

# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y  
FORMALES

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA,  
MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA



## **“DISEÑO FABRICACION Y MONTAJE DE UN STACKER RADIAL DE 400 TPH PARA TRANSPORTE DE CARBON MINERAL”**

Borrador de Tesis presentado por:

**RONALD ALEXIS SUCARI ACUÑA**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO MECÁNICO  
ELECTRICISTA**

**AREQUIPA-PERÚ  
2014**

## PRESENTACION

Señores miembros del jurado:

Pongo a su disposición la tesis

Referente a:

**“DISEÑO FABRICACION Y MONTAJE DE UN STACKER RADIAL DE 400 TPH PARA TRANSPORTE DE CARBON MINERAL”**. Que me permitirá obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Eléctricista.

El presente trabajo es el producto de mi experiencia profesional, en el área de desarrollo y construcción de proyectos en varias empresas en la cual me he desempeñado como proyectista y ejecutor de las mismas. es ahí que de mi experiencia he desarrollado la tesis y que cumpla con las expectativas y requerimientos del usuario, así como normas y códigos de diseño.

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis comprende el diseño analítico de algunos elementos, criterio de selección y fabricación de un Stacker radial, el cual contribuirá en la solución de problemas de almacenamiento de carbón, para aumentar la producción de acero.

Para la elaboración del presente trabajo se ha recopilado información real así como la experiencia de la empresa y requerimiento del usuario y así poder cumplir con los estándares de calidad de la empresa, también se busca cumplir con la normativa vigente de seguridad de personal.

El desarrollo del presente trabajo engloba criterios de diseño basados en manuales y estándares, las cuales se usaron según el requerimiento de diseño, es decir para el análisis del comportamiento del stacker y cálculo de faja nos hemos basado en el manual CEMA B 105.1-2003; para el diseño y modulación de la estructura hicimos uso de programa por computadora SAP 2000 V15 así como el MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION.

Finalmente se ha elaborado procedimiento e instructivos de fabricación, montaje tanto para la estructura así como para la cinta transportadora basado también en normas y estándares, el cual ayudará a un adecuado desarrollo práctico de la presente tesis. También se ha elaborado planos tanto generales como de detalles.

## ABSTRACT

This thesis comprises the analytical design elements, selection criteria and manufacture of a radial Stacker, which will help in troubleshooting coal storage to increase steel production.

For the preparation of this work has been collected factual information and the experience of the company and user requirement .and thus fulfill the quality standards of the company .Also is to comply with current safety regulations staff.

The development of this work includes design criteria based on manuals and standards, which were used as the design requirement, ie for behavior analysis and calculation of belt stacker we relied on the CEMA B 105.1-2003 Manual; for the design and modulating the structure we use computer program SAP 2000 V15 and the MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION.

Finally procedure has been developed and instructions for manufacturing, assembling both the structure as well as the conveyor belt is also based norms and standards, which help to adequate practical development of this thesis. It has also produced both long shots and details.

## INDICE

RESUMEN

### CAPITULO I

<b>DESCRIPCION GENERAL</b> .....	01
1.1 GENERALIDADES.....	01
1.2 OBJETIVOS .....	02
1.2.1 Objetivo General .....	02
1.2.2 Objetivo Especifico.....	02
1.3 ALCANCE .....	03

### CAPITULO II

<b>MARCO TEORICO</b> .....	04
2.1 CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE UN STACKER. ....	04
2.2 TIPOS DE STACKER .....	07
2.2.1 Apilador longitudinal.....	07
2.2.2 Apilador longitudinal de aletas. ....	09
2.2.3 Apilador (stacker) radial. ....	10
2.2.4 Tripper cars.....	10
2.2.5 Apilador (stacker) radial telescópico. ....	12
2.3 PARTES PRINCIPALES DE APILADORES RADIALES .....	13
2.3.1 Sistema de la cinta transportadora .....	14
2.3.1.1 Banda transportadora .....	15
2.3.1.2 Tambores.....	17
2.3.1.3 Grupos motrices.....	19
2.3.1.4 Polines.....	20
2.3.1.5 Dispositivos de limpieza .....	25
2.3.1.6 Equipos y dispositivos de seguridad .....	31
2.3.2 Estructura de acero .....	34
2.3.2.1 Truss o celosía del stacker.....	34
2.3.3 Sistema de elevación del stacker .....	35
2.3.3.1 Sistema hidráulico .....	35

2.3.3.2 Componentes del sistema hidráulico.....	36
2.3.4 Sistema de Giro .....	42
2.3.5 Chute de alimentación .....	43
 <b>CAPITULO III</b>	
<b>DISEÑO DEL TRANSPORTADOR .....</b>	<b>45</b>
3.1 ALCANCE DEL DISEÑO .....	45
3.1.1 Determinación de la capacidad de transporte .....	45
3.1.2 Determinación de la capacidad de transporte .....	46
3.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE .....	47
3.2.1 Características del material a transportar .....	47
3.2.2 Fluidez ángulo de sobrecarga- ángulo de reposo (Anexo 03) ..	48
3.2.3. Velocidad y ancho de faja recomendado.....	49
3.2.4 Capacidad de transporte de la faja .....	50
3.2.5 Capacidad equivalente de la faja.....	50
3.2.6 Ancho de faja según la capacidad equivalente.....	52
3.3. Selección de rodillos.....	54
3.3.1 Carga ajustada al rodillo (AL) .....	57
3.3.1.1 Factor de ajuste por tamaño de trazo .....	57
3.3.1.2 Factor de medio ambiente y mantenimiento .....	58
3.3.1.3 Factor de servicio.....	58
3.3.1.4 Factor de corrección de velocidad de faja ( $K_4$ ).....	58
3.4 CALCULO DE LA TENSIÓN EFECTIVA .....	60
3.4.1 Cálculo de la tensión efectiva .....	60
3.4.1.1 Tensión resultante de la fricción de los rodillos de transporte y de retorno, en Lb ( $T_x$ ).....	60
3.4.1.2 Tensión de la faja a la flexión cuando se mueve sobre los rodillos en libras ( $T_{yb}$ ) .....	62
3.4.1.3 Resistencia o tensión del material a la flexión cuando la faja corre sobre los rodillos de transporte ( $T_{ym}$ ).....	63
3.4.1.4 Tensión de la fuerza necesaria para evaluar o bajar el material en Lb ( $Y_m$ ).....	64

3.4.1.5 Tensión para elevar o Bajar la faja en Lb ( $T_b$ ).....	65
3.4.1.6. Resistencia de la faja a la flexión alrededor de las poleas y la resistencia de las poleas a la rotación sobre sus rodamientos, en Lb ( $T_p$ ).....	65
3.4.1.7 Tensión de aceleración del material ( $T_{am}$ ).....	65
3.4.1.8 Tensión generada por los accesorios en Lb ( $T_{ac}$ ) .....	
3.4.2 Tensión en el punto de mínima tensión ( $T_0$ ) .....	69
3.4.3 Tensión en el lado flojo de la polea ( $T_2$ ) .....	70
3.4.4 Tensión en el lado tenso.....	71
3.4.5 Tensión de arranque.....	71
3.5 Calculo de la potencia del motor .....	72
3.5.1 Calculo de la potencia de la faja .....	72
3.5.2 Cálculo de la potencia de la polea matriz: .....	72
3.5.3 Potencia en el eje del motor .....	72
3.6 Selección del motor .....	73
3.7 Selección de la faja .....	74
3.7.1 Tensión de la faja ( $T_F$ ) .....	74
3.7.2 Selección de la calidad de la cubierta de la faja .....	74
3.7.3 Tipo de faja .....	75
3.7.4 Números de pliegues .....	75
3.7.4.1 Máximo número de pliegues .....	76
3.7.4.2 Mínimo número de pliegues .....	76
3.7.5 Espesor mínimo recomendado para la cubierta superior para condiciones normales .....	77
3.7.5 Espesor mínimo recomendado para la cubierta inferior .....	77
3.8 SELECCIÓN DE LA POLEA MOTRIZ .....	78
3.8.1 Porcentaje de tensión .....	78
3.8.2 Diámetro mínimo de polea .....	78
3.8.3 Ancho de superficie de polea y claros de faja recomendados..	78
3.9 SELECCIÓN DE CHUMACERAS Y RODAMIENTO .....	80
3.9.1 Fuerza vertical ( $F_v$ ).....	80
3.9.2 Fuerza horizontal ( $F_h$ ) .....	81

3.9.3 Carga equivalente en el rodamiento (P) .....	81
3.9.4 Comprobación de la capacidad de carga del rodamiento .....	82
3.10 SELECCIÓN DE ACOPLAMIENTO .....	83
<b>CAPITULO IV</b>	
DISEÑO ESTRUCTURAL.....	84
4. DISEÑO DE ESTRUCTURA SOPORTE TRUSS .....	84
4.1 DETERMINACIÓN DE CARGA X ACTUANTES EN LA ESTRUCTURA SOPORTE .....	84
4.1.1 Selección y peso de la cubierta o guarda de la faja .....	84
4.1.2 Selección de peso por barandas .....	86
4.1.3 Selección y peso de Grating .....	88
4.1.4 Peso de la estructura .....	89
4.1.5 Selección y peso de la plancha antiderrame .....	90
4.2 RESUMEN DE CARGAS .....	91
4.3 CALCULO DE CARGA MUERTA .....	92
4.4 DETERMINACIÓN DE LA CARGA VIVA.....	93
4.4.1 Peso del material .....	93
4.4.2 Carga por sobrecarga.....	93
4.5 ANÁLISIS LRFD PARA LA ESTRUCTURA .....	94
4.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....	94
4.6.1 Cálculo y diseño de perfiles.....	96
4.7 MODELAMIENTO DEL BASTIDOR - TRUSS .....	118
4.8 Cálculo de elementos de unión .....	120
4.8.1 Calculo de unión soldada .....	120
4.8.1.1 Selección del tipo de soldadura .....	123
4.8.2 Calculo de unión empernada .....	124
4.8.2.1 Cálculo y selección de la placa de empalme. ....	126
4.8.3 Calculo de unión articulada con pin de apoyo. ....	128
4.9 Selección del Sistema de Ruedas .....	132
4.9.1 Selección de neumáticos.....	132
4.9.2. Selección del Sistema de Transmisión .....	133

4.9.3. Selección del motor .....	136
<b>CAPITULO V</b>	
SISTEMA HIDRAULICO .....	138
5.1 ALCANCE .....	138
5.1.1 Análisis del requerimiento.....	138
5.1.2 Consideraciones y requerimientos .....	139
5.1.2.1 Función principal .....	139
5.1.2.2 Desplazamiento y velocidad .....	139
5.1.2.3 Costos .....	140
5.1.2.4 Operación.....	140
5.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES .....	141
5.2.1 Dimensionamiento del sistema hidráulico .....	141
5.2.2 Dimensionamiento del diámetro del vástago .....	142
5.2.3 Selección de los componentes del circuito hidráulico .....	143
5.2.3.1 Selección cilindro hidráulico .....	143
5.2.3.2 Calculo del caudal de la bomba y motor .....	144
<b>CAPITULO VI</b>	
PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS Y COSTOS .....	145
6.1 PROCEDIMIENTO E INSTRUCTIVO DE FABRICACION .....	145
6.1.1 Objetivo.....	145
6.1.2 Alcance.....	145
6.1.3 Documentos de referencia.....	145
6.1.4 Ejecución .....	146
6.1.4.1 Habilitado .....	146
6.1.4.2 Armado.....	149
6.1.4.3 Soldadura.....	155
6.1.4.4 Tratamiento Superficial .....	157
6.2 PRODEMIENTO E INSTRUCTIVO DE MONTAJE .....	164
6.2.1 Objetivo.....	164
6.2.2 Alcance .....	164

6.2.3	Desarrollo .....	164
6.2.3.1	Consideraciones previas.....	164
6.2.3.2	Alineación de largueros.....	165
6.2.3.3	Tambores y eje de alineamiento.....	167
6.2.3.4	Tolerancias de instalación de la base del motor y del reductor.....	169
6.2.3.5	Alineación del acoplamiento flexible .....	170
6.2.3.6	Alineación de las estaciones.....	174
6.2.3.7	Centrado de la banda.....	175
6.2.3.8	Ajuste de la guía de carga.....	180
6.2.3.9	Lubricación de las estaciones .....	181
6.3	PRODEMIENTO E INSTRUCTIVO DE TENDIDO DE FAJA .....	182
6.3.1	Objetivo.....	182
6.3.2	Alcances .....	182
6.3.3	Desarrollo .....	182
6.3.3.1	Consideraciones previas .....	182
6.3.3.2	Fabricaciones Previas .....	183
6.3.3.3	Izaje de Bobinas de caucho .....	185
6.3.3.4	Tendido de Faja .....	185
6.3.3.5	Empalme de Faja .....	188
6.4	ANALISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTO .....	189
6.4.1	Costo directo.....	189
6.4.2	Costo indirecto.....	189
6.4.3	Presupuesto.....	190
6.4.4	Análisis de precios unitarios .....	191
	CONCLUSIONES .....	195
	BLIBLIOGRAFIA .....	199
	ANEXOS .....	201
	PLANOS .....	264

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Stacker convencional .....	04
Figura 2.2.	Stacker convencional .....	05
Figura 2.3	Stacker transportable.....	06
Figura 2.4	Apilador radial .....	07
Figura 2.5	Apilador longitudinal.....	08
Figura 2.6	Tripper.....	09
Figura 2.7	Apilador longitudinal de aletas .....	09
Figura 2.8	Apilador radial.....	10
Figura 2.9	Tripper cars.....	11
Figura 2.10	Tripper cars.....	12
Figura 2.11	Stacker radial telescópico .....	13
Figura 2.12	Partes principales de apiladores radiales.....	13
Figura 2.13	Partes principales cinta transportadora.....	15
Figura 2.14	Banda transportadora .....	16
Figura 2.15	Partes principales de los tambores .....	18
Figura 2.16	Tambor de reenvió.....	19
Figura 2.17	Motorreductor clásico.....	20
Figura 2.18	Rodillos de impacto.....	22
Figura 2.19	Polín de carga .....	23
Figura 2.20	Polín de retorno .....	24
Figura 2.21	Polines de alineación .....	25
Figura 2.22	Rascador primario.....	28
Figura 2.23	Rascador de hoja simple y múltiple .....	29
Figura 2.24	Rascador de faja rotatorio.....	30
Figura 2.25	Sistema de parada de emergencia .....	32
Figura 2.26	Interruptor de desvió de banda .....	33
Figura 2.27	Interruptor de ruptura de banda .....	33
Figura 2.28	Diseño de Truss.....	35
Figura 2.29	Sistema hidráulico.....	36
Figura 2.30	Depósito Hidráulico.....	38

Figura 2.31	Bomba de Engranajes.....	39
Figura 2.32	Bomba de paletas .....	40
Figura 2.33	Bombas de émbolos o pistones .....	40
Figura 2.34	Cilindro Hidráulico de doble efecto .....	42
Figura 2.35	Sistema de giro .....	43
Figura 2.36	Chute de alimentación .....	44
Figura 3.1	Esquema de apilamiento de material .....	46
Figura 3.2	Dimensiones de las poleas .....	79
Figura 3.3	Diagrama de tensiones en la poleas .....	80
Figura 4.1	Cobertura de faja .....	85
Figura 4.2	Baranda Típica.....	86
Figura 4.3	Grating Típico .....	88
Figura 4.4	Plancha anti derrame típica .....	90
Figura 4.5	Distribución en la carga en estructura .....	95
Figura 4.6	Análisis Estructural de Truss.....	96
Figura 4.7	Análisis de estructura de brida superior .....	97
Figura 4.8	Resultados análisis brida superior .....	98
Figura 4.9	Análisis de esfuerzo de brida inferior .....	100
Figura 4.10	Resultado análisis brida inferior .....	101
Figura 4.11	Análisis de esfuerzo de diagonal .....	105
Figura 4.12	Resultado análisis de diagonal .....	106
Figura 4.13	Análisis de esfuerzo de montaje .....	107
Figura 4.14	Resultado análisis de montante .....	108
Figura 4.15	Análisis de esfuerzo de soporte .....	112
Figura 4.16	Resultado análisis de soporte 1 .....	113
Figura 4.17	Análisis de esfuerzo de soporte 2 .....	114
Figura 4.18	Resultado análisis de soporte 2 .....	115
Figura 4.19	Modelamiento de TRUSS .....	119
Figura 4.20	Fuerzas actuantes en nudo Nro. 51 .....	120
Figura 4.21	Fuerzas actuantes critica en nudo Nro. 51.....	121

Figura 4.22	Esquema de detalle de empalme con pernos .....	124
Figura 4.23	Esquema de detalle Fuerza en empalme.....	125
Figura 4.24	Esquema de corte plancha de empalme.....	127
Figura 4.25	Esquema unión articulada.....	128
Figura 4.26	Esquema de corte de unión articulada .....	130
Figura 4.27	Esquema de giro de stacker .....	132
Figura 4.28	Sistema de tracción del sistema de giro de stacker .....	134
Figura 4.29	Relación de transmisión de ruedas.....	136
Figura 5.1	Diagrama de requerimiento de sistema de elevación .....	139
Figura 5.2	Esquema de sistema de elevación .....	141
Figura 5.3	Cilindro de doble acción.....	143
Figura 6.1	Esquema de tolerancias máximas de largueros .....	166
Figura 6.2	Esquema de compensación máxima .....	166
Figura 6.3	Esquema de alineación de la cinta y bastidor .....	167
Figura 6.4	Esquema ajuste de elevación de ejes .....	168
Figura 6.5	Esquema ajuste de elevación de ejes .....	169
Figura 6.6	Esquema alineamiento angular .....	172
Figura 6.7	Esquema alineamiento paralelo.....	173
Figura 6.8	Esquema de alineamiento axial .....	174
Figura 6.9	Esquema corrección de alineamiento de la banda.....	177
Figura 6.10	Diagrama de plancha de tiro típica .....	184
Figura 6.11	Esquema de Porta bobina .....	185

## FIGURAS DE TABLAS

Tabla 3.1.	Características del material y peso por pie cubico .....	47
Tabla 3.2.	Fluidez y ángulo de sobrecarga .....	48
Tabla 3.3.	Velocidad y ancho faja reconocido (Anexo 04) .....	49
Tabla 3.4.	Factor de corrección .....	51
Tabla 3.5.	Faja abarquillada a 20° (Anexo 05).....	52
Tabla 3.6.	Faja abarquillada a 35° (Anexo 05).....	53
Tabla 3.7.	Clasificación rodillo (Anexo 06).....	54
Tabla 3.8.	Espaciamiento para rodillos .....	56
Tabla 3.9.	Espaciamiento para rodillos de retorno.....	56
Tabla 3.10.	Cantidad y tipos de rodillos seleccionados .....	59
Tabla 3.11	Calidad de la cubierta de la faja.....	75
Tabla 3.12	Tipo de Faja .....	75
Tabla 3.13	Máximo número de pliegues .....	76
Tabla 3.14	Mínimo número de pliegues.....	76
Tabla 3.15	Diámetro mínimo de polea .....	78
Tabla 3.16	Ancho de superficie de polea y claros de faja .....	78
Tabla 3.17	Poleas seleccionadas (Anexo 23).....	79

# CAPITULO I

## DESCRIPCION GENERAL

### 1.4 GENERALIDADES

Entre los planes de expansión de la empresa minera de hierro SHOUGANG HIERRO PERU, esta previamente contemplado el aumento de su capacidad productiva que va a la par con el desarrollo del Perú. En lo que concierne minería y especialmente las explotaciones hierro y sus derivados.

Es precisamente que la elaboración del presente proyecto de tesis está enfocada al diseño de un equipo que permitirá el almacenamiento de materia prima para salvaguardar la operación de la planta, dando a conocer los procedimientos de construcción de un equipo apilador de material con todos sus componentes e implementos para su utilización, ya que con esto se asegura la producción de hierro en la planta.

### FORMULACION DEL PROBLEMA

La planta donde se implementara el proyecto de tesis, tiene entre sus planes la expansión de sus instalaciones, es decir que tiene planeado aumentar su producción, para la cual parte fundamental de la línea es el proceso del horno el cual tiene como combustible carbón antracítico.

La problemática de aumentar la capacidad de combustible del horno pasa que esta es alimentada por una faja transportadora, pero la planta para no

tener paradas no programadas deberá contar con un patio de almacenamiento de reserva, por lo que nace la necesidad de equipar este patio con un apilador radial, que permita el correcto almacenamiento de la materia prima.

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

Diseñar un Stacker radial incluyendo la selección de sus componentes: faja transportadora, Soportes de Truss, estaciones de polines, poleas, pasarelas así como sus dispositivos de seguridad y limpieza, para el correcto almacenamiento de carbón.

### 1.3.2 Objetivo Especifico

- Diseñar la estructura del equipo apilador radial que permitirá el almacenamiento de carbón para luego quedar listo a ser utilizado en el quemador del horno.
- Seleccionar los equipos de capacidad adecuada para cada función.
- El diseño y fabricación del equipo tendrá sus componentes comerciales y el mercado local o de fácil adquisición.
- Elaborar procedimientos e instructivos que direccionen adecuadamente la etapa de ejecución del proyecto.

- El diseño y fabricación del equipo tendrá un costo por debajo de equipos similares que se ofertan en el mercado
- El equipo deberá ser diseñado para poder ser fabricado por el usuario o contratistas locales.
- El equipo tendrá un diseño el cual permita su desmontaje y traslado a otras áreas.
- El diseño deberá cumplir con los estándares de calidad y seguridad de la empresa.

## 1.6 ALCANCE

El alcance para el proyecto contemplará los siguientes parámetros:

- a. La instalación está delimitada en un área destinada al almacenamiento del material.
- b. Este proyecto alimentará el actual sistema de suministro al horno, por lo que deberá tener la capacidad de operación de 24 horas diarias.
- c. La tesis incluye la descripción de procedimientos de fabricación y montaje del equipo así como de los componentes auxiliares.
- d. El presente trabajo no contempla el cálculo y diseño de la cimentación y obras civiles para el pivote del equipo.
- e. El presente trabajo no contempla el cálculo y diseño eléctrico tales como iluminación y otro.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE UN STACKER.

Un Stacker Radial es un equipo transportador de movimiento radial el cual se desplaza sobre neumáticos, apilando material en forma radial formando una especie de riñón. Esto se logra con los movimientos del apilador en rotación lenta (alternando horizontalmente de un lado al otro). Su altura puede ser fija o regulable mediante sistema hidráulico.

Este equipo es controlado manualmente o mediante un controlador lógico programable (PLC) para posicionar el punto de descarga en la ubicación deseada en el tiempo deseado.

Su uso es aplicado para apilar material a granel, tales como agregados, arena, carbón, astillas de madera, cereales y materiales similares.



*Figura 2.1. Stacker convencional*

*Fuente:*<http://www.directindustry.es/prod/superior-industries/apiladoras-radiales-moviles-55694-602067.html>

Este equipo está conformado por un sistema de transporte mediante faja transportadora con sus respectivos accesorios. Un Truss o bastidor estructural con su respectiva pasarela lateral para inspección y fines de mantenimiento, soporte principal que puede ser de altura fija o regulable. Se debe prever un sistema de anclaje o apoyo, sobre el cual pivotea todo el sistema incluido el material.



*Figura 2.2. Stacker convencional*

*Fuente:*<http://www.directindustry.es/prod/superior-industries/apiladoras-radiales-moviles-55694-502087.html>

Este equipo puede ser portátil y a la vez convertirse en una unidad transportable por un tracto camión.



*Figura 2.3 Stacker transportable*

*Fuente: <http://www.kaseconveyors.com/bulk-material-handling-products/radial-stackers.htm>*

La función básica de un transportador apilador radial es establecer una fila de aglomerados de mineral a una altura y ancho de la plataforma uniforme. Esto se logra a medida que el apilador realice un movimiento de giro lento (alternando horizontal de lado a lado). Estos equipos forman parte de un sistema conjunto de otros equipos que también pueden ser móviles o fijos y así aumenta su flexibilidad y uso.

Una ventaja a usar un apilador radial con un sistema de amontonamiento móvil es una mayor distancia del revés del borde de la pila material. Esto es beneficioso para los usos que tienen material mojado puesto que el material tendrá más tiempo para secarse para el momento en que el equipo necesite pasar sobre él. Los apiladores radiales también permiten apilar arreglos complejos y maximizar utilización del suelo.



*Figura 2.4 Apilador radial*

*Fuente: Autor- compañía minera SPC*

## 2.2 TIPOS DE STACKER

Existen diversas formas de apiladores mecánicos, pero dentro de los sistemas más usados en las industrias sobretodo en la rama de la minería son:

### 2.2.1 Apilador longitudinal.

El apilador longitudinal se traslada a lo largo de toda la zona de almacenamiento y sirve para construir una reserva en uno de los lados de la cinta transportadora. Este sistema cuenta con un tripper que está conectado al apilador a través de la conexión de la estructura y sirve para la transferencia de material al apilador longitudinal. El apilador se compone de un diseño estructural rígido con un pivote en el centro. El movimiento longitudinal es a

menudo llevado a cabo conjuntamente con un contrapeso diseñado para contrarrestar el peso del sistema transportador.



*Figura 2.5 Apilador longitudinal*

*Fuente: Catalogo FL SMIDTH – materials handling*

El apilador y tripper están diseñados para trasladarse a velocidad variable y puede ser trasladado rápidamente de una zona de almacenamiento a otro. El apilador longitudinal puede ser operado en un sistema manual, semiautomático, o el modo totalmente automático desde una estación de control central. El apilador longitudinal es el más rentable para el diseño de un almacenamiento en uno de los lados de la cinta transportadora por su simple estructura, que tiene menos componentes mecánicos de rotación.



*Figura 2.6 Tripper*

*Fuente: <http://www.fmctechnologies.com/en/MaterialHandlingSystems/Technologies/Conveying/BeltTrippers.aspx>*

### **2.2.2 Apilador longitudinal de aletas.**

Un apilador longitudinal de aletas, cumple la función de dos apiladores longitudinales y puede ser usado para apilar materiales en ambos lados simultáneamente o sólo uno a la vez. El flujo de materiales viene del tripper que se desplaza lo largo de la banda y desvía el material hacia uno o los dos apiladores longitudinales.



*Figura 2.7 Apilador longitudinal de aletas*

*Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-free/stackers-for-stockyard-120586858.html>*

### 2.2.3 Apilador (stacker) radial.

Un apilador radial forma de pila de materiales en forma de un riñón, pudiendo normalmente rotar entre  $90^\circ$  y  $360^\circ$  aproximadamente. La pluma puede colocarse en posición fija mientras se ejecuta la descarga, pudiendo además regularse en ángulos entre  $+15^\circ$  a  $-15^\circ$  del ángulo de diseño.



*Figura 2.8 Apilador radial.*

*Fuente: <http://dakotafab.com/es/products/conveyors/radial-stacking>*

### 2.2.4 Tripper cars.

El carro tripper sirve para transferir el flujo de materiales desde la banda principal distribuyéndolo por debajo y a lo largo de la misma.

Este sistema se adecua a la banda transportadora convencional para distribuir longitudinalmente el material de acuerdo a la carrera del carro tripper.

Este sistema se adecua a la banda transportadora convencional para distribuir longitudinalmente el material de acuerdo a la carrera del carro tripper.



*Figura 2.9 Tripper cars*

*Fuente: <http://www.fmctechnologies.com/en/MaterialHandlingSystems/Technologies/Conveying/BeltTrippers>*

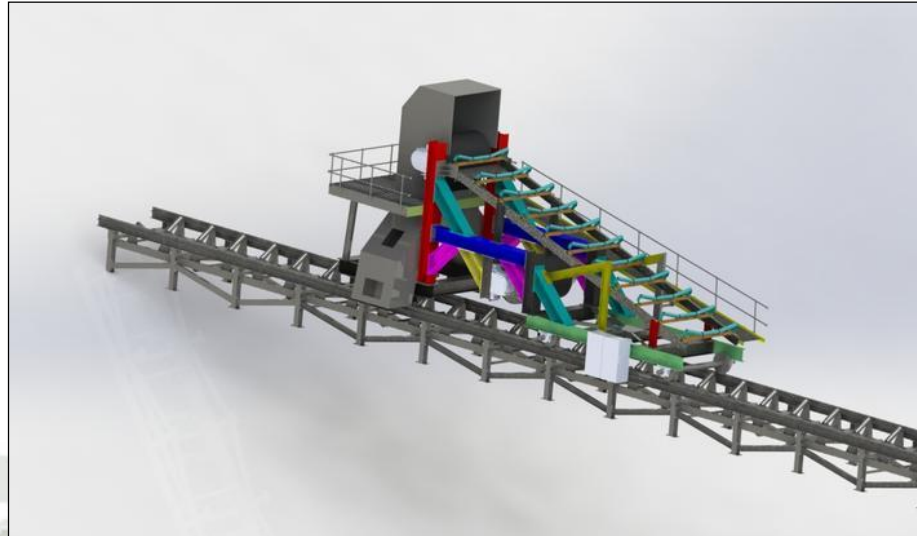


Figura 2.10 Tripper cars

Fuente: <http://grabcad.com/library/tripper-car-1>

### 2.2.5 Apilador (stacker) radial telescópico.

Este sistema es similar a un apilador radial pero tiene la ventaja de ampliarse o reducir su longitud, pudiendo obtenerse de esta manera una pila de materiales en forma de varios riñones.

Normalmente también pueden rotar entre  $90^\circ$  y  $360^\circ$  aproximadamente. Igualmente la pluma puede colocarse en posición fija mientras se ejecuta la descarga, pudiendo además regularse en ángulos entre  $+15^\circ$  a  $-15^\circ$  del ángulo de diseño.



Figura 2.11 Stacker radial telescópico

Fuente: [http://www.revesol.cl/htm/stacker\\_equipo.html](http://www.revesol.cl/htm/stacker_equipo.html)

### 2.3 PARTES PRINCIPALES DE APILADORES RADIALES

Los sistemas y partes principales de un apilador radial son los siguientes:



Figura 2.12 Partes principales de apiladores radiales

Fuente: <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/apiladora-radial-80604.html>

### 2.3.1 Sistema de la cinta transportadora

Una cinta transportadora o transportadora de banda es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores.

Los transportadores son utilizados como componentes en la distribución automatizada y almacenamiento. En combinación con manejo equipos computarizados para de tarimas permiten que se realice eficientemente el almacenamiento, manufactura y distribución de materiales en la industria. Es considerado además como un sistema que minimiza el trabajo que permite que grandes volúmenes sean movidos rápidamente a través de procesos, permitiendo a las empresas embarcar o recibir volúmenes más altos con espacios de almacenamiento menores con un menor gasto. El uso de las cintas transportadoras está aplicado especialmente al procesamiento de productos industriales, agroindustriales, agrícolas, mineros, automotrices, navales o farmacéuticos. Esto, al mismo tiempo, puede ser de forma vertical, horizontal o inclinada, dependiendo de los materiales que se quieran transportar.

Esta a su vez consta de partes y accesorios fundamentales los cuales son:

- Banda transportadora.
- Tambores

- Grupo motriz
- Polines de impacto
- Polines superiores
- Polines de retorno
- Dispositivos de limpieza
- Equipos de seguridad

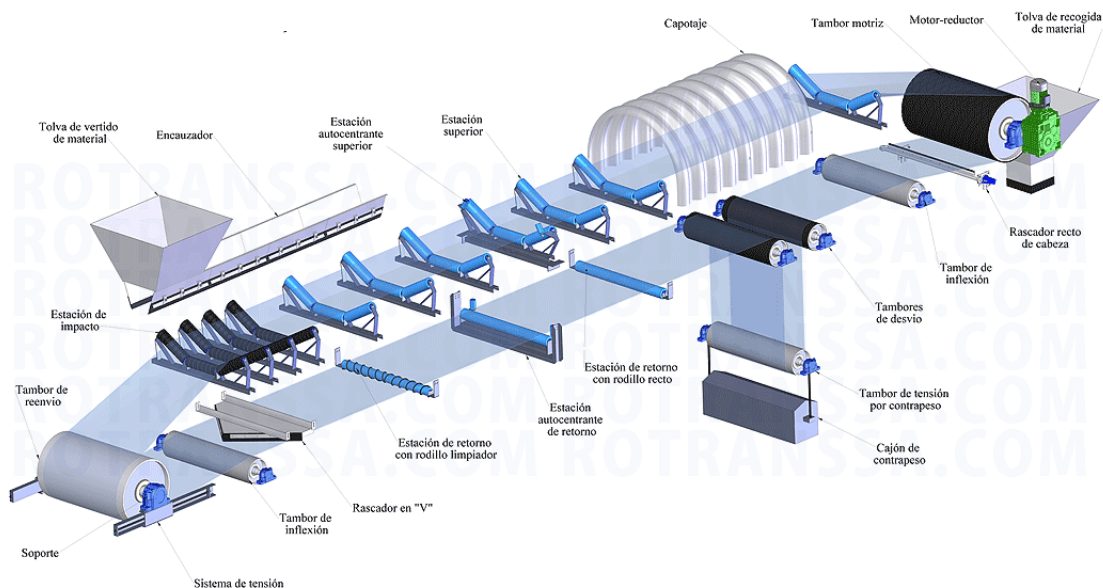


Figura 2.13 Partes principales cinta transportadora

Fuente: <http://rotranssa.com/cintas-transportadoras>

### 2.3.1.1 Banda transportadora

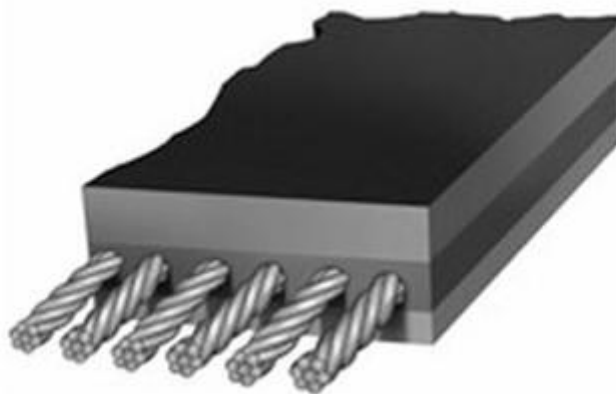
Es el elemento más importante, y su estructura está formada por una serie de tejidos superpuestos que forman el armazón, protegidos por sus caras libres con coberturas protectoras.

En los tejidos destinados a la construcción de bandas transportadoras, predominan los armazones que están contruidos por urdimbre y trama, revestidos por compuesto de goma a fin de conseguir una alta adherencia entre las distintas capas.

La banda transportadora debe reunir los siguientes requisitos:

Alta resistencia mecánica longitudinal, flexibilidad en direcciones longitudinal (en tambores) y transversal (en apoyos de rodillos), elevada resistencia al desgaste y a la desestatificación por reiterados dobleces, poca elasticidad y alta resistencia a la humedad.

Se emplean distintos tipos de materiales para conformar las bandas: De telas naturales, sintéticas, y de acero.



*Figura 2.14 Banda transportadora*

*Fuente:* <http://www.directindustry.es/prod/veyance-technologies-goodyear-engineered-products/cintas-transportadoras-caucho-refuerzo-fibras-14260-1077763.html>

### 2.3.1.2 Tambores

Los tambores están constituidos por un eje de acero, siendo el material del envolvente acero suave y los discos, ya sea de acero suave o acero moldeado. La determinación de los diámetros del tambor depende del tipo de banda empleado, el espesor de las bandas o el diámetro del cable de acero, según sea el caso; a su vez estos espesores o diámetros dependen de la tensión máxima en la banda. Por lo tanto el diámetro exterior depende de la tensión en la banda.

#### a) Principales componentes.

- Envoltente cilíndrica y discos laterales, formando un solo cuerpo.
- Eje.
- Elementos de Unión.
- Recubrimientos.

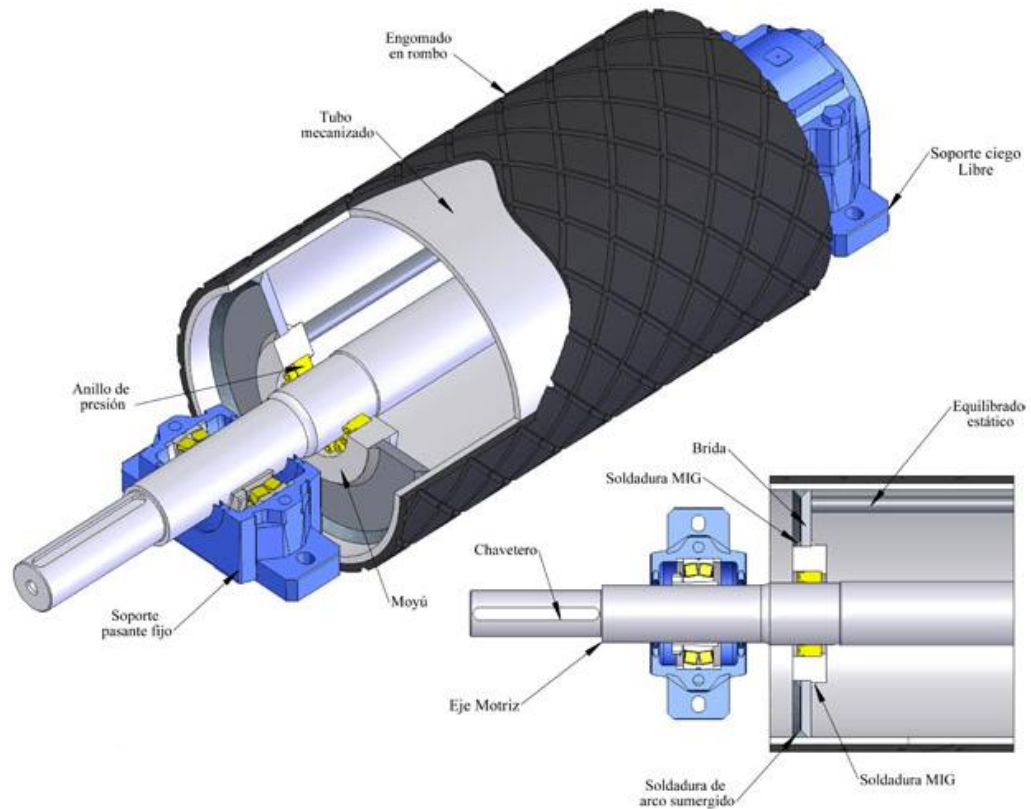


Figura 2.15 Partes principales de los tambores

Fuente: <http://rotranssa.com/tambores>

### b) Tipos de tambores y funciones que realizan.

Desde el punto de vista de las funciones a desempeñar, haremos dos grandes grupos:

- Tambores MOTRICES ,que transmiten la fuerza tangencial a la banda
- Tambores NO MOTRICES, los cuales realizan la función de cambio de trayectoria de la banda y las cuales pueden dividirse en ( Reenvió ,Tensores ,Desvió ,Presión)

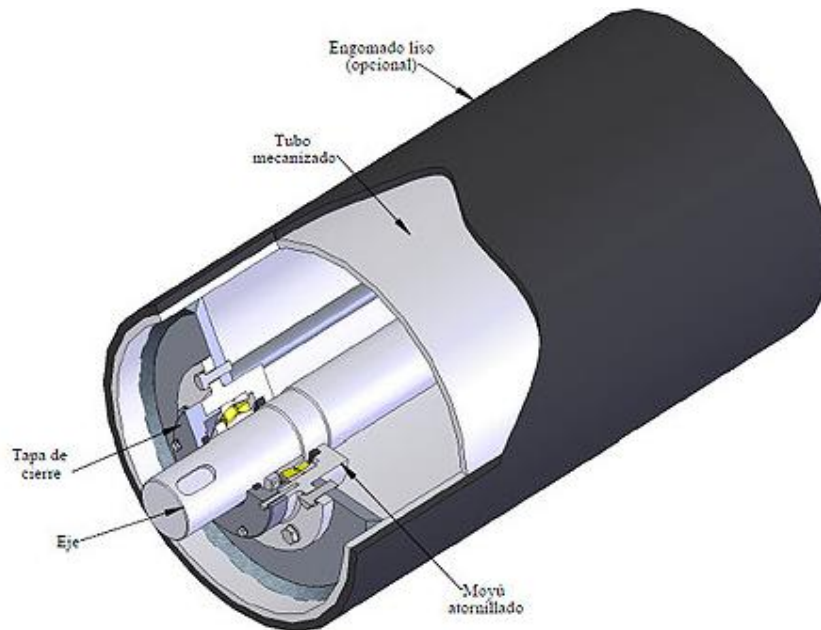


Figura 2.16 Tambor de reenvío

Fuente: <http://rotranssa.com/tambores-cola>

### 2.3.1.3 Grupos motrices

El grupo motriz de una cinta es uno de los componentes más importantes de la misma. De la adecuada selección de los elementos que la forman, depende la seguridad de funcionamiento y la vida de la cinta. La forma en que se efectúa el arranque, influye en la vida y comportamiento de los componentes del grupo motriz, y así mismo en la vida de la banda, tambores y rodillos: también afecta al comportamiento de la banda en las curvas verticales, recorrido de los tambores tensores y a la pérdida de fricción en el tambor motriz.

Los componentes del grupo motriz, reseñados en orden de entrada y salida del movimiento son:

- Motor Eléctrico
- Acoplamiento de alta velocidad; puede ser elástico o fluido.
- Reductor de velocidad
- Dispositivo de freno.



*Figura 2.17 Motorreductor clásico*

*Fuente: <https://cynthia2010.wordpress.com/drawings/%C2%BFque-es-una-cinta-transportadora/>*

#### **2.3.1.4 Polines**

Los rodillos son uno de los componentes principales de una cinta transportadora, y de su calidad depende en gran medida el buen funcionamiento de la misma. Si el giro de los mismos no es bueno, además de aumentar la fricción y por tanto el consumo de energía, también se producen desgastes de recubrimientos de la banda, con la consiguiente reducción de la vida de la misma.

Las funciones a cumplir son principalmente tres:

**A.** Soportar la banda y el material a transportar por la misma en el ramal superior, y soportar la banda en el ramal inferior; los rodillos del ramal superior situados en la zona de carga, deben soportar además el impacto producido por la caída del material.

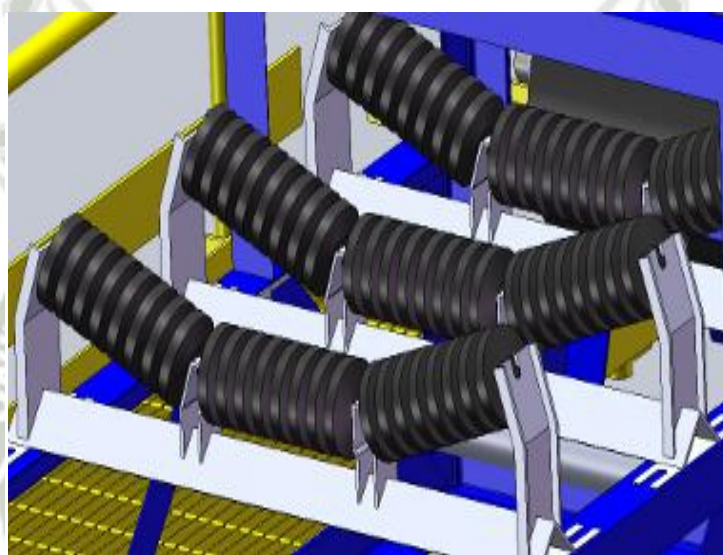
**B.** Contribuir al centrado de la banda, por razones diversas la banda está sometida a diferentes fuerzas que tienden a decentarla de su posición recta ideal. El centrado de la misma se logra en parte mediante la adecuada disposición de los rodillos, tanto portantes como de retorno.

**C.** Ayudar a la limpieza de la banda ,aunque la banda es limpiada por los rascadores, cuando el material es pegajoso pueden quedar adheridos restos del mismo, que al entrar en contacto con los rodillos inferiores pueden originar desvíos de la misma; para facilitar el desprendimiento de este material se emplean rodillos con discos de goma (rodillos autolimpiadores).

La separación entre rodillos se establece en función de la anchura de la banda y de la densidad del material transportado, los tipos de polines son:

### a) Polines de impacto

Estos rodillos son los que reciben la carga en la cinta transportadora; están ubicados debajo de los chutes o tolvas por donde ingresa la carga, generalmente son hechos de caucho debido a que absorben mejor el impacto.



*Figura 2.18 Rodillos de impacto*  
*Fuente: <http://www.korda.cl/polines.php>*

### b) Polines de carga

Son los que soportan la carga del traslado del material a lo largo de la banda transportadora, generalmente son de tubo de acero y pueden ser de configuración de carga normal triple (consta de un bastidor y 3 rodillos, uno en posición horizontal al centro y los dos de los

extremos colocados en ángulo) que son los más usados, existe una variante llamada de carga en “offset” donde el rodillo central esta desplazado ligeramente del centro para ciertas aplicaciones especiales. También los hay de un solo rodillo que se denomina de carga simple.



*Figura 2.19 Polín de carga*

*Fuente: <http://www.tradimex.cl/#!polines-y-estaciones/c15va>*

### **c) Polines de retorno**

Estos rodillos van ubicados en la parte inferior de la estructura de la banda transportadora, y es en ellos donde la cinta se apoya cuando empieza la secuencia de retorno hacia la zona donde va a recibir nuevamente la carga.

Dependiendo de la longitud de la cinta transportadora también se colocan rodillos de carga triple autoalineable, que sirven para evitar que la cinta se desalinee a lo largo

de su tramo debido al trabajo realizado; así también se pueden colocar en la zona de retorno rodillos autoalineantes para el mismo propósito.

Los diámetros más usados para estos rodillos son de 4", 5", 6" o 7"; estas medidas están relacionadas con la carga que transporta la banda transportadora y la velocidad de la misma.



*Figura 2.20 Polín de retorno*

*Fuente: [http://www.ziebttec.cl/correas-transportadoras-componentes-polines\\_metalicos.php](http://www.ziebttec.cl/correas-transportadoras-componentes-polines_metalicos.php)*

#### **d) Polines de alineación**

Estos polines sirven para alinear la banda dentro de la misma instalación consisten en una estación que controla el alineamiento de la correa. Su funcionamiento consiste en 2 rodillos pivotes, que cuando la cinta se descentra, estos hacen contacto con la cinta y se mueven junto a todo el

polín de modo que hacen que la cinta vuelva a la dirección correcta.



*Figura 2.21 Polines de alineación*

*Fuente: <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/alineador-cinta-transportadora-88449.html>*

### **2.3.1.5 Dispositivos de limpieza**

El objetivo de los dispositivos de limpieza consiste en evitar que las cintas, los rodillos de apoyo y todo el recorrido de la cinta se ensucien como consecuencia de los materiales transportados.

La limpieza de las cintas transportadoras es un requisito esencial para que éstas funcionen de manera segura y rentable, ya que la suciedad y las incrustaciones en el lado de carga de la cinta, pueden provocar una descompensación en su recorrido, sobre-tensiones

localizadas o acumulación de suciedad en la zona del recorrido de la cinta transportadora, debido a la caída del material transportado. Los raspadores deben eliminar totalmente los materiales transportados por el lado de la carga, y al mismo tiempo, minimizar al máximo los daños a la cinta transportadora. A la hora de elegir un sistema de limpieza deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo y características del material a transportar.
- Volumen transportado
- Velocidad de la cinta transportadora.
- Confección y longitud de la cinta.
- Tipo de conexiones
- Lugar de trabajo y condiciones del entorno.
- Desgaste y necesidades de mantenimiento

Las funciones de los sistemas de limpieza deben cumplir con las características que se detallan a continuación:

- Limpieza óptima de la correa
- Limpieza no dañina
- Flexibilidad en cuanto al montaje
- Inspecciones fáciles y poco habituales

Con el fin de minimizar los daños a las cintas, los raspadores deben posicionarse lo más horizontalmente

posible a la cinta. De este modo, con una presión muy baja sobre la superficie, se pasa sobre posibles daños existentes, uniones mecánicas y pequeñas irregularidades, y al mismo tiempo, se logra una limpieza óptima de la cinta. Además, hay que asegurarse que el sistema de limpieza de la cinta transportadora funciona sin problemas. Esto sólo ocurre si el sistema cuenta con buenas características de auto limpieza, es decir, que la suciedad de los raspadores no afecta negativamente a su capacidad de limpieza.

#### **a) Rascador primario**

En un sistema de varios raspadores el rascador primario es la primera estación y elimina la mayor parte del material adherido a la cinta transportadora. Solamente queda una capa delgada de material adherido de grano fino

Los raspadores primarios son presionados contra la cinta transportadora normalmente con baja presión - aprox. 13,8 kPa (2 psi). Debido a la baja presión entre la hoja rascadora y la cinta transportadora el rascador primario puede ser colocado en un ángulo escarpado con respecto a la cinta transportadora que facilita el desprendimiento del material. La utilización de mayor

presión en ese ángulo pondría en peligro la cinta, el empalme o el mismo limpiador de cinta.

Los rascadores primarios se colocan en el lado frontal del tambor de cabeza justo debajo de la parábola de descarga del material. El rascador colocado afuera del flujo de material por su diseño evita la acumulación o depósito de material.



*Figura 2.22 Rascador primario*

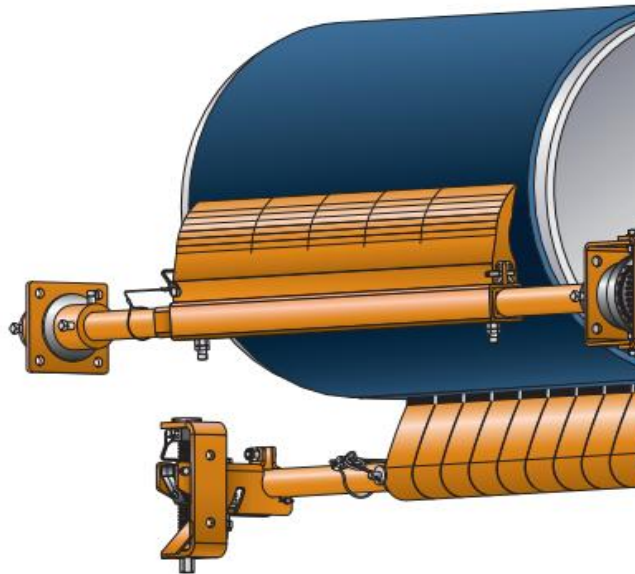
*Fuente: <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/prerrascador-cinta-transportadora-90624.html>*

### **b) Rascador de faja de hoja simple y múltiple**

Se diseñan para raspar el material de la superficie de la faja. Una o más hojas están en contacto con la

superficie de la faja por medio de la tensión de un contrapeso o por la acción de un resorte.

Un Rascador de hojas múltiple en dos o más hojas paralelas que cruzan el ancho de la faja.



*Figura 2.23 Rascador de hoja simple y múltiple*

*Fuente: <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/prerrascador-cinta-transportadora-90624.html>*

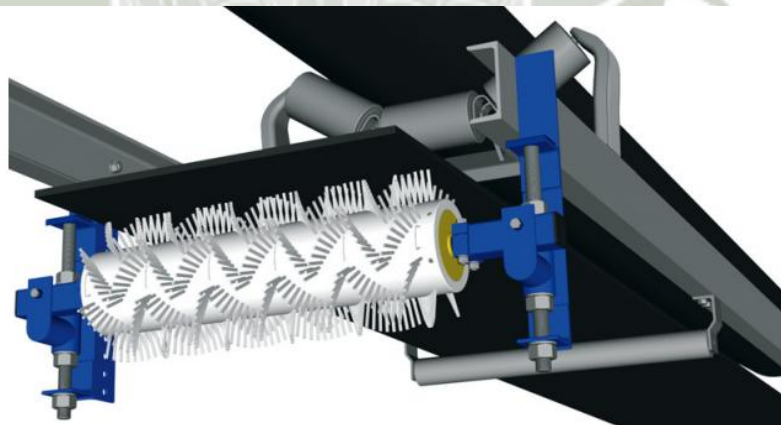
### **c) Rascador de faja rotatorio**

Consiste en ejes o tubos sobre los cuales se sujetan cerdas del cepillo u hojas. Estos cepillos u hojas se hacen de ancho mayor que el ancho de la faja nominal. Las cerdas del cepillo se hacen de nylon. las hojas se hacen de caucho.

Los cepillos rotatorios que tienen una acción de golpeteo, normalmente tienen las cerdas en moldes helicoidales o paralelos. Ellos son de dos tipos: Cepillos

rotatorios de baja velocidad (velocidades periféricas de a 400 a 600 ppm, y es muy efectivo para materiales granulares secos). Da una vida más larga porque las bajas velocidades causan menos desgaste en las cerdas y cepillo rotatorio de alta velocidad (velocidad periférica de 1000 a 1500 ppm. Es muy eficaz en materiales granulares húmedos). La velocidad alta produce el desalojo centrífugo de material de las cerdas.

La dirección de movimiento del cepillo rotatorio y del limpiador de hojas rotatorias es tal que la periferia de los cepillos u hojas se mueven en dirección opuesta a la de la faja transportadora. Los cepillos rotatorios y los limpiadores de faja de hojas se pueden accionar por cadenas o por un accionamiento separado.



*Figura 2.24 Rascador de faja rotatorio*

*Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/metso-s-mining-and-construction-technology/rollos-cepillos-limpieza-cintas-transportadoras-9344-1293873.html>*

### 2.3.1.6 Equipos y dispositivos de seguridad

Para el correcto funcionamiento de la cinta, y con el fin de evitar accidentes de trabajo en la misma, es necesario dotarla de diversos dispositivos eléctrico auxiliares esencialmente los descritos a continuación.

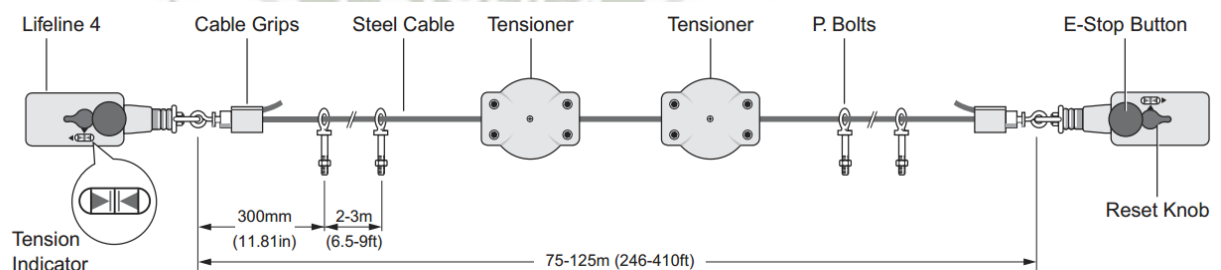
#### a) Interruptor de parada de emergencia (Pull Cord)

Los interruptores pull cord CTS, son accesorios para parada de emergencia que proveen la facilidad de detener eléctricamente la banda transportadora desde cualquier punto a lo largo de ella.

El interruptor puede ser operado manualmente halando el cable tensor o accionando directamente la palanca, la cual puede ser asegurada con candado en la posición "Off". Una vez que el interruptor ha sido accionado debe ser manualmente posicionado en "on" para accionar la correa nuevamente.

El mecanismo ha sido diseñado para compensar las dilataciones y contracciones por efecto de cambio de temperatura, evitando entonces falsas señales. La distancia recomendada entre interruptores es de 100 metros.

La cubierta del interruptor está fabricada en policarbonato de alto impacto, no deteriorable por rayos UV, cierre I.P. 66 y a prueba de ignición por polvo (DIP). El interruptor es de tipo rotativo, con acción auto-retorno a su posición original, consistente en dos contactos normalmente abiertos y dos normalmente cerrados



*Figura 2.25 Sistema de parada de emergencia*

*Fuente: <http://fcringenieros.com/index.php/productos/proteccion-para-faja-transportadora>*

## **b) Interruptor de desvío de banda**

Para evitar el desvío excesivo de la banda, que puede originar roces de la misma contra algún punto saliente del bastidor, o producir desbordes del material transportado. Se instalan este tipo de interruptores. En cintas de pequeñas o grandes longitudes, se colocan por parejas uno a cada lado de la banda, en cabeza y cola de cinta.



Figura 2.26 Interruptor de desvío de banda  
<http://tienda.mastercontrols.com/products/view/212>

### c) Interruptor de ruptura de banda

El Interruptor de Ruptura de Banda, es un sistema de seguridad de la línea PRO- LINE, que se acciona automáticamente cuando una banda se rompe y hace contacto con el cable (de accionamiento). Este interruptor de ruptura es diseñado para prevenir daños en otros equipos, así también para evitar, un derrame en su descarga, al momento de sufrir un daño en la banda.

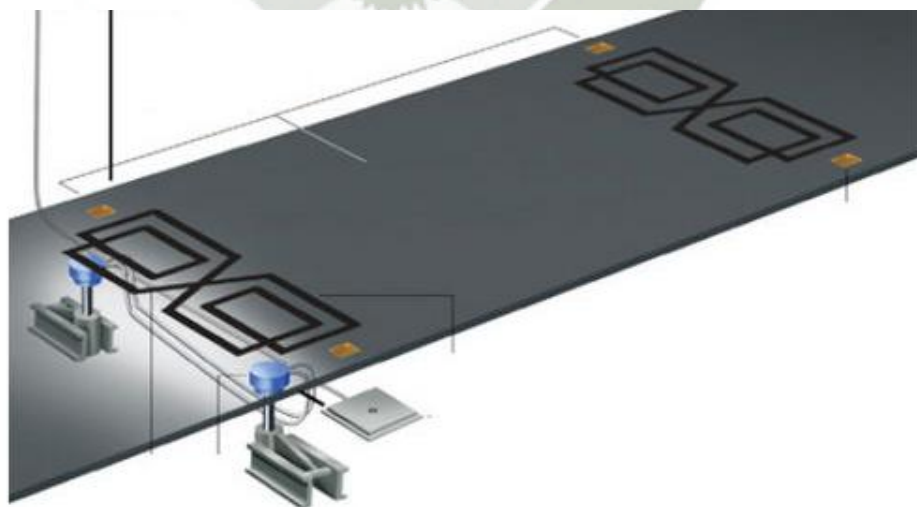


Figura 2.27 Interruptor de ruptura de banda  
Fuente: [http://www.coal-control.de/DWD/\\_111327/upload/media\\_130477.pdf](http://www.coal-control.de/DWD/_111327/upload/media_130477.pdf)

### 2.3.2 Estructura de acero

Es la estructura de acero que soporte de los elementos que transportan el material así mismo la misma estructura generalmente se fabrican de perfiles angulares y recibe el nombre de truss o celosía.

#### 2.3.2.1 Truss o celosía del stacker

En ingeniería estructural, una celosía es una estructura reticular de barras rectas interconectadas en nodos formando triángulos planos (en celosías planas) o pirámides tridimensionales (en celosías espaciales). En muchos países se les conoce como armaduras o reticulados. El interés de este tipo de estructuras es que las barras trabajan predominantemente a compresión y tracción presentando comparativamente flexiones pequeñas. El término está tomado de la celosía arquitectónica tradicional.

En las celosías de nudos articulados la flexión es despreciable siempre y cuando las cargas que debe soportar la celosía estén aplicadas en los nudos de unión de las barras.



Figura 2.28 Diseño de Truss

<http://www.gemsnfx.com/products/stage-equipment/truss>

### 2.3.3 Sistema de elevación del stacker

El Sistema de Elevación de un apilador, generalmente está compuesto por un sistema hidráulico en la parte intermedia de la estructura soporte, permitiendo elevar entre  $+15^\circ$  a  $-15^\circ$  del ángulo de diseño.

#### 2.3.3.1 Sistema hidráulico

Es un mecanismo operado por la resistencia que ofrece la transmisión o la presión cuando el líquido es forzado a través de una pequeña abertura o tubo.

Puede verse como una red interdependiente, cuidadosamente equilibrada.

La idea básica detrás de cualquier sistema es muy simple, la fuerza que se aplica en un momento dado en un punto se transmite a otro punto en forma de fluido. El líquido que se

usa es casi siempre un aceite de algún tipo (fluido hidráulico).  
La fuerza se multiplica casi siempre en el proceso.

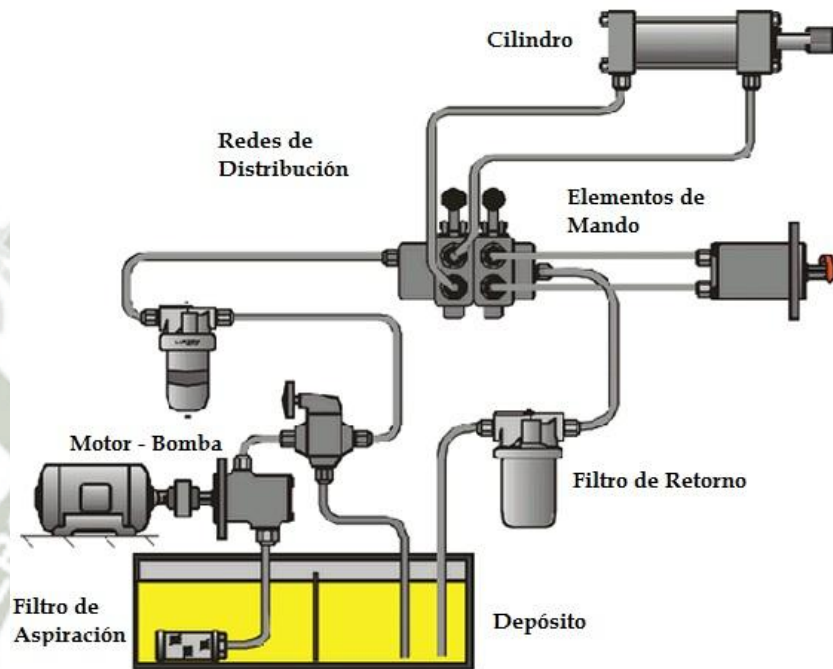


Figura 2.29 Sistema hidráulico

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal.html>

### 2.3.3.2 Componentes del sistema hidráulico

#### a) Fluido Hidráulico

La vida útil del sistema hidráulico depende en gran medida de la selección y del cuidado que se tenga con los fluidos hidráulicos. Al igual que con los componentes metálicos de un sistema hidráulico, el fluido hidráulico debe seleccionarse con base en sus características y

propiedades para cumplir con la función para la cual fue diseñado.

Las ventajas de los fluidos hidráulicos son:

- Toman la forma del recipiente que los contiene.
- Son prácticamente incompresibles.
- Ejercen igual presión en todas las direcciones

Los aceites elaborados con aceites minerales cumplen con todas estas características antes mencionados y por eso son los más usados en la industria.

#### **b) Depósito hidráulico**

La principal función del tanque hidráulico es almacenar aceite, aunque no es la única. El tanque también debe eliminar el calor y separar el aire del aceite. Los tanques deben tener resistencia y capacidad adecuadas, y no deben dejar entrar la suciedad externa. Los tanques hidráulicos generalmente son herméticos. La figura muestra los siguientes componentes del tanque Hidráulico:

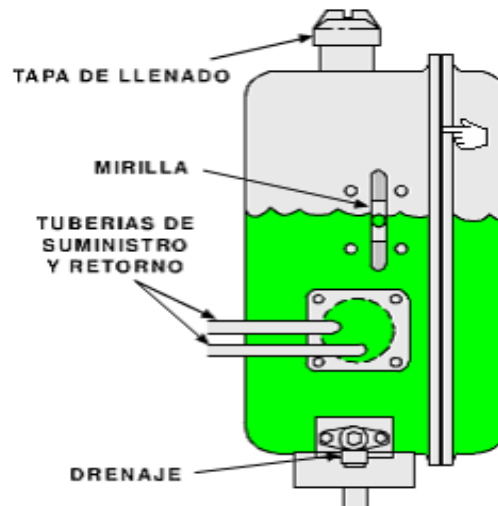


Figura 2.30 Depósito Hidráulico

Fuente: <http://circuitos-hidraulicos-y-neumaticos.blogspot.com/p/41-desarrollo-de-circuitos-tipicos.html>

### c) Filtros

La filtración del fluido hidráulico es necesaria para evitar que la suciedad producida por el funcionamiento normal del sistema termine afectando a elementos sensibles de la instalación, como puedan ser, válvulas o la propia bomba hidráulica

### d) Bomba Hidráulica

Las bombas hidráulicas convierten la energía mecánica transmitida por un motor primario (motor eléctrico o combustión interna, etc.) en energía hidráulica. La acción de bombear es la misma para todas las bombas. Se genera un volumen creciente en

el lado de la succión y un volumen decreciente en el lado de la presión. En un sistema hidráulico industrial, el tipo de bomba que se usa es de desplazamiento positivo como son las bombas de paletas, engranajes y pistones.

- **Bombas de engranajes:** Las bombas de engranajes son compactas, relativamente económicas y tienen pocas piezas móviles, lo que les confiere tener un buen rendimiento.

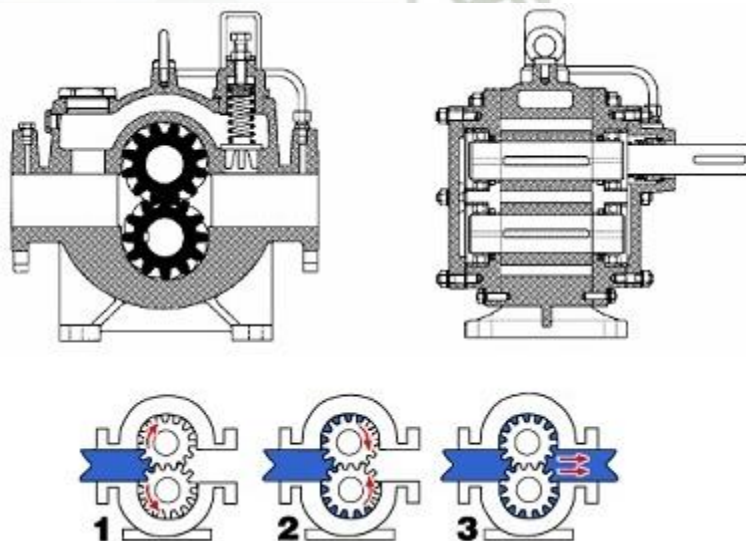


Figura 2.31 Bomba de Engranajes

Fuente <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

- **Bombas de Paletas:** básicamente constan de un rotor, paletas deslizantes y una carcasa.

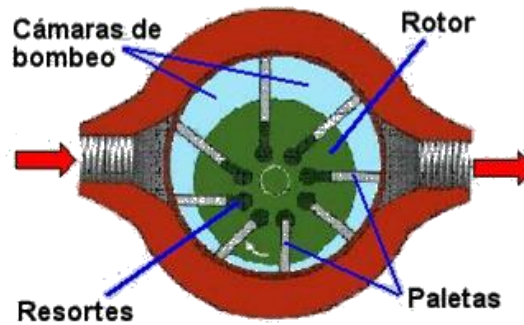


Figura 2.32 Bomba de paletas

Fuente <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

- **Bombas de émbolos o pistones:** en este tipo de bombas se convierte el movimiento giratorio de entrada de un eje en un movimiento de salida axial del pistón. Son un tipo de bombas por lo general, de construcción muy robusta y adecuada para presiones y caudales altos. Su rendimiento volumétrico también es alto.

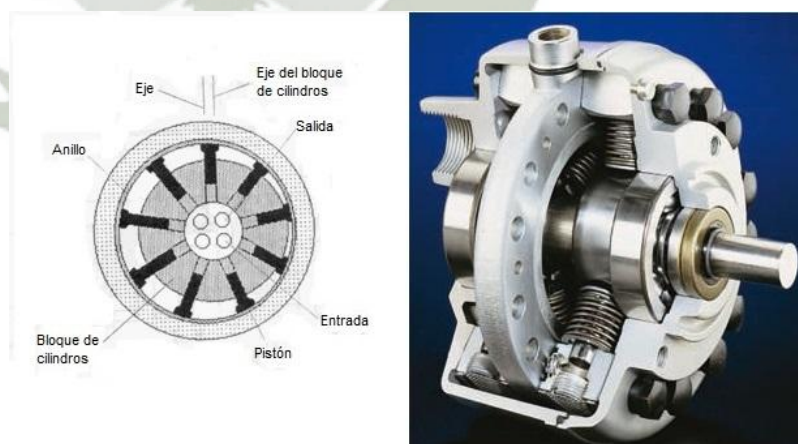


Figura 2.33 Bombas de émbolos o pistones

Fuente <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

### e) Cilindro Actuador

En cualquier aplicación la energía hidráulica disponible deberá transformarse en energía mecánica para realizar un trabajo. Los cilindros hidráulicos son los encargados de transformar la energía hidráulica en energía mecánica lineal.

Los cilindros lineales pueden ser de simple o de doble efecto. En los cilindros de simple efecto el aceite entra sólo por un lado del émbolo, por lo que sólo puede transmitir esfuerzo en un sentido. El retroceso se consigue o bien por el peso propio del cilindro, bien por la acción de un muelle o por una fuerza exterior (ejemplo, la propia carga que se eleva). Por el contrario, en los cilindros de doble efecto, el aceite puede entrar por los dos lados del émbolo, por lo que puede transmitir esfuerzo en los dos sentidos del movimiento.

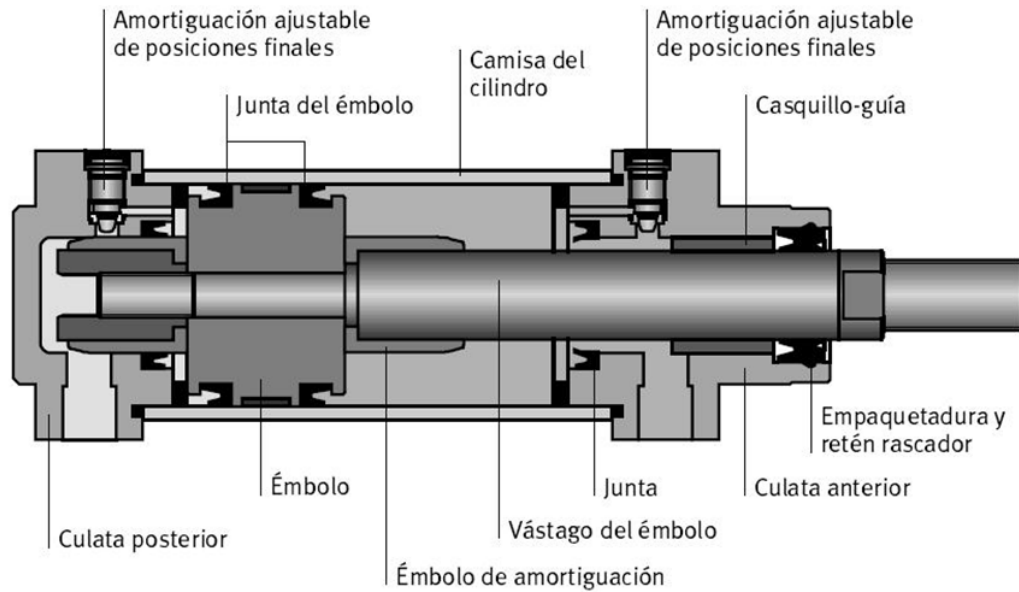


Figura 2.34 Cilindro Hidráulico de doble efecto

Fuente: <http://tecnologiascp.files.wordpress.com/2013/02/c2.jpg>

#### f) Válvulas

Las válvulas, como elementos de regulación, de control y mando de la circulación del fluido hidráulico por el interior del circuito, pueden ser de diversos tipos: válvulas controladoras de presión, de caudal, válvulas direccionales o distribuidoras, válvulas de bloqueo o válvulas de cierre.

#### 2.3.4 Sistema de Giro

Este sistema permite girar el stacker apoyado en un punto el cual está conectado a una tornamesa del equipo; es en esta tornamesa que el equipo pivotea es decir gira mas no se desplaza.

La estructura con la tornamesa están fijas en una estructura de concreto la estructura soporte giratoria que se apoya en dos llantas

que permitirán ejecutar el giro de todo el apilador, este sistema es accionado por un motor eléctrico independiente del sistema de transporte.



*Figura 2.35 Sistema de giro*  
*Fuente: Autor- Cementos Yura S.A.*

### **2.3.5 Chute de alimentación**

Que es por donde ingresa el material a ser apilado. Este normalmente es de metal recubierto con liners de gran dureza y que Permiten ser intercambiados de acuerdo al desgaste de los mismos, protegiendo de esta manera la carcasa principal del chute.



Figura 2.36 Chute de alimentación

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/superior-industries/apiladoras-radiales-moviles-55694-602067.html>



## CAPITULO III

### DISEÑO DEL TRANSPORTADOR

#### 3.1 ALCANCE DEL DISEÑO

Es evidente que lo primero que debe conocerse al proyectar un equipo que contemple el diseño de una cinta transportadora, son las características del material a transportar. Teniendo en cuenta la gran diversidad de materiales existentes, es por tal razón que se explicara de forma clara y sencilla las principales características de los materiales.

Las características de los materiales son esencialmente determinantes para el diseño del sistema de transporte, puesto que la cinta seleccionada debe cumplir con los requisitos confiables de vida útil para el tipo de material a transportar.

Se debe tener en cuenta las siguientes propiedades para realizar un buen diseño; el peso específico a granel, el tamaño, forma, fluidez, temperatura, abrasividad, corrosividad, adhesividad, etc.

##### 3.1.1 Determinación de la capacidad de transporte

El proyecto contempla el transporte de carbón antracítico cuyo peso específico según informe del área de proyectos de la empresa, tenemos que es  $60 \text{ lb/ pie}^3$ , en promedio, también se tiene el dato del quemador del horno, que aproximadamente consume  $19 \text{ ton/Hr.}$  de acuerdo a la capacidad de producción de la empresa. Es así que

según requerimiento del área almacenamiento del material se requiere la necesidad de un equipo con la capacidad de transporte de 400 TPH.

### 3.1.2 Determinación de la capacidad de transporte

Las consideraciones para el diseño y selección de la faja transportadora y sus implementos es esta tesis se realizaron mediante el método del manual estándar ANSI/CEMA B105.1-2003CEMA.

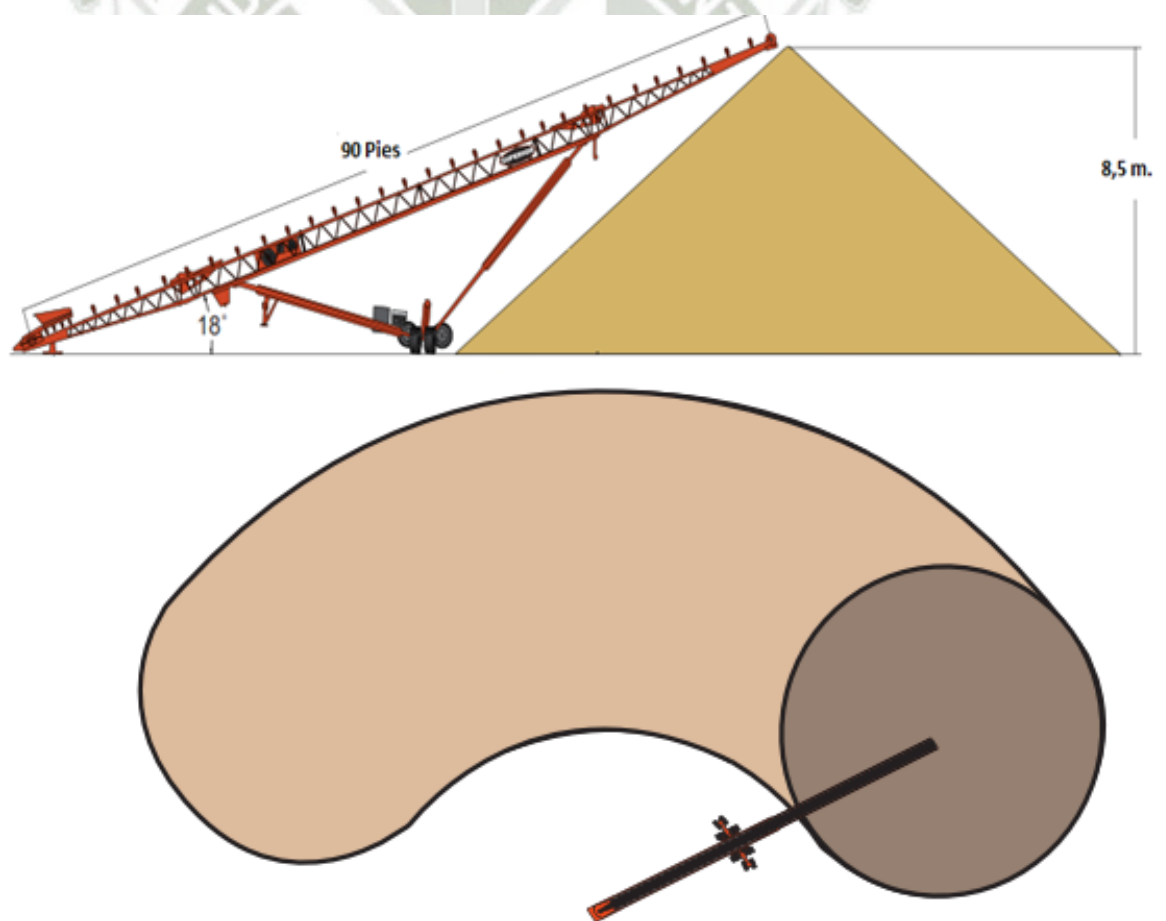


Figura 3.1 Esquema de apilamiento de material

Fuente: [www.superior-ind.com](http://www.superior-ind.com)

### 3.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

El proyecto a desarrollar comprende el diseño, fabricación y montaje de un STACKER RADIAL cuyas características para el sistema de transporte consta de una faja transportadora. (Belt conveyor), cuyas principales características de funcionamiento son:

- Capacidad de transporte: 357 tph (toneladas métricas)
- Material a transportar: carbón mineral antracítico.
- Longitud del stacker: 90 pies (27,43 m)
- Altura mínima stacker: 5.50 m.
- Altura máxima stacker: 8.50 m.

#### 3.2.1 Características del material a transportar

Para determinar las características del material a transportar usamos como guía el manual estándar ANSI/CEMA B105.1-2003 en la tabla 3.3. Para cuyo caso describe lo siguiente. (Anexo 01).

**Tabla 3.1. Características del material y peso por pie cubico**

Material	Peso promedio (Lb. por pie 3)	Angulo de reposo (grados)	Inclinación máxima recomendada	Código
Carbón mineral antracítico	60	35°	18°	B35TY

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

Además de acuerdo al código B35 TY, indicado en la tabla anterior del manual estándar ANSI/CEMA B105.1-2003 donde nos da con más detalle las características del material:

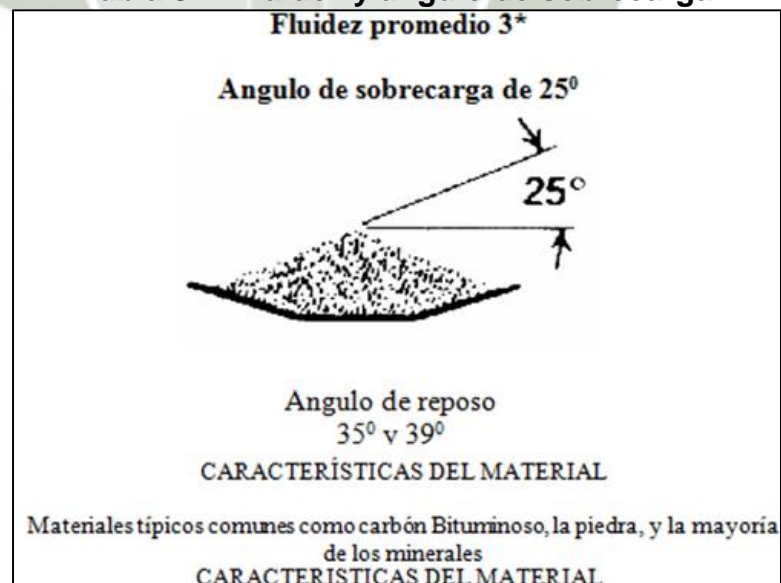
Material: carbón mineral antracítico.

B	→	Fino hasta 1/8"
3	→	Presenta fluidez promedio, ángulo de reposo entre 30° a 39°
5	→	No es abrasivo
T	→	Medio corrosivo
Y	→	Muy liviano y puede dispararse con el viento.

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003 (Anexo 02).

### 3.2.2. Fluidez ángulo de sobrecarga- ángulo de reposo (Anexo 03)

**Tabla 3.2. Fluidez y ángulo de sobrecarga**



Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

### 3.2.3. Velocidad y ancho de faja recomendado

**Tabla 3.3. Velocidad y ancho faja reconocido (Anexo 04)**

Material que se transporta	Velocidad de faja (ppm)	Ancho de la faja (pulgadas)
Hulla, arcilla húmeda, mineral suave, capas de desperdicio, piedra chancada fina.	400	18
	600	24-36
	800	42-60
	1000	72-96

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

De acuerdo a la tabla 4.1 del manual estándar ANSI/CEMA B105.1-2003 (Anexo 04), para un material de carbón antracítico cuyas características ya descritas, se presenta en trazos finos hasta 1/8", con fluidez promedio, ángulo de reposo de 35°, siendo un material no abrasivo, medio corrosivo, se podría trabajar como un mineral suave, para cuyo caso tendrá una velocidad máxima recomendada de 600 pies/min para un ancho de faja de 36".

Por razones que la empresa SHOUGANG HIERO PERU, maneja una política medio ambiental y por la naturaleza de la zona donde corre vientos por estar cercana a zona de mar, se recomienda usar una velocidad menor de 400 pies/min y manteniendo el ancho de la banda en 36" para de esta manera contrarrestar la posible emisión de polvo de carbón.

Entonces nuestro sistema de transporte se diseña con una velocidad de 400 pies/min y un ancho de faja 36”.

### 3.2.4. Capacidad de transporte de la faja

$$\text{Capacidad de transporte} = \frac{TPH * 2000}{\text{densidad de material}}$$

$$\text{Capacidad de transporte} = \frac{400 TPH * 2000}{60 \text{ Lb/pie}^3}$$

$$\text{Capacidad de transporte} = 13333.33 \text{ pie}^3/\text{hora}$$

### 3.2.5 Capacidad equivalente de la faja

Para convertir a una capacidad equivalente a una velocidad de faja de 100 ppm (pies por minuto).

$$\text{Capacidad Equivalente} = \frac{\text{Capacidad de Transporte}}{V. \text{ recomendada de la Faja}} * 100 \text{ ppm}$$

$$\text{Capacidad Equivalente} = \frac{13333.33 \frac{\text{pie}^3}{\text{Hr}}}{400 \text{ ppm}} * 100 \text{ ppm}$$

$$\text{Capacidad Equivalente} = 3333.33 \frac{\text{pie}^3}{\text{Hr}}$$

Esta capacidad deberá ser afectada por un factor de corrección que considera la inclinación del equipo transportador el cual tendrá los siguientes valores

**Tabla 3.4. Factor de corrección**

Angulo	Factor de corrección
2	1
4	0.99
6	0.98
8	0.97
10	0.95
12	0.93
14	0.91
16	0.89
18	0.85
20	0.78
22	0.76
24	0.71

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

Para nuestro caso trabajamos un factor de 0.78 dado que el ángulo de inclinación del STACKER podría llegar hasta 20<sup>a</sup> en la condición de transporte más desfavorable.

$$\text{Capacidad Equivalente} = \frac{3333.33 \text{ pie}^3}{0.78 \text{ hr}}$$

$$\text{Capacidad Equivalente} = 4273.5 \text{ pie}^3/\text{hr}$$

### 3.2.6 Ancho de faja según la capacidad equivalente

Comparando con la tabla 4.2. del Cema, se puede observar que la capacidad aparente en 100 ppm, para una faja de 36", abarquillada a 20° con un ángulo de sobrecarga de 25°, que es recomendable para el material que vamos a transportar ,según la tabla nos da.

**Tabla 3.5. Faja abarquillada a 20° (Anexo 05)**

Ancho de la faja (Pulg.)	Capacidad en 100 ppm (pies <sup>3</sup> /hr)
	Angulo sobrecarga 25°
36	5196

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

Dado este valor se cumplirá que el ancho de la faja es recomendable para la capacidad de transporte requerido es decir 36 pulgadas de ancho.

Para nuestro caso y teniendo en cuenta la experiencia en campo, en el cual se puede demostrar que los polines con abarquillamiento de 20° grados funcionan mejor en la recepción de la carga, y es por eso que usaremos polines de impacto de 20° al inicio de la faja , y a lo largo dela faja usaremos polines con abarquillamiento de 35° para asegurar menor la probabilidad de polución al momento de trasladar nuestro material , para lo cual se puede verificar que con este abarquillamiento también se cumple con la capacidad requerida que es de 4273,50 pies<sup>3</sup>/hr. Comparado con 6364 pies<sup>3</sup>/hr.

**Tabla 3.6. Faja abarquillada a 35° (Anexo 05)**

Ancho de la faja (Pulg.)	Capacidad en 100 ppm (pies <sup>3</sup> /hr)
	Angulo sobrecarga 25°
36	6364

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

Entonces comparado con la capacidad de la faja se tendrá que:

$$Velocidad\ Equivalente = \frac{Capacidad\ Transporte}{Capacidad\ en\ 100\ ppm} \times 100\ ppm$$

$$Velocidad\ Equivalente = \frac{13333.33\ pie^3/hr}{6364\ pie^3/hr} \times 100\ ppm$$

$$velocidad\ Equivalente = 209.51\ ppm = 1.06\ m/seg$$

Con los resultados y para nuestro proyecto se tendremos los siguientes parámetros:

<b>Material</b>	<b>Carbón antracítico</b>
<b>Código material</b>	B 35 TY
<b>Peso material</b>	60 lb/ pies <sup>3</sup>
<b>Ancho de la foja</b>	36 pulgadas
<b>Velocidad de la foja</b>	1.06 m/s
<b>Angulo de sobrecarga abarquillado</b>	25°
	35°

### 3.3. SELECCIÓN DE RODILLOS

Para la adecuada selección de rodillos se debe tener en cuenta la capacidad de transporte y protección de la cinta, ya que la fuerza de fricción del polín influye directamente en la tensión de la faja.

Para la selección del rodillo se tendrá en cuenta la tabla 5 -1 del manual CEMA, en la cual se entrara con la densidad del material a transportar.

**Tabla 3.7. Clasificación rodillo (Anexo 06)**

Clasificación	Número de serie de la matriz	Diámetro del rodillo (pulgadas)	Descripción
A4	I	4	Servicio liviano
A5	I	5	“ ”
B4	II	4	“ ”
B5	II	5	“ ”
C4	III	4	Servicio medio
C5	III	5	“ ”
C6	IV	6	“ ”
D5	NA	5	“ ”
D6	NA	6	“ ”
E6	V	6	Servicio pesado
E7	VI	7	“ ”

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

- Carga liviana : 30 – 74 lb/ pies<sup>3</sup>
- Carga mediana : 75 – 129 lb/ pies<sup>3</sup>
- Carga pesada : 130 – 200 lb/ pies<sup>3</sup>

Para nuestro caso tenemos carbón atractivo a 60 lb/ pies<sup>3</sup>, por lo que se seleccionaremos:

<b>Clasificación</b>	<b>Número de la serie de la matriz</b>	<b>Diámetro del rodillo (pulgadas)</b>	<b>Descripción</b>
B5	II	5	Carga liviana

Luego para la selección de rodillos tenemos que tener la carga real del rodillo (IL).

$$IL = (W_b + W_m) Si$$

Dónde:

$W_b$  = Peso de la faja (lbs por pie)

De la tabla 6.1 CEMA (Anexo 07), tenemos que para una faja de ancho 36" y material de 60 Lb/pie<sup>3</sup> se tiene:

$$W_b = 9 \text{ Lb/pie}$$

$W_m$  = Peso del material por unidad de longitud

De acuerdo a la fórmula del manual CEMA, tenemos:

$$W_m = \frac{2000 \times Q}{60 \times V}$$

Dónde:

Q = Capacidad de transporte en ton corta /hora

V = Velocidad actual de la faja

$$W_m = \frac{2000 \times 400}{60 \times 209.51}$$

$$W_m = 63.64 \text{ lb/pie}$$

Si = Espaciamiento del rodillo (pie)

De la tabla 5-2 del CEMA (Anexo 08)

**Tabla 3.8 Espaciamiento para rodillos**

Ancho de la faja (pulgada)	Rodillos Abarquillados		Rodillos de retorno
	Peso del material maniobrado lb/ pies <sup>3</sup>		
	50	75	
36"	4.5 Ft	4.0 Ft	10.0 Ft

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

Entrando con el ancho de la faja de 36" y con el peso del material de 60 lb/ pies tenemos y seleccionamos un espaciamiento de 4.0 ft.

$$S_i = 4.0 \text{ pies}$$

Además se puede ver que para los rodillos de retorno usaremos un espaciamiento de 10.0 pies.

**Tabla 3.9 Espaciamiento para rodillos de retorno**

Belt Width (Inches)	Troughing idlers Weight of material handled, lbs per cu ft						Return Idlers
	30	50	75	100	150	200	
18	5.5 ft	5.0 ft	5.0 ft	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	10.0 ft
24	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	4.0 ft	10.0 ft
30	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	4.0 ft	10.0 ft
36	5.0 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	10.0 ft
42	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
48	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
54	4.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
60	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
72	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.5 ft	8.0 ft
84	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.5 ft	2.0 ft	8.0 ft
96	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.0 ft	2.0 ft	8.0 ft

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

### Reemplazando la formula.

Entonces:

$$IL = (W_b + W_m)S_i$$

$$IL = \left( 9 \frac{lb}{pie} + 63.64 \frac{lb}{pies} \right) \times 4.0 \text{ pies}$$

$$IL = 290.56 \text{ lb}$$

#### 3.3.1 Carga ajustada al rodillo (AL)

$$AL = IL * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

Donde:

IL= Carga real del rodillo

K<sub>1</sub>= Factor de ajuste por tamaño de trozo

K<sub>2</sub>= Factor de medio ambiente y de mantenimiento

K<sub>3</sub>= Factor de servicio

K<sub>4</sub>= Factor de corrección de la velocidad de la faja

Del manual CEMA entramos a tablas

##### 3.3.1.1 Factor de ajuste por tamaño de trazo

K<sub>1</sub>= de la tabla 5.9 (Anexo 09), generalmente es 1 para nuestro caso tenemos que el material a transportar es prácticamente partículas menores a 1/8 “por lo que según tabla.

$$K_1 = 1$$

### 3.3.1.2 Factor de medio ambiente y mantenimiento

$K_2$ = de la tabla 5.5 (Anexo 09) CEMA consideramos un mantenimiento promedio moderado.

Condiciones Ambientales	Mantenimiento
	Promedio
Sucio	1.10

$$K_2 = 1.10$$

### 3.3.1.3 Factor de servicio

$K_3$ = de la tabla 5.6 (Anexo 09) CEMA consideramos una operación diaria de más de 16 horas al día, por lo que tenemos.

$$K_3 = 1.20$$

### 3.3.1.4 Factor de corrección de velocidad de faja ( $K_4$ )

$K_4$ = de la tabla 5.7 (Anexo 09) CEMA

$$K_4 = 0.85$$

Remplazando al formula:

$$AL = IL * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

$$AL = 290.56 * 1 * 1.10 * 1.20 * 0.85$$

$$AL = 326.00 \text{ lb}$$

Con la fuerza del rodillo, comparado con la tabla 5-9 (Anexo 09)

CEMA se verifica que la capacidad del rodillo.

**Valor de carga para rodillo CEMA B, Lb**

Ancho de la faja (pulgada)	Angulo de Abarquillamiento	Retorno
	35°	
36"	410	155

**SELECCIÓN DE RODILLOS CEMA B**

(Anexo 10)

**Tabla 3.10 Cantidad y tipos de rodillos seleccionados**

Cant.	Tipo de Rodillo de 5"	Código
20	Rodillo de Carga Triple 35°	B5003-36
4	Rodillo de Impacto con 35°	B5203-36
2	Rodillo de Carga Autoalineante 35°	B5603-36
8	Rodillos de Retorno	B5400-36
2	Rodillos de Retorno Autoalineante 35°	B5620-36

### 3.4 CALCULO DE LA TENSION EFECTIVA

Para determinar la tensión efectiva es necesario identificar y evaluar cada una de las fuerzas individuales actúa en la faja transportada y que contribuyen a la tensión requerida para el accionamiento de la faja mediante la polea motriz.  $T_e$ , es la sumatoria final de las tensiones de la faja producidas por las fuerzas tales como:

- a) La carga gravitatoria para elevar o bajar el material a transportar.
- b) La fuerza de fricción de los componentes del transportador, transmisión y todos los accesorios, cuando se opera a la capacidad de diseño.
- c) La fuerza de fricción del material cuando se transporta.
- d) La fuerza requerida para acelerar continuamente al material que se carga al transportador desde un chute o alimentador.

#### 3.4.1 Cálculo de la tensión efectiva

$$T_e = T_x + T_{yb} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac}$$

Siendo:

##### 3.4.1.1 Tensión resultante de la fricción de los rodillos de transporte y de retorno, en $L_b$ ( $T_x$ ).

$$T_x = L * K_x * K_t$$

Donde:

- a)  $K_t$ = Factor de corrección de la temperatura ambiental.

- b)  $K_x$ =Factor usado para calcular la fuerza de fricción de los rodillos y la resistencia al deslizamiento entre la faja y los rodillos, en Lb/pie.

$$K_x = 0.00068 (W_b + W_m) + \frac{A_i}{S_i}$$

Donde:

$A_i$  = Tensión de la faja a fuerza requerida para superar la fuerza de fricción y la rotación de los rodillos, en Lb.

$A_i$  = 1.8. lb. Para rodillos de 5" de diámetro. (Anexo 11)

Tenemos:

$$W_b = 9 \text{ Lb /pie}$$

$$W_m = 63.64 \text{ Lb/pie}$$

$$S_i = 4.0 \text{ pies}$$

Reemplazando en la formula

$$K_x = 0.00068 (w_b + w_m) + \frac{A_i}{S_i}$$

$$K_x = 0.00068 \left( 9 \frac{\text{Lb}}{\text{pie}} + 63,64 \text{ Lb/pie} \right) + \frac{1.8 \text{ Lb}}{4.0 \text{ pies}}$$

$$K_x = 0.49 \text{ Lb/pie}$$

Entonces la tensión por fricción  $T_x$  es:

$$T_x = L_x K_x \times K_t$$

$$T_x = 90 \text{ pie} \times 0.49 \text{ Lb/pie} \times 1$$

$$T_x = 44.1 \text{ Lbs.}$$

### 3.4.1.2 Tensión de la faja a la flexión cuando se mueve sobre los rodillos en libras ( $T_{yb}$ )

$$T_{yb} = T_{yc} + T_{yr}$$

Siendo:

$T_{yc}$  = Tensión en los rodillos transporte

$T_{yr}$  = Tensión en los rodillos de retorno

Calculando

a)  $T_{yc} = L * K_y * W_b * K_t$

Siendo:

L: Longitud de Faja = 90 pie

$W_b$ : Peso de la faja = 9Lb/pie

$K_t$ : Factor de corrección de temperatura ambiental =1

$K_y$ : Factor de flexión (Anexo 12)

De las tablas del anexo 11, entrando con  $W_n + W_b$  y una longitud de 90 pies a una pendiente de 20° tenemos:

$$W_m + W_b = 63.64 \frac{Lb}{pie} + 9.0 \frac{Lb}{pie}$$

$$W_m + W_b = 72.64 \frac{Lb}{pie}$$

Interpolando términos

$$K_y = 0.02423$$

Reemplazando

$$T_{yc} = L * K_y * W_b * K_t$$

$$T_{yc} = 90 * 0.02423 * 9 * 1$$

$$T_{yc} = 19.63 \text{ Lb}$$

**b)  $T_{yr} = Lx 0.015 x Wb x Kt$**

$$T_{yr} = 90 \text{ pies} * 0.015 * 9 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} * 1$$

$$T_{yr} = 12.15 \text{ Lb}$$

Reemplazado en formula

$$T_{yb} = T_{yc} + T_{yr}$$

$$T_{yb} = 19.63 \text{ lb} + 12.15 \text{ lb}$$

$$T_{yb} = 31.78 \text{ lb}$$

### 3.4.1.3 Resistencia o tensión del material a la flexión cuando la faja corre sobre los rodillos de transporte ( $T_{ym}$ )

$$T_{ym} = L * K_y * W_m$$

Para nosotros

L: Longitud de faja = 90 pies

$W_m$  : Peso de material x unidad de long. = 63.64 Lb/pie

$K_y$  : Factor de flexión = 0.024

$$T_{ym} = L * K_y * W_m$$

$$T_{ym} = (90 \text{ pies}) (0.024) \left( 63.64 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \right)$$

$$T_{ym} = 137.46 \text{ lb}$$

#### 3.4.1.4 Tensión de la fuerza necesaria para evaluar o bajar el material en Lb (T<sub>m</sub>)

$$T_m = \pm H * W_m$$

Donde:

H: altura = 30.7818 pies

W<sub>m</sub> = peso = 63.64 Lb/pie

$$T_m = \pm H * W_m$$

$$T_m = 30.7818 \text{ pies} * 63.64 \text{ lb/pie}$$

$$T_m = 1958.95 \text{ lb}$$

#### 3.4.1.5 Tensión para elevar o Bajar la faja en Lb (T<sub>b</sub>)

$$T_b = \pm H * W_b$$

$$T_b = 30.781 * 9$$

$$T_b = 277.029 \text{ lb}$$

### 3.4.1.6. Resistencia de la faja a la flexión alrededor de las poleas y la resistencia de las poleas a la rotación sobre sus rodamientos, en $L_b$ ( $T_p$ )

**Tabla 3.11**

**Tensión de la Faja al Rodamiento de las Poleas**

Ubicación de la polea	Angulo de arrollamiento	Libras de tensión en la línea de la faja
Lado tenso	150° a 240°	200 lbs por polea
Lado flojo	150° a 240°	200 lbs por polea
Cualquier otra polea	Menor de 150°	200 lbs por polea

Nota: Doble los valores encima considerados para ejes de polea que no operan en rodamientos anti-fricción.

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

Para el proyecto tendremos la resistencia de la polea de cola, la cual ofrecería resistencia inicial al desplazamiento.

$$T_p = 200 \text{ lb}$$

### 3.4.1.7 Tensión de aceleración del material ( $T_{am}$ )

Esta tensión es la resultante de la fuerza de acelerar el material continuamente mientras es alimentada la faja

$$T_{am} = \frac{Q \times 200}{3600 \times 32.2} * \frac{(V - V_0)}{60}$$

Donde:

$V$  = Velocidad de diseño e la faja (pie/seg)

$V_0$  = Velocidad de alimentación inicial del material como cae en la faja (pie/seg)

$M$  = masa del material

$W$  = peso al material

De la configuración de nuestro proyecto, el stacker siempre va instalado a continuación de un sistema de soporte de velocidad similar a la de nuestro diseño, por lo cual la velocidad  $V_0$  será igual a  $V$  por lo tanto:

$$T_{am} = 0$$

### 3.4.1.8 Tensión generada por los accesorios en $L_b$ ( $T_{ac}$ )

Es la resultante generada por los accesorios del transportador tales como los volteadores, apiladores desviadores, equipo de limpieza de la faja y los faldones.

$$T_{ac} = T_{tr} + T_{bc} + T_{sb} + T_{pL}$$

Siendo:

**a)**  $T_{tr}$ : Tensión de los volteadores y apiladores, para nuestro caso no se tiene volteadores en el STACKER, por lo tanto:

$$T_{tr} = 0$$

**b)**  $T_{bc}$ : Tensión en los dispositivos de limpieza de acuerdo a la recomendación del CEMA tomaremos 5 libras por pulgada de ancho de contacto del rascador.

$$T_{bc} = 5 \text{ lb/pulg} \times 36 \text{ pulg}$$

$$T_{bc} = 180 \text{ lb}$$

c)  $T_{sb}$ : Tensión por fricción de los faldones

$$T_{sb} = L_b * (C_s h_s^2 + 6)$$

Donde:

- $L_b$ : Longitud de un faldón en pies.

Según recomendación del manual CEMA redondear la longitud de los faldones y considerar una regla de 3 simple teniendo en cuenta 2 pies. Por cada 100 ppm

$$\frac{2 \text{ pies}}{100 \text{ ppm}} = \frac{L_b}{\text{velocidad equivalente}}$$

$$\frac{2 \text{ pies}}{100 \text{ ppm}} = \frac{L_b}{209.51 \text{ ppm}}$$

$$L_b = 5 \text{ pies Redondeado al superior}$$

- $C_s$ : Factor de fricción del faldón con el material

Se busca en tabla 6 - 7 CEMA (Anexo 13)

Material	Factor $C_s$
Carbón antracítico	0.538

$$C_s = 0.538$$

- $H_s$  : Profundidad del material en contacto

Por formula del CEMA, se considera el 10% del ancho de la faja.

$$h_s = 0.1 * 36 \text{ pulg}$$

$$h_s = 3.6 \text{ pulg}$$

Reemplazando en la formula

$$T_{sb} = L_b * (C_s h_s^2 + 6)$$

$$T_{sb} = 5 \text{ pies} * (0.538 * 3.6^2 + 6)$$

$$T_{sb} = 51.00 \text{ lb}$$

**d)**  $T_{pl}$ : Tensión de los desviadores de la faja, para nuestro caso el STACKER no cuenta con dichos elementos por lo tanto.

$$T_{pl} = 0$$

Reemplazando en la fórmula de tensión por accesorios tenemos:

$$T_{ac} = T_{tr} + T_{bc} + T_{sb} + T_{pl}$$

$$T_{ac} = 0 + 180 \text{ lb} + 51.00 \text{ lb} + 0$$

$$T_{ac} = 231.00 \text{ lb}$$

Reemplazando en la fórmula de tensión efectiva  
tenemos:

$$T_e = T_x + T_{yb} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac}$$

$$T_e = 44.1lb + 31.78lb + 137.46lb + 1958.95lb + 200lb + 0 + 231lb$$

$$T_e = 2603.29 lb$$

### 3.4.2 Tensión en el punto de mínima tensión ( $T_0$ )

Por definición y recomendación del manual CEMA, de la tabla 6-10  
se tiene:

**Tabla 3.12**

**Porcentajes de flecha recomendados para varias condiciones de  
carga total.**

Angulo del rodillo abarquillado	Material		
	Todos los finos	One-half the maximum lump size*	Maximum lump size*
20°	3%	3%	3%
35°	3%	2%	2%
45°	3%	2%	1 ½ %

Para 3% de flecha:

$$T_0 = 4.2 S_i(W_b + W_m)$$

$$T_0 = 4.2 * 4.0 \text{ pies} * 9 \frac{lb}{pie} + 63.64 \frac{lb}{pie}$$

$$T_0 = 1220.35 lb$$

### 3.4.3 Tensión en el lado flojo de la polea (T<sub>2</sub>)

Para determinar la tensión en el lado flojo de la polea tenemos:

$$T_2 = C_w * T_e \qquad T_2 = T_0 \pm T_b \pm T_{yr}$$

Donde:

T<sub>e</sub>: Tensión efectiva

C<sub>w</sub>: Factor arrollamiento ( Anexo 14 )

Tipo de Polea Motriz	Arrollamiento	Tensor Manual
		Polea Recubierta
Simple con polea de reenvío	210°	0,7

$$C_w = 0.7$$

Reemplazando tenemos:

$$T_2 = C_w * T_e \qquad T_2 = T_0 \pm T_b \pm T_{yr}$$

$$T_2 = 0.7 * 2603.29lb \qquad T_2 = 1220.35lb + 277.02 - 12.15lb$$

$$T_2 = 1822.303 lb \qquad T_2 = 1485.22 lb$$

Se usara la de mayor tensión:

$$T_2 = 1822.30 lb$$

### 3.4.4 Tensión en el lado tenso

$$T_1 = T_e + T_2$$

$$T_1 = 2603.29 \text{ lb} + 1822.30 \text{ lb}$$

$$T_1 = 4425.59 \text{ lb}$$

### 3.4.5 Tensión de arranque

$$T_{\text{arranque}} = 2 (T_e - T_m) + T_m + T_2$$

$$T_{\text{arranque}} = 2 (2603.29 \text{ lb} - 1958.95 \text{ lb}) + 1958.95 \text{ lb} + 1822.30 \text{ lb}$$

$$T_{\text{arranque}} = 5069.93 \text{ lb}$$

### RESUMIENDO

$T_e = 2603.29 \text{ Lb}$  (Tensión efectiva)

$T_o = 1220.36 \text{ Lb}$  (Fuerza en el punto de mínima tensión)

$T_2 = 1822.30 \text{ Lb}$  (Tensión lado flojo polea)

$T_1 = 4425.59 \text{ Lb}$  (Tensión lado tenso)

$T_{\text{arranque}} = 5069.93 \text{ Lb}$  (Tensión de arranque)

### 3.5 CALCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR

#### 3.5.1 Calculo de la potencia de la faja

La potencia requerida, en el accionamiento de la faja transportadora, se deduce de las libras de la tensión efectiva ( $T_e$ ) requerida en la polea matriz para impulsar o frenar el transportador cargado a la velocidad del diseño de la faja.

$$\text{Potencia de faja} = \frac{T_e \times V}{3300}$$

$$\text{Potencia de faja} = \frac{2603.29 \text{ Lb} \times 209.51 \text{ ppm}}{33000}$$

$$\text{Potencia de faja} = 16.48 \text{ Hp}$$

#### 3.5.2 Calculo de la potencia de la polea motriz:

$$P = \frac{200 \times V}{33000}$$

$$P = \frac{(200) (209.51)}{33000}$$

$$P = 1.27 \text{ Hp}$$

#### 3.5.3 Potencia en el eje del motor

$$P = (\text{HP de la faja} + \text{HP polea}) * 5\% \text{ perdidadas del reductor}$$

$$P = (16.48 \text{ HP} + 1.27 \text{ HP}) * 1.05$$

$$P = 21.97 \text{ HP}$$

Para la potencia de diseño del motor se deberá considerar algunas eficiencias en los sistemas de apoyo o rodamientos para lo cual consideramos 0.97; la eficiencia propia del motor por derrateo debido a la altura de trabajo consideramos 0.95 con lo cual tenemos:

$$H_p = 21.97 H_p / (0.97 \times 0.95)$$

$$H_p = 23.84 H_p \approx 17.48 \text{ kW}$$

### 3.6 SELECCIÓN DEL MOTOR

Para la una adecuada selección de un motor también es necesario calcular la velocidad de giro de la polea, para la cual tendremos:

$$N = V / 2\pi r$$

$$N = \frac{209.51 \times 12 \text{ pulg} / \text{min}}{2\pi \left(\frac{20}{2}\right) \text{ pulg}}$$

$$N = 40.01 \text{ RPM}$$

También se requiere determinar el torque de arranque necesario del motor.

$$T = T_{\text{efectiva}} * \frac{D_{\text{polea}}}{2}$$

$$T = 2603.39 \text{ lb} * \frac{20}{2} \text{ pulg}$$

$$T = 26033.9 \text{ lb} - \text{pulg}$$

$$T = 2941.463 \text{ N} - \text{m}$$

Con los datos de potencia 17.43 KW, velocidad de 40.01 RPM y torque de arranque 2941.463 N-m; entramos al catálogo de la empresa SEW, (anexo 15), seleccionamos el motor R137 DV 180M4 con un peso de 370 kg, el cual tiene las siguientes características.

$$N = 59 \text{ RPM}$$

$$T = 2972 \text{ N-m}$$

$$P = 18.5 \text{ Kw}$$

### 3.7 SELECCIÓN DE LA FAJA

Para la selección de la faja tendremos en consideración las siguientes tensiones:

#### 3.7.1 Tensión de la faja ( $T_f$ )

$$T_f = \frac{T_1}{\text{ancho de faja}}$$

$$T_f = \frac{4425.59 \text{ Lb}}{36 \text{ pulg.}}$$

$$T_f = 122.93 \frac{\text{Lb}}{\text{Pulg}}$$

#### 3.7.2 Selección de la calidad de la cubierta de la faja

De la tabla 7-1 del CEMA (Anexo 16).

**Tabla 3.13 Calidad de la cubierta de la faja**

Grado de la Cubierta	Ventajas principales			Aplicaciones generales
	Resistencia al corte e impacto	Resistencia a la abrasión	Resistencia al aceite	
Servicio General				
Grado 2	Bueno	Excelente	No recomendado	Materiales clasificadores con acción cortante limitada, principalmente abrasión para operaciones de servicio pesado.

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

### 3.7.3 Tipo de faja

Según cuadro 7.2 ANSI/CEMA B105.1-2003 (Anexo 17).

**Tabla 3.14 Tipo de Faja**

Identificación del tejido	Valor de tensión, Lb por pulgada por pliegue Empalme vulcanizado normal
Pliegue múltiple 90	90

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

$$T_{faja\ pliegue\ múltiple} = 90 \frac{Lb}{Pulg.}$$

### 3.7.4 Números de pliegues

$$Número\ de\ pliegues = \frac{T_f}{T_{faja\ pliegue\ multiple}}$$

$$Número\ de\ pliegues = \frac{122.93 \frac{Lb}{pulg}}{60 \frac{Lb}{pulg}}$$

$$Número\ de\ pliegues = 2.04 \Rightarrow 3\ pliegues.$$

### 3.7.4.1 Máximo número de pliegues

Del cuadro 7-4 CEMA (Anexo 18).

Tenemos:

**Tabla 3.15 Máximo número de pliegues**

Ancho de faja (pulgada)	Angulo del rodillo	MP 90
		MP 120
36	35°	6

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

Máximo número de pliegues = 6 pliegues.

### 3.7.4.2 Mínimo número de pliegues

Del cuadro 7-9 CEMA (Anexo 19)

Tenemos:

**Tabla 3.16 Mínimo número de pliegues**

Ancho de Faja	Material 50-74 PCF
	Designación MP
36"	90
	5

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

Mínimo número de pliegues = 5 pliegues.

### **3.7.5 Espesor mínimo recomendado para la cubierta superior para condiciones normales**

De la tabla 7-13 ANSI/CEMA B105.1-2003 (Anexo 20)

Seleccionamos:

Material: fino abrasivo → 1/8 a 3/16 de espesor para la cubierta superior.

### **3.7.6 Espesor mínimo recomendado para la cubierta inferior**

De la tabla 7-14 CEMA (Anexo 20)

Seleccionamos

Material abrasivo → 1/16 pulg. De espesor para cubierta inferior.

### **RESUMIENDO CARACTERÍSTICAS DE FAJA.**

- Ancho faja = 36 pulg.
- Cantidad pliegues = 5 pliegues
- Clase de tejido = MP 90

### **SELECCIÓN DE FAJA (Anexo 21)**

Serie = 110

Tipo = PLYLON 550

Ancho = 36 pulg.

Longitud = 63 m

### 3.8 SELECCIÓN DE LA POLEA MOTRIZ

#### 3.8.1 Porcentaje de tensión

$$\% = \frac{T_f}{M_p \times \text{número de pliegues}}$$

$$\% = \frac{122.93 \frac{Lb}{pulg.}}{60 \frac{Lb}{pulg} \times 5 \text{ pliegues}}$$

$$\% = 0.4097 = 40.97\%$$

#### 3.8.2 Diámetro mínimo de polea

Con el valor del ítem anterior entramos a la tabla 7-6 CEMA (Anexo 22)

Tenemos:

**Tabla 3.17 Diámetro mínimo de polea**

Número de pliegues	MP 60, 70, 90, 120
	% de tensión
5	40 a 60
	24

Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

Diámetro mínimo de polea = 24 pulg.

#### 3.8.3 Ancho de superficie de polea y claros de faja recomendados

De la tabla 7-8 de CEMA (Anexo 22), se tiene:

**Tabla 3.18 Ancho de superficie de polea y claros de faja**

Ancho de Faja transportadora b (pulg)	Anchos de Superficie de Polea Pf (pulg)	Distancia entre Placas del Chute de Descarga (pulg)	Claro de la Faja de Retorno Mínimo a cada lado (pulg)*
42 y menor	b + 2	p <sub>F</sub> + 3	2 ½

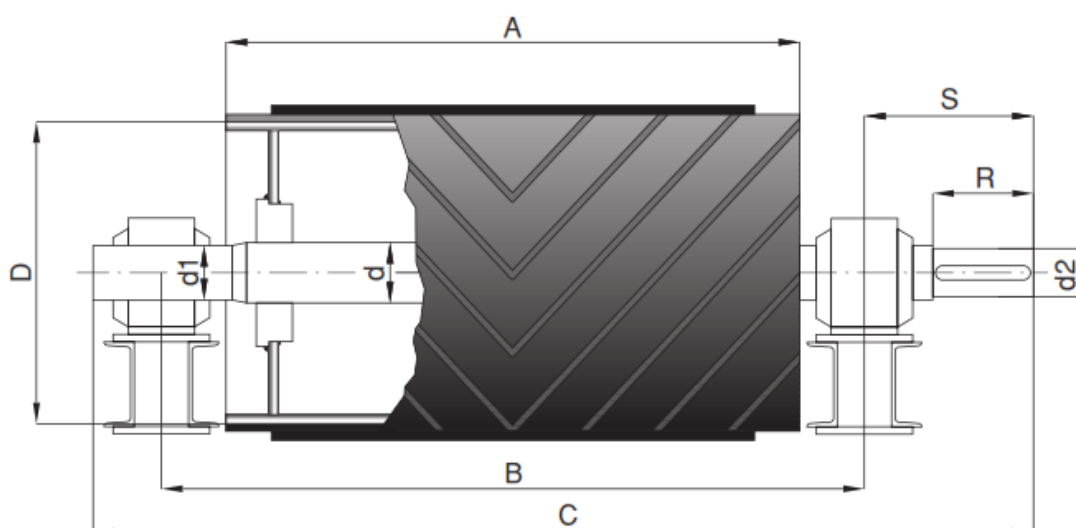
Fuente: ANSI/CEMA B105.1-2003

## SELECCIÓN DE POLEAS

**Tabla 3.19 Poleas seleccionadas (Anexo 23)**

CANT.	TIPO DE POLEA	DIAMETRO	D	A	B	CODIGO
01	Polea de Cabeza	30"	800	950	1215	SNL-522
01	Polea de Cola	24"	630	950	1215	SNL-522
01	Tensor de Cola	-				TTP12-31516

Fuente: Autor



*Figura 3.2 Dimensiones de las poleas*

Fuente: Catalogo ROTRANS

### 3.9 SELECCIÓN DE CHUMACERAS Y RODAMIENTO

A continuación se muestra un esquema con los datos de diseño y selección de las poleas.

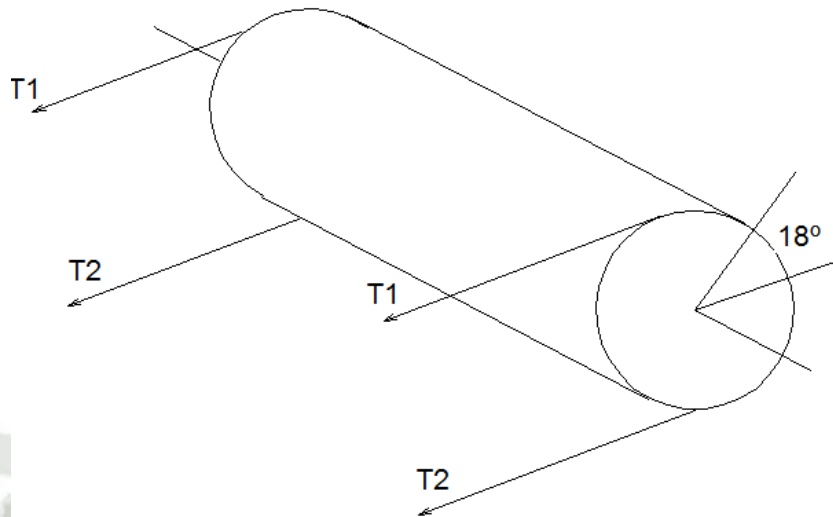


Figura 3.3 Diagrama de tensiones en la poleas

Fuente: Autor

$$T1 = 2212.79 \text{ lb} = 9842.98 \text{ N}$$

$$T2 = 911.15 \text{ lb} = 4053.00 \text{ N}$$

$$\text{Diametro} = 30 \text{ pulg} = 508 \text{ mm}$$

#### 3.9.1 Fuerza vertical (Fv)

$$Fv = T1 * \text{sen}\alpha + T2 * \text{sen}\alpha$$

$$Fv = 2212.79 \text{ N} * \text{sen } 18^\circ + 911.15 \text{ N} * \text{sen } 18^\circ$$

$$Fv = 965.35 \text{ N}$$

#### 3.9.2 Fuerza horizontal (Fh)

$$Fh = T1 * \text{cos}\alpha + T2 * \text{cos}\alpha$$

$$Fh = 2212.79 \text{ N} * \text{cos } 18^\circ + 911.15 \text{ N} * \text{cos } 18^\circ$$

$$Fh = 2971.04 \text{ N}$$

Determinar la resultante de las fuerzas que actúan en la polea:

$$R_{r1} = \sqrt{(965.35)^2 + (2971.04)^2}$$

$$R_{r1} = 3123.93 \text{ N}$$

$$R_{r2} = \sqrt{(965.35)^2 + (2971.04)^2}$$

$$R_{r2} = 3123.93 \text{ N}$$

Seleccionamos previamente el rodamiento: **61920** del (anexo 24). Del cual tenemos las siguientes capacidades de carga:

- Capacidad de carga dinámica

$$C = 42300 \text{ N}$$

- Capacidad de carga estática

$$C_0 = 41000 \text{ N}$$

### 3.9.3 Carga equivalente en el rodamiento (P)

La carga equivalente en los rodamientos lo calculamos a partir de:

$$P = X Fr + Y Fa$$

Donde:

$P$ : Carga equivalente (N),

$Fr$ : Carga radial (N) = 3123.93 N

$Fa$ : Carga axial (N) = 0

$X$ : Factor de carga radial = 1

$Y$ : Factor de carga axial

Reemplazando en la formula

$$P = 1 * 3123.93 N + 0$$

$$P = 3123.93 N$$

### 3.9.4 Comprobación de la capacidad de carga del rodamiento

$$F_h = F_n * \frac{C}{P}$$

Donde:

P: Carga equivalente (N),

F<sub>n</sub>: Factor de vida de fatiga = 3.30

F<sub>v</sub>: Factor de velocidad = 0.822

C: Capacidad de carga

Con la velocidad de 59 rpm y un tiempo de vida del rodamiento de 18000 horas, tenemos valores de F<sub>n</sub> y F<sub>v</sub>, (anexo 25).

$$F_h = F_n * \frac{C}{P}$$

$$3.30 = 0.822 * \frac{C}{3123.93 N}$$

$$C = 12 541.32 N$$

$$12 541.32 N \leq 42 300.00 N \dots \dots \dots OK$$

### RESUMIENDO

Rodamiento de Bolas: Código 61920 (anexo 24)

Chumacera de cabeza y cola: Código SNL 522TA (anexo 26)

### 3.10 SELECCIÓN DE ACOPLAMIENTO

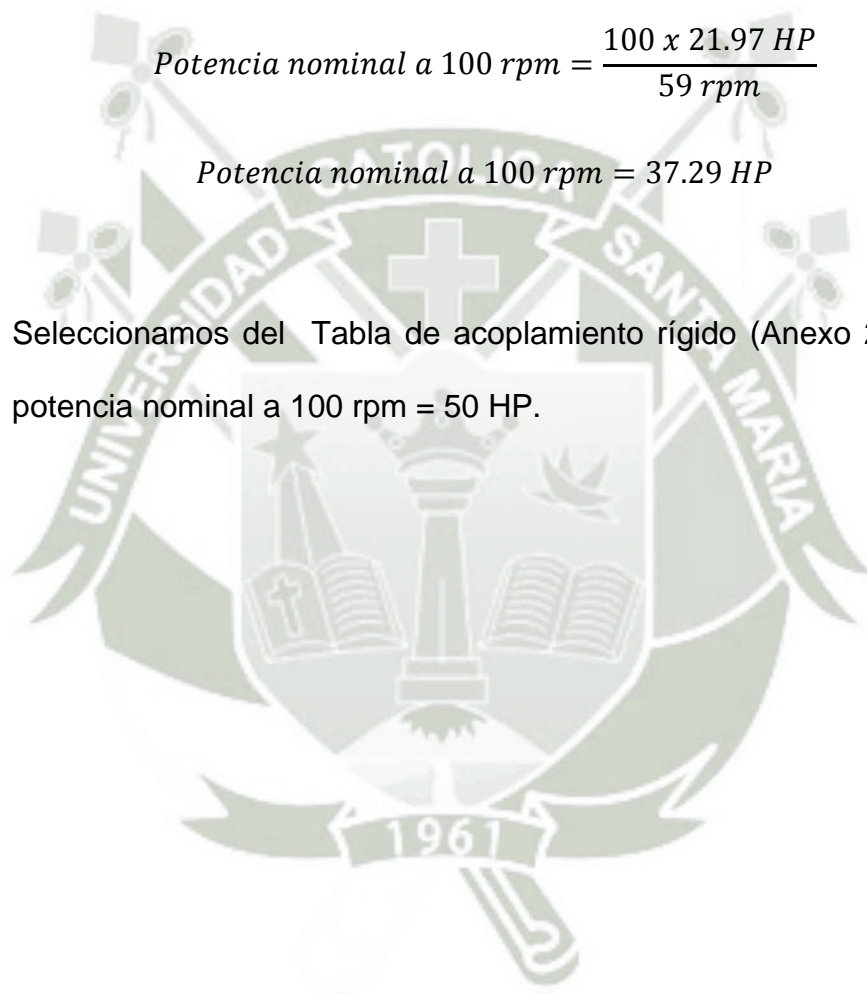
En este ítem seleccionaremos el acoplamiento, el cual unir el eje de la polea tanto motriz con el eje del motor

$$\text{Potencia nominal a } 100 \text{ rpm} = \frac{100 \times \text{potencia aplicada (HP)}}{\text{rpm aplicada}}$$

$$\text{Potencia nominal a } 100 \text{ rpm} = \frac{100 \times 21.97 \text{ HP}}{59 \text{ rpm}}$$

$$\text{Potencia nominal a } 100 \text{ rpm} = 37.29 \text{ HP}$$

Seleccionamos del Tabla de acoplamiento rígido (Anexo 27), con una potencia nominal a 100 rpm = 50 HP.



## CAPITULO IV

### DISEÑO ESTRUCTURAL

#### 4. DISEÑO DE ESTRUCTURA SOPORTE TRUSS

En el presente capítulo se diseñarán la estructura principal del equipo, así como elementos estructurales auxiliares como: plataforma de inspección, plancha antiderrame, guarda la faja, barandas, grating y otros.

##### 4.1 DETERMINACIÓN DE CARGA X ACTUANTES EN LA ESTRUCTURA SOPORTE

Se considera todos los pesos de los elementos que soportara la estructura principal para poder hacer el cálculo de la misma.

###### 4.1.1 Selección y peso de la cubierta o guarda de la faja

En este ítem seleccionaremos y diseñaremos la cubierta de la faja y también calculamos su peso.

La función de esta cubierta es por seguridad ya que con ella no es fácilmente posible tener acceso a elementos móviles como los polines, a su vez también protegen el material transportado y evitar que el polvo producido por vibración o vientos de la zona contamine el ambiente.

Esquema de la protección de la faja.

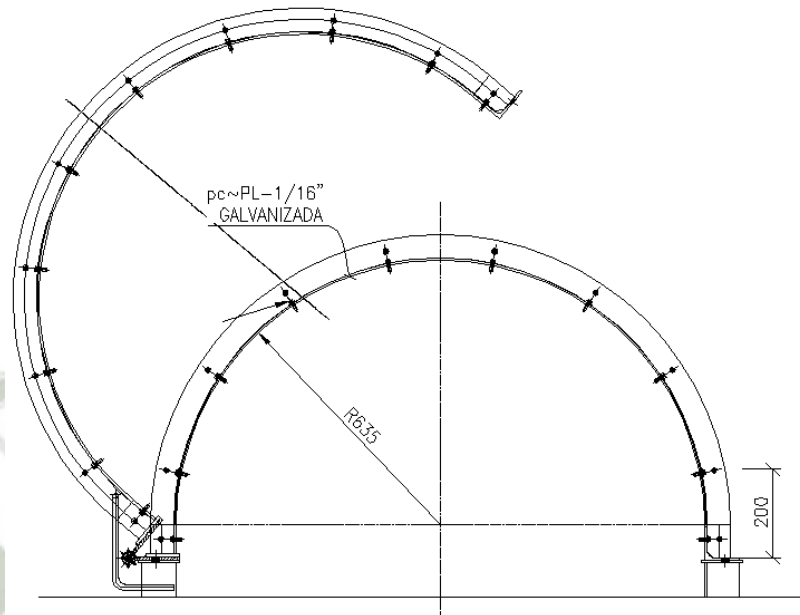


Figura 4.1 Cobertura de faja

Fuente: Autor

Calculo de peso x metro de cobertura.

- *Peso de plancha = larga x ancho x espesor x densidad acero*

$$\text{Peso de plancha} = 2.4\text{m} \times 1.2\text{m} \times 1.5\text{ mm} \times 7.85\text{ kg/dm}^3$$

$$\text{Peso de plancha} = 33.91\text{ kg.}$$

- *Peso perfil plegado = desarrollo x ancho x espesor x densidad*

$$\text{Peso perfil plegado} = 0.3\text{m} \times 1.2\text{m} \times 2.5\text{m} \times 7.85\text{ kg/dm}$$

$$\text{Peso perfil plegado} = 7.065\text{ kg.}$$

Consideremos que:

*Plancha + perfil = peso de cobertura*

$33.91\text{kg} + 7.065\text{kg} = 40.97\text{kg} \times 1.3\text{metros}$  (largo de un protector)

→ Entonces

1 metro a cobertura = 31.52 kg.

En nuestro proyecto tenemos 27.43 metros.

*Peso x cobertura = 31.51kg x 27.43*

*Peso x cobertura = 864.59 kg = 1906.09 Lb.*

#### 4.1.2 Peso por barandas

Se tendrá en cuenta el siguiente estándar de baranda, este es un estándar establecido por seguridad ya en la empresa.

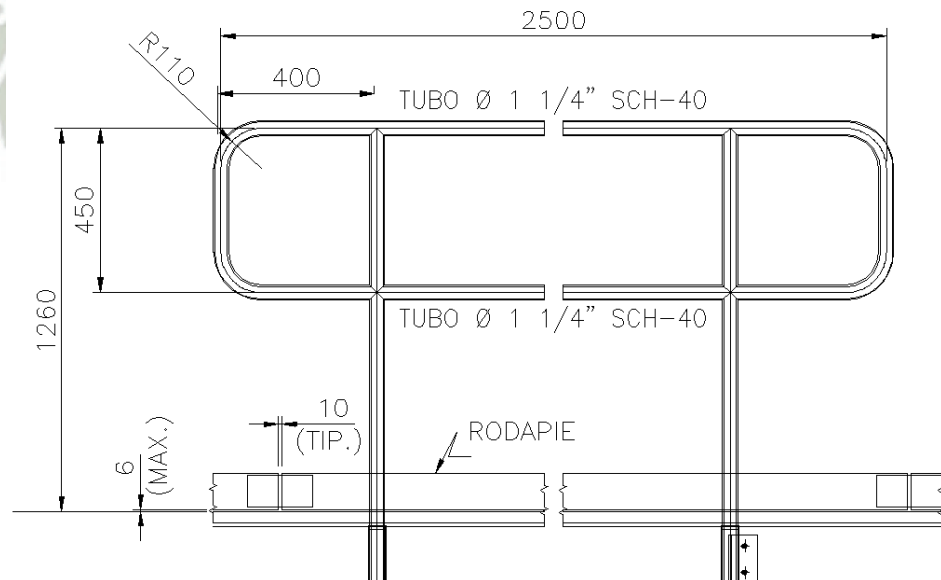


Figura 4.2 Baranda Típica

Fuente: Autor

\* Peso de baranda (anexo 28)

- $\text{Peso tubo sch } 40 \text{ } \varnothing 1 \frac{1}{4}'' = \text{Longitud (m)} \times \text{peso (kg/m)}$

$$\text{Peso tubo sch } 40 \text{ } \varnothing 1 \frac{1}{4}'' = 8.42\text{m} \times 3.39 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso tubo sch } 40 \text{ } \varnothing 1 \frac{1}{4}'' = 28.54 \text{ kg.}$$

- $\text{Peso de platina} = \text{Longitud (m)} \times \text{peso (kg/m)}$

$$\text{Peso de platina} = 2.5\text{m} \times 5.06 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de platina} = 12.65 \text{ kg.}$$

- $\text{Peso de ángulo} = \text{Longitud (m)} \times \text{peso (kg/m)}$

$$\text{Peso de ángulo} = 0.150\text{m} \times 10.71\text{kg/m}$$

$$\text{Peso de ángulo} = 1.60 \text{ kg.}$$

#### **Peso de 01 baranda.**

$$\text{Peso de tubo} + \text{peso platina} + \text{peso ángulo} = 1 \text{ baranda}$$

$$28.54\text{kg} + 12.65\text{kg} + 1.60\text{kg} = 42.76\text{kg}$$

Para el presente proyecto se considera, 10 barandas típicas.

$$10 \times 42.76\text{kg.}$$

$$\text{Peso baranda} = 427,6 \text{ kg} = 942.7 \text{ Lb}$$

#### 4.1.3 Selección y peso de Grating

De acuerdo a nuestro esquema se tendrá la siguiente configuración del grating.

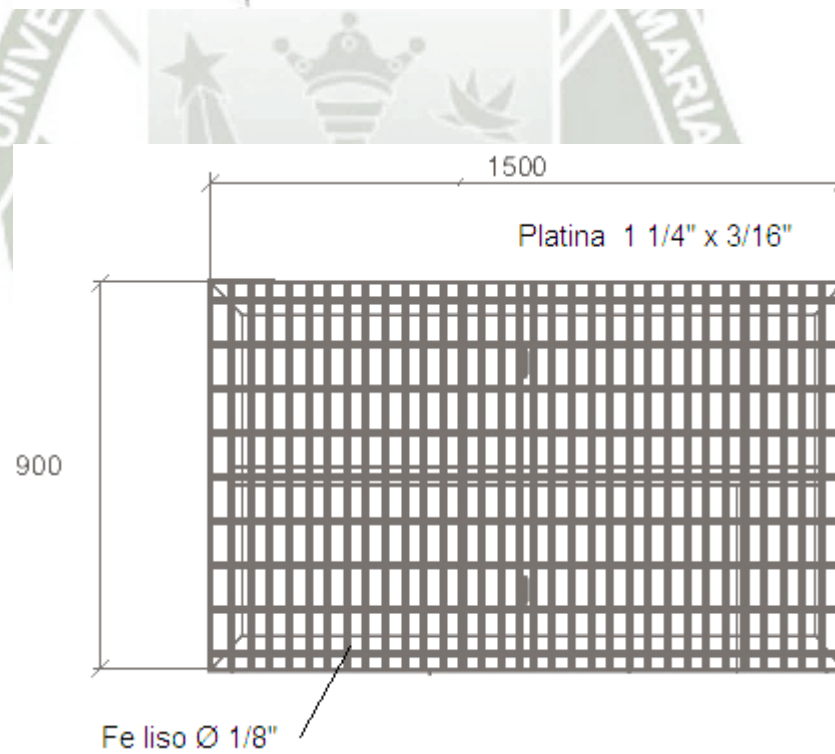
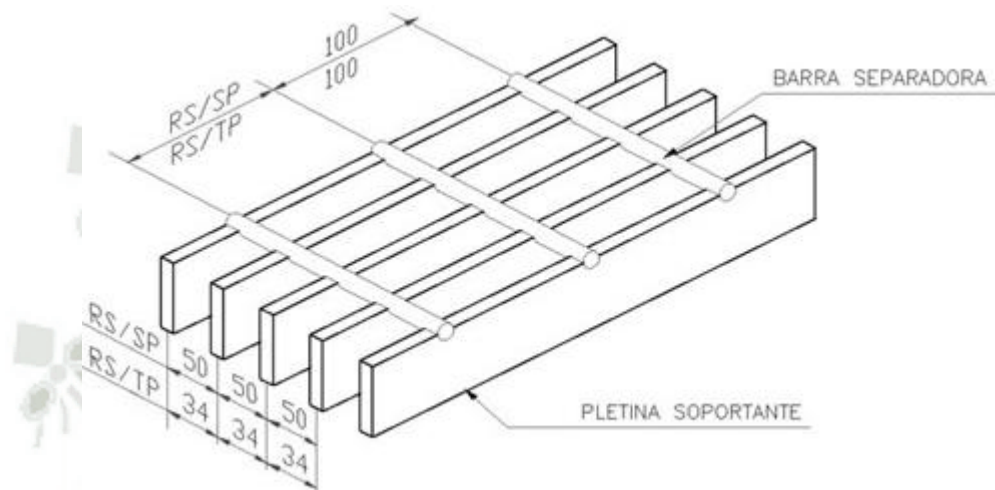


Figura 4.3 Grating Típico

Fuente: Autor

Se considera grating típico estándar del mercado local, y que cumplan las normas de seguridad, por lo que el peso promedio es de 50 kg/m<sup>2</sup>.

Seleccionamos el Grating estándar de código GR-06 (Anexo 29).

Entonces tenemos:

$$\text{Área a cubrir} = 27.43\text{m} \times 0.90\text{m}$$

$$\text{Área a cubrir} = 24.68 \text{ m}^2$$

Peso de Grating total:

$$\text{Área a cubrir (m}^2\text{)} \times \text{peso promedio de grating (kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{Peso de grating} = 24.68\text{m}^2 \times 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de grating} = 1234.0 \text{ kg} = 2720.5 \text{ LB}$$

#### 4.1.4 Peso de la estructura

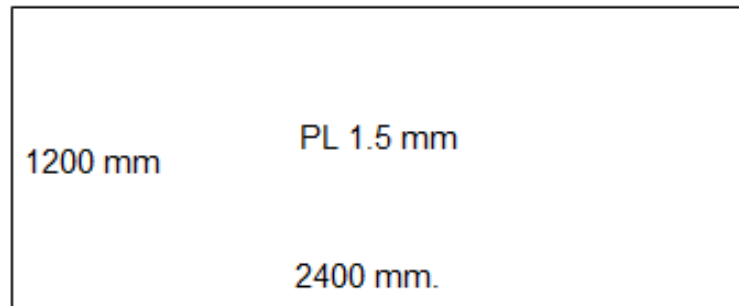
Este peso se puede asumir, para que en el metrado se pueda verificar que lo asumido sea mayor a la resultante y de acuerdo a estándares tenemos:

$$We = 9 \frac{Lb}{Pie^2} \times 90\text{pies} \times 3.9375 \text{ pies}$$

$$We = 3189.375 \text{ Lb}$$

#### 4.1.5 Selección y peso de la plancha antiderrame

De acuerdo a la siguiente configuración tenemos:



*Figura 4.4 Plancha anti derrame típica*

*Fuente: Autor*

Para nuestro diseño usaremos plancha de acero A-36 de 1/16" de espesor, ya que la plancha es liviana y cumple con la función y características para evitar la caída de material y dañe el equipo o causa accidentes.

$$\text{Peso plancha} = \text{long. (m)} \times \text{ancho (m)} \times \text{esp. (m)} \times \text{peso} \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{Peso plancha} = 27 \text{ m.} \times 1.2 \text{ m} \times 1.5 \text{ mm} \times 7.85 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso plancha} = 381.51 \text{ Kg.} = 841.08 \text{ lb}$$

## 4.2 RESUMEN DE CARGAS

### A. Peso del motor :

(Capítulo III)

*Peso del motor = 260 Kg = 572 Lb*

### B. Peso de la polea motriz :

(Capítulo III)

*Peso de la polea motriz = 163.30 kg = 360 lb*

### C. Peso de los polines:

(Capítulo III)

*Peso polines = 974.32 kg = 2148.0 lb*

### D. Peso de estructura:

(Capítulo IV) ítem 4.1.4

*Peso de estructura = 1446.67 kg = 3189.37 lb*

### E. Peso de grating:

(Capítulo IV) ítem 4.1.3

*Peso de grating = 1234.0 kg = 2720.50 lb*

### F. Peso de cubierta de faja:

(Capítulo IV) ítem 4.1.1

*Peso de cubierta de faja = 864.59 kg = 1906.19 lb*

### G. Peso de baranda:

(Capítulo IV) ítem 4.1.2

*Peso de baranda = 427.6 kg = 942.7 lb*

**H. Peso de plancha antiderrame:**

(Capítulo IV) ítem 4.1.5

$$\text{Peso de plancha antiderrame} = 381.51 \text{ kg} = 841.08 \text{ lb}$$

**I. Peso de faja:**

(Capítulo III) ítem 3.3

$$\text{Peso de faja} = 781.82 \text{ kg} = 1620.0 \text{ lb}$$

**J. Peso del material:**

(Capítulo III) ítem 3.3

$$\text{Peso de material} = 2598.0 \text{ Kg} = 5727.6 \text{ lb}$$

**4.3 CALCULO DE CARGA MUERTA**

La carga muerta es la sumatoria de todas las cargas sobre la estructura a analizar, es decir aquellas cargas que serán constantes y que son conocidas. A esta sumatoria de carga le afectaremos con 20% por vibración.

$$D = (\Sigma \text{cargas muertas}) * (20\%)$$

$$D = (A + B + C + D + E + F + G + H + I) * (20\%)$$

$$D = 6486.81 \text{ Kg} * 1.2$$

$$D = 7784.172 \text{ Kg.}$$

#### 4.4 DETERMINACIÓN DE LA CARGA VIVA

La carga viva está dada por las cargas que son dinámicas y que tienen variables, estos son:

##### 4.4.1 Peso del material

A esta carga se le afecta 40% ya que se comportara y tendrá efectos dinámicos.

$$W_m = 2598.0 \text{ Kg} \times 1.4$$

$$W_m = 3637.2$$

##### 4.4.2 Carga por sobrecarga

De acuerdo al reglamento nacional de construcciones se deberá calcular con sobrecarga de:

$$W_{\text{sobrecarga}} = 30 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 30 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * 1.2 \text{ m} * 27.43 \text{ m}$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 987.48 \text{ kg.}$$

Resumiendo la carga viva es

$$L = 3637.2 \text{ Kg} + 987.48 \text{ Kg}$$

$$L = 4624.68 \text{ Kg}$$

#### 4.5 ANÁLISIS LRFD PARA LA ESTRUCTURA

1.4D

1.2D+1.6L

Siendo:

D: Carga muerta (7784.172Kg)

L: Carga viva (4624.68Kg)

Resolviendo las ecuaciones del LRFD, tenemos

$$P = 1.4 (7784.172 \text{ Kg})$$

$$P = 10897.84 \text{ Kg}$$

También:

$$P = 1.2 (7784.172 \text{ kg}) + 1.6 (4624.68 \text{ Kg})$$

$$P = 16740.49 \text{ Kg}$$

#### 4.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Según plano de esquema, se observa que se tiene 30 nudos por lado de la estructura, esto significa que la carga se destruye en 60 nudos

$$P = \frac{16740.49 \text{ Kg}}{60}$$

$$P = 280.0 \text{ kg} = 617.29 \text{ Lb}$$

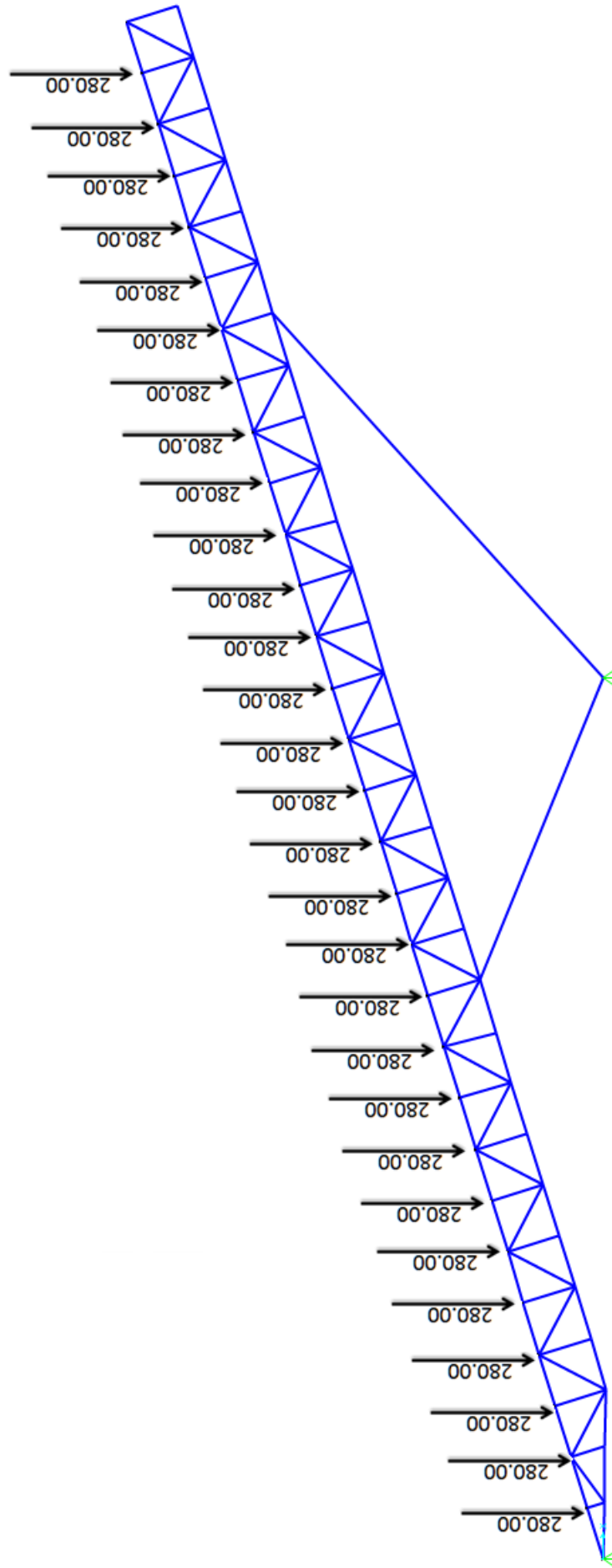


Figura 4.5 Distribución de carga en Estructura  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

### 4.6.1 Cálculo y diseño de perfiles

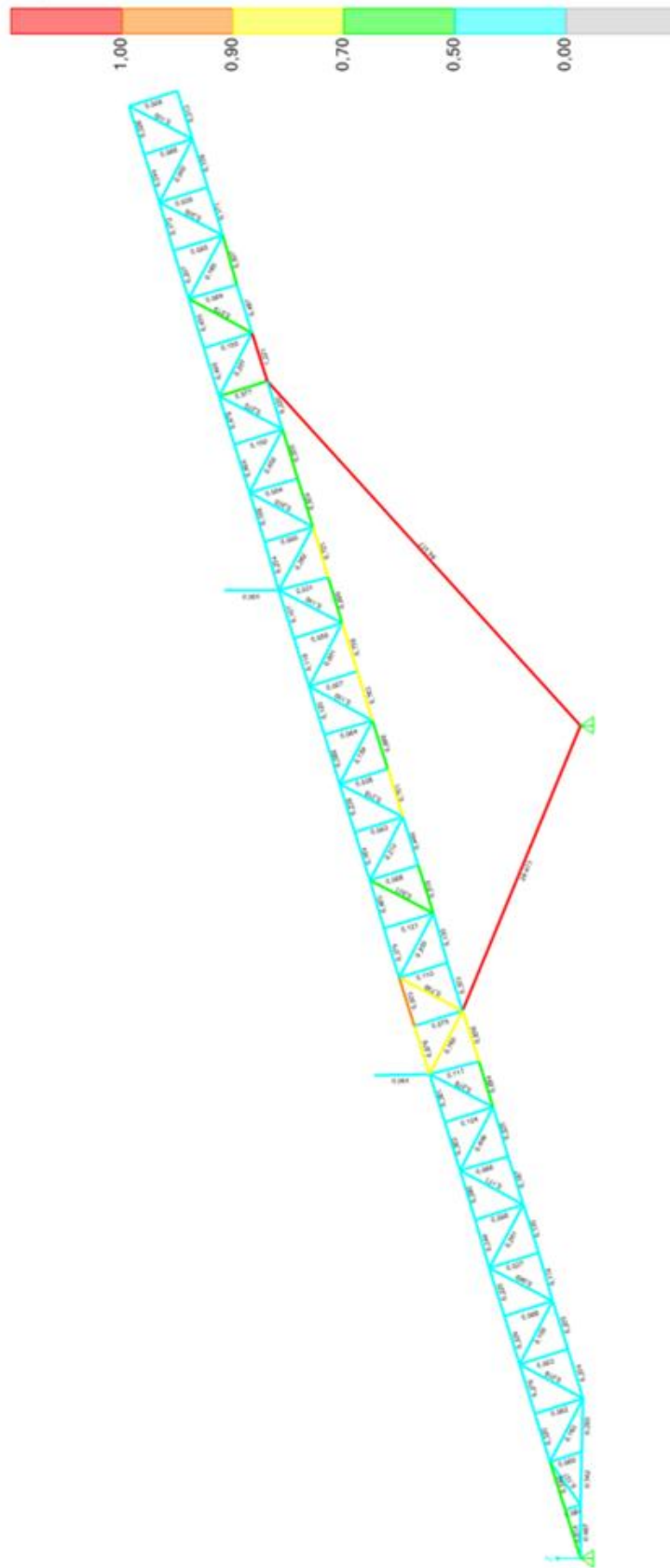


Figura 4.6 Análisis estructural del truss  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

### A. Brida superior

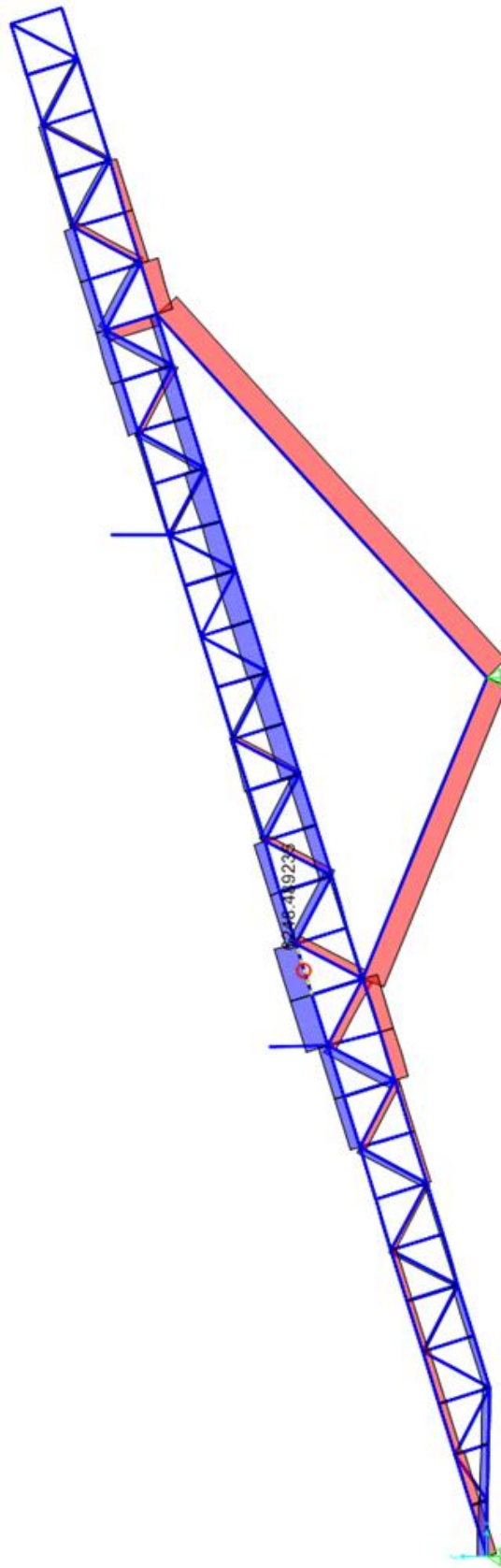


Figura 4.7 Análisis de esfuerzo de brida superior  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

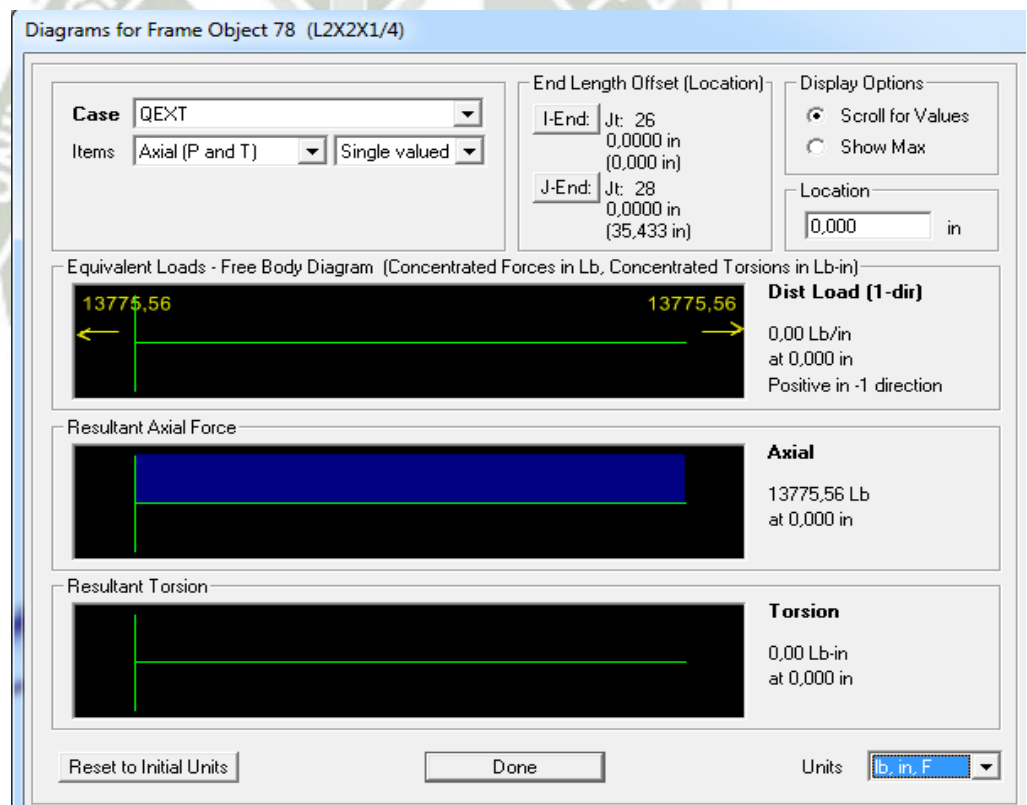
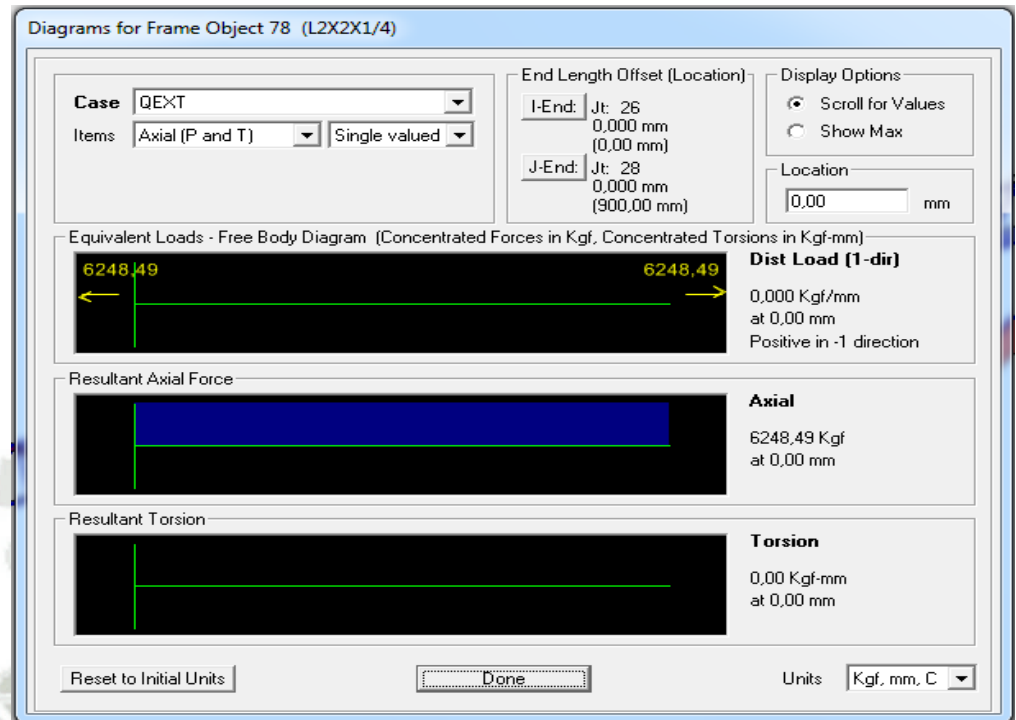


Figura 4.8 Resultados análisis brida superior  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

De los valores tenemos que el elemento con más carga o esfuerzo tiene:

$$Fuerza = 13775.56 \text{ lb ( tracción) } = 13.78 \text{ Kips}$$

$$Longitud = 35.43 \text{ pulg } = 2.95 \text{ pies}$$

Según diseño y tablas LRFD asumiremos

$$Angulo \text{ L } 3 \times 3" \times 1/4"$$

Teniendo los datos de tablas y LRFD

$$\phi_T = 0.9 \text{ (factor para uniones soldadas)}$$

$$F_y = 36 \text{ KSI (esfuerzo de fluencia)}$$

$$A_g = 1.44 \text{ plug}^2 \text{ (área de sección transversal del perfil) (Anexo 30)}$$

Tenemos: La resistencia nominal axial ( $\phi_T P_n$ )

$$\phi_T P_n = \phi_T * F_y * A_g$$

$$\phi_T P_n = 0.9 * 36 * 1.44$$

$$\phi_T P_n = 46.65 \text{ Kips}$$

Comparando:

$$\phi_T P_n \geq F_{diseño}$$

$$46.65 \text{ kips } \geq 13.78 \text{ kips } \dots \dots \dots \text{OK}$$

## B. Brida inferior

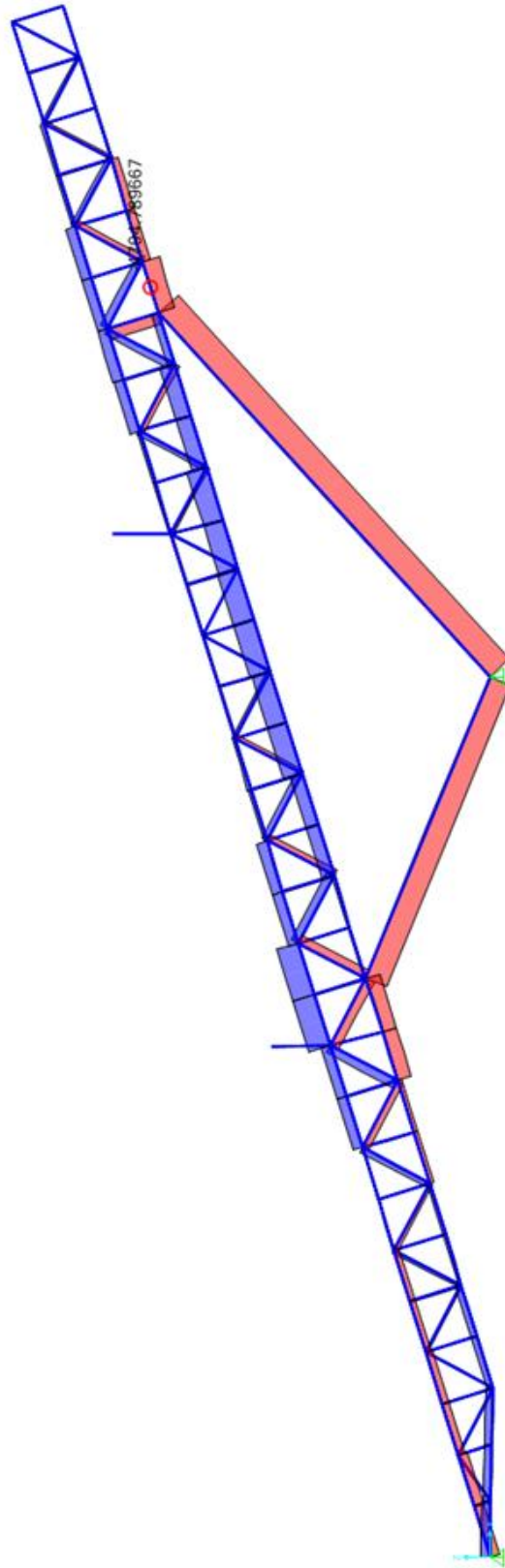


Figura 4.9 Análisis de esfuerzo de brida inferior  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

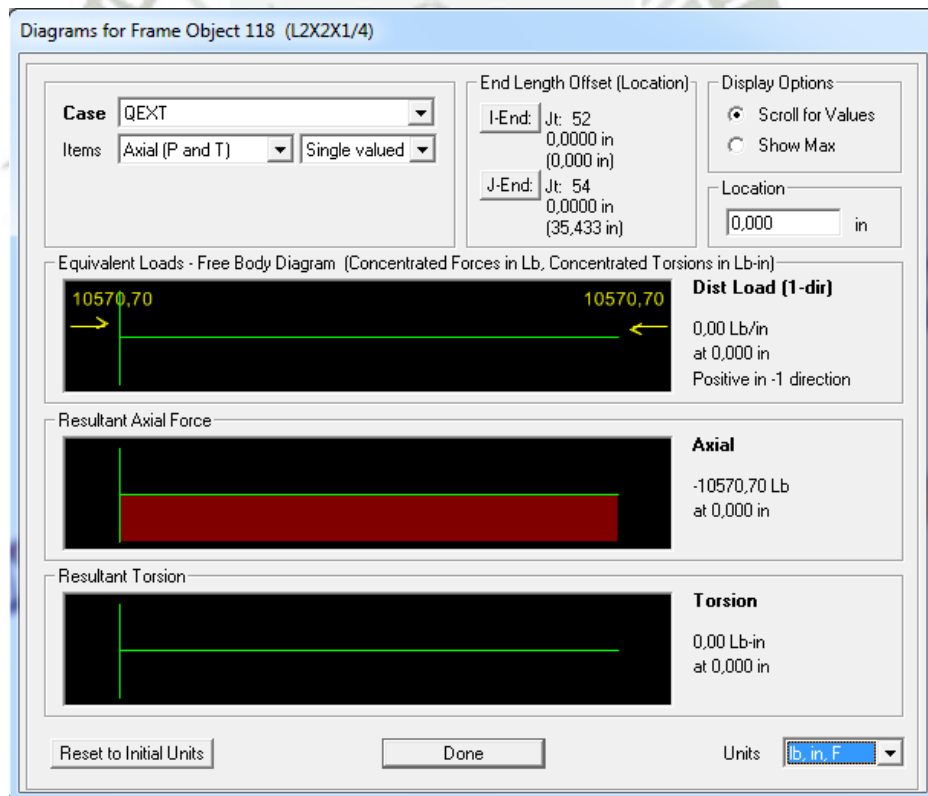
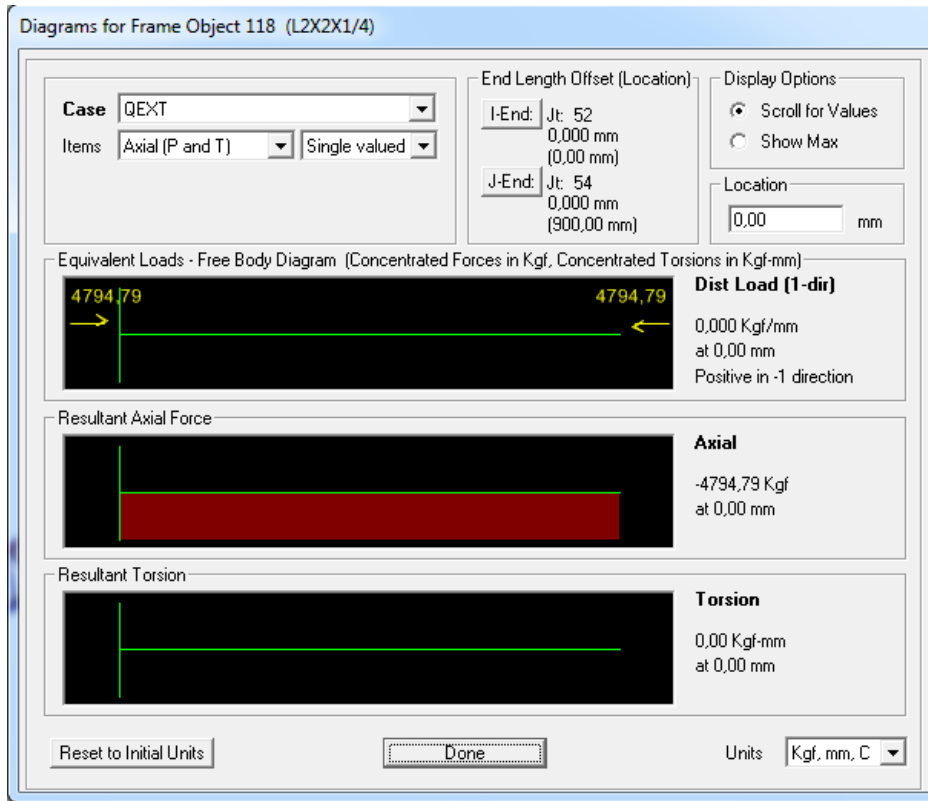


Figura 4.10 Resultado análisis brida inferior  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

De los valores del análisis en el programa SAP 2000 tenemos que el elemento 118 tiene:

$$Fuerza = 10570.7 \text{ lb (compresión)} = 10.57 \text{ Kips}$$

$$Longitud = 35.43 \text{ pulg} = 2.95 \text{ pies}$$

Según diseño, tablas LRFD y experiencia de otros equipos asumiremos un perfil:

$$\text{Angulo } L \text{ 4" x 4" x 5/16"}$$

Del manual: STEEL CONSTRUCTION se define los siguientes datos para este perfil (Anexo 31)

$$r = 1.24 \text{ pulg.}$$

$$A = 2.40 \text{ pulg}^2$$

$$E = 29,000,000 \text{ Lb/pulg}^2 \text{ (29 000 Ksi)}$$

$$F_y = 36,000 \text{ Lb/pulg}^2$$

Se tiene longitud efectiva del elemento:

$$L = 2.95 \text{ pies.}$$

Para comprobar la capacidad de resistencia del perfil seleccionado tendremos que inicialmente verificar la relación de esbeltez:

$$\lambda = \frac{kxL}{r}$$

$$\lambda = \frac{(1)(2.95)(12)}{1.24}$$

$$\lambda = 28.58 < 200 \dots \text{ok (Satisfactorio)}$$

Verificando la carga

$$\lambda_c = \frac{kL}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$\lambda_c = \frac{28.58}{\pi} \sqrt{\frac{36000}{29\,000\,000}}$$

$$\lambda_c = 0.3205$$

Siendo

$$\lambda_c = 0.32 \leq 1.5$$

Entonces el esfuerzo que resistirá el perfil

$$f_{cr} = (0.658^{\lambda c^2}) * f_y$$

$$f_{cr} = (0.658)^{0.3205^2} * 36\ 000\ \text{Lb/pulg}^2$$

$$f_{cr} = (0.658)^{0.1027} * 36\ 000\ \text{Lb/pulg}^2$$

$$f_{cr} = 34\ 485.32\ \text{Lb/pulg}^2$$

Verificando la carga que soporta el perfil L 4" x 4" x 5/16"

$$P_n = \phi_c * f_{cr} * A_g$$

$$P_n = (0.85)(34485.32)(1.24)$$

$$P_n = 36347.53\ \text{Lb}$$

$$P_n = 36.34\ \text{Kips}$$

Comparando

$$P_n \geq F_{\text{diseño}}$$

$$36.34\ \text{kips} \geq 10.57\ \text{kips}$$

### C. Calculo de diagonal y montante

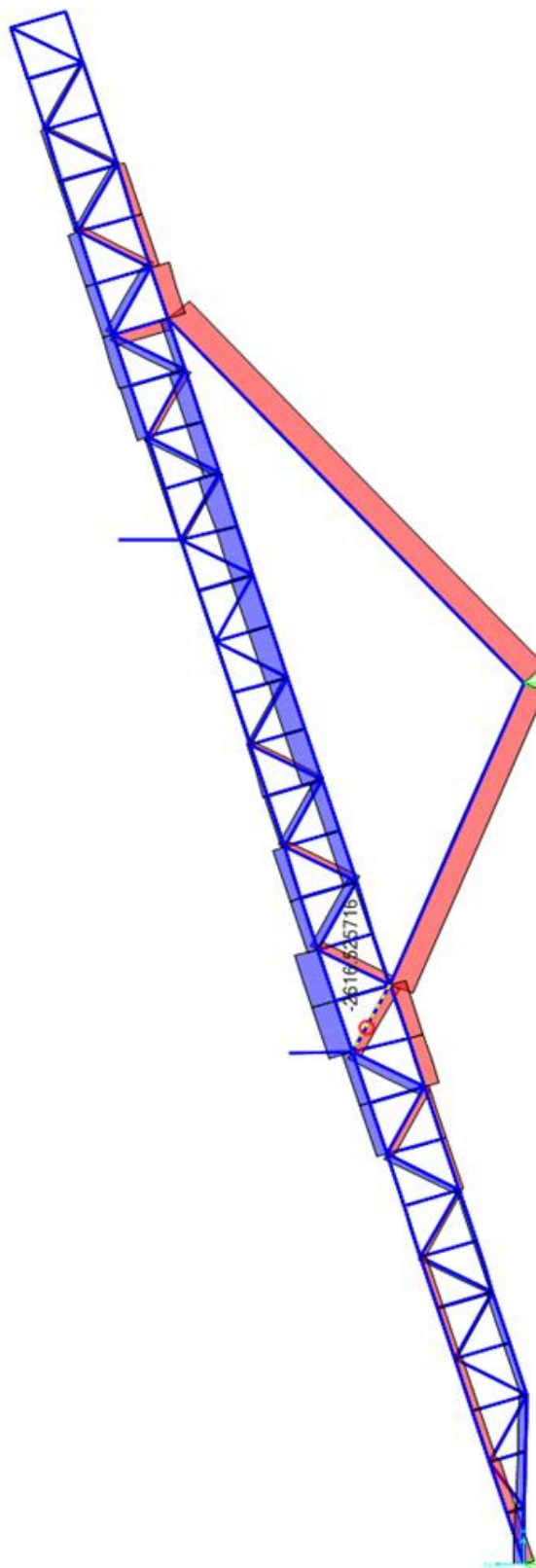


Figura 4.11 Análisis de esfuerzo de diagonal  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

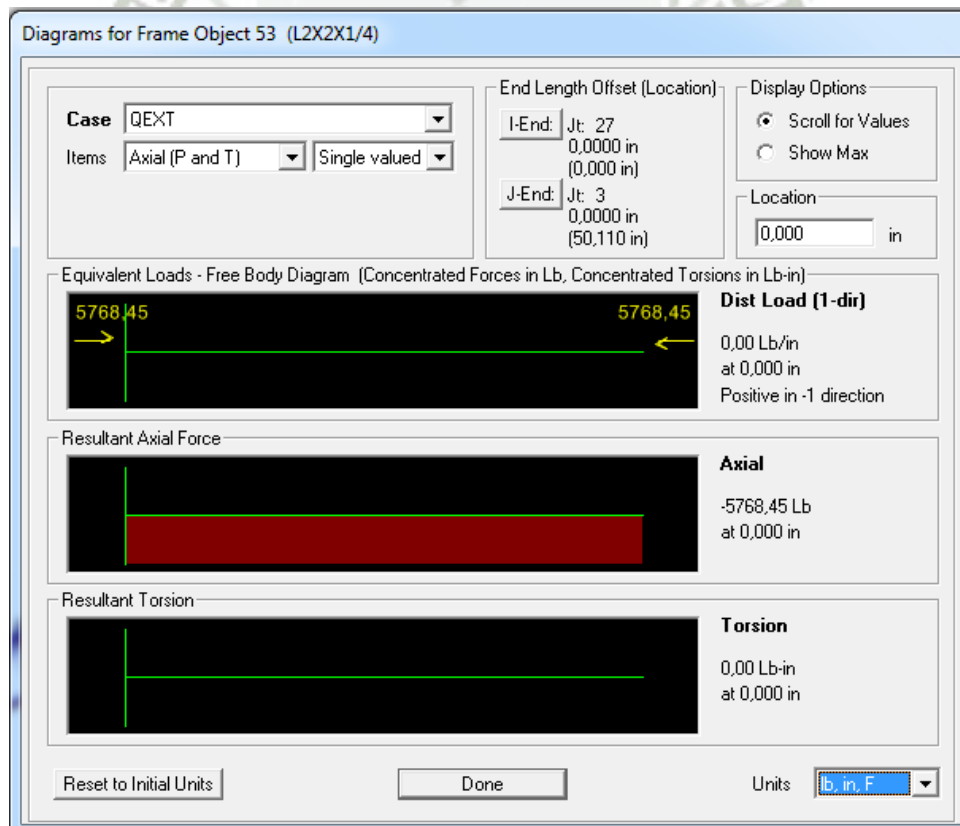
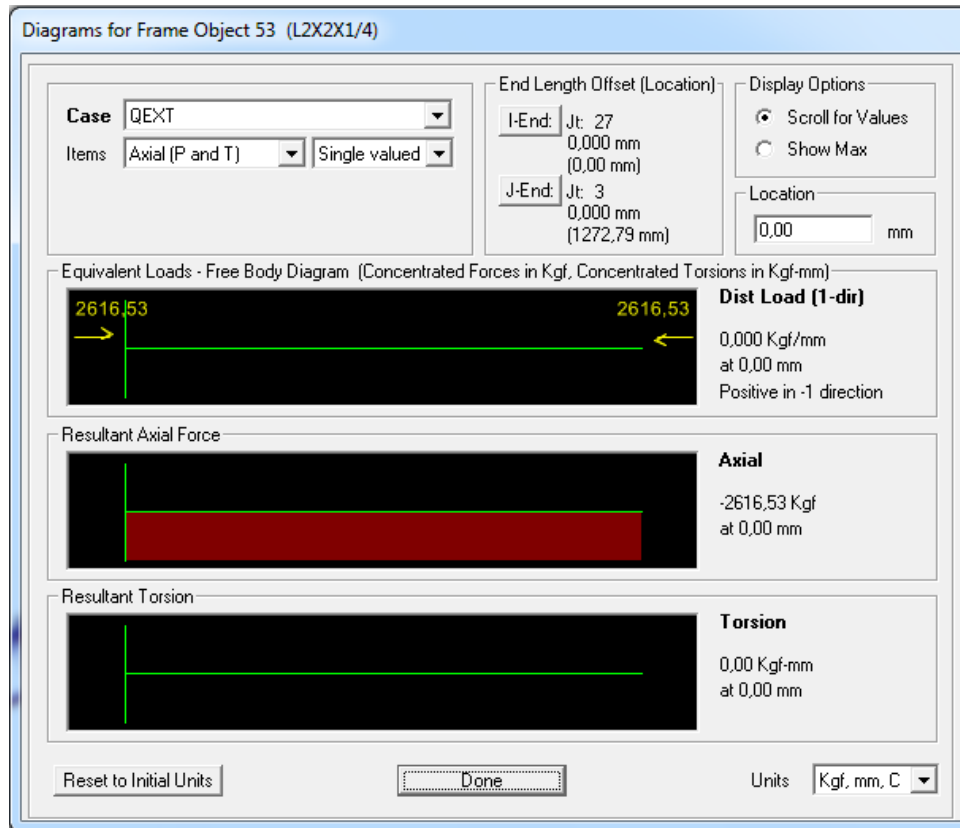


Figura 4.12 Resultado análisis de diagonal  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

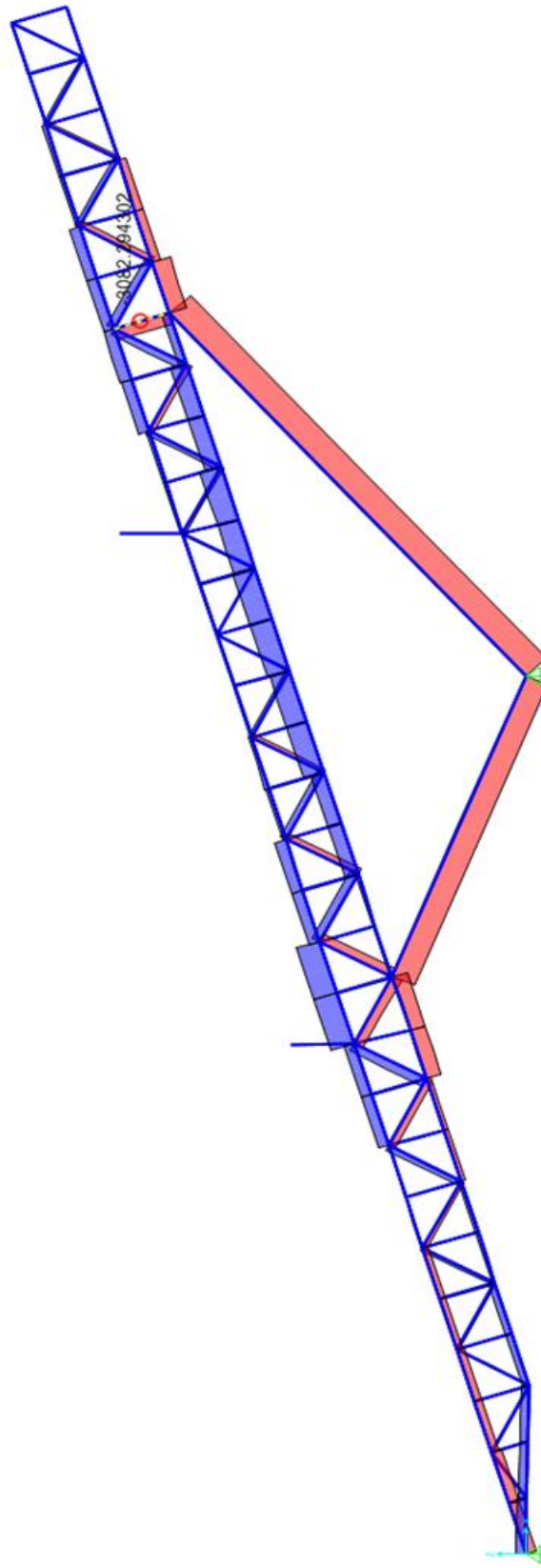


Figura 4.13 Análisis de esfuerzo de montante  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

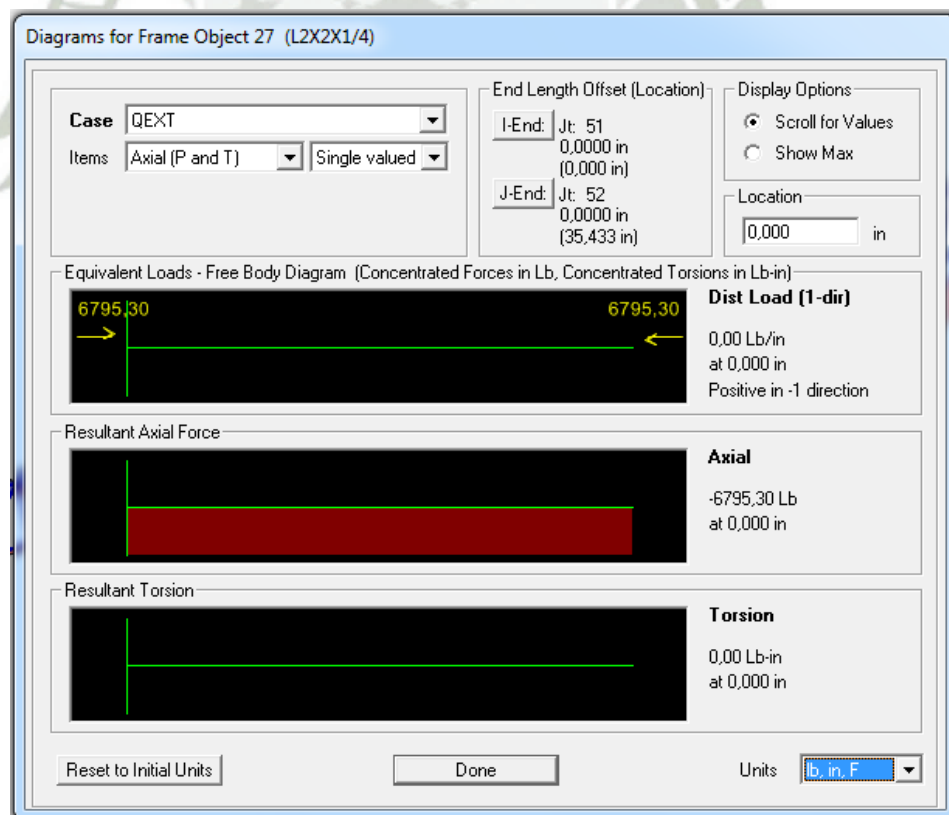
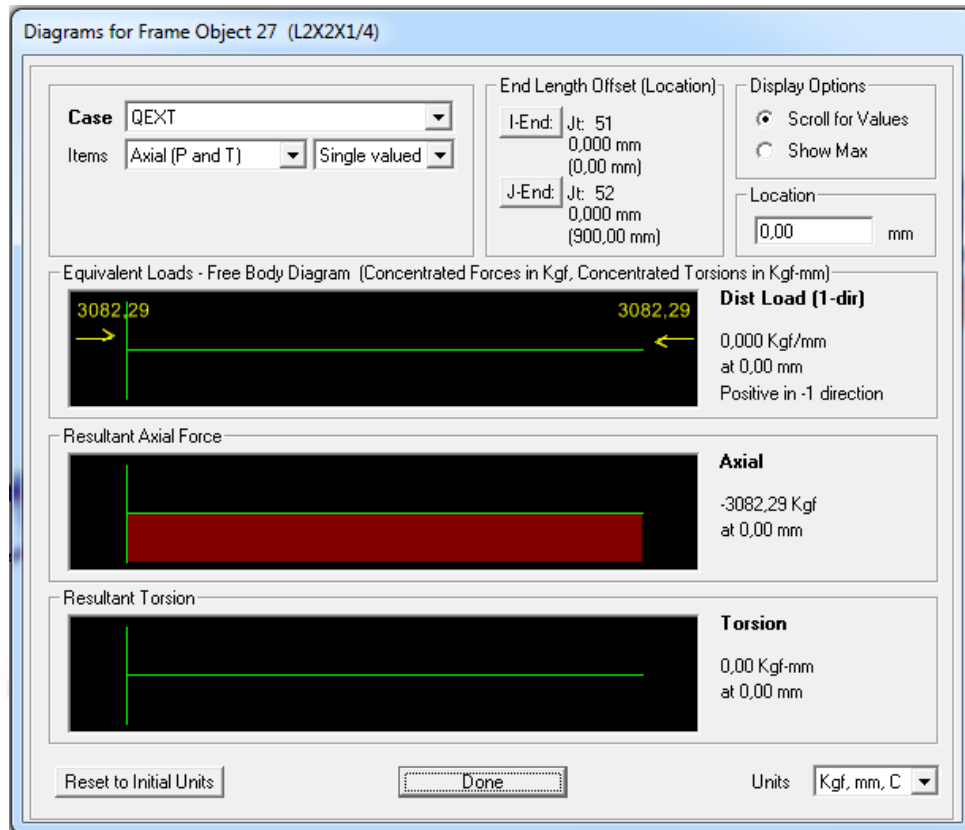


Figura 4.14 Resultado análisis de montante

Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

De los valores del análisis en el programa SAP 2000 tenemos que el elemento 27 tiene:

$$Fuerza = 6795.30 \text{ lb (compresión)} = 6.79 \text{ Kips}$$

$$Longitud = 35.43 \text{ pulg} = 2.95 \text{ pies}$$

Según diseño, tablas LRFD y experiencia de otros equipos seleccionaremos un perfil:

$$\text{Angulo } \angle 2 \frac{1}{2} \times 2 \frac{1}{2} \times \frac{1}{4}''$$

Del manual "STEEL CONSTRUCTION", se tiene los siguientes valores (anexo 32).

$$r = 0.769 \text{ pulg.}$$

$$A = 1.06 \text{ pulg}^2$$

$$E = 29 \ 000 \ 000 \text{ Lb/pulg}^2$$

$$F_y = 36 \ 000 \text{ Lb/pulg}^2$$

Se tiene una longitud afectiva de:

$$L = 2.95 \text{ pies.}$$

Para comprobar la capacidad de resistencia del perfil seleccionado tenemos que inicialmente verificar la relación de Esbeltez:

$$\lambda = \frac{kxL}{r}$$

$$\lambda = \frac{(1)(2.95)(12)}{1.06}$$

$$\lambda = 33.39 < 200 \dots ok \text{ (Satisfactorio)}$$

Verificando la carga

$$\lambda_c = \frac{kL}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$\lambda_c = \frac{33.39}{\pi} \sqrt{\frac{36000}{29\,000\,000}}$$

$$\lambda_c = 0.3744$$

Siendo

$$\lambda_c = 0.3744 \leq 1.5$$

Entonces el esfuerzo que resistirá el perfil.

$$f_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) x f_y$$

$$f_{cr} = (0.658)^{0.3744^2} x 36\,000 \text{ Lb/pulg}^2$$

$$f_{cr} = (0.658)^{0.1401} x 36\,000 \text{ Lb/pulg}^2$$

$$f_{cr} = 33949.70 \text{ Lb/pulg}^2$$

Verificando la carga que soporta el perfil 2 ½ x 2 ½ x 1/4"

$$P_n = \phi_c \times f_{cr} \times A$$

$$P_n = (0.85)(33949.70)(1.06)$$

$$P_n = 30588.67 \text{ Lb}$$

$$P_n = 30.58 \text{ Kips}$$

Comparando

$$P_n \geq F \text{ diseño}$$

$$30.58 \text{ kips} \geq 6.79 \text{ kips}$$



#### D. Calculo de los soportes

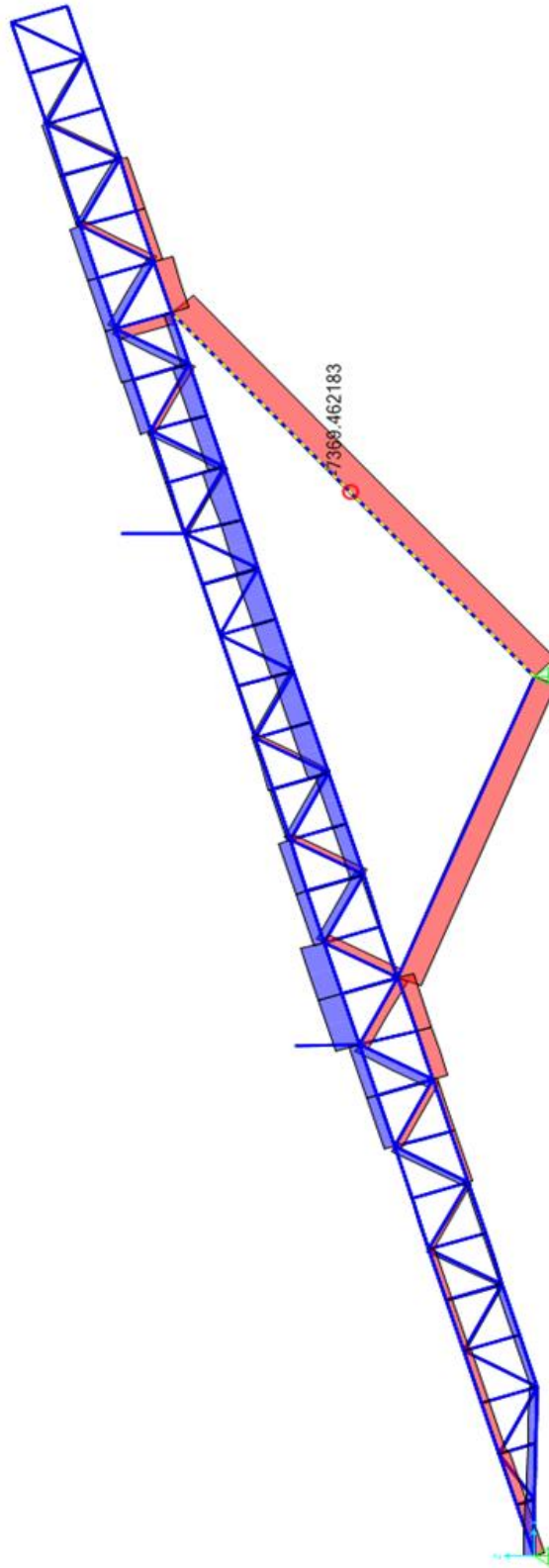


Figura 4.15 Análisis de esfuerzo de soporte 1  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

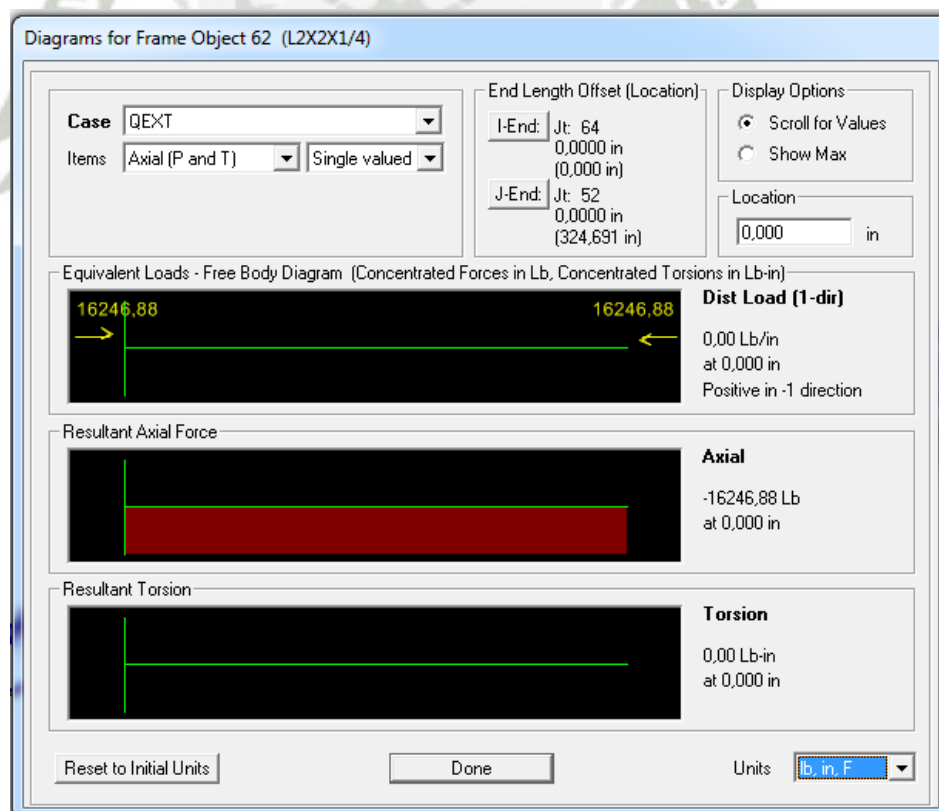
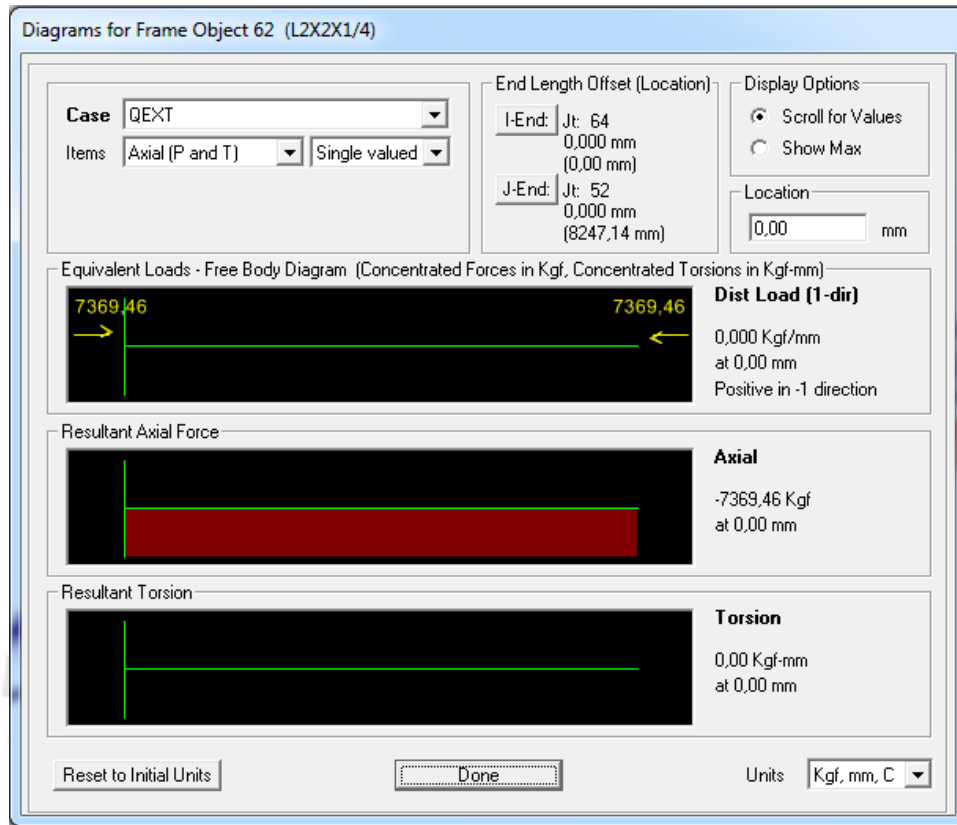


Figura 4.16 Resultado análisis de soporte 1  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

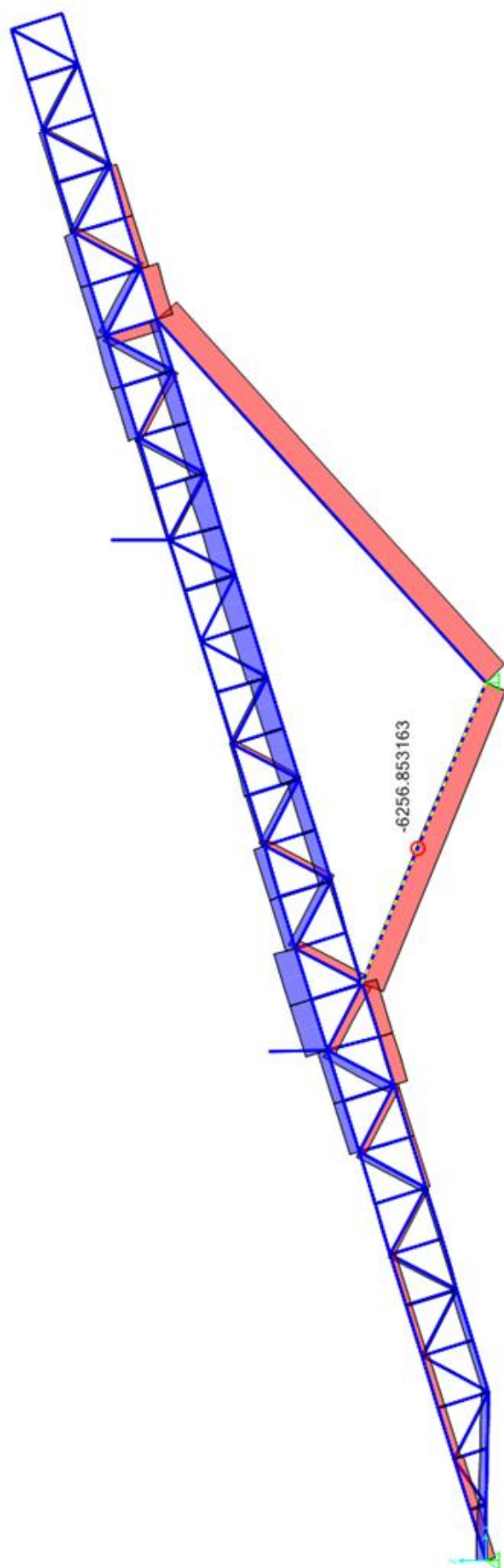


Figura 4.17 Análisis de esfuerzo de soporte 2  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

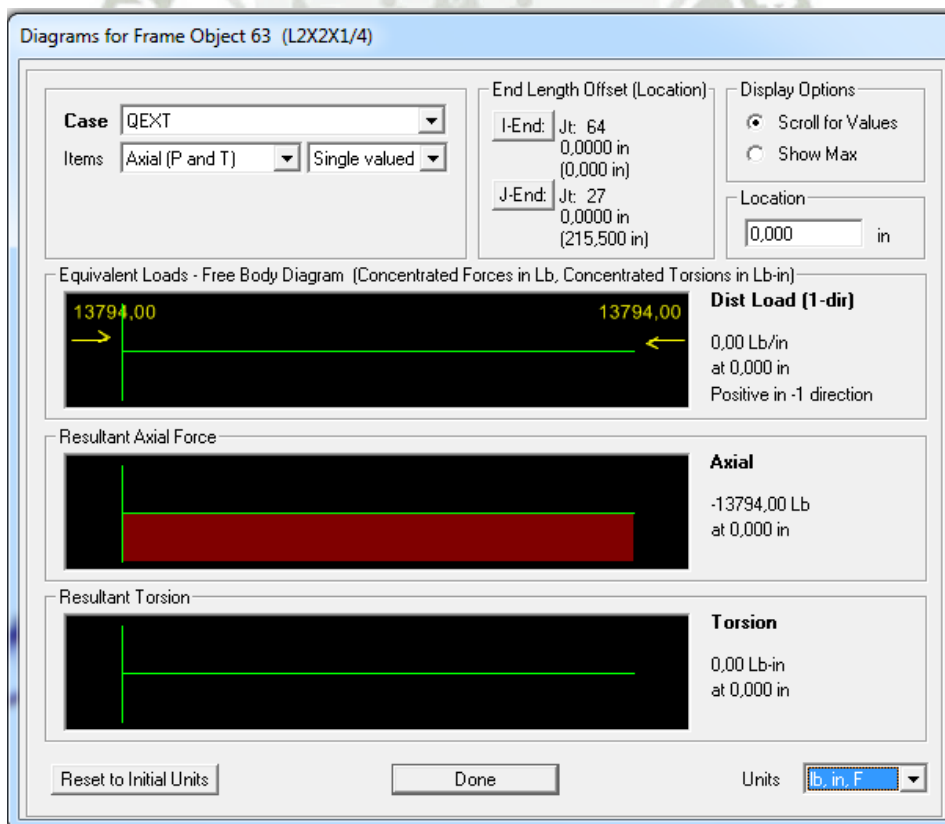
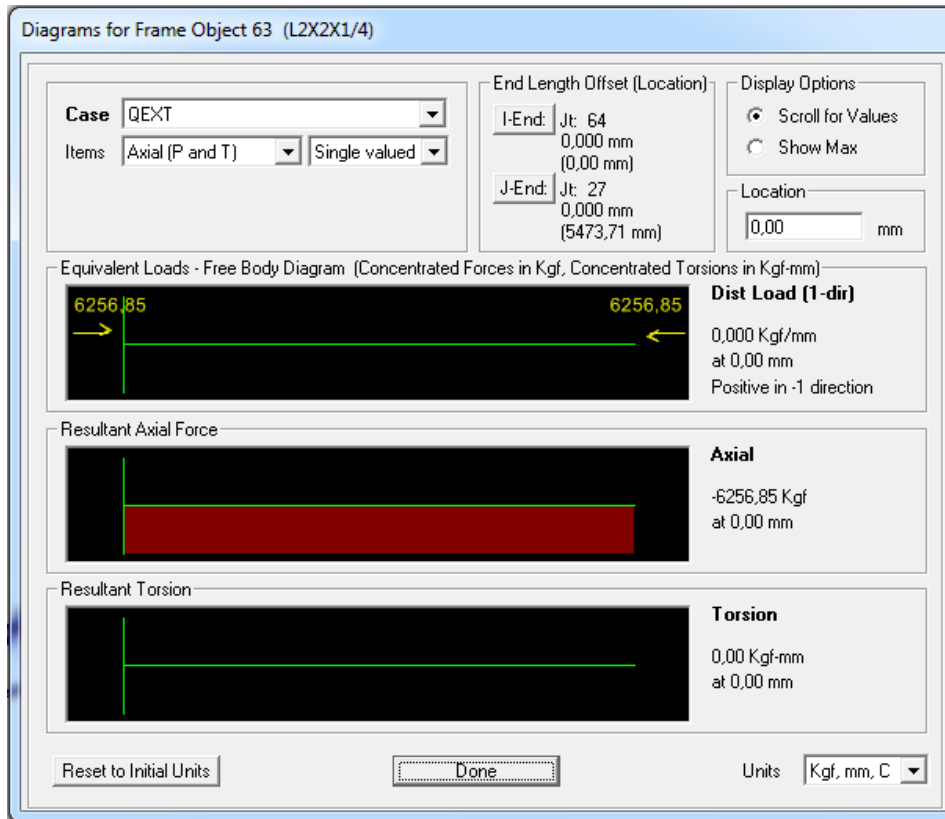


Figura 4.18 Resultado análisis de soporte 2

Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

De los valores del análisis del programa tenemos que el elemento 62 es el más crítico y tiene:

$$Fuerza = 16246.88 \text{ lb (compresión)} = 16.24 \text{ Kips}$$

$$Longitud = 3324.691 \text{ pulg} = 27.05 \text{ pies}$$

Para este caso seleccionamos

*Tubo rectangular 8" x 6" x 3/8"*

Del manual LRFD "STEEL CONSTRUCTION" se tiene los siguientes valores: (Anexo 33)

$$r = 2.96 \text{ pulg}$$

$$A = 9.58 \text{ pulg}^2$$

$$E = 29\,000\,000 \text{ Lb/pulg}^2$$

$$F_y = 36\,000 \text{ Lb/pulg}^2$$

Para comprobar la capacidad de resistencia del perfil seleccionado tenemos que inicialmente verifica la relación de Esbeltez.

$$\lambda = \frac{kxL}{r}$$

$$\lambda = \frac{(1)(27.05)(12)}{2.96}$$

$$\lambda = 109.66 < 200 \dots \text{ok (Satisfactorio)}$$

Verificando la carga

$$\lambda_c = \frac{kL}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$\lambda_c = \frac{109.66}{\pi} \sqrt{\frac{36000}{29\,000\,000}}$$

$$\lambda_c = 1.22 \leq 1.5 \dots ok$$

Entonces el esfuerzo que resistirá el perfil será.

$$f_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) \times f_y$$

$$f_{cr} = (0.658)^{1.4884} \times 36\,000 \text{ Lb/pulg}^2$$

$$f_{cr} = 19308.56 \text{ lb}$$

Verificando la carga que soporta el perfil

$$P_n = \phi_c \times f_{cr} \times A$$

$$P_n = (0.85)(19308.56)(9.58)$$

$$P_n = 157229.60 \text{ Lb}$$

$$P_n = 157.22 \text{ Kips}$$

Comparando

$$P_n \geq F \text{ diseño}$$

$$157.22 \text{ kips} \geq 16.24 \text{ kips}$$

#### 4.7 MODELAMIENTO DEL BASTIDOR - TRUSS

El modelamiento de la estructura se realiza en el programa de computadora SAP 2000. En él se ha modelado la estructura según diseño y resultado de perfiles seleccionados en los ítems anteriores.

Con el modelamiento vemos que los perfiles seleccionados resisten a las fuerzas de trabajo, tanto externas como su propio peso, por lo que según resultados del programa todas las secciones están trabajando por debajo del 60% de su capacidad.



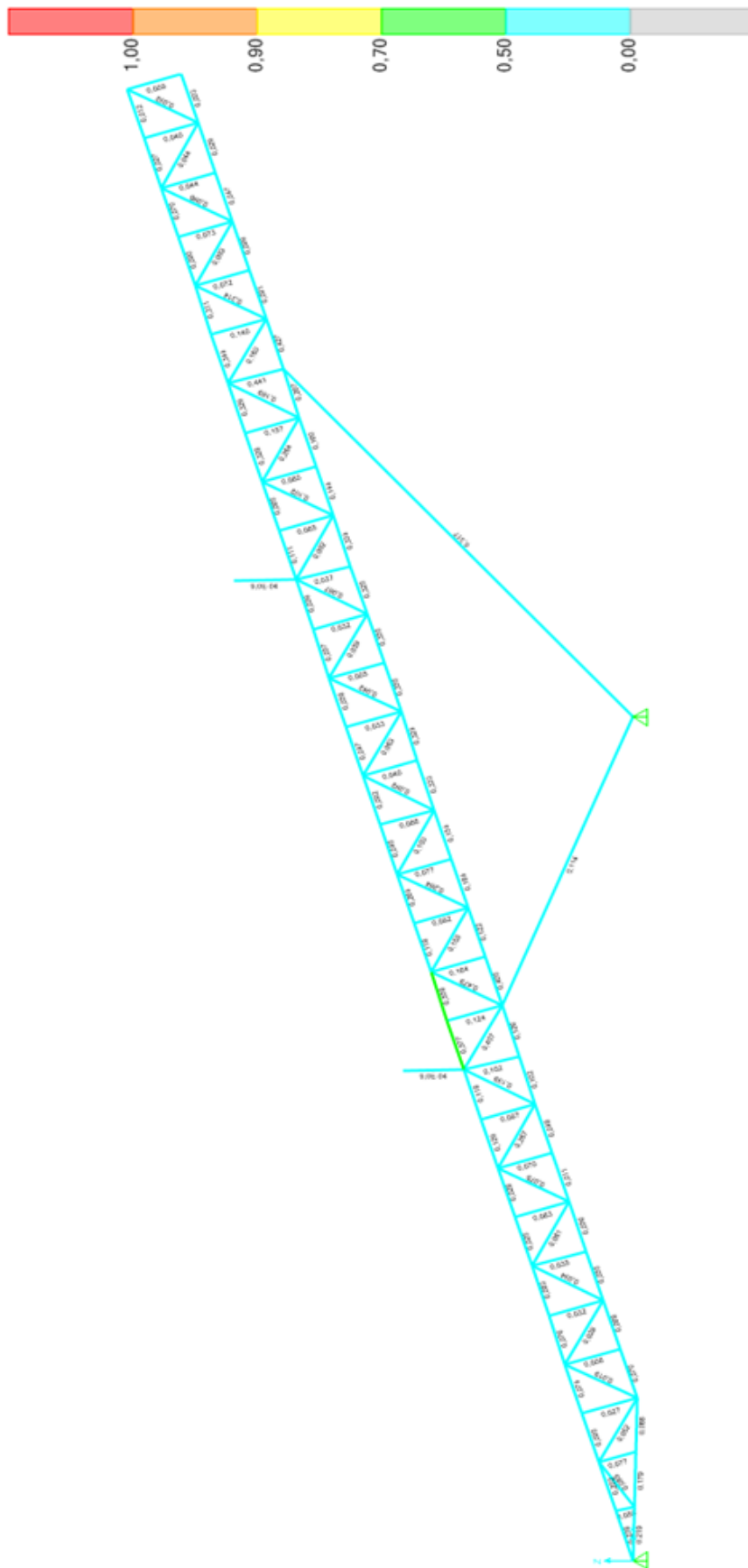


Figura 4.19 Modelamiento del TRUSS  
Fuente: Autor – Programa SAP2000 V15

#### 4.8 Cálculo de elementos de unión

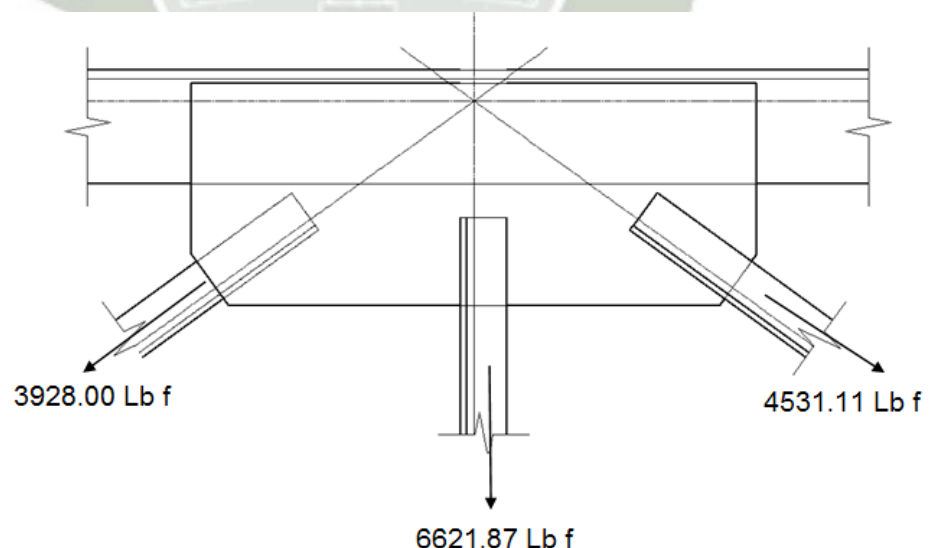
En este ítem calcularemos tipo de uniones que se presentara en nuestra estructura como son:

- Unión de pernos
- Uniones soldadas
- Uniones articuladas (ejes)

##### 4.8.1 Calculo de unión soldada

En este ítem calcularemos la longitud de cordones de soldadura más crítica aplicada al diseño del proyecto, a su vez con el de cálculo de longitud de soldadura también se podrá diseñar las cartelas a usarse en la estructura.

A continuación se muestra la junta más crítica correspondiente a la brida superior.



*Figura 4.20 Fuerzas actuantes en nudo Nro. 51*

*Fuente: Autor*

Para la fuerza de mayor magnitud tenemos:

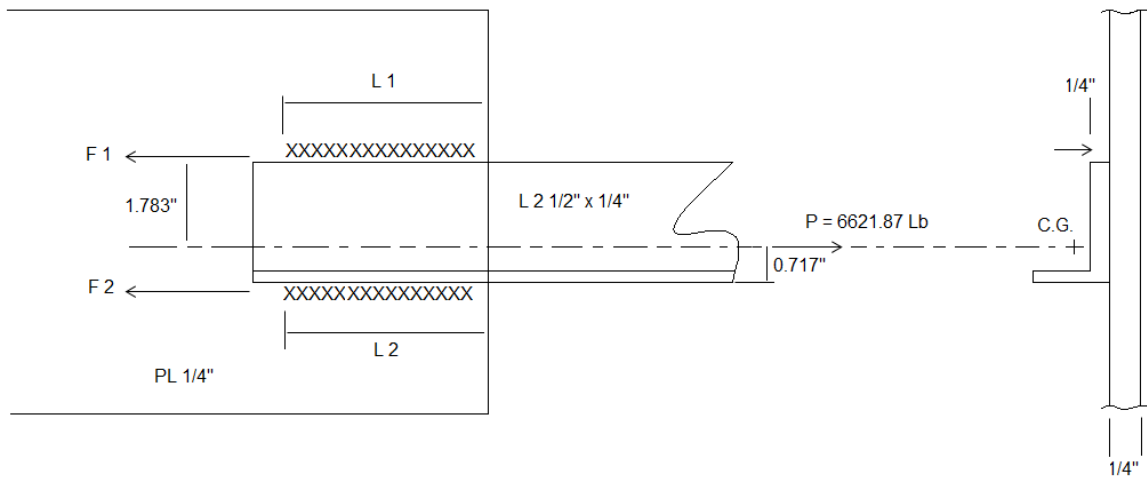


Figura 4.21 Fuerzas actuantes crítica en nudo Nro. 51  
Fuente: Autor

Para nuestros casos usaremos factor de seguridad

Por lo que:

$$F_{diseño} = (fs)(P)$$

$$F_{diseño} = (2)(6621.82 \text{ lb})$$

$$F_{diseño} = 13243.74 \text{ lb}$$

Teniendo la carga con el factor de seguridad, se buscara que C.G de L1 y L2 pase por la línea de acción de la carga, para evitar cualquier carga excéntrica.

Entonces:

$$1.783 F_1 = 0.717 F_2 \dots \dots \dots (1)$$

$$F_1 + F_2 = 13243.74 \text{ Lb} \dots \dots \dots (2)$$

De (1) y (2)

$$F_1 = 3798.30 \text{ Lb}$$

$$F_2 = 9445.43 \text{ Lb}$$

Calculando el tamaño de cordón en función de los espesores de la plancha y el ángulo.

Tamaño mínimo del cordón para plancha 1/4" se recomienda usar

$$W_{min} = 3/16''$$

Tamaño máximo del cordón para plancha 1/4 es igual a:

$$W_{max} = \frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$$

Entonces para la longitud de cordón:

$$L_w = \frac{F}{f_w}$$

Donde:

F: fuerza aplicada al cordón

L<sub>w</sub>: longitud efectivo de cordón.

f<sub>w</sub>: Esfuerzo lineal de la soldadura.

Hallando  $f_w$

$$f_w = w \times S_w$$

Donde:

w: espesor efectivo del cordón.

$S_w$ : esfuerzo de diseño de la soldadura.

$$S_w = 9600 \text{ Lb/pulg}^2$$

Remplazando

$$L_{w1} = \frac{3798.30 \text{ Lb}}{1800 \frac{\text{Lb}}{\text{pulg}^2}}$$

$$L_{w1} = 2.11 \text{ pulgadas}$$

Redondeando

$$L_{w1} = 2 \frac{1}{2} \text{ pulgadas}$$

$$L_{w2} = \frac{9445.43 \text{ Lb}}{1800 \frac{\text{Lb}}{\text{pulg}^2}}$$

$$L_{w2} = 5.24 \text{ pulg.}$$

#### 4.8.1.1 Selección del tipo de soldadura

(Anexo 34)

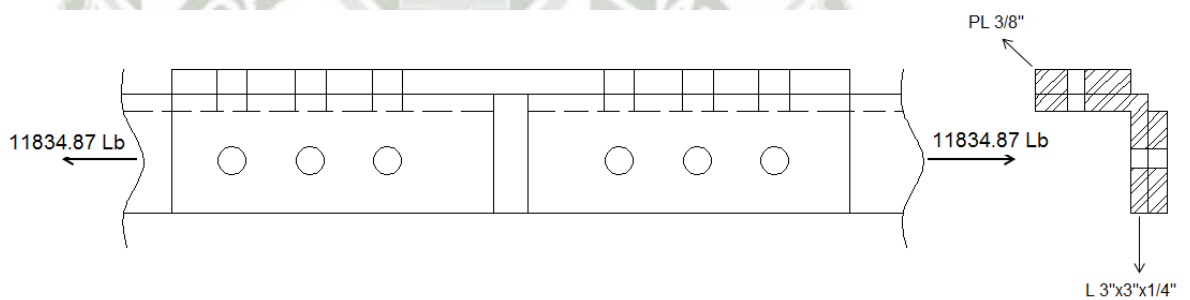
De los resultados y revisando tablas seleccionaremos:

- La longitud máxima será de 6 pulgadas.
- Tipo de soldadura E6011 o E7018.

#### 4.8.2 Calculo de unión empernada

En este ítem diseñaremos, calcularemos y seleccionaremos los pernos en la unión de empalme así como el diámetro y grado de material, para lo cual analizaremos al empalme más crítico.

Esquema de empalme propuesto para comprobación.



*Figura 4.22 Esquema de detalle de empalme con pernos*  
*Fuente: Autor*

A la fuerza a la que está sometida el empalme le daremos un factor de seguridad de 2, por lo que la fuerza quedara:

$$F = 23669.74 \text{ Lb.}$$

Datos de conexión:

- Tipo de unión: Empalme tipo aplastamiento
- Tipo de perno: A325 de uso recomendado en estructuras
- Diámetro de perno:  $d_p = 5/8$ " (Anexo 35)

- Espacio mínimo entre pernos:  $5\text{min} \times 2.5 \text{ dp}$ .
- Diámetro agujero:  $d_n = d_p + 1/16''$

Analizando el empalme Vs el espesor del perno tenemos:

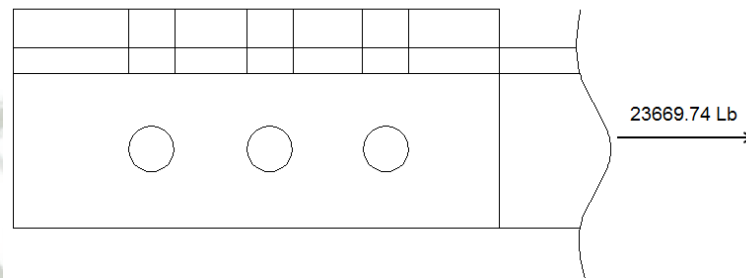


Figura 4.23 Esquema de detalle Fuerza en empalme

Fuente: Autor

$$f_{si} = \frac{F}{n}$$

Donde:

$F_{si}$ : fuerza de corte del perno

F: fuerza aplicada

n: cantidad de pernos

$$f_{si} = \frac{23669.74 \text{ Lb}}{6}$$

$$f_{si} = 3944.95 \text{ Lb}$$

Calculando el área de esfuerzo de diseño del perno.

$$A_s = \left[ \frac{6 \times f_{si}}{S_y} \right]^{2/3} \rightarrow \text{Fórmula para pernos diámetro} < 1 \frac{3}{4}''.$$

Donde:

$A_s$  = Área del esfuerzo de diseño del perno.

$S_y$  = E esfuerzo de fluencia del perno.

$$A_s = \left[ \frac{6 \times 3944.95 \text{ Lb}}{90000 \text{ Lb/pulg}^2} \right]$$

$$A_s = 0.023 \text{ pulg}^2$$

Del (anexo 35) nos da que el diámetro del perno =  $\frac{1}{4}$ " pulgadas.

Según diseño y estándares se selecciona:

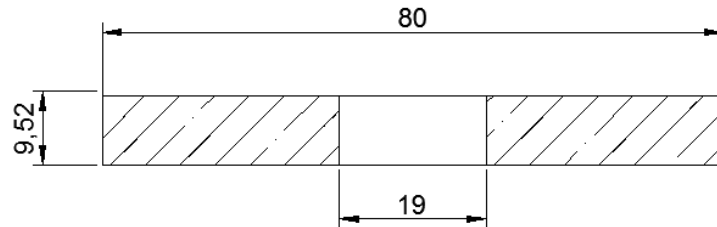
- Pernos A-325
- Diámetro  $\frac{5}{8}$ "
- Longitud  $1 \frac{1}{2}$ "

#### 4.8.2.1 Cálculo y selección de la placa de empalme.

Comprobaremos las dimensiones preestablecidas de la brida de empalme para el diseño estructural.

Esta comprobación se basa en el esfuerzo al que está sometida la placa, comparando con el esfuerzo propiamente del material.

A continuación mostramos el esquema del área transversal del a brida el estará sometido al esfuerzo.



$$\text{Área} = 580.72 \text{ mm}^2 = 0.9 \text{ pulg}^2$$

Figura 4.24 Esquema de corte plancha de empalme

Fuente: Autor

La carga sería la misma en cada placa, entonces tenemos:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Donde:

$\tau$ : Esfuerzo de corte de la plancha

$F$ : Fuerza placa

$A$ : Área neta

Para un acero A-36 los datos son:

$$\tau = 0.45 S_y$$

$$\tau = 0.45 (36000 \text{ psi})$$

$$\tau = 14400 \text{ Lb/pulg}^2$$

Para el diseño de la tesis se tiene:

$$\tau = \frac{11834.7}{0.9}$$

$$\tau = 13149.6 \text{ Lb/pulg}^2$$

Comparando

$$\tau > \tau_{\text{diseño}}$$

$$14400 \frac{\text{Lb}}{\text{Pulg}^2} > 13149.6 \frac{\text{Lb}}{\text{Pulg}^2} \Rightarrow \text{OK}$$

#### 4.8.3 Calculo de unión articulada con pin de apoyo.

En este ítem diseñaremos y calcularemos el pin así como las placas que se utilizaron para el nudo articulado.

A continuación esquema de nudo articulado.

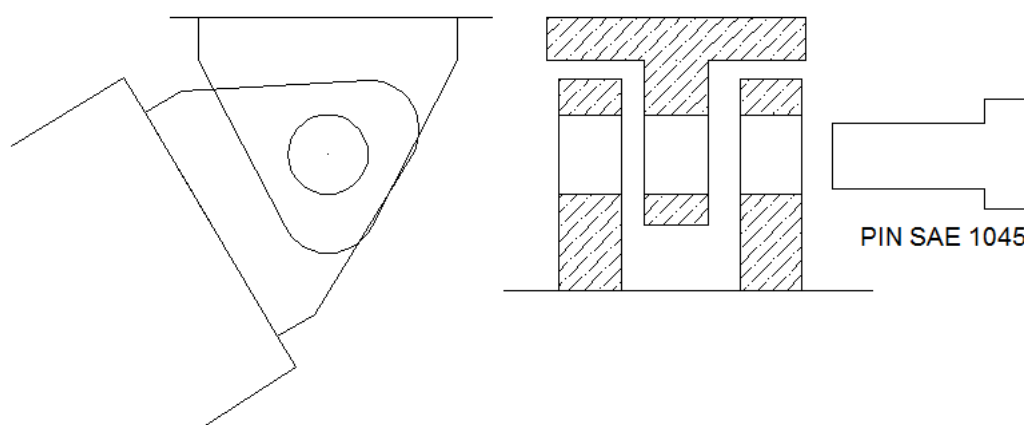


Figura 4.25 Esquema unión articulada

Fuente: Autor

Para el pin se usara material SAE 1045 con las siguientes características.

- Límite elástico: 45000 Lb/pulg<sup>2</sup>
- Resistencia ultima: 82000 Lb/pulg<sup>2</sup>

Por el tipo de esfuerzos se tendrá cortante directa doble.

$$\sigma = \frac{F}{2A} \rightarrow 2A = \frac{F}{\sigma}$$

Donde:

F = fuerza máxima en el apoyo (16382.97 Lb x 2 = 32765.94 Lb)

$\sigma$  = Esfuerzo de corte, se toma 0.4 Sy

A = Área

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Reemplazando tenemos:

$$2 \left[ \frac{\pi \times d^2}{4} \right] = \frac{F}{0.5 \times Sy}$$

$$d^2 = \frac{2 \times 32765.94 \text{ Lb}}{0.4 \times \pi \times Sy}$$

$$d^2 = \frac{2 \times 32765.94 \text{ Lb}}{0.4 \times \pi \times 45000 \text{ Lb/pulg}^2}$$

$$d^2 = 1.1588 \text{ pulg}^2$$

$$d = 1.076 \text{ pulg.}$$

Seleccionamos un pin con las siguientes características:

- Material: SAE 1045
- Diámetro: 1 3/4"

Comprobando las planchas, tomaremos la más crítica, es decir la placa superior ya que como es una, es la más crítica.

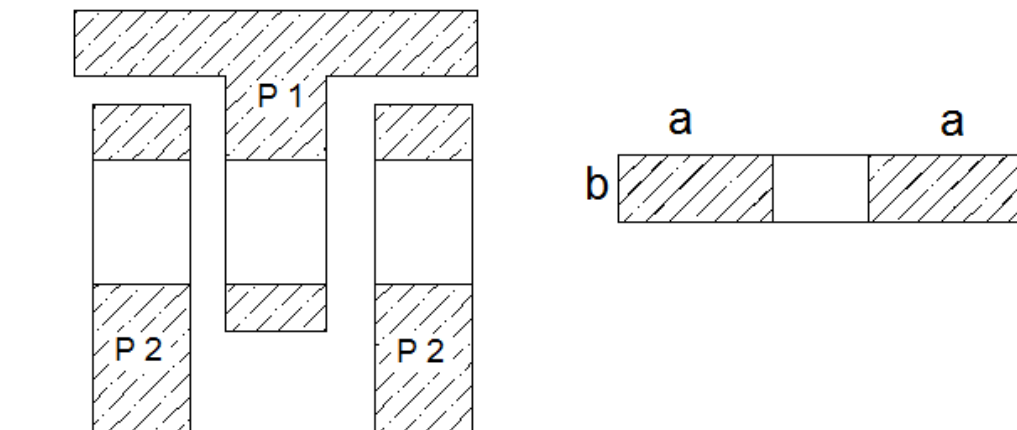


Figura 4.26 Esquema de corte de unión articulada

Fuente: Autor

Para un esfuerzo de aplastamiento tenemos:

$$\sigma_a = \frac{a}{F}$$

Donde:

$\sigma_a$ : Esfuerzo al aplastamiento en la placa de acero A-36, para el proyecto de tablas se tiene:

$$\sigma_a = 0.75 S_y$$

$$S_y: 36000 \text{ Lb/pulg}^2$$

F: fuerza aplicado al soporte

A: Área más crítica a aplastamiento

Reemplazando en formula:

$$A = \frac{F}{0.75 \times S_y}$$

$$2 \times (a \times b) = \frac{3765.94 \text{ Lb}}{0.75 \times 36\,000 \frac{\text{Lb}}{\text{pulg}^2}}$$

$$(a \times b) = 0.606 \text{ pulg}^2$$

$$a = 1.25''$$

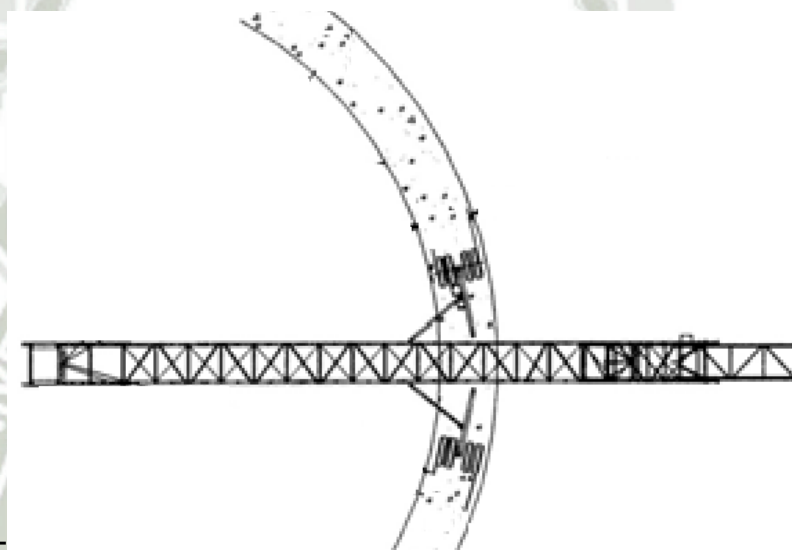
$$b = 1''$$



#### 4.9 Selección del Sistema de Ruedas

En el presente ítem seleccionaremos el sistema de ruedas así como la transmisión y sus respectivos componentes que permitirán trasladarse en forma radial al equipo según requerimiento del proyecto.

A continuación se muestra el esquema de giro del equipo.



*Figura 4.27 Esquema de giro de stacker*

*Fuente: Autor*

- Velocidad  $1.5 \text{ km/h} = 0.42 \text{ m/s}$
- Carga total sobre ruedas  $P = 14648.28 \text{ kg}$ .

##### 4.9.1 Selección de neumáticos

Se debe seleccionar neumáticos comerciales en el mercado local.

Los neumáticos tienen que soportar un peso de  $14648.28 \text{ kg}$ .,

para este caso se tendrá 2 conjuntos de 2 neumáticos en cada lado, por lo que el peso que soportara cada neumático será.

$$P_{neumatico} = \frac{14648.28}{4} kg.$$

$$P_{neumatico} = 3662.07kg.$$

Según (anexo 36) se deberá seleccionar un neumático con índice de carga 160, para este caso seleccionaremos.

- *Neumático 385/65 R 22.5 ( anexo 37 )*

De tablas de neumático comerciales seleccionamos:

- Código: 385/65 R 22.5
- Índice carga: 160
- Diámetro ext.: 1092 mm

#### 4.9.2. Selección del Sistema de Transmisión

A continuación tenemos la figura que muestra el sistema de transmisión de las ruedas.



Figura 4.27 sistema de tracción del sistema de giro de stacker

Fuente: [www.superior-ind.com](http://www.superior-ind.com)

Datos de cálculos anteriores:

- Velocidad de traslado del stacker = 0.42 m/s
- Las revoluciones en las ruedas es: 7.34 rpm

$$n = V / (d \times \pi)$$

$$n = \frac{25.2 \text{ m/min}}{1.092 \text{ m } \pi}$$

$$n = 7.34 \text{ RPM}$$

Selección y cálculo de diámetro del eje de transmisión

Material a usar.

- Material SAE 1045 laminado
- $S_y = 531 \text{ MPA}$

- $S_{\mu} = 627 \text{ MPA}$
- Elongación en 2 pulg. = 12%
- Dureza = 179 HB

#### a) Cálculo del diámetro del árbol

Para el diseño de un árbol, normalmente se conoce la potencia a transmitir y la frecuencia de giro con los cuales se calcula el por torsión.

La fórmula para calcular un árbol de sección maciza está dada por:

$$S_s = \frac{T_c}{j} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

Donde:

J: momento polar de inercia

C: el radio

d: el diámetro

Despejando tenemos:

$$d \geq \left( \frac{16T}{\pi S_{sd}} \right)^{1/3}$$

$S_{sd} = (20.. 25 \text{ MPA})$  si el diámetro es ,donde es el extremo saliente.

$S_{sd} = (10...20 \text{ MPA})$  si el diámetro que se calcula es en la polea

$$T[N.m] = \frac{60 P[w]}{2 \pi n [r/min]}$$

$$T = \frac{60 \times 3515.50 w}{2 \pi \cdot 600}$$

$$T = 4573.77 N.m.$$

$$d \geq \left( \frac{16 T}{\pi S s d} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d \geq \left( \frac{16 \times 4573.77}{\pi \cdot 15 \times 10^6} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0.1158 m = 115.8 mm.$$

- Seleccionamos un eje de  $\varnothing 4 \frac{1}{2}$ "
- Rodamiento del eje son de código 61922 ( anexo 24 )

#### 4.9.2. Selección del motor

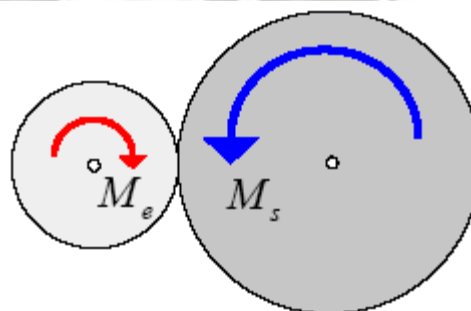


Figura 4.28 Relación de transmisión de ruedas

Fuente: Autor

$$D1 * N1 = D2 * N2$$

$$N2 = \frac{D1 * N1}{D2}$$

$$N2 = \frac{1090 * 7.34 \text{ RPM}}{500 \text{ mm}}$$

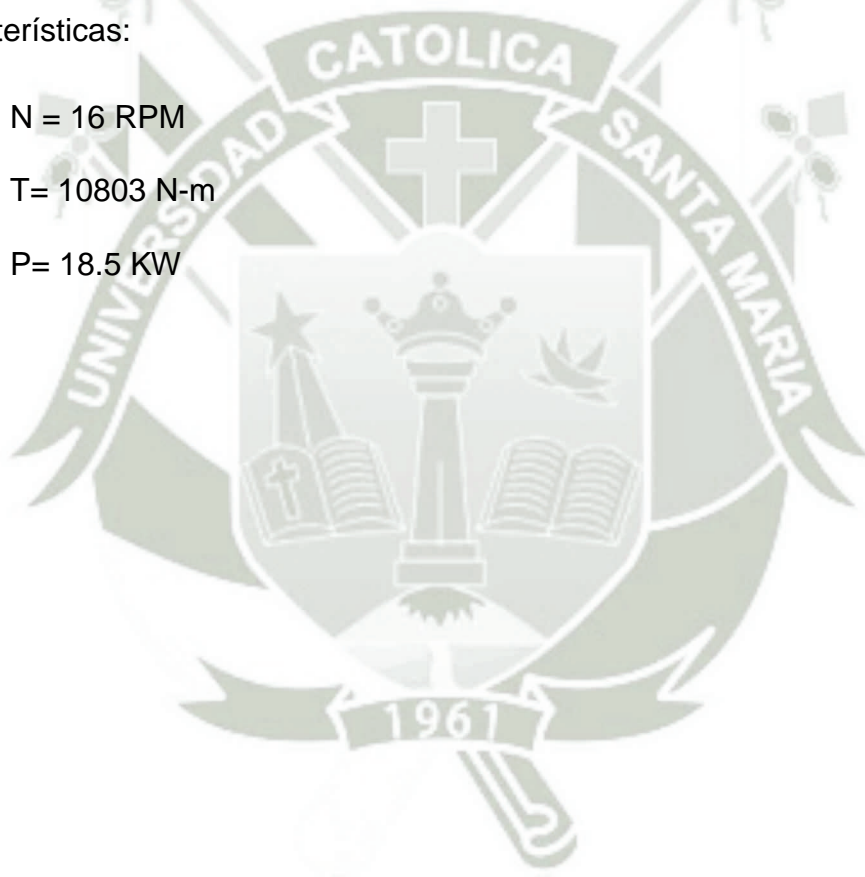
$$N2 = 16.030 \text{ RPM}$$

Con las rpm la rueda de transmisión y la potencia seleccionamos el motor de código R 167 DV 180M4 (anexo 38), el cual tiene los siguientes características:

$$N = 16 \text{ RPM}$$

$$T = 10803 \text{ N-m}$$

$$P = 18.5 \text{ KW}$$



## CAPITULO V

# SISTEMA HIDRAULICO

### 5.1 ALCANCE

En el presente capítulo se determinará el concepto de solución óptimo a desarrollar para resolver el problema planteado en la presente tesis. Para esto se utilizará la metodología de diseño utilizada en los cursos de Ingeniería Mecánica.

En primer lugar, se dará a conocer el problema al que se deberá dar solución mediante un análisis donde se indicará el trabajo que se debe realizar. Luego se detallará paso a paso los requerimientos que deberá cumplir el sistema de elevación a desarrollar. En base a estos criterios se realizará una estructura de funciones en donde se apreciarán las funciones parciales con los que deberá contar la máquina a desarrollar.

#### 5.1.1 Análisis del requerimiento

En la presente tesis se ha desarrollado un el diseño y la fabricación de un apilador radial (STACKER), como parte de requerimiento del proyecto, el apilador deberá ser de ángulo variable lo que significa que deberá contar con un sistema de elevación.

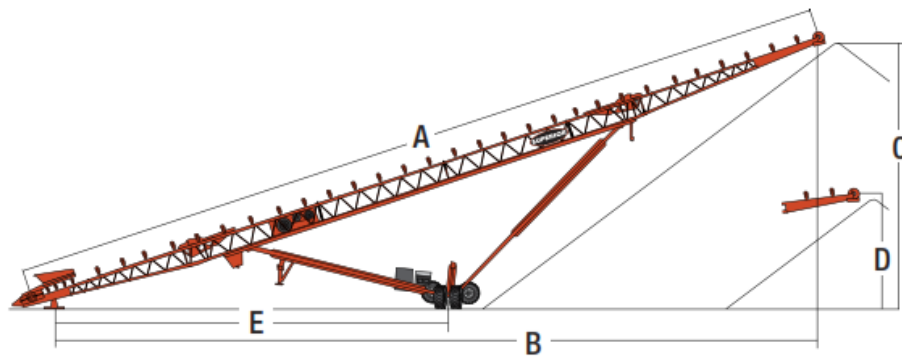


Figura 5.1 Diagrama de requerimiento de sistema de elevación

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/superior-industries/apiladoras-radiales-moviles-55694-602067.html>

## 5.1.2 Consideraciones y requerimientos

### 5.1.2.1 Función principal

El sistema de elevación se utilizara para levantar y bajar el apilador radial de carga, con el objetivo de proporcionar solución al problema de abastecimiento de materia prima en la empresa a desarrollar este proyecto.

Se debe tomar en cuenta que para el diseño del elevador la carga del equipo, un principal requerimiento del sistema de elevación es que trabajara aun cuando el apilador este en carga máxima . El sistema de elevación tendrá que soportar un peso de 14648.Kg

### 5.1.2.2 Desplazamiento y velocidad

El sistema de elevación elevador deberá realizar un movimiento oscilante es decir que empieza a  $20^{\circ}$  y debe terminar a  $40^{\circ}$  tanto

ascendente como descendente para desplazarse. La velocidad de desplazamiento de elevación para el equipo e debe estar en un rango no mayor a los 0,1 metros /segundo.

### **5.1.2.3 Costos**

El sistema hidráulico deberá ser lo más económico posible en función de su eficiencia, es decir deberá ser construido en base a materiales que obtengan la mejor relación coste/beneficio Asimismo, se debe tener en cuenta los costos de mantenimiento del mismo, los cuales deberán ser los más económicos posibles.

### **5.1.2.4 Operación**

El elevador deberá proveer al usuario una interfaz amigable y eficiente para la Operación y manipulación del mismo. En tal sentido, los pasajeros deberán acceder a un mando de control de subida y bajada del elevador, el cual deberá ser fácil de manipular dentro de la cabina del mismo. Asimismo se debe considerar la posibilidad de que un tercer usuario pueda direccionar el elevador a distancia, es decir deberán existir controles para la regulación del movimiento del elevador dentro de un tablero de control cercano al equipo de elevación.

## 5.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES

En el presente ítem se mostraran y explicaron todos los cálculos que conducen a dimensionar y seleccionar el sistema hidráulico del presente proyecto.

### 5.2.1 Dimensionamiento del sistema hidráulico

El sistema propuesto involucra la utilización de cilindros hidráulicos que accionara 2 pares de brazos, para elevar la carga.

A continuación se muestra el esquema propuesto.

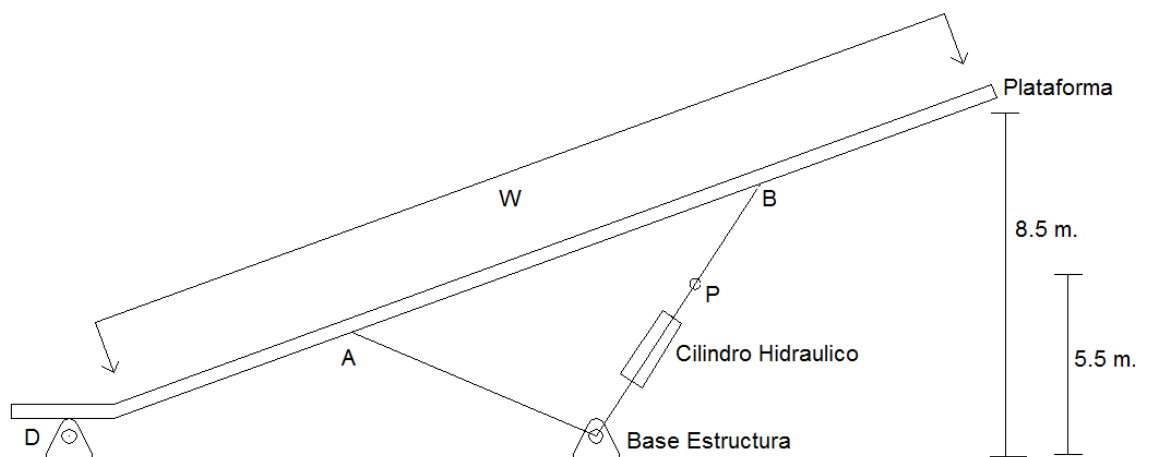


Figura 5.2 Esquema de sistema de elevación

Fuente: Autor

Se determina que para el elevador se eleva de los 5.5 m a 8.5 m, el pistón tendrá que desarrollar una carrera máxima de 2.1 m.

Se determina la fuerza de cilindro hidráulico en la posición más crítica que es cuando está retraído, es decir su ubicación respecto al suelo de  $30^\circ = \alpha$ .

### 5.2.1 Dimensionamiento del diámetro del vástago

De los catálogos de cilindros comerciales en la industria, recomiendan cilindros cuyas pasiones de trabajo van de 100 a 250 bar. Para nuestro proyecto se trabajará con una presión máxima de  $P_{max} = 200$  bar.

$$P_{max} = 2900 \text{ psi} \cong 23.2 \frac{N}{mm^2}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$d = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{P \cdot \pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{394401.08 \times 4}{232 \cdot \pi}}$$

$$d = 104.0331 \text{ mm}$$

$$d = 110 \text{ mm}$$

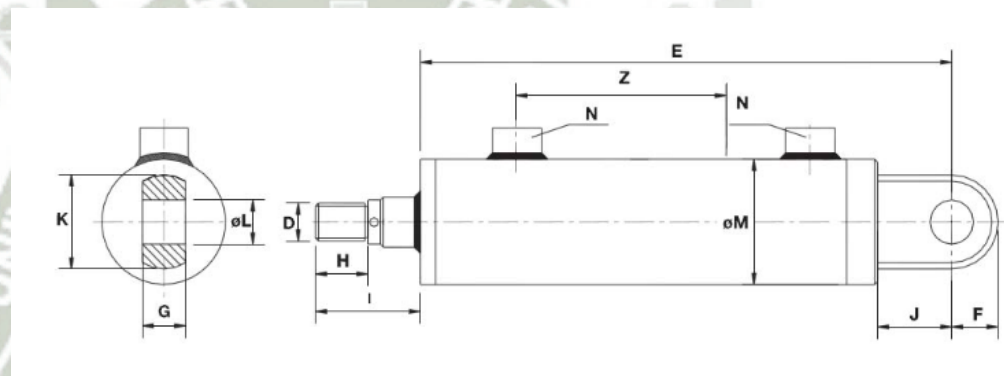
## 5.2.2 Selección de los componentes del circuito hidráulico

Mediante cálculo seleccionaremos los elementos necesarios para nuestro circuito hidráulico.

- Cilindro hidráulico

- 

### 5.2.2.1 Selección cilindro hidráulico



*Figura 5.3 cilindro de doble acción*

*Fuente:*

De los cálculos y teniendo en cuenta el vástago 110 mm seleccionamos un cilindro hidráulico en la serie 8331/Z. (anexo 39).

### 5.2.2.2 Calculo del caudal de la bomba y motor

Para el caculo del caudal de la bomba tomaremos en cuenta tres factores que son tiempo de duración (T) recorrido (C) y diámetro interno del cilindro (Di).

$$Q = \frac{\pi \cdot Di^2 \cdot C}{4 \cdot T}$$

$$Q = \frac{\pi \cdot (14 \text{ cm})^2 \cdot 200 \text{ cm}}{4 \cdot 120}$$

$$Q = 192.41 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}$$

$$Q = 3.0 \text{ GPM}$$

Debemos seleccionar una bomba que genere 3.0 GPM para que pueda elevar los émbolos de los cilindros en un tiempo de 120 segundos.

$$\text{Potencia} = P \cdot Q \cdot 0.000583$$

$$\text{Potencia} = 2900 \text{ psi} \cdot 3.0 \text{ GPM} \cdot 0.000583$$

$$\text{Potencia} = 5 \text{ HP}$$

El motor seleccionado deberá ser de 5.0 HP.

## CAPITULO VI

### PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS

#### 6.1 PROCEDIMIENTO E INSTRUCTIVO DE FABRICACION

##### 6.1.1 Objetivo

El presente documento tiene por objeto establecer la metodología que se empleará para efectuar el proceso de fabricación de un Stacker radial así como sus componentes auxiliares, así como las especificaciones y controles de calidad en todas sus etapas como habilitado, armado, soldadura, tratamiento superficial.

##### 6.1.2 Alcance

Este procedimiento se aplica a todas las actividades en el proceso constructivo de las estructuras de acero al carbono la cual es principal componente del equipo así como el truss, chutes de distribución, planchas antiderrame, cobertura de la faja soportes, así como los materiales a ser usados como las Planchas de Acero, ángulos, tubos, canales y tuberías.

Las actividades comprendidas van desde la recepción de materiales que provienen de almacén hasta el despacho del producto final.

##### 6.1.3 Documentos de referencia

La documentación aplicable al proyecto es:

- Especificaciones Técnicas del Proyecto
- Normas aplicables al proyecto.
- Norma NTP ISO 9001-2000 Gestión de la calidad
- Código AWS D1.1. Código ASME Sec. IX, API 1104.
- Steel Structure Painting Council SSPC (USA)
- National American Corrosion Engineer NACE
- American Society for Testing and Materials ASTM

#### **6.1.4 Ejecución**

En este ítem se definirá las diferentes etapas así como las actividades a ejecutarse y así poder asegurar la calidad del producto en el proceso de fabricación.

##### **6.1.4.1 Habilitado**

Este proceso consiste en realizar el trazado, corte y codificado de las planchas de acero, ángulos y canales que se utilizarán, así mismo el biselado, doblado y perforado de los componentes que lo requieran; también comprende el empalme, apuntalado y soldadura por arco sumergido de componentes.

Verificadas las actividades previas, se procederá a realizar el habilitado de Materiales con la siguiente secuencia:

- 1º. **Regulación**, se debe inspeccionar el estado y regular el equipo de corte, las boquillas, válvulas del tanque de oxígeno.
- 2º. **Trazado**, se realiza el trazado según hojas de corte, para lo cual se usan reglas metálicas, wincha, escuadras de 24" y un rayador. El trazado de los ángulos y canales se realiza según el plano de despiece.
- 3º. **Corte**, El corte de ángulos, canales y planchas se realiza con un soplete de oxicorte.
- 4º. **Codificar**, a cada elemento producto del corte se le codifica según numeración indicada en hoja de corte o plano de despiece.
- 5º. **Biselado**, El biselado de tuberías se realiza con disco abrasivo, hasta dejar el ángulo necesario para realizar el cordón de soldadura para empalmes de accesorios como codos y nicles roscados.
- 6º. **Reporte**, todo componente cortado y/o biselado debe ser revisado por el operario, además de limpiar y esmerilar los bordes. Al finalizar deberá reportar al asistente mecánico el registro del Proceso de Habilitado y Corte.
- 7º. **Doblado**, el material cortado destinado para los Conformados de tubos, perfiles u otro tipo de plegados separado y enviado a la sección de plegado o a terceros para su doblado.

**8º. Operaciones Adicionales**, se aplicará según los siguientes casos:

- **Alas y Almas**, para el material cortado destinado para alas y almas se procederá según las Instrucciones de Trabajo para el empalme, apuntalado y soldadura.
- **Destaje o Corte Adicional**, a los componentes ya cortados que requieran destaje, primero se decidirá si requiere plantilla o solo realizar el trazo. De requerir plantilla o machina esta puede estar ya fabricada o requerir fabricación. Teniendo la plantilla y realizando el emplantillado y trazo correspondiente se realiza el corte con el equipo de oxicorte, con un soplete o cizalla para espesores menores a 3/8".
- **Perforado**, aplicado para todos los componentes que lo requieran tales como ángulos, canales, diafragmas, cartelas, planchas de unión y rigidizadores de apoyo los cuales se perforan en concordancia a su respectivo procedimiento.

**9º. Puntos de Control**, Se debe verificar :

- Que el material recepcionado sea el especificado en los planos así como su registro de Liberación.

- Controlar y verificar el estado de todos los equipos a utilizar.
- Controlar las dimensiones trazadas antes de realizar el corte.
- Controlar dimensiones, bordes y que el codificado de los componentes habilitados sea el que se indica en la Hoja de Corte.

#### **6.1.4.2 Armado**

Este proceso consiste en realizar el armado de la estructuras , claro está que se ítem que tener en cuenta para esta etapa la etapa de transporte ya que se debe verificar que la estructura podrá ser transportada.

Verificadas las actividades previas, se procederá a realizar el Armado de la estructura con la siguiente secuencia:

##### **1º. Pre-armado**

- a) Probar nivel del área donde se realizará el armado.
- b) Armado de las principales estructuras en el piso.
- c) Colocar los elementos de sujeción para mantener en posición los elementos principales.
- d) Control de alineación, horizontalidad y verticalidad de armado de las estructuras principales.

- e) Ensamble con el resto de elementos que son partes.
- f) Colocación de pernos.
- g) Control de la geometría de la estructura.
- h) Identificación y control final de codificación de acuerdo a su armado final.

## **2º. Control dimensional**

Esta actividad de control deberá ser verificada por el la persona encargada de la calidad, para ello deberá verificarse los elementos como haya sido planeado y según planos. Se completará el Registro de Control Dimensional en armado. Asimismo el armado traerá consigo algunas desviaciones, las cuales deberán estar comprendidas dentro de las tolerancias aplicables de longitud y pandeo.

## **3º.Tolerancias**

Las tolerancias aplicables al trabajo, deberán ser aquellas indicadas en los planos de fabricación y especificaciones particulares emitidas el diseñador.

Cuando no existe indicación de tolerancias ni referencia a códigos o normas aplicables para este propósito, las tolerancias incluidas en ésta sección deberán ser aplicadas.

### a) Armazones, Vigas y Diagonales

Las tolerancias para el largo del componente estructural “L” definido como la distancia entre centros de gravedad de ambos juegos de conexiones apernadas o atornilladas, o entre una combinación de ambos son:

$L \pm 0.5 \text{ mm}$ ( $\pm 0.020''$ )	cuando	$L < 3000 \text{ mm}$ (120.00")
$L \pm 1.5 \text{ mm}$ ( $\pm 1/16''$ )	cuando	$3000 < L < 10000 \text{ mm}$ (120.00") (394.00")
$L \pm 2.5 \text{ mm}$ ( $\pm 0.1''$ )	cuando	$L \geq 10000 \text{ mm}$ (394.00")

La tolerancia para la distancia “D”, medida entre la cara de conexión de un clip y un punto de trabajo gusset es:

$$D \pm 1.5 \text{ mm}$$

$$(\pm 1/16'')$$

La tolerancia para la distancia “E” entre el punto de trabajo de un gusset y el eje teórico, que pasa a través del centro de gravedad de un juego de agujeros de pernos o tornillos es:

$$E \pm 1.0mm$$

$$(\pm 0.04")$$

La tolerancia para la distancia “G” entre un agujero de perno o una línea de agujeros y el eje teórico del perfil, o entre agujeros independientes de su distancia.

$$G \pm 0.5mm.$$

$$(\pm 0.020 ")$$

La tolerancia de deflexión o deformación “F” definida como el largo de la desviación del eje actual del componente estructural, respecto a su eje teórico.

Cuando:

$$L < 1,500mm (59 ")$$

$$F < \pm 1.0 mm (0.04")$$

$$1,500mm < L < 13,300 mm (524")$$

$$F < 0.00075L (0.00003 L)$$

$$L > 13,300 mm$$

$$F < 10.0 mm (3/8")$$

**b) Columnas**

El largo total de una columna o sección de columna entre extremos mecanizados:

$$L = \pm 1.0 \text{ mm}$$
$$(\pm 0.040")$$

El largo total entre una placa base y un extremo mecanizado:

$$L' = \pm 1.5 \text{ mm}$$
$$(\pm 1/16")$$

El largo total de columna entre la placa base y un extremo no mecanizado.

$$L' = \pm 3.0 \text{ mm}$$
$$(\pm 1/8")$$

Altura "H" medida entre la placa base y el centro de gravedad o línea de perforaciones para pernos:

$$H = \pm 3.0 \text{ mm}$$
$$(\pm 1/8")$$

Tolerancia para cuadratura de perforaciones de placa base,  
medidas como la diferencia entre diagonales:

$$(D1 - d2) = \pm 1.5 \text{ mm } (\pm 1/16 \text{ "})$$

$$L = \pm 1.0 \text{ mm } (\pm 0.040 \text{ "})$$

El largo total entre una placa base y un extremo mecanizado:

$$L' = \pm 1.5 \text{ mm}$$

$$(\pm 1/16 \text{ "})$$

El largo total de columna entre la placa base y un extremo no  
mecanizado.

$$L' = \pm 3.0 \text{ mm}$$

$$(\pm 1/8 \text{ "})$$

Altura "H" medida entre la placa base y el centro de gravedad o  
línea de perforaciones para pernos:

$$H = \pm 3.0 \text{ mm}$$

$$(\pm 1/8 \text{ "})$$

Tolerancia para cuadratura de perforaciones de placa base,  
medidas como la diferencia entre diagonales:

$$(D1 - d2) = \pm 1.5 \text{ mm}$$

$$(\pm 1/16 \text{ "})$$

#### **6.1.4.3 Soldadura**

Este proceso consiste en realizar la soldadura de la estructura, el adecuado seguimiento a este instructivo permitirá que se amenoren los problemas de deformación y rechazo de la soldadura . ya que esta etapa es importante .

##### **1º. Condiciones de trabajo**

Esta actividad de control deberá ser verificada por el la persona encargada de la calidad, para ello deberá verificarse los elementos como haya sido planeado y según planos. Se completará el Registro de Control Dimensional en armado. Asimismo el armado traerá consigo algunas desviaciones, las

##### **2º. Procedimientos de soldadura.**

No se efectuará soldadura en obra, si no se tiene el respectivo procedimiento de soldadura calificado. La calificación demostrará la conformidad con los criterios de aceptación del código de referencia.

Para determinar el procedimiento de soldadura, se revisarán los planos de fabricación y montaje, y se determinarán las juntas de soldadura a ejecutar, las cuales pueden ser:

**a.- Juntas Pre-calificadas:** Son todas aquellas juntas que están consideradas en el código de referencia, (penetración parcial – penetración total), donde se detalla la forma y el tipo de junta a ejecutar, no necesitando ser ensayada para obtener la calificación.

Una vez seleccionada la junta respectiva se procederá a llenar el registro, con lo cual se dará la conformidad a la ejecución de la soldadura.

**b.- Juntas Calificadas:** Son todas aquellas juntas que no están consideradas en el código de referencia, y necesitan ser ensayadas con las respectivas pruebas mecánicas, para ser consideradas aptas o calificadas para el proceso de soldadura, la forma de realizar estas pruebas se detalla en el código de referencia.

Una vez realizados los ensayos y siendo los resultados conformes, se procederá a llenar el registro para dar la conformidad a la junta y se considere ésta como junta calificada para el proyecto.

#### **6.1.4.4 Tratamiento Superficial**

Todo sistema de protección superficial tiene como objetivo mantener, proteger y alargar la vida a las superficies nuevas o que presentan una protección parcial realizada en taller o en el campo.

##### **1º. Almacenaje y manipuleo**

El almacenamiento de la pintura debe ser realizado bajo techo y en ambiente limpio, seco y bien ventilado.

Los envases con el producto deberán traer una identificación clara de su contenido, proporción de mezcla y diluyente a utilizar.

##### **2º. Preparación superficial**

Las operaciones de preparación de superficie para el pintado se llevarán a cabo, solo después de que toda la fabricación u operaciones mecánicas sobre las partes, componentes o equipos a proteger, hayan sido satisfactoriamente efectuadas y aprobadas por el asistente mecánico.

El asistente mecánico verificará previamente lo siguiente:

- Los elementos metálicos a ser arenados NO deben presentar en su superficie:
  - Salpicaduras de soldadura
  - Rebabas

- Aristas vivas
- Abolladuras o golpes
- Todas las partes que contienen grasa, aceites, mugre, deberán ser minuciosamente limpiadas usando solventes.
- De utilizar arena como abrasivo, se deberá obtener de ríos libres de sales. El uso de arena de costas marinas no está permitido bajo ninguna condición (el abrasivo deberá ser analizado: contenido de sales solubles). La arena debe presentar una granulometría entre mallas de 18 a 40.
- El aire utilizado para impulsar el abrasivo (arena, granalla, escoria), se controlará de acuerdo con la Norma **ASTM – D4285**, con el fin de detectar presencia de aceites o humedad.

Pasada esta etapa se inicia la preparación de superficie, considerando lo siguiente:

#### **a) Condiciones ambientales**

- Durante el proceso de Limpieza Superficial, el grado de humedad del medio, será como máximo 85%.
- Tiempo entre la limpieza superficial y el pintado:  
En un ambiente rural sin polución con humedad relativa entre 30 a 70 % menor a 8 horas.
- Si hubiera polvo o llovizna, se debe colocar una cobertura.

- La superficie debe ser pintada antes que aparezca una coloración pardusca. Este amarillamiento es debido al oxido que comienza a formarse. Mientras el oxido sea incoloro no es preocupante.

#### **b) Grado de Preparación de superficie**

- El Grado de preparación superficial, especificado para el proyecto, es una Limpieza con Chorro Abrasivo al metal blanco, según **Norma SSPC SP5**.

#### **c) Evaluación del Grado de limpieza y perfil de rugosidad**

- Después del proceso de limpieza superficial, se evaluará si se cumple el grado de limpieza especificado.
- Asimismo se verificara el perfil de rugosidad necesario para el buen anclaje del sistema de pintura, el mismo que deberá estar comprendido entre 1.5 a 2.5 mils.

### **3º. Aplicación de pintura**

#### **a) Sistema de pintado**

Las estructuras metálicas se pintarán de acuerdo al sistema especificado. Correspondientes al Proyecto, según se muestra en la tabla siguiente.

<b>SISTEMA DE PINTADO</b>	
<b>Area a pintarse</b>	<b>PARTES DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS EN GENERAL</b>
<i>Sistema</i>	<i>EPOXICO (ANTICORROSIVO)/ EPOXICO(ESMALTE)</i>
<i>Producto</i>	
<i>Nº capas</i>	<i>01 CAPA / 01 CAPA</i>
<i>Espesor</i>	<i>04 MILS / 04 MILS (08 MILS TOTALES)</i>

**b)Control antes del pintado**

- Se constatará que el elemento a pintar este completamente terminado para evitar los reproceso.
- Se evaluara las condiciones ambientales para proceder con el pintado, las mismas que deberán ser las siguientes:  
 Temperatura ambiental: Mínimo 10 °C y máximo 40 °C.  
 Cerca de los extremos es necesario técnicas especiales de dilución y aplicación.  
 Temperatura de la Superficie: Mínimo 10 °C y máximo 55 °C. Cerca de los valores extremos podrían ser necesarias técnicas especiales de dilución y aplicación.  
 Humedad relativa: Entre 30% a 60%, como máximo 85 %

La diferencia entre la temperatura de superficie y la temperatura del punto de rocío debe ser mayor o igual a 3 °C

- Que la superficie a pintar se encuentre limpia y seca, sin humedad y sin residuos de arena, caso contrario se limpiará con aire a presión.
- Antes de preparar las pinturas se debe verificar las hojas técnicas, y leer los rótulos en cada lata, para no confundir los componentes A y B de las pinturas.
- Las pinturas deben ser mezcladas de acuerdo a la relación de mezcla indicada en las hojas técnicas, para que puedan ser aplicadas y cure correctamente.
- Para proporciones menores a un galón deben contar con envases graduados para medir en volumen la cantidad exacta de la parte A y la parte B.
- Antes de iniciar la aplicación, se debe probar el abanico para verificar que no estén obstruidas o desgastadas.

### **c)Control durante el pintado**

- Controlar el tiempo de vida útil, después de realizada la mezcla, el tiempo de duración de la mezcla para cada producto, se indica en la respectiva ficha técnica. No debe,

por consiguiente prepararse más material que el que se puede utilizar en ese lapso.

- La aplicación deberá realizarse superponiendo la pasada anterior en un 50 %.
- La distancia de ubicación de los elementos a ser pintados deberá ser como mínimo 0.5 m desde el piso.
- Durante la aplicación es conveniente medir cada cierto tiempo el espesor de película húmeda.
- Después de aplicar la primera capa y antes de aplicar la segunda capa se deberá reforzar los cordones de soldadura y los cantos y aristas con brocha.
- Para controlar la contaminación del medio ambiente se usarán biombos, o espacios determinados (cerrados) que eviten que la pintura se pierda en el pulverizado.
- El tiempo mínimo y máximo para el repintado de la superficie, se realizará según a las recomendaciones del fabricante.

#### **d)Control después del pintado**

- Si se encontrarán partes para reparar (daños mecánicos, defectos de aplicación), éstas se realizarán una vez seca la pintura:

Entre 10 a 50 % de la superficie con daños:

Daño mecánico, se procederá a limpiar la zona con una lija de N° 80, se deberá eliminar todo óxido presente, posteriormente aplicar el sistema de pintura especificado.

Defectos de aplicación (chorreadura, piel de naranja, pinholes, palomeos), proceder a lijar superficialmente utilizando lijas N° 100, posteriormente aplicar capa diluida de pintura.

Mayor a 50% de la superficie con daños:

Daño mecánico, se procederá a enviar a la pieza o elemento a un nuevo arenado, previa evaluación del Asistente mecánico.

Defectos de aplicación (chorreadura, piel de naranja, pinholes, palomeos), proceder a lijar superficialmente utilizando lijas N° 100, posteriormente aplicar capa diluida de pintura.

- Luego se procederá al control del espesor seco, para ello deberá emplearse un instrumento debidamente calibrado. La calibración del espesor seco se realizará de acuerdo a la **Norma SSPC PA2**.
- De ser posible este control se debe realizar con la participación del representante técnico del fabricante de

pintura. La emisión de un informe puede sustentar el control y la conformidad con el sistema de pintado.

## 6.2 PRODEMIENTO E INSTRUCTIVO DE MONTAJE

### 6.2.1 Objetivo

Definir la secuencia a seguir en el montaje de la faja transportadora del proyecto DISEÑO FABRICACION Y MONTAJE DE UN STACKER RADIAL DE 400 TPH.

### 6.2.2 Alcance

Este instructivo aplica a los trabajos de montaje de faja transportadora del proyecto DISEÑO FABRICACION Y MONTAJE DE UN STACKER RADIAL DE 400 TPH.

### 6.3.1 Desarrollo

#### 6.2.3.1 Consideraciones previas

- Se revisarán los planos de fabricación, montaje y marcas en su última revisión.
- Se verificarán que los elementos que conforman las fajas estén libres de daños y estén de acuerdo a los planos de fabricación.
- Se coordinará con SPCC, para el inicio del proceso de montaje.

### 6.2.3.2 Alineación de largueros.

Las cerchas y los largueros del bastidor de la cinta deben ser instalados en paralelo, rectos, y perpendiculares al mismo nivel, de forma que la banda quede colocada en la posición correcta.

Durante la instalación, se deben realizar controles dimensionales, esto asegura que no se sobrepasan las tolerancias en el montaje de las estaciones superiores.

A continuación se describen los tres tipos de comprobaciones que se debe realizar en el caso de la medida del alineamiento de los largueros:

- **Paralelismo**

Para dimensionar el ancho de la galería o de espalda a espalda del larguero, se permite una tolerancia máxima de  $\pm \frac{1}{8}$  "(3,175 mm).

La tolerancia Entre el entramado de vigas I, vigas de ala ancha y vigas diagonales o de atado debe ser de  $\pm \frac{1}{8}$ "(3,175 mm)

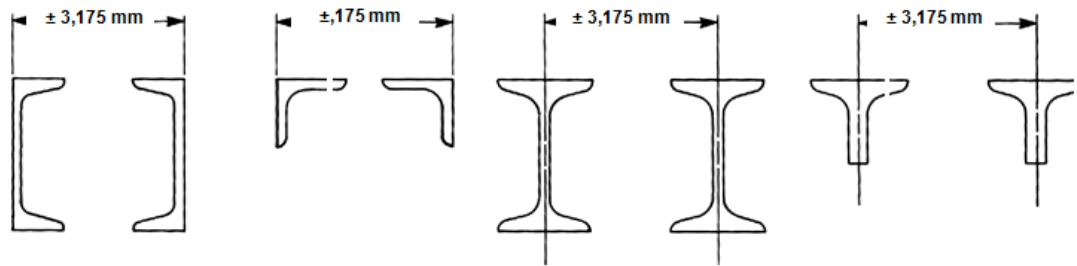


Figura 6.1 Esquema de tolerancias máximas de largueros

Fuente: Autor

- **Rectitud**

En cuanto a la compensación lateral máxima permitida en los largueros, se considera una flecha de  $\frac{1}{8}$ " (3,175 mm) en 40 ft (12 m) de longitud.

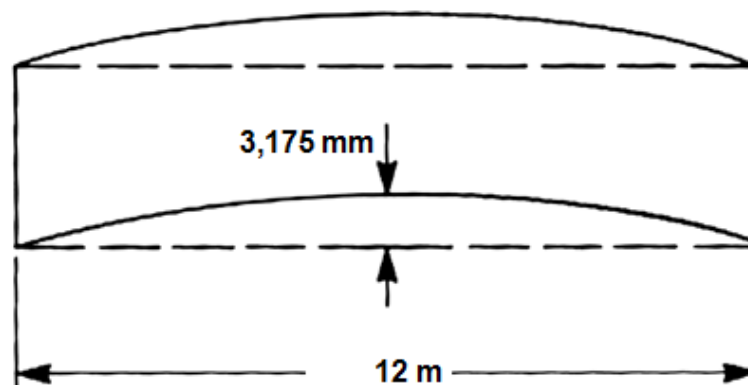


Figura 6.2 Esquema de compensación máxima

Fuente: Autor

- **Perpendicularidad**

En este caso de debe realizar una comparación de las

medidas de las diagonales entre las estaciones, tal y como se muestra en la Figura 3:

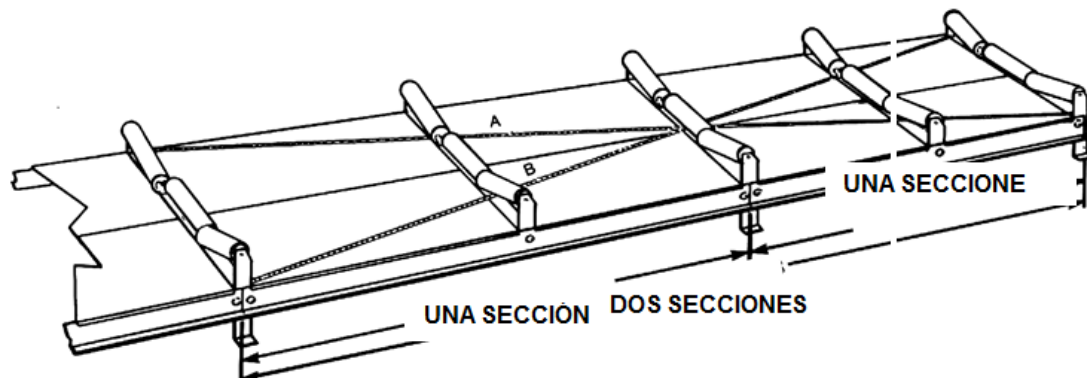


Figura 6.3 Esquema de alineación de la cinta y bastidor

Fuente: Manual CEMA

Las líneas A y B deben estar dentro del  $\frac{1}{8}$  " (3,175 mm) ya que así se asegura la perpendicularidad del bastidor de la cinta. Las estaciones inferiores, deben de instalarse al mismo nivel y paralelas a los tambores de cabeza y de cola.

### 6.2.3.3 Tambores y eje de alineamiento

Excepto para el caso de aplicaciones especiales, se deben nivelar todos los tambores de las cintas, de forma que la línea central del eje sea perpendicular a la línea central de la banda.

En el caso de que se produzcan cambios importantes en la alineación se provocará una carga de empuje innecesaria sobre los rodamientos, un desgaste acelerado e irregular en el tambor

engomado y problemas en el funcionamiento de la banda.

Se considera más conveniente alinear los tambores después de montar la estructura y antes de instalar la banda. Una desalineación intencionada no debe ser utilizada como un medio para contrarrestar otra desalineación para hacer funcionar la banda.

Las tolerancias de alineación que se pueden conseguir son las siguientes:

Utilizando un nivel y comprobando ambos lados de los tambores, con lo que las alturas de los ejes en los rodamientos se deben fijar a 1/32 pulgadas (0,794 mm)

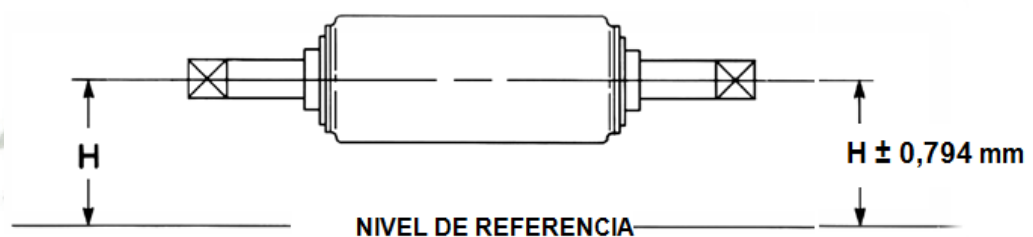


Figura 6.4 Esquema ajuste de elevación de ejes

Fuente: Autor

Midiendo desde una línea perpendicular a la línea central de la cinta, perpendicular a la línea central de la cinta, este eje no debe desviarse más de  $\pm 1/32$  pulgadas (0,794 mm) de los rodamientos Debido a la ubicación del tambor y al acceso del

mismo, es una práctica muy común utilizar para hacer estas mediciones plomadas.

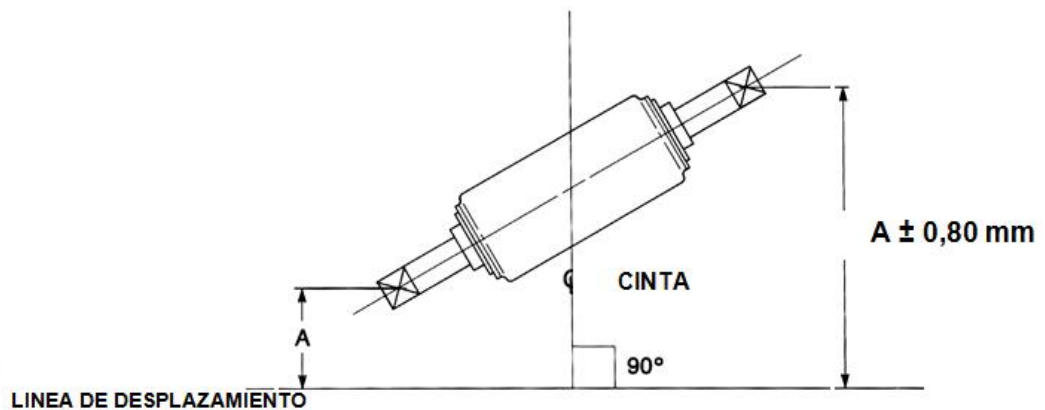


Figura 6.5 Esquema ajuste de elevación de ejes

Fuente: Autor

#### 6.2.3.4 Tolerancias de instalación de la base del motor y del reductor

Se deben controlar las características de operación de todos los aparatos mecánicos, su correcta fabricación y las tolerancias de alineación en las instalaciones, con el fin de prolongar la vida operativa y prevenir roturas innecesarias de los equipos.

La guía de instalación de bases para motores y reductores se divide en dos categorías, de hormigón y de acero estructural. Las dos deben ser suficientemente rígidas para minimizar las vibraciones y mantener la alineación entre el motor y el equipo de accionamiento dentro de las tolerancias recomendadas por el fabricante. Esta

información puede utilizarse en los motores o en los reductores, o en ambos en combinación.

- **Bases estructurales fabricadas.**

Las bases estructurales necesitan una superficie plana, si no es así se pueden colocar una serie de cuñas en la estructura para conseguir tal fin, estas cuñas van desde 0,003 a 0,005 pulgadas. Después de fijar la placa base, se debe verificar que esta plana y si fuese necesario se deben colocar unas cuñas.

- **Soportes de acero estructural**

Aunque la combinación de bases estructurales fabricadas son normalmente construidas como una unidad, no es siempre necesario proporcionar un soporte continuo en el acero estructural, pero si es necesario proporcionar una conexión suficientemente rígida e integrada entre la base del reductor y el soporte de acero para colocar cada agujero del perno.

La estructura soporte debe minimizar la deflexión y distorsión bajo carga, previniendo la deformación de la base del motor/reductor y la consiguiente e indeseable desalineación.

### 6.2.3.5 Alineación del acoplamiento flexible

Los acoplamientos flexibles se utilizan en trenes de accionamiento de cintas transportadoras para transmitir el par de un elemento rotativo a otro. De este modo, protegen el costoso accionamiento y la maquinaria de accionamiento de la desalineación, las cargas de choque, las vibraciones y las cargas de empuje.

Es cierto que la mayoría de los acoplamientos operará bajo desalineaciones severas durante un determinado período de tiempo, lo que genera la reducción en la vida útil. Por esta razón, los fabricantes de acoplamientos han establecido tolerancias de desalineación que deben respetarse durante el montaje en obra.

Un requisito para una adecuada alineación es disponer de una base rígida y nivelada en la cual se utilizan el accionamiento y los elementos de accionamiento. Si son montados en un bastidor de acero, se necesitará una placa base común para prevenir el movimiento entre las piezas de acero soportadas de forma independiente.

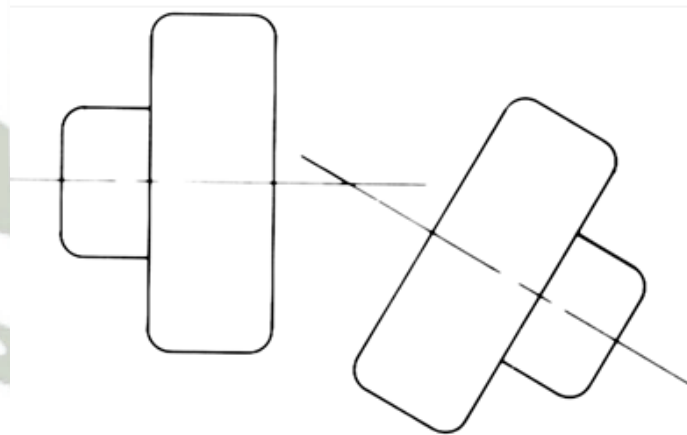
Antes de colocar el acoplamiento, el instalador debe familiarizarse a fondo con todos los requisitos del fabricante del motor, la velocidad del reductor y los acoplamientos. La comprobación de la alineación durante el montaje de la estructura soporte se debe realizar

mediante relojes comparadores, pruebas de nivel de la máquina u otros medios, utilizando solo cuñas comerciales para la alineación final.

Se deben verificar tres tipos de alineamiento:

- **Alineamiento angular**

Se define como el movimiento de las dos partes de entrada y salida del acoplamiento, de tal manera que permite una oscilación y/o deslizamiento de un elemento que conecta las dos partes, ver Figura



*Figura 6.6 Esquema alineamiento angular*

*Fuente: Autor*

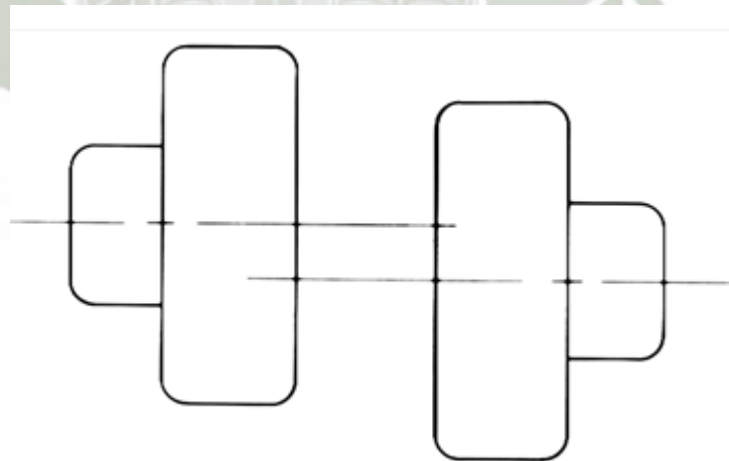
Después de que estas partes del acoplamiento han sido montadas en el accionamiento y su eje, se colocarán de manera que la distancia entre las caras del acoplamiento sea igual a la

distancia normal de acoplamiento.

- **Alineamiento en paralelo**

Se define como el movimiento de las dos partes de entrada y salida del acoplamiento, de forma que se mantiene el paralelismo entre las dos caras de cada acoplamiento, permitiendo que los ejes ocupen líneas separadas del centro.

El accionamiento y equipo accionador deben estar alineados de manera que se coloca un borde recto entre dos bridas de acoplamiento a intervalos de 90 grados, permaneciendo paralelos a los ejes del equipo. Se debe tener cuidado al apretar los tornillos de fijación y los pernos para asegurar que se alcanza el par de apriete correcto.

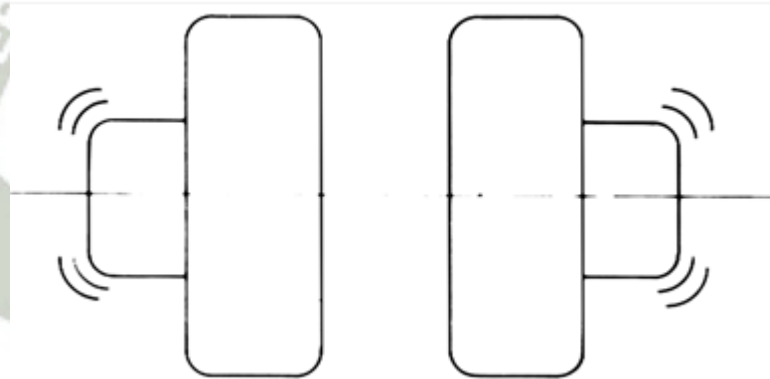


*Figura 6.7 Esquema alineamiento paralelo*

*Fuente: Autor*

- **Alineamiento axial**

Tanto para el accionamiento como para el eje, es necesario un acoplamiento flotante tanto para la expansión y por otras varias razones, el acoplamiento flotante en la mayor parte de los acoplamientos puede estar limitado a cualquier distancia requerida por la utilización de paquetes de acoplamiento flotante limitados, sin embargo, solo se deberían utilizar los kits recomendados por el fabricante



*Figura 6.8 Esquema alineamiento axial*

*Fuente: Autor*

#### **6.2.3.6 Alineación de las estaciones**

El objetivo del alineamiento de las estaciones es el de conseguir los ajustes los cuales deben ser perpendiculares y en línea con el eje central de la cinta y paralelos entre sí.

Las estaciones se deben de ajustar antes de colocar los tambores de cola perpendiculares y a nivel (preferiblemente el tambor de descarga, aunque esto no es esencial). El método que se recomienda es el de utilizar un alambre para marcar la línea central de la cinta o a lo largo del desplazamiento de la misma, estirada para formar una línea central de referencia verdadera. Esta línea debe estar al menos a una longitud de 100 pies (30, 5 m) y cuyo punto de referencia sea la perpendicular del tambor de cabeza.

Las estaciones deberán colocarse a una distancia de diseño y perpendiculares con respecto al alambre estirado. Después de colocar las estaciones en intervalos de 50 pies (15,24 m), se traslada la línea de 100 pies de manera que habrá unos 50 pies (15,24 m) de superposición con respecto a la primera posición. el alambre ó cuerda de piano Se debe ir re posicionando hasta que se hayan colocado el resto de las estaciones de la cinta.

#### **6.2.3.7 Centrado de la banda**

La necesidad de centrado de la banda una vez colocada se puede minimizar de la siguiente manera:

- Instalación de la cinta transportadora recta y a nivel en función de las tolerancias estipuladas.
- Todas las estaciones y los tambores deben ser perpendiculares

a la línea central de la cinta.

- Los empalmes de la banda deben ser correctos y perpendiculares.
- No deben existir defectos en la banda de la cinta
- Todos los rodillos deben girar libremente.

Cuando la banda continúa funcionando descentrada de forma continuada a lo largo de la longitud de la cinta transportadora, la causa está probablemente en la alineación o nivelación de las estructuras de la cinta, es decir, las estaciones o los tambores.

Si uno o más segmentos de la banda se descentran en todos los puntos a lo largo de la cinta, la causa más probable es la propia banda, el empalme, o el método de carga. Cuando una banda cargada se descentra, el borde ligeramente cargado se levantará sobre el rodillo inclinado con el que está en contacto. Todos los tambores deben estar nivelados y a un ángulo de 90 grados con respecto a la línea central de la cinta. Estos deben mantenerse de esta manera y nunca desplazado a la hora de centrar la banda.

El centrado de la banda mediante las estaciones se consigue cambiando el eje de la estación con respecto a la trayectoria de la banda, paso comúnmente conocido como "golpeteo de las estaciones".

Este método es eficaz cuando toda la banda se desplaza a un lado a lo largo de una longitud fija de la cinta transportadora. La banda

puede centrarse por "golpeteo" previo o anterior (en la dirección de desplazamiento de la banda) al final de la estación hacia el cual la banda se desplaza

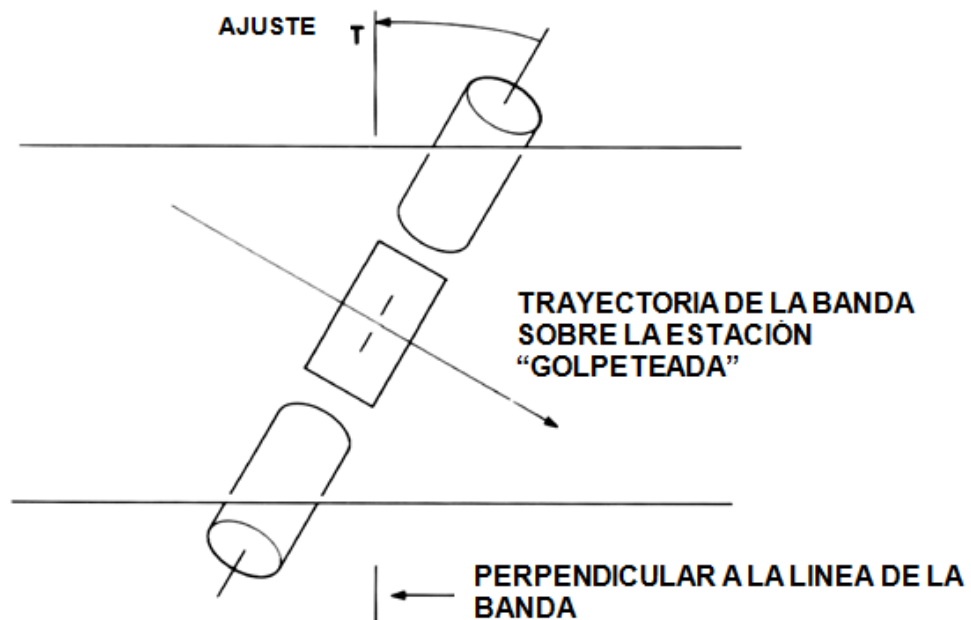


Figura 6.9 Esquema corrección de alineamiento de la banda

Fuente: Autor

- **Puesta en marcha en vacío**

La cinta transportadora debe estar previamente alineada (entrenado) sin material de carga. La mayoría de los problemas de alineación, con la excepción de una carga descentrada, será detectada durante este periodo de rodaje en vacío.

Después de asegurarse de que todos los elementos se han alineado correctamente según lo estipulado en la sección de alineación de las estaciones de este documento, la banda debe avanzar "poco a poco"

para proporcionar una indicación de que correcciones de las descritas anteriormente se van a aplicar. Las primeras correcciones deben ser en aquellos puntos donde la banda corre el peligro de ser dañada. Una vez que están claros todos los puntos de peligro, se sigue una secuencia de operaciones.

El mejor procedimiento para llevar a cabo esta secuencia es comenzar con la línea de estaciones inferiores y trabajar en dirección al tambor de cola. Esto asegura un centrado rápido de la banda sobre en el tambor de cola. Normalmente, la banda puede ser ventrada apropiadamente en la polea de cola mediante la manipulación de las estaciones de retorno.

Con la banda en vacío centrada satisfactoriamente, se puede asegurar un buen funcionamiento con carga. Las alteraciones que se presentan con la carga son debidas generalmente a la carga descentrada o la acumulación de material en los tambores de presión y las estaciones de retorno.

Si se aplican todas las medidas correctivas, y una sección particular de la banda continua desplazándose hacia un lado a lo largo de toda la longitud del transportador, se puede concluir que la cinta puede estar inclinada en ese punto o puede tener un empalme que no está correctamente ajustado. La única medida correctiva para un empalme que no está bien ajustado es volver a empalmar. Por

otra parte, una ligera inclinación en la banda puede desaparecer después de un período de funcionamiento bajo carga.

- **Puesta en marcha en carga**

Una banda puede ser considerada correctamente alineada si después de ocho horas de funcionamiento continuo con carga, los bordes de la banda permanecen dentro de la anchura de la superficie del tambor.

También, cuando se utilizan tambores de superficie extra, se debe seguir un criterio adicional en el que la banda se desplaza dentro de los límites de un desplazamiento normal.

**NOTA:** *Las estaciones de retorno estarán exentas de lo anterior así como las caras de los rodillos estándar suministradas son aproximadamente iguales al ancho de la banda. En este caso, la banda se hizo para seguir dentro de las 1 ½ pulgadas de la línea central de la cinta. Los soportes de las estaciones no restringirán este movimiento.*

Para obtener la alineación anterior bajo carga, será necesario asegurar que la carga está centrada y que todos los rascadores de la banda, limpia cintas y guías de carga ejercen una presión uniforme sobre la banda. Se pueden realizar pequeños ajustes a estos dispositivos para mejorar el seguimiento.

#### 6.2.3.8 Ajuste de la guía de carga

La guía de carga constituye un elemento muy importante en una cinta bien diseñada. Ayuda a centrar y dar forma a la carga y reduce al mínimo los derrames en los bordes de la banda ayudando a contener el polvo.

Las placas o planchas de acero que forman los laterales de la guía de carga, se deben instalar a una altura suficiente alta como para evitar el riesgo de contacto con la cinta, pero suficientemente baja como para proteger las tiras de sellado de caucho o poliuretano de la presión de carga y desgaste del material.

Se debe comprobar cuidadosamente el área de la sección transversal de la tolva para asegurarse de que el borde y el revestimiento no interfieren con el flujo. Es fundamental que estas placas de acero se instalen como una capa uniforme, sin costuras, que se abre en la dirección de desplazamiento de la cinta, para minimizar el atrapamiento de material y el riesgo de daños en la banda. Las dimensiones típicas de espacio libre por encima del inicio de la banda empiezan a  $\frac{1}{2}$  pulgada (12,7mm) por encima de la banda en la cola y llegan a 1 pulgada (25,4mm) a la salida de la zona de carga.

Fijada a la parte inferior del acero, está el sistema de sellado de la guía de carga que proporciona un contacto flexible y ligero con la banda transportadora. Esta baja presión de sellado minimiza la

fricción mientras se retiene todo el material dentro de los límites. Si se produce una presión excesiva, esta quemará los bordes de la cubierta de la goma, desgastando tanto la banda como la goma de la guía de carga.

#### **6.2.3.9 Lubricación de las estaciones**

Las estaciones modernas han evolucionado a través de la mejora de sus rodamientos, mejores lubricantes y sellados más eficaces. Del mismo modo, los requisitos de lubricación han cambiado para adaptarse a los diseños actuales. Se deben revisar las siguientes consideraciones a la hora de establecer un programa de lubricación adaptado a una instalación en particular:

- **Recomendaciones de los fabricantes**

Los datos de los fabricantes pueden proveer una base sólida para diseñar el programa de lubricación.

- **Tipo de lubricación**

El lubricante apropiado estará fuertemente influenciado por las condiciones de funcionamiento, las condiciones de operación del entorno y la calidad del programa de mantenimiento. Se deben considerar una serie de condiciones de operación, como por ejemplo la velocidad de servicio, la carga tensora, el tipo y tamaño del material que se

manipula, y el número de horas de funcionamiento al año.

## **6.3 PRODEMIENTO E INSTRUCTIVO DE TENDIDO DE FAJA**

### **6.3.1 Objetivo**

Definir la secuencia a seguir en la instalación y tendido de la banda de caucho de las fajas transportadoras, considerando las maniobras y trabajos de nivelación previos para el DISEÑO FABRICACION Y MONTAJE DE UN STACKER RADIAL DE 400 TPH.

### **6.3.2 Alcances**

Comprende el transporte, el izaje de las bobinas de fajas, maniobras de instalación y tendido desde la polea de cola, pasando por la polea de cabeza y las poleas deflectoras de la faja del proyecto DISEÑO FABRICACION Y MONTAJE DE UN STACKER RADIAL DE 400 TPH.

### **6.3.3 Desarrollo**

#### **6.3.3.1 Consideraciones previas**

- Revisión de planos de fabricación, montaje y de marcas en su última versión.

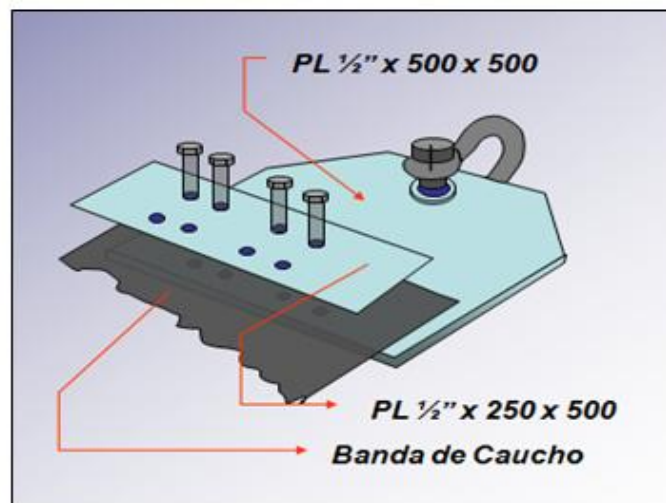
- Delimitar el área de trabajo mediante el uso de cinta de señalización.
- Verificar que la carga no pase por encima de personas, de lo contrario se les avisara para que se retiren.
- Se realizara el traslado de las Fajas dejándolos acopiados a un costado de las aéreas asignadas para su instalación.
- Elaborar el IPERC.
- Inspección de los equipos de maniobra (estrobos, grúa). Se utilizaran elementos como eslingas de nylon para la capacidad requerida.
- Inspección de la grúa, camión grúa y manlift.
- Inspección de la faja transportadora
- La instalación de la banda de caucho de la faja transportadora será desde la parte baja hacia la más alta de la faja.
- Nivelación y Alineamiento de los polines y poleas de las fajas transportadora.
- Liberación de torque en el sistema tensor en las chumaceras
- Liberación de poleas deflectoras, polines de retorno, poleas de contrapesos.

### **6.3.3.2 Fabricaciones previas**

Se realizará las siguientes Fabricaciones para el tendido de la

Faja:

- GRAMPA DE TIRO: Fabricado en plancha de  $\frac{1}{2}$ " con 08 agujeros para pernos de  $\frac{3}{4}$ ", trabajara a tracción a través del arrastre de un tirfor de 3 Ton colocando un grillete de 1", que será instalado en el extremo libre de la banda de caucho de la Faja y la Grampa de tiro.



*Figura 6.10 Plancha de tiro típica*

*Fuente: Catalogo de cinta Goodyear*

- BASE PORTABOBINA: Habilitado y fabricado en Acero Estructural ASTM A36, con perfiles de W 8" y Ángulos de L 4" x 4" x  $\frac{3}{8}$ " y planchas PL  $\frac{1}{2}$ "; diseñado para soportar hasta 30 Ton de peso, con amarres desmontables de canal C 6", fijados con pernos de  $\frac{3}{4}$ ", ubicado cerca de la polea de cola de la faja donde se realizara el tendido.

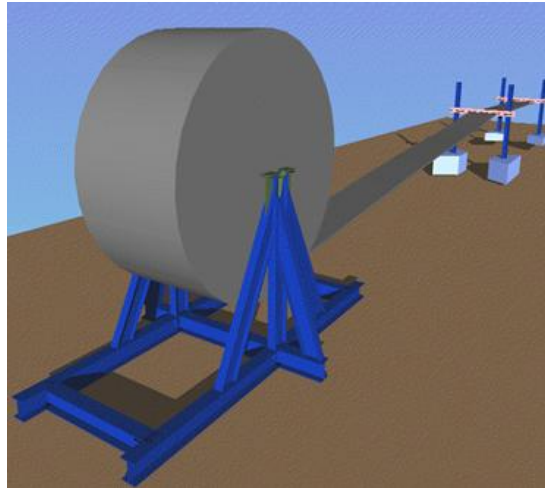


Figura 6.11 Porta bobina

Fuente: <http://www.maximaexclusivas.es>

### 6.3.3.3 Izaje de bobinas de caucho

- Se Realizara con el apoyo de la Grúa o camión grúa, de acuerdo a la altura necesaria que debe ubicarse la bobina.
- Se levantara la bobina colocando un eje de tubería de 4" con topes para evitar que se salga los aparejos.
- Se utilizara un balancín para elevar la bobina desde su eje y lograr que este libre para desenrollar la bobina en sentido de desplazamiento de la instalación de la banda de caucho.
- Para evitar que ocurran giros inesperados de la bobina estará izada a una altura menor que el tendido de la faja.
- Si hubiese un embalamiento haremos el descenso de la bobina hasta el ras del piso para frenarlo con sogas.
- Continuaremos con el Izaje de la bobina elevándola para seguir con el tendido de la faja.

- En otros casos se utilizará la base Porta bobina para colocar la bobina y realizar el tendido de la faja.

#### 6.3.3.4 Tendido de Faja

- Se colocara el cable del tirfor a través de los polines de carga, polines de impacto, polines de retorno, polea de cabeza, polea de cola, poleas deflectoras y poleas de contrapeso.
- En las Fajas que no tienen poleas de contrapeso, se colocara el cable del tirfor a través de los polines y poleas de cabeza y cola.
- Se instalara el cable del tirfor considerando el sentido de desplazamiento de la banda de caucho, de abajo hacia arriba, pasando por los polines de carga instalados encima de las mesas.
- Continuaremos pasando el cable a través de la polea de cabeza bajando por los polines de retorno hasta las poleas deflectoras, siguiendo hasta llegar a la polea de cola retornando por encima de los polines de impacto hasta al punto de inicio del cable del tirfor.
- Se fijara el cable de un punto fijo asegurándolo con grapas crosby. Se verificara su templado antes de utilizar el tirfor.

- Se instalara el Tirfor en un zona libre de interrupciones en el sentido de desplazamiento de la banda de caucho. Ubicarlo en la parte más alta de la faja.
- Se instalara la grapa de tiro en la punta de la Banda de Caucho ajustando los pernos, se colocara el grillete con el cable.
- Se realizara el Izaje de la bobina para girar y desenrollar la banda de caucho
- Se realizara el arrastre de la banda de caucho con el apoyo de Tirfor, el cual será manipulado lentamente.
- El personal debe estar a los costados de las fajas para controlar que la banda de caucho avance alineadamente con los polines y evitar que se salga de la faja.
- Antes de llegar a la parte más alta se instalara un freno mecánico, para evitar que la banda de caucho se regrese por su propio peso. De ser necesario se asegurara con tecles.
- Se continuara con el arrastre de la banda de caucho pasando por los polines de retorno hasta llegar a las poleas deflectoras.
- Toda maniobra con tecles de cadena se realizara con eslingas para enganche con el gancho de tecla.
- Las eslingas abrazaran a las estructuras y con gancho del tecla engancharan a las orejas de las eslingas.

- Se continuara con el arrastre de la banda de caucho pasando por la polea del
- Se concluye la actividad de tendido cuando la banda de caucho sea arrastrada hasta tener el traslape necesario para realizar el empalme.
- Se realiza el corte de la banda de caucho con esmeril considerando el posterior empalme.
- Se instalan los frenos mecánicos en la banda de caucho, fijándolos en zonas rígidas con apoyos de teclés y/o soportes provisionales fijados con soldadura.
- Se libera los tífors y/o teclés que fueron utilizados en el tendido.

#### **6.3.3.5 Empalme de Faja**

- El empalme de faja será realizado en la zona donde se consideró el traslape de las Fajas.
- Se instalaran los equipos de vulcanizado con apoyo de la grúa telescópica, cerca del empalme de la banda de caucho.
- Instructivo de empalme de faja provisto por la empresa que realizara el empalme.
- Realizado el Empalme de la Faja continuar con el templado de la faja.

- Liberar los frenos mecánicos y maniobras de la faja considerados para el empalme

## 6.4 ANALISIS DE COSTO Y PRESUPUESTO

El análisis es un informe de los costos directos e indirectos que influirán en el proceso de construcción de la presente tesis, en éste también se detalla el costos de construcción total para poder obtener una utilidad y hacer viable el proyecto para la empresa.

### 6.4.1 Costos directos

Son todos aquellos egresos producto de la mano de obra, materiales, equipo, y transporte, que pueden ser identificados plenamente con productos o departamentos de producción.

### 6.4.2 Costos indirectos

Son aquellos egresos que se realizan para la ejecución de un proyecto y que no pueden identificarse plenamente y por lo tanto requieren de mecanismos de distribución y cálculo.

### 6.4.3 Presupuesto

Con la suma de los costos directos e indirectos obtenemos el costo total del proyecto:

<b>PRESUPUESTO</b>						
<b>PROYECTO : FABRICACION Y MONTAJE STACKER RADIAL</b>						
<b>ÍTEM</b>	<b>PARTIDA</b>	<b>EA</b>	<b>Medrado</b>	<b>P.Unit. (US\$)</b>	<b>Sub Total (US\$)</b>	<b>Parcial (US\$)</b>
<b>1,0</b>	<b>PARTIDAS GENERALES</b>					<b>6.656,4</b>
1,1	Desarrollo de ingeniería del proyecto	Glb	1,00	4.744,64	4.744,64	
1,2	Desarrollo de planos de ingeniería y fabricación	Glb	1,00	1.380,00	1.380,00	
1,3	Movilización y desmovilización	Glb	1,00	531,72	531,72	
<b>2,0</b>	<b>PARTIDAS MECANICAS</b>					<b>122.775,2</b>
<b>2,1</b>	<b>PARTIDAS DE SUMINISTRO Y FABRICACION</b>					<b>59.698,19</b>
2,1,1	Suministro y fabricación de estructura ligera	Kg	3293,40	11,71	38.572,13	
2,1,2	Suministro y fabricación de Grating	Kg	1250,00	7,50	9.375,00	
2,1,3	Suministro y fabricación de barandas	Kg	427,60	8,90	3.805,64	
2,1,4	Tratamiento superficial - Areanado SP-5	m2	160,00	13,69	2.190,70	
2,1,5	Pintura epoxica industrial @ 6 mill de pintura seca	m2	160,00	35,97	5.754,72	
<b>2,2</b>	<b>PARTIDA DE MONTAJE DE ESTRUCTURA</b>					<b>5.213,50</b>
2,2,1	Montaje de estructura	Kg	3293,40	1,58	5.213,50	
<b>2,3</b>	<b>PARTIDA SUMINISTRO Y MONTAJE DE FAJA</b>					<b>35.193,49</b>
2,3,1	Suministro de faja transportadora de 36 " Serie 110	m	60,00	125,00	7.500,00	
2,3,2	Suministro de polea motriz Ø 20"	Und	1,00	1.580,00	1.580,00	
2,3,3	Suministro de polea de cola Ø 20"	Und	1,00	1.350,00	1.350,00	
2,3,4	Suministro de estacion de polines de inpecto Ø5"	Und	1,00	1.670,00	1.670,00	
2,3,5	Suministro de Estacion de polines de carga	Und	20,00	320,00	6.400,00	
2,3,6	Suminsitro de estacion de polines de retorno	Und	8,00	260,00	2.080,00	
2,3,7	Suministro de estacion de polines autoaliniantes	Und	4,00	380,00	1.520,00	
2,3,8	Suministro de sistema de parada de emergencia	Und	2,00	290,00	580,00	
2,3,9	Suministro de baliza estroboscopica de120 A	Und	2,00	120,00	240,00	
2,3,10	Suministro Sensores de Rotura de faja	Und	1,00	735,20	735,20	
2,3,11	Suministro de motoreductor - unidad motriz	Und	1,00	3.870,00	3.870,00	
2,3,12	Montaje de faja transportadora de 36 " Serie 110	m	60,00	5,49	329,20	
2,3,13	Vulcanizado de faja transportadora	Glb	1,00	6.270,45	6.270,45	
2,3,14	Montaje de polea motriz Ø 20"	Und	1,00	231,60	231,60	
2,3,15	Montaje de polea de cola Ø 20"	Und	1,00	186,04	186,04	
2,3,16	Montaje de Estacion de polines de carga	Und	20,00	20,34	406,87	
2,3,17	Montaje de estacion de polines de retorno	Und	8,00	20,34	162,75	
2,3,18	Montaje de estacion de polines autoaliniantes	Und	4,00	20,34	81,37	
<b>2,4</b>	<b>PARTIDA DE SUMINISTRO Y MONTAJE DE EQUIPOS</b>					<b>17.210,00</b>
2,4,1	Suministro de unidad hidraulica	Und	1,00	12.530,00	12.530,00	
2,4,2	Suministro de cilindro hidraulico	Und	1,00	4.680,00	4.680,00	
2,4,3	Suministro de ruedas	Und	2,00	2.350,00		
2,4,4	suministro de motoreductor	Und	1,00	5.620,00		
<b>2,5</b>	<b>COMISIONADO</b>					<b>5.460,00</b>
2,5,1	comisionado equipos mecánicos	GLB	1,00	5.460,00	5.460,00	
	<b>Sub Total (Labor, Equipos, Herramientas, Gastos Generales, Utilidad y Financiamiento)</b>	<b>US\$</b>				<b>129.431,55</b>
	<b>Gastos Generales</b>	<b>US\$</b>				<b>19.414,73</b>
	<b>Costo Financiero</b>	<b>US\$</b>				<b>10.354,52</b>
	<b>Total General</b>	<b>US\$</b>				<b>159.200,81</b>

### 6.4.4 Análisis de precios unitarios

Partida	01.01		Desarrollo Ingeniería				
Rendimiento	glb/DIA	0,0250	EQ.	0,0250	Costo unitario directo por :		
H.H.		H.M.			glb	<b>4.744,64</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	PROYECTISTA MECANICO	hh	1,0000	320,0000	12,57	4.022,40	
0101010005						<b>4.022,40</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	COMPUTADORA	hh	1,0000	320,0000	1,00	320,00	
0301220014	CONSUMIBLES	%mo		10,0000	4.022,40	402,24	
						<b>722,24</b>	
Partida	01.01		Desarrollo planos de ingeniería				
Rendimiento	glb/DIA	0,0600	EQ.	0,0600	Costo unitario directo por :		
H.H.		H.M.			glb	<b>1.380,00</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	DIBUJANTE MECANICO	hh	1,0000	133,3333	8,50	1.133,33	
0101010005						<b>1.133,33</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	COMPUTADORA	hh	1,0000	133,3333	1,00	133,33	
0301220014	CONSUMIBLES	%mo		10,0000	1.133,33	113,33	
						<b>246,67</b>	
Partida	01.01		Movilización y desmovilización				
Rendimiento	glb/DIA	1,0000	EQ.	1,0000	Costo unitario directo por :		
H.H.		H.M.			glb	<b>531,72</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,8000	10,49	8,39	
0101010005	PEON	hh	1,0000	8,0000	8,68	69,44	
						<b>77,83</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	77,83	3,89	
0301220015	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO) 6 TON	vje		1,0000	450,00	450,00	
						<b>453,89</b>	

Partida	02.02.01.05	Suministro y fabricacion de estructura				
Rendimiento H.H.	<b>Kg/DIA</b>	<b>420,000</b>	EQ. #####	Costo unitario directo por : ton	<b>11,71</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U\$</b>	<b>Parcial U\$</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0019	7,50	0,01
0101010003	OPERARIO	hh	3,0000	0,0571	6,17	0,35
0101010004	OFICIAL	hh	3,0000	0,0571	5,17	0,30
0101010005	PEON	hh	3,0000	0,0571	4,50	0,26
0101010006	SOLDADOR	hh	3,0000	0,0571	7,15	0,41
						<b>1,33</b>
<b>Materiales</b>						
0255060000	ACERO ESTRUCTURAL	<b>Kg</b>		1,0500	8,60	9,03
0255060001	OXIGENO	m3		0,0030	11,00	0,03
0292010007	ACETILENO	m3		0,0010	18,19	0,02
0292010017	DISCO DE DESBASTE 1/4" X 7/8" X 7"	pza		0,0250	4,20	0,11
0255060001	DISCO DE CORTE 1/4" X 7/8" X 7"	pza		0,0250	3,20	0,08
0292010007	DISCO CIRCULAR DE ACERO	pza		0,0250	5,00	0,13
0292010017	SOLDADURA E7018	Kg		0,0250	3,50	0,09
0255060001	SOLDADURA E6011	Kg		0,0250	4,00	0,10
						<b>9,58</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	1,33	0,07
0301220013	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO) 6 TON	hm	0,2000	0,0038	50,00	0,19
30134000	ANDAMIO	hm	3,0000	0,0571	0,71	0,04
0301500011	ESMERIL	hm	2,0000	0,0381	1,21	0,05
0301500017	EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO (OXI-ACET)	hm	2,0000	0,0381	2,12	0,08
0301500019	SOLDADOPRA ELECTRICA	hm	2,0000	0,0381	10,00	0,38
						<b>0,81</b>
<b>Tratamiento superficial -Arenado</b>						
Rendimiento H.H.	<b>m2/DIA</b>	<b>50,0000</b>	EQ. 50,0000	Costo unitario directo por : m2	<b>13,69</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U\$</b>	<b>Parcial U\$</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0160	7,50	0,12
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,1600	6,17	0,99
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	0,1600	5,17	0,83
0101010005	PEON	hh	1,0000	0,1600	4,50	0,72
						<b>2,65</b>
<b>Materiales</b>						
0255060000	ARENA ARPILLADA	m3		0,3000	30,00	9,00
						<b>9,00</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	2,65	0,13
0301220013	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO) 6 TON	hm	1,0000	0,0190	50,00	0,95
30134000	EQUIPO ARENADO - INCLUYE COMPRESORA	hm	1,0000	0,0190	50,00	0,95
						<b>2,04</b>

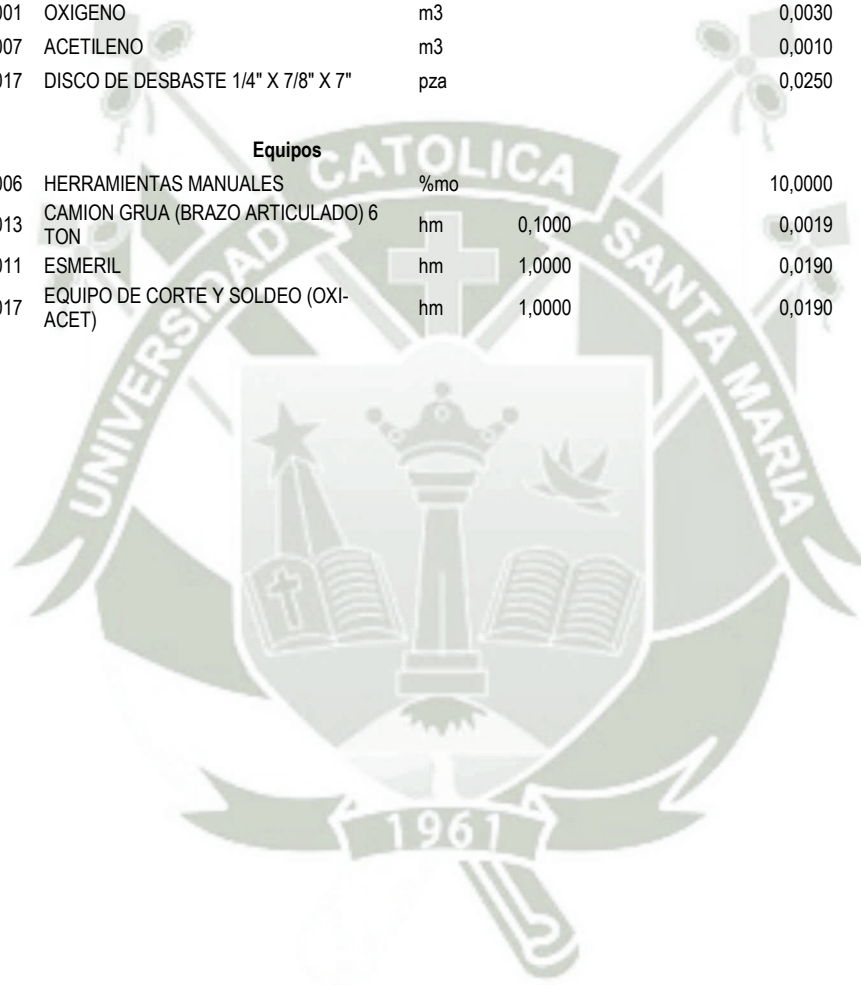
PINTURA EPOXICA

Rendimiento	m2/DIA	25,0000	EQ. 50,0000		Costo unitario directo por : m2	35,97	
H.H.							
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	0,1000	0,0320	7,50	0,24
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,3200	6,17	1,97
0101010004	OFICIAL		hh	1,0000	0,3200	5,17	1,65
							<b>3,87</b>
<b>Materiales</b>							
0255060000	PINTURA EPOXICA		GLN		1,0000	30,00	30,00
							<b>30,00</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	3,87	0,19
0301220013	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO) 6 TON		hm	1,0000	0,0190	50,00	0,95
30134000	EQUIPO PINTURA - INCLUYE COMPRESORA		hm	1,0000	0,0190	50,00	0,95
							<b>2,10</b>
Partida	<b>02.02.01.05</b>		<b>Montaje de estructura</b>				
Rendimiento	Kg/DIA	640,0000	EQ. 640.00		Costo unitario directo por : ton	1,58	
H.H.							
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	0,1000	0,0013	7,50	0,01
0101010003	OPERARIO		hh	3,0000	0,0375	6,17	0,23
0101010004	OFICIAL		hh	2,0000	0,0250	5,17	0,13
0101010005	PEON		hh	2,0000	0,0250	4,50	0,11
0101010006	SOLDADOR		hh	1,0000	0,0125	7,15	0,09
							<b>0,57</b>
<b>Materiales</b>							
0255060001	OXIGENO		m3		0,0030	11,00	0,03
0292010007	ACETILENO		m3		0,0010	18,19	0,02
0292010017	DISCO DE DESBASTE 1/4" X 7/8" X 7"		pza		0,0250	4,20	0,11
0292010017	SOLDADURA E7018		Kg		0,0250	3,50	0,09
							<b>0,24</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,57	0,03
0301220013	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO) 6 TON		hm	0,2000	0,0038	50,00	0,19
301340001	ANDAMIO		hm	3,0000	0,0571	0,71	0,04
0301500011	ESMERIL		hm	2,0000	0,0381	1,21	0,05
0301500017	EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO (OXI-ACET)		hm	2,0000	0,0381	2,12	0,08
0301500019	SOLDADOPRA ELECTRICA		hm	2,0000	0,0381	10,00	0,38
							<b>0,77</b>

Partida	02.02.01.05		Lanzado de faja				
Rendimiento	m/DIA	60,0000	EQ.	60,0000	Costo unitario directo por		5,49
H.H.					: ton		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0133	7,50	0,10	
0101010003	OPERARIO	hh	2,0000	0,2667	6,17	1,65	
0101010004	OFICIAL	hh	2,0000	0,2667	5,17	1,38	
0101010005	PEON	hh	2,0000	0,2667	4,50	1,20	
							<b>4,32</b>
	<b>Materiales</b>						
0255060001	OXIGENO	m3		0,0030	11,00	0,03	
0292010007	ACETILENO	m3		0,0010	18,19	0,02	
0292010017	DISCO DE DESBASTE 1/4" X 7/8" X 7"	pza		0,0250	4,20	0,11	
							<b>0,16</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		15,0000	4,32	0,65	
0301220013	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO) 6 TON	hm	0,2000	0,0038	50,00	0,19	
301340001	ANDAMIO	hm	3,0000	0,0571	0,71	0,04	
0301500011	ESMERIL	hm	2,0000	0,0381	1,21	0,05	
0301500017	EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO (OXI-ACET)	hm	2,0000	0,0381	2,12	0,08	
							<b>1,01</b>
Partida	02.02.05.02		Vulcanizados de faja				
Rendimiento	und/DIA	0,2500	EQ.	0,2500	Costo unitario directo por :		6.270,45
H.H.	H.M.				und		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,2000	6,4000	7,50	48,00	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	32,0000	6,17	197,44	
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	32,0000	5,17	165,44	
0101010005	PEON	hh	1,0000	32,0000	4,20	134,40	
							<b>545,28</b>
	<b>Materiales</b>						
290130001	CONSUMIBLES	%MO		8,0000	1.795,14	143,61	
							<b>143,61</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		9,0000	1.795,14	161,56	
0301060007	servicios de empalme de Fajas 36"	und		1,0000	5.420,00	5.420,00	
							<b>5.581,56</b>

Partida	02.02.01.05		Montaje polea motriz			
Rendimiento	Unidad/DIA	1,0000	EQ.	1,0000	Costo unitario directo por :Unidad	231,60
H.H.						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,8000	7,50	6,00
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	8,0000	6,17	49,36
0101010004	OFICIAL	hh	2,0000	16,0000	5,17	82,72
0101010005	PEON	hh	2,0000	16,0000	4,50	72,00
						<b>210,08</b>
<b>Materiales</b>						
0255060001	OXIGENO	m3		0,0030	11,00	0,03
0292010007	ACETILENO	m3		0,0010	18,19	0,02
0292010017	DISCO DE DESBASTE 1/4" X 7/8" X 7"	pza		0,0250	4,20	0,11
						<b>0,16</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10,0000	210,08	21,01
0301220013	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO) 6 TON	hm	0,2000	0,0038	50,00	0,19
30134000	ANDAMIO	hm	3,0000	0,0571	0,71	0,04
0301500011	ESMERIL	hm	2,0000	0,0381	1,21	0,05
0301500017	EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO (OXI-ACET)	hm	2,0000	0,0381	2,12	0,08
						<b>21,37</b>
Partida	02.02.01.05		Montaje polea cola			
Rendimiento	Unidad/DIA	1,0000	EQ.	1,0000	Costo unitario directo por :Unidad	186,04
H.H.						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,8000	7,50	6,00
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	8,0000	6,17	49,36
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	8,0000	5,17	41,36
0101010005	PEON	hh	2,0000	16,0000	4,50	72,00
						<b>168,72</b>
<b>Materiales</b>						
0255060001	OXIGENO	m3		0,0030	11,00	0,03
0292010007	ACETILENO	m3		0,0010	18,19	0,02
0292010017	DISCO DE DESBASTE 1/4" X 7/8" X 7"	pza		0,0250	4,20	0,11
						<b>0,16</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10,0000	168,72	16,87
0301220013	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO) 6 TON	hm	0,2000	0,0038	50,00	0,19
30134000	ANDAMIO	hm	3,0000	0,0571	0,71	0,04
0301500011	ESMERIL	hm	1,0000	0,0190	1,21	0,02
0301500017	EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO (OXI-ACET)	hm	1,0000	0,0190	2,12	0,04
						<b>17,17</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0,1000	0,0800	7,50	0,60
0101010003	OPERARIO	hh	2,0000	1,6000	6,17	9,87
0101010004	OFICIAL	hh	1,0000	0,8000	5,17	4,14
0101010005	PEON	hh	1,0000	0,8000	4,50	3,60
						<b>18,21</b>
<b>Materiales</b>						
0255060001	OXIGENO	m3		0,0030	11,00	0,03
0292010007	ACETILENO	m3		0,0010	18,19	0,02
0292010017	DISCO DE DESBASTE 1/4" X 7/8" X 7"	pza		0,0250	4,20	0,11
						<b>0,16</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10,0000	18,21	1,82
0301220013	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO) 6 TON	hm	0,1000	0,0019	50,00	0,10
0301500011	ESMERIL	hm	1,0000	0,0190	1,21	0,02
0301500017	EQUIPO DE CORTE Y SOLDEO (OXI-ACET)	hm	1,0000	0,0190	2,12	0,04
						<b>1,98</b>



## CONCLUSIONES

- Se ha diseñado un STACKER radial de capacidad 400 TPH, de longitud 90 pies, el cual cumple con el requerimiento de funcionamiento de la planta para el almacenamiento de carbón mineral.
- Se diseñó la estructura adecuada a la capacidad de transporte y funcionamiento de la faja transportadora que tiene una capacidad de 400 TPH y a su vez la estructura puede variar su ángulo de apilamiento dando una altura entre 5.5 m y los 8.5 m. esto según requerimiento del usuario.
- Se determinó los componentes estructurales según el modelamiento estructural y también considerando la estética y que los perfiles seleccionados sea comerciales en el mercado local.
- En el proyecto de tesis se ha desarrollado, el sustento analítico y práctico para el adecuado diseño y selección de los componentes principales de stacker radial.
- El proyecto contempla procedimiento e instructivos para su ejecución tanto en fabricación como en montaje.
- El diseño así como la fabricación y montaje tiene un costo que está muy por debajo de equipos similares en el mercado local, es decir a un 30%, lo que hace viable este proyecto.
- La fabricación y montaje del equipo se puede ejecutar con las contratistas de la empresa así como su área de manufactura.

- El equipo diseñado comprende secciones modulares, lo que permite su fácil transporte, es decir este equipo puede operar en cualquier otra área de la planta.
- El diseño del equipo está basado en normas y estándares de ingeniería, lo que garantiza las condiciones de seguridad necesarias para su correcto desempeño y funcionamiento.



## BIBLIOGRAFIA

### LIBROS:

- AGUSTIN, LOPEZ ROA; “Cintas Transportadoras” Primera Edición.
- MANUAL STANDARD ANSI/CEMA B105.1-2003
- BERNARD J. HAMROCK, BO JACOBSON, STEVEN R SCHMID;  
“Elementos de Maquinas” Primera Edición.
- FORTUNATO ALVA DAVILA; “Diseño de Elementos de Maquinas I”  
Tercera Edición.
- R.C.HIBBELER; “Ingeniería Mecánica -Dinamica”Septima Edición.
- ANDREW PYTEL, FERDINAND L. SINGER; “Resistencia de materiales  
“Cuarta Edición.
- ROGER TIMINGS ;”Manual del Ingeniero de Taller”
- MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION, Volumen I II

### PAGINAS WEB

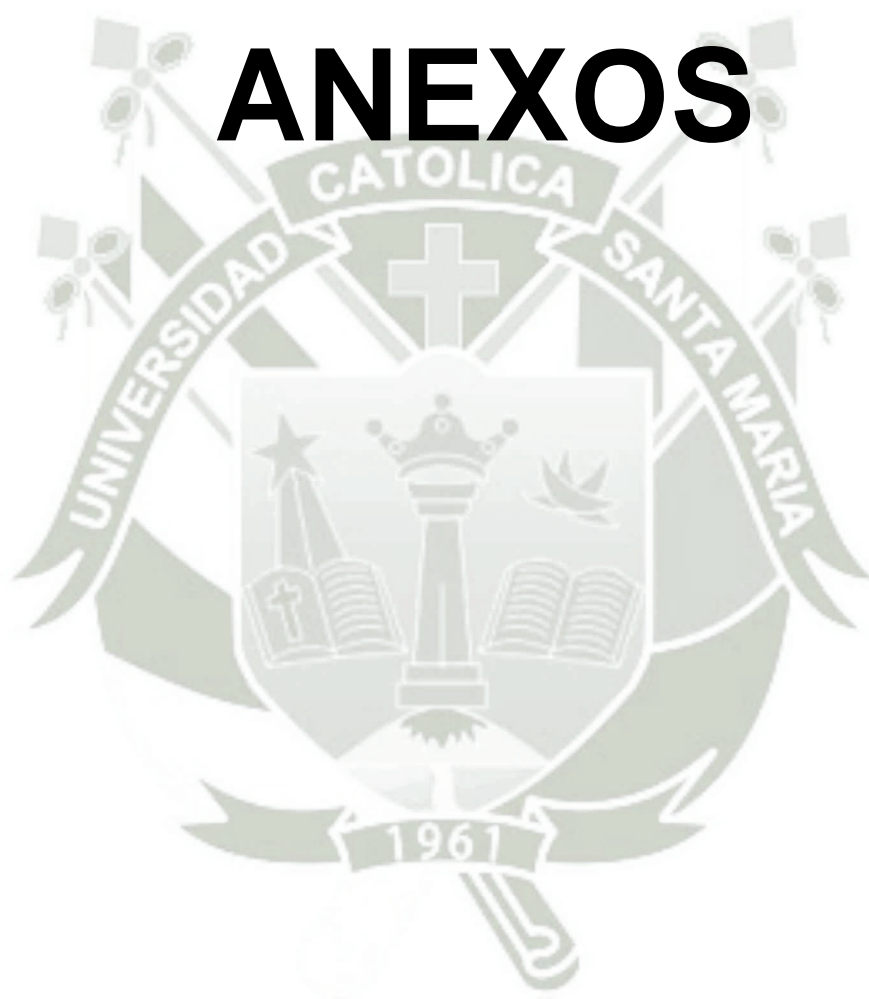
- [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)
- [www.kaseconveyors.com](http://www.kaseconveyors.com)
- [www.fmctechnologies.com](http://www.fmctechnologies.com)
- [www.revesol.cl](http://www.revesol.cl)
- [www.rotranssa.com](http://www.rotranssa.com)
- [www.tradimex.cl](http://www.tradimex.cl)
- [www.fcringenieros.com](http://www.fcringenieros.com)

- [www.ingemecanica.com](http://www.ingemecanica.com)
- [www.ecerosarequipa.com](http://www.ecerosarequipa.com)
- [www.metso.com](http://www.metso.com)

## CATALOGOS

- Catálogo Aceros Arequipa – Perfiles Estructurales
- Catálogo *de roemheld* – Pistones hidráulicos
- Catálogo de RIVET – Rodillos
- Catalogo SEW EURODRIVE – Motores y moto reductores eléctricos
- Catálogo Goodyear – Correas Transportadoras
- Catalogo ROTRANS – Poleas para cintas transportadoras
- Catalogo SKF – Rodamientos
- Catalogo NSK – Rodamientos
- Catalogo VEMACERO – Tubos Estructurales
- Catalogo GRATING PERU – Parrillas y rejillas industriales
- catalogo Oerlikon – Soldexa
- Catalogo YOKOHAMA – Neumáticos
- Catalogo BRIDGESTONE – Neumáticos

# ANEXOS



## ANEXO 01

### Características del material y peso por pie cúbico

Material	Peso promedio (lbs por pie <sup>3</sup> )	Angulo de reposo (grados)	Inclinación máxima recomendada	Código
Abono	30-50			E45ST
Aceite aglutinado	48-50	45		D45W
Acero, recortes de	75-150	35	18	E37V
Acero, virutas de, chancado	100-150	30-44		D37WZ
Acido oxálico, cristales	60	30-44		B35SU
Afrecho	10-20	30-44		B35NY
Ajonjolí, semillas de, seca	27-41	20-29		B25N
Alazor aglutinado	50	30-44		D35
Alazor, harina de	50	30-44		B35
Alazor, semillas de	45	20-29		B25N
Albayalde	75-100	30-44		A36MR
Alfalfa, gránulos	41-43	20-29		C25
Alfalfa, harina	17	45		B46Y
Alfalfa, semilla	10-15	29		B26N
Almendras, partidas o enteras	28-30	30-44		C36Q
Almidón	25-50	24	12	*B25
Alúmina	50-65	22	10-12	B27M
Aluminio, hidróxido de	18	34	20-24	C35
Aluminio, mineral de (ver bauxita)	-			-
Aluminio, óxido de	70-120	29		A27M
Aluminio, silicato de	49	30-44		B35S
Aluminio, sulfato de	54	32	17	D35
Aluminio, sulfato de, fino	45-50	30-44		B35
Aluminio, Sulfato de, trozos	50-60	30-44		D35
Aluminio, virutas de	7-15	45		E46Y
Amonio, clorito de, cristales	45-52	30-44		B36S
Amonio, nitrato de	45	30-44		*C36NUS
Amonio, sulfato de	45-58	44		*C35TU
Antimonio, polvo de	60	30-44		A36
Aplita	70-80	30-44		A35
Arcilla (ver también bentonita, tierra diatomácea, arcilla de batán, caolín, y arcilla calcárea)	-			-
Arcilla esquitosa, chancada	85-90	39	22	C36
Arcilla esquitosa, molida	90-100	20-29		D26QZ
Arcilla grasa, aceitosa	60-65	20-29		B26
Arcilla grasa, filtrada en aceite, cruda	35-40	35	20	*B26
Arcilla grasa, filtrada en aceite, quemada	40	20-29		B26
Arcilla grasa, seca	30-35	23		B26
Arcilla, calcinada	80-100			B37
Arcilla, caolín, hasta 3 pulgadas	63	35	19	D36
Arcilla, cerámica, seca, fina	60-80	30-44		A35
Arcilla, seca, fina	100-120	35	20-22	C37
Arcilla, seca, trozos	60-75	35	18-20	D36
Arena	26-35	21	10	C25M
Arena de cantera, húmeda	105-130	45	20-22	B47
Arena de cantera, seca	90-110	35	16-18	B37
Arena, mineral de	65	41	26	B35X
Arena, molida	19-24	30-44		C35NY
Arena, preparada para fundición, desechada	90-100	39	22	D37
Arena, preparada para fundición, seca	80-90	30-44	24	B37
Arena, sílica, seca	90-100	20-29	10-15	B27
Arenisca, triturada	85-90	30-44		D37
Arroz, a medio moler	42-45	30-44		B35

Arroz, pelado o descascarado	45-48	19	9	B15
Arroz, quebrado	36	30-44		B35M
Arsénico, óxido de	100-120	30-44		A35R
Arsénico, pulverizado	30	20-29		*A26
Asbesto, mineral o roca	81	30-44		D37R
Asbesto, triturado	20-25	45		E46XY
Aserrín	10-13	36	22	*B35
Asfalto, aglomerado para pavimento	80-85			C45
Asfalto, chancado hasta 1/2 pulgada	45	30-44		C35
Azúcar, de caña, cortada	15-18	45		E45V
Azúcar, de pulpa de remolacha, húmeda	25-45	20-29		C26X
Azúcar, de pulpa de remolacha, seca	12-15	20-29		C26
Azúcar, en bruto de caña	55-65	45		B46TX
Azúcar, refinada, granulada, húmeda	55-65	30-44		C35X
Azúcar, refinada, granulada, seca	50-55	30-44		B35PU
Bagazo	7-10	45		E45Y
Bagazo filtrado a presión en ingenios azucareros	70			A15
Bakelita y plásticos similares (pulverizado)	35-45	45		B45
Bario, carbonato de	72	45		A45
Bario, carbonato de, filtrado aglutinado	72	32		A36
Bario, hidrato de	62-65	43		A36
Bario, óxido de	150-200			A46
Baritina	180	30-44		B36
Barro (de cloacas)	40-50	20-29		E25TW
Barro de aguas de cloacas, mojadas	55	30-44		B36
Barro de aguas de cloacas, seco	45-55	30-44		B36
Basalto	80-103	20-28		B26
Bauxita, chancada, hasta 3 pulgadas	75-85	30-44	20	D37
Bauxita, desprendida de mina	80-90	31	17	E37
Bauxita, molida, seca	68	20-29	20	B26
* Bentonita, cruda	35-40	42-44		D36X
Bentonita, hasta malla 100	50-60	42	20	A36XY
Borato de cal	60	30-44		A35
Bórax, cernida de 1/2 pulgada	55-60	30-44		C36
Bórax, hasta 3 pulgadas	60-70	30-44		D35
Bórico, ácido, fino	55	20-29		B26T
Bronce, virutas de, seco	30-50	44-57		B47
Cacao, granos de	35	30-44		C35
Cacao, semilla de	30-45	30-44		C35Q
Café, con cáscara	20	20-29		B25MY
Café, de grano verde	32-45	30-44	10-15	C35Q
* Café, grano tostado de	22-26			C25PQU
Café, molido	25	23	10	B25
Café, soluble	19			B45PQ
Cal, guijarro	53-56	30	17	D35
* Cal, hidratada, hasta 1/8 pulgada	40	40	21	B35MX
Cal, hidratada, pulverizada	32-40	42	22	A35MXY
Cal, piedra de, chancada	85-90	38	18	C36X
Cal, piedra de, de subsuelo, hasta 1/8 pulgada	68	30-44	20	B36
Cal, tierra de, hasta 1/8 pulgada	60-65	43	23	B35X
Calcio, carburo de (chancado)	70-80	30-44		D36N
Carbón animal, hasta malla 100	20-25	20-29		A25Y
* Carbón de piedra, bituminoso, extraído de mina, menudo, hasta 1/2 pulgada	43-50	40	22	C35T
Carbón de piedra, antracita de río o extraído de mina, hasta 1/8 de pulgada	60	35	18	B35TY

* Carbón de leña	18-25	35	20-25	D36Q
Carbón de piedra, antracita, clasificado	55-60	27	16	C26
Carbón de piedra, bituminoso, extraído de mina y clasificado	45-55	35	16	D35T
Carbón de piedra, bituminoso, extraído de mina, hasta malla 50	50-54	45	24	B45T
Carbón de piedra, bituminoso, extraído de mina, tal como sale de la mina	45-55	38	18	D35T
Carbón de piedra, bituminoso, separado, no lavado	50-60			D36T
Carbón de piedra, lignito	40-45	38	22	D36T
Carbón negro, granulado	20-25	25		B25Q
Carbón negro, pulverizado	4-7	30-44		*A35Y
Carbón, activado, seca, fine	8-20	20-29		B26Y
Carborundo, hasta 3 pulgadas	100	20-29		D27
Carne, desecho	50-55	30-44		E35VW
Cascina	36	30-44		B35
Caucho, granulado	50-55	35	22	D35
Caucho, regenerado	25-30	32	18	D35
Cebada	37-48	23	10-15	B25N
Cemento clinker	75-95	30-40	18-20	D37
Cemento, Portland	72-99	30-44	20-23	A36M
Cemento, Portland, aireado	60-75			A16M
Cemento, roca (vea piedra de cal)	100-110			D36
Ceniza, carbón de piedra, húmedo, hasta 3 pulgadas	45-50	45		D46T
Ceniza, carbón de piedra, seca, hasta 3 pulgadas	35-40	45		D46T
Ceniza, negra, molida	105	32	17	*B35
Ceniza, producto de gas, húmeda	78			D47T
Ceniza, suelta	40-45	42	20-25	A37
Cenizas de carbón de piedra	40	35	20	*D37T
Cenizas de horno de fundición	57	35	18-20	*D37T
Centeno	42-46	23	8	B25N
Centeno, harina de	35-40	19		B15
Clinker, cemento (ver cemento clinker)	-	-	-	-
Cobre, mineral de	120-150	30-44	20	*D37
Cobre, sulfato de	75-85	31	17	D36
Cola, molida hasta 1/8 de pulgada	40	30-44		B36
Cola, niebla	40	25	11	C25
Cola, vegetal, pulverizada	40	30-44		
Conchas de ostras, enteras	80	30-44		D36TV
Conchas de ostras, trituradas, hasta ½ pulgada	50-60	30-44		C36T
Sinter	100-135	35		*D37
Concreto, escoria de	90-100		12-30	D46
Coque, desmenuzado de, hasta 1/4 de pulgada	25-35	30-44	20-22	C37Y
Coque, petróleo calcinado	35-45	30-44	20	D36Y
Coque, suelto	23-35	30-44	18	B37QVT
Corcho, granulado	12-15			C45
Corteza, madera, viruta	10-20	45	27	E45VY
Costras, laminado de	100-125	45		E46T
Cromo, mineral de (cromito)	125-140	30-44		D37
Cryolita, polvo de	75-90	30-44		A36
Cryolita, trozos de	90-100	30-44		D36
Cuarzo, cernido hasta ½ pulgada	80-90	20-29		C27Z
Cuarzo, en trozos de 1 ½ a 3 pulgadas	85-95	20-29		D27Z
Deshecho de fundición, arena de fundición	70-100	30-44		D37Z

vieja, etc.				
Diatomacea, tierra	11-14	30-44		A36MY
Dicálcico, fosfato	40-50	45		A45
Disódico fosfato	25-31	30-44		B36QT
Dolomía, pulverizada	46	41		B36
Dolomía, trozos de	80-100	30-44	22	D36
Ebonita, chancada hasta ½ pulgada	65-70	30-44		C35
Empellita, chancada, hasta 3 pulgadas	40-50	45		D45
Escoria, chancada, hasta 1/2 pulgada	80-90	28	15	C36
Escoria, de alto horno, chancada	80-90	25	10	A27
Escoria, de alto horno, granular, húmeda	90-100	45	20-22	B47
Escoria, de alto horno, granular, seca	60-65	25	13-16	C27
Escoria, en trozos de 1 1/2 a 3 pulgadas	85-95			D26
Esmeril	230	20-29		A27
Feldespatos, malla 200	100	30-44		A37
Feldespatos, tamizado hasta ½-pulgada	70-85	38	18	B36
Feldespatos, trozados de 1 ½ a 3-pulgadas	90-110	34	17	D36
Ferroso, carbonato	85-90	30-44		B36
Ferroso, sulfato	50-75			C36
Ferroso, sulfuro	120-135	20-29		C36
Flúor, espato, tamizado hasta ½ pulgada	85-105	45		C46
Flúor, espato, trozos de 1 ½ a 3 pulgada	110-120	45		D46
Fosfato en piedra, partido, seco	75-85	25-29	12-15	D26
Fosfato en piedra, pulverizado	60	40	25	B36
Fosfato, ácido, fertilizante	60	26	13	B25T
Fosfato, triple súper, fertilizante molido	50-55	45	30	B45T
Frijoles, castor, entero	36	20-29	8-10	C25W
Frijoles, castor, harina de	35-40			B15W
Frijoles, navy, secos	48	29		C25
Frijoles, navy, steeped	60	35-40		C35
Gelatina, granulada	32	20-29		C25Q
Girasol, semillas de	19-38	20		C25
Gluten harina	40	30-44		B35P
Grafito, en laminilla	40	30-44		C35
Grafito, flour	28	20-29		A25
Grafito, mineral de	65-75	30-44		D37
Gramma, semilla	10-12	30-44		B35NY
Granito, cernido hasta ½ - pulgada	80-90	20-29		C27
Granito, quebrado	95-100	30-44		D37
Granito, trozos de 1 ½ a 3 pulgada	85-90	20-29		D27
Grano fermentado, usado, húmeda	55-60	45		C45T
Grano fermentado, usado, seca	25-30	45		C45
Grano, refinado, extraído húmedo	40-60	45		C45V
Grano, refinado, extraído, seco	30	30-44		E35WY
Grava, extraída de mina	90-100	38	20	
Grava, guijarros	90-100	30	12	D36
Grava, seca, filosa	90-100	30-44	15-17	D37
Guano, seco	70	20-29		B26
Guisante, seco	45-50			C15NQ
Hielo, chancado	35-45	19		D16
Hierro fundido, virutas de	90-120	45		C46
Hierro, mineral de	100-200	35	18-20	*D36
Hierro, mineral de, granulado	116-130	30-44	13-15	D37Q
Hierro, esponja	100-135	30-44		
Hierro, sulfato	50-75	30-44		C35

Hierro, sulfuro	120-135	30-44		D36
Hollín, hogar de caldera seca	35-40	20		A17MTY
Hueso calcinado	27-40	30-44		B36
Hueso, harina de	50-60	30-44		B36
Huesos	34-40	45		*C46
Ilmenita, mineral de	140-160	30-44		B37
Jabón en botones o granulos	15-25	30-44		C35Q
Laca	80	45		C45
Laca, pulverizada o granulada	31			B35PY
Lactosa	32	30-44		A35PX
Leche, entera, en polvo	20	30-44		B35PUXY
Leche, seca polvo	36	45		B45P
Leche, seca, en laminillas	5-6	30-44		B35MPY
Leche, seca, malteada	30-35	45		A45PX
Lignita, secada al aire	45-55	30-44		*D35
Linaza, aglutinada, menuda	50	30-44		C35W
Linaza, harina de	27	34	20	B35
Lúpulo, extraído, húmedo	50-55	45		E45T
Lúpulo, extraído, seco	35	45		E45
Madera, astillas de	10-30	45	27	E45WY
Madera, astillas de, para combustible	15-25	45		D45
Madera, virutas de	8-15			E45V
Magnesio, cloruro de	33	40		C45
Magnesio, sulfato de	40-50	30-44		B35
Magnesio, sulfato de	40-50	30-44		
Maíz, molido	37-50	30-44		C35
Maíz, azúcar de	31	30-44		B35
Maíz, desgranado	45	21	10	C25NW
Maíz, deshecho de	40-45	30-44		B35W
Maíz, germen de	21			B35W
Maíz, harina de	32-40	35	22	B35W
Maíz, mazorcas de	56			
Maíz, partido	45-50			C35W
Malta, harina de	36-40	30-44		B35
Malta, húmeda o verde	60-65	45		C45
Malta, seca, entera	27-30	20-29		C25N
* Malta, seca, molido, 1/8 pulgada	22	30-44		B35NR
Manganeso, dióxido de	80			*
Manganeso, mineral de	125-140	39	20	D37
Manganeso, óxido de	120	30-44		A36
Manganeso, sulfato de	70	30-44		C37
Maní, con cáscara	15-24	30-44		D35Q
Maní, sin cáscara	35-45	30-44		C35Q
Marga (arcilla calcárea)	80	30-44		C37
Mármol, chancado, hasta 1/2 pulgada	80-95	30-44		D37
Mica, laminillas	17-22	19		B16MY
Mica, triturada	13-15	34	23	*B36
* Molybdenita, pulverizada	107	40	25	B35
Molibdeno, mineral de	107	40		B36
Monosódico, fosfato de	50	30-44		B36
Mostaza, semilla de	45-48	20-29		B25N
Niacina	35	30-44		B36
Níquel – cobalto, sulfato de, mineral de	80-150	30-44		*D37T
Nuez, cáscara de	35-45	30-44		B37

Pescado, deshecho de	40-50			E45W
Pescado, harina de	35-40			B45W
Petróleo, coque de (ver coque)	-			
Piedra pómez, hasta 1/8 de pulgada	40-45	45		B47
Piritas, en granos	120-130	30-44		C36T
Piritas, hierro, trozos de 2 a 3 pulgadas	135-145	20-29		D26T
Plomo, arseniato	72	45		B45R
Plomo, carbonato de	240-260	30-44		A36MR
Plomo, mineral de	200-270	30	15	*B36RT
Plomo, óxido de	60-150	45		B45
Plomo, óxido de, pulverizado	200-250	30-44		A36
Plomo, silicato, granulado	230	40		B36
Plomo, sulfato, pulverizado	184	45		B46
Plomo, sulfuro	240-260	30-44		A36
Poliestireno, en granos	35	23		B25PQ
Polietileno, en granos	35	23		B25PQ
Polivinilo, cloruro de	20-30	45		A45KT
Potasio, carbonato de	51	20-29		B26
Potasio, carbonato de (muriato), extraído de mina	75	30-44		D37
Potasio, carbonato de (muriato), seco	70	20-29		B27
Potasio, cloruro de, en granos	120-130	30-44		C36T
Potasio, nitrato de	76-80	20-29		C26T
Potasio, sulfato de	42-48	45		B36X
Potasio, carbonato de, extraído de montaña	80	20-29		B25T
Protosulfuro (principalmente sulfuro)	240-260	30-44		A36
Pulpa de papel, para almacenamiento	40-60	19		*E15MV
Remolacha, entera	48	50		D45
Remolacha, pulpa de, húmeda	25-45			E46
Remolacha, pulpa de, seca	12-15			E45
Roca trapeciana, cernida hasta 1/2 pulgada	90-100	30-44		C37
Roca trapeciana, en trozos de 2 a 3 pulgadas	100-110	30-44		D37
Roca, blanda, excavada con pala	100-110	30-44	22	D36
Roca, chancada	125-145	20-29		D26
Sal aglutinada, seca, gruesa	85	36	21	B36TW
Sal aglutinada, seca, pulverizada	66-85	20-29		B26NT
Sal, común seca, fina	70-80	25	11	D26TUW
Sal, común seca, gruesa	40-55	18-22		C36TU
Salicílico, ácido	29			B25U
Salitre	80	30-44		A35T
Semilla de algodón, aglutinada, chancada	40-45	30-44		B35
Semilla de algodón, aglutinada, trozos	40-45	30-44		D35W
Semilla de algodón, cáscara	12	45		*B45Y
Semilla de algodón, harina de	35-40	35	22	B35W
Semilla de algodón, pulpa de	40	30-44		B35W
Semilla de algodón, seca, hilazada	22-40	29	16	C35W
Semilla de algodón, seca, no hilazada	18-25	35	19	C35W
Semilla de melaza	45	21	12	B25NW
Semilla de melaza, harina de	25	30-44		B35W
Sienita nefelínica	90-105	30-44		B36
Silica gel (ácido silícico), seca	45	30-44		C37U
Soda cáustica	88	29-43		A36
Soda, cenizas de, briquetas	50	22	7	C26
Soda, cenizas de, ligera	20-35	37	22	A36Y
Soda, cenizas de, pesada	55-65	32	19	B36
Sodio y aluminio de, sulfato	75	30-44		A36

Sodio, aluminato de, molido	72	30-44		B36
Sodio, antimoniato de, chancado	49	31		C36
Sodio, fosfato de	50-65	37		B36
Sodio, nitrato de	70-80	24	11	*D25
Sodio, sulfito de, seco	96	45		B45X
Sorgo, no azucarado, mazorca	56	30-44		C35N
Sorgo, semilla de	32-52	30-44		B36
Soya, frijol de, aglutinado, mayor de 1/2 pulgada	40-43	32	17	D35W
Soya, frijol de, entero	45-50	21-28	12-16	C27NW
Soya, frijol de, harina, en caliente	40	30-44		B35T
Soya, frijol de, harina, en frío	40	32-37	16-20	B35
Soya, frijol de, hojuelas, en bruto	20-26	30-44		C35Y
Soya, frijol de, partido	30-40	35	15-18	C36NW
Sulfato, chancado, hasta 1/2 pulgada	50-60	30-44	20	C35NS
Sulfato, hasta 3 pulgadas	80-85	30-44	18	D35NS
Sulfato, pulverizado	50-60	30-44	21	B35NW
Tabaco, deshechos de	15-25	45		D45Y
Tabaco, hojas de, secas	12-14	45		E45QV
Tabaco, tallos	15	45		E45Y
Taconita, granulado	116-130	30-44	13-15	D37Q
Talco, cernido hasta 1/2 pulgada	80-90	20-29		C25
Talco, en trozos de 1 1/2 a 3 pulgada	85-95	20-29		D25
Tierra de excavación seca	70-80	35	20	B36
Tierra húmeda, conteniendo arcilla	100-110	45	23	B46
Timothy, semilla de	36	20-29		B25NY
Titanio esponja	60-70	45		E47
Titanio, dióxido	140	30-44		B36
Trébol, semilla de	48	28	15	B25N
Tricálcico, fosfato	21-50	45 +		A45
Trigo	45-48	28	12	C25N
Trigo negro	37-42	25	11-13	B25N
Trigo, germen de, seco	18-28	20-29		B25
Trigo, harina de	35-40	45	21	A45PN
Trigo, molido	35-45	30-44		B35N
Trisódico, fosfato	60			D36
Trisódico, fosfato, en granos	60	30-44	11	B35
Trisódico, fosfato, pulverizado	50	40	25	B35
* Urea en habas, seca	43-46	25		B25
Vermiculita, esparcido	16	45		C45Y
Vermiculita, mineral de	70-80		20	D36Y
Vidrio deshecho	80-120	30-44	20	D37Z
Vidrio, fibra de (fibra de vidrio textil)	45-55	0-10		A16LM
Vidrio, fibra de (lana y contenedor)	80-100	30-44	20-22	D38Z
Yeso en trozos	75-85	45		D46
Yeso, cernido hasta 1/2-pulgada	70-80	40	21	C36
Yeso, trozos de 1 1/2- to 3-pulgada	70-80	30	15	D36
Zinc concentrado	75-80			B26
Zinc, mineral de, calcinado	110	38		C36
Zinc, mineral de, chancado	160	38	22	*
Zinc, óxido de, pesado	30-35	45-55		A45X
Zinc, óxido, ligero	10-15	45		A45XY

\* Puede variar considerablemente – consulta a un miembro CEMA

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003

## ANEXO 02






**Tabla 3-2 Descripción de la Clasificación de los Materiales**

	Características del material	Código
Tamaño	Muy fino: hasta la malla 100	A
	Fino: hasta 1/8"	B
	Granular: hasta 1/2"	C
	En trozos: de más de 1/2"	D
	Irregular: fibrosos, que se pueden atorar, enredado	E
Fluidez, Angulo de Reposo	Fluidez muy buena – Angulo de reposo menor a 19°	1
	Fluidez buena: Angulo de reposo entre 20 a 29°	2
	Fluidez promedio - Angulo de reposo entre 30 a 39°	3
	- Angulo de reposo entre 40° a más.	4
Abrasividad:	No abrasivo	5
	Abrasivo	6
	Muy abrasivo	7
	Muy afilado: corta o deshace la cubierta de la faja	8
Características Variadas (a veces mas de una propiedad puede aplicarse)	Muy polvoriento	L
	Aireado o que desarrolla propiedades de fluido	M
	Contiene polvo explosivo	N
	Contaminable, afecta su uso o venta	P
	Degradable, afecta su uso o venta	Q
		R
	Altamente Corrosivo	S
	Medio Corrosivo	T
	Higroscópico	U
	Que se atora	V
	Presenta aceites o químicos que pueden afectar productos de caucho	W
	Empacado bajo presión	X
	Muy liviano y , puede dispersarse con el viento	Y
Temperatura elevada.	Z	
Por ejemplo: Un material muy fino, de buena fluidez, abrasivo, y que contiene polvo explosivo, tendrá una designación: Clase A26N		

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003

## ANEXO 03

### Fluidez – Angulo de sobrecarga – Angulo de reposo

Fluidez muy libre 1*	Fluidez libre 2*	Fluidez promedio 3*		Pesada 4*
ángulo de sobrecarga de 5°	Ángulo de sobrecarga de 10°	Ángulo de sobrecarga de 20°	Ángulo de sobrecarga de 25°	Ángulo de sobrecarga de 30°
				
0° - 19° ángulo de reposo	20° - 29° ángulo de reposo	30° - 34° ángulo de reposo	35° - 39° ángulo de reposo	40° - a más ángulo de reposo
Características del material				
Tamaño uniforme, partículas redondeadas muy pequeñas, tanto si están húmedas o muy secas: piedra sílice seca, cemento, concreto húmedo	Partículas pulidas, redondeadas, secas, de peso medio: granos sin pelar y frejoles	Materiales Irregulares, granulares o en trozos de peso medio, tales como antracita y carbón de piedra, semilla de algodón, arcilla, etc.	Materiales comunes típicos: carbón bituminoso, piedra, mayoría de minerales	Materiales irregulares, fibrosos, que se pueden atorar: astillas de madera, bagazo, arena de fundición templada.

\* Los diseños de código conforman las características gráficas de los materiales a granel.

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



## ANEXO 04

**Tabla 4-1**  
**Las Velocidades de Cinturón de Máximo recomendadas**

Material que se transporta	Velocidad de la faja (ppm)	Ancho de la faja (pulgadas)
Granos u otros materiales no abrasivos de buena fluidez	500	18
	700	24-30
	800	36-42
	1000	48-96
Hulla, arcilla húmeda, mineral suave, capas de desperdicio, piedra chancada fina.	400	18
	600	24-36
	800	42-60
	1000	72-96
Mineral pesado, duro, de bordes afilados, piedra chancada de cuarzo.	350	18
	500	24-36
	600	mayor de 36
Arena de Fundición, preparada o húmeda; arena molida con pequeños núcleos, con o sin pequeñas piezas de fundición (no tan calientes como para dañar la faja)	350	Cualquier ancho
Arena de fundición preparada y materiales húmedos similares (o secos, abrasivos) descargados de la faja por desviadores de bordes de caucho.	200	Cualquier ancho
Materiales no abrasivos descargados de la faja por medio de desviadores.	200, salvo pulpa de madera dónde 300 a 400 son preferibles	Cualquier ancho
Fajas Alimentadoras, planas o acanaladas para alimentar materiales finos, no abrasivos o medianamente abrasivos, de tolvas y recipientes.	50 a 100	Cualquier ancho

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003

## ANEXO 05

Tabla 4-2

**Faja abarquillada de 20° - Distancia standard al borde de tres rodillos iguales =  $0.055b + 0.9$  pulg**

Ancho de la faja (pulg)	$A_t$ – Sección transversal de carga (pie <sup>2</sup> )							Capacidad en 100 PPM (pie <sup>3</sup> /Hr)						
	Angulo de sobrecarga							Angulo de sobrecarga						
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
18	0.089	0.108	0.128	0.147	0.167	0.188	0.209	537	653	769	886	1005	1128	1254
24	0.173	0.209	0.246	0.283	0.320	0.359	0.399	1041	1258	1477	1698	1924	2155	2394
30	0.284	0.343	0.402	0.462	0.522	0.585	0.649	1708	2060	2414	2772	3137	3511	3897
36	0.423	0.509	0.596	0.684	0.774	0.866	0.960	2538	3057	3579	4107	4645	5196	5765
42	0.588	0.708	0.828	0.950	1.074	1.201	1.332	3533	4250	4972	5703	6447	7210	7997
48	0.781	0.940	1.099	1.260	1.424	1.592	1.765	4691	5640	6594	7560	8544	9552	10592
54	1.002	1.204	1.407	1.613	1.822	2.037	2.258	6013	7225	8444	9678	10935	12223	13552
60	1.249	1.501	1.753	2.009	2.270	2.537	2.812	7498	9006	40522	12057	13621	15223	16876
72	1.826	2.192	2.560	2.933	3.312	3.701	4.102	10961	13155	15364	17599	19876	22210	24617
84	2.513	3.014	3.519	4.030	4.551	5.085	5.635	15079	18089	21119	24186	27309	30511	33813
96	3.308	3.967	4.631	5.302	5.986	6.687	7.411	19850	23806	27787	31816	35921	40128	44466

Tabla 4-3

**Faja abarquillada de 35° - Distancia standard al borde de tres rodillos iguales =  $0.055b + 0.9$  pulg**

Ancho de la faja (pulg)	$A_t$ – Sección transversal de carga (pie <sup>2</sup> )							Capacidad en 100 PPM (pie <sup>3</sup> /Hr)						
	Angulo de sobrecarga							Angulo de sobrecarga						
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
18	0.144	0.160	0.177	0.194	0.212	0.230	0.248	864	964	1066	1169	1274	1381	1492
24	0.278	0.309	0.341	0.373	0.406	0.440	0.474	1668	1857	2048	2241	2438	2640	2847
30	0.455	0.506	0.557	0.609	0.662	0.716	0.772	2733	3039	3346	3658	3975	4300	4636
36	0.676	0.751	0.826	0.903	0.980	1.060	1.142	4058	4508	4961	5419	5886	6364	6857
42	0.940	1.044	1.148	1.254	1.361	1.471	1.585	5644	6266	6891	7524	8169	8830	9511
48	1.248	1.385	1.523	1.662	1.804	1.949	2.099	7491	8312	9138	9974	10825	11698	12598
54	1.599	1.774	1.950	2.128	2.309	2.494	2.686	9598	10646	11700	12768	13855	14969	16118
60	1.994	2.211	2.429	2.651	2.876	3.107	3.345	11966	13269	14850	15906	17257	18642	21058
72	2.913	3.229	3.547	3.869	4.197	4.532	4.879	17484	19378	21285	23215	25182	27196	29275
84	4.007	4.440	4.876	5.317	5.766	6.226	6.701	24043	26641	29256	31902	34597	37360	40210
96	5.274	5.842	6.415	6.994	7.584	8.189	8.812	31645	35058	38490	41966	45506	49134	52876

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



## ANEXO 06

**Tabla 5-1**  
**Clasificación del rodillo**

Clasificación	Número de serie de la matriz	Diámetro del rodillo (pulgadas)	Descripción
A4	I	4	Servicio liviano
A5	I	5	“ ”
B4	II	4	“ ”
B5	II	5	“ ”
C4	III	4	Servicio medio
C5	III	5	“ ”
C6	IV	6	“ ”
D5	NA	5	“ ”
D6	NA	6	“ ”
E6	V	6	Servicio pesado
E7	VI	7	“ ”

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



## ANEXO 07

**Tabla 6-1**  
**Peso de Faja Estimado Promedio con Pliegues**  
**Múltiples y Reducidos, lb/pie**

Ancho de la faja en pulgs. (b)	Material transportado, lbs/ft <sup>3</sup>		
	30-74	75-129	130-200
18	3.5	4	4.5
24	4.5	5.5	6
30	6	7	8
36	9	10	12
42	11	12	14
48	14	15	17
54	16	17	19
60	18	20	22
72	21	24	26
84	25	30	33
96	30	35	38

1. Fajas con alma de acero, incrementar el valor en 50%

2. Los pesos reales de la faja varían con las diferentes construcciones, fabricaciones, calibres de cubierta, etc. Use estos valores para una estimación. Obtenga los valores reales de los fabricantes de faja, en lo posible.

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003

## ANEXO 08

**Table 5-2**  
**Espaciamiento Normal Recomendado para Rodillos (S<sub>i</sub>)**

Ancho de la faja (pulgadas)	Rodillos abarquillados Peso del material maniobrado, en lbs por pie cúbico						Rodillos de retorno
	30	50	75	100	150	200	
18	5.5 ft	5.0 ft	5.0 ft	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	10.0 ft
24	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	4.0 ft	10.0 ft
30	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	4.0 ft	10.0 ft
36	5.0 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	10.0 ft
42	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
48	4.5 ft	5.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
54	4.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
60	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
72	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.5 ft	8.0 ft
84	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.5 ft	2.0 ft	8.0 ft
96	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.0 ft	2.0 ft	8.0 ft

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



## ANEXO 09

**Tabla 5-5**  
**Factores Ambientales y de Mantenimiento  $K_2$**

Condiciones Ambientales	Mantenimiento		
	Bueno	Promedio	Escaso
Limpio	1.00	1.08	1.11
Moderado	1.06	1.10	1.13
Sucio	1.09	1.12	1.15

**Tabla 5-6**  
**Factores de servicio  $K_3$**

Operación	Factor
Menos de 6 horas al día	0.8
Entre 6 y 9 horas al día	1.0
Entre 10 y 16 horas al día	1.1
Más de 16 horas al día	1.2

**Tabla 5-7**  
**Factor de Corrección de la Velocidad de la Faja  $K_4$**

Velocidad de la faja (ppm)	Diámetro de los rodillos, en pulgadas			
	4	5	6	7
100	0.80	0.80	0.80	0.80
200	0.83	0.80	0.80	0.80
300	0.90	0.85	0.83	0.81
400	0.95	0.91	0.88	0.85
500	0.99	0.95	0.92	0.88
600	1.03	0.98	0.95	0.92
700	1.05	1.01	0.98	0.95
800	-	1.04	1.00	0.97
900	-	1.06	1.03	1.00
1000	-	-	1.05	1.02

**Table 5-9**  
**Valores de carga para los rodillos CEMA B, lbs**

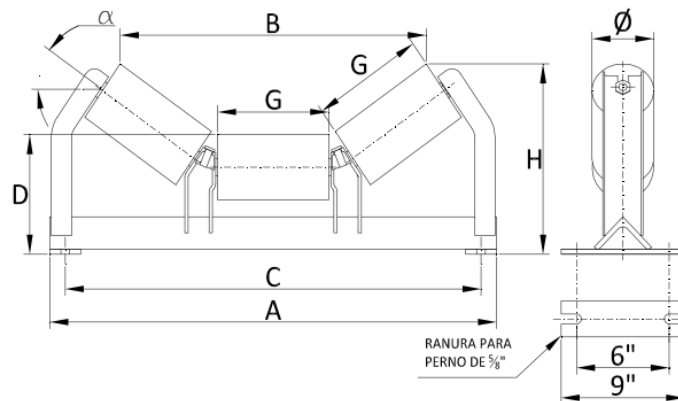
Ancho de la faja (pulgadas)	Angulo de abarquillamiento			Retorno
	20°	35°	45°	
18	410	410	410	220
24	410	410	410	190
30	410	410	410	165
36	410	410	396	155
42	390	363	351	140
48	380	353	342	130

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003

# ANEXO 10

## Estación de Carga

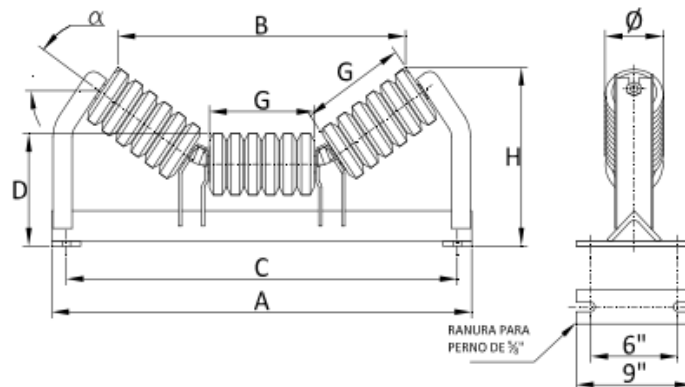
Serie CEMA B  
Servicio Liviano



Ancho Correa ["]	Código		Ángulo Artesa ["]	A ["]	B ["]		C ["]	D ["]		G ["]	H ["]	
	Ø Rodillo ["]				Ø Rodillo ["]			Ø Rodillo ["]			Ø Rodillo ["]	
	4	5			4	5		4	5		4	5
18	B4002-18	B5002-18	20	29	21 3/16	20 7/8	27	7 1/8	7 5/8	6 7/8	9 5/8	10 1/16
	B4003-18	B5003-18	35		19 1/2	18 15/16					11 1/4	11 11/16
	B4004-18	B5004-18	45		17 13/16	17 1/16					12 1/4	12 5/8
20	B4002-20	B5002-20	20	31	23 1/8	22 7/8	29	7 1/8	7 5/8	7 9/16	9 7/8	10 5/16
	B4003-20	B5003-20	35		21 5/37	20 11/16					11 11/16	12 1/16
	B4004-20	B5004-20	45		19 7/16	18 3/8					12 3/4	13 1/16
24	B4002-24	B5002-24	20	35	26 15/16	26 5/8	33	7 1/8	7 5/8	8 7/8	10 18/59	10 3/4
	B4003-24	B5003-24	35		24 11/16	24 1/8					12 3/8	12 13/16
	B4004-24	B5004-24	45		21 3/4	21 1/8					13 5/8	13 15/16
30	B4002-30	B5002-30	20	41	32 11/16	32 3/8	39	7 1/8	7 5/8	10 7/8	10 66/67	11 7/16
	B4003-30	B5003-30	35		29 15/16	29 3/8					13 9/16	13 15/16
	B4004-30	B5004-30	45		27 3/8	26 11/16					15 1/2	15 7/8
36	B4002-36	B5002-36	20	47	38 7/16	38 1/8	45	7 1/8	7 5/8	12 7/8	11 2/3	12 1/8
	B4003-36	B5003-36	35		35 3/16	34 5/8					14 11/16	15 1/16
	B4004-36	B5004-36	45		32 1/4	31 9/16					16 7/16	16 13/16
42	B4002-42	B5002-42	20	53	44 3/16	43 7/8	51	7 5/8	8 1/8	14 7/8	12 7/8	13 5/16
	B4003-42	B5003-42	35		40 9/16	40					16 3/8	16 3/4
	B4004-42	B5004-42	45		37 1/8	36 3/8					18 3/8	18 11/16
48	B4002-48	B5002-48	20	59	49 15/16	49 5/8	57	7 5/8	8 1/8	16 7/8	13 1/2	13 15/16
	B4003-48	B5003-48	35		45 7/8	45 5/16					17 1/2	17 7/8
	B4004-48	B5004-48	45		41 15/16	41 1/4					19 3/4	20 1/8

Estación de Impacto

Serie CEMA B  
Servicio Liviano

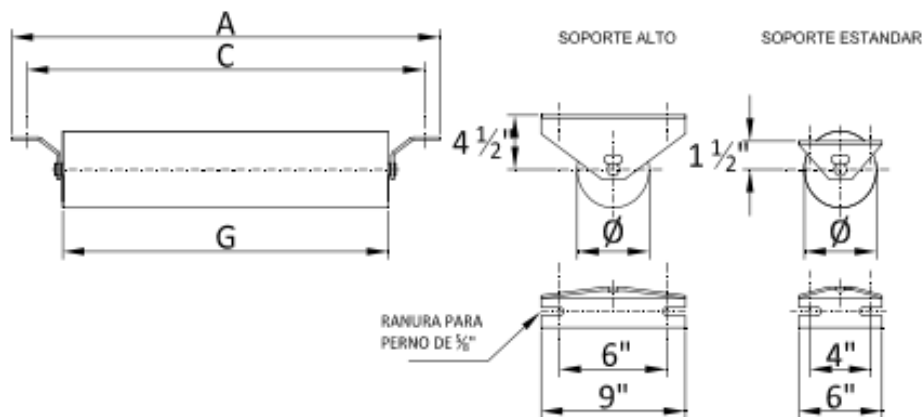


Ancho Correa ["]	Código		Ángulo Artesa [°]	A ["]	B ["]		C ["]	D ["]		G ["]	H ["]	
	Ø Rodillo ["]				Ø Rodillo ["]			Ø Rodillo ["]			Ø Rodillo ["]	
	4	5			4	5		4	5		4	5
18	B4202-18	85202-18	20	29	21 3/16	20 7/8	27	7 1/8	7 5/8	6 7/8	9 5/8	10 1/16
	B4203-18	85203-18	35		19 1/2	18 15/16					11 1/4	11 11/16
	B4204-18	85204-18	45		17 13/16	17 1/16					12 1/4	12 5/8
20	B4202-20	85202-20	20	31	23 1/8	22 7/8	29	7 1/8	7 5/8	7 9/16	9 7/8	10 5/16
	B4203-20	85203-20	35		21 5/37	20 11/16					11 11/16	12 1/16
	B4204-20	85204-20	45		19 7/16	18 3/8					12 3/4	13 1/16
24	B4202-24	85202-24	20	35	26 15/16	26 5/8	33	7 1/8	7 5/8	8 7/8	10 18/59	10 3/4
	B4203-24	85203-24	35		24 11/16	24 1/8					12 3/8	12 13/16
	B4204-24	85204-24	45		21 3/4	21 1/8					13 5/8	13 15/16
30	B4202-30	85202-30	20	41	32 11/16	32 3/8	39	7 1/8	7 5/8	10 7/8	10 66/67	11 7/16
	B4203-30	85203-30	35		29 15/16	29 3/8					13 9/16	13 15/16
	B4204-30	85204-30	45		27 3/8	26 11/16					15 1/2	15 7/8
36	B4202-36	85202-36	20	47	38 7/16	38 1/8	45	7 1/8	7 5/8	12 7/8	11 2/3	12 1/8
	B4203-36	85203-36	35		35 3/16	34 5/8					14 11/16	15 1/16
	B4204-36	85204-36	45		32 1/4	31 9/16					16 7/16	16 13/16
42	B4202-42	85202-42	20	53	44 3/16	43 7/8	51	7 5/8	8 1/8	14 7/8	12 7/8	13 5/16
	B4203-42	85203-42	35		40 9/16	40					16 3/8	16 3/4
	B4204-42	85204-42	45		37 1/8	36 3/8					18 3/8	18 11/16
48	B4202-48	85202-48	20	59	49 15/16	49 5/8	57	7 5/8	8 1/8	16 7/8	13 1/2	13 15/16
	B4203-48	85203-48	35		45 7/8	45 5/16					17 1/2	17 7/8
	B4204-48	85204-48	45		41 15/16	41 1/4					19 3/4	20 1/8



## Estación de Retorno Plana

Serie CEMA B  
Servicio Liviano

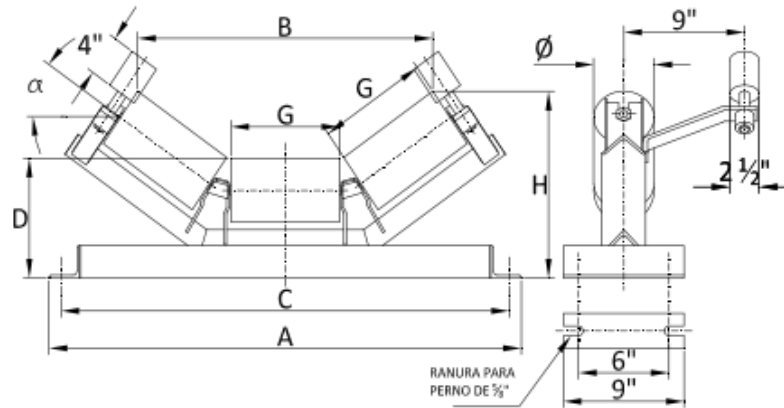


Ancho Correa ["]	Código		A ["]	C ["]	G ["]
	Ø Rodillo ["]				
	4	5			
18	B4400-18	B5400-18	29	27	21
20	B4400-20	B5400-20	31	29	23
24	B4400-24	B5400-24	35	33	27
30	B4400-30	B5400-30	41	39	33
36	B4400-36	B5400-36	47	45	39
42	B4400-42	B5400-42	53	51	45
48	B4400-48	B5400-48	59	57	51



Estación Centrador de Carga

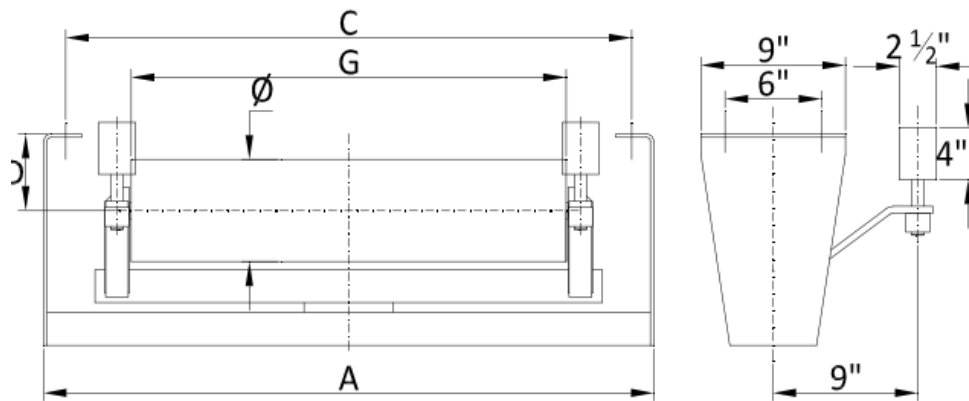
Serie CEMA B  
Servicio Liviano



Ancho Correa ["]	Código		Ángulo Artesa [°]	A ["]	B ["]		C ["]	D ["]		G ["]	H ["]	
	Ø Rodillo ["]				Ø Rodillo ["]			Ø Rodillo ["]			Ø Rodillo ["]	
	4	5			4	5		4	5		4	5
18	B4602-18	B5602-18	20	29	21 3/16	20 7/8	27	8 1/8	8 5/8	6 7/8	10 5/8	11 1/16
	B4603-18	B5603-18	35		19 1/2	18 15/16					12 1/4	12 11/16
	B4604-18	B5604-18	45		17 13/16	17 1/16					12 1/4	13 5/8
20	B4602-20	B5602-20	20	31	23 1/8	22 7/8	29	8 1/8	8 5/8	7 9/16	10 7/8	11 5/16
	B4603-20	B5603-20	35		21 5/37	20 11/16					12 11/16	13 1/16
	B4604-20	B5604-20	45		19 7/16	18 3/8					13 3/4	14 1/16
24	B4602-24	B5602-24	20	35	26 15/16	26 5/8	33	8 1/8	8 5/8	8 7/8	11 18/59	11 3/4
	B4603-24	B5603-24	35		24 11/16	24 1/8					13 3/8	13 13/16
	B4604-24	B5604-24	45		21 3/4	21 1/8					14 5/8	14 15/16
30	B4602-30	B5602-30	20	41	32 11/16	32 3/8	39	8 1/8	8 5/8	10 7/8	11 66/67	12 7/16
	B4603-30	B5603-30	35		29 15/16	29 3/8					14 9/16	14 15/16
	B4604-30	B5604-30	45		27 3/8	26 11/16					16 1/2	16 7/8
36	B4602-36	B5602-36	20	47	38 7/16	38 1/8	45	8 1/8	8 5/8	12 7/8	12 2/3	13 1/8
	B4603-36	B5603-36	35		35 3/16	34 5/8					15 11/16	16 1/16
	B4604-36	B5604-36	45		32 1/4	31 9/16					17 7/16	17 13/16
42	B4602-42	B5602-42	20	53	44 3/16	43 7/8	51	8 5/8	9 1/8	14 7/8	13 7/8	14 5/16
	B4603-42	B5603-42	35		40 9/16	40					17 3/8	17 3/4
	B4604-42	B5604-42	45		37 1/8	36 3/8					19 3/8	19 11/16
48	B4602-48	B5602-48	20	59	49 15/16	49 5/8	57	8 5/8	9 1/8	16 7/8	14 1/2	14 15/16
	B4603-48	B5603-48	35		45 7/8	45 5/16					18 1/8	18 7/8
	B4604-48	B5604-48	45		41 15/16	41 1/4					20 3/4	21 1/8

## Estación Centradora de Retorno Plana

Serie CEMA B  
Servicio Liviano



D = DROP ESTANDAR 1 1/2"  
D = DROP ALTO 4 1/2"

Ancho Correa [""]	Código		A [""]	C [""]	G [""]
	Ø Rodillo [""]				
	4	5			
18	B4620-18	B5620-18	29 3/4	27	21
20	B4620-20	B5620-20	31 3/4	29	23
24	B4620-24	B5620-24	35 3/4	33	27
30	B4620-30	B5620-30	41 3/4	39	33
36	B4620-36	B5620-36	47 3/4	45	39
42	B4620-42	B5620-42	53 3/4	51	45
48	B4620-48	B5620-48	59 3/4	57	51

FUENTE: Catalogo de RIVET

## ANEXO 11

### Tensión de la Faja ( $A_i$ )

$A_i = 1.5$	Para rodillos de 6 pulgadas de diámetro	<b>CEMA C6,D6</b>
$A_i = 1.8$	Para rodillos de 5 pulgadas de diámetro	<b>CEMA A5,B5,C5,D5</b>
$A_i = 2.3$	Para rodillos de 4 pulgadas de diámetro	<b>CEMA A4,B4,C4</b>
$A_i = 2.4$	Para rodillos de 7 pulgadas de diámetro	<b>CEMA E7</b>
$A_i = 2.8$	Para rodillos de 6 pulgadas de diámetro	<b>CEMA E6</b>
$A_i = 0.0$	Para los transportadores inclinados regeneradores	-----

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



## ANEXO 12

### Valores del Factor $K_v$

Longitud del transportador	$W_b + W_m$ (lbs por pie)	Porcentaje de pendiente						
		0	3	6	9	12	24	33
		Grados aproximados						
		0	2	3.5	5	7	14	18
250	20	0.035	0.035	0.034	0.031	0.031	0.031	0.031
	50	0.035	0.034	0.033	0.032	0.031	0.028	0.027
	75	0.035	0.034	0.032	0.032	0.030	0.027	0.025
	100	0.035	0.033	0.032	0.031	0.030	0.026	0.023
	150	0.035	0.035	0.034	0.033	0.031	0.025	0.021
	200	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.024	0.018
	300	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.019	0.018
400	20	0.035	0.034	0.032	0.030	0.030	0.030	0.030
	50	0.035	0.033	0.031	0.029	0.029	0.026	0.025
	75	0.034	0.033	0.030	0.029	0.028	0.024	0.021
	100	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.022	0.019
	150	0.035	0.034	0.031	0.028	0.027	0.019	0.016
	200	0.035	0.035	0.033	0.030	0.027	0.016	0.014
	300	0.035	0.035	0.034	0.030	0.026	0.017	0.016
500	20	0.035	0.033	0.031	0.030	0.030	0.030	0.030
	50	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.024	0.023
	75	0.033	0.032	0.029	0.027	0.027	0.021	0.019
	100	0.033	0.031	0.029	0.028	0.026	0.019	0.016
	150	0.035	0.033	0.030	0.027	0.024	0.016	0.016
	200	0.035	0.035	0.030	0.027	0.023	0.016	0.016
	300	0.035	0.035	0.030	0.025	0.021	0.016	0.015
600	20	0.035	0.032	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029
	50	0.033	0.030	0.029	0.027	0.026	0.023	0.021
	75	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.020	0.016
	100	0.032	0.030	0.027	0.025	0.022	0.016	0.016
	150	0.035	0.031	0.026	0.024	0.019	0.016	0.016
	200	0.035	0.031	0.026	0.021	0.017	0.016	0.016
	300	0.035	0.031	0.023	0.018	0.018	0.018	0.018
800	20	0.035	0.031	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029
	50	0.032	0.029	0.028	0.026	0.025	0.021	0.018
	75	0.031	0.029	0.026	0.024	0.022	0.016	0.016
	100	0.031	0.028	0.025	0.022	0.020	0.016	0.016
	150	0.034	0.028	0.023	0.019	0.017	0.016	0.016
	200	0.035	0.027	0.021	0.015	0.016	0.016	0.016
	300	0.035	0.026	0.020	0.017	0.016	0.016	0.016
1000	50	0.031	0.028	0.026	0.024	0.023	0.019	0.016
	75	0.030	0.027	0.024	0.022	0.019	0.016	0.016
	100	0.030	0.026	0.022	0.019	0.017	0.016	0.016
	150	0.033	0.024	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.032	0.023	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
	250	0.033	0.022	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.033	0.021	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018

1400	50	0.029	0.026	0.024	0.022	0.021	0.016	0.016
	75	0.028	0.024	0.021	0.019	0.016	0.016	0.016
	100	0.028	0.023	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.029	0.020	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.030	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.030	0.019	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
2000	50	0.027	0.024	0.022	0.020	0.018	0.016	0.016
	75	0.026	0.021	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016
	100	0.025	0.020	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.026	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.024	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.022	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
2400	50	0.026	0.023	0.021	0.018	0.017	0.016	0.016
	75	0.025	0.021	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016
	100	0.024	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.024	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.020	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
3000	50	0.024	0.022	0.019	0.017	0.016	0.016	0.016
	75	0.023	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	100	0.022	0.017	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	150	0.022	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	200	0.019	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018

Espaciamiento entre rodillos: Los valores de encima para  $K_y$  se basan los siguientes espaciamientos para (para otros espaciamientos, vea la Tabla 6.3):

$(W_b + W_m)$ , lbs por pie	$S_i$ , pie	$(W_b + W_m)$ , lbs por pie	$S_i$ , pie
Menor de 50	4.5	100 a 149	3.5
50 a 99	4.0	150 y más	3.0

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003

## ANEXO 13

Tabla 6-7  
Factor de Fricción con el Faldón,  $C_s$

Material	Factor $C_s$	Material	Factor $C_s$	Material	Factor $C_s$
Alúmina, pulv.,seca	0.1210	Coque, molido fino	0.0452	Piedra de cal, pulv., seca	0.1280
Ceniza, de carbón de piedra,seca	0.0571	Coque, en trozos y fino	0.0186	Cloruro de Magnesio , seco	0.0276
Bauxita, molida	0.1881	Copra, en trozos	0.0203	Avenas	0.0219
Frijoles, Navy,secos	0.0798	Cullet	0.0836	Fosfato roca, seca, partida	0.1086
Borax	0.0734	Trigo, harina	0.0265	Sal, común, seca fina	0.0814
Bran, granulado	0.0238	Grano, trigo maíz o centeno	0.0433	Arena, seca,de cantera	0.1378
Cemento, Portland, seco	0.2120	Grava,extraída de mina	0.1145	Aserrín, seco	0.0086
Cemento clinker	0.1228	Yeso , cernido hasta 1/2"	0.0900	Ceniza de soda,pesada	0.0705
Arcilla, ceramica,seca fina	0.0924	Mineral de hierro, 200 lbs por cada pie	0.2760	Almidón,en trozos grandes	0.0623
Carbón de piedra, antracita, medida	0.0538	Cal, quemada, 1/8"	0.1166	Azúcar,granulada seca	0.0349
Carbón de piedra, bituminoso, extraído de mina	0.0754	Cal, hidratada	0.0490	Viruta de madera, hogged combustible	0.0095

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



## ANEXO 14

**Tabla 6-8**  
**Factor de Arrollamiento,  $C_w$  (Fajas con cubierta de caucho)**

Tipo de Polea Motriz	Arrollamiento $\theta$	Tensor automático		Tensor manual	
		Polea desnuda	Polea recubierta	Polea desnuda	Polea recubierta
Simple sin polea de reenvío	180°	0.84	0.50	1.2	0.8
Simple con polea de reenvío	200°	0.72	0.42	1.0	0.7
	210°	0.66	0.38	1.0	0.7
	220°	0.62	0.35	0.9	0.6
	240°	0.54	0.30	0.8	0.6
Dual	380°	0.23	0.11	0.5	0.3
	420°	0.18	0.08	-	-

\* Los valores duales se basan en una distribución ideal entre la polea primaria y secundaria.

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



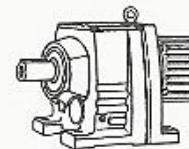
## ANEXO 15

Stirnradgetriebemotoren

Helical Geared Motors

Motorreductores de  
Engranajes Helicoidales

SEW



P <sub>m</sub> [kW]	n <sub>n</sub> [1/min]	M <sub>s</sub> [Nm]	i	F <sub>na</sub> <sup>1)</sup> [N]	SEW- $\eta_{\text{g}}$	Typ Size Tipo	m [kg]	Maße Dimens. Cotas	Preis Nr. Price ref. Precio N°
<b>18.5</b>									
22	8131	80,91	35100	0,98	R 137	DV 180M4*	395	R4	R0422
24	7386	73,49	45180	1,08	RF 137	DV 180M4*	375	R13	
27	6562	65,2	48330	1,22					
30	5946	59,17	49590	1,35					
35	5111	50,86	51120	1,57	R 137	DV 180M4*	385	R4	R0423
40	4461	44,39	52200	1,79	RF 137	DV 180M4*	375	R13	
47	3784	37,65	53010	2,1					
53	3307	32,91	53550	2,4					
63	2797	27,83	54090	2,7					
59	2972	29,57	53910	2,4	R 137	DV 180M4*	370	R4	R0424
73	2424	24,12	54360	3,2	RF 137	DV 180M4*	365	R13	
80	2211	22	54540	3,3					
92	1913	19,04	54720	4,2					
105	1688	16,8	54810	4,7					
44	4057	40,37	19180	1,06	R 107	DV 180M4*	320	R4	R0425
50	3544	35,26	19800	1,21	RF 107	DV 180M4*	310	R13	
60	2964	29,49	19350	1,45					
71	2502	24,9	18810	1,4	R 107	DV 180M4*	315	R4	R0426
78	2273	22,62	18540	1,54	RF 107	DV 180M4*	300	R13	
88	2017	20,07	18090	2					
97	1830	18,21	17730	1,91					
112	1573	15,05	17190	2,2					
129	1373	13,66	16650	2,5					
152	1165	11,59	16020	3					
174	1018	10,13	15480	2,8					
224	790	7,86	14670	3,2					
254	669	6,66	14040	3,3					
87	2024	20,14	13410	1,19	R 97	DV 180M4*	250	R4	R0427
96	1833	18,24	13230	1,25	RF 97	DV 180M4*	260	R13	
109	1625	16,17	13050	1,35					
120	1469	14,62	12780	1,5					
142	1245	12,39	12420	1,69					
162	1088	10,83	12150	1,84					
189	934	9,29	12060	1,71					
210	843	8,39	11790	1,9					
247	716	7,12	11340	2					
283	624	6,21	10890	2,3					
338	523	5,2	10440	2,4					
391	452	4,5	9990	2,4					
132	1340	13,33	9540	0,96	R 87	DV 180M4*	220	R3	R0428
147	1199	11,93	9360	1,03	RF 87	DV 180M4*	220	R12	
178	995	9,9	9180	1,19					
192	919	9,14	9540	0,93					
214	826	8,22	9270	1,03					
247	717	7,13	9000	0,98					
275	642	6,39	8790	1,09					
332	533	5,3	8420	1,13					
534	331	3,29	4840	0,97	RX 101	DV 180M4*	230	R19	R0429
596	296	2,95	4580	1,08	RXF101	DV 180M4*	235	R20	
684	258	2,57	4490	1,24					
742	238	2,37	4420	1,34					
858	206	2,05	4300	1,55					
977	181	1,8	4190	1,77					

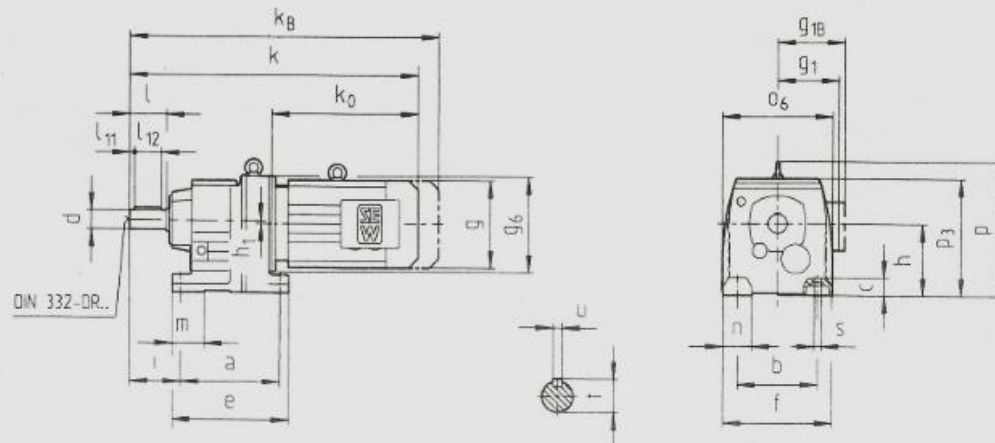
**Stirnradgetriebemotoren  
Fußausführung**

**Helical Geared Motors  
Foot Mounted**

**Motorreductores de  
Engranajes Helicoidales  
Montaje con Pie**

SEW

04 011 096



Typ Size Tipo	a	b	c	e	f	g	g <sub>1</sub>	g <sub>1B</sub>	g <sub>6</sub>	h	h <sub>1</sub>	i	k	k <sub>B</sub>	k <sub>0</sub>	m	n	o <sub>6</sub>	p	s	d	l <sub>11</sub>	l <sub>12</sub>	t	u	
DT80..						145	121	127					671	735	231											
DT90..						197	155	161		225			691	776	251	100			418		60	5		64		
DT100..						197	163	169					742	827	302											
DV112M						221	176	182					777	857	337											
DV132S						221	176	182					822	902	382											
DV132M	310	250	55	365	340	275	230	230	300	160			842	954	402		348		22							
DV132ML						275	230	230					902	1014	462											
DV160M						275	230	230					902	1014	462											
DV160L						331	253	253					950	1106	510											
DV180..						331	253	253		10.2			1022	1178	582	90		368		120	110		18			
DV200..						394	285	285					1069	1225	629											
DT100..						197	163	169					790	875	295											
DV112M						221	176	182		250			826	906	331	125		475		70	7.5		74.5			
DV132S						221	176	182					871	951	376											
DV132M						275	230	230					891	1003	396											
DV132ML	370	290	65	440	400	275	230	230	350	185			951	1063	456		409		26							
DV160M						275	230	230					951	1063	456											
DV160L						331	253	253					999	1155	504											
DV180..						331	253	253					1071	1227	576											
DV200..						394	285	285		20.4			1118	1274	623	110		408		140	125		20			
DV225..						394	289	289					1200	1356	705											
DV132S						221	176	182					958	1038	369											
DV132M						275	230	230		315			978	1090	389	130		562		90	5		95			
DV132ML						275	230	230					1038	1150	449											
DV160M						275	230	230					1038	1150	449											
DV160L	410	340	70	490	450	331	253	253	400	220			1086	1242	497		458		33							
DV180..						331	253	253					1158	1314	569											
DV200..						394	285	285					1205	1361	616											
DV225..						394	289	289		25.1			1287	1443	698	110		495		170	160		25			
DV250M						480	345						1350		761											

FUENTE: Catalogo SEW EURODRIVE

## ANEXO 16

**Tabla 7-1**  
**Selección de la Calidad de la Cubierta de la Faja Transportadora**

Grado de la Cubierta	Ventajas principales			Aplicaciones generales
	Resistencia al corte y al impacto	Resistencia a la abrasión	Resistencia al aceite	
<b>Servicio general</b>				
Grado 1	Excelente	Excelente	No recomendado	Grandes Trozos de Mineral, Materiales de Bordes Cortantes. Servicio extremadamente fuerte.
Grado 2	Bueno	Excelente	No recomendado	Materiales clasificados con acción cortante limitada, principalmente abrasión. Para operaciones de servicio pesado.
<b>Servicio Químico y Graso</b>				
Resistencia al aceite de cloropreno (comúnmente llamado neopreno)	Bueno	Muy bueno	Muy buena para aceites de petróleo, suave para aceites vegetales y minerales.	Carbón rociado con aceite pesado (aceites de petróleo con más de 20% de aromáticos, Combustible Diesel 2)
Resistencia a aceites N	Bueno	Bueno	Muy buena para aceites de petróleo, vegetales y minerales.	Servicio para Granos o semillas Aceitosas(glicina, maíz molido). Manejo Alimenticio. Carbón grasoso rociado con aceite pesado (aceite de petróleo con más de 40% de aromáticos, Aceite de Cocina 2)
Resistencia Media al Aceite	Bueno	Bueno	Limitada para aceite de petróleo, vegetal y mineral)	Carbón Rociado suavemente, granos o semillas medianamente aceitadas, astillas de madera, fosfatos)

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



## ANEXO 17

**Tabla 7-2**  
**Valores de Tensión para Fajas de Pliegue Múltiple**

Identificación de Tejido	Valor de Tensión, lb por pulg. por pliegue	
	Empalme de Fijamiento Mecánico Normal	Empalme Vulcanizado Normal
Pliegue Múltiple 35	27	35
Pliegue Múltiple 43	33	43
Pliegue Múltiple 50	40	50
Pliegue Múltiple 60	45	60
Pliegue Múltiple 70	55	70
Pliegue Múltiple 90	-	90
Pliegue Múltiple 120	-	120
Pliegue Múltiple 155	-	155
Pliegue Múltiple 195	-	195
Pliegue Múltiple 240	-	240

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



## ANEXO 18

**Tabla 7-4**  
**Máximo Número de Pliegues para el Abarquillamiento Vacío de Fajas de Pliegue Múltiple**

Ancho de la faja (pulgadas)	Angulo del rodillo	MP 35 MP 43	MP 50 MP 60 MP 70	MP 90 MP 120	MP 155	MP 195 MP 240
18	20°	5	-	-	-	-
	35°	4	-	-	-	-
	45°	-	-	-	-	-
24	20°	6	5	4	4	-
	35°	5	4	4	-	-
	45°	4	-	-	-	-
30	20°	7	6	5	5	4
	35°	6	5	5	4	4
	45°	5	4	4	-	-
36	20°	8	7	6	6	5
	35°	7	6	6	5	5
	45°	6	5	5	4	4
42	20°	8	8	7	6	6
	35°	8	7	7	6	5
	45°	7	6	6	5	5
48	20°	8	8	8	7	6
	35°	8	8	7	6	6
	45°	8	7	6	5	5
54	20°	8	8	8	8	7
	35°	8	8	8	7	6
	45°	8	8	7	6	6
60	20°	8	8	8	8	8
	35°	8	8	8	8	7
	45°	8	8	8	7	6
72-84-96	20°	8	8	8	8	8
	35°	8	8	8	8	8
	45°	8	8	8	8	7

Nota: El número de pliegues máximo se limita a 8 por consideraciones de construcción y de manejo de la faja.

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



## ANEXO 19

Tabla 7-10  
Pliegues Mínimos para el Soporte de la Carga, Abarquillamiento a 35° y 45°, Faja de Pliegue Múltiple.

Ancho de la Faja (pulgadas)	Material 25-49 PCF						Material 50-74 PCF						Material 75-99 PCF						Material 100-150 PCF										
	Designación MP						Designación MP						Designación MP						Designación MP										
	35	60	90	12	15	19	24	35	60	90	12	15	19	24	35	60	90	12	15	19	24	35	60	90	12	15	19	24	
24	4	3	3	3			4	4	4	4	4			5	4	4	4	4	4			5	5	4	4	4			
30	4	4	3	3			5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	6	5	5	5	5	5	4		
36	4	4	4	4	4	3	3	5	5	5	5	4	4	4	6	5	5	5	5	5	4	6	6	6	6	6	6	5	
42	5	4	4	4	4	4	3	6	5	5	5	5	5	4	6	6	6	6	6	5	5	7	7	6	6	6	6	5	
48	5	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	5	5	5	7	6	6	6	6	6	5	8	7	7	7	7	7	6	
54	6	5	4	4	4	4	4	7	6	6	6	6	5	5	8	7	7	7	7	6	6	8	8	7	7	7	7	6	
60	6	5	5	5	5	4	4	7	7	6	6	6	6	5	8	7	7	7	7	7	6			8	8	7	7	7	
72	6	6	5	5	5	5	5	8	7	7	7	7	6	6			8	7	7	7	6							8	7
84	7	7	6	6	6	6	6		8	8	8	8	7	7			8	8	8	8	7								8
96	8	8	7	7	7	7	7						8	8							8								

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003



## ANEXO 20

**Tabla 7-13**  
**Espesor Mínimo Recomendado para la Cubierta Superior para Condiciones Normales-Faja RMA Grado 2**

Clase de Material	Ejemplos	Espesor*
Manejo de Paquetes	Cartón, productos alimenticios	Fric. a 1/32
Liviano o fino, no abrasivo	Astilla de Madera, pulpa, grano, carbón bituminoso, mineral potasio	1/16 a 1/8
Fino y Abrasivo	Arena filosa, clinker	1/8 a 3/16
Pesado, triturado a 3" (76 mm)	Grava, arena y piedra chancada	1/8 a 3/16
Pesado, triturado a 8" (203 mm)	Carbón, roca, mineral	3/16 a 1/4
Pesado, trozos grandes	Mineral Duro, escoria	1/4 a 5/16

\* Nota: El espesor de la cubierta son valores nominales sujetos a variaciones del fabricante.

**Tabla 7-14**  
**Espesor Mínimo Recomendado para la Cubierta Inferior para Condiciones Normales - Faja RMA Grado 2**

Condiciones de Operación	Espesor (pulgadas)
Materiales No Abrasivos	1/32
Materiales Abrasivos	1/16
Carga de Impacto*	3/32

Nota: El espesor de la cubierta son valores nominales sujetos a variaciones del fabricante.

\* Cuando una medida de cubierta incrementada ayuda a proteger el armazón, si el impacto es severo, un diseño correcto del Sistema que incluye diseño del armazón, espesor de la cubierta superior, rodillos de impacto en el transportador es el método preferido de transporte.

FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003

## ANEXO 21

### GOODYEAR PLYLON (NYLON/NYLON)

#### INFORMACIONES TECNICAS SOBRE LAS CORREAS TRANSPORTADORAS PLYLON®

Serie	70	70	110	110	110	110	110
Tipo nylon/nylon	PLYLON 140	PLYLON 210	PLYLON 220	PLYLON 330	PLYLON 440	PLYLON 550	PLYLON 660
Nº de telas	2	3	2	3	4	5	6
Capacidad de tensión							
Empalme vulcanizados (Kn/m de ancho)	32	45	48	72	96	120	144
Empalme vulcanizados (lb/pul de ancho)	180	258	270	405	540	675	810
Empalme mecánico (Kn/m de ancho)	26	38	42	64	84	107	129
Empalme mecánico (lb/pul de ancho)	150	215	240	360	480	600	720
Peso Aproximado (kg/m <sup>2</sup> )							
Carcasa	3,5	4,8	3,9	6,0	6,6	8,3	10,0
Cubierta 1/32" espesor "B" o Stacker	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Espesor de la carcasa (mm)	2,4	3,6	4,0	4,8	6,4	8,7	9,6
Indice de impacto (lb.-pul.)	4000	5800	5500	8000	10500	11000	12000

#### ANCHO MAXIMO DE LA CORREA

Peso de material Lb/pie <sup>3</sup>	0-45			45-105			105-165			165-200		
Peso de material Kg/m <sup>3</sup>	0-730			730-1690			1690-2650			2650-3300		
Angulos de los polines de carga	20°	35°	45°	20°	35°	45°	20°	35°	45°	20°	35°	45°
PLYLON 140	42	36	36	36	30	24	30	24	20	-	-	-
PLYLON 210	48	42	36	42	36	30	36	30	24	30	24	24
PLYLON 220	54	48	42	48	42	36	42	36	30	36	30	24
PLYLON 330	84	72	60	72	60	54	60	54	48	54	48	42
PLYLON 440	84	84	72	84	72	60	72	60	54	60	54	48
PLYLON 550	84	84	72	84	72	60	72	60	54	60	54	48
PLYLON 660	84	84	84	84	84	72	84	72	60	72	60	54

#### ANCHO MINIMO DE LA CORREA PARA EL ACANALAMIENTO SOBRE POLINES.

Tipo PLYLON®	PLYLON 140	PLYLON 210	PLYLON 220	PLYLON 330	PLYLON 440	PLYLON 550	PLYLON 660
Angulo de los polines de carga							
20°	14	16	18	24	30	36	36
35°	14	16	18	24	30	42	42
45°	20	22	24	30	36	42	42

#### DIAMETRO MINIMO DE LA POLEA MOTRIZ EN FUNCION DE LA TENSION APLICADA

Tipo PLYLON®	PLYLON 140	PLYLON 210	PLYLON 220	PLYLON 330	PLYLON 440	PLYLON 550	PLYLON 660
Tensión							
Más de 80%	16	18	18	20	24	24	30
Entre 60% y 80%	14	16	16	18	20	20	24
Entre 40% y 60%	12	14	14	16	18	18	20
Bajo de 40%	10	12	12	14	16	16	18
Poleas de cola y desvío	10	12	12	14	16	16	18

#### EXTENSION RECOMENDADA DEL TENSOR A PARTIR DE LA DISTANCIA ENTRE CENTROS (%)

Tipo de tensión	Tensión de Trabajo			
	Empalmes Mecánicos		Empalmes Vulcanizados	
	100%	Bajo 75%	100%	Bajo 75%
Tornillo	1,5%	1,0%	4,0%	3,0%
Automático	2,0%	1,5%	2,5 + 0,65m	2,5+0,65m

FUENTE: Catálogo Goodyear

## ANEXO 22

**Tabla 7-6**  
**Diámetro de Polea Mínimo para Fajas Tipo de Pliegue Múltiple, pulg.**

Número de pliegues	MP 35			MP 43, 50			MP 60, 70, 90, 120			MP 135			MP 195, 240		
	% de tensión			% de tensión			% de tensión			% de tensión			% de tensión		
	80 a 100	60 a 80	40 a 60	80 a 100	60 a 80	40 a 60	80 a 100	60 a 80	40 a 60	80 a 100	60 a 80	40 a 60	80 a 100	60 a 80	40 a 60
3	18	14	12	20	18	14	24	20	16	30	24	20	36	30	24
4	20	18	16	24	20	18	30	24	20	36	30	24	42	36	30
5	24	20	18	30	24	20	36	30	24	42	36	30	48	42	36
6	30	24	20	36	30	24	42	36	30	48	42	36	54	48	42
7	36	30	24	42	36	30	48	42	36	54	48	42	60	54	48
8	42	36	30	48	42	36	54	48	42	60	54	48	66	60	54

**Tabla 7-8**  
**Anchos de Superficie de Polea y Claros de Faja Recomendados**

Ancho de Faja transportadora b (pulg)	Anchos de Superficie de Polea Pf (pulg)	Distancia entre Placas del Chute de Descarga (pulg)	Claro de la Faja de Retorno Mínimo a cada lado (pulg)*
42 y menor	b + 2	$p_f + 3$	2 ½
Superior a 42	b + 3	$p_f + 4$	3

\*Es deseable en Transportadores con distancias entre centros iguales o mayores a 500 pies, para una mayor protección de los bordes de la Faja, que se use la superficie de Polea Normal más ancha siguiente a la mostrada en la tabla de encima. Para estos Transportadores, las carteras para sostener los rodillos se deben espaciar un poco más, de acuerdo a un claro de faja de retorno de 5 o 6 pulg. o más, a cada lado. Esto incrementará el costo de las carteras, la estructura de los rodillos, los chutes, pero casi siempre se considera que vale la pena.

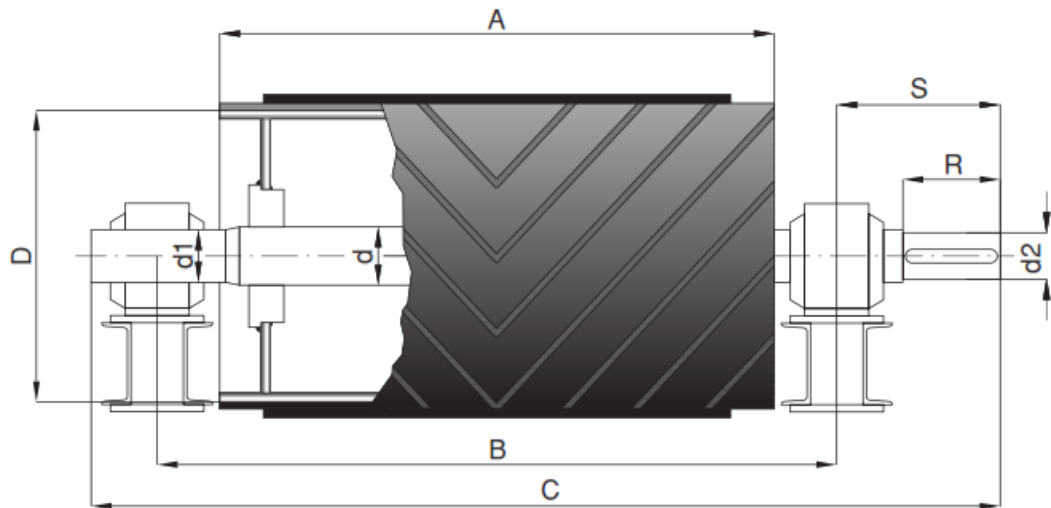
FUENTE: ANSI/CEMA B105.1-2003

## ANEXO 23



### TAMBORES BANDA 800

#### tambor cabeza



D	A	B	C	d	d1	d2	S	R	SOPORTE
320	950	1115	1370	60	50	45	187,5	120	SNL-511
		1130	1415	70	60	55	210	135	SNL-513
		1140	1450	80	70	65	230	150	SNL-516
		1160	1500	90	80	75	250	160	SNL-518
404	950	1130	1415	70	60	55	210	135	SNL-513
		1140	1450	80	70	65	230	150	SNL-516
		1160	1500	90	80	75	250	160	SNL-518
		1180	1565	100	90	85	280	175	SNL-520
505	950	1140	1450	80	70	65	230	150	SNL-516
		1160	1500	90	80	75	250	160	SNL-518
		1180	1565	100	90	85	280	175	SNL-520
		1215	1630	120	100	95	302,5	190	SNL-522
630	950	1160	1500	90	80	75	250	160	SNL-518
		1180	1565	100	90	85	280	175	SNL-520
		1215	1630	120	100	95	302,5	190	SNL-522
		1225	1665	130	110	105	322,5	205	SNL-524
800	950	1215	1630	120	100	95	302,5	190	SNL-522
		1225	1665	130	110	105	322,5	205	SNL-524
		1245	1730	150	125	120	357,5	230	SNL-528
		1295	1850	170	140	135	402,5	250	SNL-532

La longitud total del eje así como el diámetro 'd2' y la longitud 'R' dependerán del tipo y modelo de reductor.

#### Notas

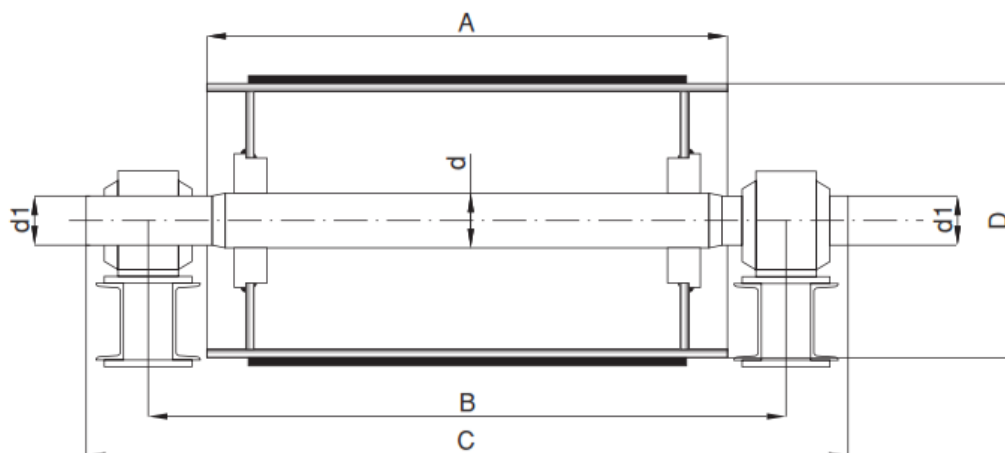
- En las tablas las dimensiones están expresadas en mm.
- Las medidas son orientativas, bajo demanda se pueden fabricar tambores con diferentes dimensiones.

18

## TAMBORES BANDA 800



tambor cola



BANDA 800

D	A	B	C	d	d1	SOPORTE
241	950	1105	1230	50	40	SNL-509
		1115	1250	60	50	SNL-511
		1130	1280	70	60	SNL-513
		1140	1300	80	70	SNL-516
320	950	1115	1250	60	50	SNL-511
		1130	1280	70	60	SNL-513
		1140	1300	80	70	SNL-516
		1160	1340	90	80	SNL-518
404	950	1130	1280	70	60	SNL-513
		1140	1300	80	70	SNL-516
		1160	1340	90	80	SNL-518
		1180	1390	100	90	SNL-520
505	950	1140	1300	80	70	SNL-516
		1160	1340	90	80	SNL-518
		1180	1390	100	90	SNL-520
		1215	1440	120	100	SNL-522
630	950	1160	1340	90	80	SNL-518
		1180	1390	100	90	SNL-520
		1215	1440	120	100	SNL-522
		1225	1460	130	110	SNL-524

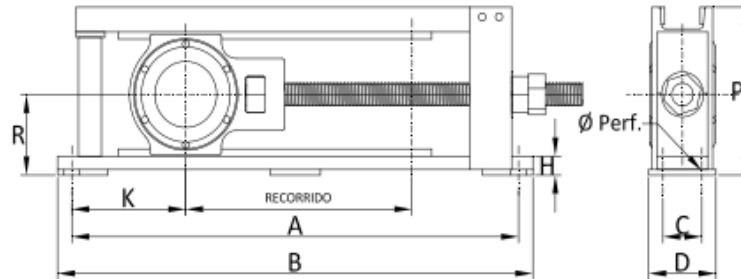
### Notas

- En las tablas las dimensiones están expresadas en mm.
- Las medidas son orientativas, bajo demanda se pueden fabricar tambores con diferentes dimensiones.

ROTRANS, S.A. Polígono Industrial de Villalonquéjar. C/ Merindad de Montija, 5. Tel. (34) 947 29 80 31. Fax (34) 947 29 81 03. BURGOS

Tensores de Tornillo Servicio Pesado

$\phi_{\text{eje}} < 4''$

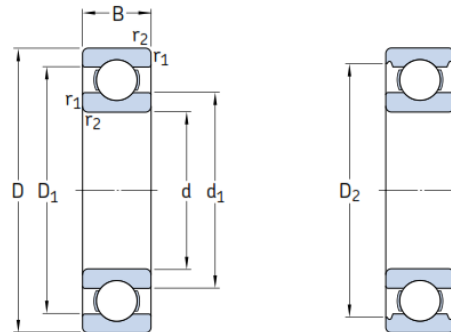


Diámetro Eje ["]	Código ["]	Recorrido ["]	A ["]	B ["]	C ["]	D ["]	H ["]	R ["]	P ["]	K ["]	Ø Perf. ["]
1 15/16	TTP12-11516	12	27 1/2	29 1/2	-	4	1 7/16	3 15/16	8 7/16	7 3/4	5/8
	TTP18-11516	18	33 1/2	35 1/2							
	TTP24-11516	24	39 1/2	41 1/2							
	TTP30-11516	30	45 1/2	47 1/2							
	TTP36-11516	36	51 1/2	53 1/2							
2 3/16	TTP12-20316	12	27 1/2	29 1/2	-	4	1 5/8	4 7/16	9 1/8	7 3/4	5/8
	TTP18-20316	18	33 1/2	35 1/2							
	TTP24-20316	24	39 1/2	41 1/2							
	TTP30-20316	30	45 1/2	47 1/2							
	TTP36-20316	36	51 1/2	53 1/2							
2 7/16	TTP12-20716	12	28 1/2	30 1/2	-	4	1 1/4	4 3/8	9 7/16	8 1/4	3/4
	TTP18-20716	18	34 1/2	36 1/2							
	TTP24-20716	24	40 1/2	42 1/2							
	TTP30-20716	30	46 1/2	48 1/2							
	TTP36-20716	36	52 1/2	54 1/2							
2 15/16	TTP12-21516	12	30 1/2	32 1/2	2	5	1 11/16	5 1/8	10 13/16	9 1/4	3/4
	TTP18-21516	18	36 1/2	38 1/2							
	TTP24-21516	24	42 1/2	44 1/2							
	TTP30-21516	30	48 1/2	50 1/2							
	TTP36-21516	36	54 1/2	56 1/2							
3 7/16	TTP12-30716	12	32	34 1/4	2	5	1 7/8	7	11 7/8	10	3/4
	TTP18-30716	18	38	40 1/4							
	TTP24-30716	24	44	46 1/4							
	TTP30-30716	30	50	52 1/4							
	TTP36-30716	36	56	58 1/4							
3 15/16	TTP12-31516	12	36	38 1/2	2 1/2	6	2 1/16	7	18 1/8	12	3/4
	TTP18-31516	18	42	44 1/2							
	TTP24-31516	24	48	50 1/2							
	TTP30-31516	30	54	56 1/2							
	TTP36-31516	36	60	62 1/2							

FUENTE: Catalogo ROTRANS

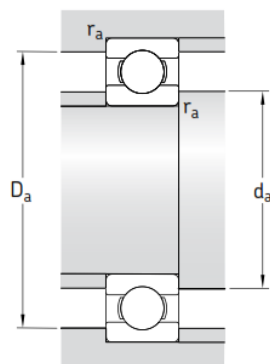
## ANEXO 24

Single row deep groove ball bearings  
d 90 – 110 mm



Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit $P_u$	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	dynamic C	static $C_0$		Reference speed	Limiting speed		
mm			kN		kN	r/min		kg	–
<b>90</b>	115	13	19,5	22	0,915	11 000	7 000	0,28	<b>61818</b>
	125	18	33,2	31,5	1,23	11 000	6 700	0,59	<b>61918</b>
	140	16	43,6	39	1,56	10 000	6 300	0,85	* <b>16018</b>
	140	24	60,5	50	1,96	10 000	6 300	1,15	* <b>6018</b>
	160	30	101	73,5	2,8	8 500	5 300	2,15	* <b>6218</b>
	190	43	151	108	3,8	7 500	4 800	4,90	* <b>6318</b>
	225	54	186	150	5	6 700	4 300	11,5	<b>6418</b>
<b>95</b>	120	13	19,9	22,8	0,93	11 000	6 700	0,30	<b>61819</b>
	130	18	33,8	33,5	1,43	10 000	6 300	0,61	<b>61919</b>
	145	16	44,8	41,5	1,63	9 500	6 000	0,89	* <b>16019</b>
	145	24	63,7	54	2,08	9 500	6 000	1,20	* <b>6019</b>
	170	32	114	81,5	3	8 000	5 000	2,60	* <b>6219</b>
	200	45	159	118	4,15	7 000	4 500	5,65	* <b>6319</b>
<b>100</b>	125	13	19,9	24	0,95	10 000	6 300	0,31	<b>61820</b>
	140	20	42,3	41	1,63	9 500	6 000	0,83	<b>61920</b>
	150	16	46,2	44	1,73	9 500	5 600	0,91	* <b>16020</b>
	150	24	63,7	54	2,04	9 500	5 600	1,25	* <b>6020</b>
	180	34	127	93	3,35	7 500	4 800	3,15	* <b>6220</b>
	215	47	174	140	4,75	6 700	4 300	7,00	<b>6320</b>
<b>105</b>	130	13	20,8	19,6	1	10 000	6 300	0,32	<b>61821</b>
	145	20	44,2	44	1,7	9 500	5 600	0,87	<b>61921</b>
	160	18	54	51	1,86	8 500	5 300	1,20	* <b>16021</b>
	160	26	76,1	65,5	2,4	8 500	5 300	1,60	* <b>6021</b>
	190	36	140	104	3,65	7 000	4 500	3,70	* <b>6221</b>
	225	49	182	153	5,1	6 300	4 000	8,25	<b>6321</b>
<b>110</b>	140	16	28,1	26	1,25	9 500	5 600	0,60	<b>61822</b>
	150	20	43,6	45	1,66	9 000	5 600	0,90	<b>61922</b>
	170	19	60,2	57	2,04	8 000	5 000	1,45	* <b>16022</b>
	170	28	85,2	73,5	2,4	8 000	5 000	1,95	* <b>6022</b>
	200	38	151	118	4	6 700	4 300	4,35	* <b>6222</b>
	240	50	203	180	5,7	6 000	3 800	9,55	<b>6322</b>

\* SKF Explorer bearing



Dimensions					Abutment and fillet dimensions			Calculation factors	
d	d <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	r <sub>1,2</sub> min	d <sub>a</sub> min	D <sub>a</sub> max	r <sub>a</sub> max	k <sub>r</sub>	f <sub>0</sub>
mm					mm			-	
<b>90</b>	98,2	107	-	1	94,6	110	1	0,015	17
	101	114	117	1,1	96	119	1	0,02	16
	107	123	-	1	94,6	135	1	0,02	16
	106	124	128	1,5	97	133	1,5	0,025	16
	113	138	143	2	101	149	2	0,025	15
	121	159	164	3	104	176	2,5	0,03	13
	132	181	-	4	110	205	3	0,035	12
<b>95</b>	103	112	-	1	99,6	115	1	0,015	17
	106	119	122	1,1	101	124	1	0,02	17
	112	128	-	1	99,6	140	1	0,02	16
	111	129	133	1,5	102	138	1,5	0,025	16
	118	146	151	2,1	107	158	2	0,025	14
	128	167	172	3	109	186	2,5	0,03	13
<b>100</b>	108	117	-	1	105	120	1	0,015	17
	113	127	-	1,1	106	134	1	0,02	16
	116	134	-	1	105	145	1	0,02	17
	116	134	138	1,5	107	143	1,5	0,025	16
	125	155	160	2,1	112	168	2	0,025	14
	136	179	184	3	114	201	2,5	0,03	13
<b>105</b>	112	123	-	1	110	125	1	0,015	13
	118	132	-	1,1	111	139	1	0,02	17
	123	142	-	1	110	155	1	0,02	16
	123	143	147	2	116	149	2	0,025	16
	131	163	167	2,1	117	178	2	0,025	14
	142	188	-	3	119	211	2,5	0,03	13
<b>110</b>	119	131	-	1	115	135	1	0,015	14
	123	137	-	1,1	116	144	1	0,02	17
	130	150	-	1	115	165	1	0,02	16
	129	151	155	2	119	161	2	0,025	16
	138	172	177	2,1	122	188	2	0,025	14
	150	200	-	3	124	226	2,5	0,03	13

## ANEXO 25

Rodamientos de Bolas  $f_n = (0.03 n)^{-1/3}$   
 Rodamientos de Rodillos  $f_n = (0.03 n)^{-3/10}$

Velocidad $n$ (rpm)	Factor de Velocidad $f_n$		Velocidad $n$ (rpm)	Factor de Velocidad $f_n$		Velocidad $n$ (rpm)	Factor de Velocidad $f_n$	
	Rodamientos de Bolas	Rodamientos de Rodillos		Rodamientos de Bolas	Rodamientos de Rodillos		Rodamientos de Bolas	Rodamientos de Rodillos
10	1.49	1.44	180	0.570	0.603	3 000	0.223	0.259
11	1.45	1.39	190	0.560	0.593	3 200	0.218	0.254
12	1.41	1.36	200	0.550	0.584	3 400	0.214	0.250
13	1.37	1.33	220	0.533	0.568	3 600	0.210	0.245
14	1.34	1.30	240	0.518	0.553	3 800	0.206	0.242
15	1.30	1.27	260	0.504	0.540	4 000	0.203	0.238
16	1.28	1.25	280	0.492	0.528	4 200	0.199	0.234
17	1.25	1.22	300	0.481	0.517	4 400	0.196	0.231
18	1.23	1.20	320	0.471	0.507	4 600	0.194	0.228
19	1.21	1.18	340	0.461	0.498	4 800	0.191	0.225
20	1.19	1.17	360	0.452	0.490	5 000	0.188	0.222
21	1.17	1.15	380	0.444	0.482	5 200	0.186	0.220
22	1.15	1.13	400	0.437	0.475	5 400	0.183	0.217
23	1.13	1.12	420	0.430	0.468	5 600	0.181	0.215
24	1.12	1.10	440	0.423	0.461	5 800	0.179	0.213
25	1.10	1.09	460	0.417	0.455	6 000	0.177	0.211
26	1.09	1.08	480	0.411	0.449	6 200	0.175	0.209
27	1.07	1.07	500	0.405	0.444	6 400	0.173	0.207
28	1.06	1.05	550	0.393	0.431	6 600	0.172	0.205
29	1.05	1.04	600	0.382	0.420	6 800	0.170	0.203
30	1.04	1.03	650	0.372	0.410	7 000	0.168	0.201
31	1.02	1.02	700	0.362	0.401	7 200	0.167	0.199
32	1.01	1.01	750	0.354	0.393	7 400	0.165	0.198
<b>33.3</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	800	0.347	0.385	7 600	0.164	0.196
34	0.993	0.994	850	0.340	0.378	7 800	0.162	0.195
36	0.975	0.977	900	0.333	0.372	8 000	0.161	0.193
38	0.957	0.961	950	0.327	0.366	8 500	0.158	0.190
40	0.941	0.947	1 000	0.322	0.360	9 000	0.155	0.186
42	0.926	0.933	1 050	0.317	0.355	9 500	0.152	0.183
44	0.912	0.920	1 100	0.312	0.350	10 000	0.149	0.181
46	0.898	0.908	1 150	0.307	0.346	11 000	0.145	0.176
48	0.886	0.896	1 200	0.303	0.341	12 000	0.141	0.171
50	0.874	0.885	1 250	0.299	0.337	13 000	0.137	0.167
55	0.846	0.861	1 300	0.295	0.333	14 000	0.134	0.163
60	0.822	0.838	1 400	0.288	0.326	15 000	0.130	0.160
65	0.800	0.818	1 500	0.281	0.319	16 000	0.128	0.157
70	0.781	0.800	1 600	0.275	0.313	17 000	0.125	0.154
75	0.763	0.784	1 700	0.270	0.307	18 000	0.123	0.151
80	0.747	0.769	1 800	0.265	0.302	19 000	0.121	0.149
85	0.732	0.755	1 900	0.260	0.297	20 000	0.119	0.147
90	0.718	0.742	2 000	0.255	0.293	22 000	0.115	0.143
95	0.705	0.730	2 100	0.251	0.289	24 000	0.112	0.139
100	0.693	0.719	2 200	0.247	0.285	26 000	0.109	0.136
110	0.672	0.699	2 300	0.244	0.281	28 000	0.106	0.133
120	0.652	0.681	2 400	0.240	0.277	30 000	0.104	0.130
130	0.635	0.665	2 500	0.237	0.274	32 000	0.101	0.127
140	0.620	0.650	2 600	0.234	0.271	34 000	0.099	0.125
150	0.606	0.637	2 700	0.231	0.268	36 000	0.097	0.123
160	0.593	0.625	2 800	0.228	0.265	38 000	0.096	0.121
170	0.581	0.613	2 900	0.226	0.262	40 000	0.094	0.119

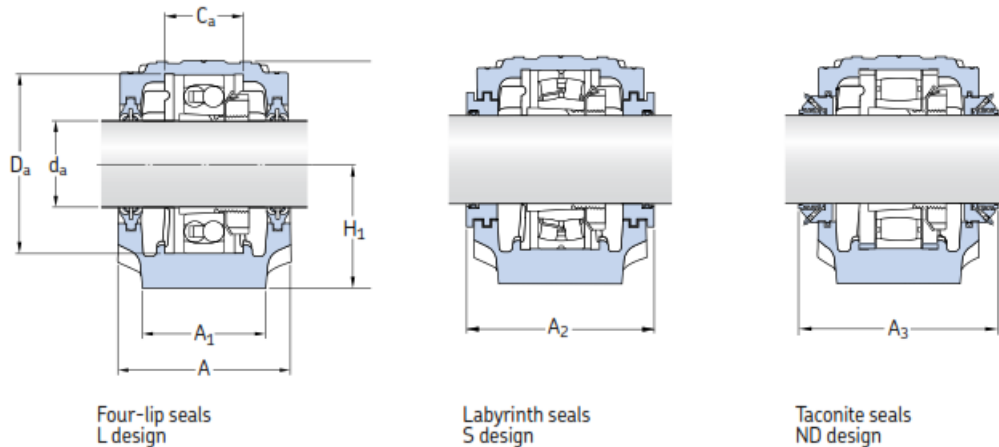
Tabla 13 del Apéndice Factor de Vida de Fatiga  $f_h$  y Vida de Fatiga  $L \cdot L_h$

C/P or $f_h$	Rodamientos de Bolas				Rodamientos de Rodillos				
	Vida de los Rodamientos de Bolas		Vida de los Rodamientos de Rodillos		Vida de los Rodamientos de Bolas		Vida de los Rodamientos de Rodillos		
	L (10 <sup>6</sup> rev)	$L_h$ (h)	L (10 <sup>6</sup> rev)	$L_h$ (h)	L (10 <sup>6</sup> rev)	$L_h$ (h)	L (10 <sup>6</sup> rev)	$L_h$ (h)	
0.70	0.34	172	0.30	152	3.45	41.1	20 500	62.0	31 000
0.75	0.42	211	0.38	192	3.50	42.9	21 400	65.1	32 500
0.80	0.51	256	0.48	238	3.55	44.7	22 400	68.2	34 100
0.85	0.61	307	0.58	291	3.60	46.7	23 300	71.5	35 800
0.90	0.73	365	0.70	352	3.65	48.6	24 300	74.9	37 400
0.95	0.86	429	0.84	421	3.70	50.7	25 300	78.3	39 200
<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>500</b>	<b>1.00</b>	<b>500</b>	3.75	52.7	26 400	81.9	41 000
1.05	1.16	579	1.18	588	3.80	54.9	27 400	85.6	42 800
1.10	1.33	665	1.37	687	3.85	57.1	28 500	89.4	44 700
1.15	1.52	760	1.59	797	3.90	59.3	29 700	93.4	46 700
1.20	1.73	864	1.84	918	3.95	61.6	30 800	97.4	48 700
1.25	1.95	977	2.10	1 050	4.00	64.0	32 000	102	50 800
1.30	2.20	1 100	2.40	1 200	4.05	66.4	33 200	106	52 900
1.35	2.46	1 230	2.72	1 360	4.10	68.9	34 500	110	55 200
1.40	2.74	1 370	3.07	1 530	4.15	71.5	35 700	115	57 400
1.45	3.05	1 520	3.45	1 730	4.20	74.1	37 000	120	59 800
1.50	3.38	1 690	3.86	1 930	4.25	76.8	38 400	124	62 200
1.55	3.72	1 860	4.31	2 150	4.30	79.5	39 800	129	64 600
1.60	4.10	2 050	4.79	2 400	4.35	82.3	41 200	134	67 200
1.65	4.49	2 250	5.31	2 650	4.40	85.2	42 600	140	69 800
1.70	4.91	2 460	5.86	2 930	4.45	88.1	44 100	145	72 500
1.75	5.36	2 680	6.46	3 230	4.50	91.1	45 600	150	75 200
1.80	5.83	2 920	7.09	3 550	4.55	94.2	47 100	156	78 000
1.85	6.33	3 170	7.77	3 890	4.60	97.3	48 700	162	80 900
1.90	6.86	3 430	8.50	4 250	4.65	101	50 300	168	83 900
1.95	7.41	3 710	9.26	4 630	4.70	104	51 900	174	87 000
2.00	8.00	4 000	10.1	5 040	4.75	107	53 600	180	90 100
2.05	8.62	4 310	10.9	5 470	4.80	111	55 300	187	93 300
2.10	9.26	4 630	11.9	5 930	4.85	114	57 000	193	96 600
2.15	9.94	4 970	12.8	6 410	4.90	118	58 800	200	99 900
2.20	10.6	5 320	13.8	6 920	4.95	121	60 600	207	103 000
2.25	11.4	5 700	14.9	7 460	5.00	125	62 500	214	107 000
2.30	12.2	6 080	16.1	8 030	5.10	133	66 300	228	114 000
2.35	13.0	6 490	17.3	8 630	5.20	141	70 300	244	122 000
2.40	13.8	6 910	18.5	9 250	5.30	149	74 400	260	130 000
2.45	14.7	7 350	19.8	9 910	5.40	157	78 700	276	138 000
2.50	15.6	7 810	21.2	10 600	5.50	166	83 200	294	147 000
2.55	16.6	8 290	22.7	11 300	5.60	176	87 800	312	156 000
2.60	17.6	8 790	24.2	12 100	5.70	185	92 600	331	165 000
2.65	18.6	9 300	25.8	12 900	5.80	195	97 600	351	175 000
2.70	19.7	9 840	27.4	13 700	5.90	205	103 000	371	186 000
2.75	20.8	10 400	29.1	14 600	6.00	216	108 000	392	196 000
2.80	22.0	11 000	30.9	15 500	6.50	275	137 000	513	256 000
2.85	23.1	11 600	32.8	16 400	7.00	343	172 000	656	328 000
2.90	24.4	12 200	34.8	17 400	7.50	422	211 000	826	413 000
2.95	25.7	12 800	36.8	18 400	8.00	512	256 000	1 020	512 000
3.00	27.0	13 500	38.9	19 500	8.50	614	307 000	1 250	627 000
3.05	28.4	14 200	41.1	20 600	9.00	729	365 000	1 520	758 000
3.10	29.8	14 900	43.4	21 700	9.50	857	429 000	1 820	908 000
3.15	31.3	15 600	45.8	22 900	10.0	1 000	—	2 150	—
3.20	32.8	16 400	48.3	24 100	11.0	1 330	—	2 960	—
3.25	34.3	17 200	50.8	25 400	12.0	1 730	—	3 960	—
3.30	35.9	18 000	53.5	26 800	13.0	2 200	—	5 170	—
3.35	37.6	18 800	56.3	28 100	14.0	2 740	—	6 610	—
3.40	39.3	19 700	59.1	29 600	15.0	3 380	—	8 320	—

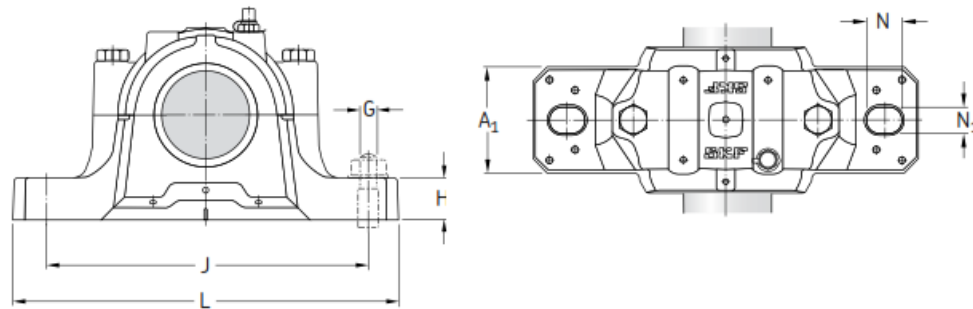
FUENTE: Catalogo NSK

## ANEXO 26

SNL plummer block housings  
for bearings on adapter sleeve  
 $d_a$  60 – 75 mm

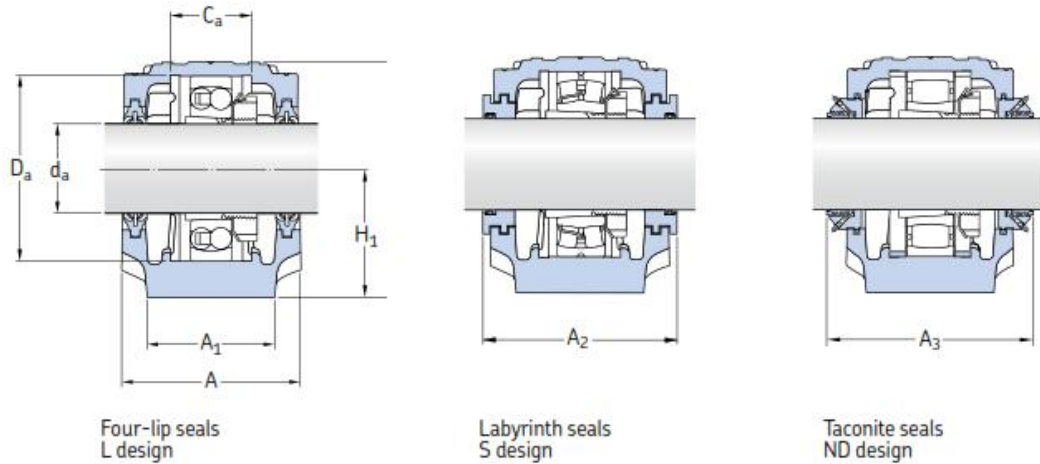


Shaft $d_a$	Housing Dimensions											Mass kg	Designations Housing complete with two seals	Components Housing only	Seals	End cover
	A	$A_1$	H	$H_1$	$H_2$	J	L	N	$N_1$	G						
mm	mm											kg	-			
60	110	80	150	80	30	230	275	24	18	16	6,50	SNL 513 TL SNL 513 TA SNL 513 TS SNL 513 TND	SNL 513-611 SNL 513-611 SNL 513-611 SNL 513-611	TSN 513 L TSN 513 A TSN 513 S TSN 513 ND	ASNH 513-611 ASNH 513-611 ASNH 513-611 ASNH 513-611	
	120	90	177	95	32	260	315	28	22	20	9,50	SNL 613 TG SNL 613 TA SNL 613 TS SNL 613 TND	SNL 516-613 SNL 516-613 SNL 516-613 SNL 516-613	TSN 613 G TSN 613 A TSN 613 S TSN 613 ND	ASNH 516-613 ASNH 516-613 ASNH 516-613 ASNH 516-613	
	115	80	156	80	30	230	280	24	18	16	7,00	SNL 515 TL SNL 515 TA SNL 515 TS SNL 515 TND	SNL 515-612 SNL 515-612 SNL 515-612 SNL 515-612	TSN 515 L TSN 515 A TSN 515 S TSN 515 ND	ASNH 515-612 ASNH 515-612 ASNH 515-612 ASNH 515-612	
	140	100	194	100	35	290	345	28	22	20	12,5	SNL 615 TG SNL 615 TA SNL 615 TS SNL 615 TND	SNL 518-615 SNL 518-615 SNL 518-615 SNL 518-615	TSN 615 G TSN 615 A TSN 615 S TSN 615 ND	ASNH 518-615 ASNH 518-615 ASNH 518-615 ASNH 518-615	
70	120	90	177	95	32	260	315	28	22	20	9,50	SNL 516 TL SNL 516 TA SNL 516 TS SNL 516 TND	SNL 516-613 SNL 516-613 SNL 516-613 SNL 516-613	TSN 516 L TSN 516 A TSN 516 S TSN 516 ND	ASNH 516-613 ASNH 516-613 ASNH 516-613 ASNH 516-613	
	145	100	212	112	35	290	345	28	22	20	13,7	SNL 616 TG SNL 616 TA SNL 616 TS SNL 616 TND	SNL 519-616 SNL 519-616 SNL 519-616 SNL 519-616	TSN 616 G TSN 616 A TSN 616 S TSN 616 ND	ASNH 519-616 ASNH 519-616 ASNH 519-616 ASNH 519-616	
	125	90	183	95	32	260	320	28	22	20	10,0	SNL 517 TL SNL 517 TA SNL 517 TS SNL 517 TND	SNL 517 SNL 517 SNL 517 SNL 517	TSN 517 L TSN 517 A TSN 517 S TSN 517 ND	ASNH 517 ASNH 517 ASNH 517 ASNH 517	
	160	110	218	112	40	320	380	32	26	24	17,6	SNL 617 TG SNL 617 TA SNL 617 TS SNL 617 TND	SNL 520-617 SNL 520-617 SNL 520-617 SNL 520-617	TSN 617 G TSN 617 A TSN 617 S TSN 617 ND	ASNH 520-617 ASNH 520-617 ASNH 520-617 ASNH 520-617	

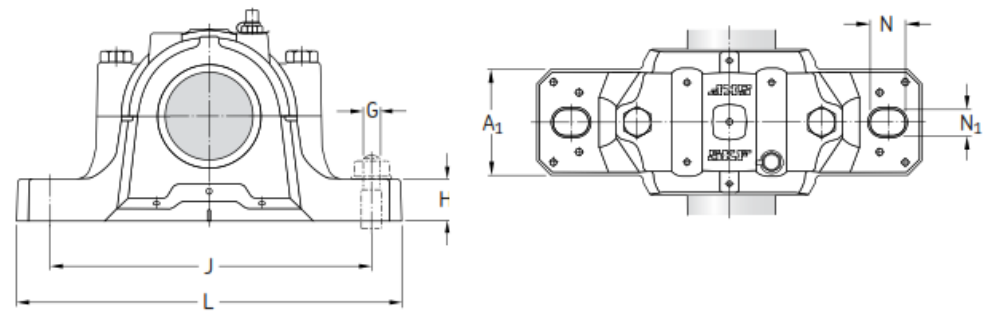


Shaft $d_a$	Bearing seat		Width across seal		Appropriate bearings and associated components					
	$C_a$	$D_a$	$A_2$	$A_3$	Self-aligning ball bearing Spherical roller bearing	Adapter sleeve	Locating rings 2 per housing	Self-aligning ball bearing Spherical roller bearing CARB bearing	Adapter sleeve	Locating rings 2 per housing
mm	mm	mm	mm	mm	-					
60	51	120	122	180	<b>1213 EK</b> -	H 213 -	FRB 14/120 -	<b>2213 EK</b> <b>22213 EK</b> <b>C 2213 K</b>	H 313 H 313 H 313 E	FRB 10/120 FRB 10/120 FRB 10/120
	58	140	138	180	<b>1313 EK</b> <b>21313 EK</b>	H 313 H 313	FRB 12.5/140 FRB 12.5/140	<b>2313 K</b> <b>22313 EK</b> -	H 2313 H 2313 -	FRB 5/140 FRB 5/140 -
65	56	130	127	175	<b>1215 K</b> -	H 215 -	FRB 15.5/130 -	<b>2215 EK</b> <b>22215 EK</b> <b>C 2215 K</b>	H 315 H 315 H 315 E	FRB 12.5/130 FRB 12.5/130 FRB 12.5/130
	65	160	158	200	<b>1315 K</b> <b>21315 EK</b>	H 315 H 315	FRB 14/160 FRB 14/160	<b>2315 K</b> <b>22315 EK</b> <b>C 2315 K</b>	H 2315 H 2315 H 2315	FRB 5/160 FRB 5/160 FRB 5/160
70	58	140	138	205	<b>1216 K</b> -	H 216 -	FRB 16/140 -	<b>2216 EK</b> <b>22216 EK</b> <b>C 2216 K</b>	H 316 H 316 H 316 E	FRB 12.5/140 FRB 12.5/140 FRB 12.5/140
	68	170	163	205	<b>1316 K</b> <b>21316 EK</b>	H 316 H 316	FRB 14.5/170 FRB 14.5/170	<b>2316 K</b> <b>22316 EK</b> <b>C 2316 K</b>	H 2316 H 2316 H 2316	FRB 5/170 FRB 5/170 FRB 5/170
75	61	150	143	210	<b>1217 K</b> -	H 217 -	FRB 16.5/150 -	<b>2217 K</b> <b>22217 EK</b> <b>C 2217 K</b>	H 317 H 317 H 317 E	FRB 12.5/150 FRB 12.5/150 FRB 12.5/150
	70	180	178	220	<b>1317 K</b> <b>21317 EK</b>	H 317 H 317	FRB 14.5/180 FRB 14.5/180	<b>2317 K</b> <b>22317 EK</b> <b>C 2317 K</b>	H 2317 H 2317 H 2317	FRB 5/180 FRB 5/180 FRB 5/180

**SNL plummer block housings  
for bearings on adapter sleeve  
 $d_a$  80 – 115 mm**



Shaft $d_a$	Housing Dimensions										Mass kg	Designations Housing complete with two seals	Components Housing only	Seals	End cover
	A	$A_1$	H	$H_1$	$H_2$	J	L	N	$N_1$	G					
mm	mm										kg	-			
80	140	100	194	100	35	290	345	28	22	20	12,5	SNL 518 TL	SNL 518-615	TSN 518 L	ASNH 518-615
												SNL 518 TA	SNL 518-615	TSN 518 A	ASNH 518-615
												SNL 518 TS	SNL 518-615	TSN 518 S	ASNH 518-615
												SNL 518 TND	SNL 518-615	TSN 518 ND	ASNH 518-615
85	145	100	212	112	35	290	345	28	22	20	13,7	SNL 519 TL	SNL 519-616	TSN 519 L	ASNH 519-616
												SNL 519 TA	SNL 519-616	TSN 519 A	ASNH 519-616
												SNL 519 TS	SNL 519-616	TSN 519 S	ASNH 519-616
												SNL 519 TND	SNL 519-616	TSN 519 ND	ASNH 519-616
	175	120	242	125	45	350	410	32	26	24	22,0	SNL 619 TG	SNL 522-619	TSN 619 G	ASNH 522-619
												SNL 619 TA	SNL 522-619	TSN 619 A	ASNH 522-619
												SNL 619 TS	SNL 522-619	TSN 619 S	ASNH 522-619
												SNL 619 TND	SNL 522-619	TSN 619 ND	ASNH 522-619
90	160	110	218	112	40	320	380	32	26	24	17,6	SNL 520 TL	SNL 520-617	TSN 520 L	ASNH 520-617
												SNL 520 TA	SNL 520-617	TSN 520 A	ASNH 520-617
												SNL 520 TS	SNL 520-617	TSN 520 S	ASNH 520-617
												SNL 520 TND	SNL 520-617	TSN 520 ND	ASNH 520-617
	185	120	271	140	45	350	410	32	26	24	26,2	SNL 620 TG	SNL 524-620	TSN 620 G	ASNH 524-620
												SNL 620 TA	SNL 524-620	TSN 620 A	ASNH 524-620
												SNL 620 TS	SNL 524-620	TSN 620 S	ASNH 524-620
												SNL 620 TND	SNL 524-620	TSN 620 ND	ASNH 524-620
100	175	120	242	125	45	350	410	32	26	24	22,0	SNL 522 TL	SNL 522-619	TSN 522 L	ASNH 522-619
												SNL 522 TA	SNL 522-619	TSN 522 A	ASNH 522-619
												SNL 522 TS	SNL 522-619	TSN 522 S	ASNH 522-619
												SNL 522 TND	SNL 522-619	TSN 522 ND	ASNH 522-619
110	185	120	271	140	45	350	410	32	26	24	26,2	SNL 524 TG	SNL 524-620	TSN 524 G	ASNH 524-620
												SNL 524 TA	SNL 524-620	TSN 524 A	ASNH 524-620
												SNL 524 TS	SNL 524-620	TSN 524 S	ASNH 524-620
												SNL 524 TND	SNL 524-620	TSN 524 ND	ASNH 524-620
115	190	130	290	150	50	380	445	35	28	24	33,0	SNL 526 TG	SNL 526	TSN 526 G	ASNH 526
												SNL 526 TA	SNL 526	TSN 526 A	ASNH 526
												SNL 526 TS	SNL 526	TSN 526 S	ASNH 526
												SNL 526 TND	SNL 526	TSN 526 ND	ASNH 526

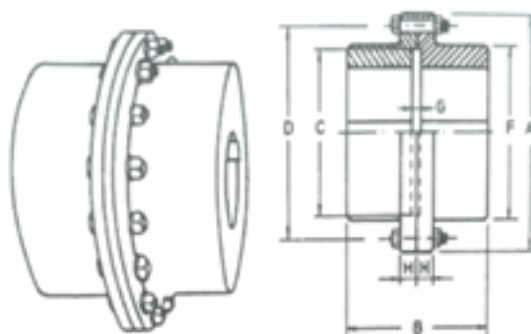


Shaft $d_a$	Bearing seat		Width across seal		Appropriate bearings and associated components					
	$C_a$	$D_a$	$A_2$	$A_3$	Self-aligning ball bearing Spherical roller bearing	Adapter sleeve	Locating rings 2 per housing	Self-aligning ball bearing Spherical roller bearing CARB bearing	Adapter sleeve	Locating rings 2 per housing
mm	mm	mm	mm	mm	-					
80	65	160	158	225	1218 K	H 218	FRB 17.5/160	2218 K	H 318	FRB 12.5/160
					22218 EK	H 318	FRB 12.5/160	23218 CCK/W33 C 2218 K	H 318 E	FRB 12.5/160
85	68	170	163	220	1219 K	H 219	FRB 18/170	2219 K	H 319	FRB 12.5/170
					-	-	-	22219 EK	H 319	FRB 12.5/170
90	70	180	178	230	1319 K	H 319	FRB 17.5/200	2319 K	H 2319	FRB 6.5/200
					21319 EK	H 319	FRB 17.5/200	22319 EK	H 2319	FRB 6.5/200
90	70	180	178	230	1220 K	H 220	FRB 18/180	2220 K	H 320	FRB 12/180
					22220 EK	H 320	FRB 12/180	23220 CCK/W33 C 2220 K	H 2320 H 320 E	FRB 4.85/180 FRB 12/180
100	80	200	191	250	1320 K	H 320	FRB 19.5/215	2320 K	H 2320	FRB 6.5/215
					21320 EK	H 320	FRB 19.5/215	22320 EK C 2320 K	H 2320 H 2320	FRB 6.5/215 FRB 6.5/215
110	86	215	199	260	1224 K	H 224	FRB 21/200	2224 K	H 322	FRB 13.5/200
					22224 EK	H 322	FRB 13.5/200	23224 CCK/W33 C 2224 K	H 2322 H 322 E	FRB 5.1/200 FRB 13.5/200
110	86	215	199	260	1224 K	H 3024	FRB 22/215	-	-	-
					22224 EK	H 3124	FRB 14/215	23224 CCK/W33 C 3224 K	H 2324 H 2324 L	FRB 5/215 FRB 5/215
115	90	230	208	265	-	-	-	-	-	-
					22226 EK	H 3126	FRB 13/230	23226 CCK/W33 C 2226 K	H 2326 H 3126 L	FRB 5/230 FRB 13/230

FUENTE: Catalogo SKF

## ANEXO 27

### ACOPLAMIENTO RIGIDO



HP a 100 RPM	RPM MAX	AGUJERO MAX Mm	PERNOS		PESO Kg.
			DIAMETRO	CANTIDAD	
8	10000	50	5/16"	6	4
24	8000	70	3/8"	8	9
50	6500	90	1/2"	6	15
90	5500	115	5/8"	6	27
150	4800	130	5/8"	8	41
200	4300	150	3/4"	8	64
300	3850	170	3/4"	8	89
425	3600	190	3/4"	10	123
585	3300	210	7/8"	8	182
780	3000	230	7/8"	14	234
1000	2850	250	7/8"	14	286
1600	2500	280	1"	16	479

HP a 100 RPM	DIMENSIONES mm						
	A	B	C	D	F	G	H
8	120	80	65	90	70	5	15
24	160	100	90	125	100	5	20
50	185	120	115	150	125	5	20
90	220	150	135	180	150	5	25
150	245	180	160	205	175	5	25
200	290	210	185	240	200	5	30
300	320	240	220	270	230	10	30
425	350	270	245	300	260	10	30
585	400	300	270	340	290	10	40
780	430	330	305	370	320	10	40
1000	460	370	335	400	350	14	25
1600	530	440	385	465	430	16	30

FUENTE: Diseño elementos de máquinas I  
Ing. Fortunato Alva Dávila

## ANEXO 28



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

[www.vemacero.com](http://www.vemacero.com)

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160	-	-	2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-	-	-	2500	176	2500	176
3	80	3.500	88,9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176
4	100	4.500	114,3	0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197				
5	125	5.563	141,3	0.188	4.78	-	-	10.79	16.09	1220	86	1420	100
				0.219	5.56	-	-	12.50	18.61	1420	100	1650	116
				0.258	6.55	STD	40	14.62	21.77	1670	117	1950	137
				0.281	7.14	-	-	15.85	23.62	1820	128	2120	149
				0.312	7.92	-	-	17.50	26.05	2020	142	2360	166
				0.344	8.74	-	-	19.17	28.57	2230	157	2600	183
0.375	9.52	XS	80	20.78	30.94	2430	171	2800	197				
6	150	6.625	168,3	0.188	4.78	-	-	12.92	19.27	1020	72	1190	84
				0.219	5.56	-	-	14.98	22.31	1190	84	1390	98
				0.250	6.35	-	-	17.02	25.36	1360	96	1580	111
				0.280	7.11	STD	40	18.97	28.26	1520	107	1780	125
				0.312	7.92	-	-	21.04	31.32	1700	120	1980	139
				0.344	8.74	-	-	23.08	34.39	1870	131	2180	153
				0.375	9.52	-	-	25.02	37.28	2040	143	2380	167
				0.432	10.97	XS	80	28.57	42.56	2350	165	2740	193
				0.562	14.27	-	120	36.39	54.20	2800	197	2800	197
				0.719	18.26	-	160	45.35	67.56	2800	197	2800	197
				0.864	21.95	XXS	-	53.16	79.22	2800	197	2800	197

FUENTE: Catalogo VEMACERO

## ANEXO 29

Modelo de Rejilla	Medida de Platinas de Carga (Peso Kg/m <sup>2</sup> ) Panel  (Peso Kg/m <sup>2</sup> ) Modulado	Espacio Máximo entre apoyos Transito Peedestre		Espacio entre apoyos en metros												
		Rejilla Lisa	Rejilla Dentada	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75							
				U	DU	c	DC	U	DU	c	DC	U	DU	c	DC	U
GR-01	3/4" x 1/8"	0.80 m		U	2627.0	1167.0	657.0	420.0	293.0	214.0						
				DU	1.7	3.8	6.8	10.5	15.2	20.8						
				c	657.0	438.0	328.0	263.0	219.0	188.0						
				DC	1.4	3.0	5.4	8.5	12.2	16.6						
GR-02	3/4" x 3/16"	1.10 m		U	3943.0	1753.0	986.0	631.0	438.0	323.0						
				DU	1.7	3.8	6.8	10.5	15.2	20.8						
				c	986.0	657.0	493.0	394.0	329.0	283.0						
				DC	1.4	3.0	5.4	8.5	12.2	16.6	2.00	2.25				
GR-03	1" x 1/8"	1.30 m	0.80 m	U	4699.0	2088.0	1174.0	752.0	522.0	384.0	294.0	232.0				
				DU	1.2	2.8	5.0	7.8	11.4	15.5	20.2	25.6				
				c	1175.0	783.0	587.0	470.0	392.0	336.0	294.0	261.0				
				DC	1.0	2.3	4.0	6.3	9.1	12.5	16.2	20.6				
GR-04	1" x 3/16"	1.50 m	1.12 m	U	7047.0	3132.0	1757.0	1128.0	783.0	575.0	440.0	348.0				
				DU	1.2	2.8	5.0	7.8	11.4	15.5	20.2	25.6				
				c	1762.0	1175.0	879.0	705.0	587.0	503.0	440.0	392.0				
				DC	1.0	2.3	4.0	6.3	9.1	12.5	16.2	20.6	2.50			
GR-05	1-1/4" x 1/8"	1.60 m	1.30 m	U	7341.0	3262.0	1835.0	1175.0	816.0	599.0	459.0	362.0	294.0			
				DU	1.0	2.3	4.0	6.3	9.1	12.4	16.2	20.5	25.2			
				c	1835.0	1224.0	918.0	734.0	612.0	524.0	459.0	408.0	367.0			
				DC	0.8	1.8	3.2	5.0	7.3	9.9	13.0	16.4	20.3			
GR-06	1-1/4" x 3/16"	1.70 m	1.50 m	U	11006.0	4892.0	2752.0	1761.0	1223.0	899.0	688.0	544.0	440.0			
				DU	1.0	2.3	4.0	6.3	9.1	12.4	16.2	20.5	25.2			
				c	2751.0	1834.0	1376.0	1101.0	917.0	786.0	688.0	612.0	550.0			
				DC	0.8	1.8	3.2	5.0	7.3	9.9	13.0	16.4	20.3	2.75		
GR-07	1-1/2" x 1/8"	1.80 m	1.60 m	U	10555.0	4691.0	2639.0	1689.0	1173.0	862.0	660.0	521.0	420.0	346.0		
				DU	0.8	1.9	3.4	5.2	7.6	10.3	13.5	17.0	21.0	25.4		
				c	2639.0	1759.0	1319.0	1056.0	880.0	754.0	660.0	586.0	529.0	481.0		
				DC	0.6	1.5	2.7	4.2	6.1	8.3	10.8	13.7	16.9	20.5		
GR-08	1-1/2" x 3/16"	2.00 m	1.70 m	U	15848.0	7043.0	3962.0	2535.0	1760.0	1294.0	990.0	783.0	634.0	524.0		
				DU	0.8	1.9	3.4	5.2	7.6	10.3	13.5	17.0	21.0	25.4		
				c	3969.0	2641.0	1980.0	1585.0	1320.0	1132.0	990.0	880.0	792.0	720.0		
				DC	0.6	1.5	2.7	4.2	6.1	8.3	10.8	13.7	16.9	20.5		
GR-09	2" x 3/16"	2.70 m	2.40 m	U	28174.0	12522.0	7043.0	4508.0	3130.0	2299.0	1760.0	1391.0	1127.0	931.0		
				DU	0.6	1.4	2.5	3.9	5.7	7.7	10.1	12.8	15.8	19.1		
				c	7043.0	4696.0	3521.0	2817.0	2347.0	2012.0	1760.0	1565.0	1408.0	1280.0		
				DC	0.6	1.1	2.1	3.1	4.6	6.2	8.1	10.3	12.7	15.4		
GR-10	2-1/2" x 3/16"	3.40 m	3.00 m	U	44025.0	19567.0	11006.0	7044.0	4891.0	3594.0	2751.0	2174.0	1761.0	1455.0		
				DU	0.5	1.1	2.0	3.1	4.5	6.2	8.1	10.2	12.6	15.3		
				c	11006.0	7337.0	5503.0	4402.0	3669.0	3144.0	2751.0	2446.0	2201.0	2001.0		
				DC	0.4	0.9	1.6	2.5	3.9	4.9	6.5	10.1	10.1	12.3		

U: Carga Uniforme Permissible (en Kg/m<sup>2</sup>)  
 DU: Deflexión (en mm) bajo esa Carga Uniforme  
 C: Carga Concentrada Permissible (en Kg/m Lineal)  
 DC: Deflexión (en mm) bajo esa Carga Concentrada

FUENTE: Catalogo GRATING PERU

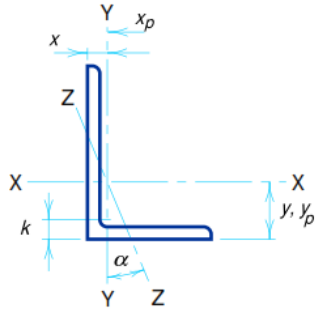
## ANEXO 30

**ANGLES**  
Equal legs and unequal legs  
Properties for designing

Size and Thickness	k	Weight per ft	Area	Axis X-X					
				I	S	r	y	Z	yp
in.	in.	lb	in.	in. <sup>2</sup>	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in. <sup>3</sup>	in.
L4x3x5/8	1 1/16	13.6	3.98	6.03	2.30	1.23	1.37	4.12	0.813
1/2	15/16	11.1	3.25	5.05	1.89	1.25	1.33	3.41	0.750
7/16	7/8	9.80	2.87	4.52	1.68	1.25	1.30	3.03	0.719
3/8	13/16	8.50	2.48	3.96	1.46	1.26	1.28	2.64	0.688
5/16	3/4	7.20	2.09	3.38	1.23	1.27	1.26	2.23	0.656
1/4	11/16	5.80	1.69	2.77	1.00	1.28	1.24	1.82	0.625
L3 1/2 x 3 1/2 x 1/2	7/8	11.1	3.25	3.64	1.49	1.06	1.06	2.68	0.464
7/16	13/16	9.80	2.87	3.26	1.32	1.07	1.04	2.38	0.410
3/8	3/4	8.50	2.48	2.87	1.15	1.07	1.01	2.08	0.355
5/16	11/16	7.20	2.09	2.45	0.976	1.08	0.990	1.76	0.299
1/4	5/8	5.80	1.69	2.01	0.794	1.09	0.968	1.43	0.241
L3 1/2 x 3 x 1/2	15/16	10.2	3.00	3.45	1.45	1.07	1.13	2.63	0.500
3/8	13/16	7.90	2.30	2.72	1.13	1.09	1.08	2.04	0.438
5/16	3/4	6.60	1.93	2.33	0.954	1.10	1.06	1.73	0.406
1/4	11/16	5.40	1.56	1.91	0.776	1.11	1.04	1.41	0.375
L3 1/2 x 2 1/2 x 1/2	15/16	9.40	2.75	3.24	1.41	1.09	1.20	2.53	0.750
3/8	13/16	7.20	2.11	2.56	1.09	1.10	1.16	1.97	0.688
1/4	11/16	4.90	1.44	1.80	0.755	1.12	1.11	1.36	0.625
L3 x 3 x 1/2	13/16	9.40	2.75	2.22	1.07	0.898	0.932	1.93	0.458
7/16	3/4	8.30	2.43	1.99	0.954	0.905	0.910	1.72	0.406
3/8	11/16	7.20	2.11	1.76	0.833	0.913	0.888	1.50	0.352
5/16	5/8	6.10	1.78	1.51	0.707	0.922	0.865	1.27	0.296
1/4	9/16	4.90	1.44	1.24	0.577	0.930	0.842	1.04	0.240
3/16	1/2	3.71	1.09	0.962	0.441	0.939	0.820	0.794	0.182

FUENTE: Manual of Steel construction

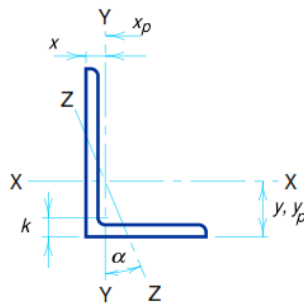
## ANEXO 31

<p style="text-align: center;"><b>ANGLES</b> Equal legs and unequal legs Properties for designing</p> 								
Size and Thickness	Axis Y-Y						Axis Z-Z	
	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>x</i>	<i>Z</i>	<i>x<sub>p</sub></i>	<i>r</i>	Tan $\alpha$
in.	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in.	in. <sup>3</sup>	in.	in.	
L5x3½x¾	5.55	2.22	0.977	0.996	4.10	0.581	0.748	0.464
5/8	4.83	1.90	0.991	0.951	3.47	0.492	0.751	0.472
½	4.05	1.56	1.01	0.906	2.83	0.400	0.755	0.479
3/8	3.18	1.21	1.02	0.861	2.16	0.305	0.762	0.486
5/16	2.72	1.02	1.03	0.838	1.82	0.256	0.766	0.489
¼	2.23	0.830	1.04	0.814	1.47	0.206	0.770	0.492
L5x3x½	2.58	1.15	0.829	0.750	2.11	0.375	0.648	0.357
7/16	2.32	1.02	0.837	0.727	1.86	0.331	0.651	0.361
3/8	2.04	0.888	0.845	0.704	1.60	0.286	0.654	0.364
5/16	1.75	0.753	0.853	0.681	1.35	0.240	0.658	0.368
¼	1.44	0.614	0.861	0.657	1.09	0.194	0.663	0.371
L4x4x¾	7.67	2.81	1.19	1.27	5.07	0.680	0.778	1.000
5/8	6.66	2.40	1.20	1.23	4.33	0.576	0.779	1.000
½	5.56	1.97	1.22	1.18	3.56	0.469	0.782	1.000
7/16	4.97	1.75	1.23	1.16	3.16	0.414	0.785	1.000
3/8	4.36	1.52	1.23	1.14	2.74	0.357	0.788	1.000
5/16	3.71	1.29	1.24	1.12	2.32	0.300	0.791	1.000
¼	3.04	1.05	1.25	1.09	1.88	0.242	0.795	1.000
L4x3½x½	3.79	1.52	1.04	1.00	2.73	0.438	0.722	0.750
3/8	2.95	1.16	1.06	0.955	2.11	0.334	0.727	0.755
5/16	2.55	0.994	1.07	0.932	1.78	0.281	0.730	0.757
¼	2.09	0.808	1.07	0.909	1.44	0.227	0.734	0.759

FUENTE: Manual of Steel construction

## ANEXO 32

### ANGLES Equal legs and unequal legs Properties for designing



Size and Thickness	k	Weight per ft	Area	Axis X-X					
				I	S	r	y	Z	y <sub>p</sub>
in.	in.	lb	in. <sup>2</sup>	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in.	in. <sup>3</sup>	in.
L3×2½×½	7/8	8.50	2.50	2.08	1.04	0.913	1.000	1.88	0.500
3/8	3/4	6.60	1.92	1.66	0.810	0.928	0.956	1.47	0.438
5/16	11/16	5.60	1.62	1.42	0.688	0.937	0.933	1.25	0.406
1/4	5/8	4.50	1.31	1.17	0.561	0.945	0.911	1.02	0.375
3/16	9/16	3.39	0.996	0.907	0.430	0.954	0.888	0.781	0.344
L3×2×½	13/16	7.70	2.25	1.92	1.00	0.924	1.08	1.78	0.750
3/8	11/16	5.90	1.73	1.53	0.781	0.940	1.04	1.40	0.688
5/16	5/8	5.00	1.46	1.32	0.664	0.948	1.02	1.19	0.656
1/4	9/16	4.10	1.19	1.09	0.542	0.957	0.993	0.973	0.625
3/16	1/2	3.07	0.902	0.842	0.415	0.966	0.970	0.746	0.594
L2½×2½×½	13/16	7.70	2.25	1.23	0.724	0.739	0.806	1.31	0.450
3/8	11/16	5.90	1.73	0.984	0.566	0.753	0.762	1.02	0.347
5/16	5/8	5.00	1.46	0.849	0.482	0.761	0.740	0.869	0.293
1/4	9/16	4.10	1.19	0.703	0.394	0.769	0.717	0.711	0.238
3/16	1/2	3.07	0.902	0.547	0.303	0.778	0.694	0.545	0.180
L2½×2×3/8	11/16	5.30	1.55	0.912	0.547	0.768	0.831	0.986	0.438
5/16	5/8	4.50	1.31	0.788	0.466	0.776	0.809	0.843	0.406
1/4	9/16	3.62	1.06	0.654	0.381	0.784	0.787	0.691	0.375
3/16	1/2	2.75	0.809	0.509	0.293	0.793	0.764	0.532	0.344
L2×2×3/8	11/16	4.70	1.36	0.479	0.351	0.594	0.636	0.633	0.340
5/16	5/8	3.92	1.15	0.416	0.300	0.601	0.614	0.541	0.288
1/4	9/16	3.19	0.938	0.348	0.247	0.609	0.592	0.445	0.234
3/16	1/2	2.44	0.715	0.272	0.190	0.617	0.569	0.343	0.179
1/8	7/16	1.65	0.484	0.190	0.131	0.626	0.546	0.235	0.121

FUENTE: Manual of Steel construction

## ANEXO 33

STRUCTURAL TUBING Rectangular Dimensions and properties													
Dimensions				Properties**									
Nominal* Size	Wall Thickness	Weight per ft	Area	X-X Axis				Y-Y Axis				J	
				I	S	Z	r	I	S	Z	r		
in.	in.	lb	in. <sup>2</sup>	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in. <sup>4</sup>	
8x6	0.5000	1/2	42.05	12.4	103	25.8	32.2	2.89	65.7	21.9	26.4	2.31	135
	0.3750	3/8	32.58	9.58	83.7	20.9	25.6	2.96	53.5	17.8	21.0	2.36	107
	0.3125	5/16	27.59	8.11	72.4	18.1	21.9	2.99	46.4	15.5	18.0	2.39	91.3
	0.2500	1/4	22.42	6.59	60.1	15.0	18.0	3.02	38.6	12.9	14.8	2.42	74.9
	0.1875	3/16	17.08	5.02	46.8	11.7	13.9	3.05	30.1	10.0	11.4	2.45	57.6
8x4	0.6250	5/8	42.30	12.4	85.1	21.3	28.8	2.62	27.4	13.7	17.3	1.49	73.2
	0.5000	1/2	35.24	10.4	75.1	18.8	24.7	2.69	24.6	12.3	15.0	1.54	64.1
	0.3750	3/8	27.48	8.08	61.9	15.5	19.9	2.77	20.6	10.3	12.2	1.60	52.2
	0.3125	5/16	23.34	6.86	53.9	13.5	17.1	2.80	18.1	9.05	10.5	1.62	45.2
	0.2500	1/4	19.02	5.59	45.1	11.3	14.1	2.84	15.3	7.63	8.72	1.65	37.5
	0.1875	3/16	14.53	4.27	35.3	8.83	11.0	2.88	12.0	6.02	6.77	1.68	29.1
8x3	0.5000	1/2	31.84	9.36	61.0	15.3	21.0	2.55	12.1	8.05	10.1	1.14	35.7
	0.3750	3/8	24.93	7.33	51.0	12.7	17.0	2.64	10.4	6.92	8.31	1.19	29.9
	0.3125	5/16	21.21	6.23	44.7	11.2	14.7	2.68	9.25	6.16	7.24	1.22	26.3
	0.2500	1/4	17.32	5.09	37.6	9.40	12.2	2.72	7.90	5.26	6.05	1.25	22.1
	0.1875	3/16	13.25	3.89	29.6	7.40	9.49	2.76	6.31	4.21	4.73	1.27	17.3
	0.1250	1/8	9.01	2.65	20.7	5.17	6.55	2.80	4.48	2.99	3.29	1.30	12.1
8x2	0.3750	3/8	22.37	6.58	40.1	10.0	14.2	2.47	3.85	3.85	4.83	0.765	12.6
	0.3125	5/16	19.08	5.61	35.5	8.87	12.3	2.51	3.52	3.52	4.28	0.792	11.4
	0.2500	1/4	15.62	4.59	30.1	7.52	10.3	2.56	3.08	3.08	3.63	0.819	9.84
	0.1875	3/16	11.97	3.52	23.9	5.97	8.02	2.60	2.52	2.52	2.88	0.847	7.94
	0.1250	1/8	8.16	2.40	16.8	4.20	5.56	2.65	1.83	1.83	2.03	0.875	5.66
7x5	0.5000	1/2	35.24	10.4	63.5	18.1	23.1	2.48	37.2	14.9	18.2	1.90	79.9
	0.3750	3/8	27.48	8.08	52.2	14.9	18.5	2.54	30.8	12.3	14.6	1.95	64.2
	0.3125	5/16	23.34	6.86	45.5	13.0	15.9	2.58	26.9	10.8	12.6	1.98	55.3
	0.2500	1/4	19.02	5.59	38.0	10.9	13.2	2.61	22.6	9.04	10.4	2.01	45.6
	0.1875	3/16	14.53	4.27	29.8	8.50	10.2	2.64	17.7	7.10	8.10	2.04	35.3
7x4	0.5000	1/2	31.84	9.36	51.0	15.3	21.0	2.55	12.1	8.05	10.1	1.14	35.7
	0.3750	3/8	24.93	7.33	40.1	10.0	14.2	2.47	3.85	3.85	4.83	0.765	12.6
	0.3125	5/16	19.08	5.61	35.5	8.87	12.3	2.51	3.52	3.52	4.28	0.792	11.4
	0.2500	1/4	15.62	4.59	30.1	7.52	10.3	2.56	3.08	3.08	3.63	0.819	9.84
	0.1875	3/16	11.97	3.52	23.9	5.97	8.02	2.60	2.52	2.52	2.88	0.847	7.94

FUENTE: Manual of Steel construction

## ANEXO 34

### SMAW

#### Aceros al Carbono y Baja Aleación



#### SUPERCITO

Electrodo revestido de tipo básico, de bajo hidrógeno con extraordinarias características mecánicas y de soldabilidad. Presenta un arco muy suave, bajo nivel de salpicaduras y la escoria es de muy fácil remoción. El contenido de hierro en polvo mejora su tasa de depósito. Dentro de su categoría es el producto que presenta los mejores niveles de resistencia a la tracción.

Clasificación		Aprobaciones	Grados
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E7018	ABS LR GL	3H15,3Y 3m,3ym 3Y

#### Análisis Químico de Metal Depositado (valores típicos) [%]

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,05	1,00	0,60	máx. 0,020	máx. 0,020	-	-	-	-	-

#### Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V [°C (°F)] [J (Ft-Lbf)]
Sin tratamiento	520 - 610 (75 400 - 88 450)	mín. 400 (58 000)	mín.23	[-30 °C (-22 °F)] min. 70 (57)

Conservación del Producto	Posiciones de Soldadura
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener en un lugar seco y evitar humedad.</li> <li>Almacenamiento en horno: 125 - 150°C.</li> <li>Resecado de 300°C a 350 °C por 2 horas.</li> </ul>	P, H, Va, Sc. 

#### Parámetros de Soldeo Recomendados

Para corriente alterna (AC) o continua (DC): Electrodo al polo positivo DCEP							
Diámetro	[mm]	1,60	2,50	3,25	4,00	5,00	6,30
	[pulgadas]	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4
Amperaje mínimo		-	60	90	120	170	210
Amperaje máximo		-	90	140	190	240	280

#### Aplicaciones

- Para aceros de mediano a alto contenido de carbono, alta resistencia y baja aleación.
- Para aceros de alto contenido de azufre y fácil fresado.
- Para aceros laminados al frío.
- Por sus características de resistencia y su fácil manejo, especialmente adecuado para: Soldaduras de tuberías de vapor, calderas de alta presión, piezas de maquinaria pesada, instalaciones de la industria petrolera, petroquímica y minera.

Nota: El precalentamiento está en función al tipo y espesor del material a soldar.

## SMAW

### Aceros de Bajo Carbono



### CELLOCORD P

Electrodo revestido de tipo celulósico de gran penetración, especial para posición vertical ascendente.

Ideal para la soldadura de tanques y estructuras de acero al carbono.

Por su gran fuerza de arco se puede emplear sobre superficies galvanizadas.

Clasificación	
AWS A5.1 / ASME-SFA 5.1	E6010

Aprobaciones	Grados
ABS	3
LR	3m
GL	3

#### Análisis Químico del Metal Depositado (valores típicos) [%]

C	Mn	Si	P	S	Mo	Ni	Cr	Cu	Otros
0,08	0,55	0,25	máx. 0,01	máx. 0,01	-	-	-	-	-

#### Propiedades Mecánicas del Metal Depositado

Tratamiento Térmico	Resistencia a la Tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" [%]	Energía Absorbida ISO-V (-20°C) [J]
Sin tratamiento	450 - 550 (62 250 - 79 750)	mín. 360 (52 200)	22 30	mín. 70

Conservación del Producto
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener en un lugar seco y evitar humedad.</li> <li>No requiere almacenamiento bajo horno.</li> </ul>

Posiciones de Soldadura
P, H, Va, Sc, Vd.

#### Parámetros de Soldeo Recomendados

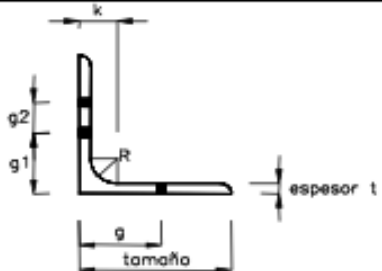
Para corriente continua (DC): Electrodo al positivo DCEP / Electrodo al negativo DCEN						
Diámetro	[mm]	2,50	3,25	4,00	5,00	6,30
	[pulgadas]	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4
Amperaje mínimo		50	80	110	140	190
Amperaje máximo		70	120	150	200	250


#### Aplicaciones

- Aceros de construcción no aleados (estructurales).
- Para soldar aceros de bajo carbono, cuando se desea penetración profunda, poca escoria y cordones no abultados.
- Fabricación de muebles metálicos, catres, mesa, etc.
- Carpintería metálica liviana.
- Fabricación de ductos de ventilación.
- Para la soldadura de todas las uniones o tope que requieren una buena penetración en el primer pase.

FUENTE: catalogo Oerlikon - Soldexa

## ANEXO 35





**LI**  
**ANGULO DE LADOS IGUALES**  
**DIMENSIONES**

Designación tamaño y espesor <i>t</i>		Peso	<i>k</i>	<i>R</i>	Gramil			Sujetadores		
					<i>g</i>	<i>g</i> <sub>1</sub>	<i>g</i> <sub>2</sub>	Diámetro máximo	Espac. recom.	
mm x mm*	in. x in.	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	in.	mm	
76 x 5	3 x 3/16	5.52	12.7	7.9	45	-	-	22.2	7/8	70
x 6	x 1/4	7.29	14.3	7.9	45	-	-	22.2	7/8	70
x 8	x 5/16	9.08	15.9	7.9	45	-	-	22.2	7/8	70
x 10	x 3/8	10.72	17.5	7.9	45	-	-	22.2	7/8	70
x 11	x 7/16	12.35	19.1	7.9	45	-	-	22.2	7/8	70
x 13	x 1/2	13.99	20.6	7.9	45	-	-	22.2	7/8	70
x 16	x 5/8	17.11	27.0	7.9	45	-	-	22.2	7/8	70
89 x 5	3 1/2 x 3/16	6.55	12.7	8.4	50	-	-	22.2	7/8	70
x 6	x 1/4	8.63	14.3	8.3	50	-	-	22.2	7/8	70
x 8	x 5/16	10.71	15.9	8.1	50	-	-	22.2	7/8	70
x 10	x 3/8	12.65	17.5	8.0	50	-	-	22.2	7/8	70
x 13	x 1/2	16.52	20.6	7.6	50	-	-	22.2	7/8	70
102 x 6	4 x 1/4	9.82	15.9	9.5	60	-	-	22.2	7/8	70
x 8	x 5/16	12.20	17.5	9.5	60	-	-	22.2	7/8	70
x 10	x 3/8	14.58	19.1	9.5	60	-	-	22.2	7/8	70
x 11	x 7/16	16.82	20.6	9.5	60	-	-	22.2	7/8	70
x 13	x 1/2	19.05	22.2	9.5	60	-	-	22.2	7/8	70
x 16	x 5/8	23.36	25.4	9.5	60	-	-	22.2	7/8	70
x 19	x 3/4	27.53	28.6	9.5	60	-	-	22.2	7/8	70
127 x 10	5 x 3/8	18.30	22.2	12.7	70	45	50	25.4	1	80
x 11	x 7/16	21.28	23.8	12.7	70	45	50	25.4	1	80
x 13	x 1/2	24.11	25.4	12.7	70	45	50	25.4	1	80
x 16	x 5/8	29.76	28.6	12.7	70	45	50	25.4	1	80
x 19	x 3/4	35.12	31.8	12.7	70	45	50	25.4	1	80
152 x 10	6 x 3/8	22.17	22.2	12.7	90	60	60	25.4	1	90
x 11	x 7/16	25.60	23.8	12.7	90	60	60	25.4	1	90
x 13	x 1/2	29.17	25.4	12.7	90	60	60	25.4	1	90
x 14	x 9/16	32.59	27.0	12.7	90	60	60	25.4	1	90
x 16	x 5/8	36.01	28.6	12.7	90	60	60	25.4	1	90
x 19	x 3/4	42.71	31.8	12.7	90	60	60	25.4	1	90
x 22	x 7/8	49.26	35.0	12.7	90	60	60	25.4	1	90
x 25	x 1	55.66	38.1	12.7	90	60	60	25.4	1	90

FUENTE: Manual ICA

## ANEXO 36

### INDICE DE CARGA DE NEOMATICOS

**01. Índice de carga(LI)**

El índice de carga indica la carga máxima por cada modelo de neumático. Por ejemplo, un neumático con LI de 100 tiene capacidad para portar una carga máxima por modelo de 800kg.

LI	Kg	LI	Kg	LI	Kg	LI	Kg	LI	Kg	LI	Kg	LI	Kg
0	45	40	140	80	450	120	1,400	160	4,500	200	14,000	240	45,000
1	46.2	41	145	81	462	121	1,450	161	4,625	201	14,500	241	46,250
2	47.5	42	150	82	475	122	1,500	162	4,750	202	15,000	242	47,500
3	48.7	43	155	83	487	123	1,550	163	4,875	203	15,500	243	48,750
4	50	44	160	84	500	124	1,600	164	5,000	204	16,000	244	50,000
6	53	46	170	86	530	126	1,700	166	5,300	206	17,000	246	53,000
7	54.5	47	175	87	545	127	1,750	167	5,450	207	17,500	247	54,500
8	56	48	1800	88	560	128	1,800	168	5,600	208	18,000	248	56,000
9	58	49	185	89	580	129	1,850	169	5,800	209	18,500	249	58,000
10	60	50	190	90	600	130	1,900	170	6,000	210	19,000	250	60,000
11	61.5	51	195	97	615	131	1,950	171	6,150	211	19,500	251	61,500
12	63	52	200	92	630	132	2,000	172	6,300	212	20,000	252	63,000
13	65	53	206	93	650	133	2,060	173	6,500	213	20,600	253	65,000
14	67	54	212	94	670	134	2,120	174	6,700	214	21,200	254	67,000
15	69	55	218	95	690	135	2,180	175	6,900	215	21,800	255	69,000
16	71	56	224	96	710	136	2,240	176	7,100	216	22,400	256	71,000
17	73	57	230	97	730	137	2,300	177	7,300	217	23,000	257	73,000

FUENTE: Catalogo YOKOHAMA



## ANEXO 37

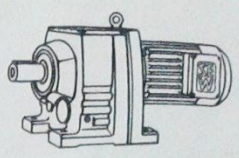
SPECIFICATIONS AND LOAD CAPACITIES																	
Tyre			Rim	Distance between rim centres	Tube and valve	Bead flap	Tyre dimensions					Stat. radius Tol. ±1.5%	Rolling circumference Tol. ± 2%	Load index LI	Tyre fitment	Speed Index and ref. speed km/h	
Size	PR	Operating code <sup>b</sup>					Max. standard value in service				Actual value						
							Width Standard	Width Special	Outer-Ø Standard	Outer-Ø Special	Width + 1%						Outer-Ø ± 1%
385/65 R 22.5		158/ - L (160/ - J)	11.75				408	1092	1102	389	1072	495	3250	158 S	L 120		
															(160) S	(J 100)	
275/70 R 22.5		148/145 L	7.50	305	MS		279	973	981	267	961	447	2920	148 S	L 120		
			8.25	314			290			275				145 D			
295/80 R 22.5		152/148 M	8.25	327	MS		305	1062	1072	290	1044	487	3185	152 S	M 130		
			9.00	335			313			298				148 D			
315/80 R 22.5		154/150 M (156/150 L)	9.00	350	MS		328	1096	1106	312	1076	500	3280	154 S	M 130		
														150 D	(L 120)		
															(156) S		
															(150) S		
11 R 22.5		148/145 L	7.50	305	MS		279	285	1064	1074	271	1050	489	3200	148 S	L 120	
			8.25	314			287	293			279				145 D		
12 R 22.5		152/148 L	8.25	329	MS		301	307	1099	1110	292	1084	504	3306	152 S	L 120	
			9.00	338			309	315			300				148 D		
13 R 22.5													3428	154 S	K 110		
														150 D			

FUENTE: Catalogo BRIDGESTONE



## ANEXO 38

**SEW**



P <sub>m</sub> [kW]	n <sub>a</sub> [1/min]	M <sub>a</sub> [Nm]	i	F <sub>Ra</sub> <sup>1)</sup> [N]	SEW-f <sub>6</sub>	Typ Size Tipo	m [kg]	Maße Dimens. Cotas	Preis Nr. Price ref. Precio N°	
<b>15.0</b>										
	64	2255	27,58	14850	1,18	R 97 RF 97	240 240	R4 R13	R0412	
	70	2047	25,03	14670	1,22	R 97	235	R4	R0413	
	78	1829	22,37	14490	1,31	RF 97	235	R13		
	87	1647	20,14	14220	1,46					
	96	1491	18,24	14040	1,54					
	108	1322	16,17	13680	1,66					
	120	1195	14,62	13410	1,84					
	141	1013	12,39	12960	2,1					
	162	886	10,83	12600	2,3					
	189	760	9,29	12420	2,1					
	209	686	8,39	12060	2,3					
	246	582	7,12	11520	2,5					
	282	508	6,21	11160	2,9					
	103	1397	17,08	10440	1	R 87	195	R3		R0414
	114	1255	15,35	10350	1,07	RF 87	195	R12		
	131	1090	13,33	10170	1,17					
	147	975	11,93	9990	1,26					
	177	809	9,9	9630	1,46	R 87	195	R3	R0415	
	192	747	9,14	9900	1,14	RF 87	195	R12		
	213	672	8,22	9630	1,26					
	246	583	7,13	9270	1,2					
	274	522	6,39	9090	1,34					
	331	433	5,3	8640	1,38					
	453	316	3,87	5100	1,01	RX 101	205	R19		
	533	269	3,29	4980	1,19	RXF101	205	R20	R0416	
	594	241	2,95	4890	1,33					
	682	210	2,57	4760	1,52					
	739	194	2,37	4670	1,65					
	855	168	2,05	4530	1,91					
	973	147	1,8	4390	2,2					
	957	150	1,83	2330	0,97	RX 81	165	R19	R0417	
	1168	123	1,5	2280	1,18	RXF81	170	R20		
<b>18.5</b>										
	9,4	18786	186,93	120000	0,96	R 167	840	R5	R0418	
	11	15383	153,07	120000	1,17	RF 167	760	R14		
	13	14068	139,98	120000	1,28					
	14	12242	121,81	120000	1,47					
	16	10803	107,49	120000	1,67	R 167	840	R5	R0419	
	19	9365	93,19	120000	1,92	RF 167	760	R14		
	21	8332	82,91	120000	2,2					
	24	7407	73,7	120000	2,4					
	26	6774	67,4	120000	2,7					
	30	5894	58,65	120000	3,1					
	15	12046	119,86	51210	1,08	R 147	530	R5		R0420
	16	10985	109,31	56070	1,18	RF 147	485	R14		
	19	9507	94,6	59040	1,37					
	21	8389	83,47	60930	1,55	R 147	530	R5	R0421	
	24	7245	72,09	62550	1,79	RF 147	485	R14		
	26	6732	66,99	63180	1,93					
	29	6139	61,09	63900	2,1					
	33	5313	52,87	64710	2,4					
	38	4688	46,65	65250	2,8					
	44	4049	40,29	65700	3,2					

## ANEXO 39

REF.	Ø VAST. ROD	Ø PISTÓN	Z CARRERA   STROKE	E	D	F	G	H	I	J	K	L	M	N <sub>ESP</sub>
8300/Z	20	32	50 - 2000	127 + Z	M14x1,5	13	16	18	35	20	26	12	42	1/4
8301/Z	22	40	50 - 2000	122 + Z	M16x1,5	16	20	22	40	25	32	16	50	3/8
8302/Z	25													
8303/Z	28													
8304/Z	25	50	50 - 2000	132 + Z	M20x1,5	20	25	28	48	28	40	20	60	3/8
8305/Z	28													
8306/Z	30													
8307/Z	36													
8308/Z	30	60	50 - 2000	138 + Z	M27x2	25	32	36	58	32	50	25	70	3/8
8309/Z	35													
8310/Z	40													
8311/Z	36													
8312/Z	40	63	50 - 2000	138 + Z	M27x2	25	32	36	58	32	50	25	75	3/8
8313/Z	45													
8314/Z	35													
8315/Z	40	70	50 - 2000	146 + Z	M27x2	25	32	36	58	32	50	25	80	3/8
8316/Z	45													
8317/Z	36													
8318/Z	40	80	50 - 2000	171 + Z	M33x2	32	40	45	68	45	64	32	95	3/8
8319/Z	45													
8320/Z	50													
8321/Z	56													
8322/Z	45													
8323/Z	50	100	50 - 2000	193 + Z	M42x2	40	50	56	85	55	80	40	115	1/2
8324/Z	56													
8325/Z	60													
8326/Z	70													
8327/Z	70	125	50 - 2000	260 + Z	M48x2	50	60	63	92	65	100	50	145	3/4
8328/Z	90													
8329/Z	80	140	50 - 2000	293 + Z	M64x3	56	65	85	120	70	112	56	160	3/4
8330/Z	90													
8331/Z	110	160	50 - 2000	313 + Z	M80x3	63	80	95	130	75	126	63	180	1
8332/Z	110													

Fuente: Catalogo de roemheld



## ANEXO 40

**ABCO ENGINEERING CORP.**  
801 Second Avenue S. E.  
Oelwein, Iowa 50662

Phone 319/283-5652  
Fax 319/283-2600



Proposal No. 805027

gluque@gloria.com.pe

Attention: Gino Luque Ojeda.

We are pleased to offer per our attached Terms and Conditions of Sales dated April 17, 2007:

ONE - Model PS-606 36" Belt x 120'-0" centers, Radial Stacking Conveyor (belt speed about 400 FPM, up to 400 TPH capacity of 50# material at 18' when continuously and uniformly fed,) consisting of:

POWER: 25 HP, 1750 RPM, 3 phase, 60 cycle, 230/460 volt TEFC electric motor, LESS starter, wiring and controls.

DRIVE: Class II torque arm speed reducer (215SMTP) mounted on head shaft, built-in backstop, V-belts & sheaves, motor mount and V-belt guard.

HEAD  
TERMINAL: 20" dia. drum head pulley with 3/8" vulcanized herringbone rubber lagging, 3-7/16" dia. shaft, roller bearings, and pinch point guards.

FOOT  
TERMINAL: 16" dia. wing type self-cleaning foot pulley, 2-15/16" dia. shaft, roller bearings, screw type take-up with 30" travel, 6 ft. long receiving trough with clamped rubber flashing and safety cover plate over pulley.

FRAME: 36" deep all-welded truss frame.

IDLERS: 5" dia., CEMA B sealed ball bearing, 35 degree, 3-roll troughing idlers spaced 4'-0" c-c, 5" dia. single roll, steel returns 10'-0" c-c. Nest of closely spaced at load point. Roll guards on the lower two return idlers.

BELT: 3 ply, No. 330, with 3/16" x 1/16" rubber covers. 2500-3000# tensile. Flexco style fasteners.

Accepted: \_\_\_\_\_  
Customer's Signature

TERMS & CONDITIONS OF SALE ARE ATTACHED

Accepted: \_\_\_\_\_  
ABCO Engineering Corp.  
proposal.doc

UNDERCARRIAGE:

V-type with telescoping tubes. 5 HP electric powered hydraulic raise. Lever type constant pivot mechanism with patented curved cam to maintain constant arc of travel. Includes electric solenoid control valve.

TIRES & WHEELS:

425/65R22.5 (or load rated equivalent) high flotation pneumatic tires. Roller-bearing single wheels mounted on swivel type heavy structural axle.

POWER TRAVEL:

3HP gearmotor with guarded roller chain drive. This power travel mechanism is designed for use on level, unobstructed terrain.

BELT SCRAPER:

Martin QC#1 belt cleaner (or equivalent) with twist tensioner mounted under the head pulley.

WALKWAY: Walkway with 24" wide galvanized anti-skid grating and galvanized pipe handrail on one side of the conveyor frame.

BELT COVERS:

Full hinged belt covers, smooth galvanized steel sheets running from the receiving trough to the head terminal.

Emergency stop switch with cable and support brackets. Less wiring

Primed and painted gray. Consult factory for other colors.

Shipped knocked down. Price includes loading and tying down in containers. Cost of containers and freight charges are not included.

The above equipment has been designed to conform to OSHA and MSHA standards as we presently understand these requirements. Because of the varying interpretations of these standards and because of the varying conditions of use of this equipment, no guarantee of compliance with these or other standards is expressed or implied. It is the responsibility of the end user to verify compliance with appropriate safety regulations before starting conveying equipment.



Proposal No. 805027  
May 27, 2008  
Page 3

Net prices , F.O.B. Oelwein, IA(US dollars):  
PS-606 36" x 120'-0" . . . . . \$ 222,160.00

Terms: 10% down payment with purchase order. 25% due with approval of drawing. Balance due before shipment. Prices are good for 30 days from date of quotation. Past due account are subject to a 1½% monthly (18% yearly) service charge from the date of invoice.

Shipment: 18-20 weeks, after receipt of necessary information subject to prior sales and receipt of purchased components.

Very truly yours,  
ABCO ENGINEERING CORP.

David J. Hanson  
Sales Engineer

Enclosure

