



# FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

---

DISEÑO DEL CONJUNTO DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES  
PARA EVACUAR 1.8 t/h DE CENIZA DE LA CALDERA DE LA  
EMPRESA AGROLMOS S.A.C.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICO

AUTOR

POLO URQUIZA RAFAEL

ASESOR ESPECIALISTA:

Dr. JORGE ANTONIO INCISO VASQUEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE  
SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS

TRUJILLO – PERÚ

2017

PAGINA DE JURADO

“DISEÑO DEL CONJUNTO DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES  
PARA EVACUAR 1.8 t/h DE CENIZA DE LA CALDERA DE LA  
EMPRESA AGROLMOS S.A.C.”

Autor:

POLO URQUIZA RAFAEL

Presentado a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad  
Cesar Vallejo para optar el Título

de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICO

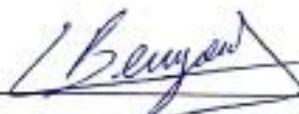
APROBADO POR:



---

MG. JULCA VERASTEGUI LUIS

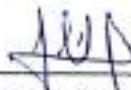
Presidente



---

MG. BENGUA SEMINARIO JUAN CARLOS

Secretario



---

ING. LEON LESCANO EDWAD JAVIER

Vocal

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis A. DIOS y a la Virgencita de la Puerta, quienes supieron guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante sin desmayar ante los problemas que se presentaron, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

De igual forma, dedico esta tesis a mis padres quienes me dieron la vida, me educaron con buenos sentimientos y sobre todo me dieron su apoyo y fortaleza incondicional para culminación en este mi proyecto de vida.

A mis hermanos que siempre estuvieron presente en todo momento, brindándome su apoyo y compañía para poderme realizar. A mis sobrinos quienes han sido y son mi motivación, inspiración y felicidad.

Y a todos mis amigos, profesores quienes son su consejo, sabiduría y apoyo permanente hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

Rafael Polo

## **AGRADECIMIENTO**

A:

Dios por darme siempre las fuerzas para continuar en lo adverso, por guiarme en el sendero de lo sensato y darme sabiduría en las situaciones difíciles. A mis padres por darme la vida y luchar día a día para que lograra escalar y conquistar este peldaño más en la vida. A mis hermanos y sobrinos por sus palabras y su permanente compañía. A mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento alegrías y tristezas que me ayudaron a lograr esta meta.

Gracias a todos.

## DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo **RAFAEL POLO URQUIZA**, con DNI N° **18901465**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de INGENIERIA, Escuela de MECÁNICA ELÉCTRICA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Diciembre del 2017



---

POLO URQUIZA RAFAEL

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada "DISEÑO DEL CONJUNTO DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES PARA EVACUAR 1.8 t/h DE CENIZA DE LA CALDERA DE LA EMPRESA AGROLMOS S.A.C.", La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero mecánico eléctrico.

El Autor

## INDICE

RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática .....	12
1.2. Trabajos previos .....	13
1.3. Teorías relacionados al tema .....	16
1.3.1. Precipitador electrostático .....	16
1.3.2. Transportador helicoidal horizontal .....	18
1.3.3. Capacidad de diseño de un transportador helicoidal .....	22
A. Capacidad Requerida .....	22
B. Capacidad equivalente .....	22
C. Tipos de pasos .....	23
1.3.4. Diámetro del helicoidal por capacidad .....	27
1.3.5. Potencia .....	29
1.3.6. Selección de componentes .....	30
1.4. Formulación del problema .....	38
1.5. Justificación del estudio .....	38
1.6. Hipótesis .....	38
1.7. Objetivos .....	38
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>40</b>
2.1. Diseño de investigación .....	40
2.2. Variables, operacionalización .....	40
A. Variables independientes .....	40
B. Variables dependientes .....	40
2.3. Población y muestra .....	40
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	40
2.5. Métodos de análisis de datos .....	41
2.6. Aspectos éticos .....	41

<b>III. RESULTADOS</b>	42
3.1. Sistema de descarga	42
3.2. Factores de diseño del sistema de transporte helicoidal	42
3.3. Cálculo de la capacidad requerida	43
3.4. Diámetro y velocidad del tornillo	44
3.4.1. Cálculo del diámetro del helicoidal por capacidad	44
3.4.2. Cálculo de la velocidad del helicoidal	45
3.5. Cálculo de la potencia	45
3.6. Selección de componentes	47
3.6.1. Rodamientos	48
3.6.2. Ejes	48
3.6.3. Cubierta de artesa	50
3.6.4. Selección de motoreductor	51
3.6.5. Descarga estándar	53
3.7. Costos de inversión y retorno	53
<b>IV. DISCUSIONES</b>	55
<b>V. CONCLUSIONES</b>	57
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	58
<b>VII. REFERENCIAS</b>	59
<b>ANEXOS</b>	60

## RESUMEN

En la presente tesis se desarrolló el diseño de un conjunto de transportadores helicoidal para la evacuación de ceniza de 1.8 t/h en el precipitar electroestático de la caldera Factory Sales & Engineering Inc de la empresa Agrolmos S.A.C. indicándose al detalle los cálculos realizados para el diseño y selección de sus componentes: estructura del transportador helicoidal, tornillo sin fin, moto reductor, chumaceras y rodamientos, ejes motriz y conducido, acoplamiento.

En la actualidad Agrolmos S.A. es una nueva empresa encargada de la elaboración de azúcar con tecnología nueva en el Perú y para obtener este producto es indispensable sistemas de transporte de material tales como fajas, elevadores de cangilones, transportadores helicoidales, etc.

El precipitador electroestático de la caldera es un componente cuya función principal es atrapar la ceniza de la combustión del bagazo mediante un proceso de ionización que permite generar campo magnético el cual ayuda a capturar la ceniza precipitándola hacia tres ductos de salida. La fábrica está en su etapa final de construcción y la necesidad de evacuar la ceniza evitando la contaminación ambiental se puede solucionar con la implementación de este sistema.

En el presente trabajo se estudió los parámetros que se necesitan para comenzar a diseñar transportadores helicoidales para el traslado de ceniza semi-seca, estos son empleados ampliamente en la industria para el desplazamiento de diversos materiales.

En éste trabajo se determinó los factores de diseño del transportador helicoidal: características del material, capacidad requerida, cuyas muestras fueron extraídas del Transportadores helicoidales para 1.8 t/h de ceniza del Precipitador electrostático de la caldera bagacera de 100 t/h de vapor de la empresa Agrolmos S.A; dando como resultados: Carga de Artesa: 30% B; Diámetro Helicoidal: 9"; Capacidad en pies cúbicos por hora: 300rpm; Velocidad Helicoidal: 26.63rpm; Calculo de la potencia total: 0.81KW; Diámetro del Eje: 1.5" a 2"

**PALABRAS CLAVE:** Precipitador electrostático, Ionización, artesa, bagazo, helicoidal, ceniza, sin fin

## **ABSTRACT**

In this thesis, the design of a helicoidal conveyor set was developed for a capacity of 1.8 t / h of ash with the purpose of eliminating the ash from the electrostatic precipitator of the company Agrolmos S.A.C. Indicating in detail the calculations made for the design and selection of its components: structure of the helical conveyor, worm screw, motor reducer, bearings and bearings, driven and driven shafts, coupling.

Currently Agrolmos S.A. is a new company in charge of sugar processing with new technology in Peru and to obtain this product it is essential to transport material systems such as belts, bucket elevators, helical conveyors, etc.

The electrostatic precipitator of the boiler is a component whose main function is to trap the ash from the combustion of the bagasse by means of an ionization process that allows to generate magnetic field which helps to capture the ash precipitating it towards three exit ducts. The factory is in its final stage of construction and the need to evacuate the ash avoiding environmental contamination can be solved with the implementation of this system.

In the present work we will study the parameters that are needed to start designing helical conveyors for the transfer of semi-dry ash, these are widely used in the industry for the displacement of various materials.

The main objective of this work is to determine the design factors of the helical conveyor: characteristics of the material, required capacity, whose samples were extracted from the helicoidal conveyors for 1.8 t / h of ash from the electrostatic precipitator of the bagacera boiler of 100 t / h of steam company Agrolmos SA; giving as results: Artesa load: 30% B, Helical diameter: 9 ", Capacity in cubic feet per hour: 300rpm, Helical Speed: 26.63rpm, Calculation of the total power: 0.81KW, Shaft diameter: 1.5 "to 2"

**KEY WORDS:** Electrostatic precipitator, Ionization, tundish, bagasse, helical, ash, endless

## NOMENCLATURA

- $F_m$  = Factor de material
- $C_{req}$  = Capacidad requerida o real
- $C_m$  = Capacidad másica
- $C_{equiv}$  = Capacidad equivalente o de diseño
- $CF_1$  = Factor de capacidad para transportador con paso especial.
- $CF_2$  = Factor de capacidad para transportador con helicoidal especial.
- $CF_3$  = Factor de capacidad para transportador con poleasmezcladoras.
- $N_a$  = Velocidad de giro.
- $HP_f$  = Potencia para mover transportador en vacío.
- $HP_m$  = Potencia para mover transportador con material.
- $HP_{total}$  = Potencia total.
- $L$  = Longitud.
- $F_d$  = Factor del diámetro.
- $F_b$  = Factor del buje.
- $\rho_{dato}$  = Densidad aparente.
- $W$  = Densidad aparente.
- $e$  = Factor de eficiencia.
- $F_f$  = Factor del tipo de helicoidal.
- $F_p$  = Factor de paletas.
- $F_o$  = Factor de sobre carga.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

La empresa Agrolmos S.A.C. cuenta con un precipitador electrostático siendo un dispositivo altamente eficiente, que impiden el flujo de los gases de la caldera Factory Sales & Engineering Inc. de 100 t/h vapor con 42 kgf/cm<sup>2</sup> de 400°C. evacua un total de 1.8 t/h de ceniza. La ceniza que descarga el precipitador es ceniza muy fina (fly ash) volátil este cae en el perímetro de la caldera, ocasionando problemas en la salud del personal que labora en dicha área. El lugar más apropiado para evacuar la ceniza es hacerlo llegar al transportador principal que pasa por delante del precipitador a una distancia de 13.20 m, que viene arrastrando la ceniza quemada del Hogar de la Caldera; este lo llevara al centro de acopio que se encuentra a 150m alejado de la caldera.

El flujo de 1.8 t/h de ceniza del precipitador electrostático es continuo; para hacer llegar la ceniza que descarga el precipitador hacia el transportador principal se necesita la construcción de tres transportadores Helicoidales dando solución de esta forma a la contaminación ambiental y a los problemas de salud del personal que labora en dicha área, el precipitador electrostático tiene tres chutes de descarga, esta ceniza debe ser evacuada.

Los transportadores helicoidales se han constituido en el medio más adecuado para transportar materiales a granel principalmente cuando se requieren grandes capacidades de transporte y a lo largo de cortas distancias, siendo el más apropiado para el transporte de este tipo de material (ceniza muy fina), cuando el primer disco desplaza material el siguiente vuelve a limpiar si este hubiera quedado algún residuo a la vez permitiendo la hermetización del producto a transportar. El campo de aplicación de los transportadores de tornillo Sinfín es muy amplio en la industria y su incidencia en los costos de producción es considerable, el diseño, cálculos y selección de componentes de estos, ayuda considerablemente para el proceso del cual se necesita usar estos transportadores.

## 1.2. Trabajos previos

Rediseño del transportador helicoidal de ceniza del caldero bagacero acuatubular de 120 t/h de vapor sobrecalentado de la empresa CARTAVIO S.A.

Tesis para optar el título de ingeniero mecánico

García bobadilla juan carlos

Universidad Cesar Vallejos

2014

### Resumen

En esta tesis se explica la construcción del transportador Helicoidal, El cálculo del rediseño se realizó para una capacidad requerida de 34 t/h de ceniza de caldera seca como material a transportar. La longitud del transportador helicoidal es de 12 m. seccionando en 4 m aproximadamente cada tornillo sin fin y la selección de sus accesorios.

### Resultados

- Diámetro del helicoidal 18 pulg.
- Factores de diseño
- Capacidad:  $34 \frac{Tn}{H}$  ceniza de caldera seca
- Longitud: 12m
- Inclinación: 0
- Peso específico:  $\gamma = 40 \frac{Lb}{pie^3}$
- Capacidad de Artesa 30%B, capacidad real de transporte es de  $1873.927 pie^3/h$
- Velocidad del tornillo 38rpm con un diámetro de 18pulg.
- Potencia total 2.82kw.
- Diámetro del eje 3 pulg. con bujes de bronce endurecido, con una artesa de 30%B

Optimización del transporte de café pergamino de la bodega a la planta de transformación empleando un transportador helicoidal

Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico

Enrique eleazar Chávez López

Universidad de San Carlos de Guatemala

2004

## Resumen

La descripción del transporte actual del café, en el beneficio donde se realizó, específicamente la evaluación presente, se emplea buena cantidad de mano de obra y métodos no eficientes, el cual se considera comparativamente respecto a la propuesta de usar transportador helicoidal. Se presenta un análisis de la situación de la planta con diagrama de procesos y distribución de la planta, para obtener los costos en que se incurren en el transporte del café pergamino a la planta de procesamiento a café oro.

## Resultados

- Diámetro del helicoidal 12 pulg.
- Factores de diseño
- Capacidad:  $50 \frac{qq}{H} = 5000kg/h$
- Densidad del café oro  $15 \frac{qq}{H} = 1500kg/h$
- Inclinación: 0
- Peso específico:  $\gamma = 40 \frac{Lb}{pie^3}$
- Longitud 31.45m.
- Capacidad de transporte es de  $16.5 m^3/h$
- Velocidad del tornillo 108rpm como mínimo y un máximo de 1710rpm con un diámetro de 12pulg.
- Potencia total 3.73kw.
- Diámetro del eje 5 pulg. con bujes de bronce endurecido

Diseño del transportador de gusano para manejo de jarosita  
Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico  
Mendoza Razo J.  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí.- México  
2011

## Resumen

En la actualidad el manejo de jarosita en una empresa se realiza con un sistema de transporte de tornillo sin fin comercial, lo cual genera problemas de paros continuos, elevados costos en el proceso de producción derivados del elevado número de tareas de mantenimiento y excesiva supervisión para la operación del equipo, el diseño del transportador debe ser específicamente para el manejo de jarosita. Con la realización de este proyecto se pretende solucionar los problemas existentes.

## Resultados

- Diámetro del helicoidal 6 pulg.
- Factores de diseño
- Capacidad:  $11.273 \frac{m^3}{h}$
- Densidad del café oro  $15 \frac{qq}{H} = 1500kg/h$
- Inclinación: 0
- Peso específico:  $\gamma = 40 \frac{Lb}{pie^3}$
- Longitud 37.35 ft.=11.205m.
- Capacidad de transporte es de  $11.273 m^3/h$
- Velocidad del tornillo 50rpm con un diámetro de 6pulg.
- Potencia total 0.75kw.
- Diámetro del eje 2.5 pulg. con bujes de bronce endurecido

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

#### 1.3.1. Precipitador electrostático

Los precipitadores electrostáticos son dispositivos que se utilizan para atrapar partículas a través de su ionización. Se emplean para reducir la contaminación atmosférica producida por humos y otros desechos industriales gaseosos, especialmente en las plantas que funcionan en base a combustibles fósiles. Un precipitador electrostático es un dispositivo que remueve partículas de un gas que fluye (como el aire) usando la fuerza de una carga electrostática inducida.

Los precipitadores electrostáticos son dispositivos de filtración altamente eficientes, que mínimamente impiden el flujo de los gases a través del dispositivo, y pueden remover fácilmente finas partículas como polvo y humo de la corriente de aire. En la figura 1.1 apreciamos las partes de un precipitador electrostático y en la figura 1.2 el mecanismo de como el precipitador captura las partículas de ceniza.

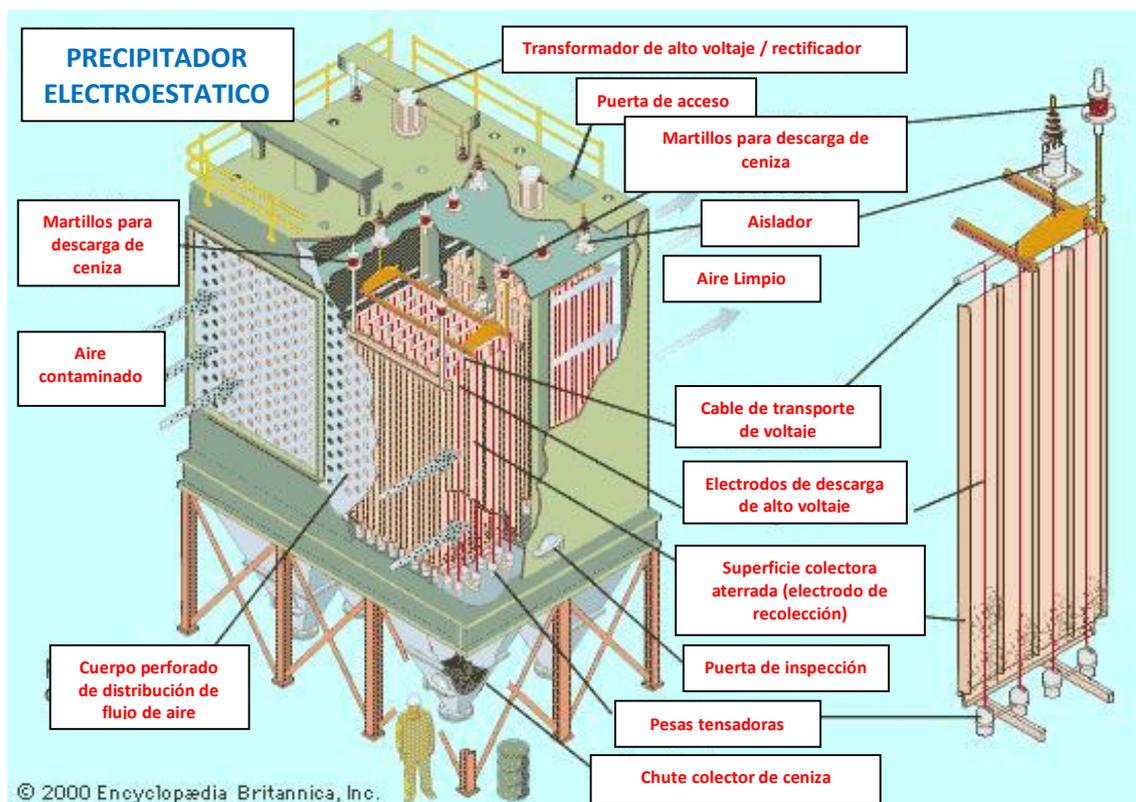


Figura 1.1 Precipitador electrostático – Enciclopedia Britanica

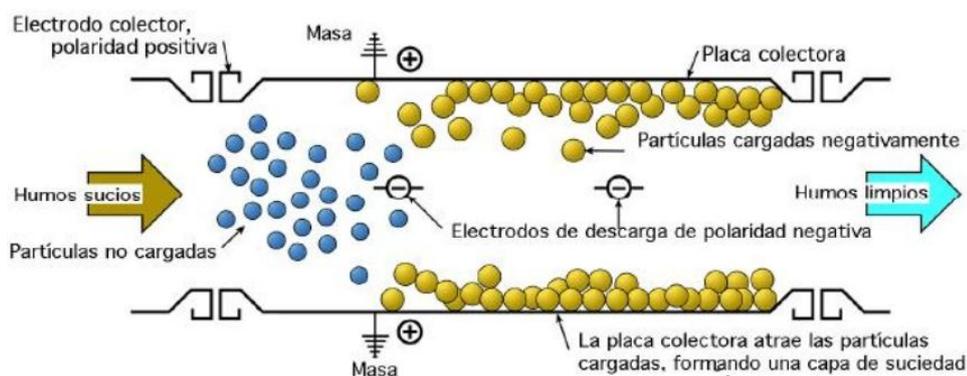


Figura 1.2 Mecanismo de captura de partículas - CFE

### La ceniza de bagazo

El bagazo de caña de azúcar es un sub-producto de la industria azucarera, durante el proceso de generación de energía eléctrica en la industria azucarera, tiene en su composición química fundamentalmente silicio, reportado como dióxido de silicio, sustancia que se encuentra como cristobalita y tridimita, formas alotrópicas del dióxido de silicio, además de silicatos de potasio y magnesio, compuestos con enlaces iónicos, que presentan elevada dureza y que pueden ser empleados como material particulado de refuerzo en materiales compuestos de matriz metálica.

En la Tabla 1.1 se muestra la composición química de las cenizas de bagazo proveniente del proceso de combustión en la Caldera de la empresa Agrolmos S.A.A, durante el proceso de generación de energía eléctrica. Como se puede observar el silicio es el elemento principal en este material, el cual es expresado como dióxido de silicio y constituye casi el 80% del material.

Tabla 1.1 Composición química de la ceniza

Óxido	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	ZrO <sub>2</sub>
%	0,25	2,03	1,49	79,9	4,04	0,38	0,05	5,14	3,41	trazas
Óxido	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO <sub>5</sub>	CuO	ZnO	Rb <sub>2</sub> O	SrO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
%	0,12	0,03	0,19	2,11	0,01	0,03	0,04	0,01	0,02	traza

Manual de empresa Cartavio SAA.

### 1.3.2 Transportador helicoidal horizontal

Los transportadores de tornillo sin fin son instalaciones transportadoras para materiales a granel, que se basan en el principio de funcionamiento del tornillo de Arquímedes. El elemento transportador es un metal plano moldeado en forma de hélice (hélice de tornillo sin fin). Este rota alrededor del eje longitudinal y transporta el material a granel en una artesa o un tubo en reposo en dirección axial, que a su vez sirve como elemento portante. Es posible transportar el material en horizontal, vertical o en un plano inclinado. Durante el transporte del material a granel también pueden llevarse a cabo etapas de procesamiento como mezclado, deshidratación o compresión. También es posible enfriar o secar durante el transporte. Los transportadores de tornillo sin fin tienen una estructura sencilla, pero su uso solo es razonable para longitudes de transporte relativamente cortas. Y debido al rozamiento del material a granel en la artesa del tornillo, la potencia necesaria de un transportador de tornillo sin fin es considerablemente superior que la de una banda transportadora o un elevador de cangilones. En la figura 1.3 se muestran las partes de un transportador helicoidal.

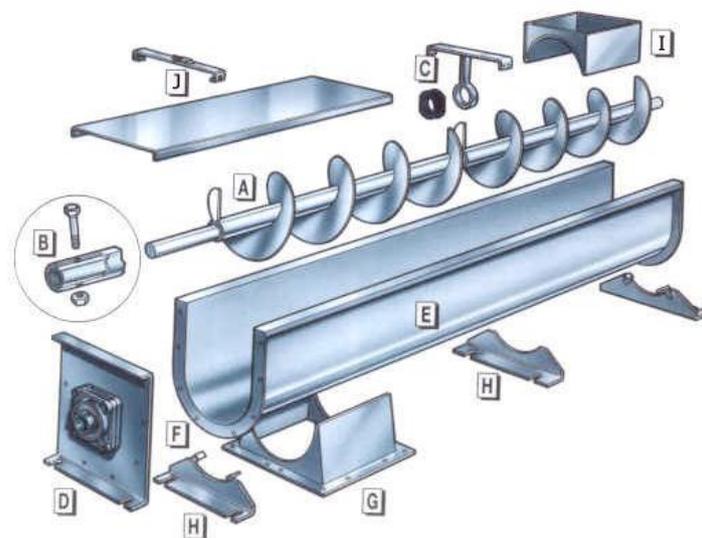


Figura 1.3 Partes del transportador helicoidal

- A- Tornillo
- B- Cojinetes extremos
- C- Soporte intermedio para eje
- D- Tapa trasera o delantera y soporte de rodamiento
- E- Artesas
- F- Brida de unión
- G- Boca de descarga
- H- Apoyos intermedios
- I- Boca de carga
- J- Tapa superior
- K- Unidad de accionamiento

En el caso de la rosca en espiral, la dirección de transporte se puede también variar, la capacidad de estos espiral la determina el diámetro, el paso, el grado de llenado y el número de vueltas de la espiral.

Cálculo del tornillo sin fin para una capacidad determinada

El procedimiento de cálculo es el siguiente tomando la base y las instrucciones del catálogo de MARTIN:

Establecer factores conocidos

- Tipo de material a transportar
- Máximo tamaño de partículas duras
- Porcentaje de partículas duras por volumen
- Capacidad requerida en pies cúbicos/hora
- Capacidad requerida en libras/hora
- Distancia de material a transportar
- Cualquier factor adicional que pueda afectar el transportador o las operaciones

Determinar la capacidad de Diseño

Determinar el diámetro y la velocidad del tornillo

- Revisar el diámetro mínimo del helicoidal para limitaciones de tamaño de trozos
- Determinar el tipo de bujes

Determinar la potencia necesaria

- Revisar rangos de torsión de componentes transportadores

Seleccione los componentes

De acuerdo a las Tabla 1.2 y 1.3 se determinan la clasificación y el factor de material; en la Figura 1.4 indica como leer el código de la tabla 1.3:

- Código de material
- Selección de rodamiento
- Serie de componentes
- Carga de Artesa

Tabla 1. 2 *Clasificación del material*

Clase	Características de Material		
Densidad	Densidad a Granel, Sin Compactar		Libras por pie Cubico
Tamaño	<b>Muy Fino</b>	Malla N° 200 (.0029") y menor	A <sub>200</sub>
		Malla N° 100 (.0059") y menor	A <sub>100</sub>
		<b>Malla N° 40 (.016") y menor</b>	<b>A<sub>40</sub></b>
	Fino	Malla N° 6 (.123) y menor	B <sub>6</sub>
		1/2" y menor (malla 6" a 1/2")	A <sub>1/2</sub>
	Granular	3" y menor (1/2 a 3")	D <sub>3</sub>
		7" y menor (3" a 7")	D <sub>7</sub>
	Terrones	16" y por debajo (0" a 16")	D <sub>16</sub>
Arriba de 16" a ser especificado X=Tamaño Máximo		D <sub>X</sub>	
Irregular	Fibroso, Cilindrico, etc.	E	
Fluidez	Fluido Muy Libre		1
	Fluido Libre		2
	Fluido Promedio		3
	Fluido Lento		4
Abrasividad	A barsividad Media		5
	Abrasividad Moderada		6
	Abrasividad Extrema		7

Propiedades Misceláneas O Peligrosas	Acumulación y Endurecimiento	F
	Genera Eléctrica Estática	G
	Descomposición - Se Deteriora en Almacenamiento	H
	Inflamabilidad	J
	Se Hace Plástico o Tiende a Suavizarse	K
	Muy Polvoso	L
	Al Airearse Se Convierte en Fluido	M
	Explosividad	N
	Pegajoso - Adhesión	O
	Contaminable - Afecta Uso	P
	Degradable - Afecta Uso	Q
	Emite Humos o Gases Tóxicos Peligrosos	R
	Altamente Corrosivo	S
Medianamente Corrosivo	T	
Higroscópico	U	
Propiedades Misceláneas O Peligrosas	Se Entrelaza, Enreda o Aglomera	V
	Presencia de Aceites	W
	Se Comprime Bajo Presión	X
	Muy Ligero - Puede Ser Levantado por el Viento	Y
	Temperatura Elevada	Z

*Manual de Martin.*

**Tabla 1.3 Características de los materiales**

Material	Peso lb/pie <sup>3</sup>		Código de Material				Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componen.	Factor del Material F <sub>m</sub>	Carga de Artesa
	Densidad Mínima	Densidad Máxima	C1	C2	C3	C4				
ceniza de caldera, seca	30	45	A40	3	6	LM	H	3	2	30B
ceniza de carbón	40	40	D3	3	6	T	H	3	1.8	30B
ceniza de carbón, mojada -1/2"	45	50	C1/2	4	6	T	H	3	3	30B
ceniza de carbón, mojada -3"	45	50	D3	4	6	T	H	3	4	30B
ceniza de carbón, seca -1/2"	35	45	C1/2	4	6	TY	H	3	3	30B
ceniza de carbón, seca -3"	35	40	D3	4	6	T	H	3	2.5	30B
ceniza de Hueso (Fosfato tricalcio)	40	50	A100	4	5		L-S-B	2	1.6	30A
<b>ceniza muy fina (Fly Ash)</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>A40</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>30B</b>
ceniza negra, molida	105	105	D6	3	5		L-S-B	1	2	30A
cenizas	30	45	A40	3	6	M	H	3	2	30B
centeno	42	48	B6	1	5	N	L-S-B	1	0.4	45
centeno entero y con cascarilla	15	20	B6	3	5	Y	L-S-B	1	0.4	45

*Manual de Martin*

Como leer el código de material de la tabla 1.3 se muestra en la Figura 1.4

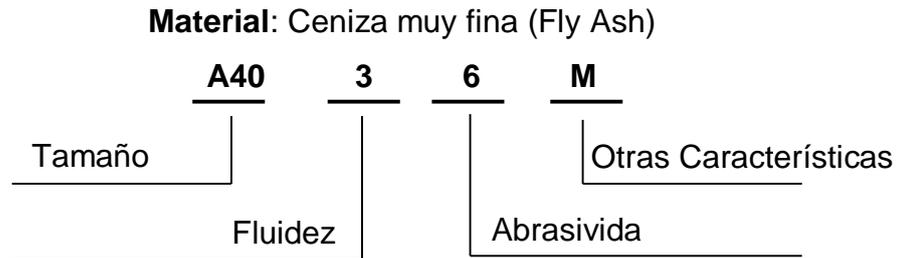


Figura 1.4 Lectura de códigos de materiales - Manual de Martin

### Abrasivo

En el latín es donde encontramos el origen etimológico del concepto abrasivo. Más exactamente procede de la palabra *abradere* que significa raer. De ahí surgió el término *abrasión* que viene a definirse como la acción y el efecto mediante los cuales se produce el desgaste de algo por el método de la fricción. De esta manera se establece que abrasivo es todo aquello que es perteneciente o relativo a la citada abrasión.

### 1.3.3 Capacidad de diseño de un transportador helicoidal

#### A. Capacidad requerida

Indica la capacidad que posee un sistema o un conjunto de recursos necesarios para la producción de un producto en un determinado período de tiempo.

#### B. Capacidad equivalente

El cálculo de la capacidad equivalente ( $C_{equiv}$ ) depende de 3 factores estos se encuentran en las tablas 1.4, 1.5, 1.6.

$$C_{equiv} = C_{req}(CF_1)(CF_2)(CF_3) \quad \dots (1.1)$$

Tabla 1.4 Factor de capacidad  $CF_1$

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial $CF_1$		
Paso	Descripción	$CF_1$
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = 2/3 Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = 1/2 Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = 1 1/2 Diámetro del Helicoidal	0.67

*Manual de Martin.*

Tabla 1.5 Factor de capacidad  $CF_2$

Factores de Capacidad para Transportador Helicoidal Especial $CF_2$			
Tipo de Helicoidal	Carga del Transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal con Corte	1.95	1.57	1.43
Helicoidal con Corte y Doblez	N.R.*	3.75	2.54
Helicoidal de Listón	1.04	1.37	1.62

\* No se recomienda.

\* Si no se utilizan ninguno de los tipos anteriores de helicoidal:  $CF_2=1.0$

Manual de Martin.

Tabla 1.6 Factor de capacidad  $CF_3$

Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras $CF_3$					
Paletas Estándar de Paso Invertido a 45°	Paletas por Paso				
	Ninguna	1	2	3	4
Factor $CF_3$	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

Manual de Martin.

### C. Tipos de pasos

El paso de un sinfín es la distancia que existe entre los picos de dos aspiras consecutivas según figura 1.5 el desplazamiento lineal (avance del tornillo) que consigue una partícula del material en tránsito al seguir una trayectoria helicoidal 360 grados (1 vuelta completa).

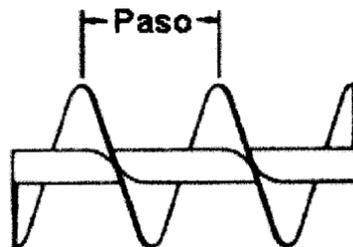


Figura 1.5 Como medir el paso de sinfín - manual de bega

### Sinfín estándar

Los sinfines con paso igual al diámetro son considerados estándares y son apropiados para una gran variedad de materiales en la mayoría de las aplicaciones, ver figura 1.6.



Figura 1.6 *Sinfín estándar – manual de bega*

### **Sinfín cónico**

Se utilizan en alimentadores para proporcionar una extracción uniforme de materiales, ver figura 1.7.

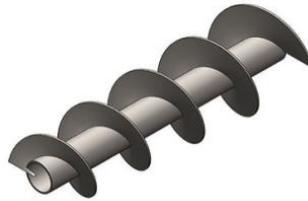


Figura 1.7 *Sinfín cónico – manual bega*

### **Sinfín de paso reducido**

Se recomiendan para aplicaciones inclinadas o verticales. El paso corto retarda el flujo de los materiales que se fluidifican, ver figura 1.8.



Figura 1.8. *Sinfín paso reducido – manual bega*

### **Sinfín de paletas**

Este tipo de sinfín consiste paletas con disposición de avance en un solo sentido, logrando que los productos se mezclen a su paso, ver figura 1.9.

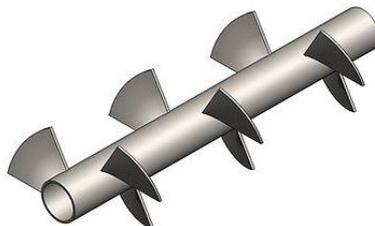


Figura 1.9 *Sinfín de paletas – manual bega*

### **Sinfín progresivo**

Estos sinfines se utilizan para la extracción en el interior de tolvas y de flujo libre, ver figura 1.10.



Figura 1.10 *Sinfín progresivo – manual bega*

### **Sinfín con doble o triple paso**

El sinfín de doble o triple paso es ideal para la elevación de productos fluidos, ver figura 1.11.

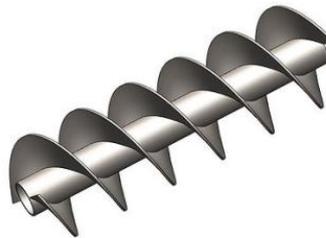


Figura 1.11 *Sinfín con doble o triple paso – manual bega*

### **Sinfín con radios**

Especializado para el transporte de materiales pegajosos.

El espacio abierto entre la rosca y el tubo elimina el amontonamiento del material.

Ver figura 1.12



Figura 1.12 *Sinfín con radios – manual bega*

### **Helicoide con corte, paso estándar**

Los tornillos son recortados a intervalos regulares en el diámetro exterior. Permite la acción de mezcla y agitación del producto. Ver figura 1.13

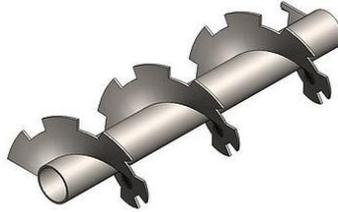


Figura 1.13 *Helicoidal con corte, paso estándar – manual bega*

### **Helicoide sin eje central (Shaftless)**

Consta de helicoidales seccionales unidos por soldadura, no tiene eje central y tiene un plato con eje en un extremo, ver figura 1.14 este permite mover productos pegajosos, gracias a que no tiene eje, el producto corre libremente. Utilizado principalmente en proceso de aguas residuales.



Figura 1.14 *Helicoidal sin eje central – manual bega*

### **Helicoide listón múltiple**

Consta de dos o más listones de diferente diámetro y de lados opuestos, montados uno dentro de otro en el mismo tubo o eje. El material se mueve hacia adelante por el efecto helicoidal y hacia atrás por el efecto del otro. Mezclando efectivamente el material, ver figura 1.15.

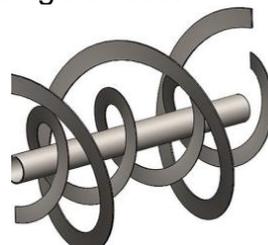


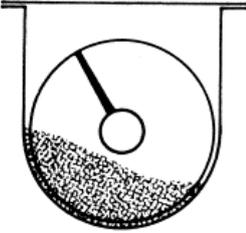
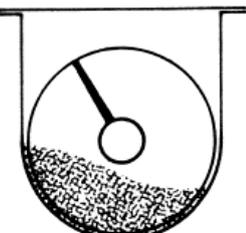
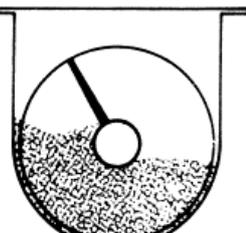
Figura 1.15 *Helicoidal listón múltiple – manual bega*

### 1.3.4 Diámetro del helicoidal por capacidad

Primero determinamos la capacidad del transportador, con la siguiente ecuación 1.2 y seguidamente con la respuesta de la ecuación buscamos en la tabla 1.7 el diámetro del helicoidal.

$$N_a = \frac{C_{req} \text{ en pie}^3/h}{(\text{pie}^3/h)/rpm} = rpm \quad \dots (1.2)$$

Tabla 1.7 Capacidad de transportadores

Carga de Artesa		Diámetro del Helicoidal (Pulg)	Capacidad pies cúbicos por hora (paso completo)		Max RPM
			A 1 RPM	A Max RPM	
30 % A		4	0.41	53	130
		6	1.50	180	120
		9	5.45	545	100
		10	7.58	720	95
		12	12.89	1160	90
		14	20.82	1770	85
		16	31.25	2500	80
		18	45.07	3380	75
		20	62.43	4370	70
		24	109.23	7100	65
	30	211.50	12690	60	
30 % B		4	0.40	29	72
		6	1.50	90	60
		<b>9</b>	<b>5.45</b>	<b>300</b>	<b>55</b>
		10	7.60	418	55
		12	12.90	645	50
		14	20.80	1040	50
		16	31.11	1400	45
		18	45.00	2025	45
		20	62.50	2500	40
		24	109.00	4360	40
	30	216.00	7560	35	
45%		4	0.62	114	184
		6	2.23	368	165
		9	8.19	1270	155
		10	11.40	1710	150
		12	19.45	2820	145
		14	31.21	4370	140
		16	46.62	6060	130
		18	67.67	8120	120
		20	93.64	10300	110
		24	164.00	16400	100
	30	323.00	29070	90	

Manual de Martin.

Recordemos que la ceniza fina (fly ash) tiene la propiedad especial tipo M (al airearse se comporta como fluido), por lo que la fluidez promedio puede variar, y por lo tanto disminuir en denominación. Si la fluidez aumenta entonces el diámetro coincidiría con la tabla de Martin de 9 pulg. Adicionalmente la densidad aparente proporcionada es un tercio del rango mínimo dado en la tabla Características de los Materiales de Martin.

### Diámetro del helicoidal por tamaño de partícula

El tamaño de un transportador helicoidal no solo está determinado por la capacidad requerida, sino también por el tamaño y la proporción de las partículas del material que están siendo manejadas. El tamaño de una partícula es la máxima dimensión que tiene. Si una partícula tiene una dimensión más grande que su sección transversal, esa dimensión mayor determinara el tamaño de la partícula. Ver tabla 1.8

Tabla 1.8 *Tamaño máximo de partículas – diámetro del helicoidal*

Diámetro de Helicoidal	Tubo (DE) $\Delta$ (Pulgadas)	Separación Radial D (Pulgadas)	Clase 1 10% Partículas Máxima (pulgadas)	Clase 2 25% Partículas Máxima (pulgadas)	Clase 3 10% Partículas Máxima (pulgadas)
<b>6</b>	<b>2 3/8</b>	<b>2 5/16</b>	<b>1 1/4</b>	<b>3/4</b>	<b>1/2</b>
9	2 3/8	3 3/16	2 1/4	1 1/2	3/4
9	2 7/8	3 9/16	2 1/4	1 1/2	3/4
12	2 7/8	5 1/16	2 3/4	2	1
12	3 1/2	4 3/4	2 3/4	2	1
12	4	4 1/2	2 3/4	2	1
14	3 1/2	5 3/4	3 1/4	2 1/2	1 1/4
14	4	5 1/2	3 1/4	2 1/2	1 1/4
16	4	6 1/2	3 3/4	2 3/4	1 1/2
16	4 1/2	6 1/4	3 3/4	2 3/4	1 1/2
18	4	7 1/2	4 1/4	3	1 3/4
18	4 1/2	7 1/4	4 1/4	3	1 3/4
20	4	8 1/2	4 3/4	3 1/2	2
20	4 1/2	8 1/4	4 3/4	3 1/2	2
24	4 1/2	10 1/4	6	3 3/4	2 1/2
30	4 1/2	13 1/4	8	5	3

\* Para Tamaños especiales de tubos, consulte a Martin

$\Delta$  El Claro radial es la distancia entre el fondo de la artesa y el fondo del Tubo del Transportdor.

*Manual de Martin.*

Las características del material y de la partícula también afectan. Algunos materiales tienden a formar partículas grandes y duras que no se rompen al moverse dentro del transportador. En ese caso deben tomarse medidas para manejar dichas partículas.

Otros materiales pueden tener partículas relativamente duras, pero que pueden reducir su tamaño al moverse a través del transportador. Otros materiales tienen partículas que se rompen fácilmente en el transportador helicoidal por lo que estas partículas no imponen limitaciones.

Para nuestro caso no se especifican datos de distribución y tamaño de partículas, pero se tiene el código de material ( $A_{40}$ ) que se muestra en Tabla 1.2, el tamaño máximo de partícula es 0.016 pulg y para cualquier clase o tipo de distribución el diámetro mínimo recomendado es de 6 pulg, por lo consiguiente se cumple con la restricción de diámetro por tamaño de partícula. Ver figura 1.16

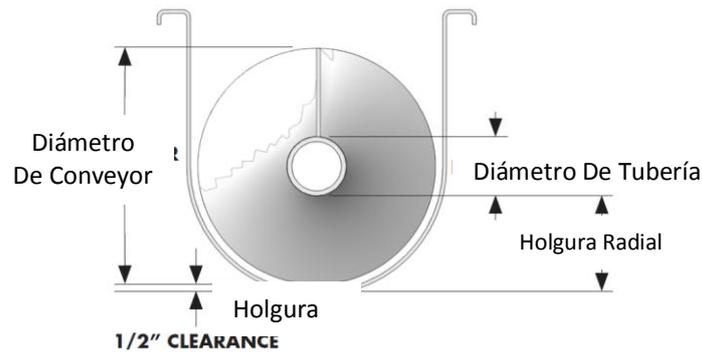


Figura 1.16. *Helicoidal tamaño máximo de partículas – manual martin*

### 1.3.5 Potencia

La Potencia es la relación entre el trabajo realizado y el tiempo empleado. Se mide en vatios, W, en el Sistema Internacional

La potencia mide la rapidez con que se efectúa un trabajo, es decir, la rapidez con que tiene lugar la transferencia de energía desde un cuerpo a otro, para  $F_d$  ver tabla 1.9

- Formula de la Potencia para mover el transportador en vacío.

$$HP_f = \frac{L.N.F_d.F_b}{1\ 000\ 000} = HP \quad \dots (1.3)$$

- Formula de la Potencia para mover el transportador en vacío.

$$HP_m = \frac{C.L.W.F_f.F_m.F_p}{1\ 000\ 000} = HP \quad \dots (1.4)$$

Tabla 1.9 Factor del diámetro

Diámetro del Helicoidal (pulgadas)	Factor $F_d$
4	12.0
6	18.0
9	31.0
10	37.0
12	55.0
14	78.0
16	106.0
18	135.0
20	165.0
24	235.0
30	300.0

*Manual de Martin.*

### 1.3.6 Selección de componentes

#### Artesa

Es una lámina rolada, un canal con forma de "U" o en forma de tubo seccional o completo, es en ella donde se realiza el transporte del material, y dentro de ella se dónde se colocan los componentes internos como son el propio helicoidal y los colgantes con buje intermedio. Las artesas están disponibles en secciones estándar de longitud de 3 metros.

En la tabla 1.10. Apreciamos las medidas de la artesa según las dimensiones necesarias de acuerdo al caso que se necesita; de la misma forma mostramos en los anexos la tabla 8.5 de tipos de descarga según la necesidad y las bridas de artesa en tabla 8.2 de los anexos, longitud de las artesas mostradas en tabla 8.1 de los anexos.

Los tipos de artesa se muestran en la figura 1.17

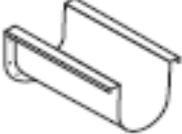
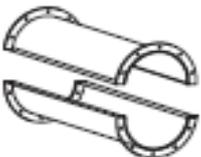
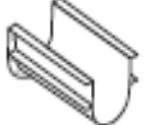
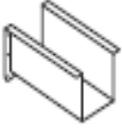
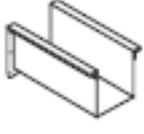
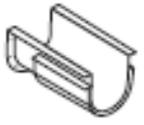
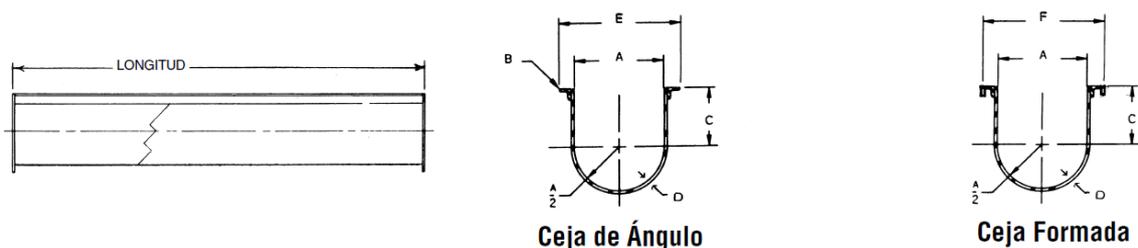
ARTESA EN "U" CON CEJA FORMADA		Es una artesa económica de uso común. Construcción de una sola pieza. Longitudes estándar en existencia
ARTESA EN "U" CON CEJA DE ANGULO		Construcción rígida. Longitud estándar en existencia
ARTESA TABULAR CON CEJA FORMADA		Puede operar llena en aplicaciones de alimentadores. En aplicaciones inclinadas, minimiza el regreso del material. Se desensambla fácilmente para su mantenimiento. Se puede sellar con empaque para confinamiento a prueba de polvo. Se requieren registros para colgante para usar colgantes estándar.
ARTESA TABULAR SÓLIDA		Construcción de una pieza para aplicaciones totalmente cerradas o inclinadas. Se requieren registros para colgante para usar colgante estándar.
ARTESA ENSANCHADA		Se utiliza cuando los materiales tienden a puentearse o cuando se necesitan entradas ensanchadas.
ARTESA CON CANAL		Añade refuerzo estructural cuando las artesas son más largas que lo estándar
ARTESA DE FONDO DESMONTAJE		se utiliza cuando la limpieza del transportador es crítica. Se puede suministrar con bisagra en uno de sus lados y pernos o sujetadores en el otro.
ARTESA RECTANGULAR CON CEJA FORMADA		El material transportado, crea su propia artesa, lo que reduce el desgaste de la artesa. Construcción de una pieza.
ARTESA RECTANGULAR CON CEJA DE ANGULO		Igual a la artesa rectangular con ceja formada, excepto que las cejas superiores están hechas de ángulo estructural
ARTESA ENCHAQUETADA		la chaqueta permite el calentamiento o el enfriamiento del material que está siendo transportado

Figura 1.17. Tipos de artesa – manual martin

Tabla 1.10 Factos de Artesa



Diámetro del Transportador	D	Caja de Ángulo	Artesa con Ceja de Ángulo				Artesa con Ceja Formada				A	B	C	E	F	
			P e s o l b				Número de Artid	P e s o l b								
			Largo 10'*	Largo 5'*	Largo 12'*	Largo 6'*		Largo 10'*	Largo 5'*	Largo 12'*						Largo 6'*
4	16 Cal.	4CTA16	53	29	-	-	4CTF16	41	23	-	-	5	1	3-5/8	7-1/8	7-1/4
4	14	4CTA14	60	33	-	-	4CTF14	50	28	-	-				7-3/16	7-1/4
4	12	4CTA12	78	42	-	-	4CTF12	70	38	-	-				7-1/4	7-1/4
6	16	6CTA16	6	44	-	-	6CTF16	55	32	-	-	7	1-1/4	4-1/2	9-5/8	9-11/16
6	14	6CTA16	78	49	-	-	6CTF14	67	38	-	-				9-11/16	9-11/16
6	12	6CTA16	101	60	-	-	6CTF12	91	50	-	-				9-3/4	
6	10	6CTA16	123	73	-	-	6CTF10	117	64	-	-				9-3/4	
6	3/16	6CTA16	164	86	-	-	6CTF7	150	79	-	-				9-7/8	
9	16 Cal.	10CTA16	113	66	-	-	9CTF16	83	51	-	-				11	1-1/2
9	14	10CTA14	127	73	-	-	9CTF14	99	59	-	-	13-3/16				
9	12	10CTA12	156	87	-	-	9CTF12	132	75	-	-	13-1/4				
9	10	10CTA10	176	102	-	-	9CTF10	164	91	-	-	13-5/16				
9	3/16	9CTA7	230	124	-	-	9CTF7	214	116	-	-	13-3/8				
9	1/4	9CTA3	286	152	-	-	9CTF3	276	147	-	-	13-1/2				
10	16 Cal.	10CTA16	118	69	-	-	10CTF16	88	54	-	-	11	1-1/2	6-3/8		
10	14	10CTA14	133	76	-	-	10CTF14	105	62	-	-				14-3/16	
10	12	10CTA12	164	92	-	-	10CTF12	140	80	-	-				14-1/4	
10	10	10CTA10	178	102	-	-	10CTF10	167	91	-	-				14-5/16	
10	3/16	10CTA7	233	131	-	-	10CTF7	217	123	-	-				14-3/8	
10	1/4	10CTA3	306	163	-	-	10CTF3	296	158	-	-				14-1/2	
12	12 Cal.	12CTA12	197	113	236	135	12CTF12	164	95	197	114	13	2	7-3/4	17-1/4	17-1/2
12	10	12CTA10	234	133	281	160	12CTF10	187	117	224	140				17-5/16	
12	3/16	12CTA7	294	164	353	197	12CTF7	272	150	326	180				17-3/8	
12	1/4	12CTA3	372	203	446	244	12CTF3	357	194	428	233				17-1/2	
14	12 Cal.	14CTA12	214	121	257	145	14CTF12	183	102	219	122				19-1/4	19-3/8
14	10	14CTA10	258	143	309	172	14CTF10	207	127	248	152	15	2	9-1/4	19-5/16	
14	3/16	14CTA7	328	180	394	216	14CTF7	304	168	365	202				19-3/8	
14	1/4	14CTA3	418	224	501	269	14CTF3	403	215	483	258				19-1/2	
16	12 Cal.	16CTA12	238	133	285	160	16CTF12	206	107	247	128				21-1/4	21-3/8
16	10	16CTA10	288	159	345	191	16CTF10	234	144	281	173	17	2	10-5/8	21-5/16	
16	3/16	16CTA7	368	200	442	240	16CTF7	345	188	441	226				21-3/8	
16	1/4	16CTA3	471	243	565	291	16CTF3	455	228	546	273				21-1/2	
18	12 Cal.	18CTA12	252	159	302	191	18CTF12	240	133	288	160				24-1/4	24-1/2
18	10	18CTA10	353	170	423	204	18CTF10	269	165	323	198	19	2-1/2	12-1/8	24-5/16	
18	3/16	18CTA7	444	243	533	291	18CTF7	394	217	473	260				24-3/8	
18	1/4	18CTA3	559	298	671	258	18CTF3	520	275	624	330				24-1/2	
20	10 Cal.	20CTA10	383	228	460	274	20CTF10	296	190	355	228				26-5/16	26-1/2
20	3/16	20CTA7	484	271	581	325	20CTF7	434	247	521	296	21	2-1/2	13-1/2	26-3/8	
20	1/4	20CTA3	612	334	734	401	20CTF3	573	315	687	378				26-1/2	
24	10 Cal.	24CTA10	443	255	531	306	24CTF10	384	227	461	272				30-5/16	30-1/2
24	3/16	24CTA7	563	319	676	383	24CTF7	514	293	617	352	25	2-1/2	16-1/2	30-3/8	
24	1/4	24CTA3	717	363	860	435	24CTF3	678	339	813	406				30-1/2	

Manual de Martin.

## Ejes

La palabra eje presenta diferentes usos y aplicaciones dependiendo del contexto en el cual se la emplee.

A instancias de la mecánica, por ejemplo, un eje se es el elemento constructivo cuyo objetivo es el de guiar el movimiento de rotación, ya sea de una pieza o de un conjunto de piezas, tales como una rueda o un engrane.

En tanto, puede ser que el eje se encuentre fijo, o sea, sin posibilidad de giro, o en su defecto formar parte de un sistema de rodamientos, en el cual la pieza girará alrededor del eje. Ver figura 1.18 en las tablas Ver tabla 2.1 y 1.11 se apreciamos el diámetro del eje y características de los pernos a usar. En el los anexos mostramos una tabla 8.6 en donde se aprecian los diferentes tipos de eje.

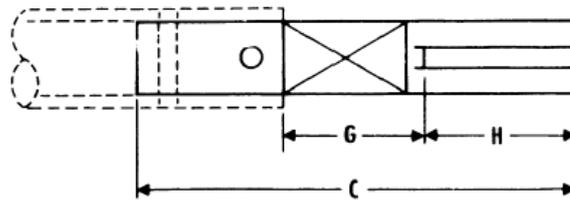


Figura 1.18.Eje – Manuel Martin

Tabla 1.11 Pernos para Ejes

Capacidad de Potencia de los Componentes de Transportadores Helicoidales									
Acoplamiento	Tubo		Ejes		Pernos				
Diámetro Del Eje (pulg)	Tamaño (pulg)	HP Por RPM	HP por RPM		Diámetro del perno (pulg)	Pernos al corte HP Por RPM **		Resistencia de los Barrenos HP por RPM	
			Estándar CEMA (C-1018)	Estándar Martin (C-1045)		N° de pernos		No de pernos	
						2	3	2	3
1	1 1/4	0.49	<u>0.013</u>	0.016	3/8	0.021	0.032	0.031	0.046
1 1/2	2	0.119	<u>0.048</u>	0.058	1/2	0.058	0.087	0.079	0.119
2	2 1/2	0.226	<u>0.120</u>	0.146	5/8	0.12	0.18	0.124	0.187
2 7/16	3	0.366	0.239	0.289	5/8	<u>0.147</u>	0.22	0.184	0.277
3	3 1/2	0.509	0.450	0.546	3/4	0.26	0.39	<u>0.246</u>	0.369
3	4	0.682	0.450	0.546	3/4	<u>0.26</u>	0.39	0.396	0.595
3 7/16	4	0.682	0.675	0.818	7/8	0.406	0.609	<u>0.345</u>	0.518

Manual de Martin y Cema

## Bujes

Un buje es un elemento mecánico, que puede ser tan sencillo como un agujero mecanizado en una pieza hecha de fundición. Entre otros nombres, es llamado

casquillo, bushing o manguito. Puede estar fabricado de un sólo material (bronce, acero, teflón, nylamid, etc.) o de dos o más materiales.

Ejemplos: neopreno-acero, poliuretano-acero. Ver tipos de Bujes figura 1.19 y colgantes en figura 1.20. también mostramos una tabla de los tipos d colgantes en los anexos tabla 8.7

Tienen gran variedad de usos, pueden emplearse como soporte o cojinete antifricción en una flecha giratoria, como accesorio para el centrado de un componente, para permitir el movimiento relativo de piezas de suspensión automotriz. Aprovechando las cualidades de 2 materiales: Poliuretano y acero. Ver tabla 1.12 también tipos de colgantes en tabla 8.8 de anexos.

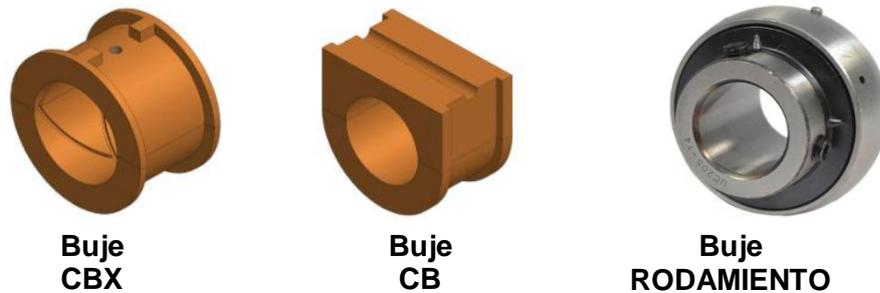


Figura 1.19 Tipos de Bujes – manual conveyor (engineering & manufacturing)

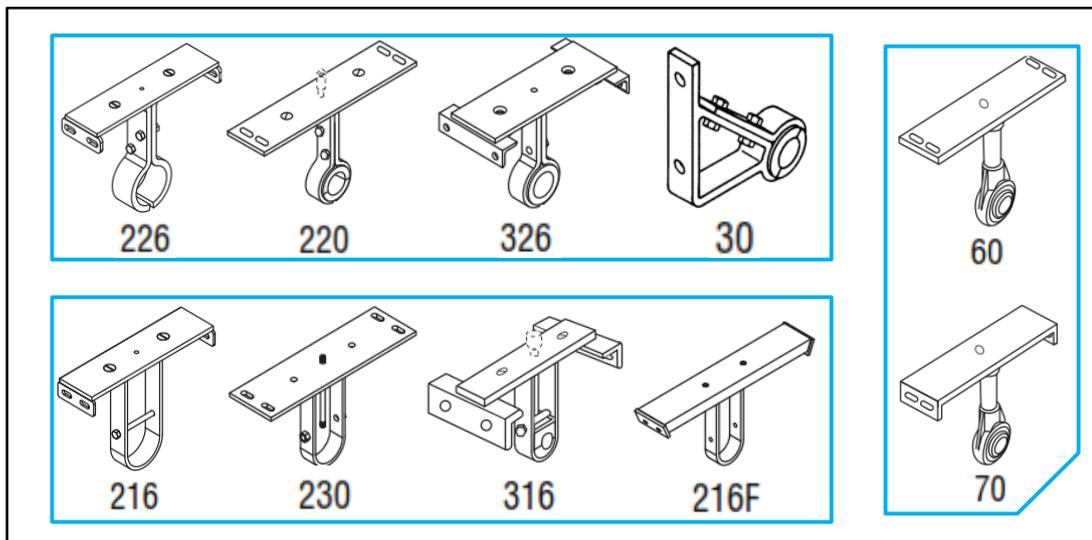


Figura 1.20 Tipos de Colgantes – Manual Martin

Tabla 1.12 Factor de bujes para colgantes

FACTOR DE BUJES PARA COLGANTES						
Grupo de Componente para Buje	Tipos de Bujes	Materia Recomendado para Eje de Acoplamiento	Temperatura de Operación Máxima Recomendada		Factor del Buje para colgante $F_b$	
			° F	° C		
<b>B</b>	Bolas(rodamiento)	Estándar	180	82.22	1.0	
<b>L</b>	Bronce	Estándar	300	148.89	1.7	
<b>S</b>	Bronce sinterizado y autolubricado	Estándar	850	454.44	2.0	
	Bronce grafitado	Estándar	500	260.00		
	Bronce impregnado de aceite	Estándar	200	93.33		
	Madera impregnada de aceite	Estándar	160	71.11		
	Nylatron	Estándar	250	121.11		
	Nylon	Estándar	160	71.11		
	Teflon	Estándar	250	121.11		
	UHMW	Estándar	225	107.22		
<b>H</b>	Uretano	Estándar	200	93.33	3.4	
	Hierro endurecido sinterizado y autolubricado	Endurecido	500	260.00		
	Hierro endurecido	Endurecido	500	260.00		4.4
	Sup. Endurecida	Endurecido o especial	500	260.00		
	Stellite	Endurecido	500	260.00		
Cerámica	Endurecido	1000	537.78			

\* Bujes no lubricados o bujes sin lubricación adicional

Manual Martin

Tabla 1.13 Factor de eficiencia

Factor de eficiencia ( $\epsilon$ ) de las transmisiones				
Transmisión para transportador helicoidal o montado en eje con transmisión de bandas en V	Reductor de engranes helicoidales con transmisión de bandas en V cople	Motorreductor con cople	Motorreductor con transmisión de cadena	Corona Sinfin
0.88	0.87	0.95	0.87	0.71

Manual Martin

Tabla 1.14 Factor del tipo de helicoidal ( $F_f$ )

Tipo de Helicoidal	$F_f$ Factor por porcentaje de carga del Transportador		
	15%	30%	45%
<b>Estándar</b>	1	1	1
<b>Helicoidal con Corte</b>	1.1	1.15	1.2
<b>Helicoidal con Corte y Doblez</b>	NR	1.5	1.7
<b>Helicoidal de Listón</b>	1.05	1.14	1.2

Manual Martin

Tabla 1.15 Factor paletas ( $F_p$ )

Factor de Paleta $F_p$					
Paletas Estándar de Paso Invertido a 45°	Paletas por Paso				
	0	1	2	3	4
<b>Factor <math>F_p</math></b>	1	1.29	1.58	1.87	2.16

Manual Martin

## Cojinetes

Un sistema de rodamientos no se compone solo de rodamientos. Los componentes adyacentes, como el eje y los soportes, son partes integrales del sistema en su conjunto. El lubricante y los sellos también desempeñan una función esencial. Para que el rodamiento funcione con el máximo rendimiento, debe haber una cantidad correcta del lubricante adecuado con el fin de reducir la fricción en el rodamiento y protegerlo de la corrosión. Los elementos sellados son importantes porque permiten que el lubricante permanezca dentro del rodamiento y evitan el ingreso de contaminantes. Esto es especialmente importante dado que la limpieza afecta considerablemente la vida útil del rodamiento.

Son varios los factores que intervienen en el proceso de selección de los rodamientos. Entender el comportamiento dinámico de las aplicaciones es, posiblemente, uno de los más importantes. Comportamiento dinámico, en este caso, significa:

- Espacio disponible
- cargas (magnitud y dirección)
- Desalineación
- Precisión y rigidez
- Velocidades
- Temperatura de funcionamiento
- Niveles de vibración
- Niveles de contaminación
- Tipo y método de lubricación

Una vez que se ha establecido el comportamiento dinámico, se puede seleccionar el tipo y tamaño adecuado de rodamiento. No obstante, durante el proceso de selección de rodamientos, se deben tener en cuenta otros factores como:

- Forma y diseño adecuados de otros componentes de la disposición
- Ajustes apropiados y juego interno o precarga del rodamiento
- Dispositivos de fijación
- Sellos adecuados
- Tipo y cantidad de lubricante
- Instalación y métodos de desmontaje



Figura 1.21 Tipos de Colgantes – Manual SKF

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Cuáles son las características técnicas de un conjunto de transportadores helicoidales para la evacuación de ceniza de 1.8 t/h en el precipitador electrostático de la caldera Factory Sales & Engineering Inc. de la empresa Agrolmos SA.?

#### **1.5. Justificación del estudio**

##### **Relevancia económica**

Se justifica económicamente porque disminuirá el costo continuo de fabricación de tolvas de ceniza y de mantenimiento para la empresa.

##### **Relevancia ambiental**

Se eliminara las continuas fugas de cenizas al medio ambiente por causa de falta de capacidad de extracción. Esto origina además menor cantidad de ceniza en el lavador de gases lo que hará más eficiente.

##### **Relevancia tecnológica**

Se usara los conocimientos adquiridos en la formación profesional, para el diseño de transportadores helicoidales. Esto contribuye a la aplicación de los conceptos de la ingeniería a la solución de problemas técnicos en las empresas.

#### **1.6. Hipótesis**

Con la implementación de tres transportadores helicoidales en el precipitador electrostático de la caldera Factory Sales & Engineering Inc. se evacuara de manera continua 1.8 t/h de ceniza, reduciendo considerablemente los costos en la empresa y reduciendo el nivel de contaminación en el medio ambiente de la zona.

#### **1.7. Objetivos**

1. Conocer el procedimiento de la descarga de ceniza a través del precipitador electrostático.
2. Determinar los factores de diseño del transportador helicoidal: características del material, capacidad requerida.
3. Calcular la capacidad de diseño del transportador.
4. Encontrar el diámetro y la velocidad del tornillo.

5. Determinar la potencia necesaria.
6. Diseño de componentes: artesa, eje, bujes, helicoide, reductor, chumaceras, rodamientos.
7. Realizar un análisis económico del proyecto.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

Aplicada.

### 2.2. Variables, operacionalización

#### A. Variables independientes

- Ceniza muy fina (Fly Ash)
- Densidad Aparente (bulk density)
- Capacidad Requerida (másica)
- Longitud

#### B. Variables dependientes

- Características técnicas del sistema de transporte helicoidal de 1.8 t/h de ceniza.

### 2.3. Población y muestra

#### Población:

Transportadores helicoidales de ceniza de bagazo.

#### Muestra:

Transportadores helicoidales para 1.8 t/h de ceniza del Precipitador electrostático de la caldera Factory Sales & Engineering Inc. bagacera de 100 t/h de vapor con 42 kg.f/cm<sup>2</sup> y 400°C de la empresa Agrolmos S.A

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica	Instrumento
Cálculo matemático	Ecuaciones de referencia bibliográficas. Procesador de cálculo.
Recopilación de datos	Catálogo, manual de proveedores, libros, páginas web.
Análisis económicos	Hoja de cálculo.
Simulación	Software especializado.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Análisis descriptivo.

## **2.6. Aspectos éticos**

### **Consideraciones éticas:**

Para las Escuelas de Ingeniería:

Se firmó un formato de consentimiento informado, que proporciona los lineamientos de la Tesis y los derechos del alumno, si la investigación lo amerita; y cumplir con los criterios que son referidos en el reglamento de la Universidad Cesar Vallejo.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Sistema de descarga

En la figura 3.1. se muestra el procedimiento de la descarga de ceniza del precipitador electroestático, que consiste en 03 chutes de descarga conteniendo:

- Ceniza muy fina ..... (*Fly ash*)
- Densidad Aparente (bulk density) .....  $150 \text{ kg/m}^3$
- Capacidad Requerida (másica) .....  $616 \text{ kg/h}$
- Temperatura del Material .....  $180^\circ$
- Longitud .....  $13.20\text{m}$ .

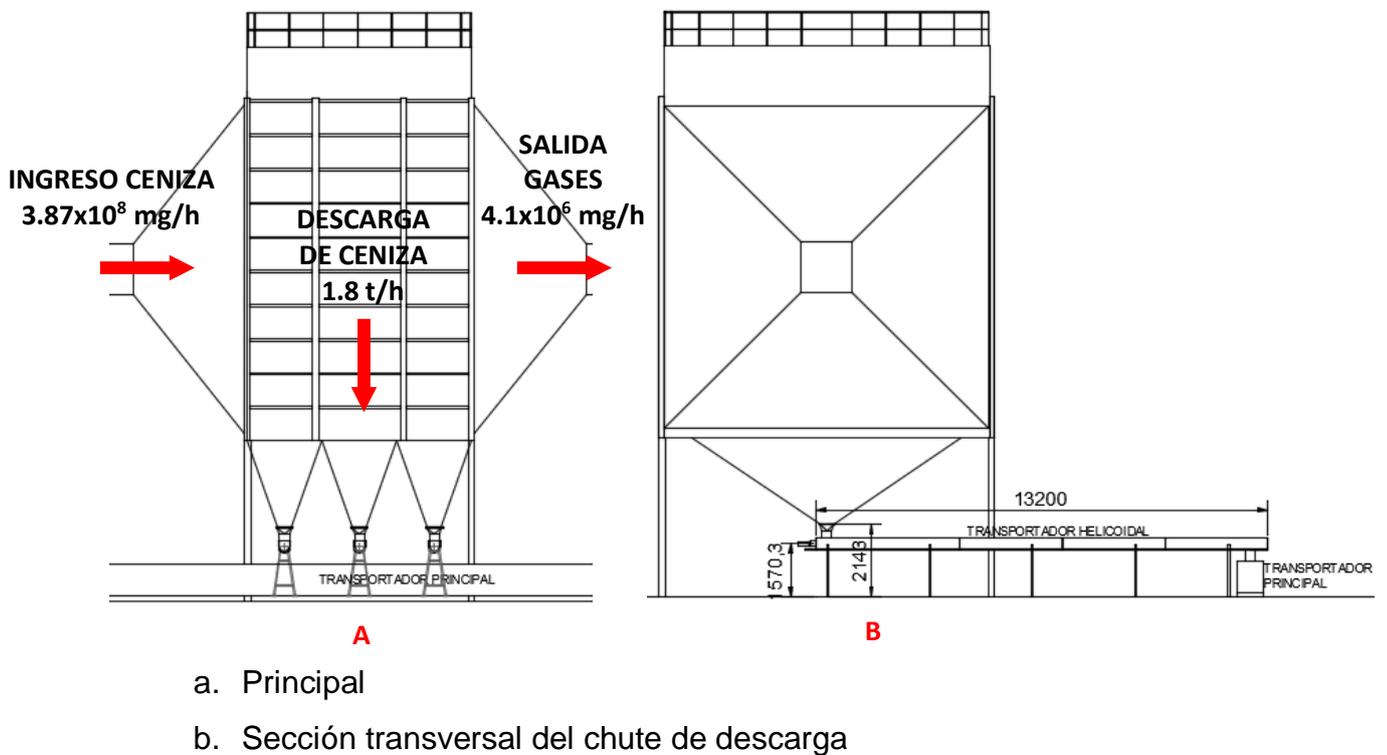


Figura 3.1. Sistema de descarga

#### 3.2. Factores de diseño del sistema de transporte helicoidal

- Ceniza muy fina ..... (*Fly ash*)
- Densidad Aparente (bulk density) .....  $150 \text{ kg/m}^3$
- Capacidad Requerida (másica) .....  $616 \text{ kg/h}$
- Temperatura del Material .....  $180^\circ$
- Longitud .....  $13.20\text{m}$ .

### 3.3. Cálculo de la capacidad requerida

$$1kg. = 2.20462lb.$$

$$1m^3. = 35.3147pie^3$$

Conversión: Densidad Aparente

$$\rho_{dato} = 150 \frac{kg}{m^3} = 9.36 lb/pie^3$$

La capacidad requerida o Real ( $C_{req}$ ) se obtiene usando la capacidad másica ( $C_m$ ) y la densidad aparente como sigue:

$$C_{req} = \frac{C_m}{\rho_{aparente}} = \frac{616 kg/h}{150 kg/m^3} = 4.11 m^3/h$$

$$C_{req} = 4.11 \frac{m^3}{h}$$

$$C_{req} = 145.14 pie^3/h$$

### Cálculo de la capacidad equivalente

El cálculo de la capacidad equivalente ( $C_{equiv}$ ) depende de 3 factores (tablas 1.4, 1.5, 1.6).

$$C_{equiv} = C_{req}(CF_1)(CF_2)(CF_3)$$

En nuestro caso tenemos las siguientes características de acuerdo a tabla:

- Paso estándar, por lo tanto .....  $CF_1 = 1.0$  (Tabla 1.4)
- No se usarán helicoidales especiales,  
por lo tanto .....  $CF_2 = 1.0$  (Tabla 1.5)
- No se emplearán paletas mezcladoras,  
por lo tanto .....  $CF_3 = 1.0$  (Tabla 1.6)

$$C_{equiv} = 145.14 \frac{pie^3}{h} \cdot (1) \cdot (1) \cdot (1)$$

$$C_{equiv} = 145.14 \frac{pie^3}{h}$$

### 3.4. Diámetro y velocidad del tornillo

#### 3.4.1. Cálculo del Diámetro del Helicoidal por Capacidad

- Sabiendo que la capacidad máxima es de

$$C_{equiv} = 145.14 \frac{pie^3}{h}$$

- Según tabla 1.3 tenemos que: Carga de Artesa es..... **30B**

Por tanto tenemos que con estos datos en la tabla 1.7 obtenemos lo siguiente:

- Carga de Artesa..... **30% B**
- Capacidad  $pie^3/h$ , a 1rpm es ..... **5.45**
- Capacidad  $pie^3/h$ , a un Max de rpm es..... **300**
- Máximo de rpm es..... **55**
- Diámetro del helicoidal..... **9pulg.**

#### Cálculo del tamaño del helicoidal por tamaño de partícula

En los datos obtenidos inicialmente no se aprecia la distribución y tamaño de partículas, pero con el código de material en tabla 1.3 se tiene que es **A40**, el tamaño máximo de partícula es 0.016pulg y para cualquier clase o tipo de distribución el diámetro mínimo recomendado es de 6pulg. Por lo tanto ambos casos cumplen con la restricción de diámetro por tamaño de partícula.

### 3.4.2. Cálculo de la velocidad del helicoidal

La velocidad de giro del helicoidal se calculará basada en los casos anteriormente mencionados tal como siguen:

Para el diámetro de **9pulg.** Según tabla 1.7 se tiene:

- Carga de Artesa ..... **30% B**
- Capacidad  $pie^3/h$ , a 1rpm es ..... **5.45**
- Capacidad  $pie^3/h$ , a un Max de rpm es..... **300**
- Máximo de rpm es..... **55**

Por lo que la velocidad de giro ( $N_a$ ).se obtiene por:

$$N_a = \frac{145.14 pie^3/h}{5.45 (pie^3/h)/rpm} = 26.63 \frac{pie^3 \cdot rpm}{\frac{pie^3}{h} \cdot h} = 26.63 \frac{pie^3 \cdot rpm \cdot h}{pie^3 \cdot h}$$

$$N_a = 26.63rpm$$

### 3.5. Cálculo de la potencia

❖ **Potencia para mover el transportador en vacío.**

$$1m. = 3.28084pie$$

- Longitud .....  $L = 13.20m. \approx L = 43.30pie.$
- Velocidad de giro .....  $N_a = 26.63rpm$
- Factor de diámetro .....  $F_d = 31.0$  de tabla 1.9
- Factor de buje .....  $F_b = 4.4.0$  de tabla 1.12

$$HP_f = \frac{L \cdot N \cdot F_d \cdot F_b}{1\ 000\ 000} = HP$$

$$HP_f = \frac{(43.3)(26.63)(31.0)(4.4)}{1\ 000\ 000} = 0.157HP$$

$$HP_f = 0.157HP$$

❖ **Potencia para mover el material en el transportador**

- Longitud .....  $L = 13.20m. = L = 43.30pie.$
- Factor del Helicoidal .....  $F_f = 1$  de tabla 1.14
- Factor de Material .....  $F_m = 2$  de tabla 1.3
- Factor de Paleta .....  $F_p = 1$  de tabla 1.15
- Densidad aparente ( $\rho_{dato}$ ).....  $W = 9.36 lb/ pie^3$
- Capacidad equivalente( $C_{equiv}$ ) .....  $C = 145.14 pie^3/h$

Cabe mencionar que para casos de transportadores helicoidales especiales o modificados no se especifica qué valor de capacidad requerida ( $C$ ) usar, en algunos se da como ejemplo el uso de la capacidad requerida, mientras que en otros se da a entender que se debe usar la capacidad equivalente.

En este caso en un transportador estándar por lo que la capacidad equivalente y la requerida coinciden, y no representan inconvenientes.

$$HP_m = \frac{C \cdot L \cdot W \cdot F_f \cdot F_m \cdot F_p}{1\ 000\ 000} = HP$$

$$HP_m = \frac{(145.14)(43.3)(9.36)(1)(2)(1)}{1\ 000\ 000} = HP$$

$$HP_m = 0.1176HP$$

❖ **Potencia total**

- Previamente se debe calcular la suma de  $HP_f + HP_m$ , para obtener el valor de sobrecarga ( $F_o$ )

$$HP_f + HP_m = 0.274HP$$

$$F_o = -0.6115 \cdot \ln(0.274) + 2.024 \quad \dots (2.1)$$

$$F_o = 2.82$$

$$1HP = 0.746kw$$

$$HP_{total} = \frac{(HP_f + HP_m) \cdot F_o}{e}$$

$$HP_{total} = \frac{(0.274) \cdot 2.82}{0.95}$$

$$HP_{total} = 0.81kw$$

Para este caso el factor es bastante cercano a 1HP pero se debe evaluar si el transportador arrancaría con carga pues este se recomienda usar 1.5 HP.

### 3.6. Selecci3n de componentes

Con el diámetro obtenido que es de 9", en la tabla 3.1 pues obtenemos el tipo de helicoidal ya sea en una sola pieza o seccionada tenemos los c3digos (9S312) que nos permitirán encontrar en resto de accesorios de acuerdo a las tablas que se presentarán en los anexos.

Tabla 3.1 *Grupo de componentes 3*

Diámetro del Helicoidal	Diámetro del Eje	Número de Helicoidal		Espesor, Calibre Americano Estándar (Pulgadas)		
		Helicoidal Continuo	Helicoidal Seccional	Helicoidal	Artesa	Cubierta
6	1 1/2	6H312	6S312	3/16"	Calibre 16	Calibre 16
9	1 1/2	9H312	9S312	1/4"	3/16"	Calibre 14
9	2	9H414	9S416	1/4"	3/16"	Calibre 14
12	2	12H412	12S412	1/4"	1/4"	Calibre 14
12	2 7/16	12H512	12S512	3/8"	1/4"	Calibre 14
12	3	12H614	12S616	3/8"	1/4"	Calibre 14
14	3	-	14S624	3/8"	1/4"	Calibre 14
16	3	-	16S624	3/8"	1/4"	Calibre 14
18	3	-	18S624	3/8"	1/4"	Calibre 12
20	3	-	20S624	3/8"	1/4"	Calibre 12
24	3 7/16	-	24S724	3/8"	1/4"	Calibre 12
30	3 7/16	-	30S724	3/8"	1/4"	Calibre 12

*Manual Martin*

#### 3.6.1. Rodamientos

- Rodamientos de empuje

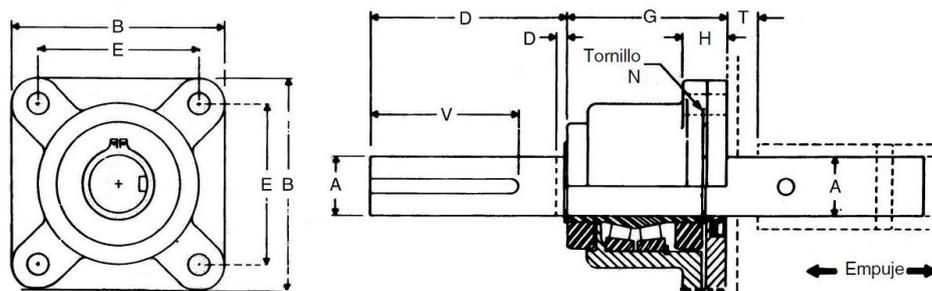


Figura 3.2 – Rodamientos de empuje – Manual Martin

Los rodamientos de empuje están diseñados para soportar el empuje en ambas direcciones y la carga radial bajo condiciones normales (figura 3.2). Considerando un eje de 2" según la Tabla 3.1; estos rodamientos son seleccionados y diseñados por el catálogo Martin (tabla 3.2) para poder ser seleccionado debemos tener el diámetro del eje que es de 2 pulgadas una vez obtenido esto podemos encontrar las medidas para poder diseñarlo.

Tabla 3.2 Rodamientos de empuje

A DIAM. DEL EJE	B	D		E	G	H	N	T	V	PESO (lb)	
		EJE MOTRIZ	EJE TERMINAL							EJE MOTRIZ	EJE TERMINAL
2	5 5/8	5	3/4	4 3/8	4 1/8	1 11/16	1/2	1 1/4	4 1/2	32	29

Manual Martin

### 3.6.2. Ejes

- Ejes de Acoplamiento

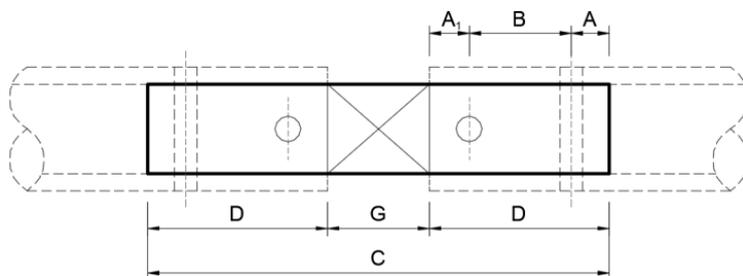


Figura 3.3 – Acoplamiento – Manual Martin

Los ejes de acoplamiento (figura 3.3) permiten unir tramos de helicoidales dentro del transportador. El diseño de los acoples es seleccionado por el diámetro del eje

(diámetro 2" de la tabla 3.1); teniendo este dato lo seleccionamos del catálogo Martin (tabla 3.3) y así podemos escoger las medidas para diseñar.

Tabla 3.3 Ejes de acoplamiento

DIAMETRO DEL EJE	NÚMERO DE PARTE *	A <sub>1</sub>	A	B	C	D	G	Peso lb
2	CC4	7/8	7/8	3	11 1/2	4 3/4	2	9.8

\* Agregue – H para ejes endurecidos

El eje se endurece por inducción únicamente en la zona de operación del buje del colgante a 40-50 RC

Manual martin

- **Ejes Terminales**

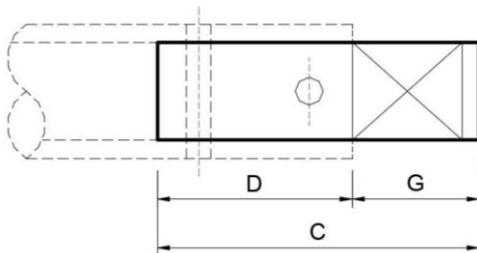


Figura 3.4 – Ejes terminales – Manual Martin

Una vez obtenido el diámetro del eje (diámetro 2" de la tabla 3.1), podemos seleccionar del catálogo Martin (tabla 3.4) y encontrar las medidas para diseñar, en la figura (3.4) podemos verificar las medidas que necesitamos para su fabricación.

Tabla 3.4 Ejes terminales

DIAMETRO DEL EJE	NÚMERO DE PARTE *	C	G	Peso lb
2	CHE4	6 7/8	2 1/8	9.8

\* Agregue – H para ejes endurecidos

El eje se endurece por inducción únicamente en la zona de operación del buje del colgante a 40-50 RC

Manual martin

- **Ejes Motriz**

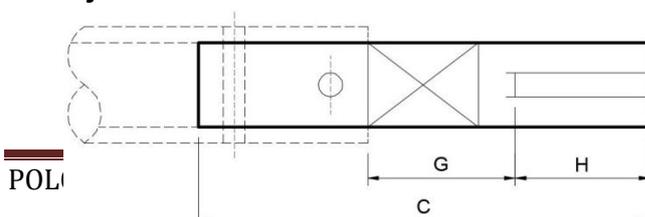


Figura 3.5 – Eje motriz – Manual Martin

Para seleccionar el eje motriz del catálogo Martin (tabla 3.5) y obtener sus medidas debemos conocer el diámetro del eje (diámetro 2" de la tabla 3.1), seguidamente en la figura (3.5) vemos las medidas necesarias del eje para su diseño.

Tabla 3.5 Eje motriz

DIAMETRO DEL EJE	NÚMERO DE PARTE *	C	G	H	Peso lb
2	1CD4B	15	5 3/4	4 1/2	13.3

Manual martin

### 3.6.3. Cubierta de artesa

- **Cubierta plana**

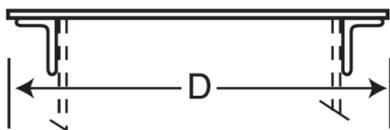


Figura 3.6 – Cubierta plana – Manual Martin

La cubierta de la artesa es seleccionada de acuerdo al diámetro del helicoidal y para eso lo seleccionamos del catálogo Martin (tabla 3.6) una vez obtenido todo podemos ver en la figura (3.6) las medidas que necesarias para su diseño.

Tabla 3.6 Rodamientos de empuje

DIAMETRO DEL TRANSPORTADOR	Cubierta Plata			
	Numero de Partes	Grosor. Cal.	Peso por pie lb	D
9	9TCP14	14	3.5	13 3/8

Manual martin

### 3.6.4. Selección del motoreductor

La selección del motoreductor es de acuerdo a la potencia total obtenida, se selecciona de la tabla (3.7) y en la figura (3.7) apreciamos las medidas que se muestran del motoreductor.

En el ítem 3.5 se determinó la potencia total de 0.81kw

Tabla 3.7 Motoreductor

Potencia Entrada		Velocidad Entrada aprox.	Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO		Factor de Seguridad	Momento Util
KW	HP	(RPM)	(RPM)	(i)			(fz)	(Nm)
1.10	1.50	1385	28	491.89	C5HR	1.50	1.95	3587

Manual Lentax

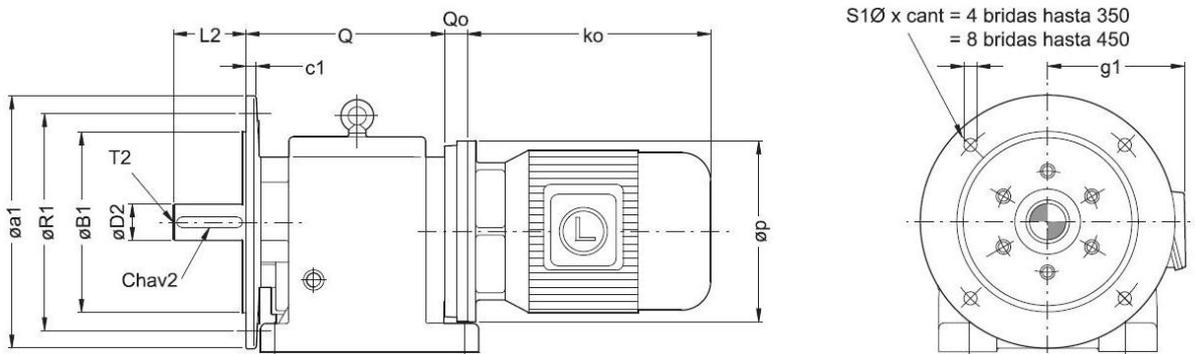


Figura 3.7 – Motoreductor – Manual Lentax

En la tabla (3.8) apreciamos todas las medidas que tendrá el motoreductor a seleccionar de acuerdo al código

Tabla 3.8 Medidas de. Motoreductor

Modelo	D2Ø	L2	chav 2	T2	H2	A	B	SØ	I	Q	Q0			
Mode	keway 2										IEC 71	IEC 80-90	IEC 100-112	IEC 132
C5HR	mm 90	170	25 x 14	M24	315	410	340	33	50	524	---	172	172	---
	inch 3.500	6 3/4	7/8 x 7/8	UNC 1"	12.402	16 1/8	13 1/8	1 5/16	1 31/32	20 5/8	---	6 3/4	6 3/4	---

Modelo	B1Ø	R1Ø	S1Ø	a1Ø	c	c1	e	f	g	h	ht	Peso aceite		
Model												n	kg	lbs
												Weight	oil	fl.oz
C5HR	mm 450	500	18	550	70	24	490	450	32	490	526	110	340	16.5
	inch 17.717	19 11/16	11/16	21 5/8	2 3/4	15/16	19 5/16	17 3/4	1 1/4	19 5/16	20 3/4	4 3/8	750	569

Figura 3.8 – Medidas de Motoreductor – Manual Lentax

En la tabla (3.8) se menciona las medidas que tendrá el motor eléctrico a usar con el motoreductor.

Tabla 3.8 Medidas de Motor

Modelo Mode	IEC Motor Size					Motor Standard Standard Motor			Motor con Freno Brake Motor			Motor con Antigiro Motor with Backstop			
	DØ	L	PØ	g1	dcØ	k0	Lc	Peso Kg Weight lb	k0	Lc	Peso Kg Weight lb	k0	Lc	Peso Kg Weight lb	
80	mm	19	40	200	145	158	236	75	14	288	125	16	236	75	14
	inch	0.748	1.575	7 7/8	5 11/16	6 1/4	9 5/16	2 15/16	31	11 5/16	4 15/16	35	9 5/16	2 15/16	31

Manual Lentax

TABLA DE MEDIDAS DE MOTORES ELECTRICOS

OVERALL DIMENSIONS – I.E.C. MOTORS

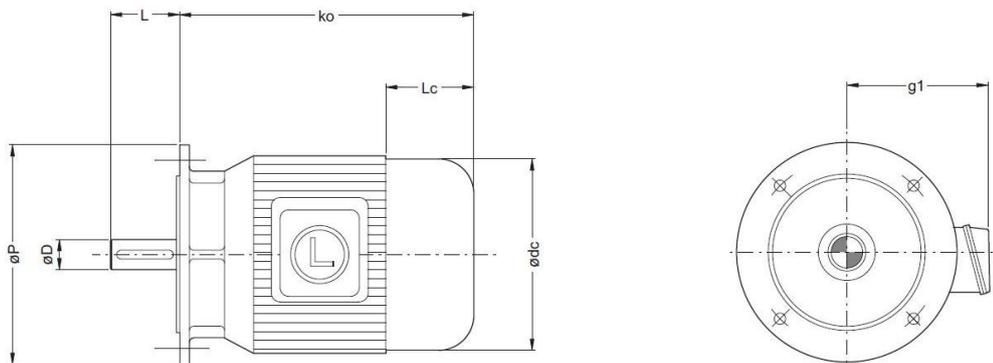


Figura 3.8 – Medidas Motor – Manual Lentax

TABLA DE MEDIDAS SERIE “C”

OVERALL DIMENSIONS – TYPE “C”

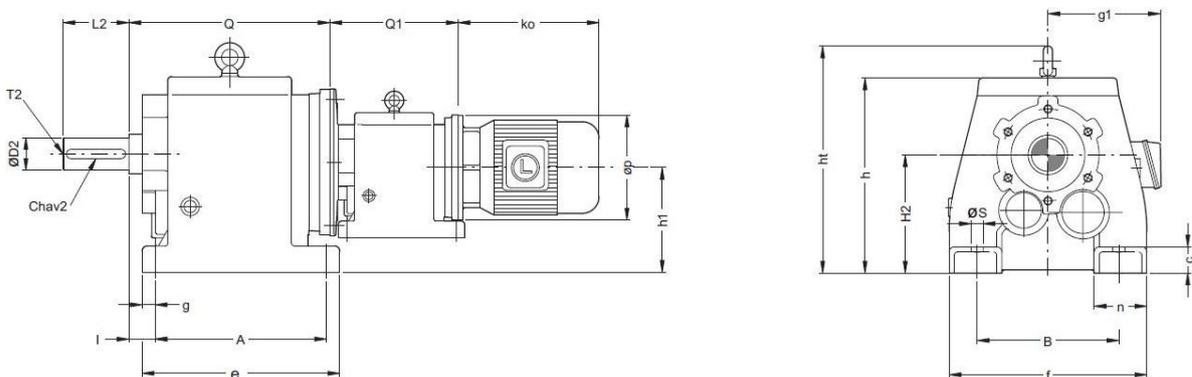


Figura 3.9 – Medidas Motor – Manual Lentax

### 3.6.5. Descarga estandar

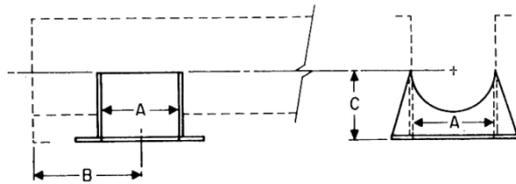


Figura 3.10 – Descarga estandar – Manual martin

Tabla 3.9 Medidas de. Motor

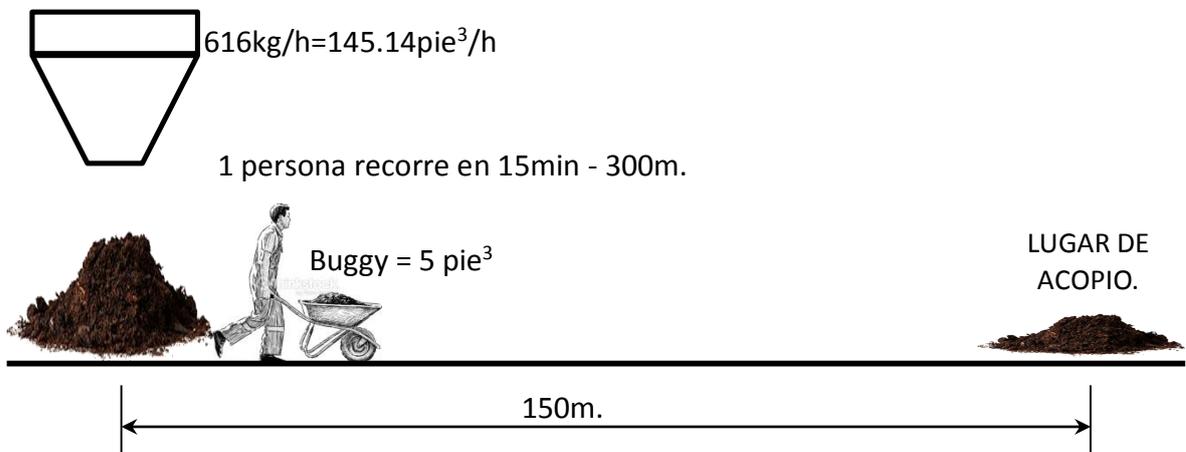
DIAMETRO DEL TRANSPORTADOR	A	B	C
9	10	8	7 1/8

Manual martin

### 3.7. Análisis económico

Se debe tener presente que el precipitador electroestático tiene e chutes de descarga.

			<b>TOTAL</b>
616kg/h=145.14pie <sup>3</sup> /h	616kg/h=145.14pie <sup>3</sup> /h	616kg/h=145.14pie <sup>3</sup> /h	1.8 tn/h
6 personas x turno	6 personas x turno	6 personas x turno	18 personas x turno
3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos
18 personas en total por cada turno	18 personas en total por cada turno	18 personas en total por cada turno	54 personas en total por día



❖ Para realizar la descarga de ceniza manual del precipitador electroestático se necesita 6 personas en cada descarga por un turno de 8 horas. Por tanto:

- En un turno de 4 personas se evacua lo siguiente:

*Cada carretilla Buggy tiene una capacidad de  $0.141m^3 = 5pie^3$*

*6personas x 5pies<sup>3</sup> = 30pie<sup>3</sup> en 15min*

*90pie<sup>3</sup> en 45min.*

*60pie<sup>3</sup> en 30min.*

*120pie<sup>3</sup> en 60min.*

Se descarga 120 pie<sup>3</sup>/h en un chute de descarga

- Los tiempos dados tienen una larga holgura, esto permitirá que cada turno en una hora podrá realizar 1 vuelta más dado como resultado de evacuación

*120pie<sup>3</sup> + 30pie<sup>3</sup> = 150 pie<sup>3</sup>/h*

- Cada trabajador gana el sueldo mínimo que es de s/.850.0

*S/.850.0 = sueldo mensualal*

*1 mes = 30 días del mes*

*850 x 6personas = s/. 5100 mensules (en 1 turno)*

*5100 x 3 turnos = s/. 15300 mensules (en 3 turno en un solo chute)*

*15300 x 3 chutes = s/. 45900 mensules (en las 3 descargas)*

❖ El costo de fabricación de los 3 transportadores helicoidales son de acuerdo a la cotización mostrada en Anexos siendo S/. 79913.1

$$\frac{s/. 79913.1 \text{ costo de fabric. 3 transp.}}{s/. 45900 \text{ costo del personal al mes}} = 1.74 \approx 2 \text{ meses}$$

- En meses se realizara el retorno de inversión quedando con el equipo para una larga duración, este equipo solo necesitara un mantenimiento por cada 4 o 6 meses por un lapso de 10 años y después se tendrá que analizar cada cuanto tiempo necesitara nuevamente el mantenimiento.

❖ Con estos cálculos demostramos que la construcción de los transportadores por costo inversión es viable.

#### IV. DISCUSION

- 4.1 El procedimiento de descarga mediante 03 chutes hace que sea más fácil la evacuación mediante 03 tornillos helicoidales disminuyendo la contaminación total.
- 4.2 Los resultados obtenidos en la capacidad requerida  $145.14 \text{ pie}^3/h$  y características de materiales Artesa 30%B, rpm 26.63rpm se obtuvo del manual de Martin el cual es un buen orientador para este tipo de diseños; este resultado fue comparado el trabajo de tesis del autor Juan Carlos García Bobadilla; con una Capacidad de  $1873.927 \text{ pie}^3/h$ ; en la ceniza se puede observar el silicio es el elemento principal en este material, el cual es expresado como dióxido de silicio y constituye casi el 80% del material.
- 4.3 El resultado obtenido en la capacidad de diseño del transportador fue de  $145.14 \text{ pie}^3/h$ , obteniendo una artesa de 30%B siendo este comparado con la tesis del Autor Juan García Bobadilla quien también obtuvo una capacidad de diseño de  $1873.927 \text{ pie}^3/h$  obteniendo una artesa de 30%B; concluyendo que el resultado obtenido es el correcto.
- 4.4 El diámetro del tornillo se obtuvo al encontrar la capacidad de transporte  $145.14 \text{ pie}^3/h$  dando como resultado un diámetro de 9pulg con una velocidad de máxima de 26.63rpm esto datos obtenidos fueron comparados con la tesis del autor Juan García Bobadilla quien tiene como resultado de un diámetro de 18pulg. con una velocidad de 41.66rpm, para una capacidad de  $1873.927 \text{ pie}^3/h$ , demostrando que el resultado obtenido es correcto.
- 4.5 La evacuación total del precipitador electroestático es de 1.8 t/h siendo que cada transportador helicoidal descargara 116 kg/h con una potencia total de 0.81 kw., siendo comparado con la tesis del Autor Juan García Bobadilla quien obtuvo una potencia de 2.103 kw para una carga de  $1873.927 \text{ pie}^3/h$

- 4.6 De acuerdo a los cálculos se obtuvo que Carga de artesa es de 30%B, diámetro del eje es entre 1.5pulg. y 2pulg. se seleccionaron bujes del grupo H con un factor de 4.4, estos datos fueron comparados con la tesis del Autor Juan García Bobadilla quien obtuvo una artesa de 30%B, con diámetro de eje de 3pulg. con bujes del grupo tipo H con un factor de 4.4.
- 4.7 La inversión obtenida en la fabricación de los 03 transportadores helicoidales es de S/. 79913.1 esto fue comparada con la tesis del Enrique Eleazar Chavez López quien en su proyecto tiene una inversión económica s/ 160050.1, esto es el costo de 01 solo transportador de 31 m.

## V. CONCLUSIONES

- 5.1 El sistema de descarga se realiza usando 03 líneas de vaciado de ceniza del precipitador electroestático, esta ceniza debe ser conducida a una distancia de 13.202 m hasta el transportado principal.
- 5.2 El material a transportar es ceniza seca muy fina (fly ash) con una densidad Aparente (bulk density)  $150 \text{ kg/m}^3$ . La ceniza será evacuada en 3 transportadores helicoidales, cada uno descargara (capacidad Requerida - másica)  $616 \text{ kg/h}$  en una longitud de 13.20m.
- 5.3 El diseño del transportador helicoidal permite transportar una capacidad de  $C_{equiv} = 145.140 \text{ pie}^3/\text{h}$  desde la descarga del precipitador electroestático hacia el trasportador principal el tipo de helicoidal seleccionado es estándar.
- 5.4 El análisis de la capacidad de carga propuesta por Martin permite obtener el diámetro del helicoidal de  $\emptyset 9 \text{ pulg.}$  Con una capacidad de carga de artesa de 30%B y la velocidad del helicoidal es de 26.63 rpm.
- 5.5 De acuerdo a los cálculos se obtuvo que la potencia necesaria para mover el transportador en vacío es de 0.117074 kw; la potencia para mover el material es de 0.087694 kw; y la potencia total es de 0.81 kw, por lo que se usara un motor de 1.5 hp
- 5.6 Los componentes adicionales fueron obtenidos del catálogo de Martín: eje motriz (1CD4B), diámetro del helicoidal (9 pulg.), Motoreductor (relación-i:491.89), cojinetes (9TCP14), acoplamiento (CC4), eje terminal (CHE4).
- 5.7 La empresa Agrolmos SA. Debe invertir en la fabricación y montaje de los 03 transportadores helicoidales un costo total de s/. 79913.1 y el retorno de la inversión será en 2 meses.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1. Proponemos realizar un estudio del desgaste de los helicoidales debido al transporte de ceniza.
  
- 6.2. Analizar el transporte de ceniza por sistema neumático.

## VII. REFERENCIAS

- TESIS: Juan Garcia Bobadilla (2014) “Rediseño del transportador helicoidal de ceniza del caldero bagacero acuatubular de 120 t/h de vapor sobrecalentado de la empresa Cartavio SA.”, Cartavio, Perú, Universidad Cesar Vallejo de Trujillo – Perú
- TESIS: Enrique Eleazar Chávez López (2004) “Optimización del transporte de café pergamino de la bodega a la planta de transformación empleando un transportador helicoidal”, Guatemala, Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala
- TESIS: Mendoza Razo J. (2011) “Diseño del transportador de gusano para manejo de jarosita”, México, México, Instituto Tecnológico de San Luis Potosí - México
- MANUAL: Cema “Transportadores Helicoidales”, Madrid.
- CEMC (2012) “Screw conveyor components and design”, Versión 2.2
- LINKBELT, “Screw conveyors”, Syntron Material Handling, EE. UU.
- CEMA: Cema(1971) “Screw conveyors”, CEMA 350, EE. UU.
- MANUAL: Martín “Manejo de materiales” Ed. México 2013
- Silva Olivera Cesar, (2014-I) “Diseño de tornillos Helicoidal para el transporte de azúcar” (tesis de Grado) Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/225215174/Diseno-Del-Tornillo-Helicoidal-Para-El-Transporte-de-Azucar>
- MANUAL N° 221: Lentax “Línea coaxial”, Edición 1191/99 Martínez , Buenos Aires - Argentina
- MANUAL: Skf “Rodamientos”, Pub. BU/P1 10000/2 ES – Octubre 2015

## ANEXOS

### Fotografías



CALDERA – AGROLMOS S.A.C.



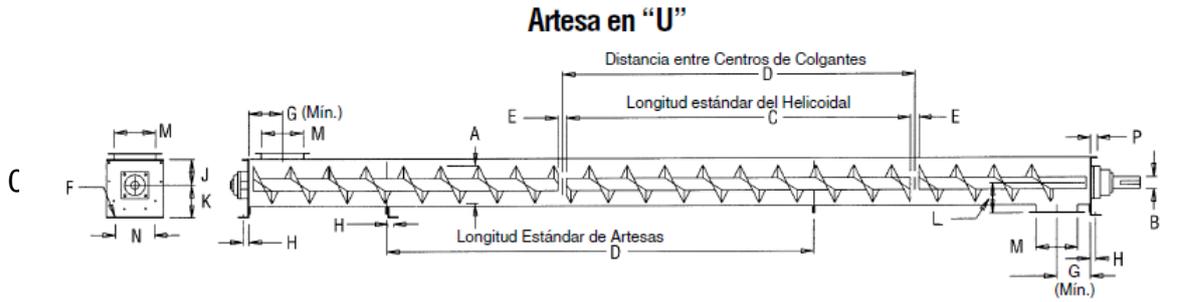
PRECIPITADOR HELECTROESTATICO  
AGROLMOS S.A.C.

## Fabricación de los 3 transportadores helicoidales





TABLA 8.1 Artesa en "U"

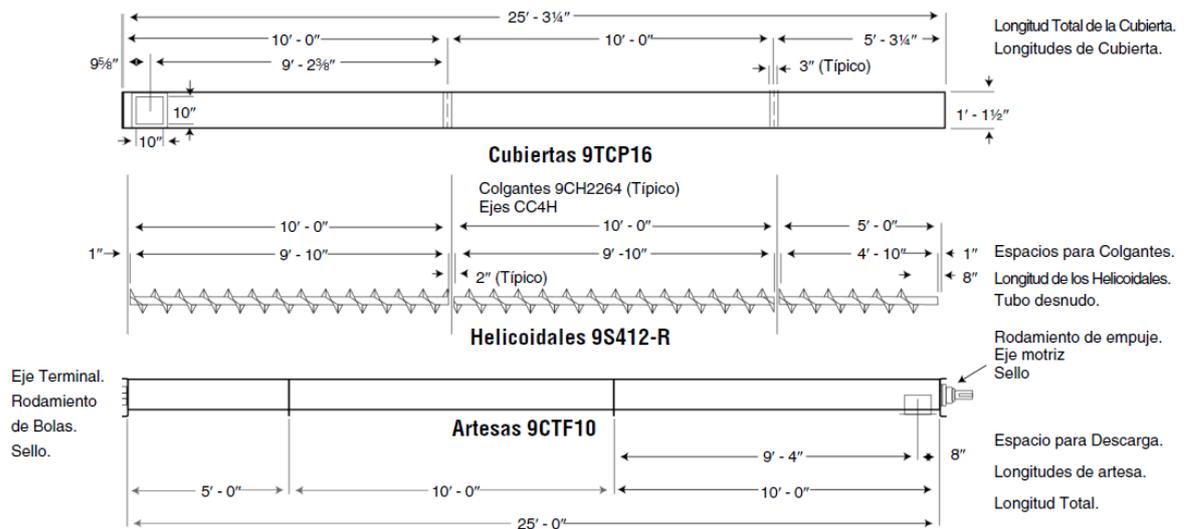


A Diám. del Helicoidal	B Diám. de Eje	C Longitud	D Longitud	E	F	G (Min.)	H	J	K	L	M	N	P	R
4	1	9-10½	10	1½	¾	4½	¾	3¾	4¾	3¾	5	5¾	1½	1
6	1½	9-10	10	2	¾	6	1½	4¾	5¾	5	7	8¾	1½	1
9	1½ 2	9-10	10	2	¾	8	1½	6¾	7¾	7¾	10	9¾	1¾	1½
10	1½ 2	9-10	10	2	¾	9	1½	6¾	8¾	7¾	11	9¾	1¾	1¾
12	2 2½ 3	11-10 11-9 11-9	12	2 3 3	¾	10½	1¾	7¾	9¾	8¾	13	12¾	2	1¾
14	2½ 3	11-9	12	3	¾	11½	1¾	9¾	10¾	10¾	15	13¾	2	1¾
16	3	11-9	12	3	¾	13½	1¾	10¾	12	11¾	17	14¾	2½	2
18	3 3½	11-9 11-8	12	3 4	¾	14½	1¾	12¾	13¾	12¾	19	16	2½	2
20	3 3½	11-9 11-8	12	3 4	¾	15½	2	13¾	15	13¾	21	19¾	2½	2½
24	3½	11-8	12	4	¾	17½	2½	16¾	18¾	15¾	25	20	2½	2½

El espacio libre a la tapa de la artesa es la mitad de la dimensión E.

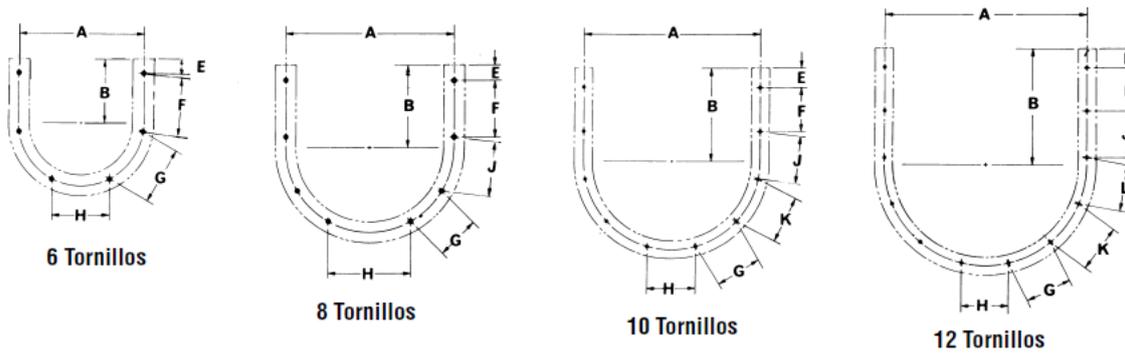
### Arreglo Típico

Transportador de 9" x 2" x 25'-0"



Manual Martin

TABLA 8.2 Artesa en "U"



Diámetro del Helicoidal	Tornillos		A	B	E	F	G	H	J	K	L
	Número	Diámetro									
4	6	3/8	7	3 3/8	1 1/8	3 3/8	3 3/8	3 3/8	X	X	X
6	6	3/8	8 1/2	4 1/2	1 1/2	4 1/8	4 1/8	4 1/8	X	X	X
9	8	3/8	12 1/2	6 1/8	1 3/8	4 1/8	3 3/8	5 1/8	4 1/8	X	X
10	8	3/8	13 1/4	6 3/8	2 1/4	3 3/8	4 3/8	5 1/8	4 1/8	X	X
12	8	1/2	15 1/2	7 3/4	1 1/2	5 1/8	4 1/8	7 3/4	5 1/8	X	X
14	8	1/2	17 1/2	9 1/4	2 11/32	5 1/8	5 1/8	6	5 1/8	X	X
16	8	5/8	20	10 5/8	2 5/8	6 3/8	6 3/8	7 1/2	6 3/8	X	X
18	10	5/8	22	12 1/2	2 5/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8	X
20	10	5/8	24 1/2	13 1/2	2 5/8	6 1/4	6 1/4	6 1/4	6 1/8	6 1/8	X
24	12	5/8	28 1/2	16 1/2	2 5/8	6 1/4	6 1/4	6 1/4	6 1/4	6 1/4	6 1/4

Manual Martin

TABLA 8.3 Tipos de pies o bases para transportadores



Pie de Brida

Silleta

Estos soportes se usan para apoyar el transportador en las uniones de las artesas.

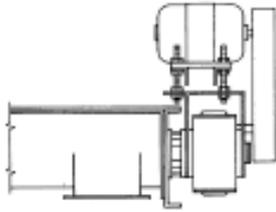
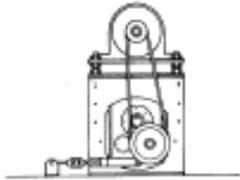
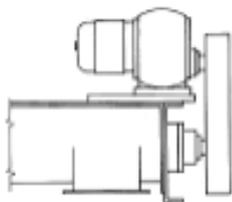
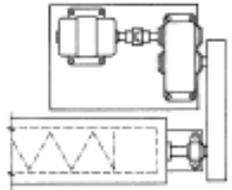
Las silletas se utilizan para apoyar los transportadores en aplicaciones en las que no se pueden utilizar los pies de brida en las uniones de las artesas.

Diámetro del Transportador	Número de Parte				Peso lb				
	Silleta		Pie de Brida		Silleta		Pie de Brida		
4	4TS		4TFF		1.5		1.5		
6	6TS		6TFF		2.0		2.0		
9	9TS		9TFF		4.5		4.5		
10	10TS		10TFF		5.0		5.0		
12	12TS		12TFF		6.0		6.0		
14	14TS		14TFF		7.0		7.0		
16	16TS		16TFF		8.0		7.5		
18	18TS		18TFF		10 9.5				
20	20TS		20TFF		13 12.5				
24	24TS		24TFF		15 14.5				
Diámetro del Transportador	C	E	F	G	H	J	K	M*	N
4	4 1/2	1 3/8	5 1/8	7 1/8	1	1 1/8	3/8	3/8	3/8
6	5 1/2	1 3/8	8 1/8	10	1 1/4	2	3/8	3/8	3/8
9	7 1/2	1 1/2	9 1/8	12	1 1/2	2 1/8	3/8	1/2	3/8
10	8 1/2	1 1/2	9 1/8	12 1/2	1 3/4	2 1/8	3/8	1/2	3/8
12	9 1/2	1 1/2	12 1/4	15	1 3/4	2 3/8	1/2	1/2	1/2
14	10 1/2	1 3/4	13 1/4	16 1/2	1 3/4	2 3/8	1/2	1/2	1/2
16	12	1 3/4	14 1/4	18	2	3 1/8	1/2	1/2	1/2
18	13 1/2	1 3/4	16	19 1/2	2	3 1/8	1/2	1/2	1/2
20	15	2 1/4	19 1/4	22 1/2	2 1/4	3 3/8	1/2	1/2	1/2
24	18 1/2	2 1/4	20	24	2 1/2	4	1/2	1/2	1/2

\*Los barrenos "M" son Tipo Ojal      ⊕ Agregue - F si está instalada

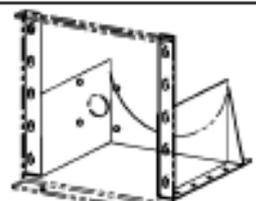
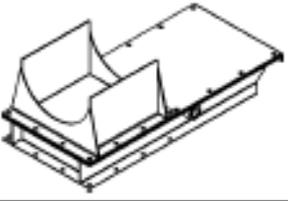
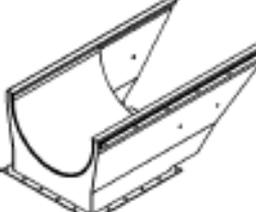
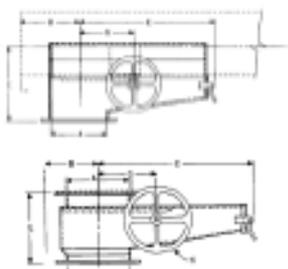
Manual Martin

TABLA 8.4 Tipos de transmisión

<p>Los tipos de transmisión para Transportador Helicoidal más comunes se indican a continuación. Adicionalmente a éstas se pueden utilizar: transmisiones de velocidad variable, transmisiones hidráulicas, etc. Para otro tipo de transmisión o transmisiones especiales, consulte a nuestro Departamento de Ingeniería.</p>		
<p>Reductor Para Transportador Helicoidal</p>	 <p>(Vista Lateral)</p>	<p>El reductor se monta en la tapa del transportador y se conecta directamente al helicoidal. El reductor incluye rodamientos de empuje integrales, sello y eje motriz. El motor se puede instalar en cualquier posición que se desee (superior, lateral o inferior). No requiere utilizar eje motriz, rodamiento de empuje o sello adicionales.</p>
<p>Reductor Montado en Eje</p>	 <p>(Vista del extremo)</p>	<p>El reductor se instala en el eje motriz del transportador. El motor y la transmisión de bandas en "V" se pueden colocar en cualquier posición que sea conveniente. El brazo de torque puede ser sujetado al piso o a la tapa del transportador. En este caso se necesita un eje motriz extendido un rodamiento y sello. Nota: Este tipo de transmisión requiere de una unidad de empuje o collarines.</p>
<p>Transmisión de Motorreductor</p>	 <p>(Vista lateral)</p>	<p>Motorreductor integral con transmisión de cadena al eje del transportador. Normalmente está montado en la parte superior de la artesa sobre un adaptador de placa</p>
<p>Transmisión de Reductor Montado en Base</p>	 <p>(Vista superior)</p>	<p>El motor se acopla directamente al reductor, con transmisión de cadena al eje motriz del transportador. Normalmente se instala en el piso lo más cerca posible del transportador.</p>

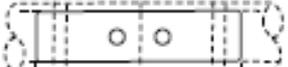
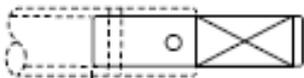
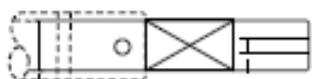
Manual Martín

TABLA 8.5 Tipos de descarga

Nomenclatura de las Descargas			
Diámetro del Helicoidal	14	TSD	12
	Tipo		Espesor de Artesa
TSD – Descarga Estándar	RPFD – Compuerta Plana de Cremallera y Piñón a Prueba de Fuga de Polvo		16 – Calbre 16
TSDS – Descarga con Compuerta Deslizable (Cilindro)	RPC – Compuerta Curva de Cremallera y Piñón		14 – Calbre 14
TSDF – Descarga a Tapa Final	RPCD – Compuerta Curva de Cremallera y Piñón a Prueba de Fuga de Polvo		12 – Calbre 12
RPF – Compuerta Plana de Cremallera y Piñón			10 – Calbre 10
			7 – 3/16
DESCARGA ESTÁNDAR		Es la de uso más común. La brida está barrenada de acuerdo a los estándares CEMA. Seleccione el espesor de la descarga de acuerdo al espesor de la artesa.	
DESCARGA ESTÁNDAR CON COMPUERTA MANUAL		Incluye la descarga estándar indicada arriba más la compuerta y las guías laterales. Seleccione el espesor de la descarga de acuerdo al espesor de la artesa.	
DESCARGA A TAPA FINAL		Reduce la distancia desde el centro de la boquilla hasta al extremo del transportador eliminando el área sobre la cual puede acumularse el material. Cuando se utiliza este tipo de descarga, se requiere usar tapas de artesa especiales.	
COMPUERTA PLANA		Con piñón y cremallera, se suministran con volante manual o volante para cable o cadena. Si la compuerta va instalada se incluye la descarga. La compuerta plana (sin piñón ni cremallera) puede ser suministrada con accionamiento neumático, hidráulico o eléctrico (No es a prueba de polvo).	
COMPUERTA CURVA		El perfil curvo de la compuerta elimina las bolsas que se forman en la compuerta plana. Con piñón y cremallera, se suministran con volante manual o volante para cable o cadena. La compuerta curva (sin piñón ni cremallera) puede ser suministrada con accionamiento neumático, hidráulico o eléctrico (La compuerta curva estándar no es a prueba de polvo). Todas las compuertas curvas deben ser instaladas en la fábrica	
COMPUERTA PLANA DE CREMALLERA Y PIÑÓN A PRUEBA DE FUGA DE POLVO		El mecanismo de cremallera y piñón a prueba de polvo está totalmente encerrado y puede suministrarse tanto para compuertas planas como curvas. Normalmente se suministra con volante manual aunque también están disponibles con volante para cadena o cable.	

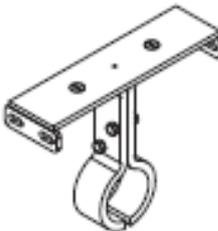
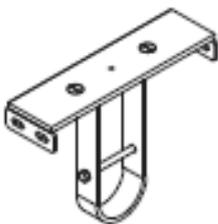
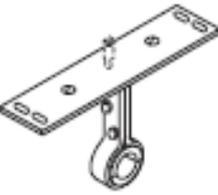
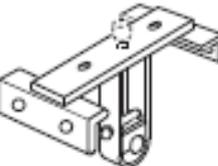
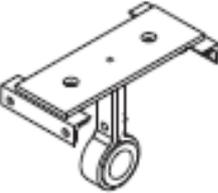
Manual Martin

TABLA 8.6 Tipos de ejes

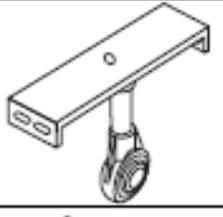
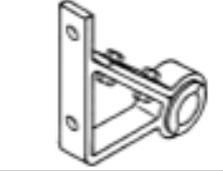
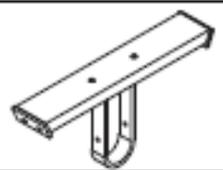
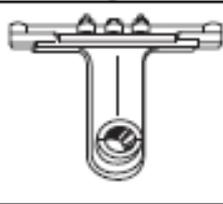
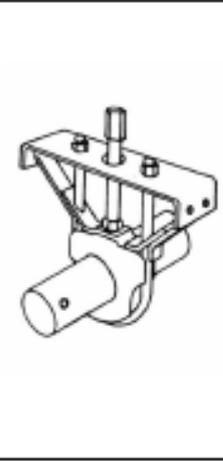
Ejes de Acoplamiento		CC	S				
Parte CC — Eje de Acoplamiento Estándar*, CCC — Eje de Acoplamiento Cerrado, CHE — Eje Terminal.		Diámetro del Eje 2 — 1" 3 — 1½" 4 — 2"					
		5 — 2½"	6 — 3" 7 — 3¾"				
* Añada el sufijo H si el eje está endurecido.							
ACOPAMIENTO		Los ejes de acoplamiento se utilizan para unir tramos de helicoidales dentro del transportador y para permitir la rotación dentro del buje del colgante. Estos ejes se suministran normalmente en acero C-1045; sin embargo, también se pueden suministrar ejes con superficies endurecidas en la zona donde trabaja el buje del colgante cuando se transportan materiales muy abrasivos. El barrenado con plantilla facilita la instalación.					
ACOPAMIENTO CERRADO		Los ejes de acoplamiento cerrado, se utilizan para unir secciones de helicoidales cuando no se requiere el uso de colgantes. El barrenado con plantilla facilita la instalación.					
Ejes Motrices y Terminales		1	CD	S	BB	W	
Número de Eje Motriz Sólo para Eje Motriz 1 — #1 Eje Motriz 2 — #2 Rodamiento Simple en Pedestal 3 — #3 Rodamiento Doble en Pedestal		Tipo CD — Eje Motriz CE — Eje Terminal		Diámetro del Eje 2 — 1" 3 — 1½" 4 — 2"		Tipo de Rodamiento BB — Bolas RB — Rodillos	
				5 — 2½"	Tipo de Sello (No se indica si no tiene sello) P — Placa W — De Empaque		
EJE TERMINAL		Los ejes terminales solo sirven para apoyar la última sección del helicoidal por lo que regularmente se suministran en acero rolando en frío. Los ejes terminales se barrenan con plantilla para facilitar la instalación y con tolerancias diametrales cerradas para asegurar la adecuada operación del rodamiento.					
EJE TERMINAL PARA COLGANTE		Los ejes terminales para colgante están diseñados para conectar solamente una sección del helicoidal con un buje para colgante. Estos ejes también pueden ser usados en pares para dividir un transportador excesivamente largo a fin de utilizar dos transmisiones.					
EJE MOTRIZ #1		Este tipo de eje motriz se utiliza cuando el transportador se suministra con tapas estándar. El barrenado con plantilla facilita la instalación.					
TRANSMISIÓN ESPECIAL		Se fabrican considerando la longitud requerida de acuerdo a la posición de los rodamientos, los sellos y el cuñero.					

Manual Martin

TABLA 8.7 Tipos de colgantes

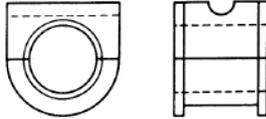
ESTILO 226		<p>Los colgantes estilo 226 han sido diseñados para instalarse a nivel dentro de la artesa en aplicaciones a prueba de fuga de polvo o de la intemperie. Este colgante presenta una obstrucción mínima al flujo del material en transportadores de alta capacidad. Están disponibles con bujes..</p>
ESTILO 216		<p>Los colgantes estilo 216 han sido diseñados para utilizarse en aplicaciones de trabajo pesado. Este colgante se instala a nivel dentro de la artesa en aplicaciones a prueba de fuga de polvo o de la intemperie. Normalmente se suministran con bujes de bronce o de hierro endurecido; sin embargo también pueden suministrarse con bujes de otros materiales.</p>
ESTILO 220		<p>Los colgantes estilo 220 han sido diseñados para instalarse sobre los ángulos superiores de la artesa en aplicaciones donde no se requiera una operación a prueba de fuga de polvo o de la intemperie. Este colgante presenta una obstrucción mínima al flujo del material en transportadores de alta capacidad. Están disponibles con bujes..</p>
ESTILO 230		<p>Los colgantes estilo 230 han sido diseñados para utilizarse en aplicaciones de trabajo pesado y para instalarse sobre los ángulos superiores de la artesa. Normalmente, se suministran con bujes de bronce o de hierro endurecido; sin embargo, también pueden suministrarse con bujes de otros materiales.</p>
ESTILO 316		<p>Los colgantes estilo 316 han sido diseñados para utilizarse en aplicaciones de trabajo pesado y en donde la temperatura de operación provoque una expansión desigual entre el helicoidal y la artesa del transportador. Normalmente, se suministran con bujes de bronce o de hierro endurecido; sin embargo también pueden suministrarse con bujes de otros materiales.</p>
ESTILO 326		<p>Los colgantes estilo 326 han sido diseñados para presentar una obstrucción mínima al flujo del material y en donde la temperatura de operación provoque una expansión desigual entre el helicoidal y la artesa del transportador. Normalmente, se suministran con bujes de bronce o de hierro endurecido; sin embargo, también pueden suministrarse con bujes de otros materiales.</p>

Manual Martin

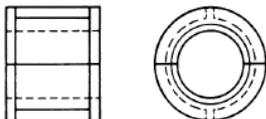
ESTILO 60		<p>Los colgantes estilo 60 se suministran con un rodamiento de bolas autoalineable para servicio pesado permanentemente lubricado y sellado, que soporta temperaturas hasta de 245°F y una desalineación en los ejes de hasta 4°. Este colgante se instala sobre los ángulos superiores de la artesa. En caso de requerirlo se puede suministrar con accesorios para lubricación.</p>
ESTILO 70		<p>Los colgantes estilo 70 se suministran con un rodamiento de bolas autoalineable para servicio pesado permanentemente lubricado y sellado, que soporta temperaturas hasta de 245°F y una desalineación en los ejes de hasta 4°. Este colgante se instala dentro de la artesa. En caso de requerirlo se puede suministrar con accesorios para lubricación.</p>
ESTILO 30		<p>El diseño de los colgantes estilo 30 permiten su instalación lateral dentro de la artesa en el lado sin carga. Este colgante presenta una obstrucción mínima al flujo del material. Están disponibles con bujes.</p>
ESTILO 216F		<p>Los colgantes estilo 216F han sido diseñados para utilizarse en aplicaciones de trabajo pesado. Este colgante se instala a nivel dentro de artesas ensanchadas. Normalmente se suministran con bujes de bronce o de hierro endurecido; sin embargo también pueden suministrarse con bujes de otros materiales.</p>
ESTILO 198		<p>El colgante estilo 198 es similar en su construcción al colgante estilo 188 excepto que se instala sobre los ángulos superiores de la artesa. Los escalones integrales proporcionan apoyo a los extremos de las cubiertas. Su diseño aerodinámico permite el paso libre del material. Normalmente se suministran con insertos (bujes) de madera de arguto impregnada con aceite, hierro endurecido, bronce o de otros materiales.</p>
COLGANTE CON PURGA DE AIRE		<p>Los colgantes con purga de aire se recomiendan cuando se manejan materiales muy polvosos o abrasivos que contribuyen a generar paros en el equipo y fallas en el buje del colgante. No deben utilizarse cuando se transportan materiales muy calientes (arriba de 250°F), materiales húmedos y pegajosos o materiales no abrasivos, en donde un colgante más barato puede trabajar satisfactoriamente. Este colgante opera relativamente sin problemas. Ayudan a resolver el molesto problema del ruido y a reducir la potencia debido a su bajo coeficiente de fricción. La carga de artesa no debe exceder de 15%. El aire entra a aproximadamente 1.25 PSI por la parte superior de la caja, pasa sobre y alrededor del buje y se disipa alrededor del eje de acoplamiento por ambos lados de la caja, por lo tanto el buje siempre está protegido del polvo y del material. Se requieren solamente de 3 a 7 pies cúbicos por minuto para mantener limpio cada buje.</p>

Manual Martin

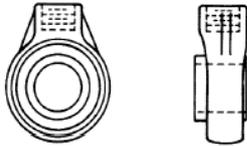
TABLA 8.8 Tipos de colgantes

Tipo de Colgante	Barreno	Número de Parte	Buje
216	1½	CHB2163*	
	2	CHB2164*	
230	2½	CHB2165*	
	3	CHB2166*	
316	3½	CHB2167*	

\*H – Hierro Endurecido. \*W – Madera. \*BR – Bronce. \*U – UHMW. \*G – Gatke. \*C – Cerámica. \*St – Stellite. \*UR – Uretano.  
 \* Los Bujes de Bronce Estándar y Hierro Endurecido se suministran con orificio para grasera.

Tipo de Colgante	Barreno	Número de Parte	Buje
220	1½	CHB2203*	
	2	CHB2204*	
226	2½	CHB2205*	
326	3	CHB2206*	
30	3½	CHB2207*	

\*H – Hierro Endurecido con orificio para lubricación. \*W – Madera. \*N – Nylatrón. \*P – HDPE. \*Gatke.  
 \*MHI – ~~MHI~~ Hierro Endurecido (Impregnado con aceite). \*C – Cerámica. \*WN – Nylón Blanco. \*UR – Uretano. \*U – UHMW.  
 \*MRR – ~~MRR~~ Bronce (Impregnado con aceite)

Tipo de Colgante	Barreno	Número de Parte	Buje
60 Rodamiento de Bolas 70	1½	CHB603	
	2	CHB604	
	2½	CHB605	
	3	CHB606	
	3½	CHB607	

Nota: Los nuevos estilos de bujes se encuentran disponibles con protector de eslinga en un lado.

Tipo de Colgante	Barreno	Número de Parte	Buje
18B	1½	CHB18B3*	
	2	CHB18B4*	
	2½	CHB18B5*	
19B	3	CHB18B6*	
	3½	CHB18B7*	

\*W – Madera. \*H – Hierro endurecido. \*N - Nylatron. \*G – Gatke.  
 Nota: Se suministra solo la parte inferior.

Manual Martin

PLANO 1  
17-AUR-1000-CO-M-DWG-001 Rev.2

PLANO 2  
17-AUR-1000-CO-M-DWG-002 Rev.2

PLANO 3  
17-AUR-1000-CO-M-DWG-003 Rev.2

PLANO 4  
17-AUR-1000-CO-M-DWG-004 Rev.2

PLANO 5  
17-AUR-1000-CO-M-DWG-005 Rev.2

PLANO 6  
17-AUR-1000-CO-M-DWG-006 Rev.2



# METAL SUR DEL PERU E.I.R.L.

Ingeniería, Fabricación y Montaje de todo tipo de Estructuras Metálicas  
Mantenimiento de Maquinaria Pesada, Soldadura en General  
Construcciones Civiles y afines

**R.U.C. 20481577854**

15 de Octubre del 2017

Cotización 021-09-2017

**Señores : EMPRESA AGROLMOS S.A.**

**Atención : Ing. Michaels Larry**

**Referencia : solicitud de pedido de fabricación y montaje de tres conductores de tornillo para ceniza**

*De nuestra especial consideración:*

*En atención a su solicitud, tenemos a bien presentarle nuestra oferta por los siguientes trabajos: **fabricación y montaje de tres conductores de tornillo para ceniza***

1	conductor de tornillo de Ø254mm x 10400 mm de longitud	25493.47
2	conductor de tornillo de Ø254mm x 10800 mm de longitud	25493.47
3	conductor de tornillo de Ø254mm x 12100 mm de longitud	28926.16
		79913.1

**VALOR DE VENTA ES DE: S/. 79913.10soles más I.G.V.**

**Son: setenta y nueve mil novecientos trece con 10/100 soles más I.G.V.**

**Forma de pago: contra entrega**

**Los trabajos consisten:**

- Suministro y fabricación de tres conductores de ceniza de 254 mm de diámetro x 10.4 mts y 10.8 mts 12.10mts de longitud en acero estructura A 36 con tapas desmontables
- Los conductores tendrán motoreductor de 1 HP marca SEW con acople directo.
- Los conductores serán arenados y pintados con pintura epoxica base y acabado

**Condiciones comerciales :**

- Metal Sur del Perú EIRL Garantiza sus productos plenamente en su fabricación conforme a las especificaciones y/o planos alcanzados.

Dir: Parque Industrial Mza. E-7 – Lote 31-32 La Esperanza Trujillo Cel.: 044-949053987  
RPM: #662518 Email: [rmetalsur@yahoo.es](mailto:rmetalsur@yahoo.es)



## **METAL SUR DEL PERU E.I.R.L.**

Ingeniería, Fabricación y Montaje de todo tipo de Estructuras Metálicas  
Mantenimiento de Maquinaria Pesada, Soldadura en General  
Construcciones Civiles y afines

**R.U.C. 20481577854**

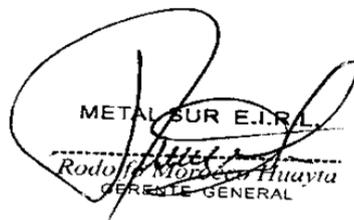
- Metal Sur del Perú EIRL proporcionara equipos de protección adecuada contra caídas, protección de ojos, cabeza y oídos zapatos adecuados, guantes, cascos, uniforme
- Incluye los seguros de Accidentes y Compensación laboral del personal a su cargo de acuerdo a lo exigido por la ley, personal en planilla incluyendo **SCTR**, De igual forma las cargas sociales, Beneficios Sociales, Gastos Médicos y de Salud son de exclusiva responsabilidad de Metal Sur y los eventuales subcontratistas que pudiera requerir.
- **Se instalaran tres conductores que se interconecté con las 3 tolvas del precipitador y descargue la ceniza en el conductor de ceniza existente**
- Se alcanzara los planos de diseño antes de la fabricación para su previa aprobación.
- Metal Sur instalara los conductores en el lugar requerido
- No incluye instalación eléctrica ni tableros de control

PLAZO DE EJECUCION: 30 días hábiles a partir de la generación de la orden servicio.

VALIDEZ DE LA OFERTA: 4 días hábiles

*Sin otro particular y la espera de vuestra grata orden, nos despedimos*

Atentamente

  
METAL SUR E.I.R.L.  
Rodolfo Mordaca Huayta  
GERENTE GENERAL

Dir: Parque Industrial Mza. E-7 – Lote 31-32 La Esperanza Trujillo Cel.: 044-949053987  
RPM: #662518 Email: [rmetalsur@yahoo.es](mailto:rmetalsur@yahoo.es)