1 se mejoran todos los puntos, pero el dosificado sigue siendo manual, a diferencia con la alternativa que todo el proceso es controlado por PLC.

1.6.1) Alternativa 1.

Presenta un rediseño de la instalación actual, utilizando la misma mezcladora y su plataforma. Se realiza un pequeño desplazamiento de la mezcladora y se añaden varios equipos, así se logra llegar a una producción cercana al doble de la actual y eliminar la mayoría de los inconvenientes presentes. Alternativa sugestiva, se necesita una mínima inversión, con equipos sencillos y se puede poner en marcha en un periodo corto de tiempo. Ver Figura 4,5 y 6.

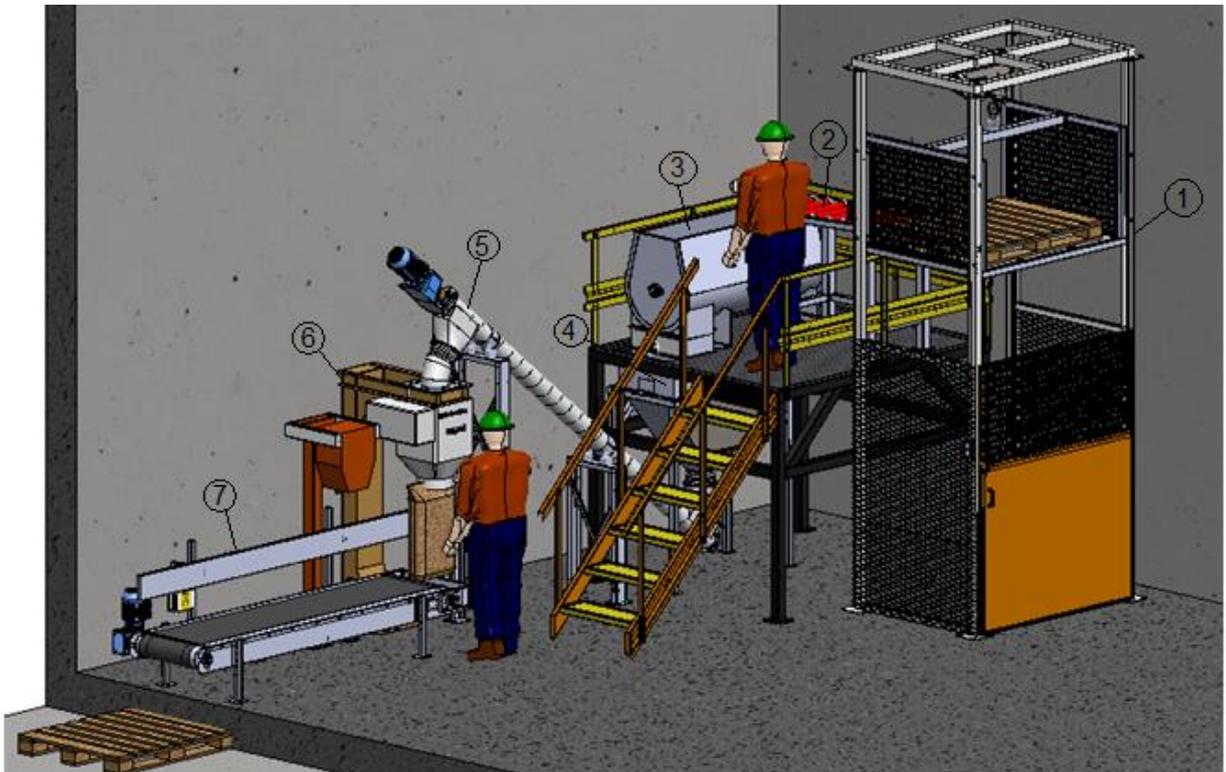


Figura 4. Alternativa 1.

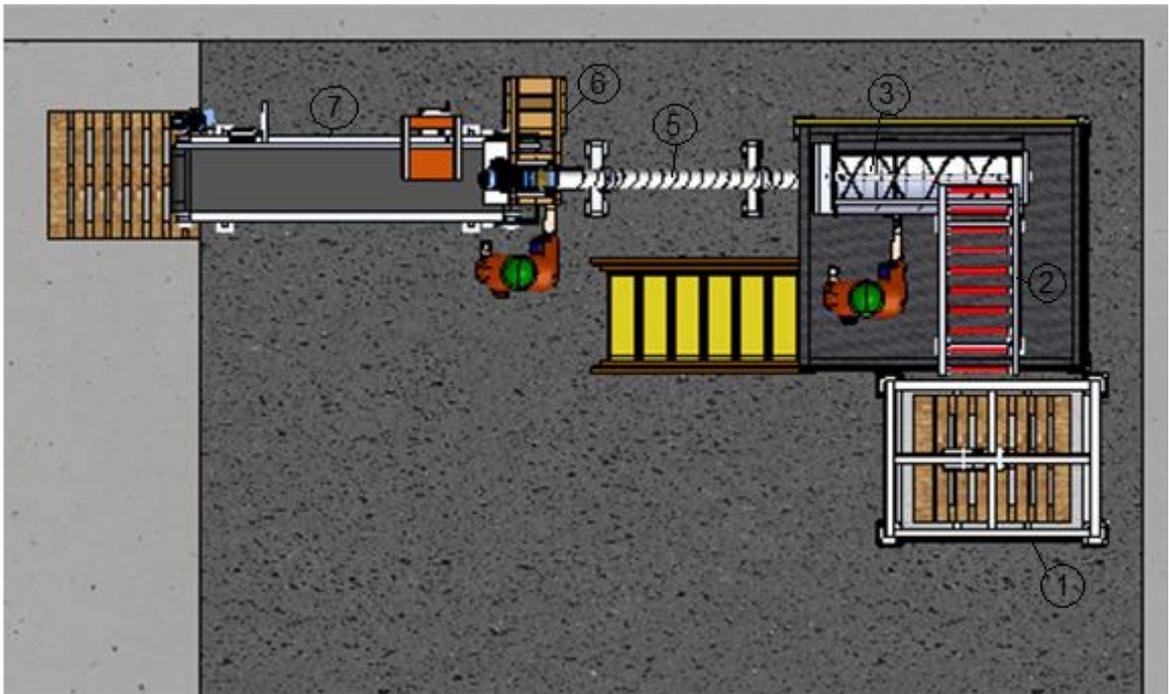


Figura 5. Vista en planta alternativa 1.

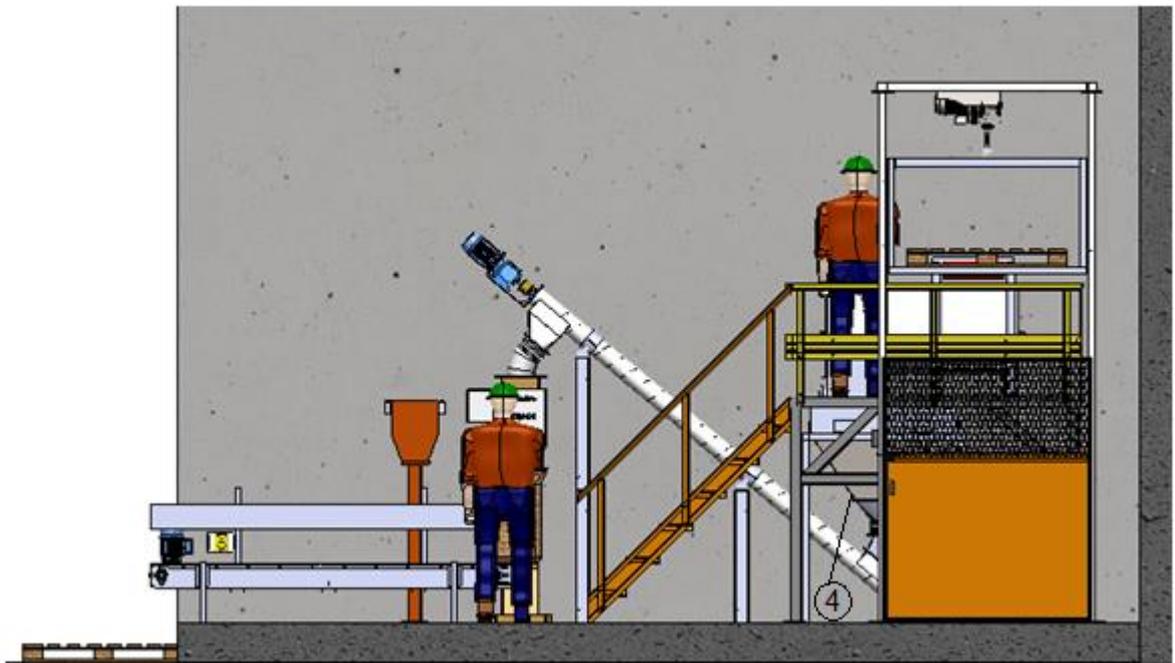


Figura 6. Vista lateral alternativa 1.

Funcionamiento.

Se anexa un elevador de bolsas con polipasto de capacidad 1000 kilos (1), teniendo la función de elevar la materia prima. El operario desde la cabina del elevador acompaña la bolsa a treves de una mesa de rodillos (2) hasta que la misma hace tope y es volcada a la mezcladora (3). Una vez esto y trascurrido el tiempo de mezclado se deja caer el producto a una tolva bajo mezcladora (4), la cual sirve para eliminar la necesidad de vaciar la misma en su totalidad para iniciar un nuevo mezclado. Da la flexibilidad de que mientras se embolsa poder ir dosificando el siguiente batch.

Luego, con un sinfín (5), se mueve el producto desde la tolva hacia una embolsadora automática de marca Sipel y después pasa por la cosedora (6). Una vez embolsado el producto final, el saco viaja hacia la zona de paletizado gracias a una cinta transportadora (7) para así finalizar el proceso.

Con este diseño el operario, salvando a momento de la carga al levador, no carga una bolsa hasta finalizar el proceso, agilizándolo y evitando malestares físicos y otras consecuencias negativas.

1.6.2) Alternativa 2.

Opción para un futuro, con una producción acorde a lo que pida el cliente. La misma se adapta más fácilmente a variantes en los requerimientos de producción siendo también una instalación más controlada y con menos posibilidades de errores humanos de formulación.

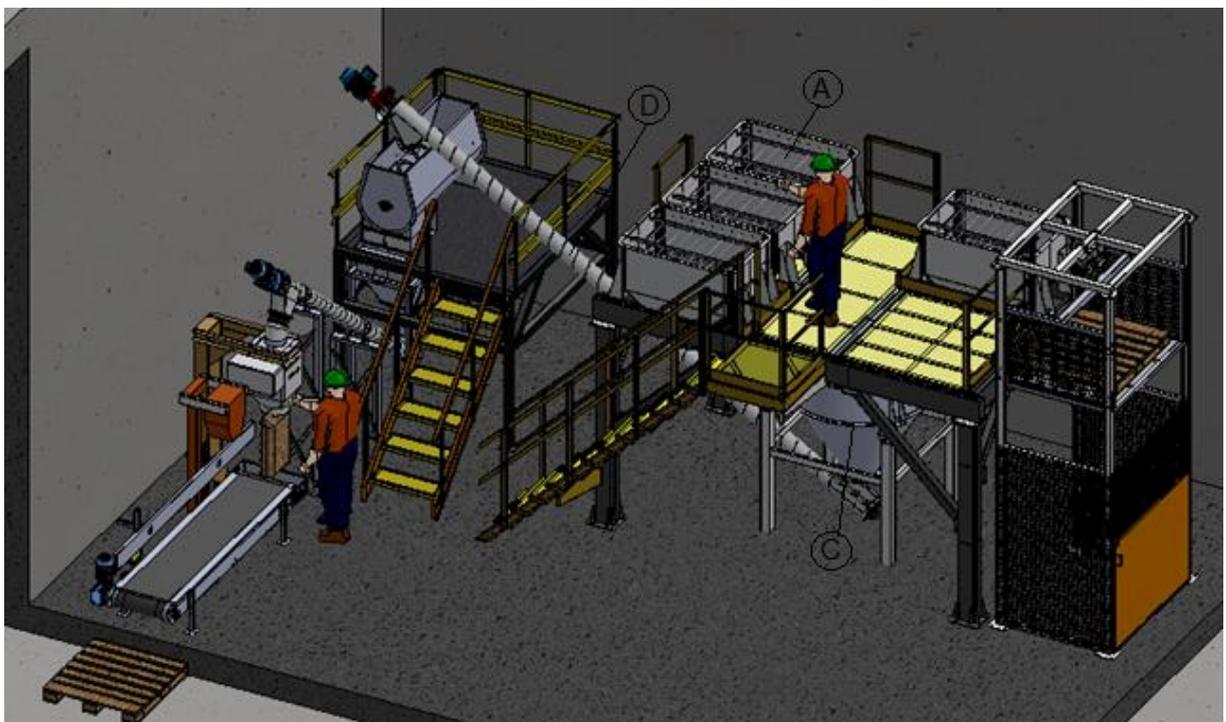


Figura 7. Alternativa 2.



Figura 8. Vista lateral alternativa 2.

Funcionamiento.

La instalación tiene una idea similar a la alternativa 1, la diferencia se basa en añadir otros equipos para tener una dosificación automatizada. Se puede reutilizar la mezcladora o implementar una de mayor capacidad si fuese necesario.

Está dispuesta de una estructura con 4 tolvas para almacenamiento de materia prima (A). La misma se eleva gracias al elevador de bolsas eléctrico de la alternativa 1.

Las 4 tolvas tienen sin fines extractores (B) que dosifican a la balanza (C). Estos dosificadores son controlados por PLC.

La balanza cuenta con 4 celdas de carga. En la descarga de la balanza hay una válvula mariposa con comando electroneumático.

La descarga de la balanza se realiza en la mezcladora, mediante sin fin (D). El tiempo de mezclado es controlado por el PLC. Si se coloca una nueva, la descarga se efectúa por dos compuertas con un comando electroneumático de apertura monoestable, esta apertura se encuentra enclavada por un sensor de mínimo que se coloca en la tolva bajo mezcladora. El proceso aguas abajo es de igual manera que alternativa 1.

Por motivos de inversión y de decisión de la empresa se desarrollará y trabajará en la alternativa número 1. La cual engloba desde la preparación de materia prima hasta el paletizado, siendo este último un tema para un próximo estudio, excluyéndolo así de este proyecto.

1.7) Justificación del proyecto.

La elección de este proyecto surge de la necesidad de dicha empresa en trabajar, estudiar e implementar mejoras y equipos que hagan que el proceso sea más ágil y confiable. La implementación de lo antes mencionado tiene como consecuencia dos puntos importantes:

1) Se llega a una reducción de tiempos y trabajos repetitivos e innecesarios. Como consecuencia importante, se consigue un aumento en la producción.

2) Se reduce la posibilidad de riesgo en el trabajo y de la aparición de enfermedades profesionales.

Entre las diversas tareas que se desarrollan en una industria, la manipulación manual de cargas es la operación más habitual y con riesgos importantes para la salud, ya que puede producir fatiga física y/o lesiones.

Debido a esto se realizó un pequeño análisis y estudio de detección de riesgos de trabajo presente en anexo 1, ubicado al final de este proyecto.

CAPITULO II

2. ESTUDIO DEL PRODUCTO INVOLUCRADO.

2.1) Características.

El producto se trata de un lactoreemplazante de leche de vaca apto para la crianza artificial de terneros el cual provee, en su etapa de lactancia, todos los nutrientes necesarios para su normal crecimiento y desarrollo. El mismo reemplaza la leche materna de la vaca, buscando una equivalencia nutricional con la leche bovina, es decir, simulan a la leche natural que se le suministra al ternero.

Como ventaja notable reduce el costo de alimentación y la leche bovina puede destinarse a la comercialización, consiguiendo mayores beneficios económicos, siempre y cuando el precio de la leche sea superior al del lactoreemplazante.

Está compuesta por derivados de la industria láctea como ser sueros, proteínas y leche en polvo más harina de soja micronizada y un núcleo específico.

- Se comercializan en bolsas de 20 y 25 (kg).
- La materia prima se presenta en bolsas de 25 (kg).
- Formulación aproximada:
 - Producto 1: 25% (50 kg).
 - Producto 2: 30% (60 Kg).
 - Producto 3: 25% (50 kg).
 - Producto 4: 15% (30 kg).
 - Producto 5: % (10 kg).
- Densidad promedio: 700 (kg/m³).
- Requisitos legales y/o normativos: se requiere previa inspección por parte de Senasa, con la necesidad de contar con buenas prácticas de manufactura.

2.2) Datos y parámetros hoy en día.

- Temperatura: no requiere de una temperatura específica, se trabaja con temperatura ambiente.
- Humedad: se trabaja con humedad ambiente.
- Atmósfera en donde se encuentra: al ser un producto volátil se debe evitar se debe manejar con cuidado para no desperdiciar y generar un ambiente perjudicial.
- Jornada de 10 horas.
- Se elaboran entre 2000/3000 kilos por día.
- Cada batch es de 200 (kg) para este tipo de producto.
- Tiempos:

Preparación y formulación: 8 minutos.

Elevación de carga: 6 minutos.

Carga a mezcladora o dosificado: 5 minutos.

Mezclado: 5 minutos.

Vaciado de mezcladora más embolsado: 24 minutos.

Tiempo total aproximado por batch: 48 minutos.

Cantidad de batch por hora: 1,25.

Cantidad de batch diarios: 12,5.

CAPITULO III

3. MARCO TEORICO.

3.1) Proceso de mezclado y dosificado.

3.1.1) Introducción.

Dentro de los distintos procesos que intervienen en la producción de los alimentos para animales, sin duda el mezclado constituye uno de los procesos más relevantes. Combinar ingredientes con características únicas en una ración formulada que pueda aportar todos los requerimientos nutricionales a un animal, crea un valor agregado que no existe en los ingredientes de manera individual.

Conocer los fundamentos del proceso de mezclado y los tipos básicos de mezcladoras permite a un productor optimizar la fabricación y la formulación de la dieta animal.

Como punto de partida debemos considerar que el mezclado representa una de las etapas dentro del proceso integral de mezclado y racionamiento.

El proceso de mezclado permite la distribución uniforme de los ingredientes o componentes de una mezcla mediante una secuencia de procedimientos manuales o mecánicos con lo cual, se logra un producto homogéneo. El mismo se lleva a cabo respetando las proporciones previamente definidas en la formulación y medidas en la dosificación. Estas proporciones deben ser respetadas estrictamente por los operarios para garantizar la calidad del producto y cumplir con las especificaciones de este.

En esta etapa también se agregan los líquidos, la premezcla de minerales y vitaminas u otros aditivos.

Se debe tener un estricto control del tiempo de mezclado de 3,5 a 5 minutos cuando se realiza con máquinas mezcladoras de plano horizontal giratorio y de 10 a 15 minutos en máquinas mezcladoras de plano vertical (INTI).

3.1.2) Tipos de mezcladoras.

Los dos tipos más comunes de mezcladoras son las verticales y horizontales. Recientemente, se ha incrementado también el uso de las mezcladoras de tambor rotatorio, especialmente para la producción de alimentos especializados.

Las verticales son usadas principalmente en operaciones de plantas de alimentos pequeñas o por integradores con menores necesidades de producción. Este tipo incluyen uno o dos tornillos helicoidales elevadores, que pueden ser estacionarios o rotatorios, los cuales mueven hacia arriba los ingredientes realizando el proceso de mezclado. Las principales ventajas de estos son su relativamente bajo costo y su menor requerimiento de espacio. Las desventajas incluyen un mayor tiempo de mezclado, capacidad limitada de inclusión de ingredientes líquidos y mayores requerimientos de limpieza.

Las mezcladoras horizontales pueden ser de listones o de paletas. La de doble listón es la más utilizada actualmente en la industria de alimentos balanceados y la que ofrece el menor tiempo de mezclado, son especialmente útiles con ingredientes secos y de fácil movilidad. Su funcionamiento se basa en dos espirales de listones internos y dos espirales de listones externos en el lado opuesto de los internos, los cuales permiten transportar los ingredientes de un extremo a otro mientras lo revuelven.

Por su parte, las de paletas son útiles cuando se trata de mezclar ingredientes que requieren añadir una mayor proporción de líquidos o que son más difíciles de revolver. Este tipo, se pueden encontrar con distintas configuraciones, la más común incluye dos juegos de paletas, interno y externo, que mueven los ingredientes en direcciones opuestas realizando el proceso de mezclado. El uso de las mezcladoras de paletas se ha incrementado debido a las mejoras realizadas a su eficiencia de mezclado (Engormix, Proceso de Mezclado, s.f.).

3.1.3) Métodos de mezclado.

Los métodos de mezclado son por lotes o batch y el mezclado continuo. El método continuo fue de los primeros utilizados siendo el sistema estándar de mezclado durante muchos años.

En la actualidad, los métodos de mezclado por batch son el referente en la industria de los alimentos balanceados, como resultado del incremento en los tipos de ingredientes y microingredientes utilizados, así como la mayor variedad de alimentos producidos.

El método continuo de mezclado agrega de manera simultánea todos los ingredientes a la mezcladora de acuerdo con raciones predeterminadas. Por su parte, el método de mezclado por tandas agrega una cantidad específica de cada ingrediente en base a una fórmula y procede a mezclarlos en lotes de determinado tamaño.

El mayor uso de los métodos de mezclado por tandas se debe a que presenta importantes ventajas como su adaptabilidad a niveles de producción pequeños, un racionamiento más preciso y una mayor flexibilidad para realizar cambios en la formulación (Engormix, Proceso de Mezclado, s.f.).

3.1.4) Influencia de los ingredientes en el mezclado.

La operación de una mezcladora depende tanto del tipo o diseño como de las propiedades físicas de los ingredientes.

Durante el proceso de mezclado las propiedades físicas de los ingredientes que influyen en el funcionamiento de la mezcladora son las siguientes:

- Tamaño y forma de la partícula.
- Peso específico o densidad.
- Higroscopicidad.
- Susceptibilidad a la carga electrostática.
- Adhesividad.

De los puntos anteriores, el tamaño de la partícula, la forma y la densidad son los más relevantes. Si todas las propiedades físicas son relativamente iguales, la mezcla es relativamente simple, pero conforme los parámetros físicos empiezan a variar más ampliamente, los problemas de mezcla y segregación se complican. Cuando se toma en cuenta el amplio espectro de propiedades físicas encontradas en los ingredientes comunes, es evidente la complejidad de la operación de la mezcla (Engormix, Proceso de Mezclado, s.f.).

3.1.5) Prevención de problemas en el mezclado.

En el proceso de mezclado se presentan algunos problemas que pueden ser prevenidos o atendidos oportunamente, algunas recomendaciones son las siguientes:

- El orden de carga debe ser:
 - 1) Ingredientes mayores, 2) ingredientes menores, 3) aditivos, 4) líquidos.
- Llenar la mezcladora no menos que a 1/3 parte de su volumen para evitar inhibir la eficiencia del mezclado.
- Evitar sobrellenar la mezcladora, los listones o paletas deben ubicarse ligeramente arriba de la superficie de la mezcla. En el caso de las mezcladoras verticales es particularmente importante cuidar el sobrellenado porque el mezclado ocurre en la parte superior.
- Realizar pruebas rutinarias del desempeño de la mezcladora por lo menos cada tres meses, comprobando la capacidad de mezclado y la uniformidad de la mezcla (Engormix, Proceso de Mezclado, s.f.).

3.1.6) Tamaño de mezcladora.

La elección del tamaño de la mezcladora es una decisión estratégica. Comúnmente, se conoce a la mezcladora como “el corazón de la planta” debido a que, a diferencia de otros equipos que son un poco más flexibles en capacidad mediante ajustes en la potencia del motor, el volumen máximo de la mezcladora está limitado por sus características constructivas y resulta imposible aumentar su capacidad por batch sin realizar modificaciones drásticas en el equipo.

Es por ello que, en la mayoría de las ocasiones, se recomienda instalar una mezcladora cuya capacidad supere a su necesidad específica momentánea, para así tener la oportunidad de crecimientos futuros en la planta sin requerir al reemplazo de la misma. Además, es claro que la relación de tamaño entre mezcladoras no es igual a la relación precio: una mezcladora de 2000 litros no cuesta dos veces lo que cuesta una mezcladora de 1000 litros. La relación real es más pequeña, por lo que conviene invertir en un equipo más grande que no limite la planta a futuro (Engormix, Proceso de Mezclado, s.f.).

3.1.7) Capacidad de la línea de mezcla.

La capacidad de la mezcladora se define en Litros/Batch o Toneladas/Batch, la capacidad completa de la planta generalmente se estima en Toneladas/Hora. Para vincular estas dos capacidades en una medida única de capacidad de planta, es necesario entender el concepto de batch por hora (o ciclos de mezcla por hora), que es como se mide la capacidad en las líneas de mezcla.

El tamaño del batch se mide generalmente en unidades de peso (kg o ton). Aunque este batch se compute de esta forma, la capacidad de la mezcladora generalmente está definida en volumen (litros). Es así que la capacidad de Kilogramos/Batch es una función del producto específico a mezclar.

Un ciclo de mezcla está compuesto por los siguientes subprocesos:

1. Llenado de la mezcladora.
2. Tiempo de mezcla.
3. Descarga.

El tiempo de mezclado puede variar debido a diversos factores que pueden agruparse principalmente en 3 grupos:

Factores logísticos de producción.

En muchas plantas la cantidad de baches por hora a realizar no depende en absoluto de la mezcladora, sino de la logística del proceso como tal. La velocidad de preparación del bache está influenciada en gran medida, por ejemplo, por el grado de automatización de la planta. Algunos de los factores que afectan la capacidad en producción de baches por hora de la mezcladora son:

1. Dosificación: en los procesos con dosificación automática se aumenta drásticamente la capacidad de producción de la línea. En condiciones ideales (dosificación automática con capacidad acorde a la línea de mezcla y diseño adecuado de tolvas y sistemas de transporte sobre y bajo la mezcladora) se pueden alcanzar capacidades de hasta 15 baches/hora en mezcladora de paletas. En los procesos con dosificación manual, por el contrario, usualmente se alcanza un promedio de 5 baches/hora, valor fluctuante que depende del desempeño del personal involucrado en la dosificación.

2. Tolvas: es de suma importancia diseñar de manera adecuada las tolvas sobre y bajo la mezcladora. Es necesario asegurarse de tener una capacidad que supere en volumen a la capacidad de la mezcladora. Aunque no hay un valor predeterminado para esta capacidad (depende en gran medida del fabricante y de los espacios disponibles); es común que las tolvas se diseñen con una capacidad de entre 1,25 y 1,5 veces el volumen de la mezcladora.

3. Sistemas de transporte: debe garantizar que la tolva sobre la mezcladora se carga completamente en el tiempo en que dura la mezcla más la descarga de la mezcladora. De esta forma, el ciclo de carga de la mezcladora sucede en el tiempo adecuado. Lo mismo con el sistema de transporte que saca el material de la tolva bajo la mezcladora: debe asegurar que la tolva de descarga se desocupa en el tiempo en que dura el cargue de la mezcladora más la mezcla. De esta forma, la descarga de la mezcladora es rápida y no hay interferencia por material remanente.

Diseño de la mezcladora.

Como se ha visto, el diseño de la mezcladora incide de manera directa en el tiempo de mezcla y, por tanto, en la cantidad máxima de baches a realizar por hora.

Coefficiente de variación buscado.

El tiempo de mezcla está condicionado por el coeficiente de variación (CV) buscado en la producción de alimento. El valor que se considera aceptable para un CV puede ser de 10% para unos fabricantes y de menos de 5% para otros. Esto depende, entre otras cosas, de la especie a alimentar, de los procesos posteriores a la mezcla y de los estándares propios de la empresa. Entre más bajo se requiera el CV, más tiempo de mezclado se necesita para alcanzarlo (Engormix, Tiempos de Línea, s.f.).

3.1.8) Dosificado automático.

Los sistemas de dosificación automáticos se han convertido poco a poco en una de las áreas más importantes en plantas que producen alimento para animales, los ahorros que se han logrado al reducir los desperdicios y las sobredosis de las materias primas críticas han permitido bajar los costos de operación anuales con un incremento notable en la calidad del producto. Por lo que la precisión de la dosificación paso a ser un tema de vital importancia debido a la necesidad de cumplir con los altos estándares actuales de calidad.

En resumen, con una dosificación automática se logra:

- Más libertad de formulación para nuevas recetas
- Se evita detener la producción por falta o retraso de los ingredientes a ser mezclados.
 - Se reduce el desecho y/o eliminación de productos finales debido a su mala calidad /uniformidad.
 - Se elude la supervisión, control y mezcla manual de ingredientes por parte de los operadores (se reduce la mano de obra).
 - Se disminuye el mantenimiento y limpieza del área de mezclado y dosificación (Eliminación de derrames).
 - Se evita que los operadores inhalen polvos.
 - Reducción de errores humanos por derrame y sobredosis especialmente de lo que son productos caros (Engormix, Sistema de Microdosificación, s.f.).

3.2) Manipulación de materiales.

3.2.1) Introducción.

El crecimiento de la actividad industrial, junto con el aumento en la producción de materias primas, han provocado un incremento en el uso de maquinaria para el transporte de materiales, haciendo indispensable la utilización de máquinas capaces de transportar todo tipo de cargas. Estos se emplean ventajosamente para transportar materiales, semiproductos y artículos listos con todas las operaciones del proceso tecnológico, comenzando desde el almacén de materia prima hasta el almacén de la producción final (Shubin & Pedre, 1977).

Como nombramos anteriormente, los equipos de manipulación de materiales se relacionan con el movimiento, almacenamiento, control y protección de materiales, bienes y productos durante todo el proceso de fabricación, distribución, consumo y disposición.

En el manejo de materiales también debe considerarse el contexto del sistema. Rara vez, son actividades realizadas en un área o zona de una instalación sin tener un impacto en otras operaciones. El posicionamiento del transportador, de la línea en la planta, podría mejorar el flujo de material a través de la instalación o podría presentar un obstáculo para retrasar tráfico. Una mejora significativa en la eficiencia de una operación, sin una mejora correspondiente en un paso posterior en la secuencia de trabajo, solo puede resultar en un amontonamiento de materiales en la línea.

Para maximizar la productividad general de la planta o almacén, los pasos de manejo de materiales que respaldan la producción, el montaje de pedidos y otras operaciones deben integrarse en un sistema de actividades en lugar de ser vistas como un número de procedimientos independientes aislados. Además de considerar la utilidad de tiempo, lugar y enfoque del sistema, una definición completa de manipulación de materiales también debe incluir un buen aspecto.

Los equipos diseñados deben tener un alto nivel de mantenibilidad, es decir, que sean simples de realizar mantenimiento, para así, en caso de fallas y reparaciones, el tiempo de detención del equipo sea el mínimo posible.

Finalmente, el manejo de materiales debe contener una consideración económica. Ciertamente, la entrega de piezas, productos y materiales a un tiempo específico no es completamente significativa a menos que se logre a un costo aceptable para que se obtenga un rendimiento adecuado. El manejo de material es un sistema o combinación de métodos, instalaciones, mano de obra y equipos para movilización, embalaje y almacenamiento de materiales para cumplir objetivos específicos. En el manejo de materiales la operación puede ser simple y pequeña, e involucrar solo algunos equipos básicos o puede ser grande, complejo y hasta automatizado.

3.2.2) Tipos de transportes.

Los aparatos y máquinas de transporte son diversos, como así también su clasificación o agrupación. Suelen clasificarse, en general, por su recorrido en horizontales, inclinados o mixtos y verticales. También se pueden definir por su destinación, principios de accionamiento, entre otros.

A continuación, se nombran los transportes más comúnmente utilizados en la industria:

➤ Cintas transportadoras o transportadores de banda.

Sirven para transportar tanto materiales a granel como bultos, cajas o bolsas. La cinta es accionada mediante un tambor cilíndrico ubicado en los extremos, el mismo gira gracias a un motor (comúnmente eléctrico). La cinta se desliza sobre rodillos o una cuna de chapa.

En la mayoría de los casos es utilizada para transporte horizontal, aunque también se puede configurar para transportar de manera inclinada, teniendo la precaución del retroceso de material. Existe una gran variedad de cintas según su forma, material, tipo de uso, etc.



Figura 9. Sistema de transporte banda transportadora.

Fuente: (Rotrans, s.f.)

➤ Transportadores aéreos de cable o cadena.

Utilizados comúnmente para áreas de ensambles o cabinas de pintura.



Figura 10. Transportador aéreo.

➤ Tornillos transportadores.

Estos transportadores están compuestos por una cubierta, que pueden ser en forma de bandeja o de caño de sección circular y un tornillo sin fin el cual desplaza el material.

Es altamente utilizado en la industria como medio de transporte de materiales a granel desde un punto a otro, tiene la propiedad de poder realizar un transporte continuo y a un determinado flujo o caudal de material, además de realizar el transporte en diferentes ángulos desde la horizontal hasta la vertical (Shubin & Pedre, 1977).



Figura 11. Sistema de transporte con tornillo sin fin.
Fuente: (ingmecanica, s.f.).

➤ Transportadores de rodillos.

El transportador de rodillos es un dispositivo o estructura que utiliza los rodillos formando una superficie regular para facilitar el manejo y desplazamiento de una gran diversidad de objetos, como cajas, pallets, paquetes, etc. Permite la combinación de segmentos con rodillos de giro libre, rodillos accionados por gravedad y motorizados.

El principio básico de su funcionamiento consiste en el desplazamiento de la carga sobre los rodillos que giran sobre su propio eje fijo a la estructura. (Embalajes Terra, s.f.).



Figura 12. Sistema de transporte a rodillos.
Fuente: (Embalajes Terra, s.f.)

➤ Redlers.

Utilizados para el transporte de granos, materiales granulados y residuos en el sentido horizontal o inclinado. Funcionamiento similar a las cintas transportadoras, en este caso el material es “empujado” mediante un dispositivo accionado por una cadena.

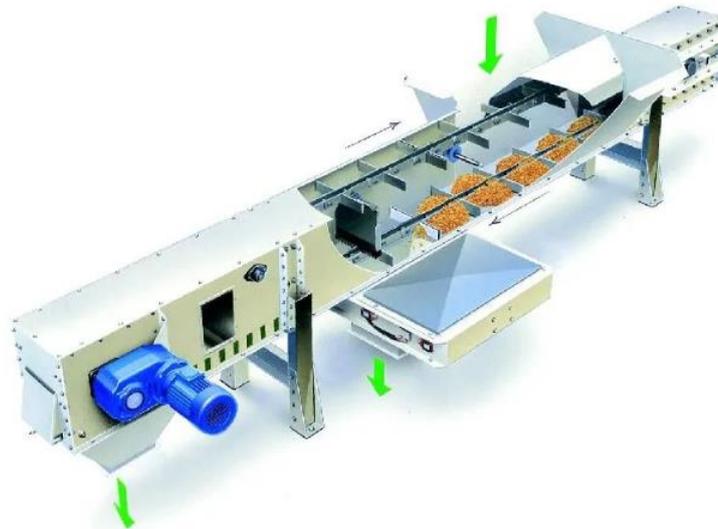


Figura 13. Transportador redler.

➤ Ascensores y montacargas.

La función primaria de un montacargas es de levantar, bajar, y mover cargas o personas de manera vertical. Consta de una cabina, la cual se desliza contenida en una estructura. El accionamiento puede ser eléctrico o hidráulico.



Figura 14. Montacarga.

➤ Transportadores de cangilones.

Consta de una banda accionada por una polea en la parte superior, en la banda se unen los cangilones (recipientes) los cuales son los encargados de transportar el material.

Se usan con frecuencia para descargar materiales a granel desde niveles inferiores y transportadores de descarga de camiones. Se utilizan para transportar materiales en dirección vertical y muy inclinada (Castro, 2016).



Figura 15. Sistema de transporte de elevador a cangilones.

➤ Puente grúa.

es un tipo de grúa que se utiliza en fábricas e industrias, para izar y desplazar cargas pesadas, permitiendo que se puedan movilizar piezas de gran porte en forma horizontal y vertical. Si el puente se encuentra rígidamente sostenido por dos o más patas que se desplazan sobre rieles fijados a nivel del piso



Figura 16. Puente grúa.

➤ Transporte neumático.

Adecuado para el manejo de materiales en polvo. El sistema es totalmente cerrado y funciona sin partes móviles, consiste en una fuente de gas comprimido (aire), un elemento de alimentación y una tubería de transporte con un receptor para separar el material del aire de transporte. (Castro, 2016).

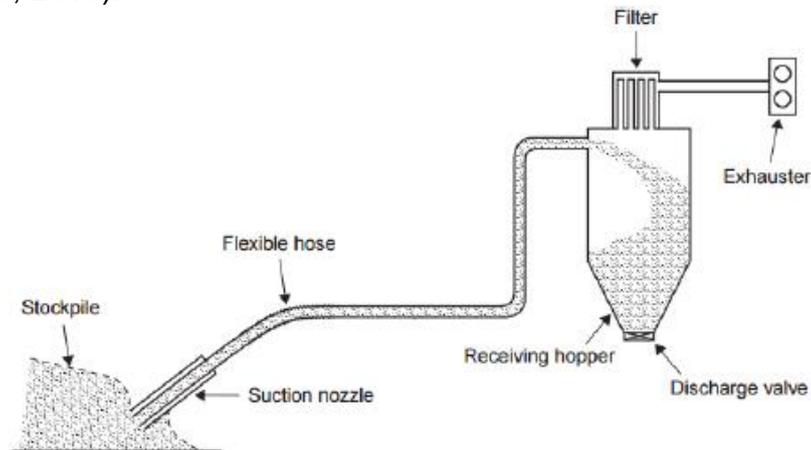


Figura 17. Sistema de transporte neumático
Fuente. (Mills, 2015).

➤ Transportadores de vibración.

En algunos casos cuando el material necesita ser llevado a un nivel inferior, se puede emplear rampas con inclinación, para que el producto se deslice y caiga por acción de la aceleración de la gravedad, pero en algunos casos por la forma y propiedades físicas del material transportado se dificulta su desplazamiento, por lo que se utilizan entonces dispositivos neumáticos, magnéticos o mecánicos que producen una vibración constante sobre la superficie de contacto para garantizar la fluidez (Castro, 2016).



Figura 18. Sistema de transporte por vibración.
Fuente: (Tarnos Transportes Vibratorios, s.f.)

CAPITULO IV.

4. CÁLCULO Y DISEÑO.

4.1) Equipos involucrados.

1. Elevador de bolsas (1)
2. Mesa de rodillos (2)
3. Mezcladora (3)
4. Tolva bajo mezcladora (4)
5. Sin fin (5)
6. Embolsado y cosido (6)
7. Cinta transportadora (7)

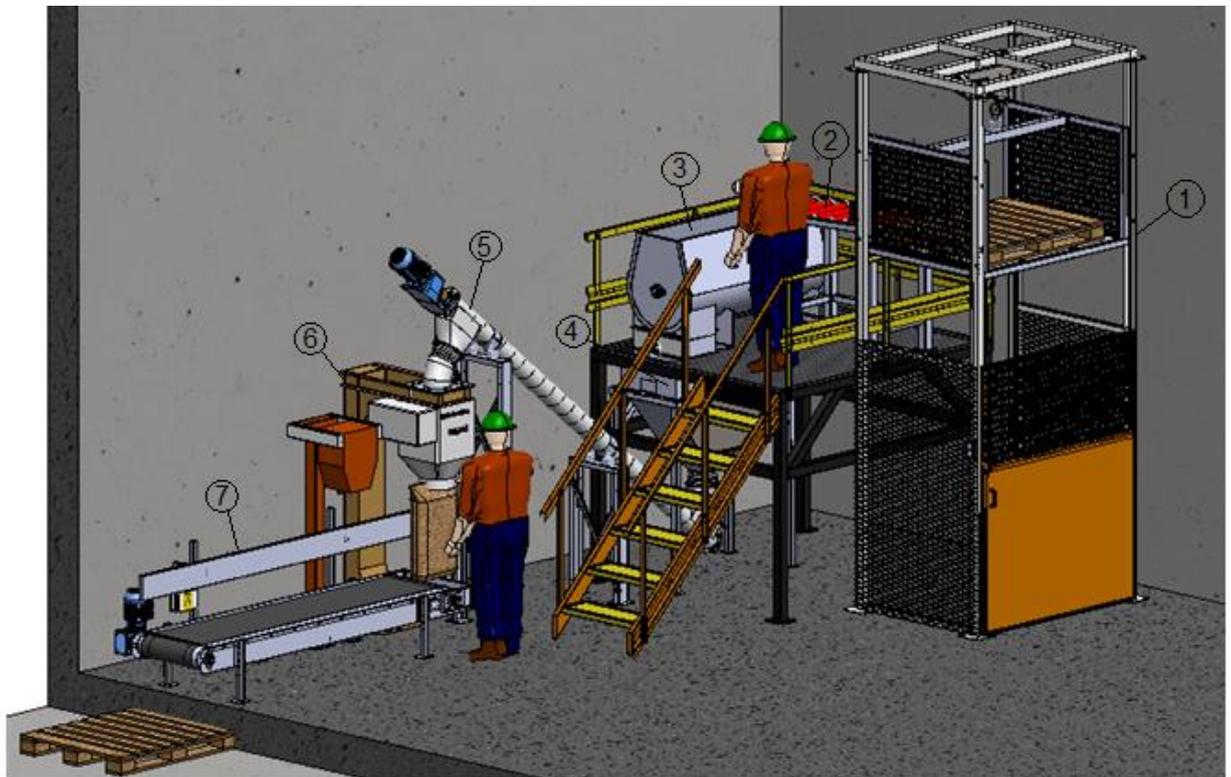


Figura 19. Equipos involucrados.

4.2) Consideraciones iniciales para diseño de instalación y equipos.

Tiempos.

Las reformas en el proceso además de generar que el trabajador tenga tareas más livianas y menos repetitivas, también se busca con las mismas elevar la producción disponible al doble de la que se llega hoy en día. Para esto hay que realizar un análisis de los tiempos que tenemos contra los que necesitamos para llegar a la producción deseada.

Hay tiempos ya preestablecidos y que no se pueden modificar, como ser el tiempo de formulación, el de dosificado y de mezclado. Por lo tanto, se juega con las otras variables para llegar al tiempo deseado.

La cantidad de batch por día se puede calcular con la siguiente formula:

$$\text{Cantidad batch diarios} = \frac{\text{Capacidad necesaria}}{\text{kg batch mezcladora}}$$

$$\text{Cantidad batch diarios} = \frac{5000}{200} = 25 \text{ (batch/día)}$$

Con una jornada laboral de 10 horas la cantidad de batch sería de 2,5 (batch/hs). Para determinar el tiempo necesario para cada batch:

$$\text{Tiempo necesario para un batch} = \frac{60}{\text{Cantidad de batch/hora}}$$

$$\text{Tiempo necesario para un batch} = \frac{60}{2,5} = 24 \text{ minutos}$$

Resumiendo, para generar una producción diaria de 5000 kg, es necesario que cada batch realizado tarde 24 minutos.

En la Tabla 1 se muestran los tiempos de cada tarea para llegar al objetivo de producción. Hay tiempos que ya están definidos, ya que son datos de la empresa. Nos resta definir el tiempo necesario para a descarga de la tolva bajo mezcladora y de embolsado y así poder definir la capacidad de nuestro sin fin.

Hay disponibles 5 minutos. Podríamos dividir equitativamente 2,5 minutos para descargar mediante sin fin y 2,5 minutos para el embolsado.

Tabla 1. Tiempos.

	Hoy	Alternativa 1
Batch (Kg)	200	200
Horas de trabajo diarias	10	10
Producción diaria (Kg)	2000/3000	5000
Producción (kg/h)	200 / 300	500
Cantidad de Batch por Hora	1,3	2,5
Tiempo de formulación (min)	8	8
Tiempo elevación de carga (min)	6	1
Tiempo de carga a mezcladora o dosificado(min)	5	5
Tiempo mezclado (min)	5	5
Tiempo vaciado mezcladora / Tolva bajo mezcladora y embolsado (min)	24	5
Tiempo total batch (min)	48	24

Los 24 minutos será el tiempo cuando las tareas se realicen una a la vez. Pero luego de colocar los nuevos equipos se podrá hacer más de una a la vez, dependiendo de la cantidad de personal disponible para el proceso, reduciendo así el tiempo de batch con el consecuente aumento de producción si fuera necesario.

Medidas de bolsas.

Como existen dos tipos de bolsas, las de 20 y 25 (kg), las dimensiones no varían demasiado. Para simplificación de este estudio, se tendrán en cuenta para los cálculos los valores de bolsas más grande y así ser conservadores.

Las medias aproximadas se muestran en la figura. Dichos valores sirven para el diseño de cabina de elevador y para la cinta transportadora.



Figura 20. Medidas de bolsa.

4.3) Cálculo y diseño de equipos involucrados.

4.3.1) Elevador de bolsas.

En este elevador podemos diferenciar tres partes de las más importantes:

- Sistema de accionamiento (1).
- Estructura (2).
- Cabina (3).

El funcionamiento se basa en cargar las bolsas necesarias para el batch en la plataforma de la cabina que se ubica paralela al piso. El movimiento lo genera un aparejo eléctrico situado en la parte superior de la estructura, el mismo recoge el cable haciendo elevar el producto. El movimiento vertical se da gracias a unos dispositivos deslizantes ubicados en los laterales, teniendo como guía la forma de las columnas que hacen de apoyo de todo el conjunto.

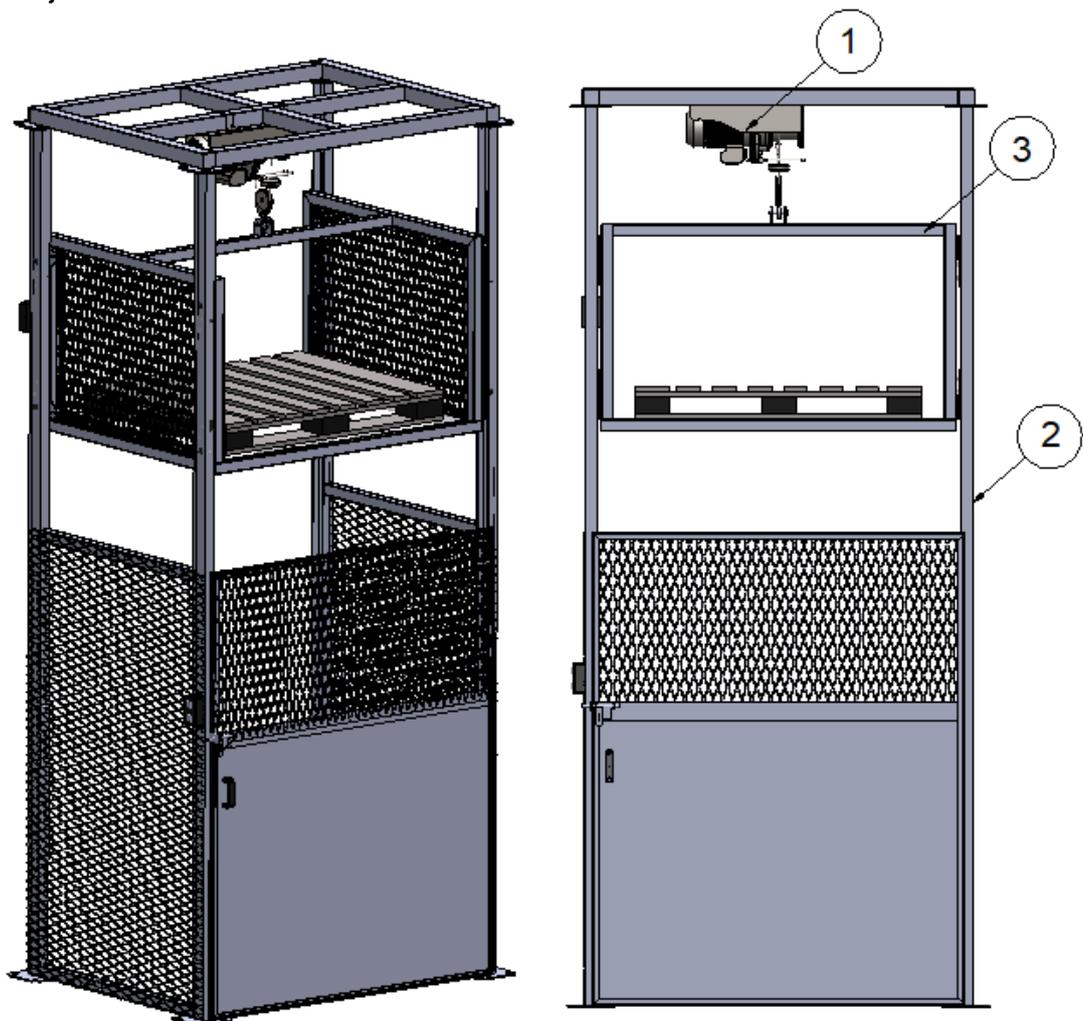


Figura 21. Elevador de bolsas.

4.3.1.1 Sistema de Accionamiento.

El encargado del movimiento es un aparejo eléctrico. Como se señaló, el mismo será el encargado de elevar la base con las bolsas de materia prima.



Figura 22. Sistema de accionamiento.

Se elige un dispositivo de la marca Gamma, comúnmente utilizado para este tipo de elevadores, con las siguientes características.

Datos técnicos:

- Marca: Gamma.
- Modelo: G2307AR.
- Alimentación: 220V/50 (Hz).
- Potencia consumida: 1600 (W).
- Capacidad de carga: 500 - 999 (kg).
- Capacidad de elevación: 11-5,5 (m).
- Velocidad de elevación: 10 m/min- 5 m/min.
- Longitud de cable: 12 (m).
- Diámetro de cable: 5,6 (mm).
- Resistencia del cable: 2000 (Kg).

4.3.1.2 Diseño de cabina.

Para el dimensionamiento se establece un diseño en donde se consideran los espacios requeridos por las bolsas y el sitio requerido y/o disponible para la instalación.

Junto con esto, se analizan las cargas presentes con la finalidad de obtener los puntos críticos y/o que puedan presentar fallas.

La misma estará compuesta por 4 elementos principales:

- Pórtico (1).
- Plataforma (2).
- Sistema de correderas (3).
- Grillete de izaje (4)

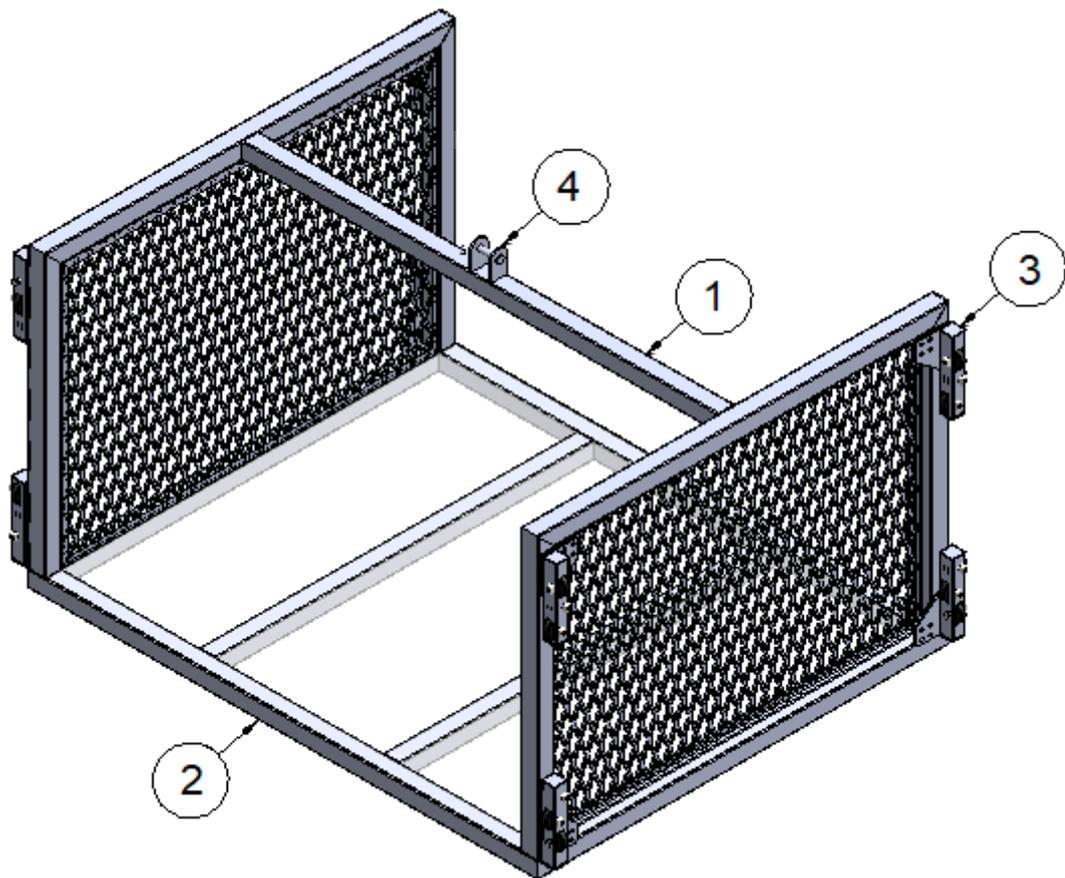


Figura 23. Cabina Elevador de bolsas

- 1) pórtico.
- 2) Plataforma.

Volumen necesario.

El batch es de 200 kg, debido a que cada bolsa es de 25 kg, se necesitan 8 bolsas por cada batch. Ver dimensiones en Figura 20.

Para el diseño se plantea que la plataforma pueda albergar en volumen, la cantidad necesaria para dos batch, es decir 16 bolsas y teniendo en cuenta las dimensiones del pallet. Quedando así, como se muestra en la figura.

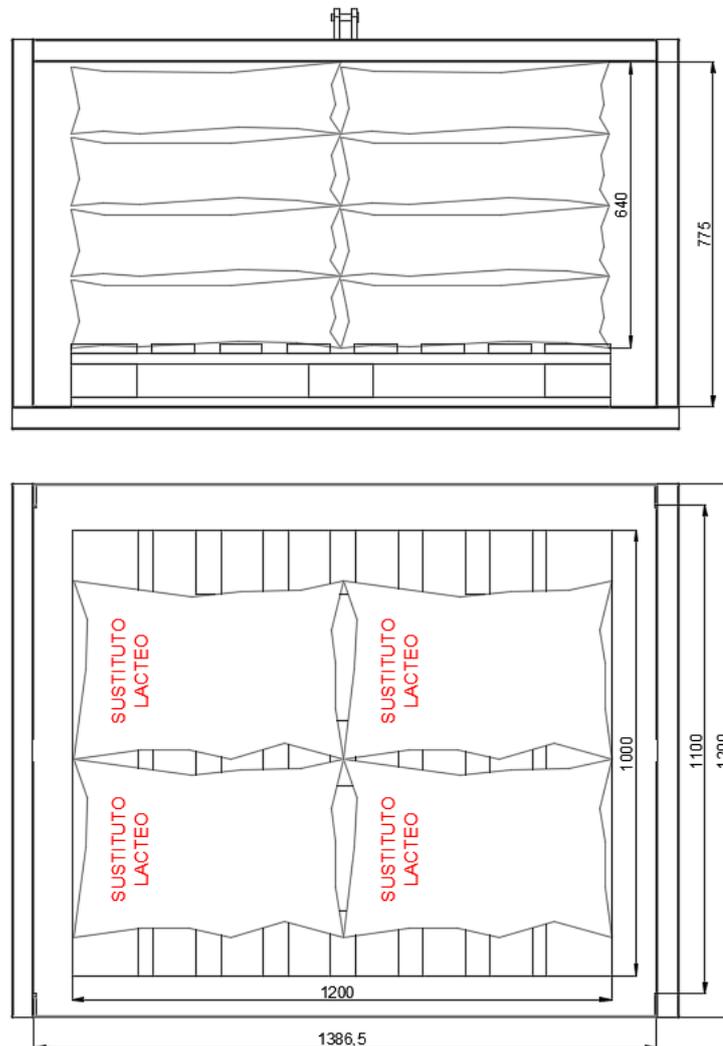


Figura 24. Disposición de bolsas en base.

Análisis de Esfuerzos.

Se identifican los puntos críticos y su comportamiento al aplicarle las cargas. Para el análisis se restringió el movimiento del punto A, posición donde actúa la fuerza F.

Como puede verse, la máxima tensión está situada en el punto A, esto hace que la viga del pórtico tenga la máxima flexión respecto al eje x.

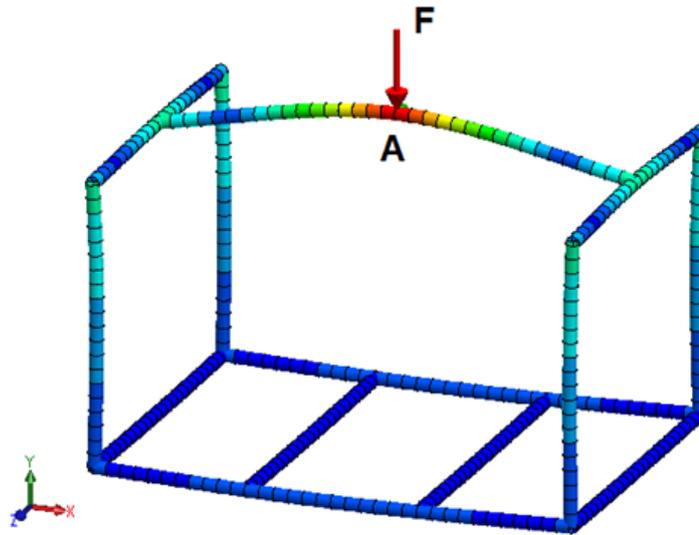


Figura 25. Tensiones en cabina.

En cuanto a los desplazamientos, el máximo valor se da en la plataforma sobre el eje x.

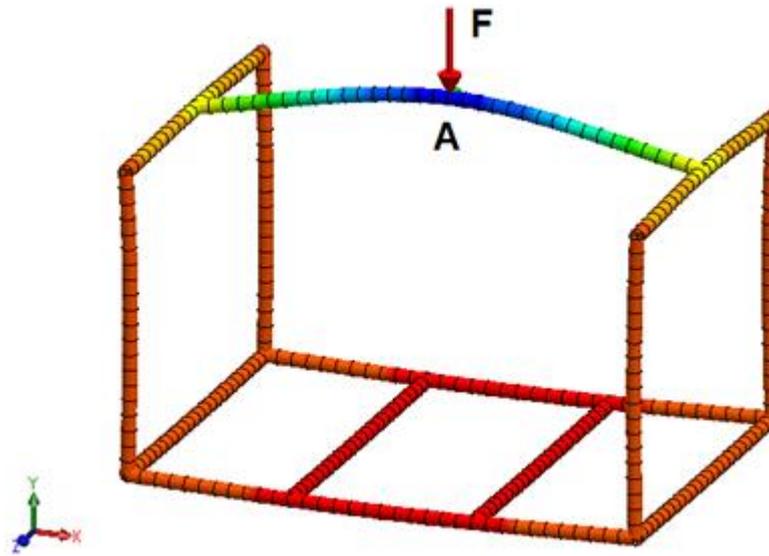


Figura 26. Deformaciones en cabina.

Material.

Se utiliza un perfil cuadrado ya que posee una relación peso/resistencia muy conveniente, lo cual permite ahorrar en costos. Además, los esfuerzos presentes no son elevados, esto nos permite utilizar perfiles no tan robustos.

Presenta una facilidad a la hora de la soldadura y de corte; buen momento de inercia y gran variedad de medidas y espesores.

Estéticamente tolerable y al ser cerrado no existe posibilidad de almacenar polvos o atascamiento de materiales no deseados.

Para la selección se estudian los esfuerzos y deformaciones presentes como se mostró anteriormente.

En la viga del pórtico se realiza un análisis de resistencia debido a que las mayores tensiones se encuentren en este sector y en la plataforma un análisis por deformación debido a que las mismas se presentan en mayor proporción en este lugar.

El procedimiento se basa en encontrar un perfil acorde que cumpla con las condiciones de esfuerzos y deformaciones.

Los aceros estructurales se clasifican según la norma IRAM IAS 500-503 en función de las características mecánicas y se designan con la letra F y un número que multiplicado por 10 indica el límite de fluencia aproximado en relación con el mínimo.

Tabla

Designación	Significado	Tensión de fluencia (Mínima aproximada)
F-24	La letra F refiere a la tensión de fluencia del material. El número siguiente indica el límite de fluencia mínimo aproximado del material (dN/mm ²).	240 (MPa)
F-26		260 (MPa)
F-36		360 (MPa)

Figura 27. Calidades de aceros estructurales.

Tensión de fluencia: 3600 (Kgf/cm²)

Coefficiente de seguridad: 3

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_f}{N}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{3600}{3} = 1200 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

Tomamos para la fuerza F el valor de 1000 (Kgf), que es la capacidad de carga máxima del aparejo eléctrico seleccionado.

Material en viga de pórtico. Calculo por resistencia y deformación

El momento flector máximo será:

$$M_f \max = \frac{P.L}{8}$$

Siendo:

L: longitud de viga, igual a 1386,5 (mm) (Figura 24). Tomamos 140(cm)

$$M_f \max = \frac{1000 \times 140}{8} = 17500 \text{ (kgf.cm)}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{M_f \max}{w}$$

$$w = \frac{M_f \max}{\sigma_{adm}}$$

$$w = \frac{17500 \text{ (kgf.cm)}}{1200 \left(\frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \right)} = 14,5 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Para lo que es deformación, la flecha máxima para una viga con carga puntual en el centro y ambos extremos empotrados es:

$$f = \frac{P.L^3}{192.E.I_x}$$

Tomando como deformación admisible 1 (mm) cada 500 (mm), tenemos:

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \cdot L$$

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \times 140 \text{ (cm)} = 0,28 \text{ (cm)}$$

$$I_x = \frac{P.L^3}{192.E.f}$$

$$I_x = \frac{1000 \times 140^3}{192 \times 2109000 \times 0,28} = 24,2 \text{ (cm}^4\text{)}$$

Seleccionamos un perfil que cumpla con las dos solicitudes, tomamos del catálogo “Tubos Argentinos” un perfil cuadrado de 70x70x2,5 (Ver anexo 2).

Dimensión A x B	Espesor (mm)	Radio (mm)	Peso (kg/m)	Área (cm ²)	Mto Inercia (cm ⁴)	Módulo Inercia (cm ³)	Radio Giro (cm)
70x70	2,5	3,75	5,215	6,75	51,328	14,665	2,758

Tabla 2. Características perfil cuadrado (70x70).

Material para plataforma:

Los 400 (kg) de las 16 bolsas que se puede cargar, ejercen sobre la superficie de la plataforma de 1200(mm) x 1400(mm) una presión de 0,025 (Kgf/cm²).

Tomando el lateral más largo el cual se verá más afectado. La presión ejercida aplicada a 1 (cm) nos dará la carga distribuida presente en la sección.

Quedando así $q = 0,025$ (Kgf/cm).

$$P = q \cdot L = 0,06 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \right) \cdot 140 \text{ (cm)} = 3,3 \text{ (kgf)}$$

Siendo la flecha máxima para una viga con carga puntual en el centro y ambos extremos empotrados:

$$f = \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I_x}$$

Tomando como deformación admisible 1 (mm) cada 500 (mm), tenemos:

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \cdot L$$

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \cdot 140 \text{ (cm)} = 0,28 \text{ (cm)}$$

$$I_x = \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot f}$$

$$I_x = \frac{3,3 \times 140^3}{192 \times 2109000 \times 0,28} = 0,1 \text{ (cm}^4\text{)}$$

Como vemos la inercia necesaria es pequeña contra la necesaria para las tensiones en viga. Entonces seleccionamos del catálogo “Tubos Argentinos” un perfil cuadrado de 50x50x3,2 (ver en Anexo 2).

Dimensión A x B	Espesor (mm)	Radio (mm)	Peso (kg/m)	Área (cm ²)	Mto Inercia (cm ⁴)	Módulo Inercia (cm ³)	Radio Giro (cm)
50x50	3,2	4,80	4,564	5,99	21,97	8.788	1,915

Tabla 3. Características perfil cuadrado (50x50).

Aunque con este material seleccionado se cumple exitosamente las condiciones, se procede a agregar en la plataforma dos perfiles de refuerzo colineales al eje z (Figura 26).

Resumiendo, los materiales utilizados serán caño estructural cuadrado de 50x50x3,2 (mm) para plataforma y pórtico, salvo la viga de este último, que será de perfil cuadrado de 70x70x2,5 (mm). Se podrá optar como alternativa realizar todo el pórtico de este último.

Para los laterales de protección se pondrá una malla metálica romboidal desplegada, las medidas quedan en gusto y el espesor se recomienda unos 1,25 o 1,6 (mm).

El piso se usará una chapa semillada de espesor 3,2 (mm) para evitar deslizamiento en la misma. Quedando a disposición unificar los materiales sin inconvenientes.



Figura 28. Material para laterales protectores y piso.

3) Diseño de sistema de correderas.

Este sistema es el encargado del deslizamiento de la base sobre los apoyos verticales. Consta de un caño estructural de 40x40x2 (mm), se podría tener en cuenta utilizar el caño de 50x50x3,2 para unificar el tipo de material. Este aloja 3 ruedas roma (Ver Figura 30) unidas mediante bulones y 1 placa de unión soldada, para su vinculación a la cabina del elevador. De esta manera se facilita el desmontaje si fuera necesario.

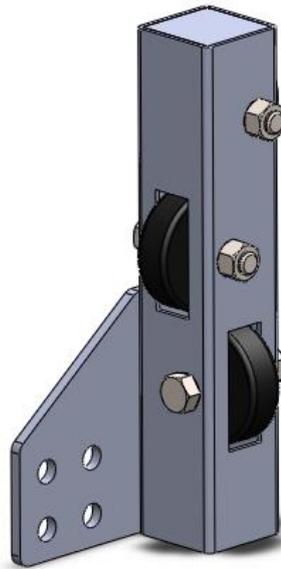


Figura 29. Sistema de correderas.

Las ruedas seleccionadas son de la marca Roma, torneadas en acero con perno y tuerca para fijar. Elegimos el modelo Y50, cuyas dimensiones son las siguientes:

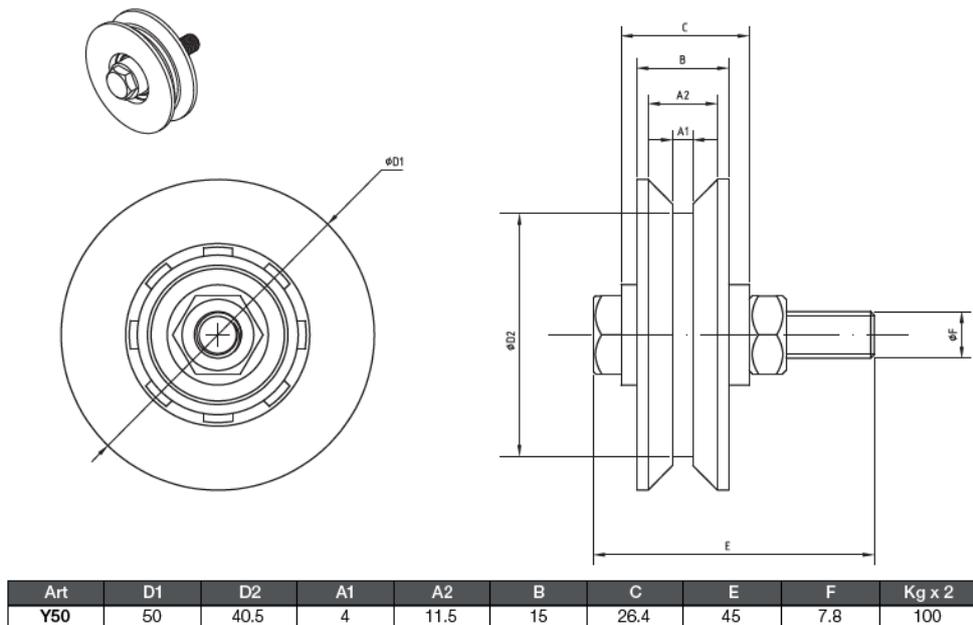


Figura 30. Características ruedas Roma.

4) Grillete de izaje.

La máxima tensión se da en el punto A del pórtico (Ver Figura 25), donde esta aplicada la fuerza F . Es de tal importancia el correcto dimensionamiento, ya que es el que absorbe todo el esfuerzo. El mismo consta de dos placas de $\frac{1}{4}$ " de espesor, dispuesto una distancia C igual a 50 (mm)

El gancho del polipasto representada por el ancho B igual a 13 (mm). Para evitar el movimiento axial del perno de utiliza un pasador DIN 11024 tipo R.

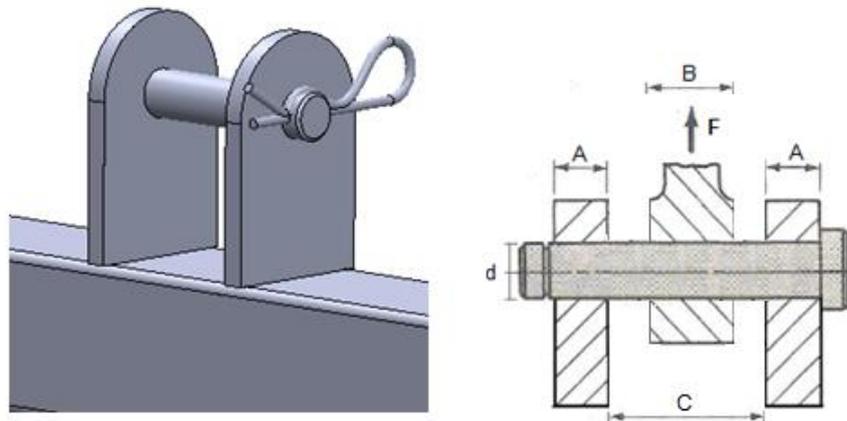


Figura 31. Perno gancho.

Material.

El material seleccionado es un acero SAE 1020.

De Faies página 744, tabla AT 7. Para material SAE 1020 Laminado en frio: $\sigma_{fl} = 4640$ (Kgf/cm²).

Cálculo de diámetro.

La carga aplicada produce un efecto de cizallamiento en el pasador. W' representa la carga distribuida producida por el gancho y resulta de dividir la carga F entre el ancho del anillo del gancho representado en la figura como B (13 mm). En los extremos aparecen las reacciones $R1y$ y $R2y$, igual que W' , estas cargas son distribuidas e iguales, resultan de dividir F entre dos veces el valor de A , indicado en la figura.

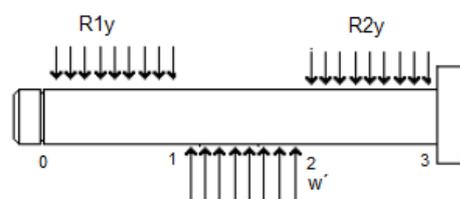


Figura 32. Cargas en grillete izaje.

Corte:

$$w' = \frac{p}{B} = \frac{1000 \text{ (kgf)}}{1,3 \text{ (cm)}} = 770 \text{ (Kgf/cm)}$$

$$R1=R2 = \frac{w'}{2} = 385 \text{ (Kgf/cm)}$$

$$\tau_{adm} = \frac{4R1.B}{\pi.d^2} =$$

$$d = \sqrt{\frac{4R1.B}{\pi.\tau_{adm}}} =$$

$$\tau_{fl} = 0,6.\sigma_{fl} = 4640 \times 0,6 = 2784 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$\tau_{adm} = \frac{\tau_{rot}}{\eta} = \frac{2784}{3} = 928 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 1,3 \times 385}{\pi \cdot 928}} = 0,85 \text{ (cm)} = 8,5 \text{ (mm)}$$

Flexion:

$$\sigma_{flex} = \frac{M_f \max}{\frac{\pi d^3}{16}} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

Tomamos un valor de C= 50 (mm).

$$M_f \max = \frac{R1.C}{4} = \frac{385 \times 50}{4} = 481,25 \text{ (Kgf.cm)}$$

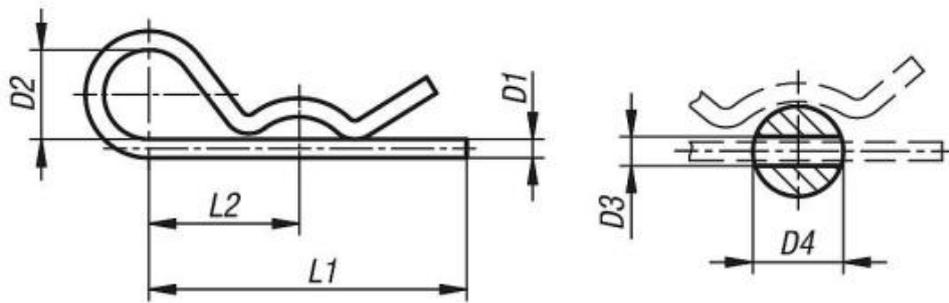
$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_f \max}{\pi \sigma_{flex}}} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$\sigma_{flex} = \frac{\sigma_{rot}}{\eta} = \frac{4640}{3} = 1547 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 481,25}{\pi \times 1547}} = 1,2 \text{ (cm)} = 12 \text{ (mm)}$$

El diámetro optado es 15 (mm) verificando así las dos solicitudes y teniendo un margen de seguridad mayor. El recomendable que el pasador este bien encastrado en las placas.

Seleccionamos el pasador para este diámetro:

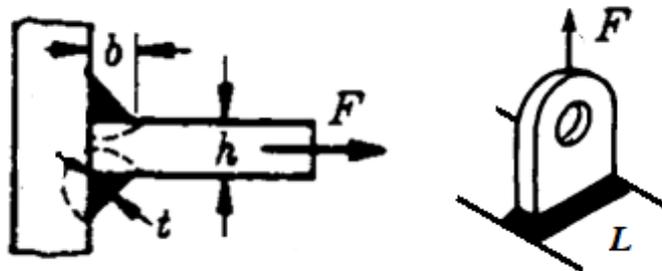


Material del cuerpo de base	D1	D2	D3	D4=para de pernos Ø	L1	L2
acero	3	18	3,5	10-16	60	28

Figura 33. Medidas pasador.

Verificación soldadura.

Se procede a calcular la longitud mínima necesaria de soldadura para la sollicitación presente. Este caso es una unión en T con una soldadura en ángulo. Se realiza un bisel de ambos lados para que la soldadura penetre correctamente. La soldadura se puede realizar con electrodo o soldadora TIG.



Faires recomienda dimensiones mínimas de b según espesor.

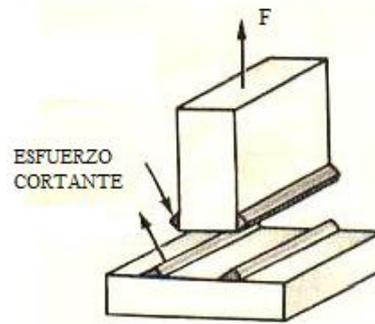
espesor de la chapa, centímetros,					
0,31-0,47;	0,63-0,79;	0,95-1,58;	1,90-2,54;	2,85-3,49;	3,81 y más
dimensión b mínima, centímetros,					
0,31;	0,47;	0,63;	0,95;	1,27;	1,90

Para un espesor de chapa de 1/4" (6,35 (mm)), la dimensión b mínima es 0,47 (cm)

De Faires página 661.

$$F = \tau(2 \cdot t \cdot L) = 2 \cdot \tau \cdot L \cdot b \cdot \cos(45^\circ)$$

Siendo:



$$f = 500 \text{ (Kgf)}$$

$$b = 0,47 \text{ (cm)}$$

En la tabla siguiente se presentan las propiedades de resistencia mínima de varias clases de electrodos. En las publicaciones de la AWS (American Welding Society) y de AISC (American Institute of Steel Construction) y en la AA (Aluminium Association) se puede encontrar más información al respecto.

NÚMERO DE ELECTRODO	RESISTENCIA ÚLTIMA kpsi (MPA)	RESISTENCIA DE FLUENCIA kpsi (MPA)	ELONGACIÓN %
E60xx	62 (427)	50 (345)	17 - 25
E70xx	70 (482)	57 (393)	22
E80xx	80 (551)	67 (462)	19
E90xx	90 (620)	77 (531)	14 - 17
E100xx	100 (689)	87 (600)	13 - 16
E120xx	120 (827)	107 (737)	14

El esfuerzo cortante permisible para soldaduras de filete es de 0,3 veces el esfuerzo último de tensión del electrodo. Los electrodos se clasifican como E-60XX, E-70XX, E-80XX, etc, el valor numérico es la resistencia última o máxima a la tensión del metal de soldadura.

Los electrodos E-70XX se usan más comúnmente en trabajo estructural. El esfuerzo cortante permisible para un electrodo E-70XX es: $(0,30) \times (70 \text{ Kpsi}) = 21 \text{ Kpsi}$, por lo tanto:

$$\tau = 1470 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

$$L = \frac{F}{2 \cdot \tau \cdot b \cdot \cos(45^\circ)}$$

$$L = \frac{500}{2 \times 1470 \times 0,47 \cos(45^\circ)} = 0,5 \text{ (cm)} = 5 \text{ (mm)}$$

Para que la unión cumpla con las exigencias es necesario realizar un cordón de 5 (mm). Al soldarse a lo largo de todo el perfil del pórtico (70 mm), el cordón de soldadura cumple.

4.3.1.3 Diseño y cálculo de estructura.

Tiene como función la de contener la cabina guiándola en su trayecto vertical y siendo la que absorba todo ese esfuerzo necesario para la elevación de las bolsas.

Constituida por una parte superior (1), la encargada de contener el polipasto, la cual apoya en 4 columnas (2). La unión entre ellas es mediante bulones, para facilitar el transporte por separado de la estructura.

Para el dimensionamiento se establece un diseño en donde se consideran los espacios requeridos por la cabina y el sitio requerido y/o disponible para la instalación.

Junto con esto, se analizan las cargas presentes con la finalidad de obtener los puntos críticos y que puedan presentar fallas y así obtener una estructura con rigidez aceptable y con dimensiones acordes.

La Figura 35 representa una vista parcial de la parte superior de estructura donde se detalla el punto de aplicación de la carga F , la misma se ubica en la mitad de la viga.

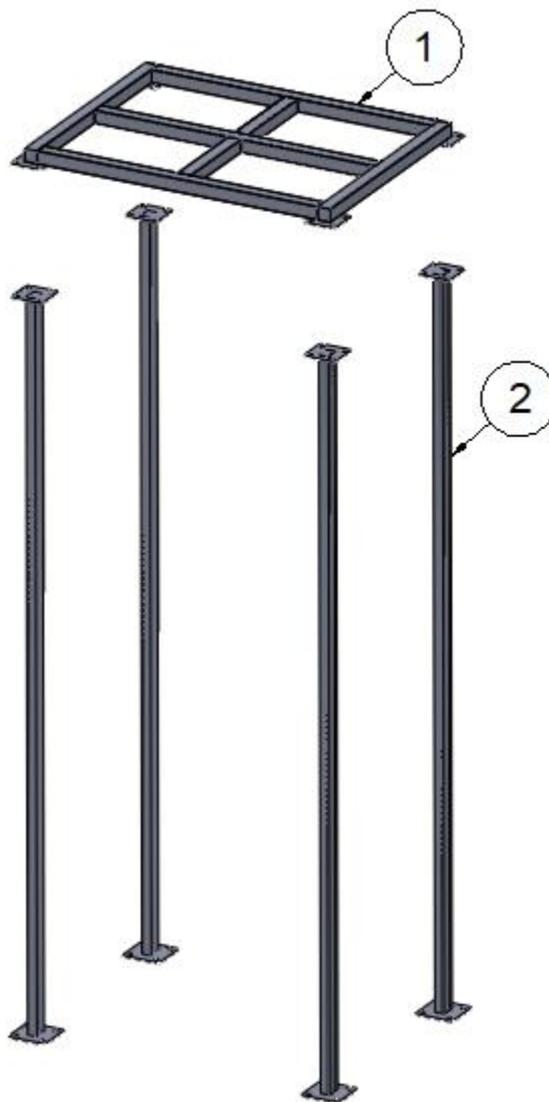


Figura 34. Estructura elevador.

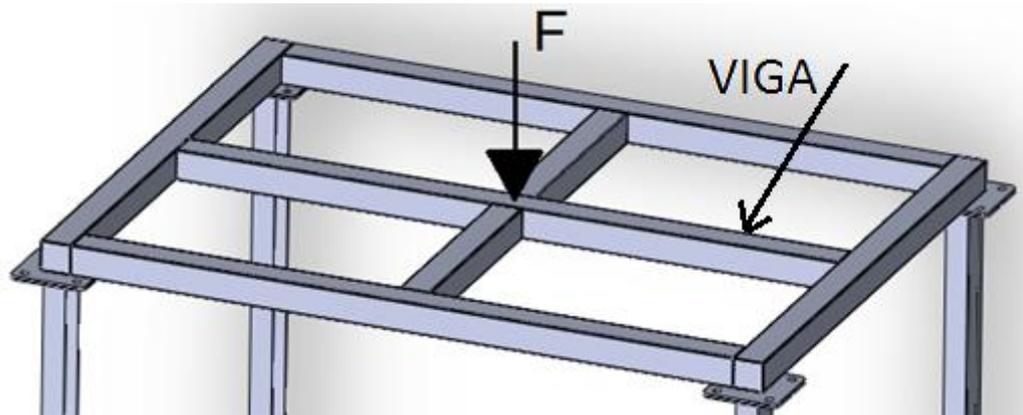


Figura 35. Carga aplicada F.

Viga

Estudio por resistencia y análisis de tensiones.

La viga presenta un esfuerzo de flexión, siendo el lugar crítico la parte central de la misma (zona roja) como se muestra en la figura.

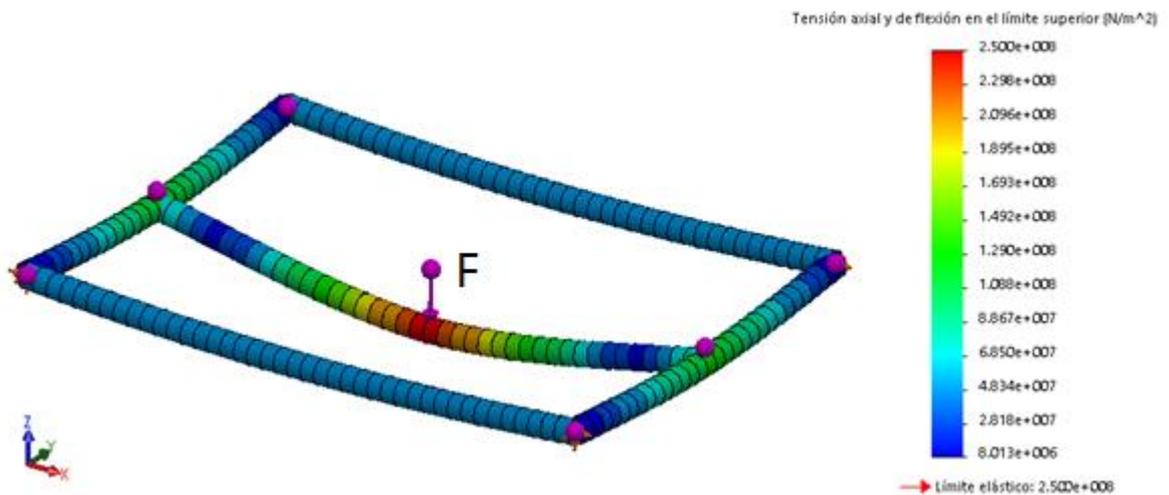


Figura 36. Tensiones estructura elevador.

El peso que se toma para cálculo es de 1000 kg, ya que la capacidad máxima del polipasto es de este valor. El mismo absorbe ampliamente la carga necesaria para un batch, el peso de la plataforma y un factor por sobrepeso por alguna razón no contemplada.

$$F = P \cdot g = 1000 \text{ (kg)} \times 9,8 \text{ (m/s}^2\text{)} = 10 \text{ (kN)} = 1000 \text{ (kgf)}$$

Momento flector máximo:

$$M_f = \frac{P.L}{8}$$

$$M_f = \frac{1000 \times 150}{8} = 18750 \text{ (kgf.cm)}$$

Así obtenemos en modulo resistente:

$$\sigma_{adm} = \frac{M_f}{w}$$

$$w = \frac{M_f}{\sigma_{adm}} = \frac{18750}{1200} = 15,4 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Estudio por deformación

La flecha máxima se da en el mismo lugar en donde se produce la mayor tensión (zona roja).

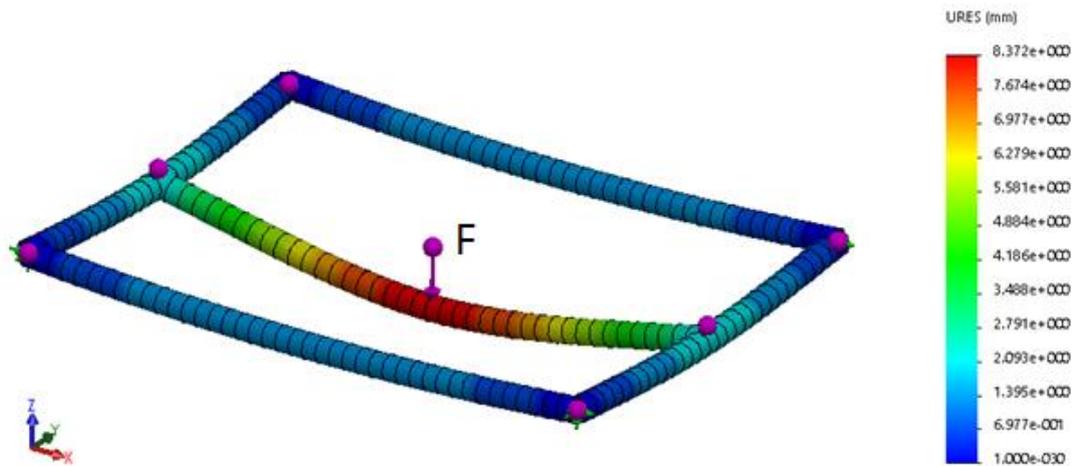
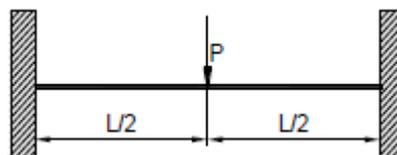


Figura 37. Desplazamientos estructura elevador.

Flecha máxima en viga empotrada en ambos lados con carga puntual en el centro.



$$f = \frac{P.L^3}{192.E.I_x}$$

Tomando como deformación admisible 1 (mm) cada 500 (mm), tenemos:

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \cdot L$$

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \times 150 \text{ (cm)} = 0,3 \text{ (cm)}$$

Se busca una inercia que cumpla con esta especificación.

$$I_x = \frac{1000 \times 150^3}{192 \times 2109000 \times 0,3} = 28 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Selección del material.

Elegimos un perfil que cumpla con ambas solicitudes:

- w= 15,4 (cm³)
- Ix= 28 (cm⁴)

Dimensión A x B	Espesor (mm)	Radio (mm)	Peso (kg/m)	Área (cm ²)	Mto Inercia (cm ⁴)	Módulo Inercia (cm ³)	Radio Giro (cm)
70x70	2,5	3,75	5,215	6,75	51,328	14,665	2,758

Figura 38. Características de material de viga.

De tabla de material elegimos un perfil cuadrado de 70x70x2,5, cumpliendo así las exigencias tanto de resistencia como de deformación y utilizando el mismo tipo de material que viga de pórtico de la cabina. Se procede a colocar perfiles para reforzar la estructura.

Columnas.

Al tener una longitud considerable y siendo la fuerza F causante de un esfuerzo normal de compresión en las columnas es importante que el esfuerzo de pandeo sea tolerable.

Se procede a calcular la carga crítica de pandeo para el perfil seleccionado mediante la fórmula de Euler.

Carga crítica Euler:

$$P_k = \frac{\pi^2 E \cdot I_{\min}}{l_e^2}$$

Se selecciona un perfil UPE 80. Como las columnas serán las encargadas de absorber todo los esfuerzos, se busca un perfil robusto. Al ser un perfil con las alas interior planas, ayuda al deslizamiento de las correderas de deslizamiento

Si se hace dificultoso conseguir dicho material comercialmente se puede sustituir por una chapa plegada con la misma sección y que cumpla con los requisitos para los esfuerzos presentes.

UPE 80	Dimensiones (cm)				Área (cm ²)	Peso (kg/m)	Momento de inercia		Módulo resistente (cm ³)		Radio de giro (mm)	
	h	b	s	t			I _x	I _y	W _x	W _y	i _x	i _y
	80	50	4	7	10,1	7,9	107	25,4	26,8	7,98	3,26	1,59

Para poder aplicar esta fórmula se debe cumplir que el valor de esbeltez (λ) sea mayor al límite de esbeltez (λ_0). Debe cumplirse: $\lambda > \lambda_0$.

Esbeltez:

$$\lambda = \frac{l_e}{i}$$

Longitud efectiva l_e :

$$L_e = \alpha \cdot l_p$$

Esbeltez límite:

$$\lambda_0 = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_p}}$$

Siendo:

i : Radio giro mínimo. Igual a 1,59 (cm)

I_{min} : Inercia mínima de perfil. Igual a 25,4 (cm⁴)

α : depende del tipo de vínculo.

art-art: 1, emp-emp: 0,5, libre-emp: 2, emp-art: 0,7

Para nuestro caso $\alpha=0,5$

l_p : longitud perfil =400 (cm)

Módulo de Young. $E = 2109000$ (Kgf/cm²)

σ_p : Tensión proporcionalidad. Igual a 1900 (Kgf/cm²)

A : área perfil. Igual a 10,1 (cm²)

μ : Coeficiente de seguridad. $\mu=3$

$$L_e = \alpha \cdot l_p = 0,5 \times 400 = 200 \text{ (cm)}$$

$$\lambda = \frac{L_e}{i} = \frac{200}{1,59} = 125$$

$$\lambda_0 = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_p}} = \pi \sqrt{\frac{2109000}{1900}} = 104,5$$

Tenemos que $\lambda > \lambda_0$, por lo que estamos en zona elástica, es aplicable la fórmula de Euler.

$$P_k = \frac{\pi^2 E \cdot I_{\min}}{l_e^2} = \frac{\pi^2 (2100000) \times 25,4}{190^2} = 14583 \text{ (Kgf)}$$

Afectando este valor por un coeficiente de seguridad, nos queda:

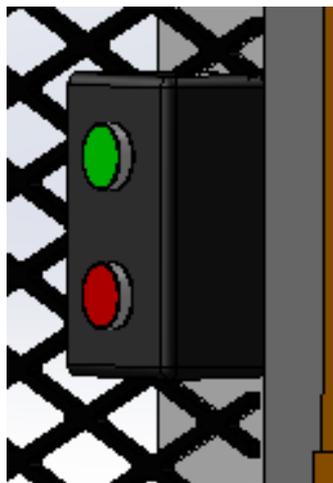
$$P_k = \frac{14583}{3} = 4861 \text{ (Kgf)}$$

Este es el valor límite al cual deberán estar sometidos los perfiles que conforman los apoyos. En nuestro caso no aplicaremos más que 1000 (Kgf) por lo que estamos dentro de los valores permitidos.

4.3.1.4 Otras consideraciones de diseño.

Botoneras de accionamiento.

Se ubican en la parte inferior y parte superior. Tanto para accionar desde la planta baja como el operario ubicado en la plataforma.



También se puede agregar algún tipo de freno o final de carrera, para que cuando la cabina llegue a su parte superior este frene automáticamente y evitar movimiento brusco al momento del frenado.

Otro dispositivo útil son sensores para que cuando la puerta de seguridad este abierta no se pueda elevar la cabina para evitar algún accidente.

Puerta de acceso y laterales protectores.

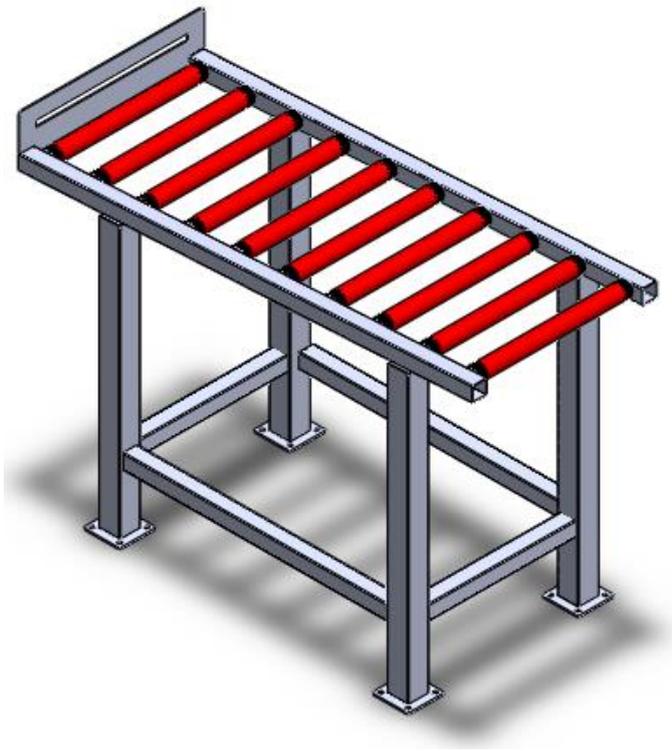
Como algo se nombró anteriormente, estos son para protección del personal y evitar accidentes.

Puede pasar que el operario ubicado en la plataforma, que no tiene la visión de lo que ocurre abajo, accione la cabina para que descienda pudiendo haber gente por debajo. Con estos dispositivos se evita que la persona este en la zona donde existe un peligro de aplastamiento.

4.3.2) Mesa de rodillos.

Los transportadores de rodillos son ideales para el manejo de cargas en líneas continuas de producción ayudando a disminuir los esfuerzos para el movimiento de productos dentro de la empresa.

Es la encargada de realizar el movimiento desde el elevador a la mezcladora, logrando que el operario realice el menor esfuerzo posible. La misma está compuesta por una estructura, que tiene una configuración con una leve inclinación para que la gravedad ayude en el movimiento y por 10 rodillos encargados de hacer desplazarse la carga.



4.3.2.1 Cálculo de diámetro de rodillos.

Suponiendo la peor condición, que la bolsa apoye sobre dos rodillos. Esto dará que los 25 (Kgf) de las mismas se dividan la mitad sobre cada rodillo es decir 12,5 (Kgf). El ancho de los rodillos es acorde a la dimensión de la bolsa, siendo este valor 500 (mm). Cabe destacar que este valor es un dato que le damos al fabricante.

Tomando como deformación admisible 1 (mm) cada 500 (mm), tenemos:

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \cdot L$$

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \times 50 \text{ (cm)} = 0,1 \text{ (cm)}$$

Flecha máxima en viga empotrada en ambos lados con carga puntual en el centro.

$$f = \frac{P.L^3}{192.E.Ix}$$

$$Ix = \frac{12,5 \times 50^3}{192 \times 2109000 \times 0,1}$$

$$Ix = 0,04 \text{ (cm}^4\text{)} = \pi \frac{r^4}{4}$$

$$r = 0,5 \text{ (cm)} = 5 \text{ (mm)}$$

Seleccionamos rodillos de la marca Rolltec. Los mismos son de material de pvc, aprovechando su ligereza y bajo costo y acorde al ambiente de trabajo. Poseen eje retráctil para un ágil desmontaje si fuera necesario para su sustitución.

PVC	Largo Min	Largo Max
Ø32	100	500

Se instalan 10 rodillos a lo largo de 1500 (mm), dando así una separación acorde para que la bolsa tenga un recorrido suave sobre la mesa.

4.3.2.2 *Diseño de estructura.*

Para el diseño de la estructura del transportador de rodillos, debemos tener en cuenta las cargas y capacidades trabajo. La estructura se construye con los perfiles utilizados en elevador. El perfil cuadrado de 70x70x2,5 para los apoyos y los laterales con el perfil cuadrado de 50x50x3,2.

La unificación en mayor parte de los materiales para un proyecto es beneficioso en muchos aspectos. Se reduce la posibilidad de errores e inconvenientes a la hora de compra y proceso, se obtiene un mayor orden y ayuda en el almacenamiento, es posible conseguir un mejor aprovechamiento que hace disminuir desperdicios y a la vez costos.

4.3.3) Mezcladora.

Mezcladora utilizada es la que funciona hoy en día, es un modelo genérico, fabricada en una metalúrgica. El sistema de apertura es manual mediante piñón y cremallera.

Algunos datos sobre mezcladora:

- Cadena: Paso 1/2" ASA 40
- Piñón: Z 15 1/2"
- Corona: Z 45 1/2"
- Eje Helicoidal: Diámetro 35 mm
- Motorreductor: Modelo NMTR 090; $i= 15:1$
- El motor es de 3.0 KW
- Capacidad: es de 200kg para este tipo de productos.

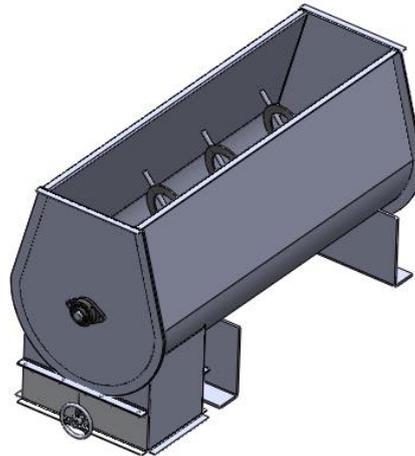


Figura 39. Mezcladora.

La boca de descarga es un dato necesario para la fabricación de la tolva bajo mezcladora. La cual posee dimensiones internas de 300 x 520 (mm)

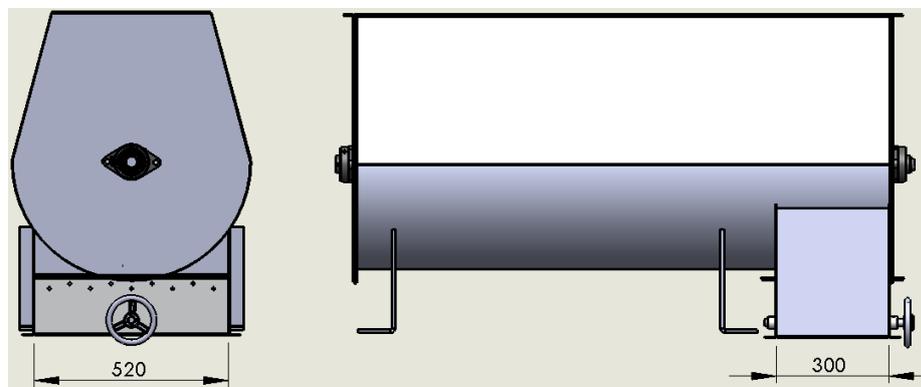


Figura 40. Medidas boca de descarga mezcladora.

La mezcladora se encuentra posicionada sobre una plataforma de dimensiones: 2170 x 1900 (mm) y una altura de 1700 (mm).

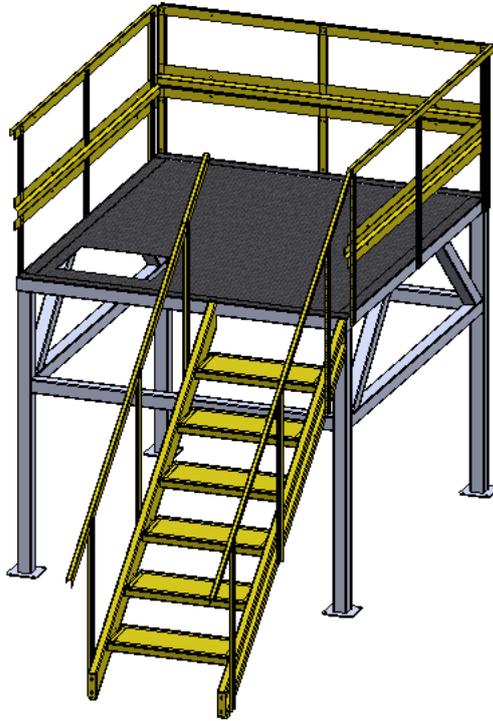
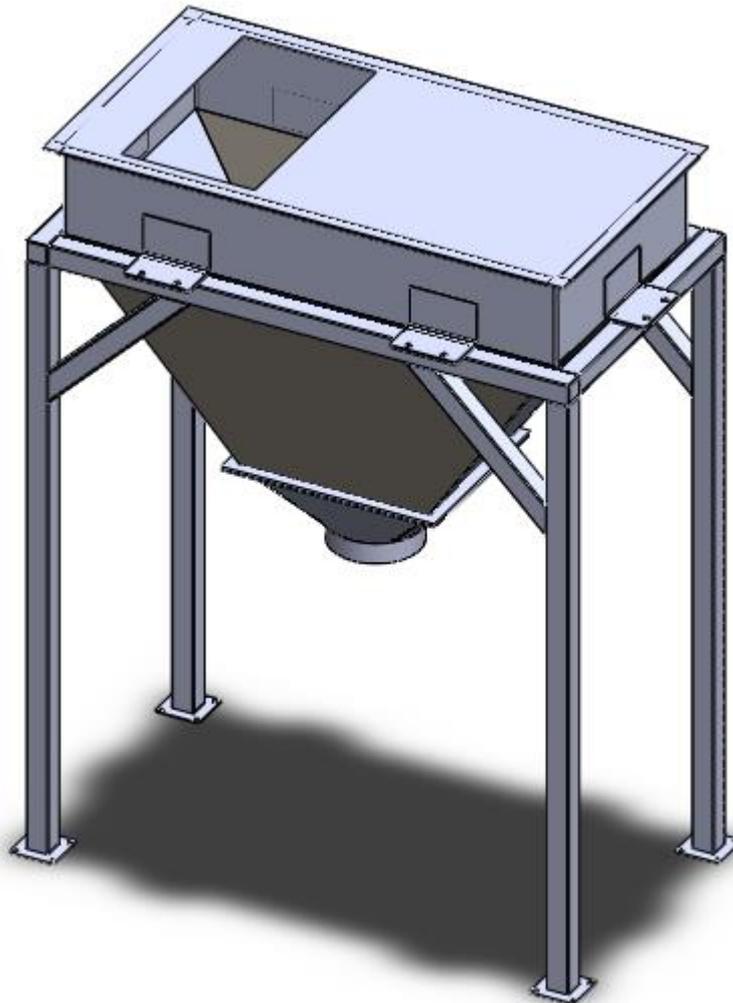


Figura 41. Plataforma.

4.3.4) Tolva bajo mezcladora.



4.3.4.1 Selección de forma de tolva.

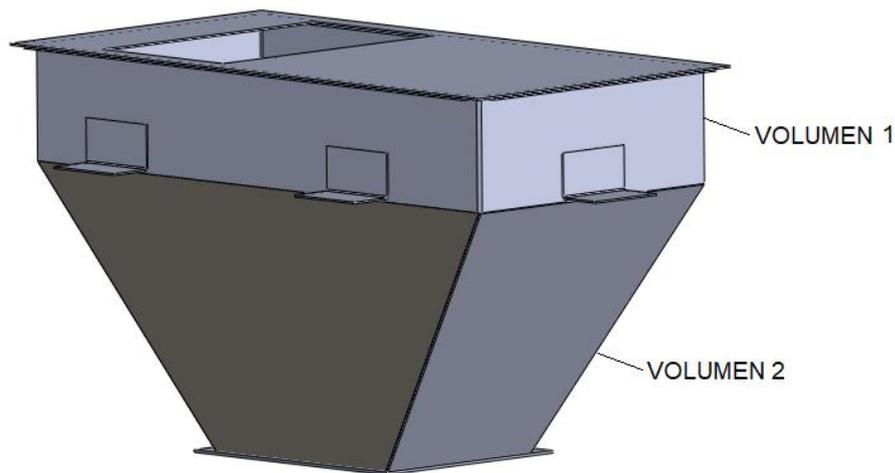
Las tolvas de acero suelen tener una sección transversal rectangular o circular. Los circulares suelen ser más económicas que los rectangulares porque las paredes circulares están sometidas a cargas de tracción como membrana mientras que las rectangulares lo hacen a flexión, con un rendimiento menos eficaz.

Los rectangulares tienden a ser estructuras fuertemente rigidizadas, mientras que las circulares a menudo no están rigidizadas, excepto en la parte superior y en la transición con la tolva. Los silos rectangulares, generalmente, tienen grandes reservas de resistencia. En general, este no es el caso en los silos circulares, por lo que hay que tener presente en el proyecto los efectos debidos a las sobrecargas, así como el estudio del pandeo de las paredes. Para este caso al ser un recipiente con poco volumen de carga, se justifica realizar una tolva con esta forma, rectangular en la parte superior y tronco piramidal en la inferior.

4.3.4.2 Volumen necesario:

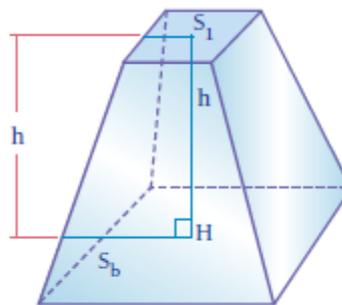
$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Masa}}{\text{Densidad}} = \frac{200}{700} = 0,28 \text{ (m}^3\text{)} = 300 \text{ litros}$$



$$\text{Volumen Total} = \text{volumen 1} + \text{volumen 2}$$

$$V1 = \text{Largo} \cdot \text{Base} \cdot \text{Altura}$$



$$V2 = \frac{h}{3} (S1 + Sb + \sqrt{S1 \cdot Sb})$$

$$S1 = 350 \times 420 = 1470 \text{ (cm}^2\text{)}$$

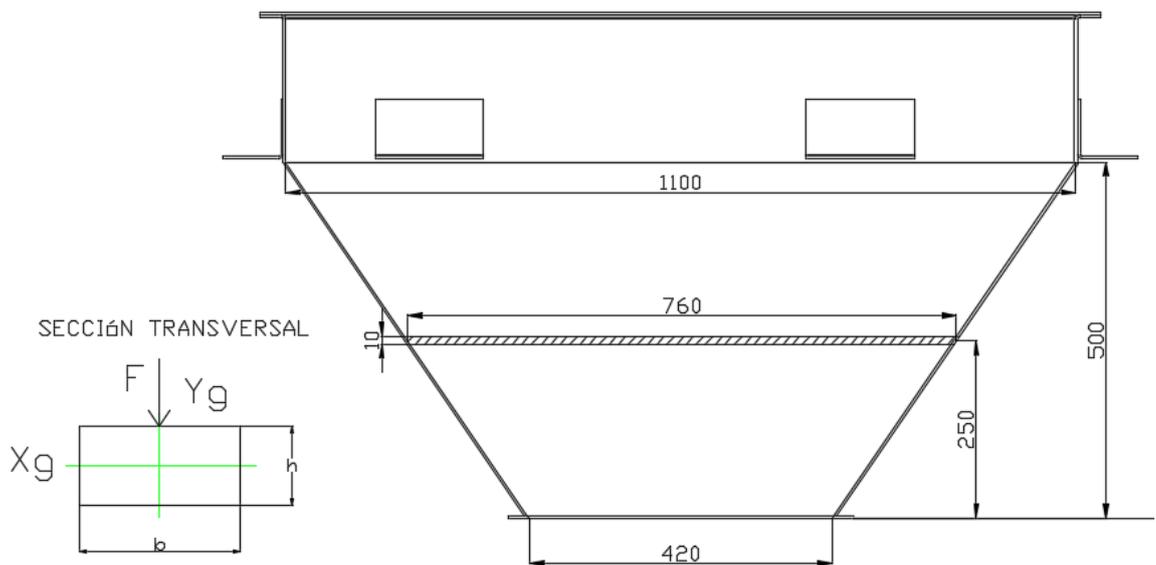
$$Sb = 1100 + 550 = 6050 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$VT = 110 \times 55 \times 20 + \frac{50}{3} (1470 + 6050 + \sqrt{1470 \times 6050}) = 296036 \text{ (cm}^3\text{)} = \mathbf{0,29 \text{ (m}^3\text{)}}$$

4.3.4.3 Cálculo espesor de paredes.

En este tipo de recipientes el mayor problema es la deformación excesiva, es por esto que se realiza un estudio de deformación en la parte tronco piramidal y así determinar el espesor necesario.

El material contenido dentro ejerce una presión sobre las paredes del recipiente. Se procede a elegir como zona de estudio la parte media de la chapa de mayor dimensión, ya que en la parte superior existe la mayor luz, pero la presión debido a la columna de material es mínima y en la parte inferior la presión es la máxima, pero la luz es pequeña.



La columna de material ejerce una presión en la zona de estudio igual a:

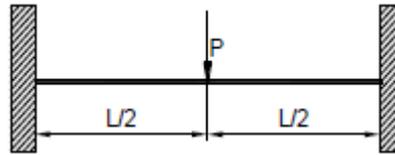
$$\text{Presión} = \rho \cdot g \cdot z \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$\text{Presión} = 700 \times 9,8 \times 0,25 = 1715 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) = 0,017 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

La presión que ejerce el material aplicado a un área de lado unitario por la longitud entre extremos (largo de chapa en lugar de estudio (L=760 (mm))), da como resultado una fuerza P igual a:

$$P = \text{Presión} \cdot \text{Área} = 0,017 \times 1 \times 76 = 1,3(\text{kgf})$$

La flecha para este caso, una carga puntual en el centro con ambos extremos empotrados es:



$$f = \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I_x}$$

Tomando como deformación admisible 1 (mm) cada 500 (mm), tenemos:

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \cdot L$$

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \times 76 \text{ (cm)} = 0,152 \text{ (cm)}$$

Se busca la inercia necesaria para cumplir con la flecha.

$$I_x = \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot f}$$

$$I_x = \frac{1,3 \times 76^3}{192 \times 2109000 \times 0,152} = 0,009 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Siendo $b=10$ (mm) y h el espesor buscado.

$$h = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot I_x}{b}}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{12 \times 0,009}{1}} = 0,47 \text{ (cm)} = 4,76 \text{ (mm)}$$

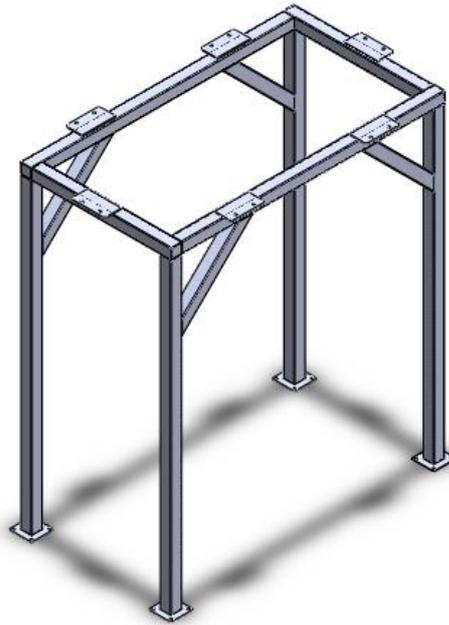
4.3.4.4 Material.

Se fabrica con chapa negra comercial de espesor 4,76 (mm). Una alternativa es trabajar con un espesor menor, ejemplo 3,2 (mm) y colocar refuerzos para aumentar la rigidización.

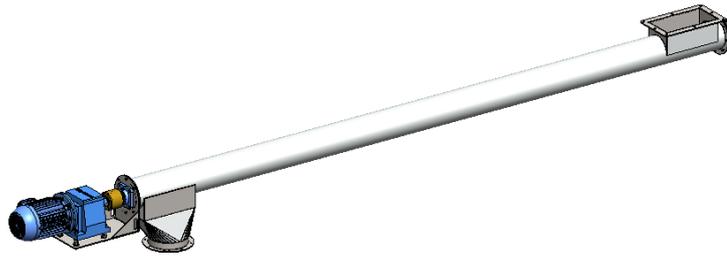
4.3.4.5 Estructura.

Para el soporte se utiliza el perfil estructural cuadrado de 50x50x3,2 utilizado anteriormente y así unificar materiales.

Consta de 4 columnas, una estructura superior la cual contiene 6 placas donde apoya la tolva, se ubican refuerzos en los laterales más largos para evitar un exceso de deformaciones.



4.3.5) Sin fin.



El procedimiento de diseño y determinación de factores necesarios para el cálculo de transportadores helicoidales se encuentran en el catálogo de MARTIN Sprocket & Gear Sección H. (Martín). Dicha información ha sido completada por CEMA (Asociación Americana de constructores de equipos para manejos de materiales) a partir de muchos años de experiencia tanto en el diseño como en las aplicaciones y de acuerdo a estándares de la industria.

Paso 1. Establecer factores conocidos.

- Tipo de material a transportar.
- Distancia e inclinación.
- Factor de llenado.
- Serie de componentes.
- Factor de material.

CEMA establece una tabla con distintos tipos de materiales y sus características. Si el material está incluido en la Tabla 4, se puede utilizar dicha caracterización.

Paso 2. Determinar la capacidad de diseño.

Paso 3. Determinar el diámetro y la velocidad del tornillo: utilizando la capacidad requerida y el tipo de material se determina el diámetro y la velocidad. Muchas veces estos, pueden ser datos conocidos a la hora del inicio del diseño.

Paso 4. Determinar la potencia necesaria: en la tabla 21 determine el factor de material "FM" del producto a transportar. Obteniendo primero la potencia de accionamiento del transportador vacío, y luego la potencia necesaria para mover el material a transportar, mediante la estimación de los siguientes factores: F_d , F_b , F_f , F_m , F_p y F_o .

Paso 5. Selección de motorreductor.**Paso 6. Cálculo de esfuerzos presentes: deflexión, empuje y torsión.**

Paso 7: Selección de componentes: selecciones los componentes básicos. En CEMA recomienda una serie de componentes para el material a trasportar.

También seleccionar: artesas, descargas, tapas de artesa, rodamientos, sellos para ejes, helicoidales, ejes, colgantes, bujes para colgantes, cojinetes, etc.

4.3.5.1 Factores conocidos.

a) **Tipo de material a transportar;** sustituto lácteo, y posee características similares que la leche en polvo.

Se densidad es próxima a los 0,7 (grs/cm³) o 43,7 (lb/pie³). Esta información también es proporcionada en la Tabla 4.

b) **Distancia a transportar:** 3500 (mm) aproximadamente.

c) **Inclinación del sinfín:** inclinación de 40° respecto del nivel del piso.

d) **Temperatura de operación:** un factor importante es la temperatura, este material trabaja a temperatura ambiente, por lo que su temperatura será de 20° C en promedio.

e) **Tiempo de operación:** se utilizará en una jornada laboral de 10 horas. Claramente no estará funcionando las 10 horas, pero para efectos de cálculo tomaremos este valor para garantizar un factor de seguridad.

La clasificación y características del material según Cema:

Tabla 4. Características de material según CEMA.

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Series de Componentes	Factor de Material F _m
Lactosa	32	A40-35PU	S	1	0.6
Ladrillo, molido 1/8"	100-120	B6-37	H	3	2.2
Leche, en polvo	20-45	B6-25PM	S	1	0.5
Leche, entera, en polvo	20-36	B6-35PUX	S	1	0.5
Leche, malteada	27-30	A40-45PX	S	1	0.9
Leche, seca, en hojuelas	5-6	B6-35PUY	S	1	0.4

Obtenemos la siguiente información:

- Material: Leche en polvo.
- Densidad: 20-45 (lbs /pie³).
- Código del material: B6-25PM.
- Selección de rodamiento intermedio: S. Se usa para seleccionar el material adecuado para el buje del colgante si es necesario.
 - Serie de componentes: 1. Para determinar los componentes correctos que deben utilizarse.
 - Factor de material F_m: 0,5. Tiene que ver con la resistencia a fluir del material y se lo utiliza para el cálculo de la potencia requerida.

4.3.5.2 Capacidad de diseño.

La capacidad requerida es la cantidad de material que se quiere hacer transportar por el tornillo. Como veremos más adelante a la capacidad requerida se la afecta por unos factores, para obtener la capacidad equivalente o real, que es la utilizada para los cálculos.

La capacidad requerida es un dato conocido y su valor se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{Kilos Batch}}{\text{Tiempo disponible}}$$

Tenemos entonces:

$$\text{Capacidad requerida} = \frac{200 \text{ kg}}{2,5 \text{ (min)}} \times 60 = 4800 \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right) \approx 5 \left(\frac{\text{tn}}{\text{h}}\right)$$

Esta será la capacidad teórica necesaria para trasportar los 200 (kg) en el tiempo propuesto.

CEMA afecta a la capacidad requerida por 3 factores de capacidad que dependen del tipo de helicoidal utilizado, para así obtener la capacidad de cálculo o equivalente.

$$C_{equiv} = C_{req} \cdot (CF1) \cdot (CF2) \cdot (CF3)$$

Tabla 5. Factor de capacidad CF1.

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF ₁		
Paso	Descripción	CF ₁
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = 2/3 Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = 1/2 Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = 1 1/2 Diámetro del Helicoidal	0.67

Tabla 6. Factor de capacidad CF2.

Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial CF ₂			
Tipo de Helicoidal	Carga del Transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal con Corte	1.95	1.57	1.43
Helicoidal con Corte y Doblez	N.R.*	3.75	2.54
Helicoidal de Listón	1.04	1.37	1.62

*No se recomienda.

Si no se utilizan ninguno de los tipos anteriores de helicoidal: CF₂ = 1.0.

Tabla 7. Factor de capacidad CF3.

Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras CF ₃					
Paletas Estándar de Paso Invertido a 45°	Paletas por Paso				
	Ninguna	1	2	3	4
Factor CF ₃	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

Capacidad equivalente.

En nuestro caso tenemos las siguientes características de acuerdo con tablas:

Paso estándar..... CF1 =1 (Tabla 5)

Helicoide estándar..... CF2 =1 (Tabla 6)

No se emplearán paletas..... CF3 =1 (Tabla 7)

$$C_{equiv} = C_{req} \cdot (CF1) \cdot (CF2) \cdot (CF3)$$

$$C_{equiv} = 5 \text{ (tn/hs)} \times 1 \times 1 \times 1$$

$$C_{equiv} = 5 \text{ (tn/h)} = 7 \text{ (m}^3\text{/h)} = 247 \text{ (pie}^3\text{/h)}$$

4.3.5.3 Determinar el diámetro y la velocidad del tornillo.

La velocidad es un dato conocido, para este tipo de productos se recomienda una velocidad no mayor a 100 rpm, debido a su volatilidad, el manejo del mismo a altas velocidades puede ocasionar que el material se pierda por el aire.

Se debe operar a velocidades considerables, no tan bajas, ya que se corre el riesgo de que el material se regrese en los sin fines.

Se calcula el área necesaria para que se pueda transportar los 5000 (kg/h).

$$Q \left(\frac{tn}{h} \right) = 60 \cdot A \cdot \varnothing \text{espira} \cdot n \cdot \eta$$

Siendo:

Q= Capacidad de transporte (tn/h):

η= densidad del material (tn/m³)

n= revoluciones por minuto. Tomamos una velocidad de 73 rpm.

A= Área (m²).

$$A \cdot \varnothing \text{espira} = \frac{Q}{60 \cdot n \cdot \eta}$$

$$A \cdot \varnothing \text{espira} = \frac{5000}{60 \times 73 \times 700} = 0,00163 \text{ (m}^2\text{)}$$

Se selecciona un valor estándar de espira del fabricante Sin-Cas. El paso de hélice utilizado es del tipo **estándar**. Esto quiere decir que el paso (A) es igual al diámetro de la hélice (A).

EJE	ALA	DIÁMETRO
42 mm	45	132
	50	142
	55	152
	60	162
	65	172
	70	182
	75	192
	80	202
	85	212



Calculamos el área con estas dimensiones.

$$A = \frac{0,00163}{\varnothing_{\text{espira}}} = F \cdot \frac{\pi \varnothing^2}{4} = \mathbf{0,0123 \text{ (m}^2\text{)}}$$

F= Factor de llenado. F=1

$$A = \frac{\pi}{4} \times (\varnothing_{\text{espira}}^2 - \varnothing_{\text{eje}}^2) = \mathbf{0,0123 \text{ (m}^2\text{)}}$$

$$\frac{4 \times 0,0123}{\pi} = (\varnothing_{\text{espira}}^2 - \varnothing_{\text{eje}}^2)$$

$$\varnothing_{\text{eje}} = \sqrt{\varnothing_{\text{espira}}^2 - 0,015}$$

$$\varnothing_{\text{eje}} = \sqrt{0,132^2 - 0,0156} = 42 \text{ (mm)}$$

Espira:

Dimensión: 42x45 (mm)

Diámetro espira: 132 (mm)

4.3.5.4 Materiales.

- Hélice:
Tipo: Standard.
Dimensión: 42x45 (mm)
Material: Acero SAE 1010.
Espesor: 4 (mm)
Diámetro espira: 132 (mm)
Peso: 2,9 (kg/m)

Del catálogo técnico de Sidersa:

- Eje:
Caño de acero al carbono. ASTM A.53 Gr A.
Diámetro nominal: 1 ¼"
Diámetro exterior: 42,4(mm)
Peso: 2,778 (Kg/m)

Tabla 8. Características de caño eje sin fin.

		TUBOS				
Diám. Nom.	Diám. Ext	2.00	2.25	2.50	2.85	3.20
3/4"	26.75	1.220	1.359	1.494		
1"	33.70	1.563	1.744	1.923		
1 1/4"	42.40	1.992	2.227	2.459	2.778	
1 1/2"	48.30	2.282	2.554	2.822	3.193	
2"	60.30	2.874	3.219	3.562	4.036	4.504
2 1/2"	76.20	3.658	4.101	4.542	5.153	5.758
3"	88.90	4.284	4.806	5.324	6.045	6.760
4"	114.30	5.536	6.214	6.889	7.829	8.763
5"	139.70	6.788	7.623	8.455	9.614	10.767

- Caño camisa:

Caño de acero al carbono. ASTM A.53 Gr A.
Diámetro nominal: 6".
Diámetro exterior: 152,4 (mm).
Espesor: 2,85 (mm).
Peso: 10,506 (Kg/m)

		ESPESOR EN MILIMETROS											
Tubos Redondos		0.65	1.40	1.50	1.60	1.80	2.00	2.50	2.85	3.20	4.00	4.75	
Pulgadas	mm												
5"	127.00				4.946	5.555	6.162	7.680	8.721	9.770	12.130	14.320	
					4.892	5.485	6.074	7.527	8.530	9.520	11.730	13.750	
5 1/2"	139.70				5.446	6.118	6.788	8.455	9.614	10.767	13.379	15.800	
							6.702	8.312	9.425	10.524	12.990	15.242	
6"	152.40				5.394	6.050		7.414	9.237	10.506	11.768	14.632	17.287
							7.330	9.097	10.320	11.529	14.250	16.733	
6 5/8"	168.30						8.198	10.217	11.623	13.030	16.210	19.160	

Tabla 9. Características caño camisa.

4.3.5.5 Determinar la potencia necesaria.

Para el cálculo de potencia la norma CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association) brinda fórmulas y tablas para dicho procedimiento.

La potencia requerida es la suma de la potencia necesaria para vencer la fricción (Pf) y la potencia necesaria para mover el material dentro del transportador a la capacidad especificada (Pm).

Dentro de la potencia necesaria para mover el material tenemos dos variables, una referida al movimiento del mismo en forma vertical (Pmv) y la otra para el movimiento horizontal (Pmh).

Formula de la potencia para mover el transportador en vacío:

$$Pf = \frac{L \cdot N \cdot Fd \cdot Fb}{1000000} \text{ (HP)}$$

Siendo:

L: longitud total del transportador, en pies.

N: velocidad de operación en RPM.

Fd: factor del diámetro del transportador (Tabla 10).

Fb: factor del buje para colgante. Como este sinfín no tiene un buje intermedio Fb=1.

Tabla 10. Factor del diámetro.

Factor del Diámetro del Transportador, F_d	
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d
4	12.0
6	18.0
9	31.0
10	37.0
12	55.0

Formula de la potencia para mover el material horizontalmente:

$$P_{mh} = \frac{Q.L.W.F_f.F_m.F_p}{1000000} \text{ (HP)}$$

Siendo:

Q: capacidad en pies cubico por hora.

W: peso específico del material en libras por pies cúbico.

F_f: factor de helicoidal (Tabla 11).

F_m: factor de material (Tabla 4).

F_p: factor de las paletas (Tabla 12).

Tabla 11. Factor de helicoidal (F_f).

Tipo de Helicoidal	F_f Factor por porcentaje de carga de transportador			
	15%	30%	45%	95%
Estándar	1.0	1.0	1.0	1.0
Helicoidal con Corte	1.10	1.15	1.20	1.3
Con Corte y Doblez	N.R.*	1.50	1.70	2.20
Helicoidal de Listón	1.05	1.14	1.20	—
*No recomendada				

Tabla 12. Factor de paleta.

Factor de Paleta, F_p					
Paletas Estándar por Paso. Paletas Ajustadas a 45° Paso Invertido					
Número de Paletas por Paso	0	1	2	3	4
Factor de Paleta — F_p	1.0	1.29	1.58	1.87	2.16

Formula de la potencia para elevar el material:

$$P_{mv} = \frac{Q.W.H}{200000} \text{ (HP)}$$

H= altura en pies.

Formula de la potencia total:

$$\text{POTENCIA TOTAL} = (P_f + P_{mh} + P_{mi})$$

$$\text{POTENCIA TOTAL} = \frac{\text{POTENCIA TOTAL}}{\eta}$$

Potencia para mover el transportador en vacío.

- Longitud 3,5 (m) = 11,5 (pies)
- Velocidad de giro 73 RPM
- Factor de diámetro 12
- Factor de buje 1

$$P_f = \frac{L.N.F_d.F_b}{1000000} = \frac{11,5 \times 73 \times 12}{1000000} =$$

$$\text{P}_f = 10 \times 10^{-3} \text{ (HP)}$$

Potencia para mover el material en el transportador.

- Longitud 3,5 (m) = 11,5 (pies)
- Factor del helicoidal F_f=1
- Factor de material F_m=0,5
- Factor de paleta F_p = 1
- Densidad del material..... W = 43,7 (lb/pie³)
- Capacidad equivalente..... Q=247 (pie³/hs)

$$P_{mh} = \frac{Q.L.W.F_f.F_m.F_p}{1000000} = \frac{247 \times 11,5 \times 43,7 \times 1 \times 0,5 \times 1}{1000000}$$

$$\text{P}_{mh} = 0,06 \text{ (HP)}$$

$$P_{mv} = \frac{Q.W.H}{200000} = \frac{247 \times 43,7 \times 10,8}{200000}$$

- Altura de instalación..... 3200 (mm) = 10,8 (Pies)

$$\text{P}_{mi} = 0,6 \text{ (HP)}$$

Potencia total.

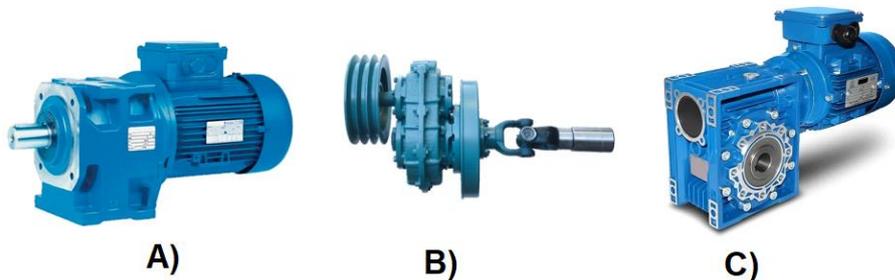
$$\text{Potencia total} = H_{pf} + H_{pm} + H_{pi} = \mathbf{0,67 \text{ (HP)}}$$

$$\text{Potencia necesaria} = \frac{\text{Potencia total}}{\eta} = \frac{0,67}{0,8} = \mathbf{0,85 \text{ (HP)}}$$

4.3.5.6 Selección de motorreductor.

El sistema de accionamiento será mediante un motor con reductor (A), unido al eje del sin fin media un acople. La selección es por gusto, también se podrían utilizar los modelos REHV (B) que van unido directo al eje del helicoides, accionado mediante motor y la reducción en mediante poleas con correa, tiene la ventaja de tener un margen para las variaciones de velocidad. También están los reductores de eje hueco (C) unidos directamente al eje.

Para la selección es importante siempre tener en cuenta el tema costos, eficiencia y disponibilidad en el mercado de estos equipos como así también el tema constructivo, es decir espacio donde irán los mismos y demás.



Para este estudio utilizaremos el catálogo del fabricante Lentax, línea coaxial (A). El mismo presenta un esquema de cálculo para la correcta elección del equipo. Nosotros nos ajustaremos a dicho esquema y procederemos a seleccionar y verificar el mismo.

Pasos por seguir:

- 1) Calcular la potencia absorbida (N_{abs}).
- 2) Calcular la potencia de entrada (N_e).
- 3) Determinar el factor de servicio.
- 4) Calcular la potencia de entrada equivalente (N_{eq}).
- 5) Calcular la relación ($i = n_e/n_s$).
- 6) Preseleccionar un modelo.
- 7) Comprobar que $N_{nom} > N_{eq}$.

Potencia absorbida.

Es la potencia teórica necesaria para el accionamiento. Dicho valor calculado, no debe incluir adicionales por condiciones de servicio.

$$N_{abs} = 0,67 \text{ (HP)}$$

Potencia de entrada.

$$N_e = \frac{N_{abs}}{\eta} = \frac{0,67}{0,8} = 0,85 \text{ (HP)}$$

Factor de servicio: 1,4

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR fs fs FACTOR hs. de Servicio Service hrs.		
	8	16	24
TRANSPORTE Y ALMACENAJE			
Montacargas	1.5	1.6	1.6
Elevadores de personas	1.8	2.0	2.0
Elevadores inclinados	1.65	1.8	1.8
Elevadores de cangilones (rocas)	1.65	1.8	1.8
Elevadores de cangilones (granos)	1.5	1.6	1.6
Transportadores a cadena (redlers)	1.5	1.6	1.6
Transportadores de cangilones	1.5	1.6	1.6
Transportadores circulares	1.5	1.6	1.6
Roscas transportadoras	1.15	1.4	1.5
Bandas transportadoras (granel)	1.15	1.4	1.5
Transportadores de banda (articulados)	1.3	1.5	1.7
Transportadores de cinta de acero	1.5	1.6	1.6
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1.3	1.5	1.7
Transportadores de placas	1.5	1.6	1.6
Tornos de elevación	1.5	1.6	1.6

Figura 42. Factor de servicio.

Potencia de entrada equivalente:

$$N_{eq} = n_e \cdot f_s = 0,85 \times 1,4 = 1,2 \text{ (HP)}$$

Cálculo de relación.

Velocidad de salida de motorreductor, son las revoluciones que necesitamos para hacer girar el sin fin y es dato: $n_s = 73 \text{ (rpm)}$.

$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{1410}{73} = 19,3$$

Preselección:

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util (Nm)	Velocidad Entrada aprox. (RPM)	Carga Radial adm. (kg)	Carga Axial adm. (kg)	Peso aprox. (kg)	Medidas (Página)	Repuestos (Página)
kW	HP	(RPM)			(fz)							
1,50 kW	2,00 HP	56,0	25,05	COT2 2,00	1,60	247	1410	700	280	37	pag 57	pag 75
		61,0	23,21	COT2 2,00	1,75	229	1410	700	280	37	pag 57	pag 75
		68,0	20,85	COT2 2,00	1,85	205	1410	610	244	37	pag 57	pag 75
		73,0	19,32	COT2 2,00	2,10	190	1410	610	244	37	pag 57	pag 75
		80,0	17,66	COT2 2,00	2,10	174	1410	610	244	37	pag 57	pag 75
		86,0	16,36	COT2 2,00	2,40	161	1410	475	190	37	pag 57	pag 75
		93,0	15,15	COT2 2,00	2,55	149	1410	475	190	37	pag 57	pag 75
		100,0	14,04	COT2 2,00	2,70	138	1410	475	190	37	pag 57	pag 75
		107,0	13,13	COT2 2,00	2,80	129	1410	475	190	37	pag 57	pag 75

Las dimensiones del reductor se encuentran en anexo 2.

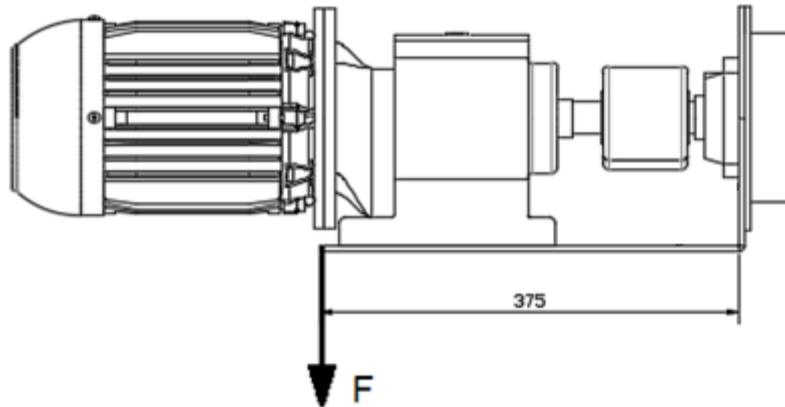
Comprobar que $N_{nom} > N_{eq}$.

Tenemos:

$$2 > 1,1 \text{ Verifica.}$$

4.3.5.1 Base motorreductor.

La desventaja de estos equipos es el gran esfuerzo que presentan al momento del montaje. Se debe tener una base robusta, al tener el conjunto un peso considerable, es de tal importancia calcular la flecha de la placa que los soporta. Supongamos que el centro de masa coincide con el extremo de chapa tenemos:



$$f = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_x}$$

P=F: peso del motor= 37 (kgf)

L: longitud de placa=375 (mm)

b: ancho de placa=200 (mm)

Por deformación.

Tomando como deformación admisible 1 (mm) cada 500 (mm), tenemos:

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \cdot L$$

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \times 37,5 \text{ (cm)} = 0,075 \text{ (cm)}$$

La flecha para viga volada con carga concentrada en extremo libre viene dada por la ecuación:

$$f = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_x}$$

$$I_x = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot f} = \frac{37 \times 37,5^3}{3 \times 21090000 \times 0,07} = 4$$

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} =$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{12 I_x}{b}}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{12 \times 3,6}{20}} = 1,35 \text{ (cm)} = 13,5 \text{ (mm)}$$

El espesor es elevado, es necesario optar por colocar refuerzos o cartelas para fortalecer el conjunto.

Por resistencia

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{\eta} = \frac{4710}{2}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{M_{fmax}}{I_x} \cdot e$$

$$M_{fmax} = P \cdot L$$

$$M_{fmax} = 37 \times 37,5 = 1387,5 \text{ (kgf.cm)}$$

$$\frac{I_x}{e} = \frac{M_{fmax}}{\sigma_{adm}} = \frac{1387,5}{2500} = 0,55$$

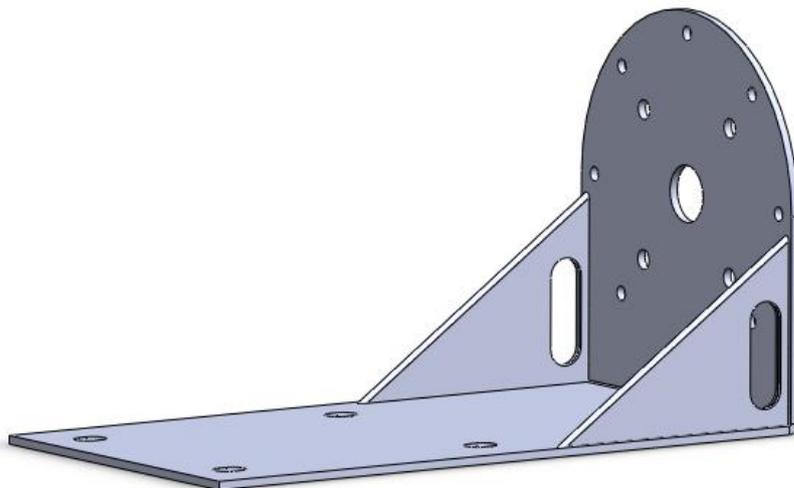
Siendo $e = h/2$

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} \cdot \frac{2}{h} = 0,55$$

$$I_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = 0,55$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \times 0,55}{b}} = \sqrt{\frac{6 \times 0,55}{20}} = 0,4 \text{ (cm)} = 4 \text{ (mm)}$$

Se opta por fabricar la base con chapa comercial negra de ¼" con refuerzos para evitar la gran deformación. Las perforaciones son para poder pasar la llave al momento de desmontar tanto el sello como la brida si fuese necesario.



4.3.5.2 Fuerzas en transportador helicoidal.

Para transportadores helicoidales están presentes dos tipos de carga. La primera, una carga estática, producida por el peso propio del material y cuerpo del transporte y la segunda, producida por el movimiento del tornillo helicoidal para empujar al material a través de él, carga variable.

Se ha representado el diagrama de cuerpo libre correspondiente a una sección del tornillo helicoidal, donde se señalan las cargas mencionadas y las reacciones que se generan en los puntos de apoyo.

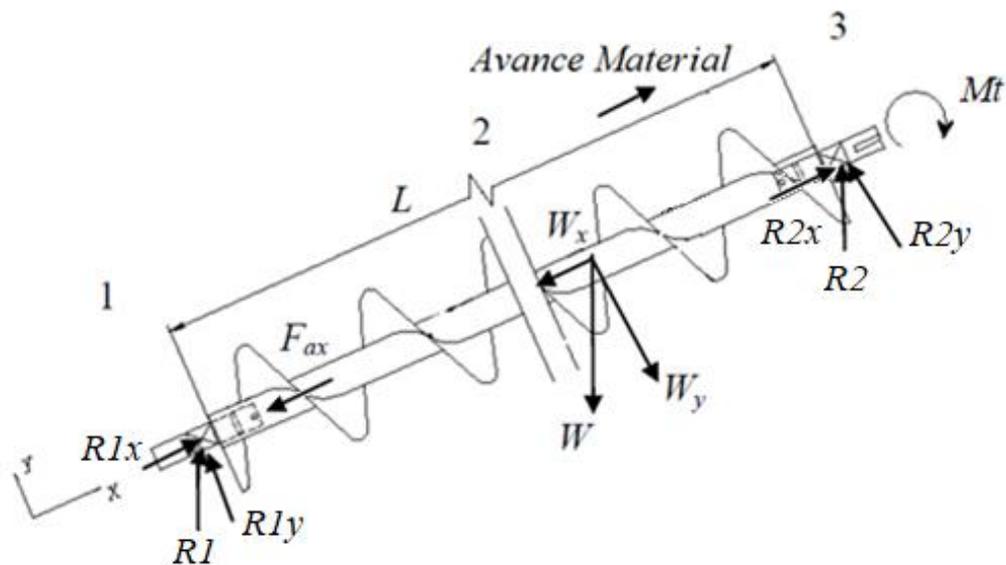


Figura 43. Fuerzas en transporte sin fin.

Para transportadores inclinados, la carga W genera dos componentes; W_x y W_y orientadas según el sistema de referencia mostrado en DCL y están relacionados con el ángulo α . La componente W_x produce tracción en extremo donde se ubica el eje de mando (parte superior de sin fin) y compresión en el otro extremo (parte inferior de sin fin), al eje no mando. Mientras que la componente W_y es anulada por la reacción que produce el caño camisa del transporte, a su vez la componente axial F_{ax} produce el mismo efecto de W_x .

La carga W se define la ecuación como sigue:

$$W = W_{Eje} + W_{Helicoide} + W_{Material}$$

$$W_{Tubo} = 2,778 \text{ (kg/m)} \times 3,482 \text{ (m)} = 9,7 \text{ (kg)}$$

$$W_{Helicoide} = 2,9 \text{ (kg/m)} \times 3,3 \text{ (m)} = 9,6 \text{ (kg)}$$

$W_{Material}$:

$$W_{Material} = \frac{\pi \cdot L \cdot \gamma}{4} (D_h^2 - D_e^2 - h \cdot D_h)$$

Siendo:

L: longitud helicoide.

γ : peso específico material a trasportar.

Dh: diámetro helicoide.

Di: Diámetro interno del eje del tornillo helicoidal.

De: Diámetro externo del eje del tornillo helicoidal.

h: espesor helicoide.

$$W_{\text{Material}} = \frac{\pi \times 3,5 \times 700}{4} (0,132^2 - 0,042^2 - 0,004 \times 0,132) = 29,1 \text{ (Kgf)}$$

Nos queda entonces:

$$W = 9,7 + 9,6 + 29,1 = 49 \text{ (Kgf)}$$

Siendo las componentes:

$$W_x = W \cdot \sin(\alpha) = 49 \cdot \sin(40^\circ) = 31,5 \text{ (Kgf)}$$

$$W_y = W \cdot \cos(\alpha) = 49 \cdot \cos(40^\circ) = 37,5 \text{ (Kgf)}$$

Durante el movimiento del material en un transportador de sin fin surge una fuerza en dirección axial que influye en la selección de uno de los cojinetes de apoyo del equipo.

Uno de los aspectos que influyen en el posterior diseño y selección de las partes de un transportador de sin fin es la determinación del empuje axial que surge al transportarse el material en un sentido dado. El objetivo principal que se persigue en su determinación es la determinación de la fuerza axial para posteriormente seleccionar el cojinete.

El sentido del empuje axial es contrario al del movimiento de la carga, este último depende no solo del sentido de rotación del eje de la hélice sino también del sentido de la hélice.

La misma se expresa de la siguiente manera:

$$F_{ax} = 6,84 \times 10^4 \left(\frac{N}{n \cdot Dh} \right) \times \frac{B}{Dh}$$

$$F_{ax} = 6,84 \times 10^4 \left(\frac{2}{73 \times 13,2} \right) \times \frac{13,2}{13,2} = 142 \text{ (Kgf)}$$

Siendo B, el paso entre hojas del tornillo helicoidal.

Momento torsor:

$$M_t = \frac{71620 \cdot N}{n}$$

$$M_t = \frac{71620 \times 2}{73} = 1963 \text{ (kgf.cm)} = 196,3 \text{ (N.m)}$$

Cálculo de reacciones.

$$\sum F_x = 0 \longrightarrow R_{1x} + R_{2x} - W_x - F_{ax} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \longrightarrow R_{1y} + R_{2y} - W_y = 0$$

$$\sum M_y = 0 \longrightarrow W_y(L/2) - R_{2y} \cdot L = 0$$

Del sistema de ecuaciones nos queda:

$$R_{2y} = R_{1y} = \frac{W_y}{2} = \frac{37,5 \text{ (kgf)}}{2} = 18,75 \text{ (Kgf)}$$

$$R_{2x} = R_{2y} \cdot \text{tg}(40^\circ) = 15,75 \text{ (Kgf)}$$

$$R_{1x} = W_x + F_{ax} = 31,5 + 142 = 173,5 \text{ (Kgf)}$$

4.3.5.3 Verificación de diámetro de caño eje de helicoide.

Utilizaremos la teoría de falla:

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left[\frac{\sigma_e}{\sigma_{fa}}\right]^2 + \left[\frac{\tau_e}{\tau_{fa}}\right]^2}$$

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left[\frac{\sigma_e}{\sigma_{fa}}\right]^2 + \left[\frac{\tau_e}{0,577\sigma_{fa}}\right]^2}$$

- De tabla AT7 página 744 Faires:

Para SAE 1010:

$$\sigma_r = 4710 \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 67 \text{ (psi)}.$$

$$\sigma_{fl} = 3867 \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$$

- Cálculo de coeficientes de superficie (k_a), forma (k_b), y carga (k_c)

De tabla 7.4, página 318 Shigley:

$$k_a = a \cdot (\sigma)^b$$

Siendo $a = 2,7$ y $b = -0.265$

$$k_a = 2,7(67)^{-0.265} = 0,88$$

De página 318 Shigley.

$$k_b = \frac{d^{-0,1133}}{7,62}$$

Suponemos $d = 42$ (mm)

$$\mathbf{K_b = 0,85}$$

De página 320 Shigley.

Para flexión. $K_c = 1$

Para torsión = 0,577

Tomamos $\mathbf{k_c = 0,8}$

- $\sigma_{fa} = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot 0,5\sigma = 0,88 \times 0,85 \times 0,8 \times 0,5 \times 4710 = 1410$ (kg/cm²).

- Diagrama

Sección crítica 2, máximo momento torsor y máximo momento flector

$$M_f \text{ Máximo} = W_y \cdot \frac{L}{4}$$

$$M_f \text{ Máximo} = \frac{37,5 \times 350}{4} = \mathbf{3281 \text{ (kgf.cm)}}$$

$$\sigma_{\text{flexión}} = \frac{M_{fc}}{w}$$

$$\sigma_{\text{flex}} = \frac{3281}{w_f} =$$

Teniendo un ciclo alternativo puro donde:

$$\sigma_{\max} = -\sigma_{\min} \text{ y } \sigma_m = 0$$

Por lo tanto:

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\text{flex}}$$

$$\sigma_{\min} = -\sigma_{\text{flex}}$$

$$\sigma_v = \frac{\sigma_{\max} - (-\sigma_{\min})}{2} = \frac{\sigma_{\text{flex}} - (-\sigma_{\text{flex}})}{2} =$$

$$\sigma_v = \sigma_{flex} = \frac{3281}{w_f}$$

$$\sigma_m = 0$$

$$\sigma_{eq} = \frac{\sigma_{fa}}{\sigma_{fl}} \times \sigma_m + \sigma_v \cdot k_f$$

$$\sigma_{eq} = \frac{3281}{w_f} \cdot k_f$$

Optamos $k_f = 1$

$$\sigma_{eq} = \frac{3281}{w_f}$$

$$\tau_m = \frac{M_t}{w_p}$$

$$\tau_m = \frac{1963}{w_p}$$

Debido a que se supone el momento torsor constante en todo el eje:

$$\tau_v = 0$$

$$\tau_{eq} = \frac{\tau_{fa}}{\tau_{fl}} \times \tau_m + \tau_v \cdot k_f$$

$$\tau_{fa} = 0,6\sigma_{fa}$$

$$\tau_{fl} = 0,6\sigma_{fl}$$

$$\tau_{eq} = \frac{0,6\sigma_{fa}}{0,6\sigma_{fl}} \times \tau_m$$

$$\tau_{eq} = \frac{1410}{3867} \times \frac{1963}{w_p}$$

$$\tau_{eq} = \frac{715}{w_p}$$

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left[\frac{\sigma_e}{\sigma_{fa}}\right]^2 + \left[\frac{\tau_e}{0,577\sigma_{fa}}\right]^2}$$

$$\frac{1}{2} = \sqrt{\left[\frac{3281}{w_f \cdot 1410}\right]^2 + \left[\frac{715}{w_p \cdot 0,577 \times 1410}\right]^2}$$

$$\frac{1}{4} = \left[\frac{3281}{w_f \cdot 1410} \right]^2 + \left[\frac{715}{w_p \cdot 0,577 \times 1410} \right]^2$$

Siendo $w_p = 2w_f$

$$\frac{1}{4} = \left[\frac{2 \times 3281}{w_p \cdot 1410} \right]^2 + \left[\frac{715}{w_p \cdot 0,577 \times 1410} \right]^2$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{w_p^2} \left(\left[\frac{6562}{1410} \right]^2 + \left[\frac{715}{0,577 \times 1410} \right]^2 \right)$$

$$w_p^2 = 4 \left(\left[\frac{6562}{1410} \right]^2 + \left[\frac{715}{0,577 \times 1410} \right]^2 \right)$$

$w_p = 9,5 \text{ (cm)}$

Para los valores de diámetro que preseleccionamos nuestra relación sería:

$$\eta = \frac{d_i}{d} = \frac{36,7}{42,4} = 0,86$$

Por lo tanto, el diámetro mínimo que debería tener el eje del sin fin sería:

$$w_p = \frac{\pi d^3 (1 - \eta^4)}{16}$$

$$d^3 = \frac{16 w_p}{\pi (1 - \eta^4)}$$

$D = 38 \text{ (mm)}$

Contra los 42,4 (mm), por lo tanto, el valor optado cumple las exigencias.

4.3.5.4 Verificación de deformación eje.

Al tener una inclinación considerable la flecha no es de notable consideración. Además, al momento que empieza a correr el material el helicoides se acomoda en al sinfín, siendo el producto una base de apoyo del conjunto caño-helicoides.

4.3.5.5 Cálculo diámetro mínimo para ejes.

Cema hace una clasificación de los distintos tipos de ejes según su funcionalidad, dividiéndolos así en 3 grupos:

- Eje motriz: usados para transmitir potencia.
- Eje terminal: sirven para apoyar la última sección del helicoidal.
- Eje de acoplamiento: se utilizan para unir tramos de helicoidales dentro del transportador y para permitir la rotación dentro del buje del colgante.

1) Eje motriz.

El eje motriz está sometido a cargas cortantes debidas al peso propio y el peso del tornillo sin fin que podrían ser despreciables, adicional a esto, la unidad motriz transmite a través de éste el par torsor necesario para dar movimiento al sin fin, la carga axial no está presente.

Se selecciona como material un SAE 1045, laminado simple, debido a que es ampliamente utilizado para este tipo de piezas.

De tabla AT 7, página 744 de Faired:

$$\tau = 5062 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

Coefficiente seguridad= 2,5

$$\tau_{adm} = 2025 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\tau_{adm} = \frac{16Mt}{\pi \cdot d^3}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16Mt}{\pi \cdot \tau_{adm}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 1963}{\pi \cdot 2025}} = 2,2 \text{ (cm)} = 22 \text{ (mm)}$$

2) Eje terminal o no motriz.

Este componente soporta la mayor carga axial debido a que el peso recae sobre él, sin embargo, el torque aplicado al mismo es nulo.

El torque disminuye proporcionalmente a la longitud del tornillo sin fin hasta anularse cuando llega al extremo del eje conducido, el par se produce cuando el sistema entra en funcionamiento y el material muestra resistencia al movimiento.

La carga cortante solo aparece con el peso propio del tornillo sin fin ya que el peso del material está soportado por caño camisa del transporte. Se podrían despreciar los valores de flexión debido a que son insignificantes.

Material: SAE 1045, laminado simple.

De tabla AT 7, página 744 de Faired:

$\sigma_{fl} = 4148$ (Kgf/cm²)

Coefficiente seguridad = 2,5

$\sigma_{adm} = 1660$ (Kgf/cm²)

$$\sigma_{adm} = \frac{F}{\pi \frac{d^2}{4}} =$$

$$d = \sqrt{\frac{4F_{ax}}{\sigma_{adm} \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 142}{\pi \cdot 1660}} = 0,33 \text{ (cm)} = 3,3 \text{ (mm)}$$

Seleccionamos un diámetro de 30 (mm) para ambos ejes. El mismo se obtiene de una barra de hierro maciza redonda laminada SAE 1045 de 1 3/4" (44,45 mm). Como alternativa se podría seleccionar acero al carbono aleado como ser un SAE 4140 (cromo – Molibdeno).

El acero SAE 1045 es de aplicación universal que proporciona un nivel medio de resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo con respecto a los aceros de baja aleación. Mientras que un acero SAE 4140 tiene buenas características de estabilidad en caliente hasta 400°C sin fragilidad de revenido, muy versátil y apto para esfuerzos de fatiga y torsión.

4.3.5.6 Cálculo de chaveta.

La puntera o eje está unida, por un lado, mediante la chaveta al acople y por otro al eje del helicoide mediante bulones. Son tres las dimensiones con las que queda definida una chaveta: el ancho (b), la longitud (L), y la altura (h). Estas vienen definidas por la norma DIN 6885-1.

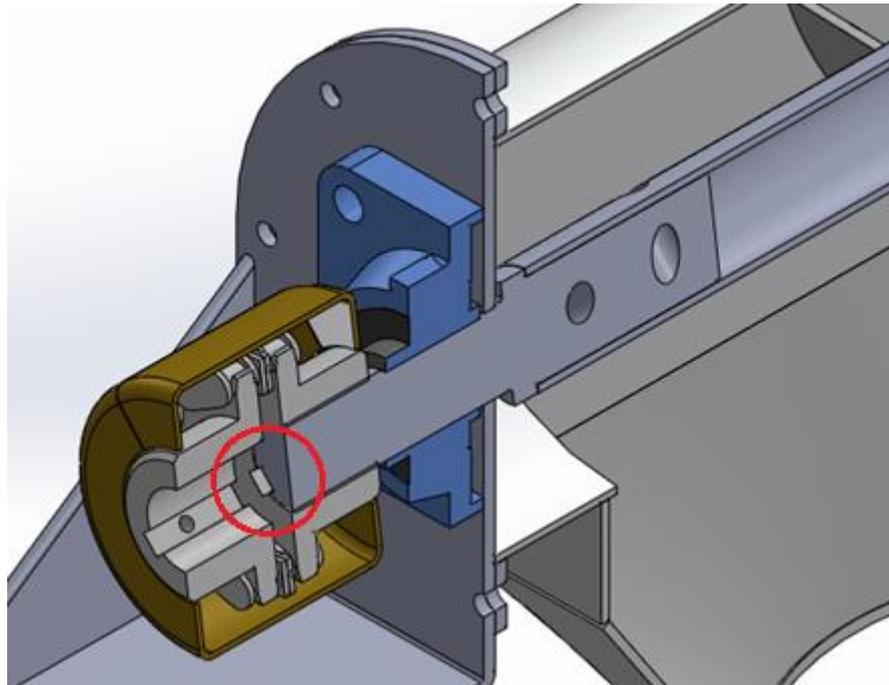


Figura 44. Ubicación de chaveta.

Al tener un diámetro de eje de 30 (mm), se utilizarán chavetas de $b=8$, $h=7$ (ver Tabla 13) y L es la longitud que se ha de calcular para poder satisfacer las necesidades de transmisión de par.

Tabla 13. Dimensiones de chaveta según DIN 6885.

Dimensiones en mm.

Más de	hasta	Sección de la chaveta b X h	Ancho b, tolerancia						Profundidad				Chaflán R ₁		
			Nominal	Clase de ajuste del enchavetado			Eje h ₁		Cubo h ₂		Mín.	Máx.			
				Libre		Normal	Ajustado	Nominal	Toler.	Nominal			Toler.		
				Eje h9	Cubo D10	Eje n9	Cubo JS9	Eje y Cubo p9/P9							
10	12	4X4	4	+0,030	+0,078	0	±0,015	-0,012	2,5	+0,1	1,8	+0,1	0,08	0,16	
12	17	5X5	5	0	+0,030	-0,030	±0,015	-0,042	3	0	2,3	0	0,16	0,25	
17	22	6X6	6						3,5		2,8		0,16	0,25	
22	30	8X7	8	+0,036	+0,098	0	±0,018	-0,015	4		3,3		0,16	0,25	
30	38	10X8	10	0	+0,040	-0,036	±0,018	-0,051	5		3,3		0,25	0,40	

El material seleccionado para las chavetas es un acero SAE 1020 laminado simple. Es de vital importancia que sea un material de menos resistencia que la del eje, así funciona de fusible ante una falla, es decir se rompe chaveta y no el eje.

De tabla AT 7, página 744 de Faired:

$$\sigma_{fl} = 3374 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\tau = 0,6 \cdot \sigma_{fl} = 2025 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

Tomando un coeficiente de seguridad de 2.

$$\sigma_{adm} = 1687 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\tau_{adm} = 1012,5 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

Cálculo por corte.

La magnitud del esfuerzo cortante se puede calcular con:

$$F = \frac{2T}{D}$$

Dónde:

F: Fuerza del eje sobre la cuña.

T: Par torsor.

D: Diámetro del eje.

$$F = \frac{2 \times 1963}{3} = 1310 \text{ (Kgf)}$$

$$\tau_{adm} = \frac{F}{A_{cortante}} = \frac{F}{D \cdot b \cdot L}$$

$$A_{cortante} = \frac{1310}{1012,5} = 1,3 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{cortante} = b \cdot h \cdot L$$

De Tabla 13: b=8 (mm) y h=7 (mm)

$$L = \frac{A_{cortante}}{b \cdot h} = \frac{1,3}{0,8 \times 0,7} = 2,3 \text{ (cm)} = 23 \text{ (mm)}$$

Cálculo por aplastamiento.

El fallo por aplastamiento se relaciona con el esfuerzo de compresión en el lado de la cuña, el lado del cuñero en el eje, o el lado del cuñero en el cubo. El área a compresión es igual para cualquiera de esas zonas:

$$\text{Aplastamiento} = L \cdot \frac{h}{2}$$

De este modo, el fallo se produce en la superficie que tenga la menor resistencia a la fluencia por compresión (normalmente, la de la chaveta). Definiendo una tensión admisible de diseño para la compresión como sigue:

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{F}{\text{Aplastamiento}} = \frac{2F}{L \cdot h}$$

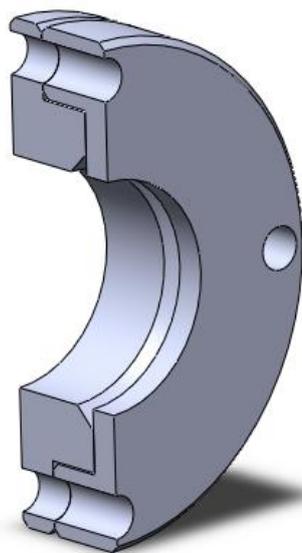
$$L = \frac{2F}{\sigma_{\text{adm}} \cdot h} = \frac{2 \times 1310}{1687 \times 0,7} = 2,2 \text{ (cm)} = 22 \text{ (mm)}$$

Se selecciona un largo de 25 (mm) para así cumplir las dos exigencias.

4.3.5.7 Sello.

Se diseñó un sello prensaestopas, el cual ejerce un sellado del eje eficiente y sencillo.

Tiene la tarea de no dejar que el producto escape hacia el exterior, como así también permitir que entre algún objeto o sustancia no deseada que sea perjudicial para el producto final. Se fabrica a partir de perfil laminado redondo laminado SAE 1045 macizo de 3" (76,2 mm), con proceso de mecanización.



4.3.5.8 Selección acople.

El acople utilizado será un acople a cadena de la marca Engracor. Selección:

- Potencia de motor: 1,5 (Kw)
- Momento torsor: 196,4 (N.m)
- Numero de revoluciones: 73 Rpm
- Diámetro eje motorreductor: 30 (mm)
- Diámetro eje para transmisión: 30 (mm)

Acople N°	Torque (N.m)	Potencia admisible según N° RPM (KW)										
		1	5	10	25	50	100	200	300	400	500	600
4012	217	0.02	0.11	0.22	0.58	1.15	1.73	2.63	3.46	4.15	4.96	5.67
4016	386	0.04	0.21	0.41	1.03	2.06	3.09	4.69	6.17	7.41	8.85	10.1
5016	735	0.08	0.39	0.78	1.95	3.91	5.86	8.92	11.7	14.1	16.8	19.2
5018	931	0.1	0.5	0.99	2.48	4.95	7.43	11.3	14.9	17.8	21.3	24.4
6018	1750	0.18	0.93	1.87	4.67	9.33	14	21.3	28	33.6	40.1	45.9
6022	2370	0.25	1.25	2.51	6.31	12.5	18.8	28.6	37.7	45.3	54.1	61.9
8018	3880	0.41	2.07	4.14	10.3	20.7	31	47.2	62.1	74.5	89	101
8022	5580	0.59	2.96	5.93	14.8	29.6	44.5	67.2	89	106	127	146

Acople N°	Z	Paso	A std.	A máx.	B	C	D	E	F	Peso (Kg.) Weight
4012	12	1/2	12	22	32	61	79	77	72	0.9
4016	16	1/2	12	32	50	77	79	93	75	1.8
5016	16	5/8	12	40	60	96	99	111	85	3.2
5018	18	5/8	15	45	70	106	99	122	85	4.0

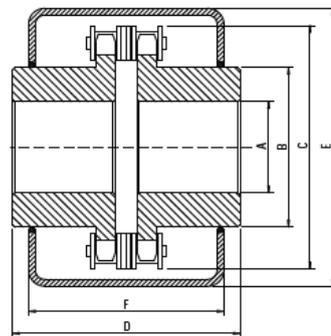


Figura 45. Medidas acople.

Seleccionamos el acople N° 4016.

4.3.5.9 Selección rodamientos.

Son varios los factores que intervienen en el proceso de selección de los rodamientos para un correcto funcionamiento, entre los cuales se encuentran:

- Espacio disponible.
- Cargas (magnitud y dirección).
- Desalineación.
- Velocidades.
- Temperatura de funcionamiento.
- Niveles de vibración.
- Niveles de contaminación.
- Tipo y método de lubricación.

Los rodamientos están ubicados en los extremos del sinfín. El más crítico es el ubicado en la parte inferior donde el mismo debe absorber toda la carga axial.

El rodamiento seleccionado es de marca SKF. El cual es una unidad de rodamientos de bolas con pestaña cuadrada, modelo UCF 206, comúnmente utilizado en equipos con aplicaciones de manipulación de materiales. Para más información ver catálogo en anexo 2.

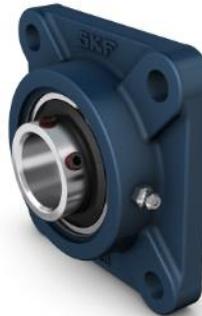


Figura 46. Rodamiento sinfín.

Se selecciona una unidad que cubra las características, tanto del eje como de las fuerzas presentes. Además, se realiza un cálculo básico para verificar si se cumple la duración en horas. SKF recomienda utilizar las ecuaciones de vida nominal que se describen en el catálogo.

Tabla 8

Valores orientativos de vida nominal requeridos para diferentes clases de máquinas	
Clase de máquinas	Vida nominal Horas de funcionamiento
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico	300 ... 3 000
Máquinas usadas intermitentemente o por cortos períodos: herramientas eléctricas portátiles, aparatos elevadores en talleres, máquinas y equipos para la construcción	3 000 ... 8 000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitentemente: ascensores (elevadores), grúas para mercancías embaladas o eslingas de tambores, etc.	8 000 ... 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre totalmente utilizadas: transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos de uso industrial, machacadoras rotativas	10 000 ... 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: máquinas herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria de ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos para imprentas, separadores y centrífugas	20 000 ... 30 000
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día: cajas de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil	40 000 ... 50 000
Máquinas para la industria de energía eólica, esto incluye el eje principal, la orientación, los engranajes, los rodamientos del generador	30 000 ... 100 000
Maquinaria para el abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para transatlánticos	60 000 ... 100 000
Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, bombas y ventiladores para minas, rodamientos para la línea de ejes de transatlánticos	> 100 000

Figura 47. Vida nominal rodamientos.

La vida nominal en horas de funcionamiento tiene que ser mayor a 20000-30000 horas. Se tiene que la vida nominal básica en horas es:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

Siendo:

n: igual a 73 rpm.

C: Capacidad de carga dinámica básica = 19,5 (kN)

P: carga dinámica equivalente

p: exponente según tipo de rodamiento, para rodamiento a bolas, p=3.

Fr=Ry= 187,5 (N)= 0,1875 (kN)

Fa= 1420 (N)= 1,42 (kN)

De página 353 del manual de SKF:

Cuando $F_a/F_r \leq e$

$$P = F_r$$

Cuando $F_a/F_r > e$

$$P = X F_r + Y F_a$$

De tabla 7, página 354 del manual de SKF:

e: 0,29

X: 0,46

Y: 1,88

$$P=0,46 \times 0,1875 + 1,88 \times 1,42 = 2,75 \text{ (kN)}$$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \times 73} \left(\frac{19,5}{2,75} \right)^3 = 81401 \text{ (hs)} > 30000 \text{ (hs)}$$

El rodamiento cumple con la vida útil en horas y con la capacidad de carga, por lo que está correctamente seleccionado.

4.3.5.10 Determinación de dimensiones de boca de carga y descarga.

Para el área de entrada tanto de salida, una referencia es realizar un 1,5 o 2 veces mayor que la sección interna del sinfín.

Sección interna de sinfín

$$A = \frac{\pi \varnothing^2}{4} = \frac{\pi 15^2}{4} = 176 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Tomando una sección rectangular tanto para entrada como salida.

$$1,5A = \varnothing \cdot L =$$

$$L = \frac{1,5 \times 176}{15} = 17,6 \text{ (cm)}$$

Seleccionamos un ancho de 200 (mm).

4.3.6) Embolsadora y cosedora.

Para esta parte del proceso la idea de instalación se presenta como lo muestra la figura. La embolsadora en un extremo de la cinta transportadora (parte derecha de imagen), una vez llegado al peso necesario la bolsa se apoya sobre la cinta para que avance. La misma viaja de manera vertical apoyada sobre el respaldo de la cinta, facilitando así el guiado de la bolsa en su forma correcta.

Su recorrido sigue pasando por la cosedora, que puede ser fija o manual. La velocidad de la cinta hará avanzar la bolsa cosiendo así todo el largo.

Una vez terminado la bolsa viajara ya lista hasta la zona de paletizado



Figura 48. Embolsadora y cosedora.

Para este proceso se utiliza una embolsadora automática de la marca Sipel, modelo SIPEL NET. Para ver folleto y manual dirigirse a anexo 2.

Solución ideal para el embolsado de materiales de baja fluides fluidez, polvos, harinas, alimento balanceado, etc.

El material se pesa en la tolva para lograr mayor velocidad de embolsado, de esta manera mientras el operador retira la bolsa llena y coloca la vacía, el sistema prepara la nueva carga. Posee sostenedores neumático de bolsa, accionado a través de una pedalera.

Controla el llenado de 5 a 8 bolsas por minuto, dependiente del producto y la capacidad de bolsa.

Colocada la bolsa en forma manual, se presiona el pulsador de arranque. El equipo electrónico descuenta el peso de la bolsa vacía y envía a las electroválvulas la orden de abrir los alimentadores.

Al llegar la carga de la bolsa cerca del peso prefijado, se cierra el alimentador grueso y luego el fino.

El equipo posee además un valor teórico que, en caso de variación del peso prefijado, corrige automáticamente el valor del corte final hasta alcanzar en la bolsa el valor deseado.

Capacidades y Resoluciones

Capacidad Máxima	Capacidad Mínima	Resolución Mínima	Error Máximo
hasta 75 kg	25 kg	50 g	+/- 150g
hasta 40 kg	10 kg	20 g	+/- 60g

Especificaciones técnicas

Display:	LED 6 dígitos 1"
Teclado:	De membrana de 27 teclas con señal de confirmación audible
Resolución display:	10.000 divisiones
Velocidad de conversión:	50/60 conversiones por segundo
Sensibilidad mínima:	1 microvoltios / división
Linealidad:	0.01% de FE
Auto cero:	OFF / 1 - 10 div.
Rango de toma de cero:	2 % de FE configurable
Alimentación:	220/110 voltios
Frecuencia:	50 o 60 Hz
Temperatura de trabajo:	-5°C a 40°C
Gabinete:	Acero NEMA XII, terminación Epoxi
Dimensiones máximas:	ancho: 315 mm alto: 275 mm fondo: 90 mm
Peso máximo:	4 kg

Requerimientos energéticos

Electricidad: 220Vca. +/- 10%; 50Hz (a pedido 110Vca).
Aire comprimido 50NI/ min. de caudal, 6-8 kg/cm² de presión.

Cálculo del tiempo de embolsado por batch.

La capacidad de embolsado del equipo es de 5 a 8 bolsas por minuto. Suponiendo que se embolsan 5 bolsas por minuto, cada bolsa tardaría 12 segundos en ser embolsada.

Peso bolsas de producto terminado, tomando la peor situación: 20 kg.

Tendremos entonces:

$$\text{Bolsas por batch} = \frac{\text{Capacidad mezcladora}}{\text{Capacidad de bolsa}} = \frac{200}{22} = 10 \text{ bolsas}$$

Tiempo de embolsado necesario por batch:

$$\text{Tiempo embolsado} = \frac{(\text{Tiempo embolsado por bolsa}) \times (\text{Bolsas por batch})}{60} = \frac{12 \times 10}{60} = 2 \text{ (min)}$$

Las cosedoras de bolsas pueden ser fijas o manuales, actualmente se utiliza una manual.

La diferencia es en la calidad de terminación, ya que la manual depende de la habilidad y del momento del empleado, la fija solo hay que guiarla logrando un cocido completamente recto.

La fija ofrece unas automatizaciones

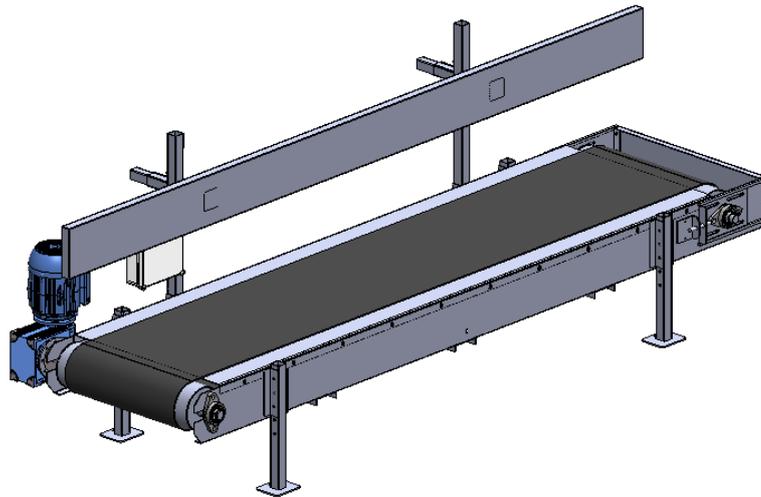
Se pueden utilizar cualquiera de las dos, la elección de una u otra depende del nivel detalle y terminación que se requiera.

Como se está trabajando en una optimización y se trata de reducir la mano de obra manual, se ofrecerá la colocación de una fija, obviamente quedando en manos de la empresa su elección o seguir usando la manual existe.

El dato importante de estas máquinas es la velocidad de cosido, ya que será necesario para el diseño de la cinta. Estas rondan entre los 0,3 y 0,5 (m/s)



4.3.7) Cinta transportadora.



4.3.7.1 Datos iniciales.

Como datos de partida en el proceso de diseño de una cinta transportadora según CEMA.

Tipo de material a transportar.

Se transportarán bolsas de 20 kg y 25 kg con una densidad de $0,7 \text{ (grs/cm}^3\text{)}$. Con las dimensiones nombradas anteriormente (ver Figura 20), $600 \times 400 \times 150 \text{ (mm)}$.

Características geométricas de la banda transportadora.

Para el cálculo y diseño de la banda transportadora es necesario definir la trayectoria de recorrido de la cinta desde el lugar de alimentación del material hasta el punto de descarga del mismo, el cual en la mayoría de los casos corresponde al cabezal motriz o de accionamiento. Para ello se deben definir los siguientes parámetros:

Altura (H).

Con altura se hace referencia a la diferencia de elevaciones entre los puntos de carga del material sobre la banda y el de descarga. Esta longitud es requerida para calcular la tensión necesaria para bajar o levantar dicha carga. Para una banda transportadora con varios tramos de elevación se debe especificar la altura correspondiente a cada tramo a lo largo de la trayectoria de la banda, siendo este valor negativo en el caso de que el recorrido sea descendente. En nuestro caso la altura es nula, no existe diferencia de elevación.

Ángulo de inclinación de la banda.

El ángulo de inclinación de la banda viene determinado por el tipo de material a transportar y por el ángulo máximo de inclinación del material sin que se produzca deslizamiento del mismo sobre la banda. Nuestro ángulo de inclinación de la cinta es igual a cero. Este parámetro es muy importante para el transporte de materiales a granel.

Ancho de banda disponible (B).

Los anchos de las bandas están normalizados según DIN 22101.

Ancho de banda (mm)	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2200
---------------------	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------

Tabla 14. Medidas de ancho de banda.

El ancho seleccionado es de **500 (mm)**.

La banda seleccionada es de la marca Puerto Femos SRL, modelo Standard, denominación: H - 30X3 – E - V20A - U0.

En Tabla 15 se pueden apreciar algunas características de la banda, para más información ver anexo 2.

PESO DE BANDA (KG/M ²)	ESPESOR TOTAL (MM)	ØMIN POLEA(MM)	CARGA MAXIMA TRACCIÓN (N/MM)	TELAS
5,2	4,30	120	500	3

Tabla 15. Características técnicas de banda.

Condiciones de operación.

- 1) Calidad del entorno: el ambiente no es perjudicial para la máquina. Valores tolerables de humedad, polvo, etc.
- 2) Horas de servicio: la jornada laboral es de 10 horas, por lo que tomaremos este valor como valor total de horas de servicio diaria.
- 3) Velocidad de avance de la cinta: los factores que influyen en la selección de la velocidad son la capacidad requerida (para materiales a granel), la tensión resultante en la banda y la potencia requerida.

La velocidad de la banda transportadora está condicionada en nuestro caso por la velocidad de cosido de la bolsa.

Adoptaremos un valor de $v = 0,5$ (m/s).

4.3.7.2 Capacidad de transporte de la cinta.

La capacidad de transporte de una cinta es un dato técnico que siempre es preciso conocer. El porte de una banda transportadora está determinado por el área de la sección transversal de la carga que puede ser apilada encima de la cinta sin ocasionar derrame del material y pequeñas ondulaciones de la banda a su paso sobre los rodillos.

Esta capacidad de transporte se puede calcular haciendo uso de la siguiente fórmula para materiales a granel:

$$Q_v = 3600 \cdot v \cdot A \cdot k$$

Dónde:

Q_v : es la capacidad de transporte volumétrica de la banda (m^3/h).

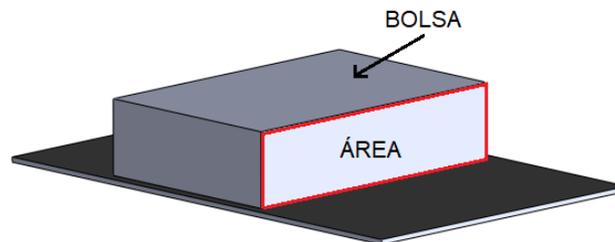
v : es la velocidad de avance de la banda (m/s).

A : es el área de la sección transversal del material (m^2).

k : es un coeficiente de reducción de la capacidad de transporte por inclinación de la cinta.

En nuestro caso que no es un material a granel podemos hacer una aproximación. Tomaremos como área la sección transversal de la bolsa, considerando que esta cantidad de material es continuamente volcada sobre la cinta. Tendremos entonces:

Cálculo de área:



$$A = l \cdot h = 0,15 \times 0,4 = 0,06 \text{ (m}^2\text{)}$$

Cálculo de capacidad:

$$Q_v = 3600 \cdot v \cdot A \cdot k$$

$$Q_v = 3600 \times 0,5 \times 0,06 \times 1 = 110 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Siendo la densidad de $700 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ y peso específico de $6860 \text{ (N/m}^3\text{)} = 686 \text{ (Kgf/m}^3\text{)}$

$$Q_v = 110 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$Q_m = 77 \text{ (tn/h)} = 22 \text{ (kg/s)}$$

$$Q = Q_v \times \text{peso específico} = 754600 \text{ (N/h)} = 75460 \text{ (Kgf/h)}$$

4.3.7.3 Mesa de carga.

Para la parte superior de la cinta donde circularán las bolsas, la cinta correrá por una mesa plana, compuesta de una chapa de acero.

La cuna de apoyo es adecuada para este tipo de aplicación de manejo de bultos. El inconveniente es que la fricción es mayor para este caso, pero al tratarse de una cinta de corta distancia es insignificante este aumento de potencia. Además, comparándola con una cama de rodillos, es más económica, debido a que los rodillos tienen un costo considerable y hay que colocar estos uno al lado del otro en todo el recorrido; tiene menos piezas en movimiento, eso conlleva menos costos en mantenimiento y en arreglos si ocurre alguna avería. Accionamiento mediante cadenas no tan apto para el ambiente polvoriento. La bolsa en la cama no lleva un andar recto, esto dificulta el cocido fijo, ya que a bolsa hará unas pequeñas ondulaciones.

Selección espesor.

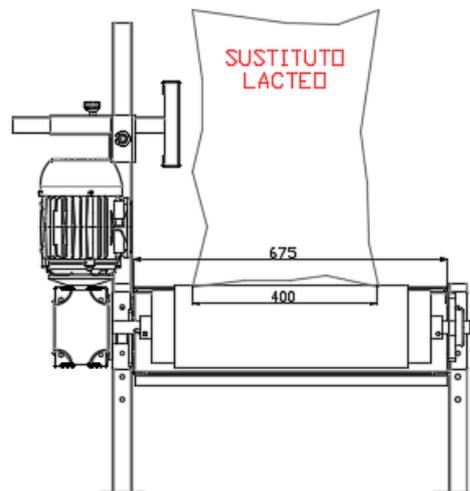
Para determinar el espesor se realiza un estudio de deformación. La bolsa ejerce una fuerza (su propio peso) sobre el área de la cuna, resultando así una presión.

Eligiendo la peor condición, cuando el área de apoyo de bolsa es la menor. El valor de esta es igual al área de la parte inferior de la bolsa ($A=150 \times 400$). Ver figura.

$$\text{Presión} = \frac{F}{A} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$\text{Presión} = \frac{25}{600} = 0,042 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

Tomando un lado unitario para el estudio, esta presión aplicada a este resulta una carga distribuida "q" a lo largo de los 400 (mm).

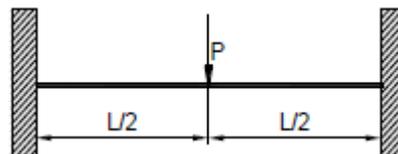


$$q = (\text{Presión}) \times (\text{Lado unitario}) = 0,042 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \right)$$

Este valor de q multiplicado por la longitud de bolsa nos da una fuerza que aplica en el centro de la cuna;

$$P = q \cdot 40 \text{ (cm)} = 0,042 \times 40 = 1,7 \text{ (kgf)}$$

La flecha para este caso, una carga puntual con ambos extremos empotrados es:



$$f = \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I_x}$$

Siendo $L=675$ (mm), el ancho de cuna.

Tomando como deformación admisible 1 (mm) cada 500 (mm), tenemos:

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \cdot L$$

$$f = \frac{1 \text{ (mm)}}{500 \text{ (mm)}} \times 67,5 \text{ (cm)} = 0,135 \text{ (cm)}$$

Se busca la inercia necesaria para cumplir con la flecha.

$$I_x = \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot f}$$

$$I_x = \frac{1,7 \times 67,5^3}{192 \times 2109000 \times 0,135} = 0,09$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Siendo $b=L=675$ (mm) y h el espesor buscado.

$$h = \sqrt[3]{\frac{12l}{b}}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{12 \times 0,09}{67,5}} = 0,25 \text{ (cm)} = 2,5 \text{ (mm)}$$

Chapa seleccionada es de espesor 3,2 (mm)

4.3.7.4 Cálculo y selección de rodillo de retorno.

El parámetro fundamental en el proceso de selección de los rodillos será el diámetro. La selección del diámetro del rodillo está influenciada por la velocidad, peso tanto del material como de la banda, tamaño de grano del material y expectativa de vida útil.

Inicialmente se selecciona un rodillo y luego se verifica la carga que soporta. Para la misma utilizaremos la fórmula que nos brinda el manual del fabricante Rotrans.

$$K_r = R + L1 \left(Gg + \frac{Q_r}{3,6.v} \right) F_c.F_i.F_v$$

Siendo:

K_r (Kgf): Carga sobre un rodillo.

R (Kgf): Peso de las partes móviles de los rodillos

$L1$ (m): Separación entre dos rodillos consecutivos.

Gg (Kgf/m): Peso de la banda.

Q_r (Tnf/h): Capacidad de carga real.

V (m/s): Velocidad de la banda.

F_c : Factor de carga

F_i : Factor de impacto

F_v : Factor de vida del rodillo.

En este caso la carga Q_r resulta nula, por lo tanto, así también lo será el término: $\left(\frac{Q_r}{3,6.v} \right)$.

$$K_r = R + L1.Gg.F_c.F_i.F_v$$

De la tabla de recomendaciones de diámetro de rodillos, elegimos un diámetro de rodillo de 63,5 (mm).

BANDA	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
ø Rodillo											
63,5	x	x	x								
70		x	x	x							
76		x	x	x	x						
89		x	x	x	x						
102			x	x	x	x					
108			x	x	x	x	x				
127				x	x	x	x	x			
133				x	x	x	x	x			
152,4						x	x	x	x		
159						x	x	x	x		
193,7									x	x	x

Tabla 16. Recomendación de diámetro de rodillos por ancho de banda

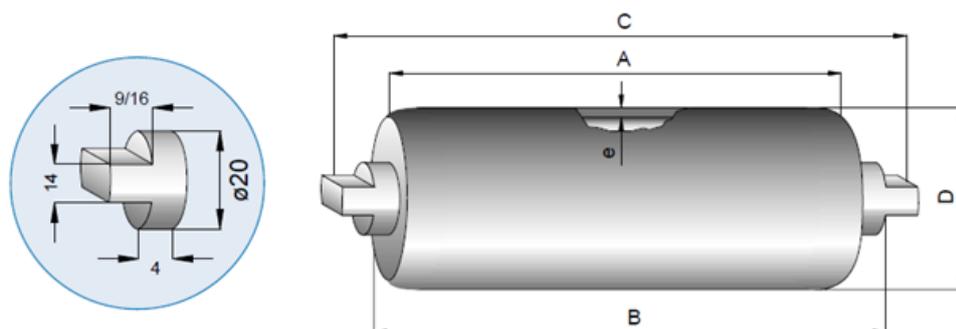
Tabla 17. Características del rodillo.

RODAMIENTO 6204 EJE Ø20

Serie M / S-20	DIÁMETRO RODILLO (mm)	D	63,5	70	76	89	102	108	127	133
	ESPESOR DE TUBO (mm)	e	3	3	3	3	3,6	3,8	4	4
	CONSTANTE PESO RODILLO	T	1	1,1	1,2	1,3	1,6	1,8	2	2,2
	CONSTANTE PESO P. MÓVILES	T1	1	1,2	1,2	1,4	2	2,3	2,8	2,9

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	2,85
500	600	608	640	4,93	3,33
650	750	758	790	5,99	4,02
800	950	958	990	7,40	4,92



- Peso de las partes rodantes: R= 3,33 (Kgf).
- Peso de la banda: de ficha técnica de Puerto Femos SRL = 5,2 (kg/m²).

$$G_g = 5,2 \text{ (kg/m}^2\text{)} \times 3 \text{ (m)} = 16 \text{ (kgf/m)}$$

- Velocidad de la banda: $V = 0,5$ (m/s).

Tabla 18. Revoluciones en función de la velocidad de cinta

VELOCIDAD BANDA M/S	DIAMETRO DEL RODILLO mm		
	63,5	70	76
0,25	75	68	63
0,50	150	136	126
0,75	225	205	189
1,00	300	273	251
1,25	376	341	314
1,50	451	409	377
1,75	526	478	440
2,00	601	546	503

- Separación entre dos estaciones consecutivas $L_1 = 3$ (m). Por lo tanto, necesitaremos tan solo un rodillo.

Tabla 19. Separación entre estaciones consecutivas.

ANCHO DE BANDA (mm)	SUPERIORES		INFERIORES
	$\& \leq 0,6$	$\& > 0,6$	
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	1,00	1,00	2,40

$\& =$ PESO ESPECIFICO EN Tm/m^3

Peso específico = $0,714$ (tnf/m^3)

- Factor de carga (F_c).

Horizontal	V 20°	Artesa 20°	Artesa 30°	Artesa 35°	Artesa 45°
$F_c = 1$	$F_c = 0,55$	$F_c = 0,60$	$F_c = 0,63$	$F_c = 0,66$	$F_c = 0,70$

$F_c = 1$

- Factor de impacto (F_i).

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

Fi=1,26

- Factor de vida del rodillo (Fv).

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

Fv=0,907

- Carga sobre un rodillo Kr:

$$K_r = R + L1.Gg.Fc.Fi.Fv$$

$$K_r = 3,33 + 3 \times 16 \times 1 \times 1,26 \times 0,907 = 58 \text{ (Kgf)}$$

Tabla 20. Capacidad de carga de rodillo en base a la velocidad.

Longitud en (mm) y vida de 30.000 horas

Ø Eje Rodamiento	Longitud	r.p.m.	Longitud en (mm) y vida de 30.000 horas														
			30	60	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000			
Ø 20 6.240	200																
	250	410	350														
	315	380		280													
	380		320		205	170	157	149	140	132							
	465			271									128				
	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										

Entrando con una velocidad de 150 rpm y longitud de rodillo de 600 (mm), obtenemos una carga que ronda los 195 (Kgf). Comparándola con Kr obtenido anteriormente vemos que los rodillos cumplirán con las exigencias ya que 170 (Kgf) > 58 (kg/f). Para más información ver catálogo en anexo 2.

4.3.7.5 Potencia de accionamiento de la cinta.

Para el cálculo se utilizan las fórmulas que nos brinda el fabricante Nor Rubber.

La potencia de accionamiento necesaria en la instalación de una banda transportadora y que debe ser la suficiente para que ésta realice su función, podemos desglosarla de la siguiente forma:

- N1: potencia necesaria para mover la banda descargada, que dependerá del peso de las partes móviles de la instalación, el coeficiente de fricción en los rodillos de apoyo, la longitud de la instalación, su inclinación y la velocidad a que se mueve la banda.
- N2: potencia necesaria para vencer las resistencias de rozamiento al movimiento de la carga, la cual dependerá lógicamente de los mismos factores que la anterior, con la diferencia de que sólo se considerará el peso de la carga a transportar.
- N3: potencia necesaria para elevar la carga, que dependerá, además de la cantidad a transportar, de la altura y la velocidad a que se realice el transporte (en el caso de un transporte descendente, su valor será negativo).
- Nt: potencia necesaria para accionar otros elementos de la instalación, tales como las descargas intermedias ("tripper"), elementos auxiliares, dispositivos de limpieza y guías, etc.

En este caso, sólo habrá que calcular y sumar las potencias consumidas por cada uno de los elementos instalados.

La potencia necesaria para elevar la propia banda no se considera, como es lógico, ya que se compensan las de la parte ascendente y la descendente.

El cálculo de cada una de estas potencias, se realiza de la siguiente forma:

$$N1 = \frac{C \cdot f \cdot L \cdot Gm \cdot V}{75} = \frac{C \cdot f \cdot L \cdot V}{75} \cdot (2 \cdot Gg \cdot \cos \delta + Gs + Gi)$$

Dónde:

N1: Potencia necesaria para mover la banda descargada (CV)

f: Coeficiente de rozamiento a rodadura en rodillos de apoyo (

Tabla 21).

C: Coeficiente (Tabla 22)

L: Longitud de transporte (m)

Gg: Peso por metro de la banda (Kgf/m)

Gs: Peso partes giratorias, rodillos superiores (Kgf/m)

Gi: Peso de las partes giratorias, rodillos inferiores.

V: velocidad de la banda (m/s)

$Gm = 2 \cdot Gg \cdot \cos \delta + Gs + Gi$ = Peso de las partes móviles (Kgf/m)

δ : ángulo inclinación

$$N2 = \frac{C.f.L.V.Qt.\cos\delta}{270}$$

Siendo:

N2: Potencia para vencer el rozamiento al movimiento de la carga (CV)

Qr: Capacidad real de transporte (Tf/h)

$$N3 = \frac{Qt.H}{270}$$

Donde:

N3: Potencia necesaria para elevar la carga (CV)

H: Altura del transporte (m) incluida la del "tripper", si lo hay; es negativa si el transporte es descendente.

$$Nt = Pa + Pb + Pc...$$

Siendo:

Pa: es la potencia debida a los trippers (kW)

Pb: es la potencia debida a los dispositivos de limpieza (kW)

Pc: es la potencia debida a las guías y faldones instalados (kW)

La potencia total de accionamiento, vendrá dada por:

$$Na = N1 + N2 + N3 + Nt$$

Resultados:

- Coeficiente de fricción en los rodillos de apoyo (f).

Tabla 21. Coeficiente de rozamiento.

TIPO DE COJINETE	ESTADO	VALOR DE f
Rodamientos	Favorable	0,018
	Normal	0,020
	Desfavorable	0,023 - 0,030
Fricción	-	0,050

f = 0,020.

- Longitud de transporte: L = 3 (m).
- Coeficiente C.

C es un coeficiente empírico que tiene por objeto compensar determinados factores, tales como el aumento del coeficiente de rozamiento a rodadura por suciedad, resistencias imprevistas, etc. Sus valores dependen de la longitud del transporte y se dan en la Tabla 22.

Tabla 22. Coeficiente C.

L (m)	3	4	5	6	8	10
C	9	7,6	6,6	5,9	5,1	4,5

Tomamos C= 9.

- Peso por metro de la banda: $G_g = 16$ (Kgf/m).
- Velocidad de la banda: $V = 0,5$ (m/s).
- Peso partes giratorias, rodillos superiores (G_s): debido a que en la parte superior no existen rodillos.

$$G_s = 0 \text{ (Kgf/m)}$$

- Peso de las partes giratorias, rodillos inferiores (G_i). L_{1inf} es igual al ancho de cinta dividido dos, debido a que existe un solo rodillo en el medio del retorno de banda.

$$G_i = \frac{R}{L_{1inf}} = \frac{3,33}{1,5} = 2,2 \text{ (Kgf/m)}$$

- Peso de las partes móviles (G_m)

$$G_m = 2 \times G_g \times \cos\delta + G_s + G_i = 2 \times 16 \times \cos(0^\circ) + 0 + 2,2 = 35 \text{ (Kgf/m)}$$

δ : Angulo de inclinación de la banda ($^\circ$)

- Potencia necesaria para mover la banda descargada

$$N_1 = \frac{C \cdot f \cdot L \cdot V}{75} \cdot (2 \cdot G_g \cdot \cos\delta + G_s + G_i)$$

$$N_1 = \frac{9 \times 0,020 \times 3 \times 0,5}{75} \times 35$$

$$N_1 = 0,12 \text{ (CV)}$$

- Capacidad de real de transporte (Q_r):

$$Q_r = 75,46 \text{ (Tnf/h)}$$

- Potencia para vencer el rozamiento al movimiento de la carga (CV)

$$N_2 = \frac{C.f.L.V.Q_t}{75}$$

$$N_2 = \frac{9 \times 0,02 \times 3 \times 0,5 \times 75,46}{75}$$

$$\mathbf{N_2 = 0,3 \text{ (CV)}}$$

- Potencia necesaria para elevar la carga (CV)

$$N_3 = \frac{Q_t.H}{270}$$

Altura del transporte (m) incluida la del “tripper”, si lo hay; es negativa si el transporte es descendente. Debido a que nuestra cinta es horizontal, $H = 0$ (m)

$$\mathbf{N_3 = 0}$$

- Potencia de elementos auxiliares (N_t).

Para nuestro caso esta potencia será igual a cero.

- La potencia total necesaria para el accionamiento de la cinta será igual a la suma de las anteriores potencias parciales:

$$N_a = N_1 + N_2 + N_3 + N_t$$

$$N_a = 0,12 \text{ (CV)} + 0,3 \text{ (CV)} + 0 + 0 =$$

$$\mathbf{N_a = 0,42 \text{ (CV)}}$$

4.3.7.6 Selección del motor.

Generalmente el tambor motriz de una cinta para su accionamiento consta de un motor eléctrico más un reductor de velocidades que acopla el eje de salida del motor eléctrico y al eje de entrada del tambor motriz.

Por tanto, habrá que tener en cuenta los rendimientos tanto del motor eléctrico como del reductor de velocidades que se utilice, que hace que se tenga que incrementar la potencia final necesaria.

Vendrá dada por:

$$Nm = \frac{Na}{\eta}$$

Dónde:

Nm = Potencia total del motor (CV).

Na = Potencia total en el eje de accionamiento.

η = Rendimiento del accionamiento motriz.

$$Nm = \frac{0,42}{0,79} = 0,5 \text{ (CV)}$$

El motor lo seleccionaremos del catálogo del fabricante Weg.

Modelo W22 - IE1 Standard Efficiency

Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgfm)	Corriente con rotor trabado I/In	Par con rotor trabado T/In	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)	RPM	400 V						Corriente nominal In (A)
								Caliente	Frio				% de la potencia nominal			Factor de potencia			
kW	HP												50	75	100	50	75	100	
IV Polos																			
0,55	0,75	80	0,379	4,9	2,1	2,4	0,0024	8	18	9,5	44	1415	65,0	70,0	71,0	0,57	0,72	0,81	1,38
0,75	1	80	0,518	4,9	2,1	2,3	0,0030	7	15	10,5	44	1410	70,0	72,0	72,3	0,58	0,72	0,81	1,85
1,1	1,5	90S	0,749	5,8	2,3	2,4	0,0052	7	15	14,5	49	1430	72,5	75,5	75,5	0,60	0,74	0,82	2,57
1,5	2	90L	1,04	5,5	1,9	2,4	0,0066	8	18	17,0	49	1410	74,5	77,5	77,5	0,58	0,73	0,82	3,41
2,2	3	100L	1,52	5,6	2,4	2,6	0,0089	9	20	23,0	53	1410	79,0	80,0	80,0	0,60	0,74	0,82	4,84
3	4	100L	2,06	6,5	2,5	2,7	0,0105	8	18	30,0	53	1420	79,0	81,5	81,5	0,57	0,72	0,81	6,56

Aplicando un coeficiente de seguridad de 3. Se selecciona motor de 1,5 (CV). Para más detalles sobre motor ver anexo 2.

4.3.7.7 Cálculo de las tensiones de trabajo de la banda.

En cualquier accionamiento por banda debe existir una diferencia de tensiones a ambos lados del tambor conductor para que se produzca el movimiento.

Para poder realizar su función, la banda transportadora requiere una potencia que es suministrada por el motor que acciona el tambor motriz. El momento del motor se transmite en forma de fuerza tangencial sobre la superficie del tambor motriz creando la fuerza requerida para mover el material.

La determinación de las tensiones en la banda la realizaremos en base a los datos brindados por el fabricante Nor Rubber (Rubber).

La fuerza tangencial de accionamiento máxima (tensión que realmente ejecuta el trabajo) en el tambor motriz será función de la potencia de accionamiento en el eje y su valor viene dado por:

$$F_{\text{máx}} = \frac{75 \cdot N_a}{v}$$

Dónde:

$F_{\text{máx}}$ = fuerza de accionamiento máxima en tambor motriz (Kgf)

N_a = potencia de accionamiento en el eje (CV).

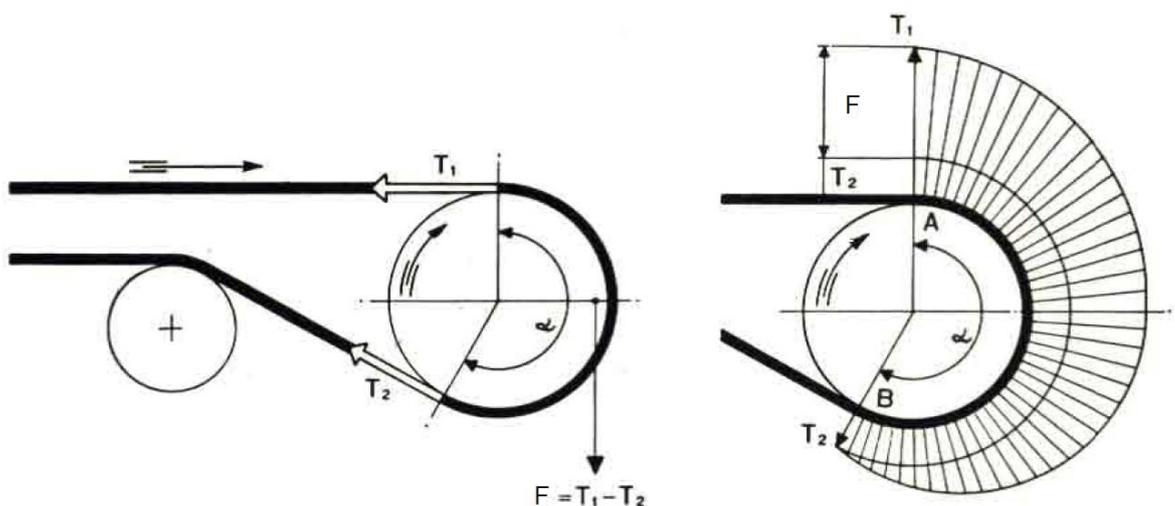
v = velocidad (m/s).

La fuerza tangencial que transmite el tambor motriz a la banda se produce por la diferencia entre las tensiones de entrada y salida de la banda a un lado y otro del tambor motriz.

Por tanto, siempre será necesario que se mantenga una cierta tensión en el lado menos tenso de la cinta de manera que las dos tensiones (T_1 y T_2) cumplan siempre la ecuación de Euler-Eytelwein. De ahí que se empleen sistemas que sirvan para aplicar y mantener el ramal flojo tensado con una cierta tensión mínima.

Como se habló anteriormente, la consecuencia de la acción de la fuerza de accionamiento y el rozamiento entre banda y tambor, se producen unas tensiones en la banda a la entrada y salida del tambor motriz, cuya diferencia será la fuerza de accionamiento F . Si llamamos T_1 a la tensión en la entrada y T_2 a la de salida, será:

$$F = T_1 - T_2$$



Este nivel de tensiones no es uniforme en toda la longitud de la banda, sino que un ramal de la banda se encontrará sometido a más tensión que el otro ramal situado al otro lado del

tambor motriz. La relación entre ambas tensiones de cada ramal de la banda se define mediante la ecuación de Euler-Eytelwein:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\mu\alpha}$$

Siendo:

T1: es la tensión del lado más tenso de la banda (N).

T2: es la tensión del lado menos tenso de la banda (N).

μ : coeficiente de rozamiento entre banda y tambor.

α : es el ángulo de contacto entre banda y tambor (radianes).

e: base de logaritmos neperianos.

Estas tensiones son mínimas cuando se alcanza el límite de adherencia entre banda y polea, momento en que la anterior expresión se convierte en igualdad:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha}$$

De esta igualdad y la anterior ($T_1 - T_2 = F$), se deducen los valores de T1 y T2.

$$T_1 = F \cdot \left(1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1}\right)$$

$$T_2 = F \cdot \left(\frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1}\right)$$

Veamos algunas conclusiones de todo esto:

a) Si el tambor actúa como freno, el valor de F será negativo, por lo que la tensión de salida será mayor que la de entrada. Las relaciones anteriores se siguen verificando si se invierten T1 y T2.

b) Si aumentamos la tensión de la banda, tanto la tensión de entrada como la de salida quedarán aumentadas en esa cantidad, por lo que pueden suceder dos cosas:

- Si la fuerza de accionamiento F no aumenta (bien porque sea ya la máxima), $F_{\text{máx}}$ porque no exista un aumento de carga que la precise, dejará de cumplirse la igualdad $\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha}$ lo cual significa que la banda se aleja de las condiciones de deslizamiento y las tensiones serán mayores que las que habría si se aprovechara al máximo la capacidad de rozamiento posible entre la banda y la polea.

- Si la fuerza de accionamiento F puede ser mayor, el aumento de tensión en el tensor supondrá lógicamente la posibilidad de transmitir más fuerza y por tanto aumentar la capacidad de sobrecarga del sistema.

c) Cuando el tensor es de tensión constante, debe darse a esta tensión un valor tal que sea suficiente, no sólo para garantizar el no deslizamiento durante el trabajo máximo normal de la banda, sino que también deberá cubrir el esfuerzo adicional en el momento del arranque, debido a la inercia de las partes móviles de la instalación.

Las expresiones anteriores sirven para calcular las tensiones de la banda cuando la cinta trabaja en el régimen estacionario, es decir, cuando la cinta ya ha alcanzado un régimen de velocidad constante.

Sin embargo, durante el tiempo que dura el arranque del motor, los niveles de tensiones que se alcanzan son sensiblemente, por lo que es conveniente conocer estos para evitar que se produzcan daños en la banda.

En general, se considera que el arranque de cualquier máquina es el periodo que transcurre por el cual se pasa de un estado de reposo inicial a un estado final estacionario con una velocidad de funcionamiento constante.

En el momento del arranque de la banda, es necesario aplicar un incremento de fuerza adicional respecto al estado estacionario para así poder acelerar desde su estado inicial en reposo a todas las masas que constituyen el sistema de la cinta, esto es, la masa del material a transportar, la banda, los rodillos, los tambores y demás elementos auxiliares. Esta aceleración que se le aplica al sistema deberá ser suficiente para vencer el par resistente inicial, pero debe mantenerse por debajo de un cierto valor para evitar que patine la banda.

Como buena práctica se considera que esta fuerza tangencial máxima en el arranque no deberá ser mayor de 1,6 veces el valor de la fuerza tangencial alcanzada en el estado estacionario.

Por lo tanto, se puede obtener la fuerza tangencial en el arranque (F_{tA}) incrementando el valor de la fuerza tangencial del régimen estacionario, según la siguiente expresión:

$$F_{tA} = 1,6 \times F_{max}$$

Esta fuerza tangencial máxima no estacionaria, será aplicada sólo durante un determinado periodo de tiempo, justo lo que dure el periodo de arranque del motor de la cinta.

Para el cálculo de las tensiones T_1 y T_2 en los periodos de arranque del motor, se debe estimar un valor mayor del coeficiente de fricción (μ_A) que evite el deslizamiento de la banda sobre el tambor en los primeros momentos de arranque del motor, ya que en el arranque las tensiones que se transmiten se incrementan.

Este incremento del coeficiente de fricción se puede estimar como:

$$\mu_A = \mu + 0,05$$

Teniendo en cuenta este coeficiente de fricción mayorado, las nuevas tensiones T1A y T2A en los ramales de la cinta durante el periodo de arranque del motor resultan ser:

$$T1A = \frac{FtA \cdot e^{\mu A \cdot \alpha}}{e^{\mu A \cdot \alpha} - 1}$$

$$T2A = \frac{FtA}{e^{\mu A \cdot \alpha} - 1}$$

Resultados:

- La fuerza de accionamiento F, será:

$$F = \frac{75 \text{ Na}}{V} = \frac{75 \times 1,5}{0,5} = \mathbf{225 \text{ (Kgf)} = 2250 \text{ (N)}}$$

- Coeficiente de fricción μ .

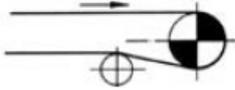
La fricción resultante entre la banda y el tambor, depende de las condiciones de la superficie y el ambiente de trabajo. Sus valores se dan en la tabla.

Tabla 23. Coeficiente μ .

TIPO DE POLEA	CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO	VALOR DE μ
SIN RECUBRIR	Mojado	0,10
	Húmedo	0,10 – 0,20
	Seco	0,30
RECUBIERTA	Mojado	0,25
	Húmedo	0,25 – 0,30
	Seco	0,35

$\mu = 0,35$

- Valores de α .

TIPO DE TÁNDEM	VALORES DE α (grados)
a) SIMPLE 	180
b) SIMPLE, CON RODILLO DE CIERRE 	200 - 220

En nuestro caso tendremos un valor intermedio entre estos. Ya que no tenemos rodillo de cierre, pero si un rodillo en el centro del recorrido de la cinta, por lo que tampoco será 180°.

Tomamos un valor intermedio de $\alpha = 190^\circ = \frac{19}{18} \pi$

- Valores de $\frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1}$

Tabla 24. Valores de $\frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1}$

VALOR DE α (grados)	VALOR DE μ					
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
180	2,71	1,66	1,14	0,83	0,63	0,49
190	2,54	1,55	1,06	0,77	0,58	0,45
200	2,39	1,45	0,99	0,71	0,54	0,41
210	2,26	1,36	0,92	0,66	0,49	0,38
220	2,14	1,28	0,86	0,62	0,46	0,35
230	2,02	1,21	0,81	0,57	0,42	0,32
240	1,92	1,14	0,76	0,54	0,39	0,30
250	1,83	1,08	0,71	0,50	0,37	0,27
360	1,14	0,64	0,40	0,26	0,18	0,13
370	1,10	0,61	0,38	0,25	0,17	0,12
380	1,06	0,59	0,36	0,24	0,16	0,11
390	1,03	0,56	0,35	0,22	0,15	0,10
400	0,99	0,54	0,33	0,21	0,14	0,09

$$\frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} = 0,45$$

- Valores de $e^{\mu\alpha}$

Tabla 25. Valores de $e^{\mu\alpha}$

VALOR DE α (grados)	VALOR DE μ					
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
180	1,37	1,60	1,87	2,19	2,57	3,00
190	1,39	1,64	1,94	2,29	2,70	3,19
200	1,42	1,69	2,01	2,39	2,85	3,39
210	1,44	1,73	2,08	2,50	3,00	3,61
220	1,47	1,78	2,16	2,61	3,16	3,83
230	1,49	1,83	2,23	2,73	3,33	4,08
240	1,52	1,87	2,31	2,85	3,51	4,33
250	1,55	1,92	2,39	2,98	3,70	4,61

$$e^{\mu\alpha}=3,19$$

- Tensión ramal superior (T1)

$$T1 = F \cdot \left(1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1}\right)$$

$$T1 = 225 \times (1 + 0,45) = \mathbf{330 \text{ (Kgf)}}$$

- Tensión ramal inferior (T2)

$$T2 = F \cdot \left(\frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1}\right)$$

$$T2 = 225 \times 0,45 = \mathbf{101 \text{ (Kgf)}}$$

- Fuerza en el arranque (FA)

$$FA = 1,6 \times F_{\max}$$

$$FA = 1,6 \times 225 = \mathbf{360 \text{ (kgf)}}$$

En los segundos iniciales en donde la cita experimente el arranque, la fuerza que tendremos será la calculada anteriormente.

- Coefficiente de rozamiento en el arranque (μ_A).

$$\mu_A = \mu + 0,05 = \mathbf{0,4}$$

- Tensión de ramal superior en el arranque (T1A)

$$T1A = \frac{FA \cdot e^{\mu A \cdot \alpha}}{e^{\mu A \cdot \alpha} - 1}$$

$$T1A = \frac{360 \cdot e^{0,4 \times 19/18 \pi}}{e^{0,4 \times 19/18 \pi} - 1} = \mathbf{492 \text{ (Kgf)}}$$

- Tensión de ramal inferior en el arranque (T2A)

$$T2A = \frac{FA}{e^{\mu A \cdot \alpha} - 1}$$

$$T2A = \frac{360}{e^{0,4 \times 19/18 \pi} - 1} = \mathbf{130 \text{ (Kgf)}}$$

Como se puede observar al momento del arranque las tensiones son mayores que en el estado de trabajo.

- Tensiones en tambor reenvío:

$$T3 = T4 = C \cdot f \cdot L \cdot (Gg \cdot \cos \gamma + Gi)$$

$$T3 = T4 = 9 \times 0,02 \times 3 \times (16 \cdot \cos(0^\circ) + 2,2)$$

$$T3 = T4 = \mathbf{10 \text{ (Kgf)}}$$

4.3.7.8 Verificación de la resistencia nominal de la banda.

Una vez determinado el valor de la tensión máxima a la que estará sometida la banda, se deberá elegir una banda con un valor de resistencia superior de entre los valores de resistencias que estén normalizados por el fabricante, de manera que se cumpla con los requisitos de seguridad por resistencia de la banda.

La resistencia nominal de la banda deberá ser, al menos, superior a la que se calcule mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{T \cdot Cs}{B}$$

Dónde:

R: es la resistencia nominal mínima que debe ofrecer la banda (N/mm).

T: es la tensión de trabajo máxima calculada en la banda (N).

B: es el ancho de banda (en mm).

CS: es un coeficiente de seguridad, según el tipo de banda:

CS = 8. Para bandas con cable de acero.

CS = 10. Para el resto de bandas.

$$R = \frac{T1A \cdot Cs}{B}$$

$$R = \frac{4920 \times 10}{500} = 100 \left(\frac{N}{mm} \right)$$

Una vez determinado el valor R y como ya seleccionamos una banda, verificamos en el catálogo (Ver anexo 2) que la resistencia brindada por el fabricante sea mayor que la obtenida anteriormente.

Product characteristics

Maximum tensile force 500 N/mm

Nos dice que la fuerza de tracción máxima es de 500 (N/mm) cumpliendo las necesidades.

4.3.7.9 Cálculo del tambor motriz.

Determinación del diámetro del tambor.

La selección del diámetro de tambor apropiado depende principalmente del tipo y espesor de la banda seleccionada.

La norma DIN 22101, establece como diámetro para el tambor motriz de accionamiento para bandas transportadoras, el resultado de la siguiente expresión:

$$D = \frac{36 \cdot F}{p \cdot \pi \cdot \alpha \cdot B}$$

Dónde:

D: diámetro mínimo del tambor motriz (m).

F: fuerza de accionamiento (N).

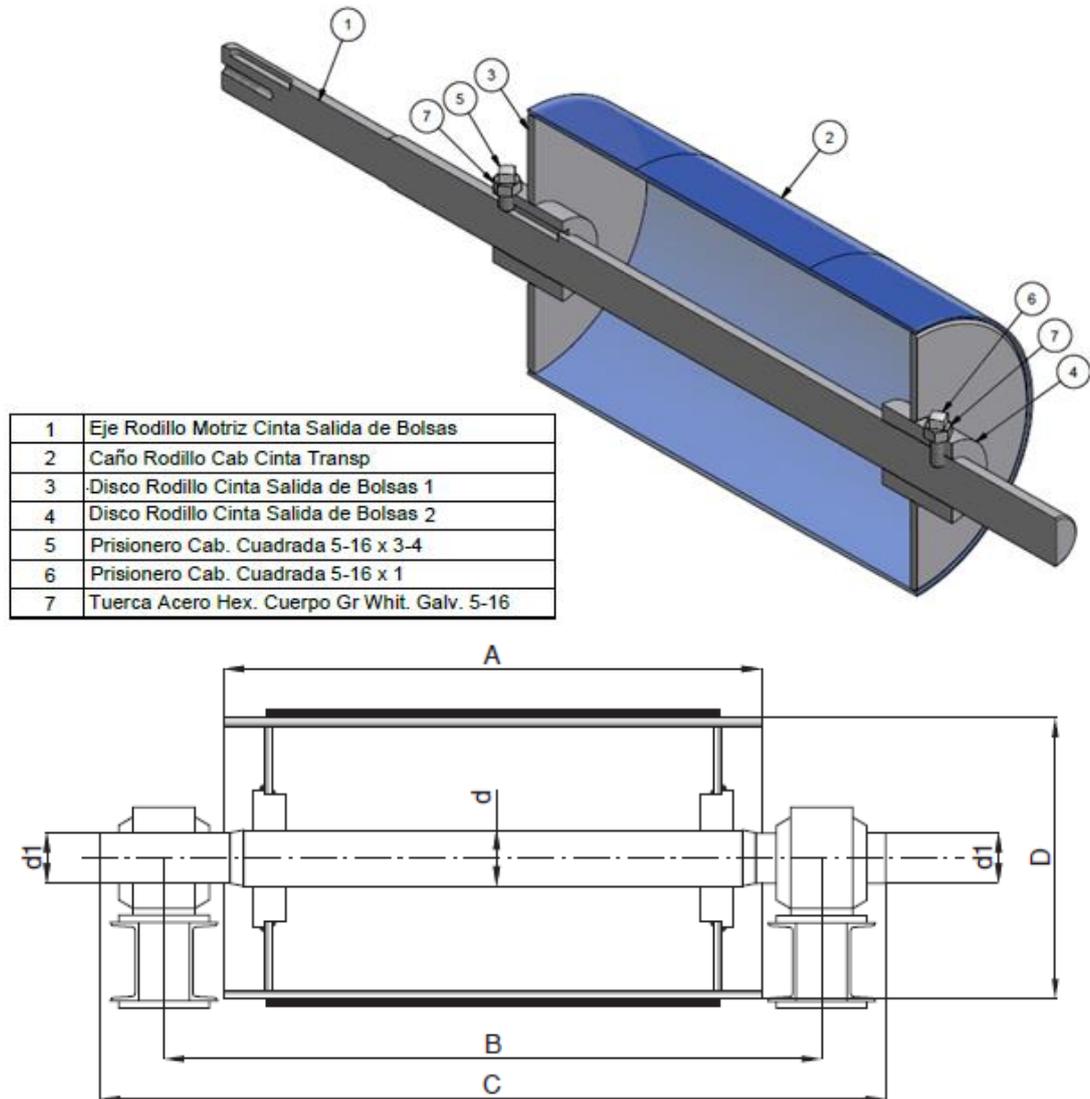
α : es el ángulo de contacto entre banda y tambor ($^{\circ}$).

B: es el ancho de banda de la cinta (m).

p: es la capacidad de transmisión tambor/banda. Este parámetro suele estar comprendido entre 1600 - 2000 (kg/m^2).

Resultado:

$$D = \frac{36 \times 2250}{1800 \cdot \pi \cdot 190 \times 0,5} = 0,151 \text{ (m)} = 151 \text{ (mm)}$$



Se fábrica un rodillo de diámetro $D=160$ (mm) y ancho $A=600$ (mm).

Velocidad de giro del tambor motriz (n_T):

Para el cálculo de la velocidad a la que gira el tambor motriz se emplea la siguiente expresión:

$$n_T = \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot D}$$

Dónde:

n_T : es la velocidad del tambor motriz (r.p.m.)

v : es la velocidad de la banda (m/s)

D : es el diámetro elegido del tambor motriz (m)

Resultado:

$$n_T = \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot D} = \frac{0,5 \cdot 60}{\pi \cdot 0,160} = 60 \text{ (rpm)}$$

Para que la cinta viaje con una velocidad lineal de 0,5 (m/s) y con el diámetro seleccionado de tambor, se deberá excitar al mismo con una velocidad de giro de 60 (rpm).

Carga del tambor motriz en el arranque (FtA):

Durante el arranque se producen las máximas exigencias de fuerza por parte del motor para lograr acelerar la cinta desde cero hasta la velocidad de régimen.

Tensión del lado tenso de la banda en el arranque: $T_{1A} = 492 \text{ (Kgf)}$

Tensión del lado menos tenso de la banda en el arranque: $T_{2A} = 130 \text{ (Kgf)}$

Fuerza tangencial del tambor motriz en el arranque:

$$F_{tA} = 492 \text{ (Kgf)} - 130 \text{ (Kgf)} = 362 \text{ (Kgf)}$$

Par motor en el arranque (MtA):

Por último, se calcula el par motor máximo que se debe aplicar en el tambor motriz para el arranque de la cinta. Este valor es necesario conocerlo para poder diseñar correctamente las prestaciones del motor que accione la cinta:

$$M_{tA} = \frac{F_{tA} \cdot D}{2}$$

Dónde:

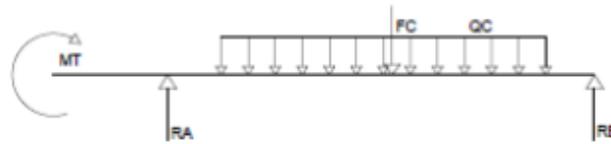
MtA: momento tursor máximo en el arranque de la cinta (kgf.cm).

FtA: es la fuerza tangencial del tambor motriz en el arranque (Kgf).

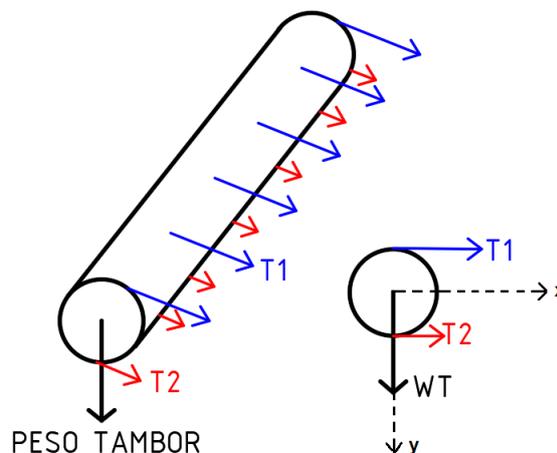
D: diámetro seleccionado del tambor motriz (cm).

$$M_{tA} = \frac{362 \times 16}{2} = 2900 \text{ (kgf.cm)}$$

Cálculo del eje de tambor motriz.



Sobre el tambor tenemos actuando, las tensiones de la cinta (T1 y T2) comportándose como una carga distribuida, sobre el eje "x" y el peso del mismo sobre el eje "y".



Los esfuerzos que aparecen son de flexión, en ambos ejes y de torsión. Entonces tenemos:

- Esfuerzos distribuidos en el tambor:

$$Q_t = \frac{F}{A} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \right)$$

Para F tomamos la suma de las tensiones 1 y 2 en el momento del arranque ya que son las mayores y el valor de A es el ancho del tambor.

$$Q_t = \frac{622}{60} = 10 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \right)$$

- Momento flector máximo carga distribuida (Mfx)

$$M_{fx} = \frac{F \cdot B}{8}$$

Siendo B la distancia entre los rodamientos.

$$M_f = \frac{622 \times 80}{8} = 6220 \text{ (kgf.cm)}$$

- Momento flector debido al peso (M_{fy}): debido a que el peso del tambor es insignificante antes los valores de tensiones, lo podemos tomar como nulo.

$$M_{fy} = \frac{wt \cdot B}{8} = 0$$

- Momento equivalente. Utilizando la teoría de falla de Guest:

$$M_{eq} = \sqrt{M_{fx}^2 + M_{fy}^2 + M_t^2}$$

$$M_{eq} = \sqrt{(6220)^2 + 0^2 + (2900)^2} = 6862 \text{ (kgf.cm)}$$

- Modulo resistente eje circular macizo

El material utilizado para la fabricación del eje es un acero SAE 1045 con una resistencia a la fluencia de $4148 \text{ (Kgf/cm}^2) = 413 \text{ (Mpa)}$.

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fl}}{2} = \frac{4148}{2} = 2074 \text{ (Kgf/cm}^2)$$

$$\sigma_{adm} \geq \frac{M_{eq}}{\frac{\pi d^3}{32}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 M_{eq}}{\sigma_{adm} \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 6862}{(2074) \cdot \pi}} = 3 \text{ (cm)} = 30 \text{ (mm)}$$

El diámetro mínimo que tendrá que tener el eje del tambor es de 30 (mm).

4.3.7.10 Selección de reductor.

La selección la llevaremos a cabo con el catálogo del fabricante Ersha, modelo Polifix PFM.

Las rpm de entrada al reductor serán las que entrega el motor y son igual a 1410 rpm.

Las de salida son las necesarias para girar a la velocidad determinada y fue calculada, dando unas 60 rpm.

Por lo tanto, necesitaremos un reductor con una reducción de:

$$i = \frac{\text{rpm entrada}}{\text{rpm salida}} = \frac{1430}{60} = 25$$

Se selecciona un reductor con relación igual a 25.

Modelo	Tamaño	Relación	Entrada	Salida	Posición	Accesorios
PFM Polyfix®	Caja de aluminio	7.5		Flotante	Equipo	
	30	10		Eje hueco	B3	
	40	15		Brazo de reacción BR	B8	
	50	20			V5	
	63	25	Eje hueco	Sobre base	B6	Motor
	75	30	PAM B5	Eje simple ES	B7	Motor
	90	40	PAM B14	Eje doble ED	V6	Motor c/freno
		50		Eje hueco		Motor especial

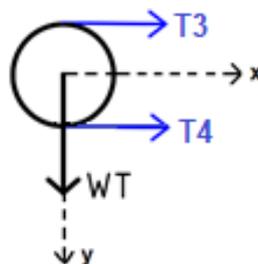
Para más información sobre reductor dirigirse a catálogo del mismo en anexo 2.

4.3.7.11 Cálculo de tambor de reenvío.

Las dimensiones generales serán las mismas que el tambor motriz.

Cálculo del eje de tambor de reenvío.

Utilizamos el mismo procedimiento que para el caso del tambor motriz, lo que cambias son las tensiones aplicadas al tambor.



- Esfuerzos distribuidos en el tambor:

$$Q_t = \frac{F}{A} = \frac{T_3 + T_4}{A} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \right)$$

$$Q_t = \frac{12 + 12}{75} = 0,32 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \right)$$

- Esfuerzo en los rodamientos:

$$R_a = R_b = \frac{F}{2} = \frac{T_3 + T_4}{2} = \frac{24}{2} = 12(\text{kgf})$$

- Momento flector máximo carga distribuida (Mfx)

$$M_{fx} = \frac{F \cdot B}{8}$$

Siendo B la distancia entre los rodamientos (Ver

$$M_f = \frac{24 \times 90,5}{8} = 271,5 (\text{kgf.cm})$$

- Momento flector debido al peso (Mfy): debido a que el peso del tambor es insignificante antes los valores de tensiones, lo podemos tomar como nulo.

$$M_{fy} = \frac{wt \cdot B}{8} = 0$$

- Momento equivalente. Utilizando la teoría de falla de Guest:

$$M_{eq} = \sqrt{M_{fx}^2 + M_{fy}^2 + M_t^2}$$

$$M_{eq} = \sqrt{(271,5)^2 + 0^2 + 0^2} = 271,5 (\text{kgf.m})$$

- Modulo resistente eje circular macizo

El material utilizado para la fabricación del eje es un acero SAE 1045 con una resistencia a la fluencia de $4148 (\text{Kgf/cm}^2) = 413 (\text{Mpa})$.

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fl}}{2} = \frac{4148}{2} = 2074 (\text{Kgf/cm}^2)$$

$$\sigma_{adm} \geq \frac{M_{eq}}{\frac{\pi d^3}{32}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 M_{eq}}{\sigma_{adm} \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 271,5}{(2074) \cdot \pi}} = 1,1 (\text{cm}) = 11 (\text{mm})$$

El diámetro mínimo que tendrá que tener el eje del tambor es de 11 (mm).

4.3.7.12 Selección de rodamientos.

Definimos los esfuerzos en los rodamientos:



$$Ra = Rb = \frac{F}{2} = \frac{359,5}{2} = 180(\text{kgf})$$

Las cargas sobre los rodamientos son cargas puramente radiales, no existen cargas axiales.

Valores orientativos de vida nominal requeridos para diferentes clases de máquinas	
Clase de máquinas	Vida nominal Horas de funcionamiento
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico	300 ... 3 000
Máquinas usadas intermitentemente o por cortos períodos: herramientas eléctricas portátiles, aparatos elevadores en talleres, máquinas y equipos para la construcción	3 000 ... 8 000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitentemente: ascensores (elevadores), grúas para mercancías embaladas o eslingas de tambores, etc.	8 000 ... 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre totalmente utilizadas: transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos de uso industrial, machacadoras rotativas	10 000 ... 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: máquinas herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria de ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos para imprentas, separadores y centrifugas	20 000 ... 30 000
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día: cajas de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil	40 000 ... 50 000
Máquinas para la industria de energía eólica, esto incluye el eje principal, la orientación, los engranajes, los rodamientos del generador	30 000 ... 100 000
Maquinaria para el abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para transatlánticos	60 000 ... 100 000
Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, bombas y ventiladores para minas, rodamientos para la línea de ejes de transatlánticos	> 100 000

Se tiene que la vida nominal básica en horas es:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \times \left(\frac{C}{P}\right)^p \geq 30000 \text{ (hs)}$$

Siendo:

n: rpm

C: Capacidad de carga dinámica básica = 68,9 (kN)

P: carga dinámica equivalente

p: exponente según tipo de rodamiento, para rodamiento a bolas, p=3.

4.3.7.13 Dimensionamiento de chaveta en eje tambor motriz.

El material seleccionado para las chavetas es un acero SAE 1020 laminado simple. De tabla AT 7, página 744 de Faired:

$$\sigma_{fl} = 3374 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\tau = 0,6 \cdot \sigma_{fl} = 2025 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)}$$

Tomando un coeficiente de seguridad de 2.

$$\sigma_{adm} = 1687 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\tau_{adm} = 1012,5 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

Cálculo por corte.

La magnitud del esfuerzo cortante se puede calcular con:

$$F = \frac{2T}{D}$$

Dónde:

F: Fuerza del eje sobre la cuña.

T: Par torsor.

D: Diámetro del eje.

$$F = \frac{2 \times 2900}{3} = 1933 \text{ (Kgf)}$$

$$\tau_{adm} = \frac{F}{A_{cortante}} = \frac{F}{D \cdot b \cdot L}$$

$$A_{cortante} = \frac{1933}{1012,5} = 1,9 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{cortante} = b \cdot h \cdot L$$

De Tabla 13: b=8 (mm) y h=7 (mm)

$$L = \frac{A_{cortante}}{b \cdot h} = \frac{1,9}{0,8 \times 0,7} = 3,4 \text{ (cm)} = 34 \text{ (mm)}$$

Cálculo por aplastamiento.

El fallo por aplastamiento se relaciona con el esfuerzo de compresión en el lado de la cuña, el lado del cuñero en el eje, o el lado del cuñero en el cubo. El área a compresión es igual para cualquiera de esas zonas:

$$\text{Aplastamiento} = L \cdot \frac{h}{2}$$

De este modo, el fallo se produce en la superficie que tenga la menor resistencia a la fluencia por compresión (normalmente, la de la chaveta). Definiendo una tensión admisible de diseño para la compresión como sigue:

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{F}{\text{Aplastamiento}} = \frac{2F}{L \cdot h}$$

$$L = \frac{2F}{\sigma_{\text{adm}} \cdot h} = \frac{2 \times 1933}{1687 \times 0,7} = 3,2 \text{ (cm)} = 32 \text{ (mm)}$$

Se selecciona un largo de 35 (mm) para así cumplir las dos exigencias.

4.4) Detalles generales para la instalación.

El montaje del sinfín en los extremos, tanto a la tolva bajo mezcladora como a la embolsadora será mediante cuellos flexibles, siendo su función evitar la rigidización del sistema. Los mismos están compuestos por una lona o tela, unida a un cuello mediante abrazaderas.

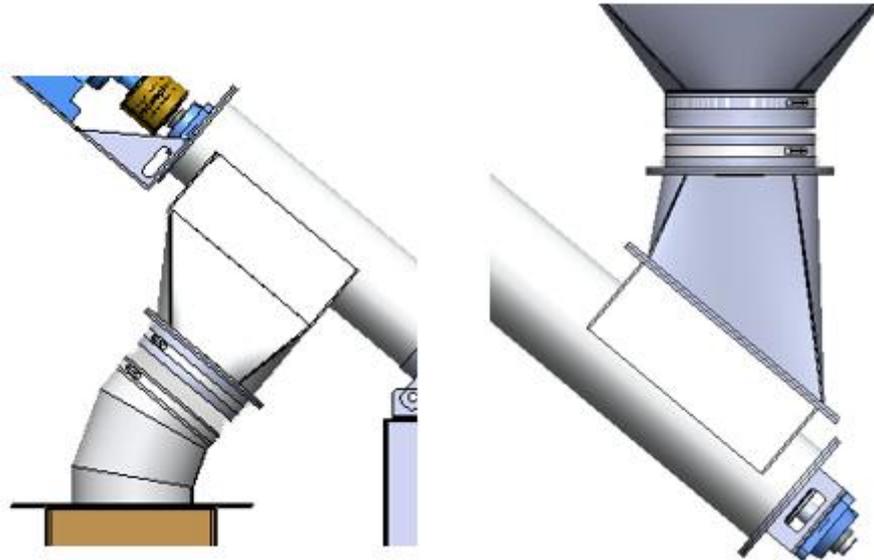


Figura 49. Cuellos flexibles.

El sin fin está sostenido mediante dos soportes, como se muestran en la Figura 50. Al no poder vincularlos de manera rígida en los extremos es de vital importancia un buen soporte ya que serán los encargados de soportar todo el peso.

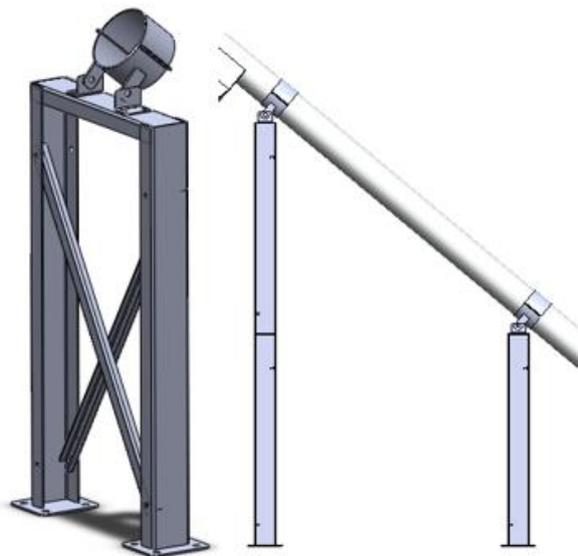


Figura 50. Soportes sinfín

En las partes de ingreso del material, como ser en la tolva bajo mezcladora y en la embolsadora, se debe colocar algún tipo de sello con algún tipo de poliuretano flexible.

Para evitar la filtración de polvos al momento de la manipulación y así no perder material por el aire como también eliminar contaminar el sitio donde se encuentra la instalación.

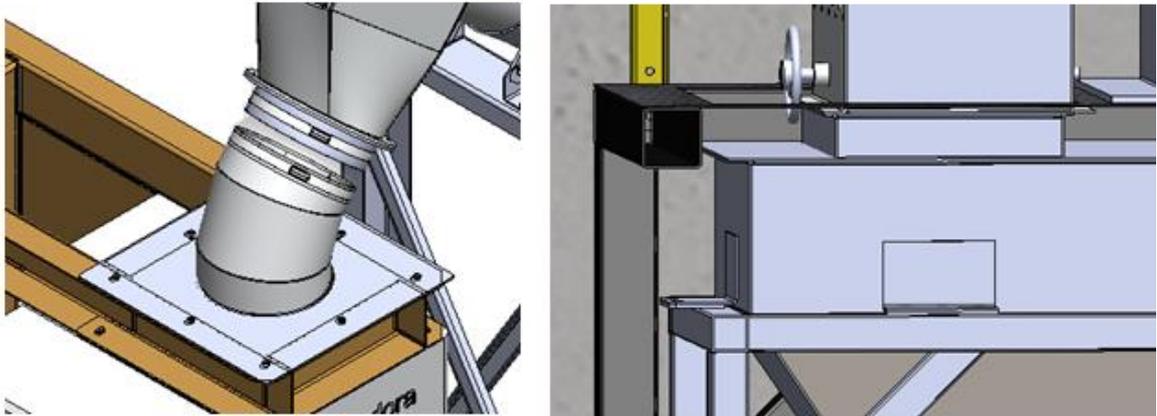


Figura 51. Sellado.

|

4.5) Codificación de planos.

Diferenciaremos en dos tipos de planimetría:

- Para fabricación: tendrá la información necesaria para su correcta generación. En los mismos se indicarán detalles de soldadura, materiales, tratamientos térmicos, peso, medidas y tolerancias y cualquier detalle considerado importante.
- Para montaje: los mismos tendrán los detalles necesarios para la disposición e instalación para su correcto montaje en campo. No confundir con planos de montaje para fabricación o armado.

También se podría agregar un ítem para planos eléctricos si fuese necesario.

Dentro de lo que es plano de fabricación tenemos lo que es para piezas y para armado.

Para armado:

Proceso - Equipo - Revisión (General)

Proceso - Equipo y N° - Revisión

Para piezas:

Proceso - Equipo y N° - N° pieza - Revisión

Los equipos que se fabrican son:

- Elevador de bolsas: EL
- Mesa de rodillos: MR.
- Tolva bajo mezcladora: TV.
- Sin fin: SF.
- Cinta transportadora: CT.

Ejemplo: tolva bajo mezcladora.

El equipo está dispuesto de 3 partes, la tolva, la reducción y la estructura soporte, tendremos entonces:

F -TV - 00, para armado completo o general.

F -TV.01 - 00, para armado de tolva.

F- TV.02 - 00, para armado de reducción.

F- TV.03 - 00, para armado de estructura.

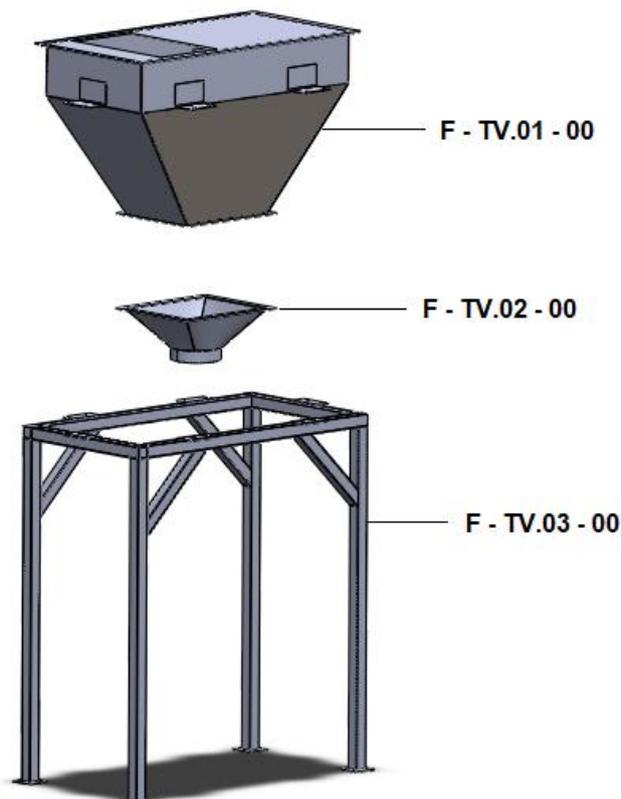


Figura 52. Ejemplo codificación.

Y dentro de cada uno, ejemplo para estructura:

F- TV - 03 - 01- 00: placa base.

F- TV - 03 - 02- 00: caño estructura de patas.

F- TV - 03 - 03- 00: caño estructural 1 parte superior.

F- TV - 03 - 04- 00: caño estructural 2 parte superior.

F- TV - 03 - 05- 00: caño estructural diagonal.

F- TV - 03 - 06- 00: placa apoyo.

En anexo 3 se pueden observar los planos de fabricación del transporte helicoidal.

4.6) Esquema de pintura.

Un tema no menor en un proyecto o diseño es el esquema de pintura. La pintura es una característica fundamental en los equipos de cualquier industria. Se usa tanto para caracterizar los mismos y para la protección según sea el destino de este.

A continuación, se muestra un esquema de pintura básico. Los mismo almacenan la información necesaria para realizar el proceso de pintado.

Preparación superficie	Descripción proceso
PS01	<p>Limpieza mecánica o arenado.</p> <p>No se recomienda el arenado cuando la humedad relativa del aire es mayor que 85%</p> <p>La aplicación de la pintura debe ser luego de la preparación de la superficie y no debe exceder las 4 horas</p> <p>Reforzar manos en soldaduras y zonas reparadas</p>
PS02	La superficie deberá estar limpia, libre de polvo, grasa óxido o cualquier otro material que pueda comprometer la adherencia del producto
PS03	Procedimiento de Decapado y Pasivado.
PS04	Pulido basto para retirar escorias y otras impurezas. Homogeneizar terminación superficial. Limpieza superficial y desengrasado.

Esquema	Especificación	Descripción	Descripción para compra	Manos	Color	Espesor película seca total [µm]	Diluyente	Método de aplicación	Ao Toque	Temperatura a máx operación [°C]	Ejemplos
A	Fondo	PINTURA MACROPOXY 646 FAST CURE	Macropoxy 646 Comp A / B (80132)	1 o 2	*	125	N°951	Píncel, rodillo, soplete convencional, airless	8 hs	120°C	Bajo solicitud de Ingeniería.
	Terminación	N/A	N/A		*						
B	Fondo	PINTURA MACROPOXY 646 FAST CURE - GRIS	Macropoxy 646 Comp A / B (80132)	1 o 2	*	125	N°951	Píncel, rodillo, soplete convencional, airless	8 hs	90°C (servicio continuo)	Recipientes a presión, tanques, estructuras, cañerías.
	Terminación	Descripción de acuerdo a color.	SUMATANE 355 HB COMP A / B	1 o 2	*	40	N°920	Píncel, rodillo, soplete convencional, airless	8 hs		
C	Fondo	PINTURA MACROPOXY 646 FAST CURE - GRIS	Macropoxy 646 Comp A / B (80132)	1 o 2	*	125	N°951	Píncel, rodillo, soplete convencional, airless	8 hs	80°C (servicio continuo)	Recipientes a presión, tanques, estructuras, cañerías.
	Terminación	Descripción de acuerdo a color.	SHERTANE 42 COMP. A / B	1 o 2	*	40	Diluyente poliuretano	Píncel, rodillo, soplete convencional, airless	1 hs		

Como podemos ver, un esquema contiene información como; preparación de superficie, descripción del tipo de pintura, manos, color, tiempo de secado, método de aplicación para que equipo se usa y demás.

Dicha información se agrega en algún lugar del plano de la siguiente manera:

Equipo	Preparación superficie	Esquema	Color final (RAL)	Observaciones
xx	PS01	C	xx	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se logró mejorar el sistema de transporte al incorporar los equipos estudiados y diseñados con bajo costo, en donde la manipulación del personal con la materia se redujo sustancialmente, de esta forma reduciendo los riesgos del personal y de igual forma, aumentando la productividad de la planta.

A pesar de que la alternativa número 2 es la que tiene mayor prestación y confiabilidad, se debió descartar por motivos de alcance, haciendo enriquecedora esta opción en un futuro.

Para un trabajo posterior a este estudio se dejan propuestas adicionales para seguir mejorando el proceso de producción y hacer un lugar más confortable y seguro para los operarios.

1) Sistema de ventilación.

Como alternativa adicional para el proyecto se procede a realizar un pequeño sistema de ventilación para la zona de la mezcladora.

Un sistema de ventilación por extracción localizada, es un conjunto de elementos dispuestos convenientemente, con la finalidad de captar en su mismo punto de generación o emisión, los contaminantes presentes en una actividad laboral.

La captación puntual de los contaminantes tiene por objetivo impedir la incorporación de los mismos al medio ambiente laboral, evitando de esta manera su inhalación por los trabajadores que realizan sus tareas en las inmediaciones de los focos de emisión.

Elementos de un sistema de ventilación.

Un sistema de VEL sencillo consta de los siguientes elementos indispensables:

- Elemento de captación: campana, cajón o cualquier otro elemento dispuesto para la captación del aire contaminado.
- Elemento de conducción: tubería sea cual sea la sección transversal de la misma.
- Elemento de aspiración: ventilador, generalmente centrífugo por su facilidad para vencer elevadas pérdidas de carga.
- Filtro de depuración: unas veces instalados por la propia eficacia del circuito y otras por imperativo legal.

Diseño de un sistema de ventilación.

Diseñar un sistema sencillo implica fundamentalmente determinar las dimensiones de los elementos que lo constituyen y las características del ventilador a instalar.

También se requiere una pequeña secuencia operativa ejecutada en el orden que se indica:

1. Considerar las características de los contaminantes.
2. Obtener las dimensiones del foco origen de la generación o emisión del contaminante.
3. Estimar la posibilidad de corrientes de aire.
4. Observar las necesidades de espacio del trabajador.
5. Determinar el tipo de elemento de captación y las dimensiones del mismo. El sistema ideal sería aquel que encierra el foco de emisión de forma total, pero esto no siempre es posible porque el operario necesita un espacio mínimo para realizar su trabajo.
6. Deducir, mediante tablas disponibles al efecto, la velocidad de captura del contaminante.
7. A partir de la velocidad de captura, de la geometría del elemento de captación y de su distancia al foco de emisión, determinar el caudal de aspiración. Este caudal es el que ha de proporcionar el ventilador de la instalación.
8. Establecer si la velocidad del aire en los conductos ha de estar necesariamente por encima de un valor determinado. Si es así, esa será la velocidad mínima del aire en los conductos.
9. Conocidos el caudal y la velocidad, determinamos las dimensiones de los conductos y de los accesorios.
10. Determinar la suma de las pérdidas de carga que se producen en todos los elementos del sistema. Esta será, generalmente si no hay variaciones de sección, la pérdida de carga total que ha de vencer el ventilador.
11. Seleccionar un ventilador cuya curva de funcionamiento sea congruente con la ecuación de funcionamiento del sistema con un rendimiento óptimo.

2) Boca de descarga de mezcladora.

La descarga del producto mezclado se efectúa a treves de un volante, con un piñón y cremallera, siendo este es el que vino con la mezcladora.

Se podría estudiar algún sistema más ágil para perder el menos tiempo posible y evitar el esfuerzo para el operario.

3) Mesa de rodillo.

En el momento que el operario abre la bolsa y la vuelca a la mezcladora, utiliza un sistema de manipulación peligrosa, como ser una cuchilla o cuchillo.

Para evitar algún tipo de accidente, se puede añadir un tramo de mesa que quede por encima de la entrada de la materia prima. En este tramo se ubica un sistema de descenso por peso propio, es decir, que al llegar la bolsa por su propio peso descienda y se inserte en un elemento punzante haciendo que la bolsa se abra automáticamente, teniendo el operario que solo levantar la bolsa vacía.

BIBLIOGRAFÍA

- Benages Tosca, C. (2016). Tesis: "Mejora de la fiabilidad de un equipo de transporte en una empresa del sector químico".
- Castro, D. A. (2016). Tesis : Diseño del sistema de alimentación y transporte de material sólido para producción de carbón activado de la planta piloto TECSOL.
- CEMA. (s.f.). Conveyor Equipment Manufacturers Association.
- Conveyor, E. &. (2012). Screw Conveyor Components & Design.
- Embalajes Terra. (s.f.). Obtenido de <https://www.embalajesterra.com/blog/transportador-de-rodillos-industria/#:~:text=.,y%20segmentos%20con%20rodillos%20motorizados.>
- Engormix. (s.f.). Proceso de Mezclado. Obtenido de <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/mezcladoras-proceso-mezclado-t26431.htm>
- Engormix. (s.f.). Sistema de Microdosificación. Obtenido de <https://www.engormix.com/balanceados/foros/sistema-microdosificacion-t52094/>
- Engormix. (s.f.). Tiempos de Línea. Obtenido de <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/mezcladoras-capacidad-tiempos-linea-t46319.htm>
- Habasis, S. i. (s.f.). Guía de ingeniería.
- ingmecanica. (s.f.). Obtenido de <https://ingmecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn143.html>
- INTI. (s.f.). Manual de Nutrición Animal.
- Kitamura, M. (2002). Bucket conveyor.
- Martín. (s.f.). El Gran Catálogo. Sprocket & Gear.
- Martínez Bronchal, C. (2018). Tesis: "Diseño y desarrollo de una cinta para transporte de áridos".
- Meprosa. (s.f.). Meprosa Mecanizaciones y Proyectos. Obtenido de <https://meprosa.mx/acercamiento-la-historia-la-banda-transportadora/>
- Mills, D. (2015). Pneumatic Conveying Design Guide.
- Parés, F. A. (1999). Análisis de la fuerza axial en un transportador de sin fin.
- Roberts, A. (2001). Design considerations and performance evaluation of screw conveyors.
- Rodríguez Galbarro, H. (s.f.). Ingemeccánica. Obtenido de <https://ingmecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn84.html>
- Rotrans. (s.f.). Obtenido de <https://rotranssa.com/multimedia>
- Rubber, N. (s.f.). Catálogo técnico.
- Salinero Gervaso, M. (2013). Tesis "Diseño de una banda transportadora mediante Guide de MatLab".
- Sanz, P. (2011). Tesis "Software para el diseño de una banda transportadora".
- Shubin, V., & Pedre, C. (1977). Diseño de Maquinaria Industrial.
- Tarnos Transportes Vibratorios. (s.f.). Obtenido de <https://www.tarnos.com/es/vibracion/aplicaciones-vibrantes/transportadores-vibrantes/>
- transportadoras, V. C. (s.f.). Vulcabar. Obtenido de <http://vulcabar.com/producto/estaciones-superiores/>
- ULMA, C. C. (s.f.). Catálogo Técnico.

ANEXO I

ANEXO I. ESTUDIO DE ERGONOMIA.

1. INTRODUCCIÓN.

Entre las diversas tareas que se desarrollan en la empresa, la manipulación manual de cargas es la operación más habitual y con riesgos importantes para la salud, ya que puede producir fatiga física, lesiones y lesiones musculoesqueléticas en zonas sensibles como son los hombros, brazos, manos y espalda.

Debido a que el proceso incluye mucha tarea manual y repetitiva es necesario desarrollar un estudio de ergonomía, para así justificar las mejoras y equipos que hagan que el proceso sea más ágil y más confiable.

Este anexo desarrolla un pequeño estudio de los riesgos presentes en tareas desarrolladas en un día normal de trabajo.

2. LESIONES MUSCULOESQUELETICAS SEGÚN LEY 19.587/72 DE HIGIENE Y SEGURIDAD.

El término lesiones musculoesqueléticas se refiere a trastornos musculares crónicos, a los tendones y alteraciones en los nervios, causados por los esfuerzos repetidos, movimientos rápidos, grandes fuerzas, por estrés de contacto, posturas extremas, vibraciones y/o temperaturas bajas.

Si se tiene en cuenta el caso desarrollado, donde un operario realiza estas tareas de manipulación con bolsas de 20 y 25 kilogramos en su jornada laboral presentan de esta manera, un riesgo ya que puede acabar en una enfermedad profesional o un accidente laboral.

Es por eso que las mismas están presentes en el listado de enfermedades profesionales del DECRETO 658/96 de la Ley de Riesgos de Trabajo N° 24557/95. (Tabla 1).

Tabla 1: Listado enfermedades profesionales.

GENTE: POSICIONES FORZADAS Y GESTOS REPETITIVOS EN EL TRABAJO I (Extremidad Superior)	
<p>- Afecciones periarticulares:</p> <p>- Hombro:</p> <p>Hombro doloroso simple (tendinitis del manguito de los rotadores).</p> <p>Hombro anquilosado después de un hombro doloroso rebelde.</p> <p>- Codo:</p> <p>Epicondilitis</p> <p>Epitrocleititis</p> <p>Higromas:</p> <p>Higroma agudo de las sinoviales o inflamación del tejido subcutáneo de las zonas de apoyo del codo.</p> <p>Higroma crónico de las sinoviales del codo.</p> <p>Síndrome de compresión del nervio cubital.</p> <p>Síndrome del pronador.</p> <p>Síndrome cervico-braquial</p> <p>- Muñeca, manos y dedos:</p> <p>Tendinitis, tenosinovitis de los tendones de la muñeca y mano.</p> <p>Síndrome del Túnel Carpiano.</p> <p>Síndrome de Guyon.</p>	<p>Lista de actividades donde se puede producir la exposición:</p> <p>Hombro:</p> <p>Trabajos que requieren de movimientos repetitivos o forzados del hombro.</p> <p>Codo:</p> <p>Trabajos que requieren de movimientos repetitivos de aprehensión o de extensión de la mano, o de supinación y prono-supinación.</p> <p>Trabajos que requieren de movimientos repetitivos de aducción o de flexión y pronación de la mano y la muñeca, o movimientos de supinación y prono-supinación.</p> <p>Trabajos que requieren de un apoyo prolongado sobre la cara posterior del codo.</p> <p>Idem.</p> <p>Idem.</p> <p>Trabajos que requieren de movimientos repetidos o mantenidos de los tendones extensores y flexores de la mano y los dedos.</p> <p>Trabajos que requieren de movimientos repetidos o mantenidos de extensión de la muñeca o de aprehensión de la mano, o bien de un apoyo prolongado del carpo o de una presión mantenida o repetida sobre el talón de la mano.</p>

Como puede observarse en la tabla anterior, en la parte derecha se encuentran las actividades que pueden llevar a las contusiones presentes en la parte izquierda.

3. INTRODUCCIÓN AL MANEJO MANUAL DE CARGA SEGÚN RESOLUCIÓN 295/03.

Para entrar en tema y analizar un poco este tipo de trabajo se analizó lo que define la **Ley 19.587/72 de Higiene y Seguridad en su Resolución 295/03** al respecto y luego realizar un breve estudio de manejos de cargas mediante el procedimiento de detección de riesgos según **Resolución 886/15** de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT).

La ergonomía es el término aplicado al campo de los estudios y diseños como interfase entre el hombre y la máquina para prevenir la enfermedad y el daño mejorando la realización del trabajo.

Intenta asegurar que los trabajos y tareas se diseñen para ser compatibles con la capacidad de los trabajadores.

Factores de riesgos en el manejo de cargas.

- Factores ligados a la tarea: esfuerzo físico, duración de las tareas, pausas, frecuencia, posturas de manejo, etc.
- Factores ligados a la carga: peso, tamaño, existencia de empuñaduras, forma y volumen, etc.
- Factores ligados al ambiente: espacio insuficiente, condiciones higrotérmicas, superficie de tránsito, desniveles, condiciones psicológicas, etc.

Factores de riesgos ergonómicos.

- Fuerza (cargar, empujar).
- Repetición (destornillando, clavando con martillo).
- Postura inadecuada (trabajando con brazos elevados, girando el cuerpo, o agachándose).
- Postura estática o bipedestación (manteniendo los brazos en alto, trabajar parado o sentado por largo tiempo).
- Vibración (uso de un taladro eléctrico, manejando un camión, utilizando una perforadora neumática).
- Estrés de contacto (presión de manos al sostener las herramientas, martilleo, trabajar arrodillado).
- Confort térmico (sosteniendo herramientas muy frías o calientes).

Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo.

Se reconocen los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo como un problema importante de salud laboral que puede gestionarse utilizando un programa de ergonomía para la salud y la seguridad. El término de trastornos musculoesqueléticos, se refiere a los trastornos musculares crónicos, a los tendones y alteraciones en los nervios causados por los riesgos ergonómicos anteriormente mencionados. Dentro de los trastornos musculoesqueléticos se puede dar como ejemplo la tendinitis, epicondilitis, lumbalgia, entre otros.

Estrategias de control.

El empleador debe tomar las medidas técnicas u organizativas necesarias para evitar la manipulación manual de cargas siempre que esto sea posible. En caso de no poder evitarse evaluará el riesgo para determinar si es o no tolerable y tomará las medidas necesarias para reducir los riesgos a niveles tolerables mediante:

- Utilizar métodos de ingeniería del trabajo, por ejemplo, estudio de tiempos y análisis de movimientos, para eliminar esfuerzos y movimientos innecesarios.
- Utilizar la ayuda mecánica para eliminar o reducir el esfuerzo que requiere manejar las herramientas y objetos de trabajo.
- Utilizar dispositivos y/o transportadores mecánicos para el manejo y transporte de cargas.
- Seleccionar o diseñar herramientas que reduzcan el requerimiento de la fuerza, el tiempo de manejo y mejoren las posturas.
- Reducción o rediseño de la carga si fuera posible.
- Proporcionar puestos de trabajo adaptables al usuario que reduzcan y mejoren las posturas.
- Realizar programas de control de calidad y de mantenimiento que reduzcan las fuerzas innecesarias y los esfuerzos asociados especialmente con el trabajo añadido sin utilidad.

Los controles administrativos disminuyen el riesgo al reducir el tiempo de exposición, compartiendo la exposición entre un grupo mayor de trabajadores.

- Establecer pautas de trabajo que permitan a los trabajadores hacer pausas o ampliarlas lo necesario, de forma de implementar sistemáticamente tiempos de recuperación.
- Cambios de proceso.
- Implementar un sistema de rotación entre puestos de trabajo o dentro del mismo puesto, cuando se hayan agotado otros mecanismos, o bien cuando se considere que es la mejor solución para la recuperación de los grupos musculares.

Además, el empleador debe proporcionar los medios apropiados para que los trabajadores reciban formación e información por medio de programas de entrenamiento. Estas capacitaciones deben contemplar el uso correcto de las ayudas mecánicas, de elementos de protección personal, información y formación acerca de los factores que estén presentes en la manipulación y la forma de prevenir los riesgos, formación y entrenamiento en técnicas seguras para la manipulación de cargas e información sobre el peso y el centro de gravedad de la carga.

Es aquí donde se evidencia la importancia de llevar a cabo una identificación de los riesgos ergonómicos de una empresa para así poder efectuar los controles necesarios. El mejor control a aplicar es el asociado a la ingeniería del puesto, ya que no incomoda al trabajador, sino que se adapta al mismo actuando directamente sobre el agente que causa el daño.

Le siguen los controles organizacionales, y como última instancia, los controles sobre las personas en caso de que puedan utilizar elementos de protección personal, ya que no se estaría actuando sobre el agente sino sobre la persona.

La mejor forma de controlar la incidencia y la severidad de los trastornos musculoesqueléticos es con un programa de ergonomía integrado, ya que incluye diferentes etapas, en primer lugar se debe reconocer el problema, evaluar los puestos de trabajos con sospecha de posibles factores de riesgo, identificar y evaluar los factores causantes, siempre involucrando a los trabajadores bien informados como participantes activos y cuidando la salud para los trabajadores que tengan trastornos musculoesqueléticos.

Valores límites para el levantamiento manual de cargas.

Estos valores límites recomiendan las condiciones para el levantamiento manual de cargas en los lugares de trabajo, considerándose que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente, día tras día, sin desarrollar alteraciones relacionadas con el trabajo asociadas con las tareas repetidas del levantamiento manual de cargas.

Recordar que como se indican son valores límites y que sumado a esto deben tenerse en cuenta los factores individuales de cada trabajador, como sus antecedentes médicos y su condición física.

Los valores límites están contenidos en tablas con los límites de peso, en kilos, para dos tipos de manejo de cargas, horizontal y en altura (Tabla 2) en las tareas de mono levantamiento manual de cargas, dentro de los 30 grados del plano sagital (Figura 1).

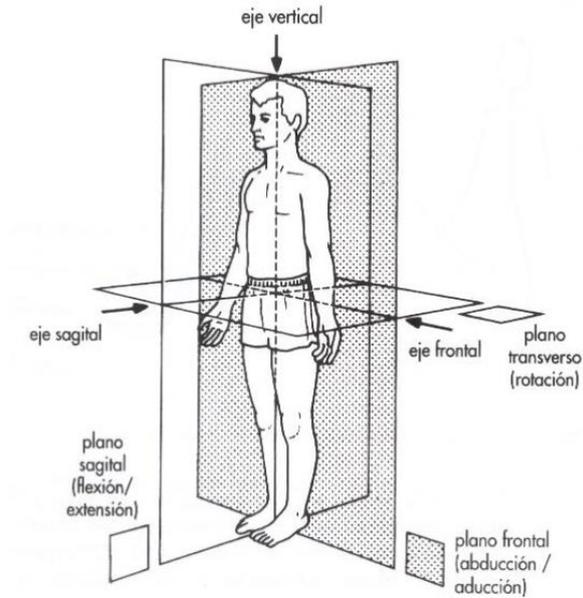


Figura 1: Ejes y planos del cuerpo.
Fuente: (TADAF, s.f.)

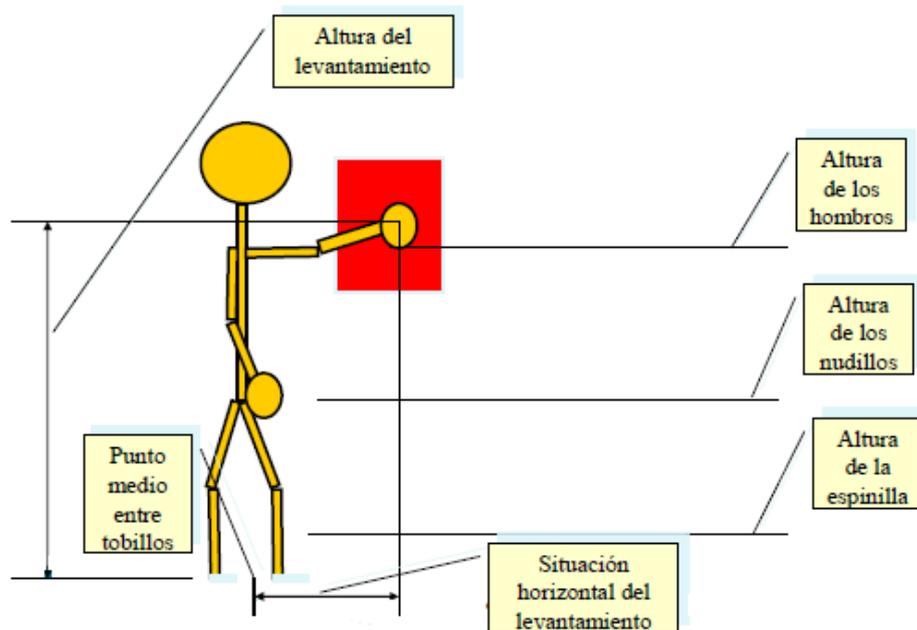


Figura 2: Alturas de movimiento.
Fuente: (Resolución 295, 2003).

Estos valores límite se dan para las tareas de levantamiento manual de cargas definidas por su duración, sea ésta superior o inferior a 2 horas al día, y por su frecuencia expresada por el número de levantamientos manuales por hora, según se define en las notas de cada tabla.

Tabla 2: Valores límites de levantamiento.

Valores límite para el levantamiento manual de cargas para tareas ≤ 2 horas al día con ≤ 60 levantamientos por hora o > 2 horas al día con ≤ 12 levantamientos / hora.

Situación horizontal del levantamiento Altura del levantamiento	Levantamientos próximos: origen < 30 cm. desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos intermedios: origen de 30 a 60 cm. desde el punto medio entre los tobillos	Levantamientos alejados: origen > 60 a 80 cm. desde el punto medio entre tobillos (A)
Hasta 30 cm. (B) por encima del hombro desde una altura de 8 cm. por debajo de éste	16 Kg.	7 Kg.	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos (C)
Desde la altura de los nudillos hasta por debajo del hombro	32 Kg.	16 Kg.	9 Kg.
Desde la mitad de la espinilla hasta la altura de los nudillos (D)	18 Kg.	14 Kg.	7 Kg.
Desde el suelo hasta la mitad de la espinilla (E)	14 Kg.	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos (C)	No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos (C)

Fuente: (Resolución 295, 2003).

Notas:

- Las tareas de levantamiento manual de cargas no deben iniciarse a una distancia horizontal que sea mayor de 80 cm. desde el punto medio entre los tobillos (Figura 2).
- Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse desde alturas de partida superiores a 30 cm. por encima del hombro o superiores a 180 cm. por encima del nivel del suelo (Figura 2).
- Las tareas de levantamiento manual de cargas de rutina no deben realizarse para los cuadros sombreados de la tabla que dicen "No se conoce un límite seguro para levantamientos repetidos". Hasta que la evidencia disponible no permita la identificación de los límites de peso seguros para los cuadros sombreados, se debe aplicar el juicio profesional si los levantamientos infrecuentes o los pesos ligeros pueden ser seguros.
- El criterio anatómico para fijar la altura de los nudillos, asume que el trabajador está de pie con los brazos extendidos a lo largo de los costados.

Como se mencionó con anterioridad, en presencia de cualquier factor o factores, o condiciones de trabajo listadas a continuación, se deberán considerar los límites de peso por debajo de los valores límites recomendados.

- Levantamiento manual de cargas con frecuencia elevada: mayor a 360 levantamientos por hora.
- Turnos de trabajo prolongados: levantamientos manuales realizados por más de 8 horas/ día.
- Asimetría elevada: levantamiento manual por encima de los 30° del plano sagital.
- Levantamiento con una sola mano.
- Postura agachada obligada del cuerpo, como el levantamiento cuando se está sentado o arrodillado.
- Calor y humedad elevados.
- Levantamiento manual de objetos inestables (líquidos con desplazamiento del centro de su masa).
- Sujeción deficiente de las manos: falta de mangos o asas, ausencia de relieves u otros puntos de agarre.
- Inestabilidad de los pies (dificultad para soportar el cuerpo con ambos pies cuando se está de pie).

4. PROCEDIMIENTO DE DETECCIÓN DE RIESGOS SEGÚN RESOLUCIÓN 886/15 DE LA SUPERINTENDENCIA DE RIEGOS DEL TRABAJO (SRT).

Es importante aclarar, algunas definiciones que detalla la resolución:

- Trabajo organizado: conjunto organizado de actividades laborales que se realizan en la jornada de trabajo; puede estar compuesto por una o más tareas.
- Tarea laboral: actividad laboral específica dirigida a obtener un resultado concreto (ej. costura de una parte de una prenda de vestir, carga y descarga de un pallet, etc.).
- Tareas repetitivas: caracterizadas por ciclos que involucran acciones de las extremidades superiores.
- Tareas no repetitivas: caracterizadas por la presencia de acciones no cíclicas de las extremidades superiores.
- Ciclo: secuencia de acciones técnicas efectuadas por las extremidades superiores de duración relativamente breve, que se repite varias veces de manera idéntica.
- Acción técnica: acción que implica una actividad de las extremidades superiores; no debe ser necesariamente identificada con un movimiento articular específico sino con el conjunto de movimientos de uno o más segmentos corporales que permiten efectuar una operación.

La resolución describe las siguientes acciones técnicas:

Alcanzar / mover: se describen por alcanzar el acto de desplazar la mano hacia un lugar preestablecido. Se entiende por mover el acto de transportar un objeto hacia un lugar predeterminado mediante una extremidad superior.

El acto de alcanzar un objeto debe ser contabilizado como acción sólo cuando el objeto esté situado más allá del alcance del brazo extendido y no se pueda alcanzar caminando. El trabajador ejecuta un movimiento del tronco y del hombro para alcanzar el objeto.

Agarrar: acto de sujetar un objeto con la mano o con los dedos.

Agarrar con una mano y volver a agarrar con la otra mano: acción que consiste en agarrar un objeto con una mano y pasarlo, para volver a agarrarlo con la otra mano. Deben ser contabilizadas como acciones individuales y atribuidas a la extremidad que ha ejecutado las acciones.

Colocar: el acto de posicionar un objeto o una herramienta en un punto preestablecido debe ser contabilizado como una acción técnica.

Ensartar / Desensartar: el acto de ensartar o desensartar debe ser contabilizado como una acción técnica suplementaria a la acción de “posicionar” cuando se requiere fuerza.

Empujar / tirar: el acto de empujar y el de tirar deben ser contabilizados como acciones si se requiere ejercer fuerza (aún leve) para conseguir un resultado determinado.

Soltar: esta acción no debe ser contabilizada como acción técnica si, después de utilizar un objeto o una herramienta, no se colocan en un punto determinado, sino que se “sueltan” por simple apertura de la mano o de los dedos (retorno pasivo o por caída).

Accionar: debe ser calculado como acción cuando la manipulación de una herramienta requiere el uso de un interruptor o de una palanca (mediante la mano o mediante uno o varios dedos). Si la manipulación se realiza varias veces sin desplazar la herramienta, se deberá contabilizar cada manipulación como una acción. Sinónimos: apretar un botón, acciona una palanca.

Acciones específicas durante un proceso de elaboración: existen muchas acciones técnicas, además de las mencionadas hasta ahora, que describen específicamente la elaboración de un objeto, como, por ejemplo: doblar o replegar, curvar o encorvar, desviar, aplastar, rotar, girar, perfilar, bajar, batir, golpear, pintar, raspar, bruñir, limpiar, martillar, etc.

Caminar, controlar visualmente: no deben ser contabilizadas como acciones técnicas porque no implican actividad de las extremidades superiores.

Transportar o mover: si se transporta un objeto de peso igual o superior a 3 kg a lo largo de al menos 1 metro, hay que atribuir a la extremidad superior que aguanta el peso la acción “transporta”. Esta distancia (superior o igual a un metro) implica o bien un verdadero transporte (2 pasos), o bien un recorrido del brazo.

Protocolo de ergonomía.

El protocolo consta de las siguientes partes:

- Planilla 1: identificación de factores de riesgos ergonómicos. Asocia tareas con factores de riesgo, no presenta un criterio explícito y estándar (a modo de lista de control) que facilite la identificación los factores de riesgo.
- Planilla 2: evaluación inicial de factores de riesgos ergonómicos. Evaluación de riesgos ergonómicos, consiste en calificar y cuantificar los factores de riesgo ergonómicos que en la evaluación inicial lo requieran, a través de métodos e instrumentos de medición.

Se divide en 2 pasos, y ayuda a encontrar las condiciones que son verdaderamente críticas o no tolerables.

- Planilla 3: medidas para la corrección y prevención de los factores de riesgos ergonómicos.
- Planilla 4: matriz de seguimiento de las medidas preventivas. Implementación y seguimiento para cada puesto de trabajo de los factores de riesgos ergonómicos.

Aplicación del protocolo.

El procedimiento requiere de un análisis de la organización de trabajo, de las tareas que se realizan en él, su duración, la “identificación de factores de riesgos” presentes en las tareas y de la realización de la “evaluación inicial de factores de riesgos”, la cual permite discriminar los riesgos tolerables de los que no lo son. Estos últimos serán objeto de una “evaluación de riesgos ergonómicos”, por medio de métodos de evaluación específicos que aplicará el profesional con conocimientos en ergonomía.

El conocimiento que brindan los métodos aplicados, se aprovechará para la selección de las “medidas correctivas y preventivas específicas” a implementar para prevenir, eliminar o mitigar el riesgo, las cuales deberán ser definidas en forma conjunta entre el responsable del Servicio de Higiene y Seguridad, el responsable del Servicio de Medicina del Trabajo y el profesional con conocimiento en ergonomía, con la participación del trabajador que se desempeña en el puesto de trabajo.

La aplicación se puede llevar a cabo realizando una serie de pasos.

Paso 1: Identificación inicial de Factores de Riesgo o Peligros ergonómicos.

Paso 2: Identificación de factores de riesgos.

Paso 3: Evaluación Inicial de factores de riesgos.

Paso 4: Identificación de medidas correctivas y preventivas.

Paso 5: Matriz de seguimiento de medidas preventivas.

Para nuestro caso se obvian los pasos 4 y 5 ya que el objetivo de este estudio es solo encontrar factores de riesgos en las tareas y calificarlos.

Paso 1: Identificación inicial de Factores de Riesgo o Peligros ergonómicos.

Por factor de riesgo ergonómico o peligro ergonómico se entiende aquel conjunto de atributos (características) de la tarea o del puesto de trabajo, que aumentan la probabilidad de que un trabajador desarrolle una lesión.

Los factores de riesgo enumerados en la planilla 1 del anexo I de la Resolución SRT 886/2015, son aquellos que contribuyen al desarrollo de los TME (Tabla 3).

Tabla 3: Factores de riesgo.

	FACTOR DE RIESGO	DEFINICIÓN
A	Levantamiento y/o descenso manual de carga sin transporte	Acción de levantarse o descender mientras se sostiene con las manos una carga.
B	Empuje y arrastre manual de cargas	Mover un objeto (carro, traspallet, carretilla, etc.) utilizando el cuerpo para ayudar al desplazamiento, ya sea hacia atrás o hacia delante.
C	Transporte manual de cargas	Caminar mientras se sostiene con las manos una carga que debe ser desplazada de un punto a otro.
D	Bipedestación	Cuando se requiere la permanencia prolongada en posición de pie, estática y/o con movilidad reducida.
E	Movimientos repetitivos de miembros superiores	Cuando el trabajo requiere el uso continuo de las manos, con movimientos rápidos y repetidos, o el uso constante de manos y brazos.
F	Posturas forzadas	Cuando se requiere adoptar una postura extrema para efectuar alguna tarea, o cuando se debe realizar un movimiento que resulte incómodo con alguna parte del cuerpo.
G	Vibraciones	
	Vibraciones mano-brazo (entre 5 y 1500 Hz)	Cuando por la acción de la vibración de máquinas, equipos u objetos, que se sostienen con la mano, se transmite un movimiento oscilatorio a los miembros superiores (mano-brazo).
	Vibraciones cuerpo entero (entre 1 y 80Hz)	Cuando por la acción de la vibración de máquinas o equipos del puesto de trabajo, se transmite un movimiento oscilatorio al cuerpo entero (parado, sentado, acostado).
H	Confort térmico	Situación necesaria para que los mecanismos fisiológicos de la termorregulación del cuerpo humano sean capaces

		de llevar al organismo a un estado de equilibrio térmico entre la ganancia de calor (de origen ambiental y metabólico) y la eliminación del mismo.
I	Estrés de contacto	Cuando es necesario mantener un apoyo concentrado de alguna parte del cuerpo contra un elemento de trabajo o superficie.

Una cuestión importante a resolver es cómo identificar el o los factores de riesgo, ya que para ello resulta necesario contar con un criterio que facilite su identificación. Dicho criterio debe contener las variables necesarias que hacen al factor de riesgo. Ante la falta de alguna de las variables que definen al factor de riesgo, no es posible que éste se manifieste.

Se propone una serie de criterios para la identificación de cada factor de riesgo ergonómico. Los mismos están basados en normativas y documentos técnicos nacionales e internacionales:

- Decreto PEN N° 658/1996.
- Decreto PEN N° 49/2014.
- Resolución MTESS N° 295/2003.
- Resolución SRT N° 886/2015.
- Resolución SRT N° 3345/2015 - Límites máximos para las tareas de traslado, empuje o tracción de objetos pesados.
- ISO-TR 12295 - Ergonomía – Aplicación de normas ISO sobre manipulación manual de cargas (ISO 11228-1, ISO 11228-2, y ISO 11228-3) y evaluación de trabajos en postura estática (ISO 11226).
- IRAM-ISO 11228-1 - Ergonomía. Manipulación manual. Parte 1 - Manipulación vertical y horizontal (levantamiento y transporte).
- IRAM-ISO 11228-2 - Ergonomía. Manipulación manual. Parte 2: Acciones de empujar y tirar.
- IRAM-ISO 11228-3 - Ergonomía. Manipulación manual. Parte 3 - Manipulación de cargas bajas a alta frecuencia.

Resultados:

Antes de comenzar se aclara que para que exista la presencia del factor de riesgo en cuestión, todas las respuestas deberán ser “SI” para todas las condiciones. Luego se volcarán a la planilla 1 del paso 2.

Si alguna de las respuestas a las condiciones es “NO”, no hay presencia del factor de riesgo y se descarta automáticamente.

A. Levantamiento y/o descenso manual de carga sin transporte.

En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presenta alguna de las siguientes condiciones:	SI	NO
1. ¿Se deben levantar, sostener y depositar objetos en forma manual?	X	
2. ¿Alguno de los objetos a levantar manualmente pesa 2 kg o más?	X	
3. ¿La tarea de levantamiento se realiza de forma habitual dentro del turno de trabajo (por lo menos una vez en el turno)?	X	

Como todas las respuestas son “SI” para todas las condiciones, hay presencia del factor de riesgo “Levantamiento manual de cargas”.

B. Empuje y arrastre manual de cargas.

En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presenta alguna de las siguientes condiciones:	SI	NO
1. ¿La tarea requiere empujar o arrastrar un objeto manualmente, estando de pie o caminando?		X
2. ¿El objeto a empujar o arrastrar tiene ruedas o rodillos (carro, jaula, carretilla, traspallet, etc.) o se desliza sobre una superficie sin ruedas?		X
3. ¿La tarea de empuje o arrastre se realiza de forma habitual dentro del turno de trabajo (por lo menos una vez en el turno)?		X

Como todas las respuestas son “NO” para todas las condiciones, no hay presencia del factor de riesgo “Empuje y arrastre de cargas”.

C. Transporte manual de cargas.

En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presenta alguna de las siguientes condiciones:	SI	NO
1. ¿El trabajador transporta manualmente cargas de peso superior a 2 kg?	X	
2. ¿El trabajador recorre una distancia mayor a 1 metro mientras sostiene manualmente la carga?	X	
3. ¿Realiza esta tarea diariamente y en forma cíclica (por lo menos una vez en el turno)?	X	

Como todas las respuestas son “SI”, hay presencia del factor de riesgo “Transporte manual de cargas”.

D. Bipedestación.

En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presenta alguna de las siguientes condiciones:	SI	NO
1. ¿La tarea se desarrolla en posición de pie, sin posibilidades de sentarse, durante 2 horas seguidas o más?		X

La respuesta a la condición es “NO”, no hay presencia del factor de riesgo “Bipedestación”.

E. Movimientos repetitivos de miembros superiores.

En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presenta alguna de las siguientes condiciones:	SI	NO
1. ¿Se realizan una o más tareas repetitivas que requieren los mismos gestos o movimientos de miembros superiores?	X	
2. ¿Estos gestos o movimientos de miembros superiores se repiten durante más del 50% del tiempo de la tarea?	X	
3. ¿La tarea que se repite dura al menos 1 hora de la jornada de trabajo?	X	

Como todas las respuestas son “SI”, hay presencia del factor de riesgo “Movimientos repetitivos de miembros superiores”.

F. Posturas forzadas.

En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presenta alguna de las siguientes condiciones:	SI	NO
1. ¿El espacio de trabajo y/o las tareas requieren de posiciones o posturas que producen inclinación, flexión, extensión, torsión y/o giros en la muñeca, codo, hombro, columna cervical, columna lumbar, rodilla, tobillo, etc.?	X	
2. ¿La/s posición/es o postura/as se mantiene/n por largo tiempo?		X
3. ¿Estas posiciones o posturas se hacen en forma habitual durante la jornada de trabajo? (No se deben considerar si las posturas son ocasionales).	X	

Como no todas las respuestas son "SI", no existe presencia del factor de riesgo "Posturas forzadas".

G. Vibraciones.

Vibraciones mano – brazo (entre 5 y 1500 Hz).

En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presenta alguna de las siguientes condiciones:	SI	NO
1. ¿Se trabaja con herramientas que producen vibraciones (martillo neumático, perforadora, destornilladores, pulidoras, esmeriladoras, otros)?		X
2. ¿Se sujetan piezas con las manos mientras éstas son mecanizadas?		X
3. ¿Se sujetan palancas, volantes, etc. que transmiten vibraciones?		X
4. ¿Las tareas anteriores no son ocasionales y se realizan en forma frecuente, por lo menos una vez al día, todos los días de la semana?		X

Vibraciones cuerpo entero (entre 1 y 80Hz)

En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presenta alguna de las siguientes condiciones:	SI	NO
1. Conducir vehículos industriales, camiones, máquinas agrícolas, transporte público y otros.		X
2. Trabajar próximo a maquinarias generadoras de impacto.		X
3. La conducción no es ocasional y se realiza en forma frecuente, por lo menos una vez al día, todos los días de la semana.		X

Como todas las respuestas son "NO" para todas las condiciones, no hay presencia del factor de riesgo "Vibraciones".

H. Confort térmico.

En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presenta alguna de las siguientes condiciones:	SI	NO
1. ¿El ambiente de trabajo presenta temperaturas extremas, frías (Ej. Temperatura ambiente < 0°C) o calientes (Ej. Temperatura ambiente > 37°C)?		X
2. ¿La superficie del objeto (herramienta, materia prima, etc.) que se manipula y/o sostiene con la mano está fría o muy caliente?		X

Como todas las respuestas son “NO” para todas las condiciones, no hay presencia del factor de riesgo “Confort térmico”.

Estrés de contacto.

En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presenta alguna de las siguientes condiciones:	SI	NO
1. ¿Alguna parte del cuerpo se apoya o presiona en forma mantenida o repetida contra un elemento, herramienta, mobiliario o superficie de trabajo?		X

La respuesta a la condición es “NO”, no hay presencia del factor de riesgo “Estrés de contacto”.

Por lo tanto, el puesto de trabajo que se analiza cuenta con factor de riesgo levantamiento manual de cargas, transporte manual de cargas y movimientos repetitivos de miembros superiores.

Paso 2: Identificación de factores de riesgos mediante planilla 1

La planilla se divide en 3 partes:

1º) Datos de la empresa.

2º) Datos que identifican el puesto de trabajo que se está analizando.

Área/Sector: indicar el nombre con el que la empresa identifica a la zona o parte del establecimiento donde se desarrolla el puesto de trabajo que se está analizando.

Puesto de trabajo: indicar el nombre con el que la empresa identifica al puesto del cual se obtiene un producto/servicio que se caracteriza por una etapa de alimentación (materiales, herramientas de trabajo, datos, etc.), una de elaboración/transformación y otra de producto/servicio terminado. Cuando los puestos se repliquen unos con otros, con igualdad en tecnología, mobiliario, métodos, procesos, herramientas, cargas, etc., se podrá contemplar y evaluar solo uno como puesto “testigo” en representación de todos los demás.

Los ítems de “Manifestación temprana” y “Ubicación de la lesión” deben completarse cuando algún trabajador haya manifestado alguna de las dolencias enunciadas en la Resolución SRT 886/15.

3º) Tareas que el/los trabajador/es realiza/n habitualmente a lo largo de su jornada laboral. Para cada una de las tareas, se identifican los factores de riesgo 4 y el nivel de riesgo, recuperando la información de las planillas 2.

En el caso de que no se identifiquen factores de riesgo en la tarea, se indica la inexistencia del riesgo.

La Resolución SRT N° 886/2015 determina tres niveles de riesgo (Figura 3).

Nivel de Riesgo 1	TOLERABLE	El nivel es tolerable, por lo que no se considera necesaria la implementación de medidas correctivas y/o preventivas para proteger la salud del trabajador.
Nivel de Riesgo 2	MODERADAMENTE TOLERABLE	El nivel es moderado, por lo cual se deberán implementar medidas correctivas y/o preventivas para proteger la salud del trabajador.
Nivel de Riesgo 3	NO TOLERABLE	El nivel es no tolerable, por lo que se deberán implementar medidas correctivas y/o preventivas en forma inmediata, con el objeto de disminuir el nivel de riesgo.

Figura 3. Niveles de riesgo.

Nuestras tareas serán:

Tarea 1_Carga: manipular las bolsas de 20 kg de materia prima para subir, mediante escalera a la plataforma elevada.

Tarea 2_Volcado: levantamiento para volcar la carga a la máquina. La boca de carga se encuentra a una altura de 1 metro aproximadamente del nivel del piso de la mezcladora.

Tarea 3_Descarga: manipulación de bolsa de 20 y 25 kg de producto final. Acarreo hasta zona de paletizado.

ANEXO I - Planilla 1: IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGOS

Razón Social:		C.U.I.T.:	CIU:
Dirección del establecimiento:		Provincia:	
Área y Sector en estudio:		N° de trabajadores:	
Puesto de trabajo:			
Procedimiento de trabajo escrito: SI / NO		Capacitación: SI / NO	
Nombre del trabajador/es:			
Manifestación temprana: SI / NO		Ubicación del síntoma:	

PASO 1: Identificar para el puesto de trabajo, las tareas y los factores de riesgo que se presentan de forma habitual en cada una de ellas.

	Factor de riesgo de la jornada habitual de trabajo	Tareas habituales del Puesto de Trabajo			Tiempo total de exposición al Factor de Riesgo	Nivel de Riesgo		
		1	2	3		tarea 1	tarea 2	tarea 3
A	Levantamiento y descenso	X	X	X				
B	Empuje / arrastre							
C	Transporte	X		X				
D	Bipedestación							
E	Movimientos repetitivos	X	X	X				
F	Postura forzada							
G	Vibraciones							
H	Confort térmico							
I	Estrés de contacto							

Si alguno de los factores de riesgo se encuentra presente, continuar con la Evaluación Inicial de Factores de Riesgo que se identificaron, completando la planilla 2.

Paso 3: Evaluación Inicial de factores de riesgos mediante planilla 2

El protocolo presenta una planilla específica para cada factor de riesgo, por lo que hay nueve planillas en total (2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G, 2H, 2I), las cuales se dividen en tres partes:

- 1º) Consignar datos de la tarea analizada.
- 2º) Paso 1. Identifica el factor de riesgo.
- 3º) Paso 2. Verifica si es TOLERABLE el riesgo.

Planillas 2.A: Levantamiento y/o descenso manual de carga sin transporte.

La Resolución SRT N° 886/15 indica en esta planilla las variables relacionadas con el levantamiento y/o descenso manual de carga sin transporte, que pueden incrementar la probabilidad de desarrollar un TME.

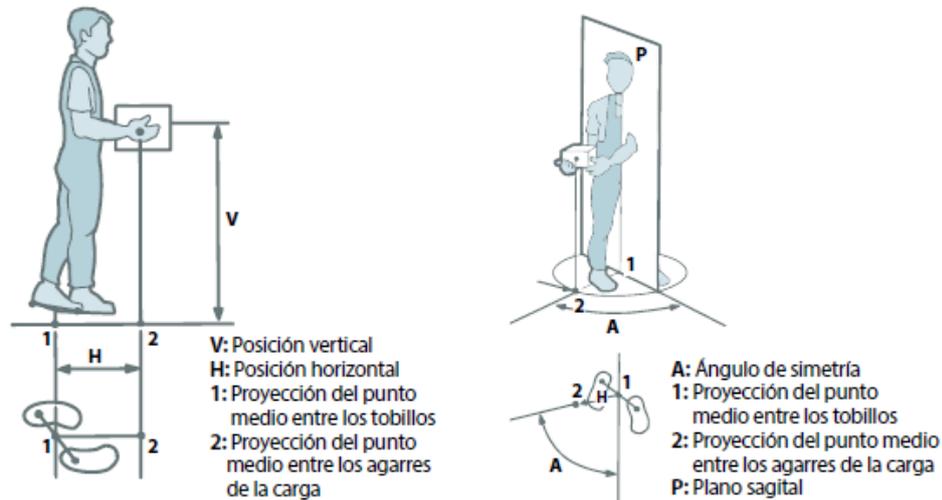


Figura 4: Proyecciones.

Peso de la carga: representa el peso total que se levanta y/o descende manualmente. Cuanto mayor sea el peso, más desfavorable será este factor de riesgo. La norma no identifica que los pesos inferiores o iguales a 2 kg constituyan un factor de riesgo, mientras que para pesos superiores a 25 kg indica que este factor de riesgo en la tarea resulta no tolerable.

Frecuencia de levantamiento y/o descenso: Representa el ritmo de trabajo cuando se realizan los levantamientos y/o descensos manuales, es decir, la cantidad de levantamientos y/o descensos que se producen en una hora de trabajo. Cuanto mayor sea la frecuencia, más desfavorable será este factor de riesgo. Y se calcula mediante el cociente de la cantidad de levantamientos y/o descensos y la jornada de trabajo.

A frecuencias menores a 1 hora o si se realizan en forma esporádica, la norma no las identifica como factor de riesgo. Se entiende por forma esporádica, aquella que no se realiza diariamente y en forma cíclica.

$$F = \frac{\text{N}^\circ \text{ Levantamientos}}{\text{Horas de jornada laboral}}$$

Distancia vertical (V): es la altura medida desde el suelo hasta el punto medio entre ambas manos agarrando la carga. Una distancia que sobrepase los 30 cm sobre la altura del hombro puede ser desfavorable.

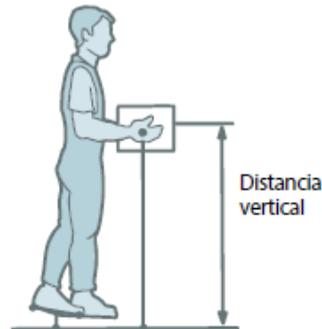


Figura 5: Distancia vertical.

Distancia horizontal (H): Es la distancia desde el punto medio entre ambas manos en posición de agarre de la carga, al punto medio entre ambos tobillos. Esta distancia aumenta cuanto más alejada está la carga del cuerpo. La condición óptima está presente cuando la carga se sostiene pegada al cuerpo. Una distancia que sobrepase los 80 (cm) puede ser desfavorable.

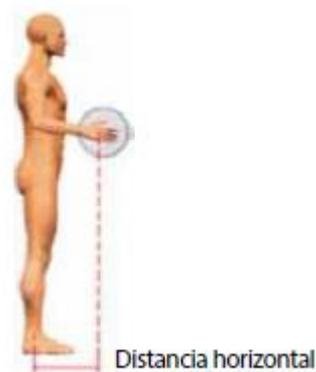


Figura 6: Distancia horizontal.

Asimetría o rotación axial (A): Representa la torsión (o giro) del tronco sin mover los pies del suelo (se forma un ángulo entre los pies y los hombros). Este giro se realiza soportando el peso de la carga, ya sea al levantarla o descenderla. Cuando la carga se mantiene delante del cuerpo, la asimetría o rotación axial es 0°, siendo ésta la condición óptima. Una asimetría o rotación axial superior a los 30° puede ser desfavorable.

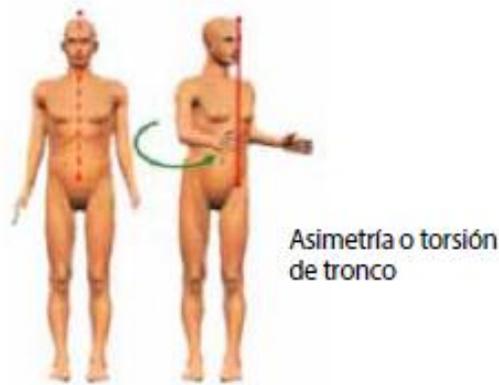


Figura 7: Asimetría o torsión de tronco.

Factores adicionales: Como factores adicionales se pueden considerar: cargas con formas irregulares, dificultad en la sujeción manual de la carga, cargas que se deforman o tiene movimiento en su interior, levantamiento con una sola mano.

Resultados:

Siendo las bolsas de materia prima de 20 kg y tomando el mismo valor para las de producto final (situación más desfavorable) y la producción diaria de 2000 a 3000, en el día se levantará las cargas unas 150 veces.

Cálculo de frecuencia:

$$f = \frac{\text{Levantamiento/Descenso}}{10 \text{ horas}} = \frac{150}{10} = 15 \left(\frac{1}{\text{hs}} \right)$$

Tarea 1.

ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS	
Área y Sector en estudio:	
Puesto de trabajo:	Tarea N°:

2.A: LEVANTAMIENTO Y/O DESCENSO MANUAL DE CARGA SIN TRANSPORTE

PASO1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Levantar y/o bajar manualmente cargas de peso superior a 2 Kg. y hasta 25 Kg.	X	
2	Realizar diariamente y en forma cíclica operaciones de levantamiento / descenso con una frecuencia ≥ 1 por hora o ≤ 360 por hora (si se realiza de forma esporádica, consignar NO)	X	
3	Levantar y/o bajar manualmente cargas de peso superior a 25 Kg		X

Si todas las respuestas son **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si alguna de las respuestas 1 a 3 es **SI**, continuar con el paso 2.

Si la respuesta 3 es **SI** se considera que el riesgo de la tarea es No tolerable, debiendo solicitarse mejoras en tiempo prudencial.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga sobrepasando con sus manos 30 cm. sobre la altura del hombro		X
2	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga sobrepasando con sus manos una distancia horizontal mayor de 80 cm. desde el punto medio entre los tobillos.		X
3	Entre la toma y el depósito de la carga, el trabajador gira o inclina la cintura más de 30° a uno u otro lado (o a ambos) considerados desde el plano sagital.	X	
4	Las cargas poseen formas irregulares, son difíciles de asir, se deforman o hay movimiento en su interior .	X	
5	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga con un solo brazo		X
6	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		X

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable .

Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar con una Evaluación de Riesgos.

Como observamos hay respuestas que son SI, por lo que no se puede presumir que el riesgo “Levantamiento y/o descenso manual de cargas” para la tarea 1 sea tolerable.

Tarea 2.

ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS	
Área y Sector en estudio:	
Puesto de trabajo:	Tarea N°:

2.A: LEVANTAMIENTO Y/O DESCENSO MANUAL DE CARGA SIN TRANSPORTE

PASO1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Levantar y/o bajar manualmente cargas de peso superior a 2 Kg. y hasta 25 Kg.	X	
2	Realizar diariamente y en forma cíclica operaciones de levantamiento / descenso con una frecuencia ≥ 1 por hora o ≤ 360 por hora (si se realiza de forma esporádica, consignar NO)	X	
3	Levantar y/o bajar manualmente cargas de peso superior a 25 Kg		X

Si todas las respuestas son NO, se considera que el riesgo es tolerable.

Si alguna de las respuestas 1 a 3 es SI, continuar con el paso 2.

Si la respuesta 3 es SI se considera que el riesgo de la tarea es No tolerable, debiendo solicitarse mejoras en tiempo prudencial.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga sobrepasando con sus manos 30 cm. sobre la altura del hombro		X
2	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga sobrepasando con sus manos una distancia horizontal mayor de 80 cm. desde el punto medio entre los tobillos.		X
3	Entre la toma y el depósito de la carga, el trabajador gira o inclina la cintura más de 30° a uno u otro lado (o a ambos) considerados desde el plano sagital.		X
4	Las cargas poseen formas irregulares, son difíciles de asir, se deforman o hay movimiento en su interior .	X	
5	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga con un solo brazo		X
6	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		X

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable .

Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar con una Evaluación de Riesgos.

Como observamos hay una respuesta que es SI, por lo que no se puede presumir que el riesgo "Levantamiento y/o descenso manual de cargas" para la tarea 2 sea tolerable.

Tarea 3.

ANEXO 1 - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS	
Área y Sector en estudio:	
Puesto de trabajo:	Tarea N°:

2.A: LEVANTAMIENTO Y/O DESCENSO MANUAL DE CARGA SIN TRANSPORTE

PASO1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Levantar y/o bajar manualmente cargas de peso superior a 2 Kg. y hasta 25 Kg.	X	
2	Realizar diariamente y en forma cíclica operaciones de levantamiento / descenso con una frecuencia ≥ 1 por hora o ≤ 360 por hora (si se realiza de forma esporádica, consignar NO)	X	
3	Levantar y/o bajar manualmente cargas de peso superior a 25 Kg		X

Si todas las respuestas son **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si alguna de las respuestas 1 a 3 es **SI**, continuar con el paso 2.

Si la respuesta 3 es **SI** se considera que el riesgo de la tarea es No tolerable, debiendo solicitarse mejoras en tiempo prudencial.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga sobrepasando con sus manos 30 cm. sobre la altura del hombro		X
2	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga sobrepasando con sus manos una distancia horizontal mayor de 80 cm. desde el punto medio entre los tobillos.		X
3	Entre la toma y el depósito de la carga, el trabajador gira o inclina la cintura más de 30° a uno u otro lado (o a ambos) considerados desde el plano sagital.		X
4	Las cargas poseen formas irregulares, son difíciles de asir, se defoman o hay movimiento en su interior .	X	
5	El trabajador levanta, sostiene y deposita la carga con un solo brazo		X
6	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		X

Si todas las respuestas son **NO** se presume que el riesgo es tolerable .

Si alguna respuesta es **SI**, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar con una Evaluación de Riesgos.

Como observamos hay una respuesta que es **SI**, por lo que no se puede presumir que el riesgo "Levantamiento y/o descenso manual de cargas" de para la tarea 3 sea tolerable.

Planilla 2.C: Transporte manual de cargas.

La Resolución SRT N° 886/15 indica en esta planilla las variables relacionadas con el transporte manual de cargas que pueden incrementar la probabilidad de desarrollar un TME.

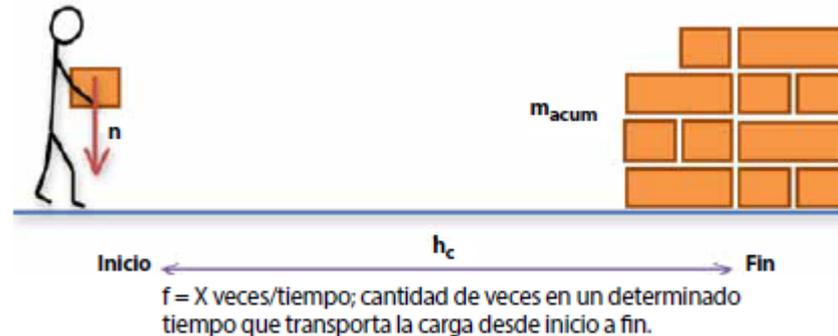


Figura 8: Frecuencia de transporte.

Peso de la carga (m): representa el peso total que se sostiene y transporta manualmente. Cuanto mayor sea el peso, más desfavorable será este factor de riesgo. La norma no identifica que los pesos inferiores o iguales a 2 kg constituyan un factor de riesgo, mientras que, para pesos superiores a 25 kg, indica que se trata de una condición No tolerable.

Distancia de transporte de la carga (h_c): Es la distancia medida en metros en que la carga (sostenida con las manos) se lleva de un lugar a otro caminando. Si esa distancia es superior a 1 metro, se identifica como factor de riesgo, el cual aumenta cuanto mayor sea la distancia a recorrer.

Frecuencia de transporte (f): es la cantidad de veces en que se transporta la carga desde un punto de inicio a un punto de fin. Si se realiza en forma esporádica, la norma no identifica que sea un factor de riesgo. Se entiende por forma esporádica, aquella que no se realiza diariamente y en forma cíclica.

Masa acumulada (M_a): es el producto del peso de la carga (m) que se sostiene y se transporta por la frecuencia (f) en que se realiza el transporte. Las siguientes condiciones son desfavorables:

- Cuando el transporte manual es entre 1 y 10 metros y la masa acumulada es mayor a 10000kg/jornada.
- Cuando el transporte manual es entre 10 y 20 metros y la masa acumulada es de 6000 kg/jornada.

$$M_a = m \cdot f$$

Factores adicionales: Como factores adicionales se pueden considerar: cargas con formas irregulares, dificultad en la sujeción manual de la carga, cargas que se deforman o tienen movimiento en su interior.

Resultados:

Cálculo de masa acumulada:

$$Ma = m.f = 20(\text{Kg}) \times 15 \left(\frac{1}{\text{jornada}} \right) = 1000 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{jornada}} \right)$$

Tarea 1:

ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS	
Área y Sector en estudio:	
Puesto de trabajo:	Tarea N°:

2.C: TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Transportar manualmente cargas de peso superior a 2 Kg y hasta 25 Kg	X	
2	El trabajador se desplaza sosteniendo manualmente la carga recorriendo una distancia mayor a 1 metro	X	
3	Realizarla diariamente en forma cíclica (si es esporádica, consignar NO)	X	
4	Se transporta manualmente cargas a una distancia superior a 20 metros		X
5	Se transporta manualmente cargas de peso superior a 25 Kg		X

Si todas las respuestas son **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si alguna de las respuestas 1 a 5 es **SI**, continuar con el paso 2.

Si la respuesta 5 es **SI** debe considerarse que el riesgo de la tarea es No tolerable, debiendo solicitarse mejoras en tiempo prudencial.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	En condiciones habituales de levantamiento el trabajador transporta la carga entre 1 y 10 metros con una masa acumulada (el producto de la masa por la frecuencia) mayor que 10.000 Kg durante la jornada habitual		X
2	En condiciones habituales de levantamiento el trabajador transporta la carga entre 10 y 20 metros con una masa acumulada (el producto de la masa por la frecuencia) mayor que 6.000 Kg durante la jornada habitual		X
3	Las cargas poseen formas irregulares, son difíciles de asir, se deforman o hay movimiento en su interior.	X	
4	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		X

Si todas las respuestas son **NO** se presume que el riesgo es tolerable .

Si alguna respuesta es **SI**, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

Como observamos existe una respuesta que es **SI**, por lo que no se puede presumir que el riesgo "Transporte manual de cargas" para la tarea 1 sea tolerable.

Tarea 3:

ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS	
Área y Sector en estudio:	
Puesto de trabajo:	Tarea N°:

2.C: TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Transportar manualmente cargas de peso superior a 2 Kg y hasta 25 Kg	X	
2	El trabajador se desplaza sosteniendo manualmente la carga recorriendo una distancia mayor a 1 metro	X	
3	Realizarla diariamente en forma cíclica (si es esporádica, consignar NO)	X	
4	Se transporta manualmente cargas a una distancia superior a 20 metros		X
5	Se transporta manualmente cargas de peso superior a 25 Kg		X

Si todas las respuestas son **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si alguna de las respuestas 1 a 5 es **SI**, continuar con el paso 2.

Si la respuesta 5 es **SI** debe considerarse que el riesgo de la tarea es No tolerable, debiendo solicitarse mejoras en tiempo prudencial.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	En condiciones habituales de levantamiento el trabajador transporta la carga entre 1 y 10 metros con una masa acumulada (el producto de la masa por la frecuencia) mayor que 10.000 Kg durante la jornada habitual		X
2	En condiciones habituales de levantamiento el trabajador transporta la carga entre 10 y 20 metros con una masa acumulada (el producto de la masa por la frecuencia) mayor que 6.000 Kg durante la jornada habitual		X
3	Las cargas poseen formas irregulares, son difíciles de asir, se deforman o hay movimiento en su interior.	X	
4	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		X

Si todas las respuestas son **NO** se presume que el riesgo es tolerable .

Si alguna respuesta es **SI**, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

Como observamos existe una respuesta que es **SI**, por lo que no se puede presumir que el riesgo "Transporte manual de cargas" para la tarea 3 sea tolerable.

Planilla 2 E: Movimientos repetitivos de miembros superiores.

La Resolución SRT N° 886/15 indica en su planilla las variables relacionadas con movimientos repetitivos de miembros superiores que pueden incrementar la probabilidad de desarrollar TME.

Repetitividad: presencia de acontecimientos (ciclos, tipos de posturas) que se repiten en el tiempo, siempre de manera idéntica.

Fuerza: esfuerzo físico requerido al trabajador para ejecutar acciones técnicas.

Postura: conjunto de posiciones y movimientos efectuados por cada articulación principal de las extremidades superiores para ejecutar la secuencia de acciones técnicas que caracterizan un ciclo. El factor de riesgo viene determinado por la presencia de posturas inapropiadas y/o por la realización de movimientos que se repiten siempre de la misma manera.

Períodos de recuperación: período de tiempo, durante el turno laboral, en que no se realizan acciones técnicas. Consiste en pausas efectuadas después de un período de acciones realizadas por las extremidades superiores para permitir la recuperación del metabolismo muscular.

El factor de riesgo viene determinado por la falta de períodos de recuperación o por una duración insuficiente de los mismos.

Factores adicionales: no siempre existen en las tareas repetitivas. Su tipo, intensidad y duración determinan el incremento del nivel de exposición.

ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS			
Área y Sector en estudio:		Tarea N°:	
Puesto de trabajo:			
2.E: MOVIMIENTOS REPETITIVOS DE MIEMBROS SUPERIORES			
PASO 1: Identificar si el puesto de trabajo implica:			
N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Realizar diariamente, una o más tareas donde se utilizan las extremidades superiores, durante 4 o más horas en la jornada habitual de trabajo en forma cíclica (en forma continuada o alternada).	X	
Si la respuesta es NO, se considera que el riesgo es tolerable. Si la respuesta es SI, continuar con el paso 2.			
PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo.			
N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Las extremidades superiores están activas por más del 40% del tiempo total del ciclo de trabajo.		X
2	En el ciclo de trabajo se realiza un esfuerzo superior a moderado a 3 según la Escala de Borg, durante más de 6 segundos y más de una vez por minuto.		X
3	Se realiza un esfuerzo superior a 7 según la escala de Borg.		X
4	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		X
Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable. Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos. Si la respuesta 3 es SI, se deben implementar mejoras en forma prudencial.			

Para las 3 tareas, todas las respuestas son NO, por lo que se puede presumir que el factor “movimientos repetitivos” es tolerable.

Paso 4: Identificación de medidas correctivas y preventivas mediante Planilla 3

Una vez evaluado el factor de riesgo y cuando éste haya sido calificado con nivel 2 o 3, se deberán especificar las acciones correctivas y preventivas, las cuales quedarán registradas en la Planilla 3.

La planilla consta de 3 partes:

- 1º) Consignar datos de la tarea analizada.
- 2º) Indicar si se cumplen las medidas preventivas generales.
- 3º) Especificar medidas correctivas y preventivas específicas (administrativas y de ingeniería).

Para cada una de las tareas donde se haya identificado al menos un factor de riesgo con nivel 2 o 3, o cuando el trabajador haya experimentado alguna manifestación o enfermedad de las listadas en el Artículo 1º de la Resolución SRT N° 886/2015 durante el desarrollo de sus tareas habituales, se debe analizar si se cumplen las 3 sentencias del listado de Medidas Preventivas Generales. Si al completar las Medidas Preventivas Generales (N° 1, 2 y 3) se obtiene un “No” como respuesta, se deben implementar acciones para dar cumplimiento a las mismas. Es necesario realizar tantas de estas planillas como tareas existan con nivel de riesgo 2 o 3, por los factores de riesgo presentes.

Paso 5: Matriz de seguimiento de medidas preventivas mediante planilla 4

En la Planilla N° 4 se deberán enumerar las medidas preventivas definidas en la Planilla N° 3 y registrar el nombre del puesto de trabajo al cual están asociadas, el nivel de riesgo identificado en la Planilla N° 1, la fecha en que se identificó el riesgo, la fecha en que se implementó la medida administrativa, la fecha en que se implementó la medida de ingeniería y la fecha en que se verificó que dichas medidas alcanzaron el objetivo buscado.

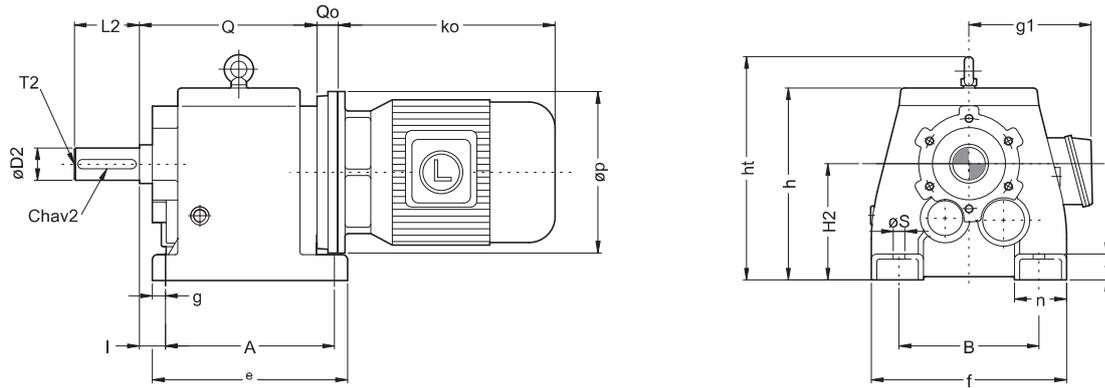
5. CONCLUSIÓN.

Con este pequeño estudio se pudo encontrar tareas que son NO TOLERABLES para algunos factores de riesgos, haciendo que el puesto de trabajo requiera de controles para mejorar las condiciones laborales de los operarios.

Lo que nos permite justificar el uso de elementos mecánicos para ayudar al proceso y la manipulación de carga, debido a que las medidas de ingeniería, son duraderas y actúan sobre el agente de riesgo, siendo las mejores opciones para prevenir enfermedades y accidentes en los trabajadores.

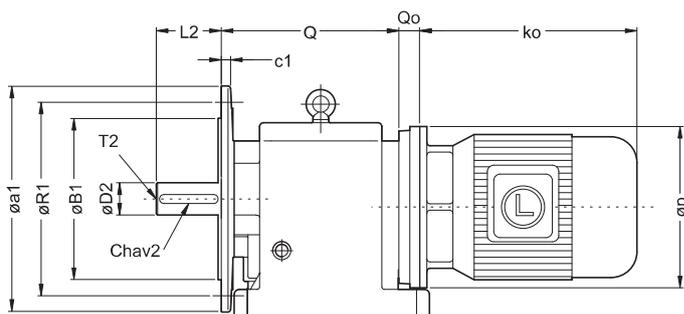
ANEXO II

TABLA DE MEDIDAS - SERIE "C"
OVERALL DIMENSIONS - TYPE "C"

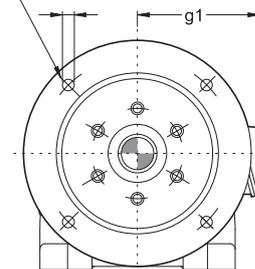


Modelo Model	D2ø	L2	chav 2 keyway 2	T2	H2	A	B	Sø	I	Q0						
										IEC 71	IEC 80-90	IEC 100-112	IEC 132	IEC 160-200	IEC 225-280	
C00T	mm	25	50	8x7	M10	90	130	110	9	25	20	35	---	---	---	---
	inch	1.000	2	1/4 x 1/8	UNC 3/8"	3.543	5 1/8	4 11/32	3/8"	1	25/32	1 3/8	---	---	---	---
C0T	mm	30	60	8x7	M10	115	165	135	14	30	35	---	---	---	---	
	inch	1.188	2 3/8	1/4 x 1/8	UNC 3/8"	4.528	6 1/2	5 5/16	9/16	1 3/16	25/32	1 3/8	---	---	---	---
C1T	mm	35	70	10x8	M12	130	195	150	14	30	20	35	42	64	---	---
	inch	1.375	2 3/4	5/16 x 5/32	UNC 1/2"	5.118	7 11/16	5 29/32	9/16	1 3/16	25/32	1 3/8	1 21/32	2 17/32	---	---
C2T	mm	40	80	12x8	M16	140	205	170	18	35	20	35	42	64	---	---
	inch	1.625	3 1/8	3/8 x 3/16	UNC 5/8"	5.512	8 1/16	6 11/16	23/32	1 3/8	25/32	1 3/8	1 21/32	2 17/32	---	---
C3T	mm	50	100	14x9	M16	180	260	215	18	40	---	32	32	52	82	---
	inch	2.000	4	1/2 x 1/4	UNC 5/8"	7.087	10 1/4	8 15/32	23/32	1 9/16	---	1 1/4	1 1/4	2 1/16	3 7/32	---
C4T	mm	60	120	18x11	M20	225	310	250	22	40	---	32	32	52	82	---
	inch	2.375	4 3/4	5/8 x 5/16	UNC 3/4"	8.858	12 7/32	9 27/32	7/8	1 9/16	---	1 1/4	1 1/4	2 1/16	3 7/32	---
C45T	mm	70	140	20 x 12	M20	250	370	290	26	45	---	---	45	45	75	105
	inch	2.750	5 1/2	5/8 x 5/16	UNC 3/4"	9.843	14 9/16	11 7/16	1 1/32	1 3/4	---	---	1 25/32	1 25/32	2 15/16	4 1/8
C5T	mm	90	170	25 x 14	M24	315	410	340	33	50	---	---	45	45	75	105
	inch	3.500	6 3/4	7/8 x 7/8	UNC 1"	12.402	16 1/8	13 3/8	1 5/16	1 31/32	---	---	1 25/32	1 25/32	2 15/16	4 1/8
C6T	mm	110	210	28 x 16	M24	355	500	380	39	50	---	---	45	45	75	105
	inch	4.313	8 1/4	1 x 1	UNC 1"	13.976	19 11/16	14 31/32	1 17/32	1 31/32	---	---	---	1 25/32	2 15/16	4 1/8

Modelo Model	Q	B1ø	R1ø	S1ø	a1ø	c	c1	e	f	g	h	ht	n	Peso kg Weight lb	aceite lts oil fl.oz	
C00T	mm	151	110	130	9	160	20	10	155	150	11.5	155	165	40	12	0.65
	inch	5 15/16	4.331	5 1/8	3/8	6 5/16	13/16	3/8	6 1/8	5 7/8	7/16	6 1/8	6 1/2	1 5/8	26	22
C0T	mm	186	130	165	11	200	25	12	195	195	15	190	200	57.5	21	0.8
	inch	7 5/16	5.118	6 1/2	7/16	7 7/8	1	1/2	7 3/4	7 3/4	5/8	7 1/2	7 7/8	2 1/4	46	28
C1T	mm	210.5	180	215	14	250	30	12	230	215	18.5	218	270	62.5	31	1.1
	inch	8 9/32	7.087	8 15/32	9/16	9 7/8	1 3/16	1/2	9 1/8	8 1/2	3/4	8 5/8	10 5/8	2 1/2	68	38
C2T	mm	232	230	265	14	300	30	14	245	240	19	240	290	65	44	1.9
	inch	9 1/8	9.055	10 7/16	9/16	11 7/8	1 3/16	9/16	9 5/8	9 1/2	3/4	9 1/2	11 1/2	2 5/8	97	66
C3T	mm	273	250	300	18	350	40	18	300	300	20	300	370	80	75	3.1
	inch	10 3/4	9.843	11 13/16	11/16	13 13/16	1 9/16	11/16	11 7/8	11 7/8	3/4	1 7/8	14 1/2	3 3/16	165	107
C4T	mm	335	350	400	18	450	50	18	358	350	23	375	440	95	130	6.0
	inch	13 3/16	13.780	15 3/4	11/16	17 3/4	2	11/16	14 1/8	13 13/16	7/8	14 3/4	17 3/8	3 3/4	287	207
C45T	mm	392	350	400	18	450	60	18	430	400	27	426	496	110	208	10.0
	inch	15 7/16	13.780	15 3/4	11/16	17 3/4	2 3/8	11/16	16 15/16	15 3/4	1 1/8	16 3/4	19 1/2	4 3/8	459	345
C5T	mm	457	450	500	18	550	70	24	490	450	32	490	560	110	320	15
	inch	18	17.717	19 11/16	11/16	21 5/8	2 3/4	15/16	19 5/16	17 3/4	1 1/4	19 5/16	22 1/8	4 3/8	705	517
C6T	mm	522	450	500	18	550	80	28	590	530	36	565	635	150	532	24
	inch	20 9/16	17.717	19 11/16	11/16	21 5/8	3 1/8	1 1/8	23 1/4	20 7/8	1 7/16	22 1/4	25	5 7/8	1173	826



S1Ø x cant = 4 bridas hasta 350
 = 8 bridas 450 y mayores.



NOTA 1: Las dimensiones son aproximadas pudiendo modificarse sin previo aviso.
 NOTE 1: Dimensions are for reference only, unless certified.
 NOTA 2: Las capacidades de lubricante son para posición B3.
 NOTE 2: Oil capacity valid only for mounting position B3.

NOTA 3: Para dimensiones ko, P y g1 ver pag. 77 ó catálogo de motores (I.E.C.).
 NOTE 3: To determinate ko, P and g1 see page 77, or electrical motors catalogue (I.E.C.).
 NOTA 4: Los pesos no incluyen peso del motor.
 NOTE 4: Motor weight is not included.

Technical Product Data Sheet

Product identification **H 30/3 E V20A/U** **21330001**

Product group Standard conveyor belt

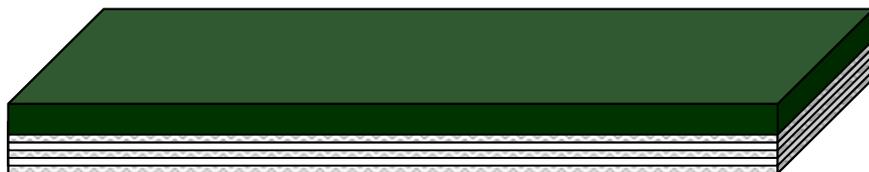
Mode of transport Sloping and horizontal running, heavy loading

Application Transport of unit loads, assembly lines, transition belts

Industry Automotive, wood and furniture industry, steel mills, ceramic and brick industry, construction, flake board fabrication

Product construction

Material conveying side	Polyvinylchloride (PVC)
Characteristics conveying side	smooth, adhesive
Colour conveying side	green
Cover thickness conveying side	2,0 mm
Shore hardness A°	70
Material traction layer	Polyester fabric
Number of fabrics	3
Material running side	Polyester fabric
Characteristics running side	sliding
Colour running side	white
Cover thickness running side	impregnated



Product characteristics

Total thickness	4,3 mm (+/- 0,1 mm)	
Belt weight	5,2 kg/m ²	
Standard production width	2.000 mm	special widths on request
Maximum tensile force	500 N/mm	
- at 1% elongation	30 N/mm	
Minimum pulley diameter	120 mm	
Knife edge suitable	no	
Operation temperatures	-10...+70°C	
Permanently antistatic DIN EN 20284	yes	
Flammability DIN EN 20340	no	
Chemical resistance	limited oil and grease resistant - see list of resistance	
FDA Food suitability	no	
EU Food suitability	no	

Installation terms

Slider bed suitable	yes
Carrying rollers suitable	yes
Low noise application	no
Accumulation mode	no
Inclined transportation	yes
Buckling conveyor	no
Curved installation	no
Friction coefficient on slider bed of steel	0,15
Friction coefficient on slider bed with friction cover	0,3
Troughed installation	yes
Cross rigidity	no

- specifications subject to change without notice -

Product identification

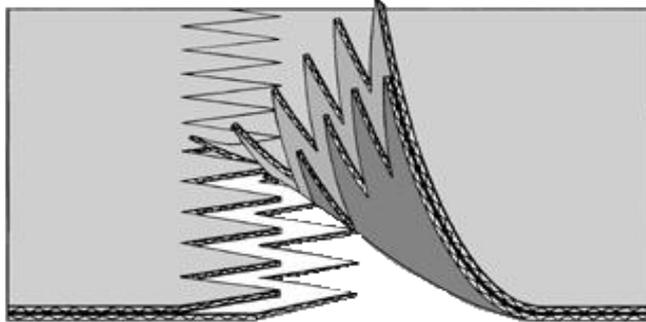
H 30/3 E V20A/U0

21330001

Endless Joining

Recommended joining
Joining addition

multiple finger joining
105 mm



Joining material

Joining material conveying side
Joining material running side
Joining material inside
Additional material

Silicone paper glossy
Silicone pad
PVC foil
no

Joining parameters

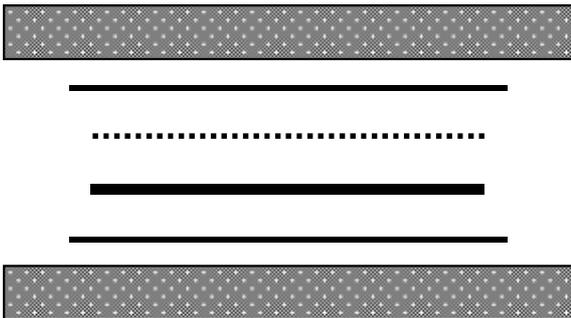
Heating temperature (top/bottom)
Heating time
Pressure
Remarks

165°C
10 minutes
2 bar
use same material for edge demarcation

Alternative joining methods

Step joining
Wedge joining
Mechanical joining

yes
yes
yes A3 Alligator RS125



Heating plate top
Silicone paper glossy
PVC foil
Conveyor belt (Conveying side up)
Silicone pad
Heating plate bottom



VIS GmbH

Bahnstrasse 1-3
D-08233 Treuen/Vogtland
GERMANY

Technical status: 03/2012

- specifications subject to change without notice -

phone: +49 (0)37468 666 0

fax: +49 (0)37468 666 29

web: www.visgmbh.eu

email: info@visgmbh.eu



Modelo SIPEL BAG

Sistema de simple operatividad y óptimo rendimiento para embolsado de granos, pellets, azúcar, cereales, yerba, fertilizantes, áridos, semillas, productos químicos y todo material granulado que se deslice por gravedad.

El material se pesa directamente en la bolsa, controlando su carga por un sistema de compuertas de doble corte, accionamiento neumático para obtener máxima precisión.

Posee sostenedor de bolsas manual que opcionalmente se reemplaza por uno neumático accionado a través de una pedalera.

Controla el llenado de 4 a 7 bolsas por minuto, dependiendo del producto y la capacidad de la bolsa.

Modelo SIPEL NET

La solución ideal para el embolsado de materiales de baja fluidez, polvos, harinas, alimento balanceado, etc.

El material se pesa en la tolva para lograr mayor velocidad de embolsado, de esta manera mientras el operador retira la bolsa llena y coloca la vacía, el sistema prepara la nueva carga.

Posee sostenedor neumático de bolsa, accionado a través de una pedalera, en forma standard.

La tolva pesadora y la unidad de pesaje, así como los alimentadores en el caso que los hubiera conforman un sistema cerrado que permite mantener limpia el área de trabajo.

Controla el llenado de 5 a 8 bolsas por minuto, dependiendo del producto y la capacidad de la bolsa.

En ambos modelos se puede anexas un alimentador a doble tornillo accionado para cortes grueso y fino, utilizable para productos polvorientos y pastosos. Cuentan además, con salida para conectar a sistema extractor de polvo.

Indicador ISIS para embolsadora



El Indicador digital de Peso ISIS - E, posee sencilla operatoria, alta velocidad de conversión y opera en forma secuencial para realizar funciones de embolsado.

Permite almacenar, en una memoria no volatil, totales en kilos y cantidad de bolsas procesadas, contando con una auditoría de 500 pesadas con descarga a PC o impresora.

Posee además corrección automática de corte fino, logrando de esta manera una mínima dispersión en los valores de embolsado.

Aplicable a ambos modelos de embolsadoras : SIPEL BAG y SIPEL NET.

En el caso del modelo Sipel Net, incluye las funciones de control en la automatización de la descarga y del accionamiento del sostenedor neumático.

Especificaciones técnicas

Display:	LED 6 dígitos 1"
Teclado:	De membrana de 27 teclas con señal de confirmación audible
Resolución display:	10.000 divisiones
Velocidad de conversión:	50/60 conversiones por segundo
Sensibilidad mínima:	1 microvoltios / división
Linealidad:	0.01% de FE
Auto cero:	OFF / 1 - 10 div.
Rango de toma de cero:	2 % de FE configurable
Alimentación:	220/110 voltios
Frecuencia:	50 o 60 Hz
Temperatura de trabajo:	-5°C a 40°C
Gabinete:	Acero NEMA XII, terminación Epoxi
Dimensiones máximas:	ancho: 315 mm alto: 275 mm fondo: 90 mm
Peso máximo:	4 kg
Garantía:	1 año de garantía limitada

Requerimientos energéticos

Electricidad: 220Vca. +/- 10%; 50Hz (a pedido 110Vca).
Aire comprimido 50 NI / min. de caudal, 6-8 kg/cm² de presión.

Capacidades y Resoluciones

Capacidad Máxima	Capacidad Mínima	Resolución Mínima	Error Máximo
hasta 75 kg	25 kg	50 g	+/- 150g
hasta 40 kg	10 kg	20 g	+/- 60g

Características y funcionamiento SIPEL BAG



Colocada la bolsa en forma manual, se presiona el pulsador de arranque. El equipo electrónico descuenta el peso de la bolsa vacía y envía a las electroválvulas la orden de abrir los alimentadores.

Al llegar la carga de la bolsa cerca del peso prefijado, se cierra el alimentador grueso y luego el fino.

El equipo posee además un valor teórico, que en caso de variación del peso prefijado, corrige automáticamente el valor del corte final hasta alcanzar en la bolsa el valor deseado.

El indicador digital ISIS -E contabiliza el peso y el número de bolsa e indica que se encuentra lista para desprenderse a fin de comenzar un nuevo ciclo.

Características y funcionamiento SIPEL NET



La tolva pesadora es cerrada en su parte inferior por compuertas que se abren mediante el accionar de un cilindro neumático, efectuando la descarga del material ya pesado directamente a la bolsa, la cual es sostenida por mordazas neumáticas.

Una vez vacía esta tolva, comienza automáticamente un nuevo ciclo de pesaje, mientras la bolsa se suelta. Esta operatoria otorga más velocidad al sistema.

Los alimentadores y la unidad de pesaje forman un conjunto cerrado que permite mantener limpia el área de trabajo.

Casa Central

J. M. Rosas 2233
Rosario - Argentina
+54 (341) 482-9180
ventas@sipel.com.ar

Oficina Bs As

Av. Córdoba 6087
Ciudad de Buenos Aires
Tel/Fax: +54 11 47744791
ventasba@sipel.com.ar

Exterior:

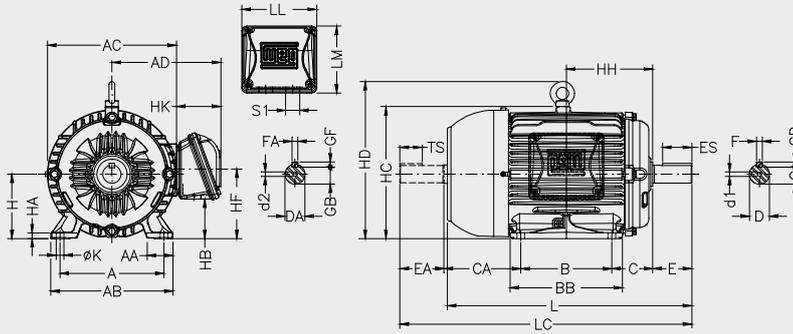
comex@sipel.com.ar

www.sipel.com.ar

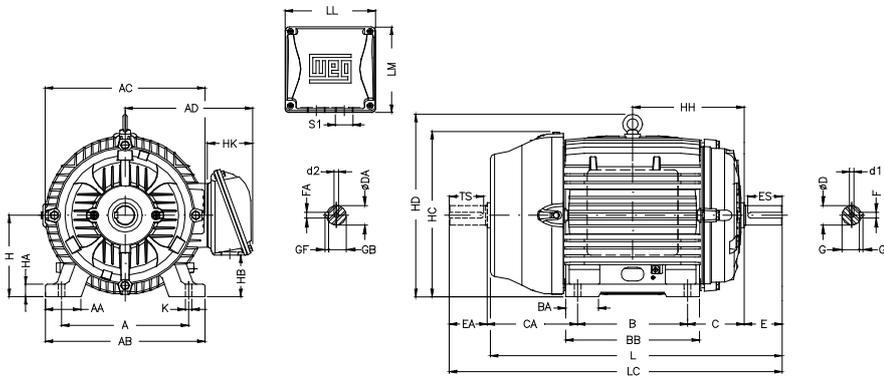


17. Datos Mecánicos

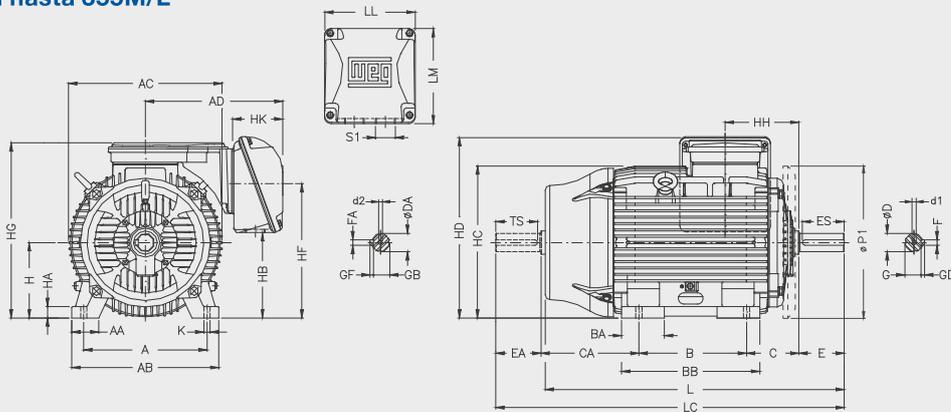
Carcasas 63 hasta 132M/L



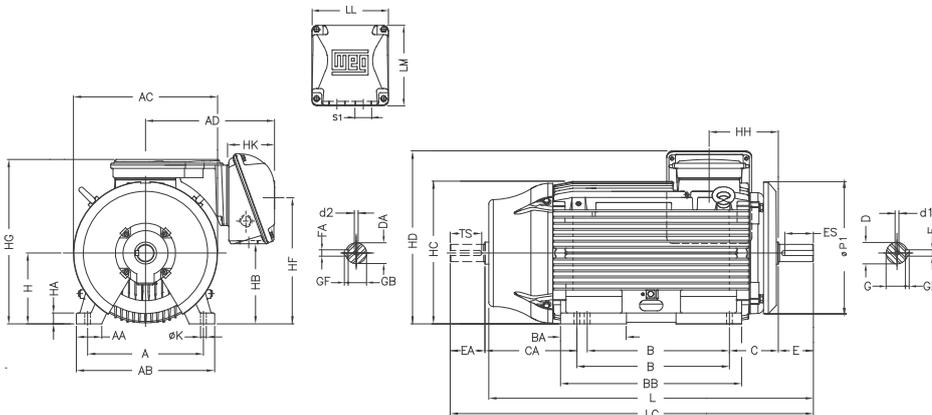
Carcasas 160M hasta 200L



Carcasa 225S/M hasta 355M/L



Carcasa 355A/B



* Algunas potencias en las carcasas 315 y 355 están equipadas con un deflector de aire en la tapa delantera. En este caso la dimensión P1 será 780mm o 880mm respectivamente.

Carcasa	A	AA	AB	AC	AD	AD'	B	BA	BB	BD	C	CA	Eje												
													D	DA	E	EA	ES	F	FA	G	GB	GD	GF	TS	
63	100	25,5	116	125	122	122	80		95		40	78	11j6	9j6	23	20	14	4	3	8,5	7,2	4	3	12	
71	112	28,5	132	141	130	130	90		113,5		45	88	14j6	11j6	30	23	18	5	4	11	8,5	5	4	14	
80	125	30,5	149	159	139	139			125,5		50	93	19j6	14j6	40	30	28	6		15,5	11	6		18	
90S							100		131										5				5	28	
L90S	140	36,5	164	179	157	157	125		156		56	104	24j6	16j6	50	40	36	8	5	20	13	7	5	28	
90L																									
L90L																									
100L	160	40	188	199	167	167	140		173		63	118	22j6	60	50	45		6	24	18,5	7	6	36		
L100L																									
112M																									
L112M	190	40,5	220	222	192	192	140		177		70	128	28j6	24j6					8	24	20	7	7	45	
L132S																									
132M																									
L132M/L	216	45	248	272	218	218	178		225		89	150	38k6	28j6	80	60	63	10	8	33	24	8	8	45	
160M																									
160L																									
180M	254	64	308	329	264	264	210	63	254		108	174	42k6	42k6	110	110	80	12	12	37	37	8	8	80	
180L																									
200L																									
225S/M	356	80	436	455	384	286/311	124	412	41	149	319/294	55m6*	55m6*	110*	110*	100*	16*	16*	49*	49*	10*	10*	100*		
250S/M																									
280S/M																									
315S/M	406	100	506	486	402	311/349	146	467	59	168	354/316	60m6*	60m6	140	140	125	18	18	53	53	11	11	125		
315L																									
355M/L																									
355A/B	457	557	599	442	472	368/419	151	517	49	190	385/334	65m6*	60m6*	140	140	125	18*	18*	58*	53*	11*	11*	125		
315L																									
355M/L																									
355A/B	508	120	630	657	525	530	406/457	184	621	70	216	494/443	65m6*	60m6*	140*	140*	125*	18*	18*	58*	53*	11*	11*	125*	
315L																									
355M/L																									
355A/B	610	140	750	736	609	625	560/630	230	760	65	254	483/413	75m6*	60m6*	140*	140*	125*	20*	18*	67,5*	53*	12*	11*	125*	
315L																									
355M/L																									
355A/B	610	140	750	736	609	625	560/630	230	760	65	254	483/413	100m6	80m6	210	170	200	28	22	90	71	16	14	160	
315L																									
355M/L																									
355A/B	610	140	750	736	609	625	560/630	230	760	65	254	528/438	75m6*	60m6*	140*	140*	125*	20*	18*	67,5*	53*	12*	11*	125*	
315L																									
355M/L																									
355A/B	610	140	750	736	609	625	560/630	230	760	65	254	528/438	100m6	80m6	210	170	200	28	22	90	71	16	14	160	
315L																									
355M/L																									
355A/B	610	140	750	736	609	625	560/630	230	760	65	254	528/438	100m6	80m6	210	170	200	28	22	90	71	16	14	160	
315L																									
355M/L																									

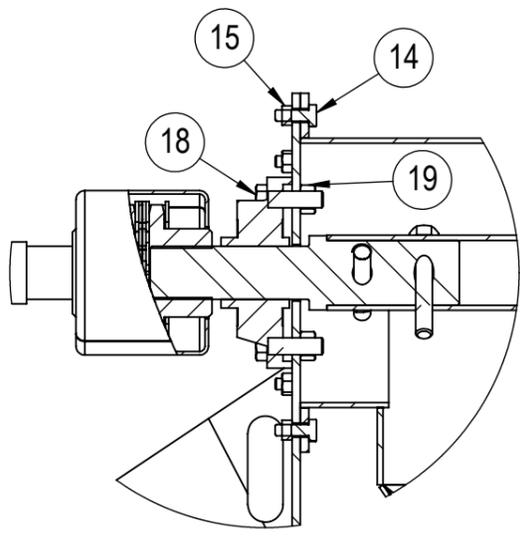
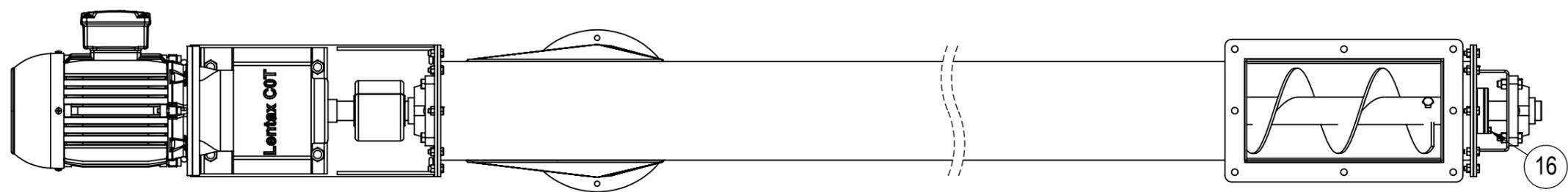
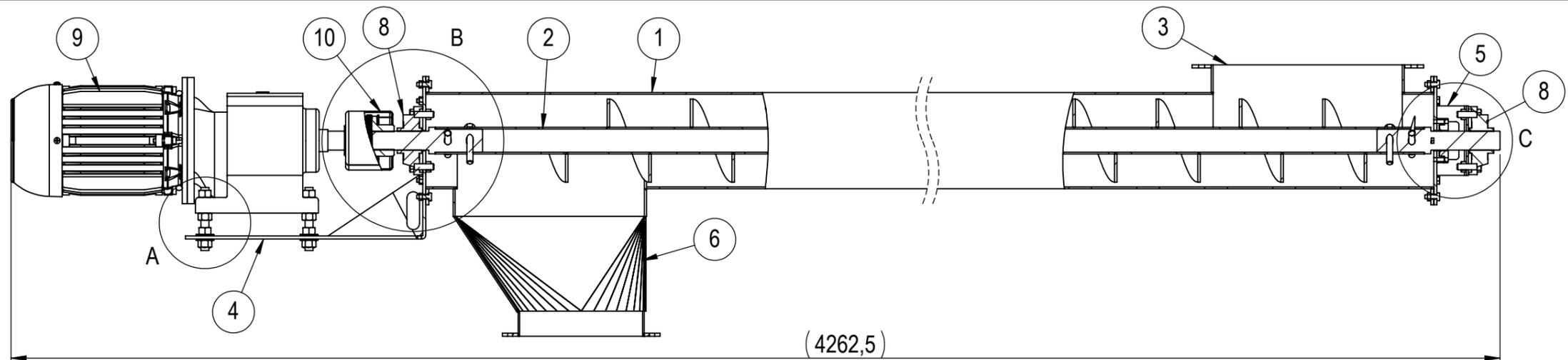
Carcasa	H	HA	HB	HC	HD	HF	HG	HH	HK	K	L	LC	LL	LM	S1	D1	D2	Rodamientos	
																		D.E.	N.D.E.
63	63		25,5	129		68,5		80		7	216	241				EM4	EM3	6201 ZZ	
71	71	7	33	145		76		90	59	7	250	276	108,5	99	2xM20x1,5	DM5	EM4	6202 ZZ	
80	80	8	43,5	163		87		100			276	313				DM6	DM4	6204 ZZ	6203 ZZ
90S								106		10	304	350							
L90S	90	9	45	182		90		118,5	67	10	335	381	115	104	2xM25x1,5	DM8	DM6	6205 ZZ	6204 ZZ
90L																			
L90L																			
100L	100		61,5	205	244	106,4		133		12	420	475	140	133	2xM32x1,5	DM10	DM8	6206 ZZ	6205 ZZ
L100L																			
112M																			
L112M	112	10	54,5	235	280	112		140		80	393	448	140	133	2xM32x1,5	DM12	DM10	6207 ZZ	6206 ZZ
L132S																			
132M																			
L132M/L	132	16	75	266	319	132		159	80	12	452	519	140	133	2xM32x1,5	DM12	DM10	6308 ZZ	6207 ZZ
160M																			
160L																			
180M	160	22	79	327	374	168		213	101	14,5	598	712	198,5	190	2xM40x1,5	DM16	DM16	6309 C3	6209 Z-C3
180L																			
200L																			
225S/M	225	34	255	453	550	403	523	212	153	18,5	856*	974*	269	285	2xM50x1,5	DM20	DM20	6314 C3	
250S/M																			
280S/M																			
315S/M	280	42	383	580	696	556	686	266	147	24	1.071	1.223	314	312	2xM63x1,5	DM20	DM20	6314 C3*	6314 C3*
315L																			
355M/L																			
355A/B	315	48	336	644	768	592	751	264	176	28	1.274	1.426	379	382	2xM63x1,5	DM20*	DM20	6316 C3	6316 C3
315L																			
355M/L																			
355A/B	355	50	461	723	898	700	885	340	220	28	1.353*	1.501*	404	436	2xM80x1,5	DM20*	DM24	6319 C3	6316 C3
315L																			
355M/L																			
355A/B	355	50	411	723	955	700	885	340	290	28	1.412*	1.577*	460	544	2xM80x1,5	DM20*	DM24	6316 C3*	6314 C3*
315L																			
355M/L																			
355A/B	355	50	411	723	955	700	885	340	290	28	1.607*	1.772*	460	544	2xM80x1,5	DM20*	DM24	6322 C3	6319 C3
315L																			
355M/L																			
355A/B	355	50	411	723	955	700	885	340	290	28	1.677	1.872	460	544	2xM80x1,5	DM20*	DM24	6322 C3	6319 C3
315L																			
355M/L																			

Notas:

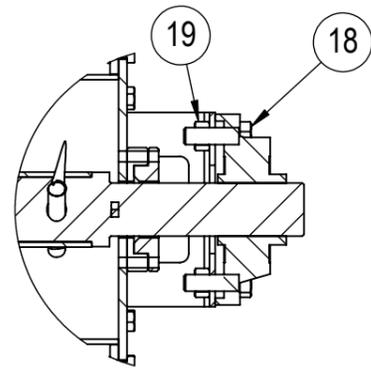
(*) Dimensión aplicable para motores de 2 polos.

(**) Dimensión utilizada solamente para forma constructiva con caja de conexión en el tope.

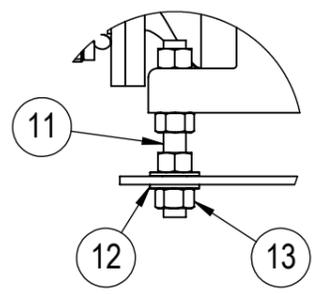
ANEXO III



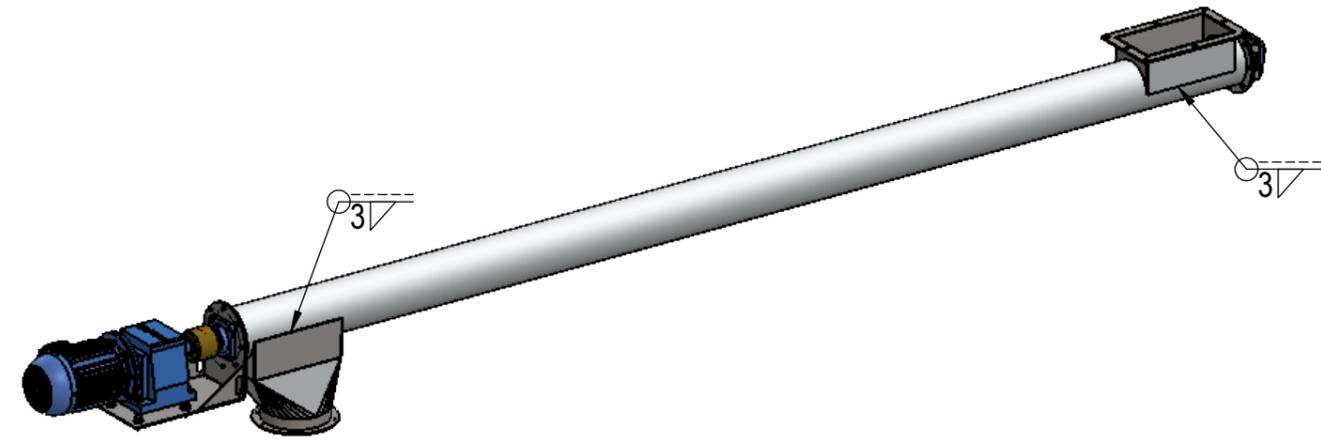
DETALLE B
ESCALA 1 : 4



DETALLE C
ESCALA 1 : 4



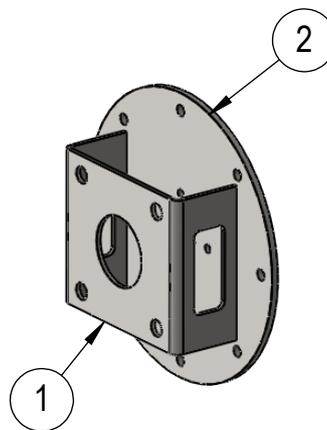
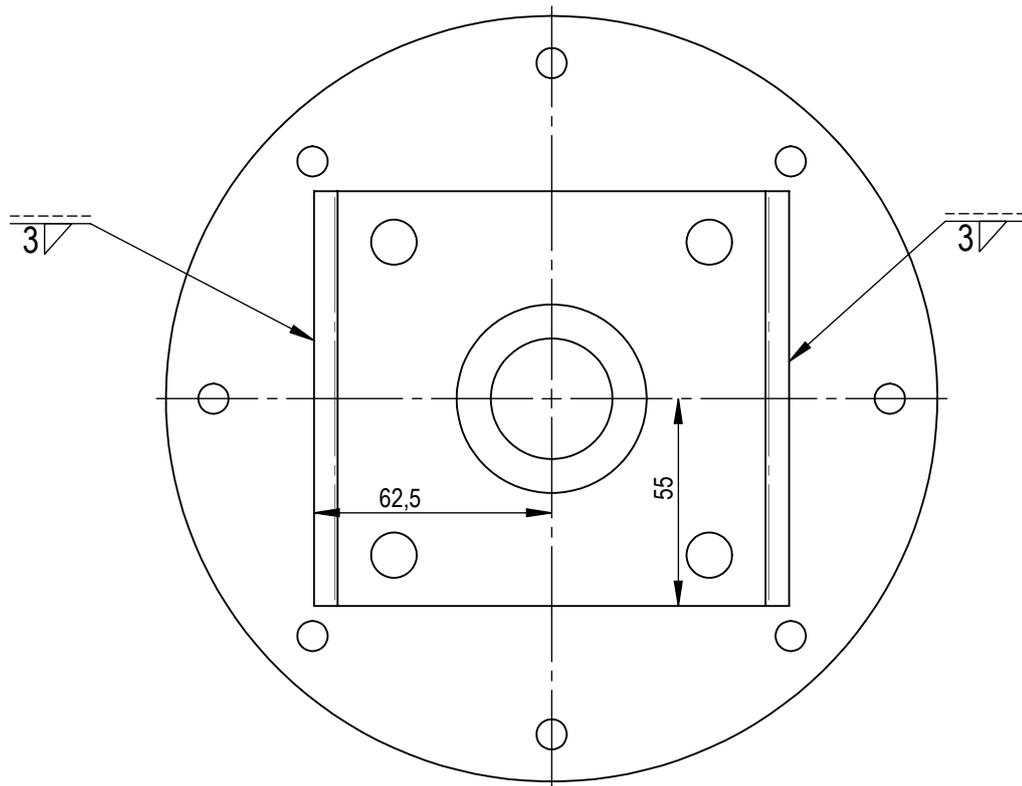
DETALLE A
ESCALA 1 : 4

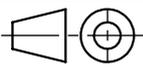


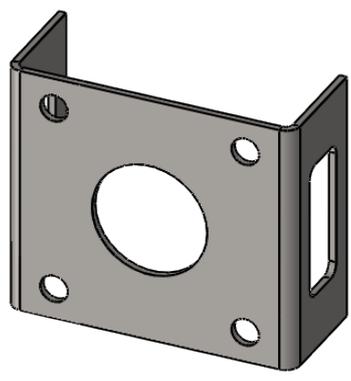
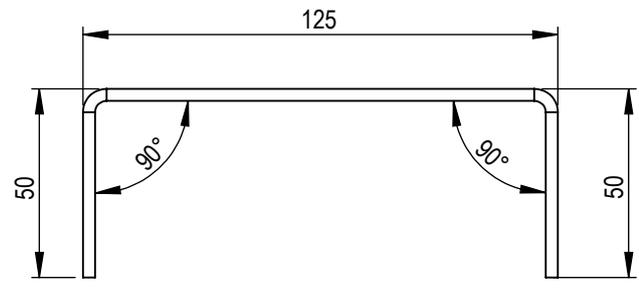
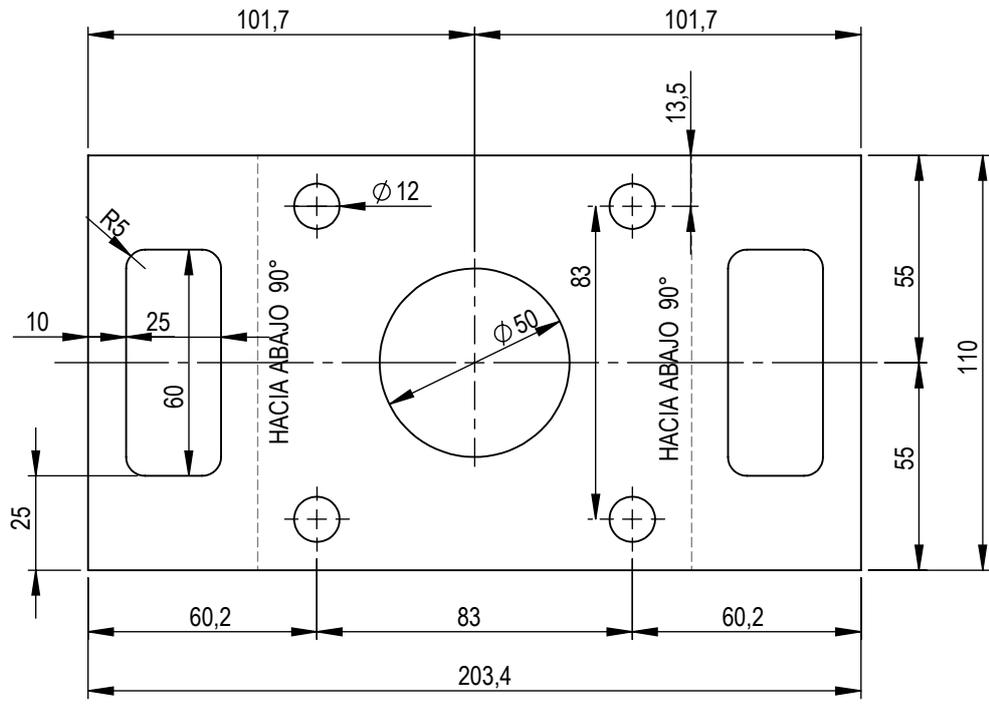
N.º DE ELEMENTO	PIEZA	CANTIDAD
1	Conjunto Exterior	1
2	Conjunto Espira	1
3	Boca Carga SF	1
4	Soporte Conj Motriz	1
5	Conjunto Tapa Inferior	1
6	Boca Descarga SF	1
7	Sello	1
8	Rodamiento UCF 206	2
9	Conjunto Motriz-SF	1
10	Acople ENGRACOR 4016	1
11	Varilla Roscada 1-2	4
12	Arandela 1-2 pulg	8
13	Tuerca 1-2 pulg	16
14	Bulon 1-4x3-4 pulg	16
15	Tuerca 1-4 pulg	16
16	Bulon 3-16 pulg	1
17	Tuerca 3-16 pulg	1
18	Bulon 3-8x1.1-4 pulg	8
19	Tuerca 3-8 pulg	8

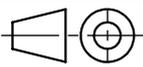
Observaciones: Peso: 50 (kg)	Proyectó	Goi L.	23/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.	
	Dibujó	Goi L.	23/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.	
	Revisó				Material: -	
	Aprobó			Código de pieza: F-SF-00 Número de pieza: -		
	Formato	Escala: 1:8 Denominación: TRANSPORTADOR HELICOIDAL SIN FIN				
	Formato: A3				Hoja: 1/1	

Respetar alineación de perforaciones

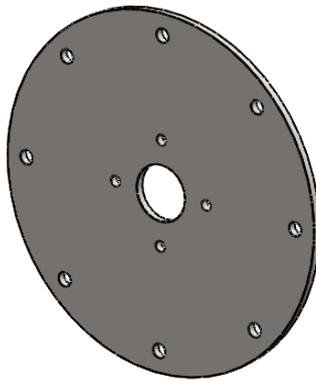
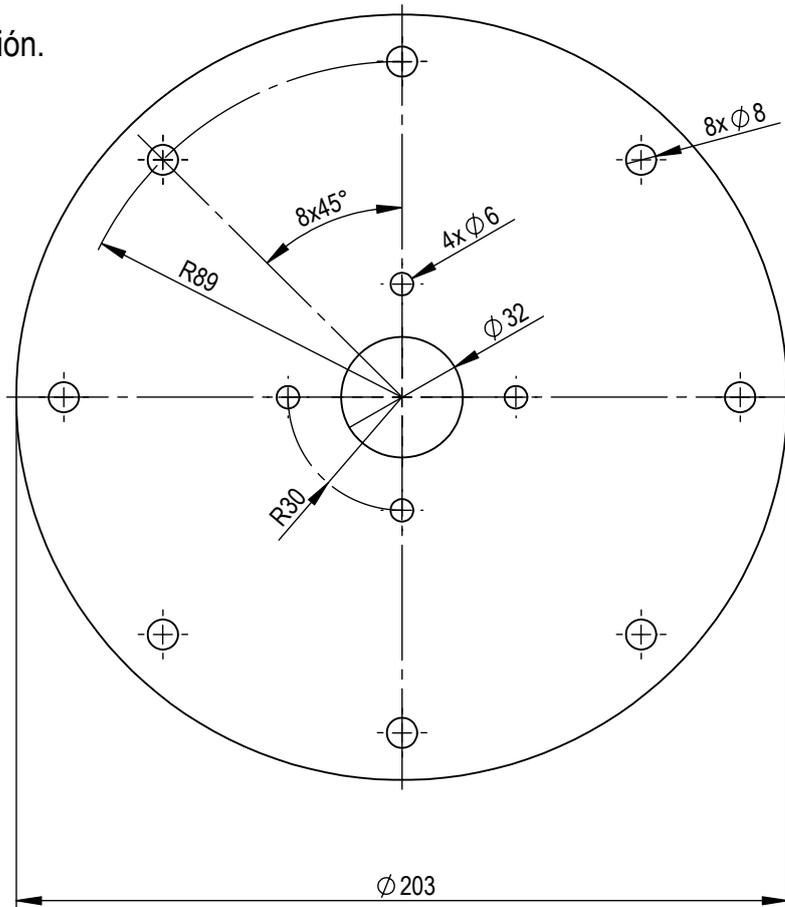


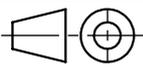
N.º DE ELEMENTO	PIEZA			CANTIDAD		
1	Plegado Soporte Rodamiento			1		
2	Tapa Inferior			1		
Observaciones: Peso: 1,7 (kg)	Proyectó	Goi L.	19/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.	
	Dibujó	Goi L.	19/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.	
	Revisó					
	Aprobó				Material: -	
	Escala	Denominación:				
	1:2	CONJUNTO TAPA INFERIOR			Código de pieza: F-SF-01-00	
						
Formato						
	A4				Hoja 1/1	



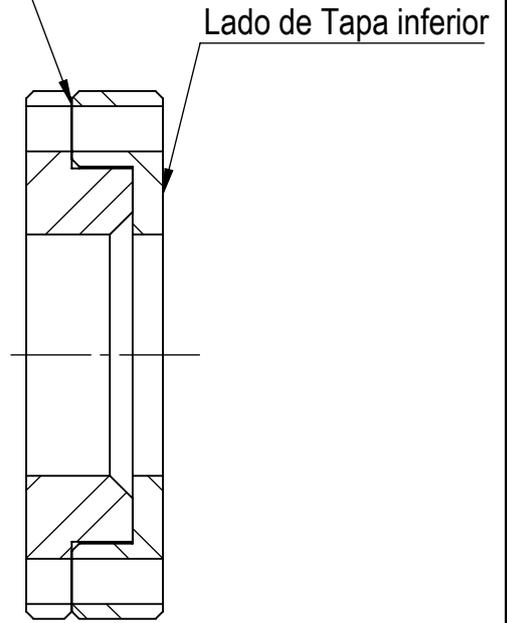
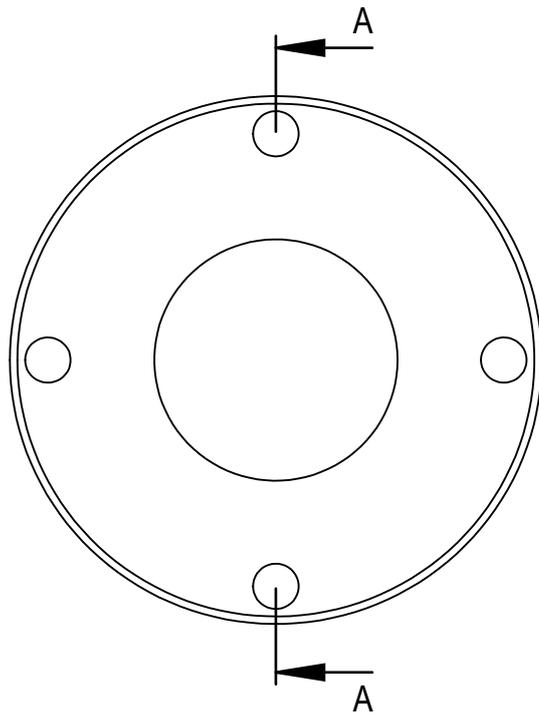
Observaciones: Peso: 0,5 (kg)	Proyectó	Goi L.	18/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	18/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				
	Aprobó				
Escala	Denominación:			Material:	
1:2	PLEGADO SOPORTE RODAMIENTO			Chapa F24 - 1/8"	
				Código de pieza: F-SF-01-01-00	
Formato A4				Número de pieza: 01	Hoja 1/1

Respetar alineación.

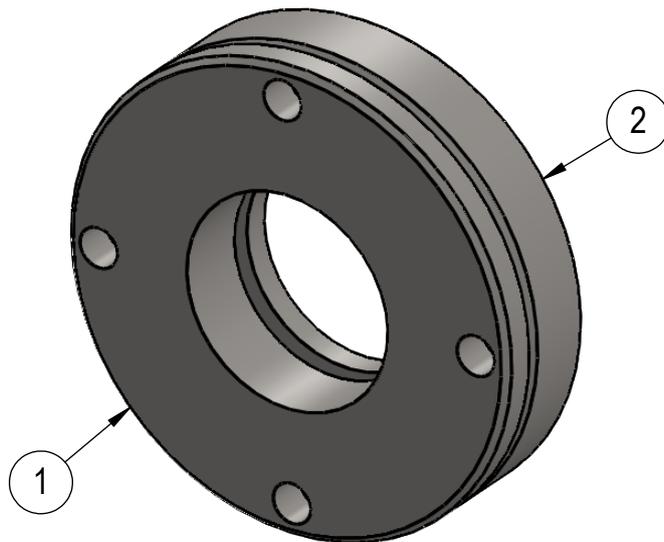


Observaciones: Peso: 1,2 (kg)	Proyectó	Goi L.	18/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.	
	Dibujó	Goi L.	18/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.	
	Revisó					
	Aprobó					
Escala	Denominación:				Material:	
1:2	TAPA INFERIOR				Chapa F24 - 3/16"	
						Código de pieza: F-SF-01-02-00
Formato A4						Número de pieza: 02

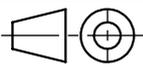
Colocar estopa entre caras al momento del montaje.



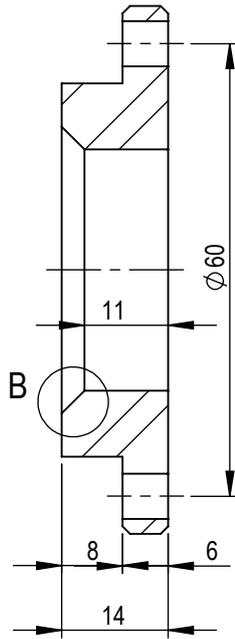
SECCIÓN A-A



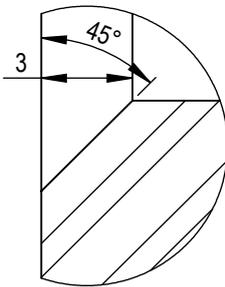
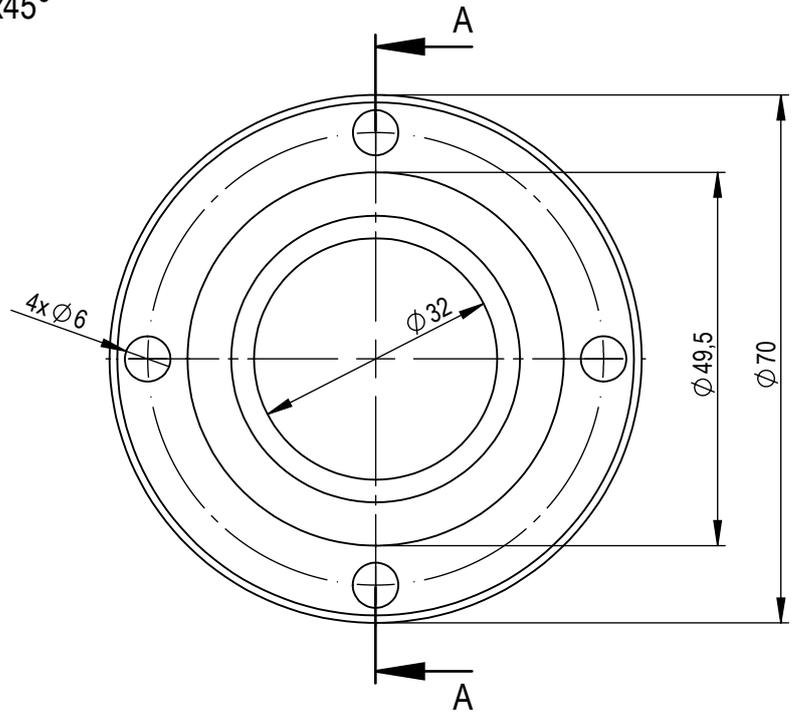
N.º DE ELEMENTO	PIEZA	CANTIDAD
1	Pieza Ext - Sello	1
2	Pieza Int - Sello	1

Observaciones: Peso: 0,4 (kg)	Proyectó	Goi L.	19/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	19/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala	Denominación:			Material: -
	SELLO				
1:1					
 Formato A4					
				Código de pieza: F-SF-02-00	
				Número de pieza: -	Hoja 1/1

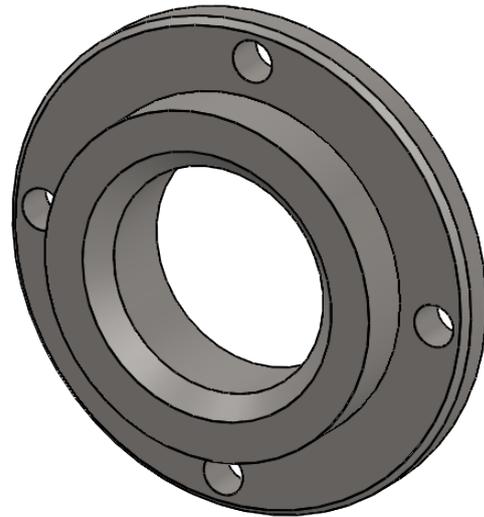
Chaflanes no acotados: 1x45°

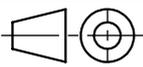


A-A

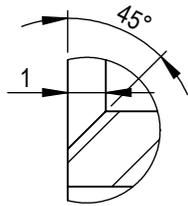
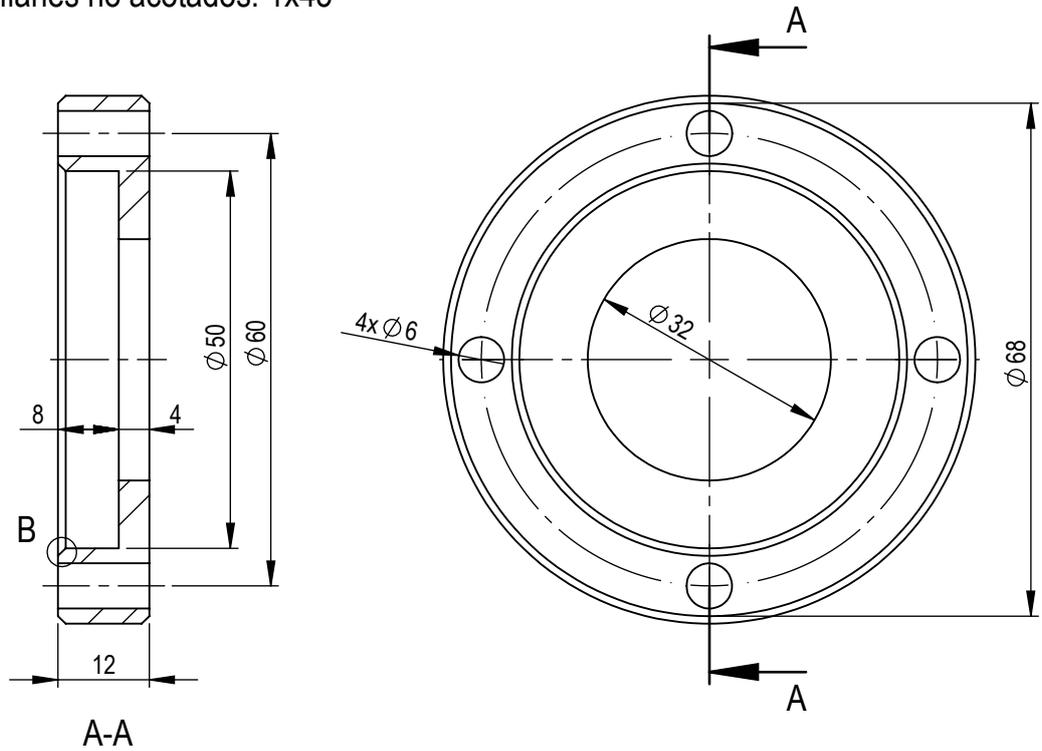


DETALLE B
ESCALA 4 : 1

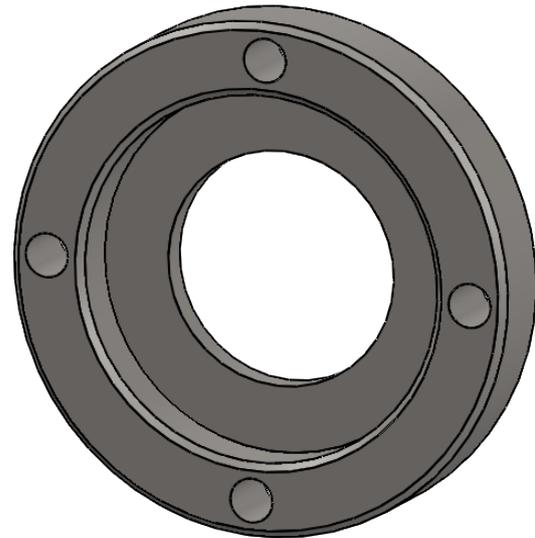


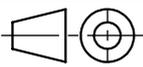
Observaciones: Peso: 0,2 (kg)	Proyectó	Goi L.	21/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	21/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				Material:
	Aprobó				Lam. Redondo SAE 1045 - 3"
Escala	Denominación:				Código de pieza: F-SF-02-01-00
1:1	PIEZA EXT - SELLO				Número de pieza: 01
					Hoja
Formato A4					1/1

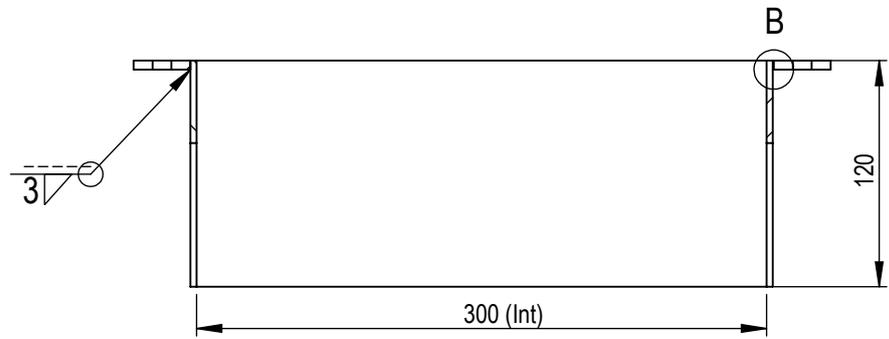
Chaflanes no acotados: 1x45°



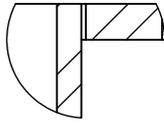
DETALLE B
ESCALA 5 : 1



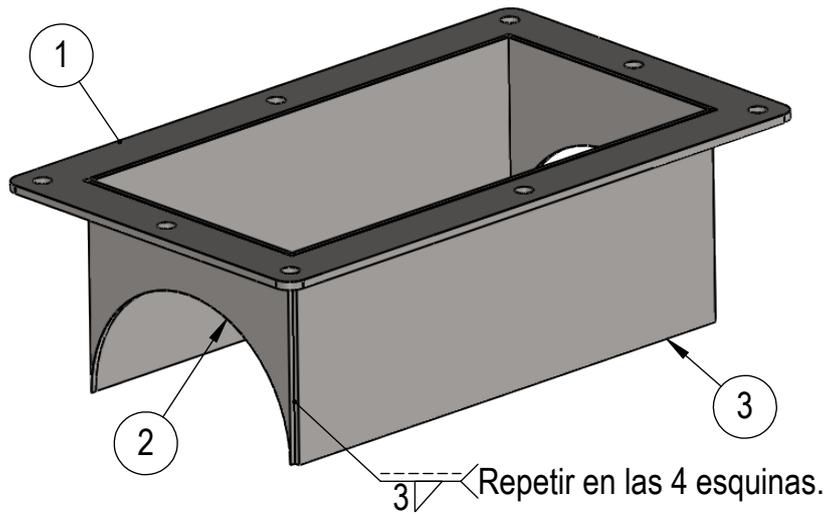
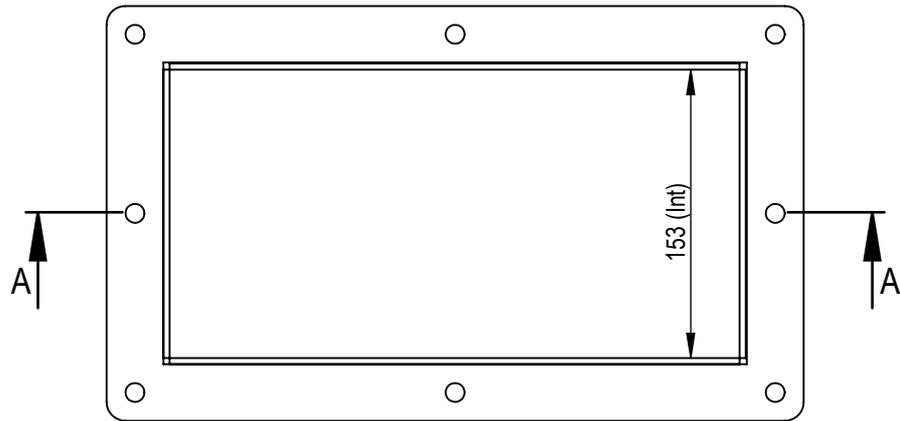
Observaciones: Peso: 0,2 (kg)	Proyectó	Goi L.	21/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.	
	Dibujó	Goi L.	21/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.	
	Revisó				Material: Lam. Redondo SAE 1045 - 3"	
	Aprobó					
Escala	Denominación:			Código de pieza: F-SF-02-02-00		
1:1	PIEZA INT - SELLO					
				Número de pieza: 02		Hoja 1/1
Formato A4						



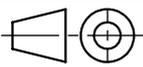
A-A
ESCALA 1 : 4

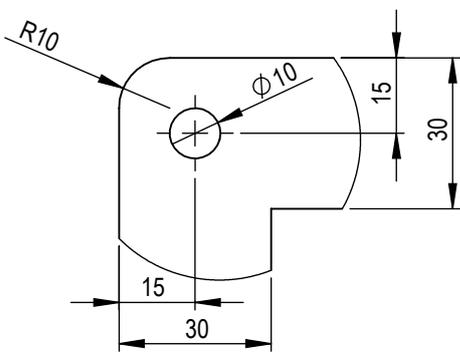
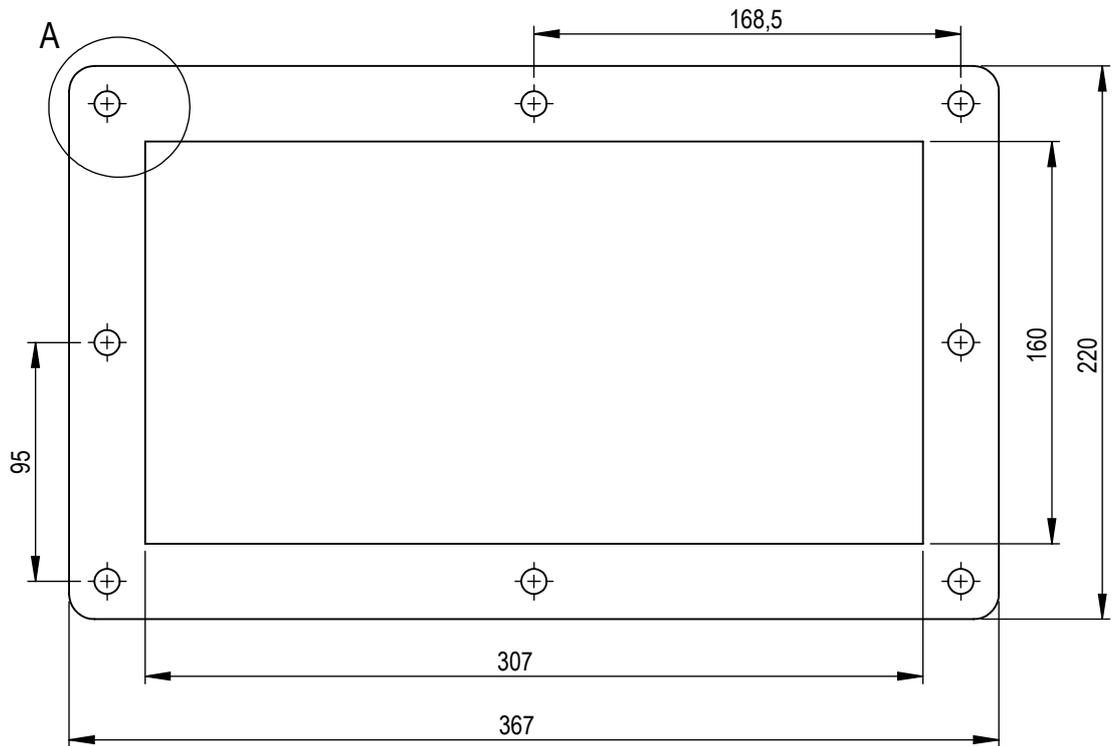


DETALLE B
ESCALA 1 : 1

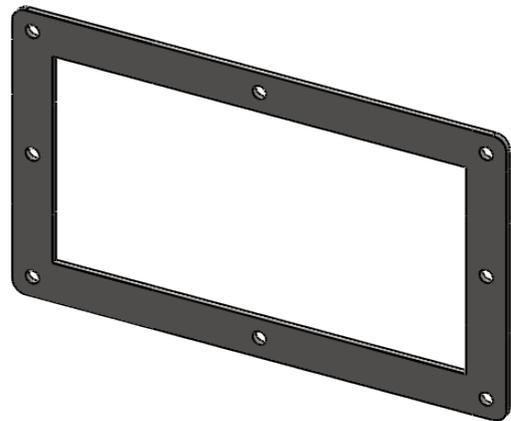


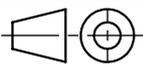
N.º DE ELEMENTO	PIEZA	CANTIDAD
1	Brida Cuadrada-Boca Carga SF	1
2	Ch Frente-Boca Carga SF	2
3	Ch Lateral-Boca Carga SF	2

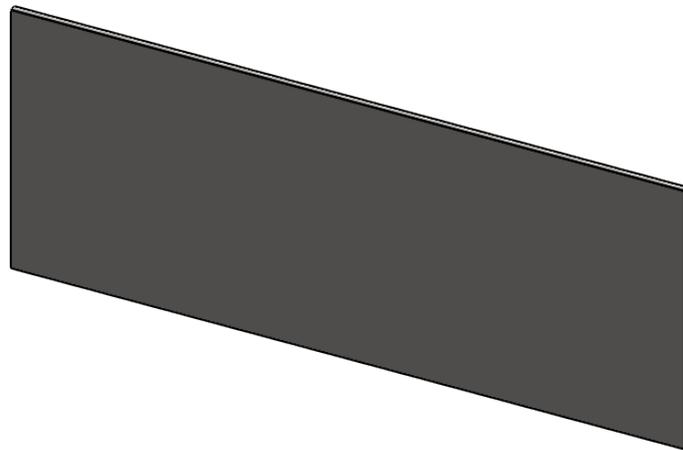
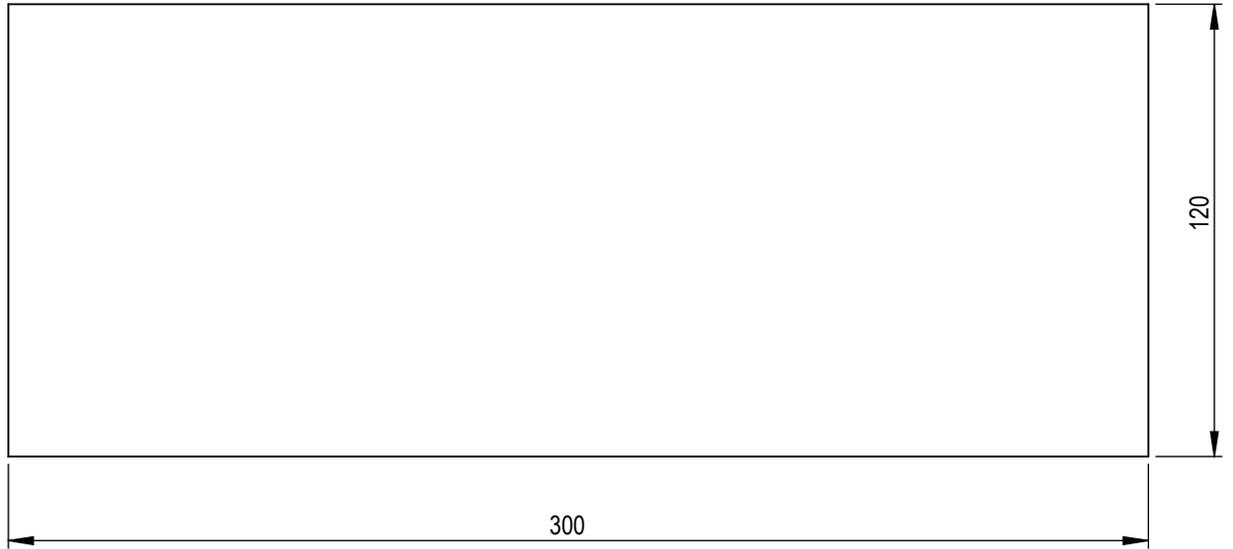
Observaciones: Peso: 3,4 (kg)	Proyectó	Goi L.	19/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	19/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala	Denominación:			Material: -
	BOCA CARGA SF				
				Código de pieza: F-SF-03-00	
Formato A4				Número de pieza: -	

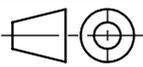


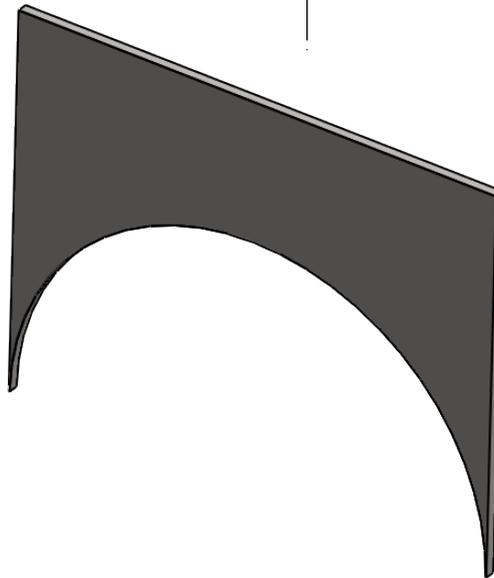
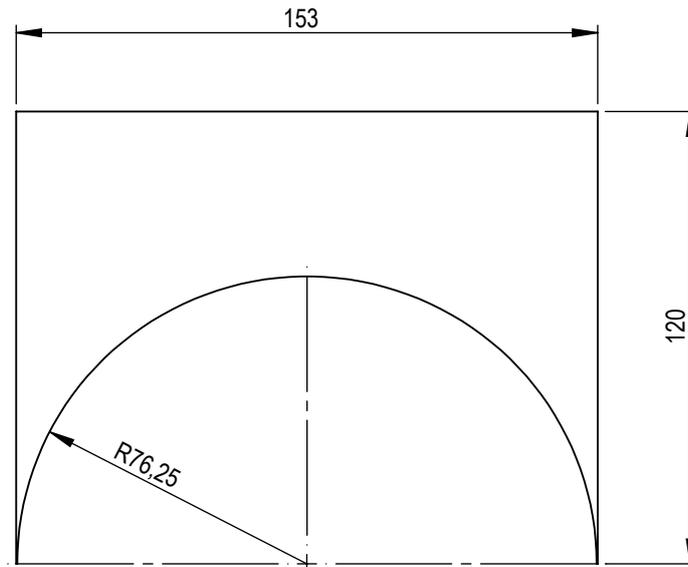
DETALLE A
ESCALA 2 : 3

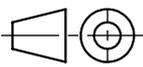


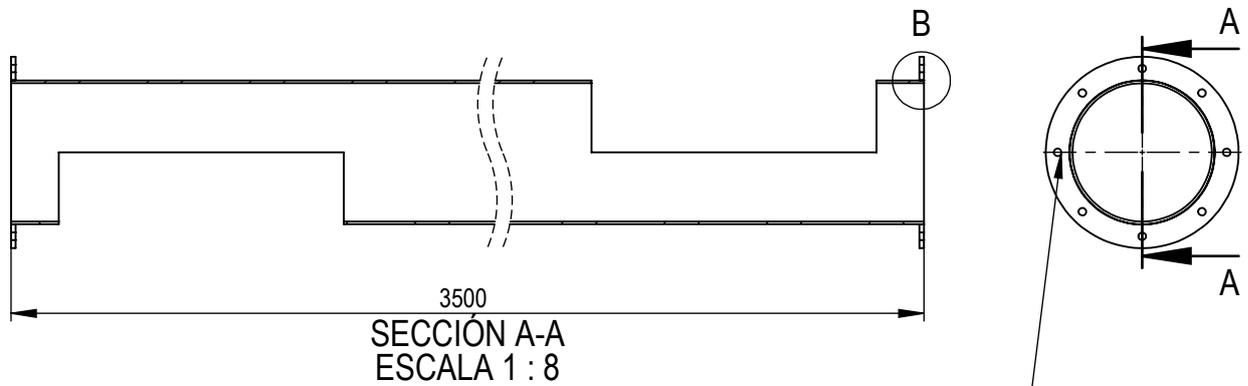
Observaciones: Peso: 1,2 (kg)	Proyectó	Goi L.	19/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.	
	Dibujó	Goi L.	19/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.	
	Revisó				Material: Chapa F24 - 3/16"	
	Aprobó			Código de pieza: F-SF-03-01-00		
	Escala	Denominación:			Número de pieza: 01	
1:3	BRIDA CUADRADA			Hoja 1/1		
 Formato A4				Número de pieza: 01		



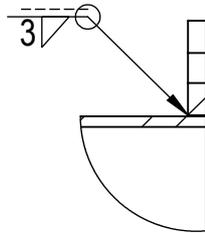
Observaciones: Peso: 0,9 (kg)	Proyectó	Goi L.	19/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.	
	Dibujó	Goi L.	19/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.	
	Revisó					
	Aprobó					
	Escala	Denominación:			Material:	
1:2	CH LATERAL-BOCA CARGA SF			Chapa F24 - 1/8"		
				Código de pieza: F-SF-03-02-00		
Formato A4				Número de pieza: 02		Hoja 1/1



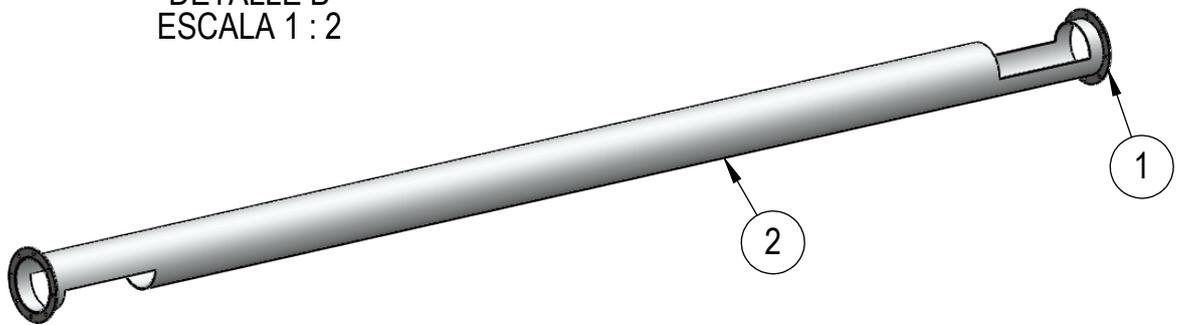
Observaciones: Peso: 0,2 (kg)	Proyectó	Goi L.	19/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	19/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala	Denominación:			Material:
1:2	CH FRENTE-BOCA CARGA SF			Chapa F24 - 1/8"	
				Código de pieza: F-SF-03-03-00	
Formato A4				Número de pieza: 03	Hoja 1/1



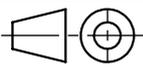
Respetar alineación de perforaciones de brida.

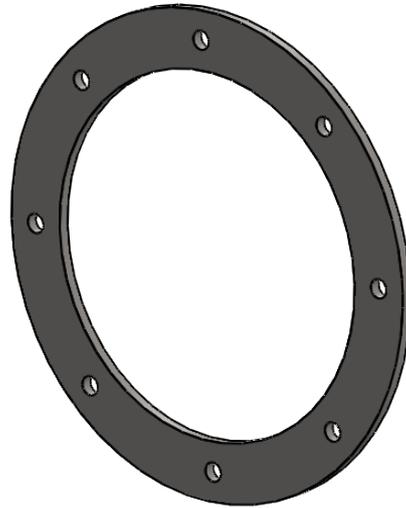
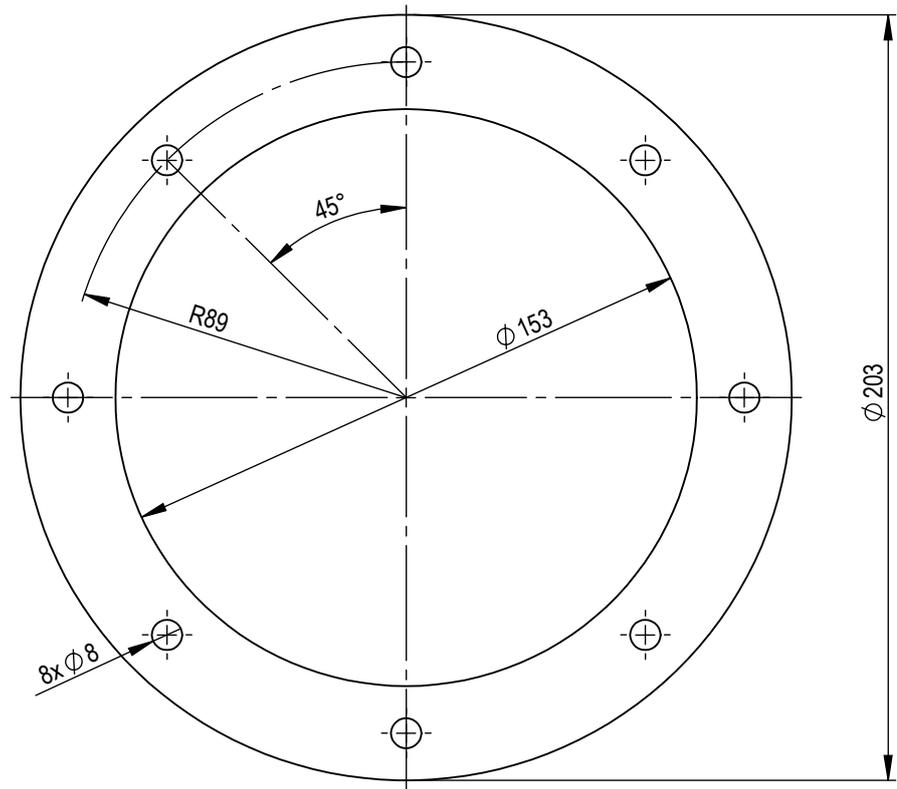


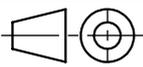
DETALLE B
ESCALA 1 : 2

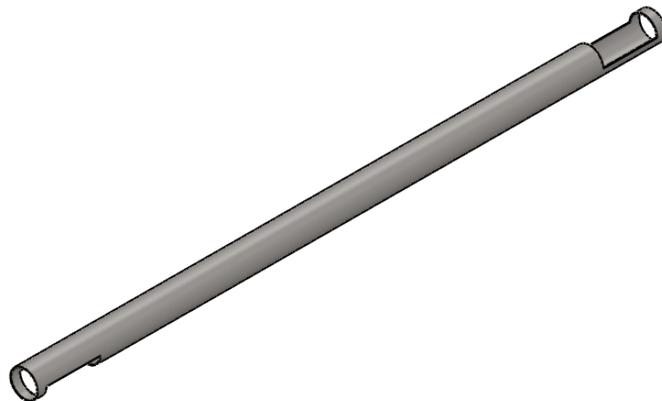
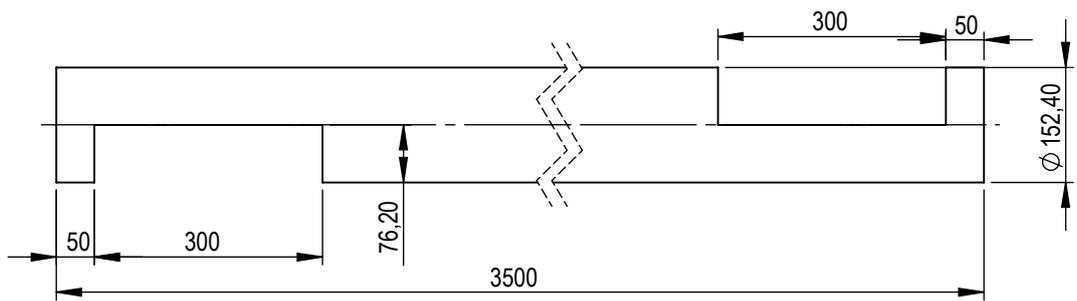


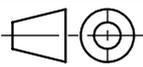
N.º DE ELEMENTO	PIEZA	CANTIDAD
1	Brida-SF Tolva-Embolsadora	2
2	Cñ-SF Tolva-Embolsadora	1

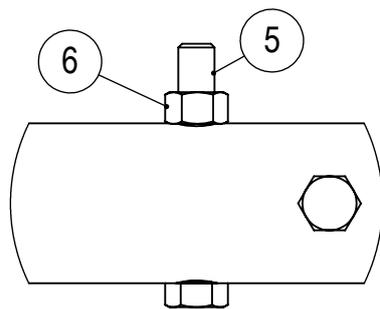
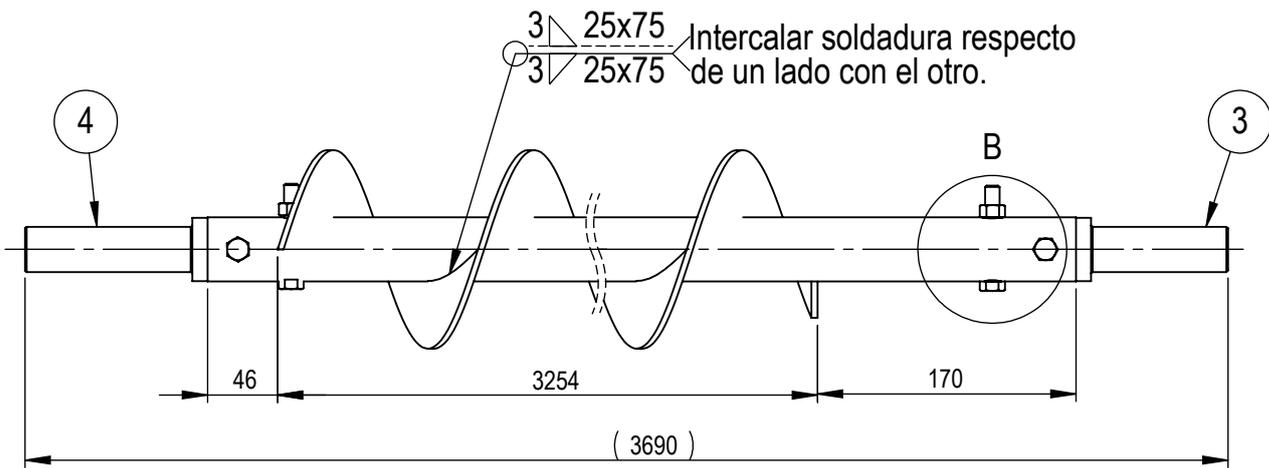
Observaciones: Peso: 4(kg)	Proyectó	Goi L.	20/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	20/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				
	Aprobó				Material: -
	Escala	Denominación:			
	1:10				
					Código de pieza: F-SF-04_00
Formato					Número de pieza: -
A4					Hoja 1/1
CONJUNTO EXTERIOR					



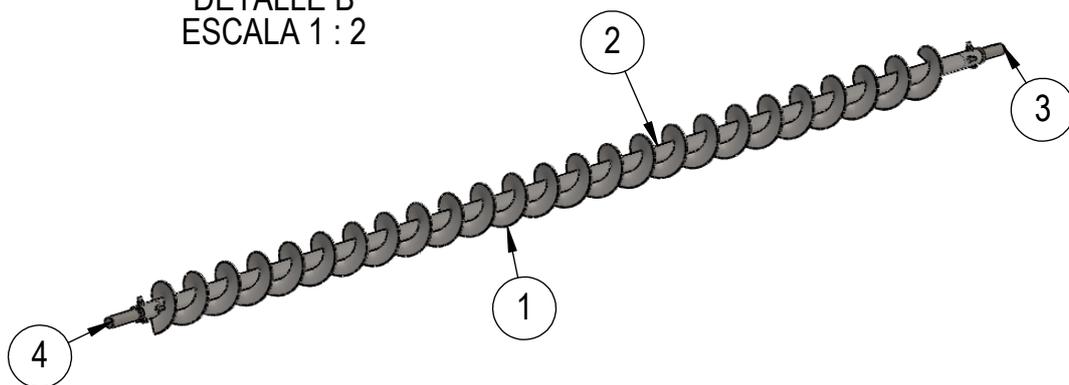
Observaciones: Peso: 0,5 (kg)	Proyectó	Goi L.	20/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.	
	Dibujó	Goi L.	20/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.	
	Revisó				Material:	
	Aprobó				Chapa F24 - 3/16"	
Escala	Denominación:			Código de pieza: F-SF-04-01-00		
1:2	BRIDA			Número de pieza: 01		
				Hoja		
Formato A4				1/1		



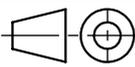
Observaciones: Peso: 3,4 (kg)	Proyectó	Goi L.	20/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	20/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				
	Aprobó				
Escala	Denominación:			Material:	
1:10	CÑ-SF TOLVA-EMBOLSADORA			Caño acero al carbono	
				Diámetro nominal 6".	
				Código de pieza: F-SF-04-02-00	
Formato A4				Número de pieza: 02	Hoja 1/1

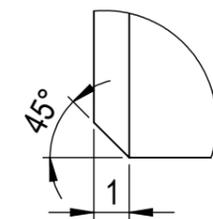
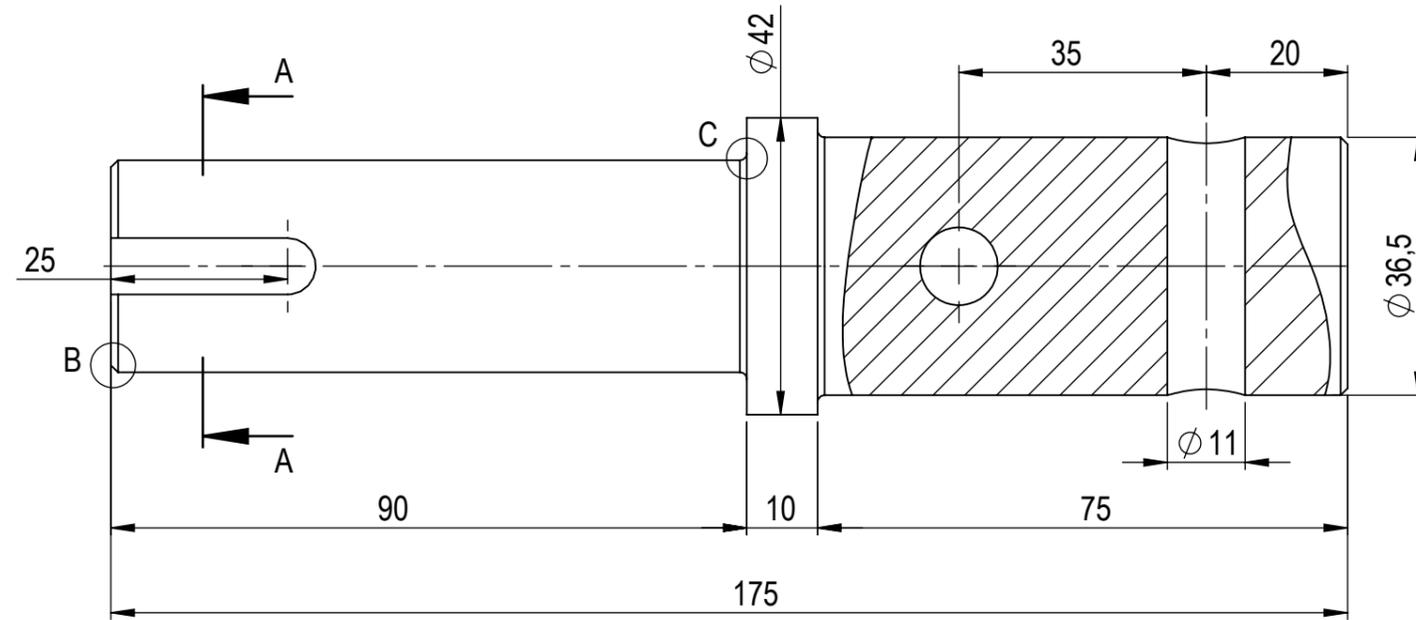
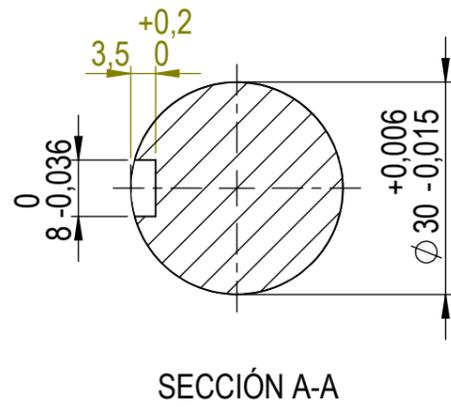


DETALLE B
ESCALA 1 : 2

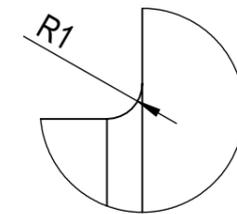


N.º DE ELEMENTO	PIEZA	CANTIDAD
1	Helicoide-SF Tolva-Embolsadora	1
2	Eje-SF Tolva-Embolsadora	1
3	Puntera Mando-SF Tolva-Embolsadora	1
4	Puntera No Mando-SF Tolva-Embolsadora	1
5	Bulon 3-8x2.1-2 pulg	4
6	Tuerca 3-8 pulg	4

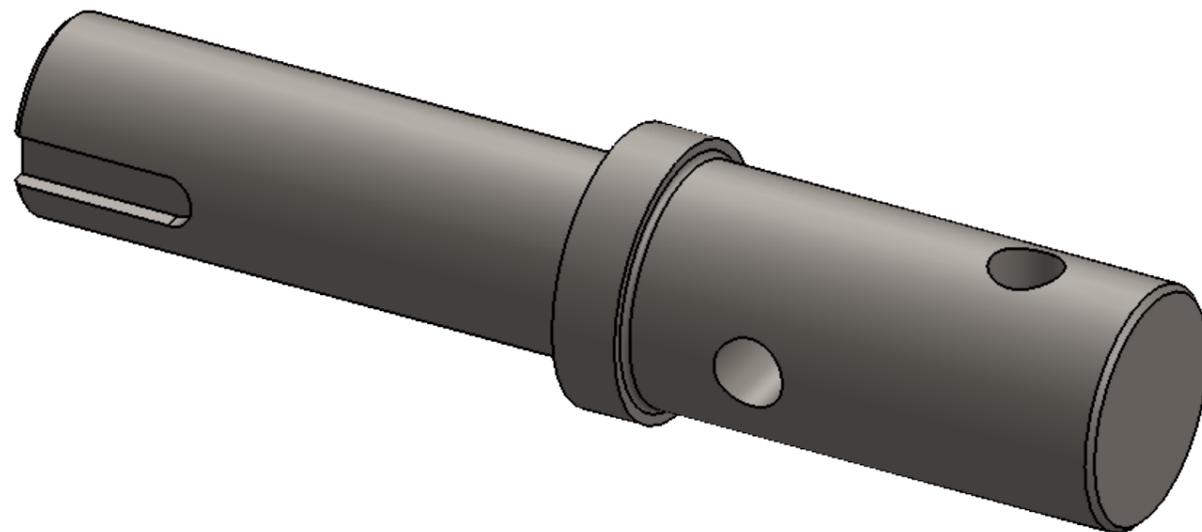
Observaciones: Peso: 2,2 (kg)	Proyectó	Goi L.	21/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	21/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				Material: -
	Aprobó				Código de pieza: F-SF-05-00
	Escala	Denominación:			
1:5	CONJUNTO ESPIRA				Hoja 1/1
 Formato A4					

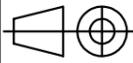


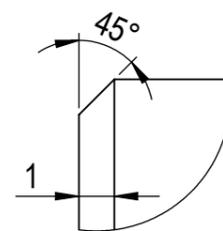
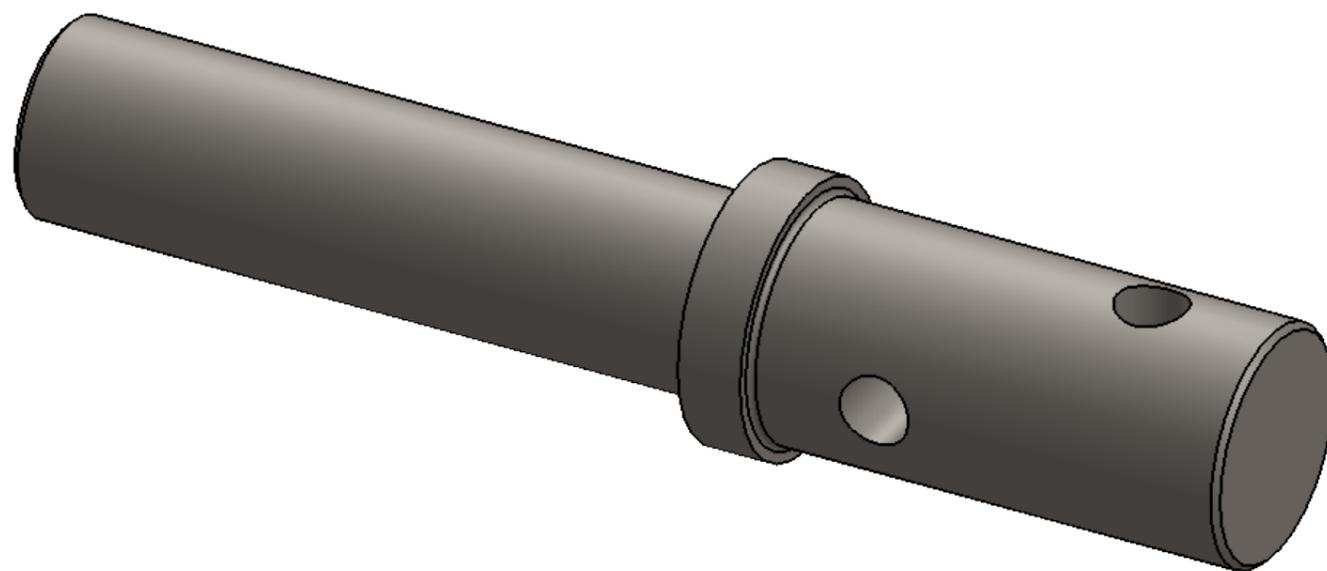
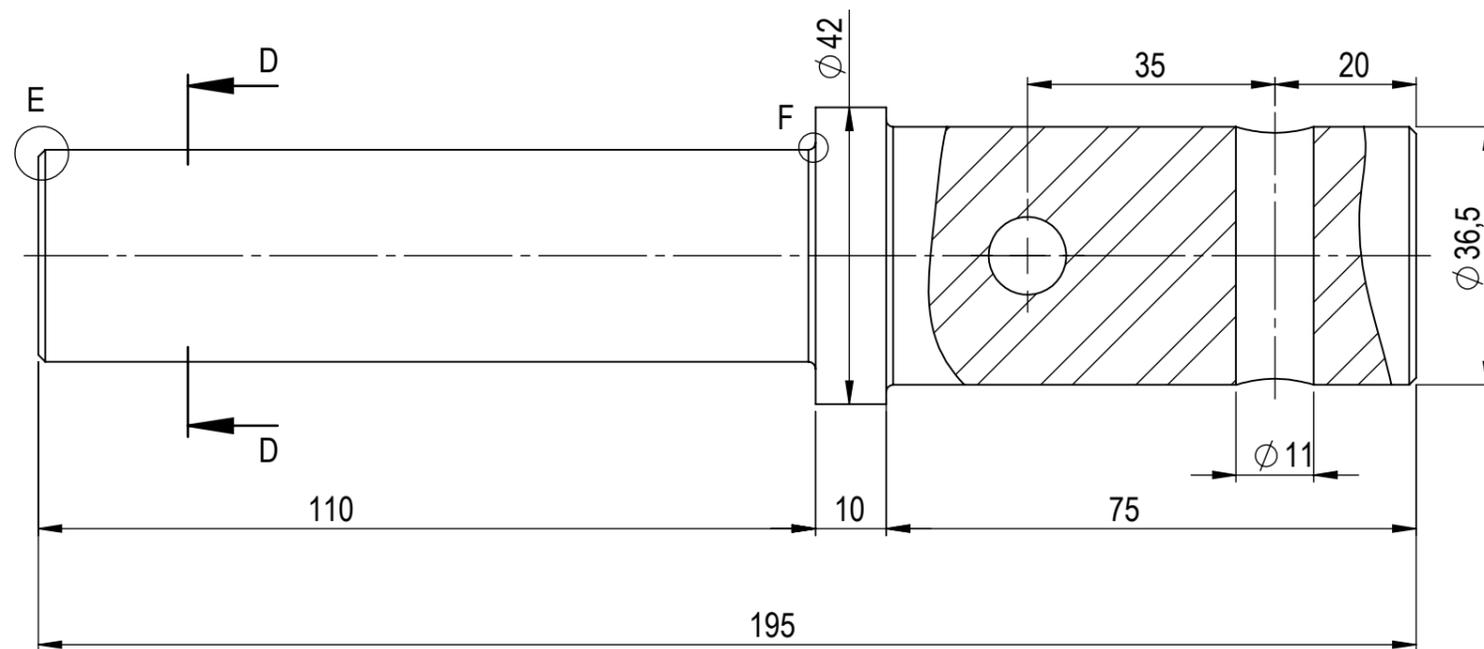
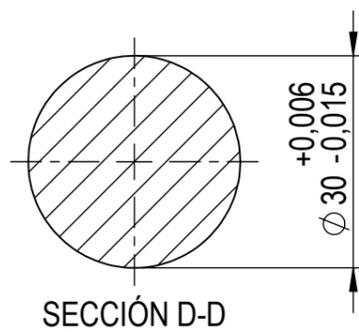
DETALLE B
ESCALA 5 : 1



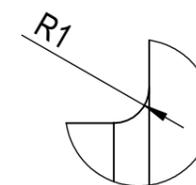
DETALLE C
ESCALA 5 : 1



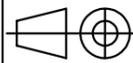
Observaciones: Peso: 1,2 (kg)	Proyectó	Goi L.	21/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de dosificado y mezclado.	
	Dibujó	Goi L.	21/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal	
	Revisó				Material:	
	Aprobó				Lam. Redondo SAE 1045 - 1 3/4"	
Escala	Denominación:			Código de pieza: F-SF-05-01-00		
1:1	PUNTERA MANDO			Número de pieza: 01		
				Hoja		
Formato A3				1/1		

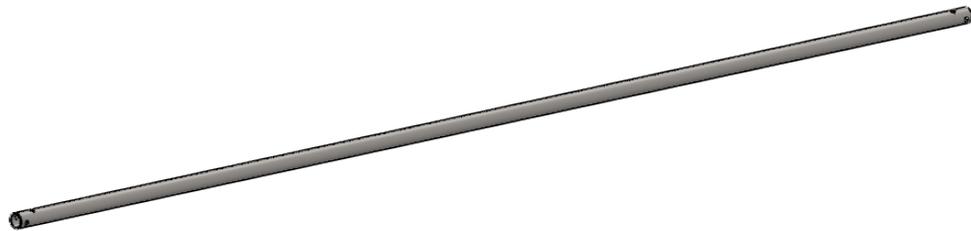
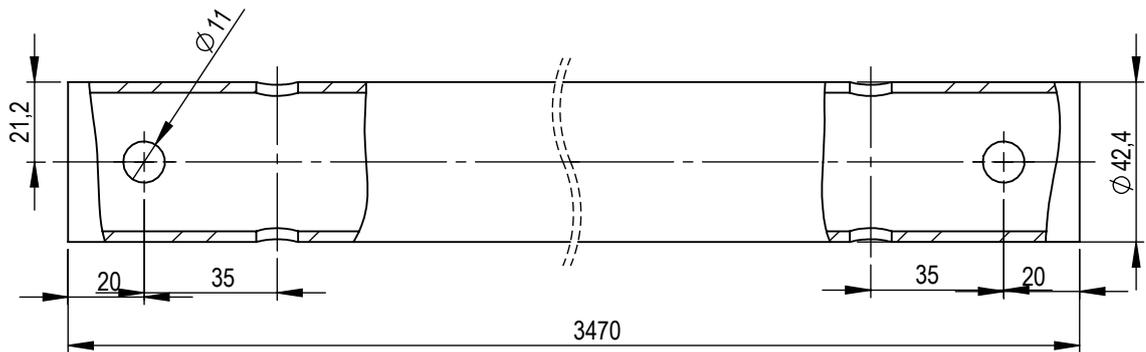


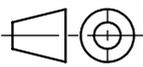
DETALLE E
ESCALA 5 : 1

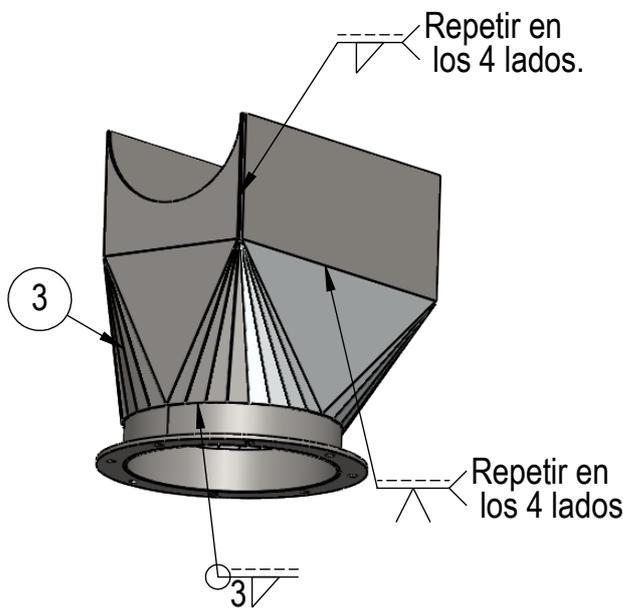
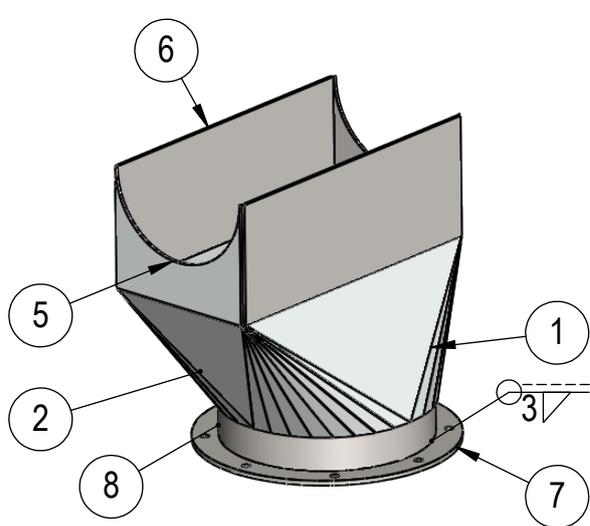
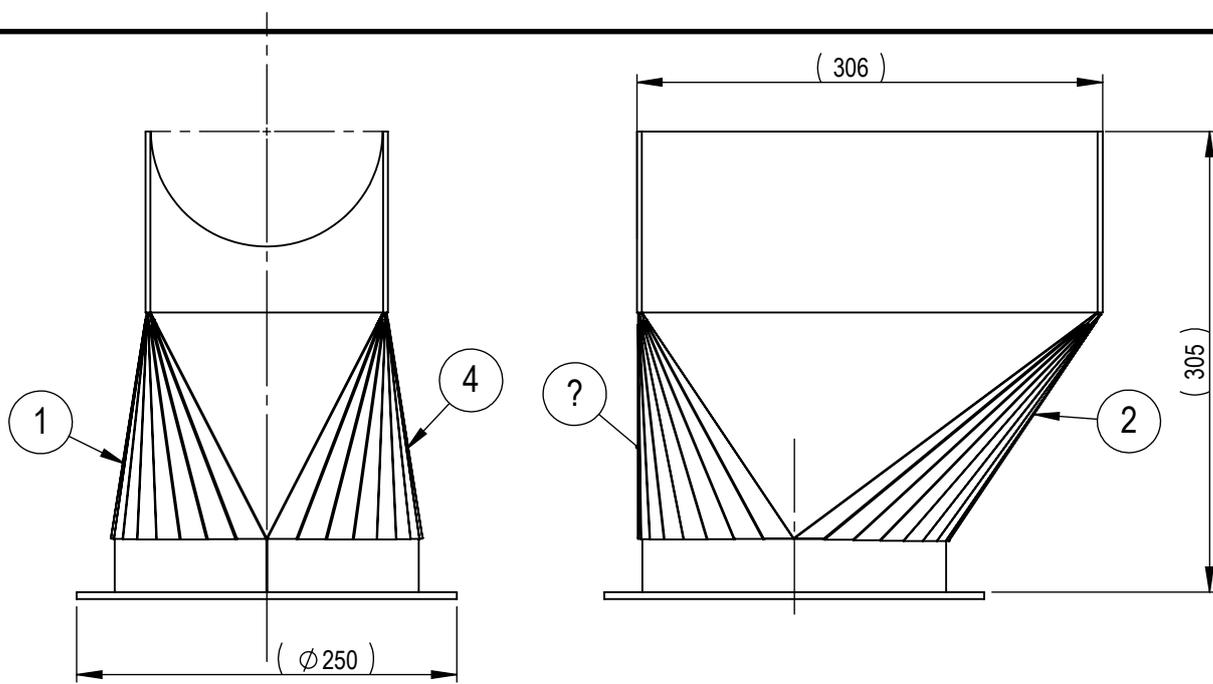


DETALLE F
ESCALA 5 : 1

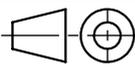
Observaciones: Peso: 1,3 (kg)	Proyectó	Goi L.	21/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de dosificado y mezclado.	
	Dibujó	Goi L.	21/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.	
	Revisó				Material:	
	Aprobó			Lam redondo SAE 1045 - 1 3/4"		
	Escala	Denominación:			Código de pieza: F-SF-05-02-00	
1:1	PUNTERA NO MANDO			Número de pieza: 02		
 Formato A3				Hoja 1/1		

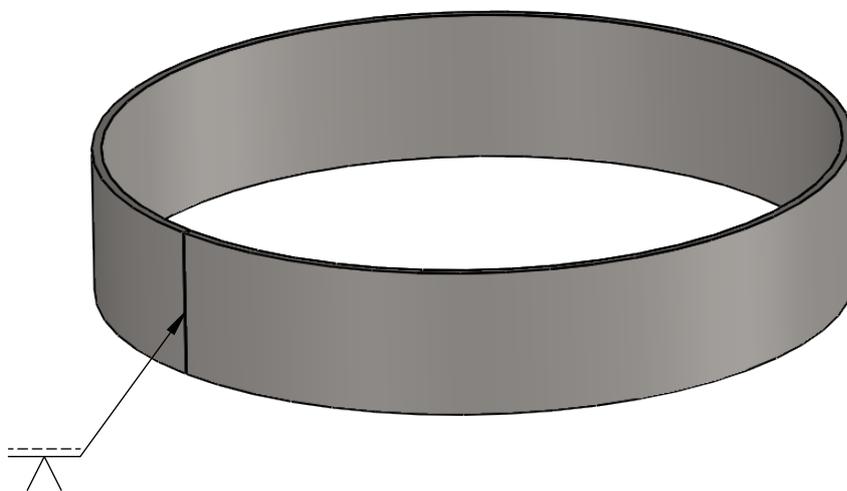


Observaciones: Peso: 1 (kg)	Proyectó	Goi L.	21/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	21/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala	Denominación:			Material:
1:2	EJE-SF TOLVA-EMBOLSADORA			Caño acero al carbono	
				Diámetro nominal 1 1/4".	
Formato A4				Código de pieza: F-SF-05-03-00	
	Número de pieza: 03	Hoja 1/1			

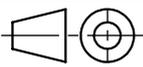


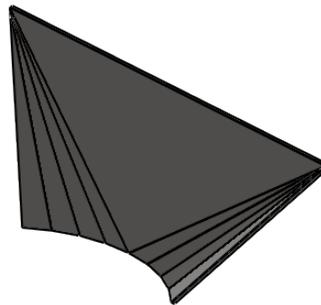
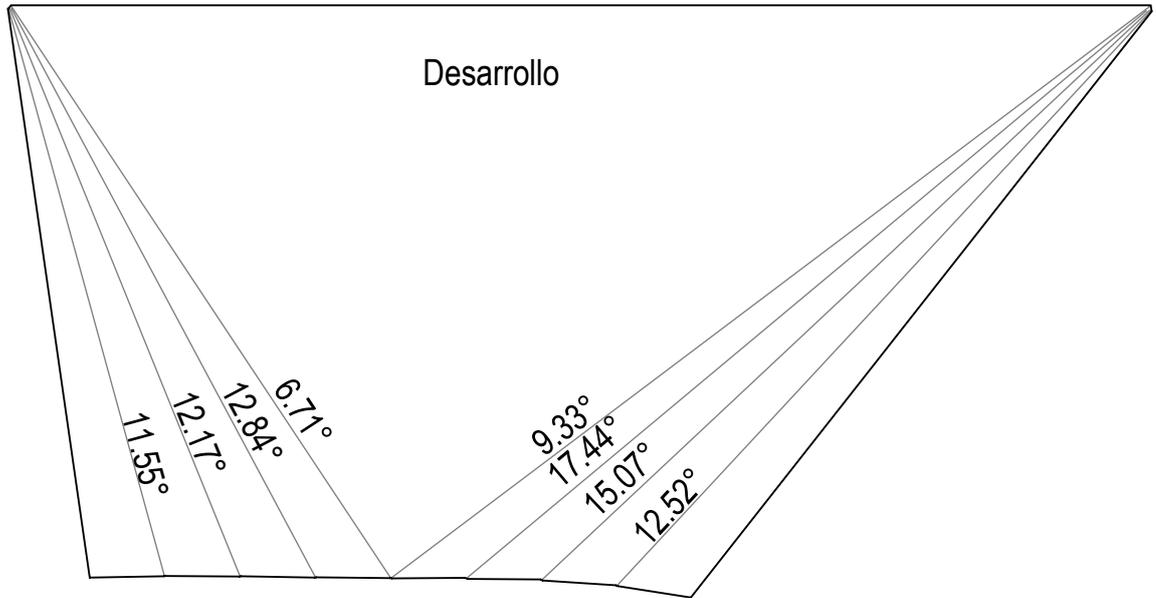
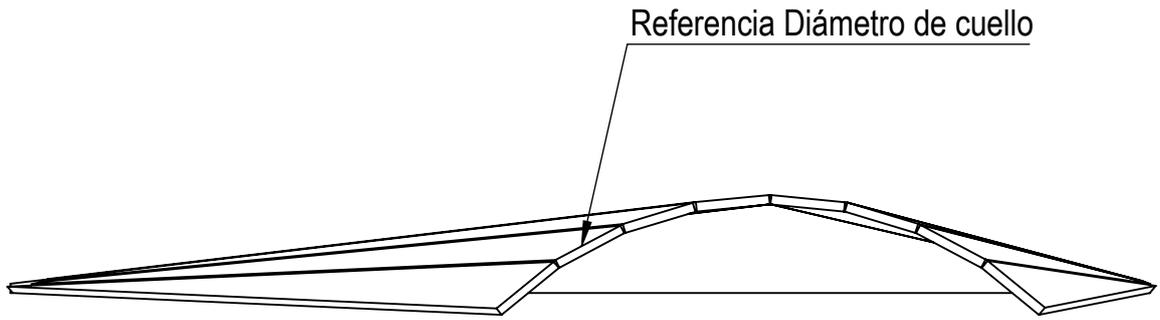
N.º DE ELEMENTO	PIEZA	CANTIDAD
1	Ch 1-Boca Descarga SF	1
2	Ch 2-Boca Descarga SF	1
3	Ch 3-Boca Descarga SF	1
4	Ch 4-Boca Descarga SF	1
5	Ch Frente-Boca Carga SF	2
6	Ch Lateral-Boca Carga SF	2
7	Tolva Bajo Mez-Brida	1
8	Cuello Boca Descarga	1

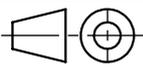
Observaciones: Peso: 6 (kg)	Proyectó	Goi L.	21/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	21/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				Material: -
	Aprobó				Código de pieza: F-SF-06-00
	Escala	Denominación:			
1:5	BOCA DESCARGA SF				Hoja 1/1
 Formato A4					



Desarrollo: 621 (mm)

Observaciones: Peso: 0,5 (kg)	Proyectó	Goi L.	21/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.
	Dibujó	Goi L.	21/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.
	Revisó				
	Aprobó				
	Escala	Denominación:			Material:
1:2	CUELLO BOCA DESCARGA			Chapa F24 - 1/8"	
				Código de pieza: F-SF-06-01-00	
Formato A4				Número de pieza: 01	Hoja 1/1



Observaciones: Peso: 0,7 (kg)	Proyectó	Goi L.	21/10/2022	 INGENIERÍA MECÁNICA	Proyecto Final: Optimización de proceso de mezclado y dosificado.	
	Dibujó	Goi L.	21/10/2022		Equipo: Transportador helicoidal.	
	Revisó				Material:	
	Aprobó				Chapa F24 - 1/8"	
	Escala	Denominación:			Código de pieza: F-SF-06-02-00	
1:5	CH 1-BOCA DESCARGA SF			Número de pieza: 02		
				Hoja 1/1		
Formato A4						