

MANUAL DE USUARIO
APLICACIÓN DE ESCRITORIO
“ChemSolid”

Ronald Borja Román
Kaleth Padilla Bolaño
Jorge Piñeres Mendoza
Luis Obregon Quiñones

UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
2023

CONTENIDO

1.1. Introducción.....	3
1.2. Guía de instalación.....	3
1.3. Guía de acceso.....	3
2.1. Zarandas vibratorias.....	4
2.2 Molinos.....	5
2.2.1 Molino de rodillos.....	6
2.2.2 Molino de bolas.....	7
2.2.3 Trituradora de mandíbulas.....	9
2.2.4 Trituradora de conos.....	10
2.3 Elevadores de cangilones.....	12
2.4 Tornillos sin fin.....	14
2.5 Bandas transportadoras.....	15
3. Herramientas adicionales.....	17
4. Casos de estudio.....	18
4.1. Caso 1: Dimensionamiento de una zaranda vibratoria.....	18
4.2. Caso 2: Dimensionamiento de una trituradora de mandíbulas.....	22
5.1. Caso 1: Dimensionamiento de un elevador de cangilones.....	27

1. Manual de usuario

1.1. Introducción

ChemSolid es una aplicación de escritorio para diseñar los equipos utilizados en la industria de sólidos. La herramienta cuenta con módulos para diseñar zarandas vibratorias, elevadores de cangilones, molinos, tornillos sin fin y bandas transportadoras. Además, está desarrollada para poder resolver cualquier variable involucrada en las ecuaciones de diseño de cualquiera de los equipos mencionados anteriormente.

1.2. Guía de instalación

1.3. Guía de acceso

Para ingresar a la aplicación, es necesario realizar el paso anterior. Una vez realizada la instalación, se hace tal cosa ...

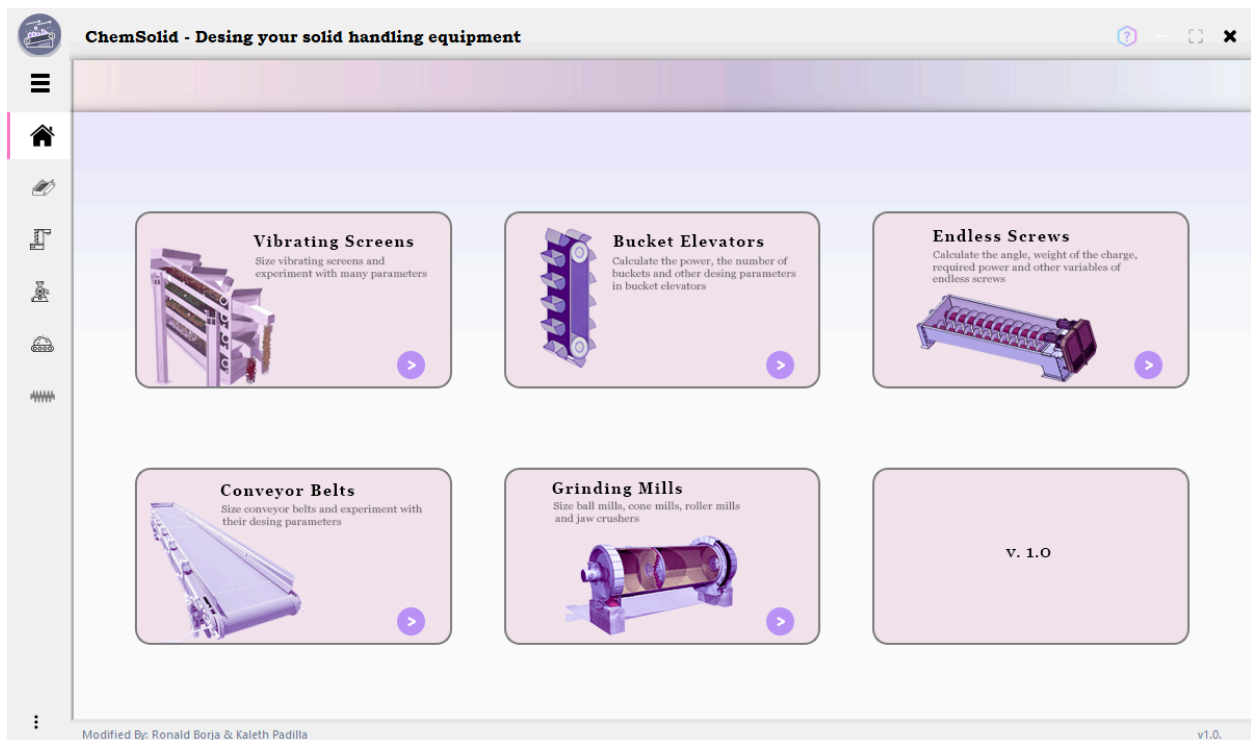


Fig 1. Pantalla de bienvenida a ChemSolid

2. Módulos de diseño

2.1. Zarandas vibratorias

En la pantalla principal se encuentran los módulos de diseño implementados. Para ingresar a la sección de zarandas vibratorias, solo es necesario dar un clic sobre el ítem **vibrating screens**. (Fig 2)

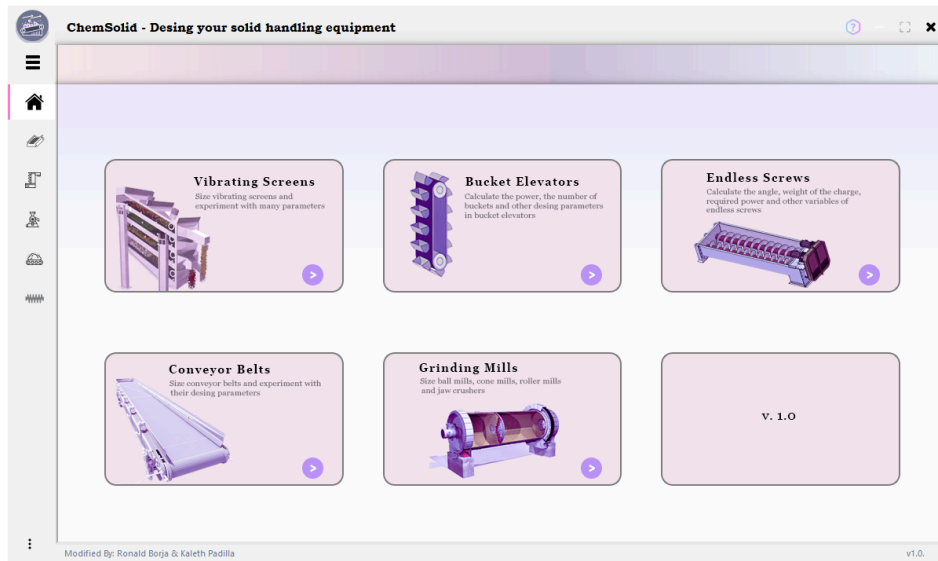


Fig 2. Pantalla de bienvenida a ChemSolid

A continuación se encontrará con una pantalla que contiene las variables a considerar en el diseño de zarandas vibratorias. (Fig 2.1)

The screenshot shows the 'Desing of Vibrating Screens' module. It is divided into two main sections: 'Operating conditions' and 'Desing factors and results'. The 'Operating conditions' section includes input fields for Capacity (ton/h), Tyler Mesh Size (in), Particle Size (um), % Weight (%), Percentage of material retained (%), % Halfsize (%), Material density (kg/m3), % Useful Area (%), Efficiency (%), Number of floors (a dropdown menu set to 'One'), and Mesh type (a dropdown menu set to 'Square'). The 'Desing factors and results' section includes input fields for Factor A through Factor J, and a 'Screen area (m2)' field. At the bottom, there are buttons for 'Interpolate factors', 'Calculate', and 'Reset'. The footer of the window indicates 'Modified By: Ronald Borja & Kaleth Padilla' and 'v1.0'.

Fig 2.1. Módulo de Diseño de Zarandas Vibratorias

A continuación se explica la funcionalidad de los botones que se encuentran en la parte inferior:

- ❖ **Reset:** Si presiona este botón, se borran todos los valores introducidos en el módulo de diseño de zarandas.
- ❖ **Interpolate factors:** Si presiona este botón, los factores A al J serán interpolados sólo si introduce los parámetros necesarios para realizar la interpolación.
- ❖ **Calculate:** Este botón permite realizar el cálculo del área o la capacidad de la zaranda según sea el caso de estudio.

2.2 Molinos

Al ingresar desde la ventana principal al módulo de molinos, aparecerán cuatro equipos implementados hasta el momento (Molino de rodillos, trituradora de conos, molino de bolas y trituradora de mandíbula), para ingresar a cualquiera de ello, solo es necesario darle click al equipo a diseñar.

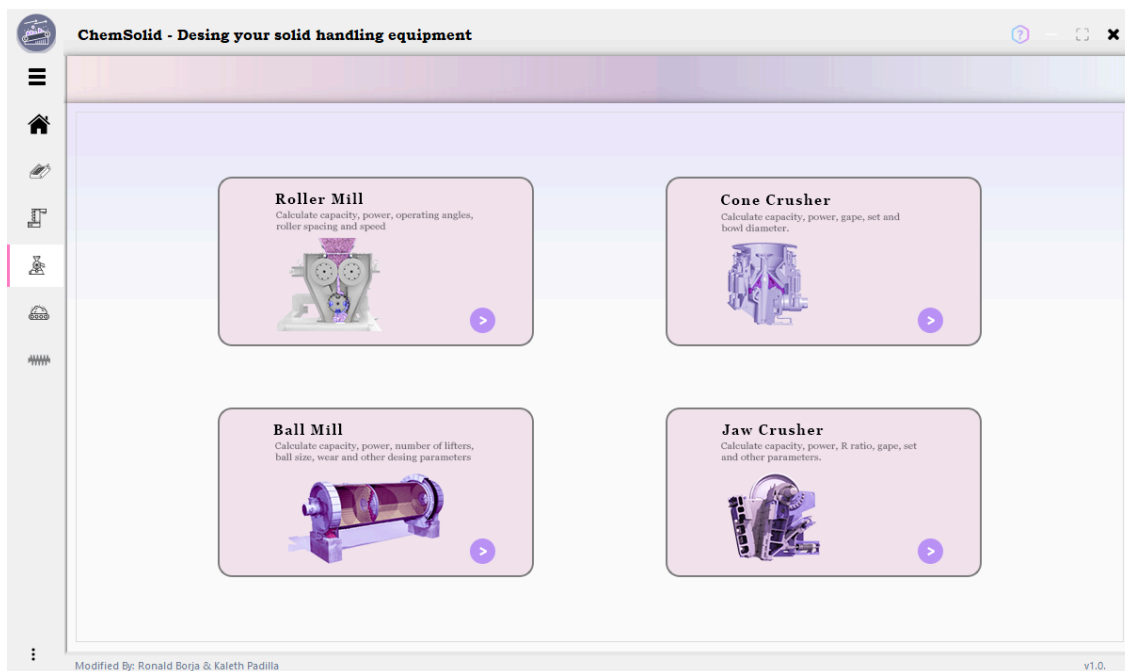


Fig 2.2. Módulo de Diseño de Zarandas Vibratorias

2.2.1 Molino de rodillos

El presente equipo cuenta con el dimensionamiento de los ángulos de diseño, gap, diámetro de los rodillos, velocidad de rodillos, capacidad y potencia del molino.

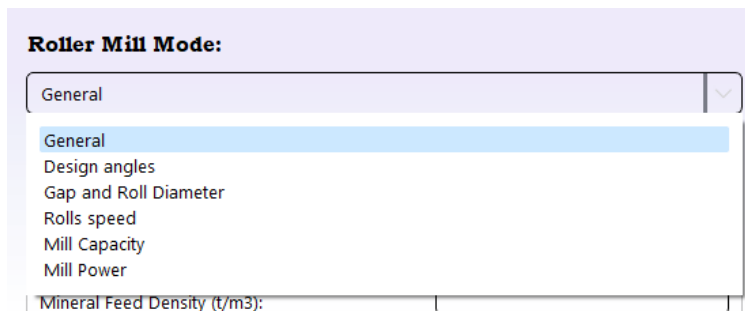


Fig 2.3. Cálculos de diseño: Molino de rodillos

Si su elección es el modo general, el sistema le permitirá hacer cualquier cálculo con la variables involucradas en el diseño del molino de rodillos.

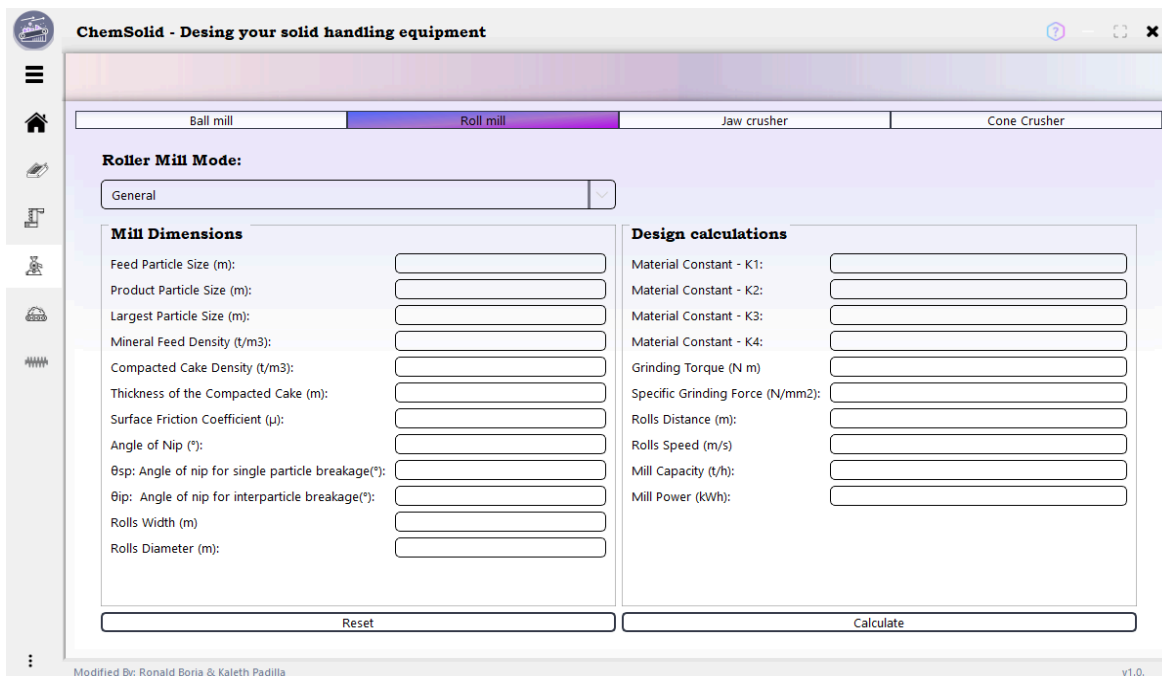


Fig 2.4. Modo general: Molino de rodillos

Por otro lado, si usted selecciona el modo **ángulos de diseño** o cualquiera de los mostrados anteriormente, el sistema solo activa aquellas variables que necesita para ese cálculo específico (Fig 2.5)

ChemSolid - Desing your solid handling equipment

Ball mill | **Roll mill** | Jaw crusher | Cone Crusher

Roller Mill Mode:

Design angles

Mill Dimensions

Feed Particle Size (m):

Product Particle Size (m):

Largest Particle Size (m):

Mineral Feed Density (t/m3):

Compacted Cake Density (t/m3):

Thickness of the Compacted Cake (m):

Surface Friction Coefficient (μ):

Angle of Nip (°):

θsp: Angle of nip for single particle breakage(°):

θip: Angle of nip for interparticle breakage(°):

Rolls Width (m):

Rolls Diameter (m):

Design calculations

Material Constant - K1:

Material Constant - K2:

Material Constant - K3:

Material Constant - K4:

Grinding Torque (N m):

Specific Grinding Force (N/mm2):

Rolls Distance (m):

Rolls Speed (m/s):

Mill Capacity (t/h):

Mill Power (kW/h):

Reset Calculate

Modified By: Ronald Borja & Kaleth Padilla v1.0.

Fig 2.5. Modo Ángulos de Diseño: Molino de rodillos

- ❖ **Calculate:** Este botón permite realizar le permite mostrar en pantalla el cálculo de la variable de diseño que está buscando.
- ❖ **Reset:** Este botón le permite eliminar todos los valores que ha introducido en el sistema.

2.2.2 Molino de bolas

El molino de bolas cuenta los modos de cálculo del diámetro de bola y molino, desgaste de bola, la potencia y capacidad del molino. (Fig 2.6)

Ball Mill Mode:

General

General

Ball and Mill Diameter

Ball Wearing

Mill Power

Mill Capacity

Fig 2.6. Cálculos de diseño: Molino de bolas

Si selecciona el modo general, puede resolver para cualquiera de las siguientes variables.

ChemSolid - Desing your solid handling equipment

Ball mill | Roll mill | Jaw crusher | Cone Crusher

Ball Mill Mode:

General

Dimensions of the mill

Feed particle size (F80) (μm):

Product particle size (P80) (μm):

Feed density (t/m³):

Ball density (t/m³):

Mill diameter (m):

Mill width (m):

Bed porosity:

Mass of rock used (t):

Mass of balls used (t):

Number of lifters:

Balls diameter (m):

Fraction occupied by rocks (%):

Fraction occupied by balls (%):

Operating conditions

Mill constant (k):

Grinding frequency (rpm):

Critical Frequency (rpm):

Fraction of critical frequency (%):

Abrasion index (Ai):

Bond index (Wi) (kWh/t):

Capacity correction factor (CF):

Grinding type:

Ball wear (kg/kWh):

Mill capacity (t/h):

Mill power (kW):

Reset Calculate

Modified By: Ronald Borja & Kaleth Padilla v1.0.

Fig 2.7. Modo general: Molino de bolas.

Análogo al molino de rodillos, se si selecciona uno de los modos específicos, solo se activarán sólo aquellas casillas necesarias en el cálculo de diseño. Por ejemplo, para el caso sobre cálculo del diámetro de bola:

ChemSolid - Desing your solid handling equipment

Ball mill | Roll mill | Jaw crusher | Cone Crusher

Ball Mill Mode:

Ball and Mill Diameter

Dimensions of the mill

Feed particle size (F80) (μm):

Product particle size (P80) (μm):

Feed density (t/m³):

Ball density (t/m³):

Mill diameter (m):

Mill width (m):

Bed porosity:

Mass of rock used (t):

Mass of balls used (t):

Number of lifters:

Balls diameter (m):

Fraction occupied by rocks (%):

Fraction occupied by balls (%):

Operating conditions

Mill constant (k):

Grinding frequency (rpm):

Critical Frequency (rpm):

Fraction of critical frequency (%):

Abrasion index (Ai):

Bond index (Wi) (kWh/t):

Capacity correction factor (CF):

Grinding type:

Ball wear (kg/kWh):

Mill capacity (t/h):

Mill power (kW):

Reset Calculate

Modified By: Ronald Borja & Kaleth Padilla v1.0.

Fig 2.7. Modo diámetro de molino y bola: Molino de bolas.

- ❖ **Calculate:** Este botón permite realizar le permite mostrar en pantalla el cálculo de la variable de diseño que está buscando.
- ❖ **Reset:** Este botón le permite eliminar todos los valores que ha introducido en el sistema.

2.2.3 Trituradora de mandíbulas

El presente equipo cuenta con tres cálculos fundamentales, los parámetros geométricos (gape, set, width, throw, la altura vertical del triturador y la relación de reducción), la capacidad y la potencia del molino.

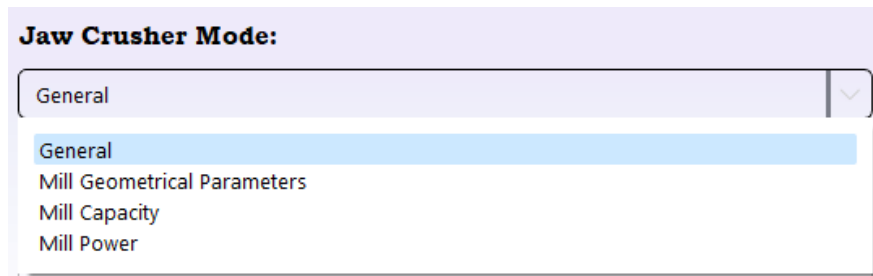


Fig 2.8. Cálculos de diseño: Trituradora de mandíbulas.

Análogo a los equipos de reducción de tamaño presentados anteriormente, el modo general permite manipular todas las variables de diseño del equipo. (Fig 2.9)

Fig 2.9. Modo general: Trituradora de mandíbulas

Por el contrario, si selecciona un modo específico solo se activarán las variables necesarias para el cálculo.

Fig. 2.10. Modo Parámetros Geométricos: Trituradora de mandíbulas

2.2.4 Trituradora de conos

El presente equipo tiene tres cálculos principales: El diámetro del bowl, la capacidad y la potencia de la trituradora (Fig 2.11).

Fig 2.11. Cálculos de diseño: Trituradora de conos.

Sin embargo, al seleccionar el modo general, se muestran todas las variables que puede usar para el dimensionamiento de las trituradoras de cono.

Fig 2.12 Modo general: Trituradora de conos.

Si selecciona uno de los casos específicos (Por ej. el diámetro del bowl) solo se activarán aquellas casillas necesarias en este cálculo.

Fig 2.13 Modo diámetro del bowl: Trituradora de conos.

2.3 Elevadores de cangilones

A continuación se encontrará con una pantalla que contiene las variables a considerar en el diseño de elevadores de cangilones. (fig***)

ChemSolid - Desing your solid handling equipment

Bucket Elevador Mode:

General

Desing parameters

i : Bucket Volume (L):

p: Load Density (kg/L):

j: Fill Coeficiente:

v: Velocidad de desplazamiento (m/s):

Bucket Type:

Material size:

h: Bucket Height (m):

Normal Bucket Pitch Ratio (2h-3h):

Pitch Constant:

t chain: Chain Pitch:

t: Bucket Pitch:

H: Elevation Height (m):

Loading System:

n: Motor Performance:

Design calculations

Pc: Weight of transported material (kg):

Q: Flow of transported material (t/h)

Na: Drive Motor Power (CV):

Fa: Force required to move the conveyor belt (kg):

Fr:

m

Ta: Maximum Belt Tension (kg):

K: Drum dependent Coefficient:

Bucket Diameter (m):

Number of buckets per second (Nc/s):

sh: Horizontal displacement (m):

sv: Vertical Displacement (m):

a: Acceleration (m/s2):

S: Material trajectory (m):

alfa

R

Reset

Calculate

Modified By: Ronald Borja

v1.0.

A continuación se explica la funcionalidad de los botones que se encuentran en la parte inferior:

- ❖ **Calculate:** Este botón permite realizar le permite mostrar en pantalla el cálculo de la variable de diseño que está buscando.
- ❖ **Reset:** Este botón le permite eliminar todos los valores que ha introducido en el sistema.

El presente equipo cuenta con calculo de

Bucket Elevador Mode:

Maximum Belt Tension

General

Weight of transported material

Flow of transported material

Motor Power

Maximum Belt Tension

Bucket Diameter

Number of buckets

Belt travel speed

Si **selecciona el modo general** todas las casillas estarán habilitadas y podrá hacer todos los cálculos disponibles o ingresar los datos que tenga a disposición para calcular todos los parámetros posibles

Bucket Elevator Mode:

General

Desing parameters

i : Bucket Volume (L):

p: Load Density (kg/L):

j: Fill Coeficiente:

v: Bucket elevator speed (m/s):

Bucket Type:

Material size:

h: Bucket Height (m):

Normal Bucket Pitch Ratio (2h-3h):

Pitch Constant:

t chain: Chain Pitch:

t: Bucket Pitch:

H: Elevation Height (m):

Loading System:

n: Motor Performance:

Reset

Design calculations

Pc: Weight of transported material (kg):

Q: Flow of transported material (kg/h)

Na: Drive Motor Power (CV):

Fa: Force required to move the conveyor belt (kg):

Fr: Net force from material discharge (N)

m: Weight of the load (kg):

Ta: Maximum Belt Tension (kg):

K: Drum dependent Coefficient:

D: Drum Diameter (m):

Number of buckets per hour (Nc/h):

sh: Horizontal displacement (m):

sv: Vertical Displacement (m):

a: Acceleration (m/s2):

S: Material trajectory (m):

α: Inclination angle (°):

R: Drum Radius (m):

Calculate

Si **selecciona uno de los casos específicos** (Por ej. el peso de material transportado) solo se activarán aquellas casillas necesarias en este cálculo.

Bucket Elevator Mode:

Weight of transported material

Desing parameters

i : Bucket Volume (L):

p: Load Density (kg/L):

j: Fill Coeficiente:

v: Bucket elevator speed (m/s):

Bucket Type:

Material size:

h: Bucket Height (m):

Normal Bucket Pitch Ratio (2h-3h):

Pitch Constant:

t chain: Chain Pitch:

t: Bucket Pitch:

H: Elevation Height (m):

Loading System:

n: Motor Performance:

Reset

Design calculations

Pc: Weight of transported material (kg):

Q: Flow of transported material (kg/h)

Na: Drive Motor Power (CV):

Fa: Force required to move the conveyor belt (kg):

Fr: Net force from material discharge (N)

m: Weight of the load (kg):

Ta: Maximum Belt Tension (kg):

K: Drum dependent Coefficient:

D: Drum Diameter (m):

Number of buckets per hour (Nc/h):

sh: Horizontal displacement (m):

sv: Vertical Displacement (m):

a: Acceleration (m/s2):

S: Material trajectory (m):

α: Inclination angle (°):

R: Drum Radius (m):

Calculate

2.4 Tornillos sin fin

A continuación se encontrará con una pantalla que contiene las variables a considerar en el diseño de

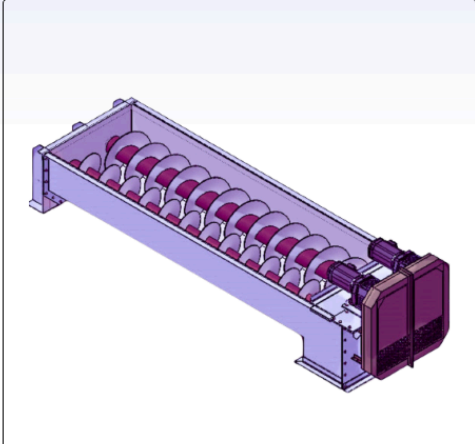
Desing of Screw Conveyors: Mode

General

Operating parameters

Screw Diameter (m):	<input type="text"/>
Filling Coefficient (λ):	Unspecified
Screw Pitch (m):	<input type="text"/>
Screw Rotation Speed (rpm):	<input type="text"/>
Flow Reduction Factor (k):	Unspecified
Material density (t/m ³):	<input type="text"/>
Installation length (m):	<input type="text"/>
Installation height (m):	<input type="text"/>
Material Resistance Coefficient:	Unspecified
S: Gutter Filling Area (m ²):	<input type="text"/>
V: Conveyor speed (m/s):	<input type="text"/>
Q: Material Flow (t/h)	<input type="text"/>
Pst: Power of inclined screw conveyor (kW)	<input type="text"/>
PN: Vacuum Screw Drive (kW):	<input type="text"/>
PH: Material Transport Power (kW):	<input type="text"/>
P: Net Power Required (kW):	<input type="text"/>

Reset Calculate



A continuación se explica la funcionalidad de los botones que se encuentran en la parte inferior:

- ❖ **Calculate:** Este botón permite realizar le permite mostrar en pantalla el cálculo de la variable de diseño que está buscando.
- ❖ **Reset:** Este botón le permite eliminar todos los valores que ha introducido en el sistema.

El presente equipo cuenta con los siguientes cálculos específicos

Desing of Screw Conveyors: Mode

General

General

S: Gutter Filling Area (m²):

Screw Rotation Speed (rpm):

Q: Material Flow (t/h)

Pst: Power of inclined screw conveyor (kW)

PN: Vacuum Screw Drive (kW):

PH: Material Transport Power (kW):

P: Net Power Required (kW):

2.5 Bandas transportadoras

A continuación se encontrará con una pantalla con una de las secciones que contiene las variables a considerar en el diseño de bandas transportadoras. (fig***)

Section 1		Section 2		Section 3																					
Material Properties																									
Insert the material:		<input type="text" value="Enter the material"/>																							
<table border="1"><thead><tr><th>Material name</th><th>Specific weight (t/r)</th><th>Specific weight (lb)</th><th>Angle of</th></tr></thead><tbody><tr><td>Alumina</td><td>0.80-1.04</td><td>50-65</td><td>22</td></tr><tr><td>Mineral or rock asbestos</td><td>1.296</td><td>81</td><td></td></tr><tr><td>Antracite</td><td>0.95</td><td>61</td><td>27</td></tr><tr><td>Fine dry clay</td><td>1.60-1.92</td><td>100-120</td><td>35</td></tr></tbody></table>						Material name	Specific weight (t/r)	Specific weight (lb)	Angle of	Alumina	0.80-1.04	50-65	22	Mineral or rock asbestos	1.296	81		Antracite	0.95	61	27	Fine dry clay	1.60-1.92	100-120	35
Material name	Specific weight (t/r)	Specific weight (lb)	Angle of																						
Alumina	0.80-1.04	50-65	22																						
Mineral or rock asbestos	1.296	81																							
Antracite	0.95	61	27																						
Fine dry clay	1.60-1.92	100-120	35																						
<div><div>Select material:</div><div><input type="text"/></div></div>																									
<div><div>Specific weight (t/m³):</div><div><input type="text"/></div></div>																									
<div><div>Specific weight (lbs/Cu-ft):</div><div><input type="text"/></div></div>																									
<div><div>Angle of repose (°):</div><div><input type="text"/></div></div>																									
<div>Reset</div>				<div>Calculate</div>																					

qG: weight of material per linear meter (kg/m):

Lv: Transport Capacity (m/h):

v: Belt speed (m/s):

IM: Volumetric transport capacities (m³/h):

qs: Specific weight of the material (t/m³):

IVT: Theoretical capacity in volume (m³/h):

IVM: corrected volumetric transport capacities (m³/h):

K: Inclination Factor:

K1: Correction Factor:

S: Section area of the transported material (m²):

A1: Circular sector area (m²):

A2: Trapezium area (m²):

A continuación encontrará la sección de búsqueda de propiedades de materiales, las cuales mediante el nombre retorna las propiedades de los materiales en cuestión

Material Properties																							
Insert the material:		<input type="text" value="Enter the material"/>																					
<table border="1"><thead><tr><th>Material name</th><th>Specific weight (t/r)</th><th>Specific weight (lb)</th><th>Angle of</th></tr></thead><tbody><tr><td>Alumina</td><td>0.80-1.04</td><td>50-65</td><td>22</td></tr><tr><td>Mineral or rock asbestos</td><td>1.296</td><td>81</td><td></td></tr><tr><td>Antracite</td><td>0.95</td><td>61</td><td>27</td></tr><tr><td>Fine dry clay</td><td>1.60-1.92</td><td>100-120</td><td>35</td></tr></tbody></table>				Material name	Specific weight (t/r)	Specific weight (lb)	Angle of	Alumina	0.80-1.04	50-65	22	Mineral or rock asbestos	1.296	81		Antracite	0.95	61	27	Fine dry clay	1.60-1.92	100-120	35
Material name	Specific weight (t/r)	Specific weight (lb)	Angle of																				
Alumina	0.80-1.04	50-65	22																				
Mineral or rock asbestos	1.296	81																					
Antracite	0.95	61	27																				
Fine dry clay	1.60-1.92	100-120	35																				
<div><div>Select material:</div><div><input type="text"/></div></div>																							
<div><div>Specific weight (t/m³):</div><div><input type="text"/></div></div>																							
<div><div>Specific weight (lbs/Cu-ft):</div><div><input type="text"/></div></div>																							
<div><div>Angle of repose (°):</div><div><input type="text"/></div></div>																							

al hacer click sobre el material los valores de las propiedades aparecerán en las casillas inferiores

Insert the material:

	Material name	Specific weight (t/m ³)	Specific weight (lb/cu-ft)	Angle of repose (°)
1	Alumina	0.80-1.04	50-65	22
2	Mineral or rock asbestos	1.296	81	
3	Antracite	0.95	61	27
4	Fine dry clay	1.60-1.92	100-120	35

Select material:

Specific weight (t/m³):

Specific weight (lbs/Cu-ft):

Angle of repose (°):

Secciones:

el apartado de los cálculos para bandas transportadoras está dividido en 3 secciones a las cuales puede tener acceso mediante los botones superiores como muestra la siguiente figura

Section 1	Section 2	Section 3
-----------	-----------	-----------

las cuales despliegan las diferentes secciones como la siguiente:

Design Parameters

Type of section in the band:

Fu: Total Tangential Stress (daN):

L: Distances between transported axles (m):

Cq: Fixed resistance coefficient:

Ct: Passive resistance coefficient due temperature:

f: Internal friction coefficient of rotating parts:

qb: Belt weight per linear meter (kg/m):

qG=Material weight transported per linear meter (kg/m):

qRU: Weight lower rotating parts referred to station pass (kg/m):

qRO: Weight upper rotating parts referred to station pass (kg/m):

H: Conveyor belt unevenness (m):

v: Belt speed (m):

η: Reducer performance

P: Minimum driving power (kW):

Pprs: Weight upper rotating parts (kg):

ao: Passing of the outgoing stations (m):

Ppri: Weight lower rotating parts (kg):

au: Passage of return stations (m):

T1: Tight side tension (daN):

T2: Slow side tension (daN):

fa: Friction coefficient between belt and drum:

Cw: Huggin Factor:

T3: Drum tension (not control):

Fr: Tangential stress to move the belt (daN):

T0: Minimum tail tension in the loading area (daN):

Tg: Belt tension at the counterweight point (daN):

lc: Distance drive drum and counterweight center (m):

Ht: Unevenness between the drum and the counterweight (m):

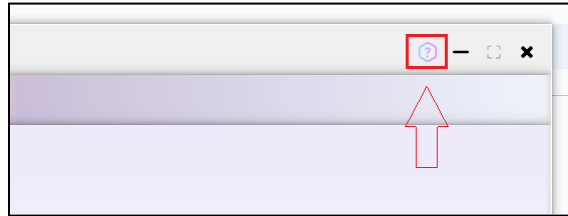
Tumax: Maximum unit tension of the band (daN/m):

Tmax: Tension at the point of maximum belt stress (daN):

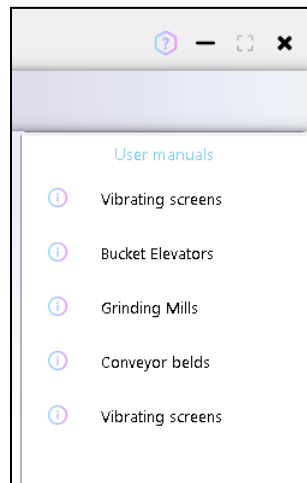
3. Herramientas adicionales

Manual de ayuda integrado en el programa:

en el extremo superior derecho de la interfaz de manejo, se encuentra el icono de ayuda, el cual despliega las listas de los manuales



Esta sección se redirecciona al usuario los manuales individuales



4. Casos de estudio

4.1. Caso 1: Dimensionamiento de una zaranda vibratoria.

Se desea seleccionar una zaranda para una planta que tiene una capacidad de 312.5 ton/h. Para la clasificación se desea usar una malla de $\frac{5}{8}$ ". A continuación, se muestra el análisis granulométrico del mineral que se alimentará a la zaranda. La densidad del material a clasificar es 1,8 t/m³. Además, se espera que la eficiencia de la zaranda sea del 70%.

Malla	Tamaño	% Peso	% Acum
Tyler	Micrómetros		(-)
8"	203200	1,1	98,9
6"	152400	2,1	96,8
4"	101600	4,2	92,6
3"	76200	8,4	84,2
2"	50800	15,4	68,8
1.5"	38100	7,1	61,7
1"	25400	9,0	52,7
3/4"	19050	7,6	45,1
5/8"	15875	3,3	41,8
1/2"	12700	4,2	37,6
3/8"	9525	4,4	33,2
4	4760	9,7	23,5
6	3360	3,8	19,7
8	2380	3,6	16,1
12	1680	3,1	13,0
-12		13,0	0,0

Fig 3. Análisis granulométrico del material alimentado.

Los valores requeridos por el software para estimar el área de la zaranda son los mostrados en la columna ***operating conditions***

Desing of Vibrating Screens

Operating conditions

Capacity (ton/h):

Tyler Mesh Size (in):

Particle Size (um):

% Weight (%):

Percentage of material retained (%):

% Halfsize (%):

Material density (kg/m3):

% Useful Area (%):

Efficiency (%):

Number of floors:

Mesh type:

Desing factors and results

Factor A:

Factor B:

Factor C:

Factor D:

Factor E:

Factor F:

Factor G:

Factor H:

Factor J:

Screen area: (m2):

Modified By: Ronald Borja & Kaleth Padilla v1.0.

Fig 3.1 Variables requeridas para el diseño de la zaranda

Para ello, a continuación se recopilan los datos del problema:

Capacidad (t/h)	312.5
Tamaño Malla (in)	5/8
Tamaño Partícula (μm)	15875
Material Retenido (%)	58.2
Número de pisos	1
Densidad (t/m ³)	1.8
Tipo de malla	Cuadrada
Eficiencia (%)	70

Material retenido.

Este valor se obtiene a partir del análisis granulométrico del material. Se observa que el porcentaje de material acumulado que pasa por la malla elegida es 41,8%. Por lo tanto, el restante es de 58,2%.

Tamaño Medio (% Half Size).

Este valor corresponde al porcentaje de partículas que tienen la mitad del tamaño de la abertura de la malla. En este ejemplo particular, corresponde al porcentaje de partículas con tamaño menor a $15875/2 = 7938$.

A partir del análisis granulométrico y con una interpolación para tamaños de partícula entre 9525 μm y 4760 μm , se puede encontrar que el porcentaje half size es de 30%.

9525	33,2
4760	23,5
7938	30,0

Porcentaje de área útil (% Useful Area).

En general, este valor depende de las especificaciones técnicas de la malla. Sin embargo, es común que las mallas tengan un área útil de 72 ft² de un área total de 84 ft². Por lo tanto, el porcentaje de área útil se calcula como el cociente entre $72/84 = 0.8571$.

Porcentaje en peso (% Weight).

Este valor representa el % en peso total del material que pasa por la malla especificada. Por ejemplo. Por ejemplo, en la primera fila del análisis granulométrico, el 1.1% del peso total del material pasa a través de la malla de 203200 micrómetros.

En nuestro ejemplo, el 3,3% del peso total pasa por la malla de $\frac{5}{8}$ ".

En resumen, los valores del problema son los siguientes:

Capacidad (t/h)	312.5
Tamaño Malla (in)	5/8
Tamaño Partícula (μm)	15875
Material Retenido (%)	58.2
%Weight (%)	3,3
Número de pisos	1
Densidad (t/m ³)	1.8
Tipo de malla	Cuadrada
Eficiencia (%)	70
Half Size (%)	30
Área útil (%)	0.8571

A continuación se introducen estos valores en el software.

ChemSolid - Desing your solid handling equipment

Desing of Vibrating Screens

Operating conditions	Desing factors and results
Capacity (ton/h): 312.5	Factor A: <input type="text"/>
Tyler Mesh Size (in): 5/8	Factor B: <input type="text"/>
Particle Size (μm): 15875	Factor C: <input type="text"/>
% Weight (%): 3.3	Factor D: <input type="text"/>
Percentage of material retained (%): 58.2	Factor E: <input type="text"/>
% Halfsize (%): 30	Factor F: <input type="text"/>
Material density (kg/m ³): 1800	Factor G: <input type="text"/>
% Useful Area (%): 0.8571	Factor H: <input type="text"/>
Efficiency (%): 70	Factor I: <input type="text"/>
Number of floors: One	Factor J: <input type="text"/>
Mesh type: Square	Screen area: (m ²): <input type="text"/>

Interpolate factors Reset

Calculate

Modified By: Ronald Borja & Kaleth Padilla v1.0.

Fig 3.1 Valores conocidos del problema de selección de zaranda.

A continuación, se hace click sobre el botón ***interpolate factors*** para que el sistema le muestre las constantes de diseño para las condiciones de operación especificadas.

ChemSolid - Desing your solid handling equipment

Desing of Vibrating Screens

Operating conditions		Desing factors and results	
Capacity (ton/h):	312.5	Factor A:	2.82
Tyler Mesh Size (in):	5/8	Factor B:	0.8656
Particle Size (um):	15875	Factor C:	0.8
% Weight (%):	3.3	Factor D:	1
Percentage of material retained (%):	58.2	Factor E:	1.35
% Halfsize (%):	30	Factor F:	1.1237
Material density (kg/m3):	1800	Factor G:	0.8571
% Useful Area (%):	0.8571	Factor H:	1
Efficiency (%):	70	Factor J:	1.9
Number of floors:	One	Screen area: (m2):	
Mesh type:	Square		

Interpolate factors Calculate Reset

Modified By: Ronald Borja & Kaleth Padilla v1.0.

Fig 3.2 Interpolación de parámetros de diseño.

Finalmente, se hace click sobre el botón calculate para conocer el área de diseño de la zaranda.

ChemSolid - Desing your solid handling equipment

Desing of Vibrating Screens

Operating conditions		Desing factors and results	
Capacity (ton/h):	312.5	Factor A:	2.82
Tyler Mesh Size (In):	5/8	Factor B:	0.8656
Particle Size (um):	15875	Factor C:	0.8
% Weight (%):	3.3	Factor D:	1
Percentage of material retained (%):	58.2	Factor E:	1.35
% Halfsize (%):	30	Factor F:	1.1237
Material density (kg/m3):	1800	Factor G:	0.8571
% Useful Area (%):	0.8571	Factor H:	1
Efficiency (%):	70	Factor J:	1.9
Number of floors:	One	Screen area (m2):	6.6337
Mesh type:	Square		

Modified By: Ronald Borja & Kaleth Padilla v1.0.

Fig 3.3. Área de diseño - Zaranda Vibratoria

En conclusión, para las condiciones de operación especificadas por el problema, se necesita una zaranda con un área de 6,6337 m². El siguiente paso consiste en la selección de la zaranda usando los catálogos técnicos de empresas que comercializan este equipo.

4.2. Caso 2: Dimensionamiento de una trituradora de mandíbulas.

El tamaño más grande de las piezas de mineral extraídas midió 560 mm (promedio) y los tamaños más pequeños promediaron 160 mm. La densidad del mineral fue de 2,8 t/m³ y el índice de Bond es de 13,7 kW/t. El mineral desea ser triturado en una trituradora de mandíbulas que opera a 100 rpm. Con una relación de reducción de 4, el 18% del mineral estaba por debajo del tamaño máximo requerido.

Determinar:

1. Dimensiones de la trituradora
2. Capacidad máxima y real
3. Potencia requerida

Solución.

En la figura 4 se observa la imagen de una tritura de mandíbulas. El presente problema nos pide que estimemos los parámetros geométricos (gape, set, el ancho, alto de las mandíbulas y el throw o longitud del recorrido de las mandíbulas). Además, se pide calcular la cantidad de mineral por unidad de tiempo que puede procesar el equipo junto con la potencia que necesita el motor para cumplir esta tarea.

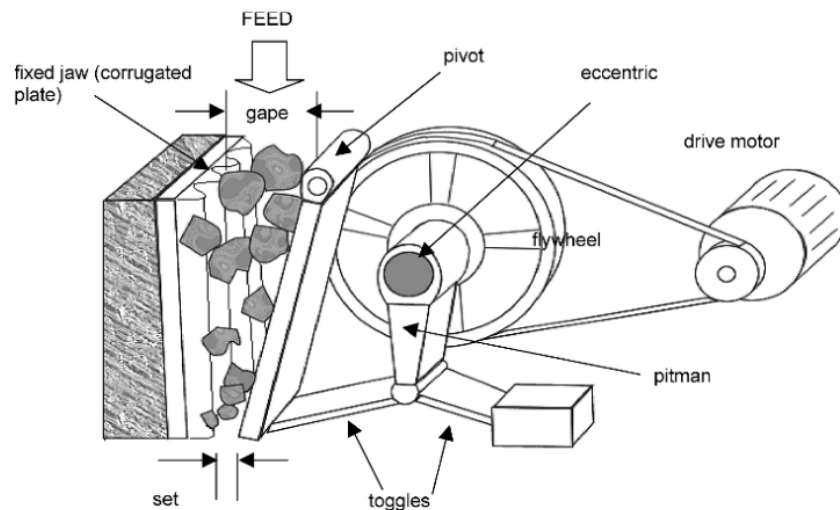


Fig 4. Trituradora de mandíbulas. Tomada de Mineral Processing Design and Operation (A. Gupta et Al)

Una vez se comprendió el problema, es importante resaltar que para la solución de este problema se hará una presunción:

$$L_{min} = Set$$

Es decir que la longitud mínima de recorrido de la mandíbula es igual a la longitud de la apertura de salida de las partículas trituradas.

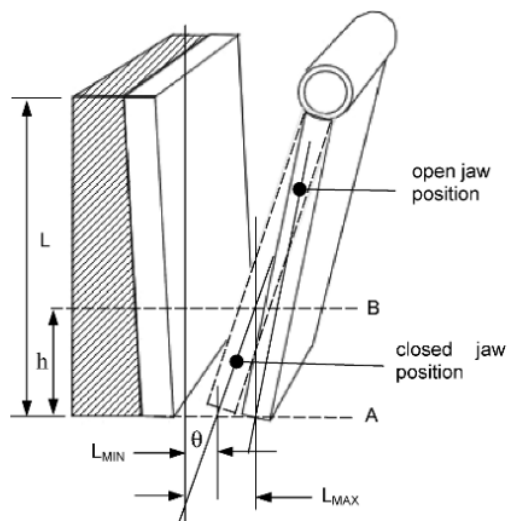


Fig 4.1 Trituradora de mandíbulas. Tomada de Mineral Processing Design and Operation (A. Gupta et Al)

A continuación, se resumen los datos recolectados para la solución del ejercicio.

Tamaño de partícula mayor (m)	0.560
Tamaño de partícula menor (m)	0.160
Densidad material (kg/m ³)	2800
Relación de reducción	4
Índice Bond (kW/t)	13.7
Frecuencia (rpm)	100

Luego, ingresamos los datos conocidos al software para realizar los cálculos correspondientes.

Parámetros geométricos. En primer lugar, si conocemos los tamaños de partícula y la relación de reducción, los parámetros geométricos del molino quedan fijos.

ChemSolid - Desing your solid handling equipment

Ball mill Roll mill **Jaw crusher** Cone Crusher

Jaw Crusher Mode:

General

Crusher dimensions

Largest Particle Size (m): 0.560

Smallest Particle Size (m): 0.160

Material Density (kg/m³): 2800

Lmin (m):

Grinding Frequency (rpm): 100

Set - Crusher outlet opening (m):

Gape - Feed opening (m):

Vertical Height of the Crusher (m):

Jaw Width (m):

Throw (m):

Design calculations

Maximum capacity (t/h):

Critical Frequency (rpm):

Operation capacity (t/h):

Reduction ratio (gape/set): 4

Bond Work Index (kWh/t):

Operating Power (kW/t):

Reset Calculate

Modified By: Ronald Borja & Kaleth Padilla v1.0.

Fig 4.2 Cálculo de las dimensiones de la trituradora.

Presionando el botón **calculate**, se obtiene los siguiente resultados:

Jaw Crusher Mode:

General

Crusher dimensions		Design calculations	
Largest Particle Size (m):	0.560	Maximum capacity (t/h):	
Smallest Particle Size (m):	0.160	Critical Frequency (rpm):	222.2541
Material Density (kg/m3):		Operation capacity (t/h):	
Lmin (m):		Reduction ratio (gape/set):	4
Grinding Frequency (rpm):		Bond Work Index (kWh/t):	
Set - Crusher outlet opening (m):	0.1556	Operating Power (kWh/t):	
Gape - Feed opening (m):	0.6222		
Vertical Height of the Crusher (m):	1.2444		
Jaw Width (m):	0.8089		
Throw (m):	0.0335		

Reset Calculate

Fig 4.3 Dimensiones de la trituradora

En esta misma línea, se pueden usar estos resultados para realizar los cálculos faltantes. Para ello, se debe ingresar la densidad, el Lmin (Set), la frecuencia y el índice de Bond.

Jaw Crusher Mode:

General

Crusher dimensions		Design calculations	
Largest Particle Size (m):	0.560	Maximum capacity (t/h):	
Smallest Particle Size (m):	0.160	Critical Frequency (rpm):	222.2541
Material Density (kg/m3):	2800	Operation capacity (t/h):	
Lmin (m):	0.1556	Reduction ratio (gape/set):	4
Grinding Frequency (rpm):	100	Bond Work Index (kWh/t):	13.7
Set - Crusher outlet opening (m):	0.1556	Operating Power (kWh/t):	
Gape - Feed opening (m):	0.6222		
Vertical Height of the Crusher (m):	1.2444		
Jaw Width (m):	0.8089		
Throw (m):	0.0335		

Reset Calculate

Fig 4.4 Valores faltantes para estimar la capacidad y potencia requerida en la trituradora.

Presionamos el botón **calculate**, obteniendo los siguientes resultados.

Jaw Crusher Mode:

General

Crusher dimensions		Design calculations	
Largest Particle Size (m):	0.560	Maximum capacity (t/h):	395.3315
Smallest Particle Size (m):	0.160	Critical Frequency (rpm):	222.2541
Material Density (kg/m3):	2800	Operation capacity (t/h):	177.8737
Lmin (m):	0.1556	Reduction ratio (gape/set):	4
Grinding Frequency (rpm):	100	Bond Work Index (kWh/t):	13.7
Set - Crusher outlet opening (m):	0.1556	Operating Power (kWh/t):	28.0547
Gape - Feed opening (m):	0.6222		
Vertical Height of the Crusher (m):	1.2444		
Jaw Width (m):	0.8089		
Throw (m):	0.0335		

Reset Calculate

Fig 4.5 Resultados finales - Diseño de trituradora de mandibulas.

En resumen, los resultados son:

- Set = Lmin = 0,16 m
- Gape = 0,622 m
- Vertical Height = 1,2444 m
- Jaw Width = 0,8089 m
- Throw = 0,0335 m
- Capacidad máxima = 395,3315 t/h
- Capacidad real = 177,8737 t/h
- Potencia requerida = 28,0547 kWh/t

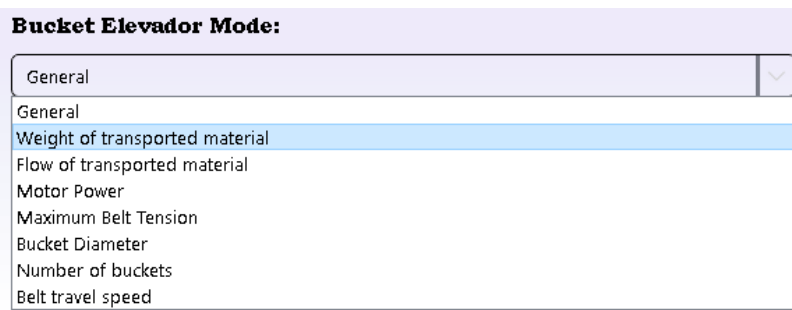
5.1. Caso 1: Dimensionamiento de un elevador de cangilones.

Diseñar las características que debe tener un elevador de cangilones que ha de transportar arcilla seca cuya densidad es de 1500 kg/m3 con una capacidad aproximada de 10 t/h: Tamaño del cangilón , Espaciado, Velocidad de la banda y Diámetro del tambor.

Seleccionamos el cangilón del siguiente catálogo

Del catálogo podemos extraer la información necesaria para calcular el peso de la carga, la cual sería el volumen del cangilón, supondremos un coeficiente de relleno de $\frac{2}{3}$ y procederemos a hacer el cálculo en el programa

seleccionamos en la interfaz el modo 'weight of transported material'

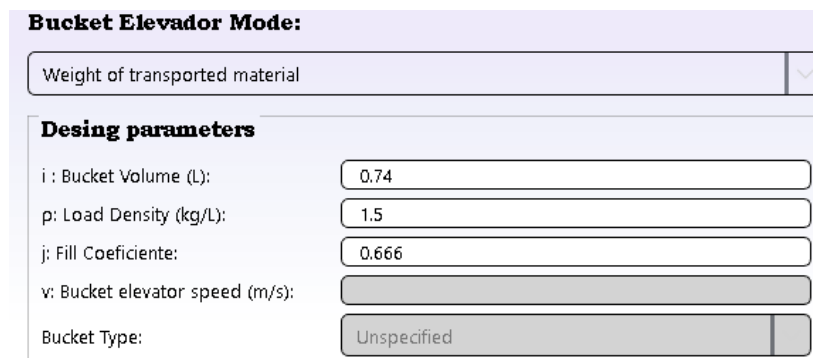


Bucket Elevator Mode:

- General
- Weight of transported material
- Flow of transported material
- Motor Power
- Maximum Belt Tension
- Bucket Diameter
- Number of buckets
- Belt travel speed

Fig 5.1. Cálculos de diseño: weight of transported material.

procedemos a llenar los campos necesarios



Bucket Elevator Mode:

Weight of transported material

Desing parameters

i : Bucket Volume (L): 0.74

p: Load Density (kg/L): 1.5

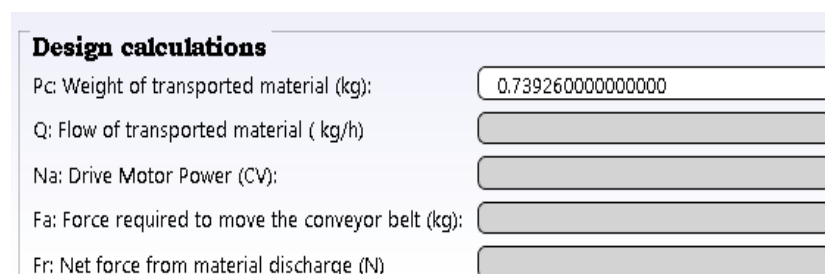
j: Fill Coeficiente: 0.666

v: Bucket elevator speed (m/s):

Bucket Type: Unspecified

Fig 5.2. Valores conocidos del calculo 'weight of transported material'.

dejamos el campo Pc libre ya que ese es el valor que estamos buscando y calculamos



Design calculations

Pc: Weight of transported material (kg): 0.739260000000000

Q: Flow of transported material (kg/h)

Na: Drive Motor Power (CV):

Fa: Force required to move the conveyer belt (kg):

Fr: Net force from material discharge (N)

Fig 5.2. Cálculos de diseño de elevadores de cangilones : resultado

Peso del material=0.74 por cangilón

Procedemos a calcular el siguiente parámetro, número de cangilones:

seleccionamos el modo 'Number of buckets ':

Bucket Elevator Mode:

General

General

Weight of transported material

Flow of transported material

Motor Power

Maximum Belt Tension

Bucket Diameter

Number of buckets

Belt travel speed

Fig 5.4. Cálculos de diseño: Number of buckets

Rellenamos los espacios vacíos a excepción de la variable desconocida, en este caso el número de cangilones

Design calculations

Pc: Weight of transported material (kg):

0.74

Q: Flow of transported material (t/h)

10000

Na: Drive Motor Power (CV):

Fa: Force required to move the conveyor belt (kg):

Fr: Net force from material discharge (N)

m: Weight of the load (kg):

Ta: Maximum Belt Tension (kg):

K: Drum dependent Coefficient:

Unspecified

D: Drum Diameter (m):

Presionamos el botón **calculate**, obteniendo los siguientes resultados.

Design calculations

Pc: Weight of transported material (kg):

0.74

Q: Flow of transported material (kg/h)

10000

Na: Drive Motor Power (CV):

Fa: Force required to move the conveyor belt (kg):

Fr: Net force from material discharge (N)

m: Weight of the load (kg):

Ta: Maximum Belt Tension (kg):

K: Drum dependent Coefficient:

Unspecified

D: Drum Diameter (m):

Number of buckets per second (Nc/h):

13513.5135

sh: Horizontal displacement (m):

sv: Vertical Displacement (m):

a: Acceleration (m/s2):

S: Material trajectory (m):

α : Inclination angle (°):

R: Drum Radius (m):

Calculate

Resultados= 13513.51 cangilones por hora = 4 cangilones/segundo

Procedemos a calcular el siguiente parámetro, espaciado:

en el modo general seleccionamos en bucket type: normal bucket

Bucket Elevator Mode:

General

Desing parameters

i : Bucket Volume (L):

p: Load Density (kg/L):

j: Fill Coeficiente:

v: Bucket elevator speed (m/s):

Bucket Type: Unspecified

Material size: Unspecified

h: Bucket Height (m):

Normal Bucket Pitch Ratio (2h-3h):

Pitch Constant:

t chain: Chain Pitch:

t: Bucket Pitch:

H: Elevation Height (m):

Loading System: Unspecified

η : Motor Performance:

Reset

Rellenamos los campos : 'Bucket height' y 'normal bucket pitch ratio' con los siguientes valores

General

Desing parameters

i : Bucket Volume (L):

p: Load Density (kg/L):

j: Fill Coeficiente:

v: Bucket elevator speed (m/s):

Bucket Type: Normal bucket

Material size: Unspecified

h: Bucket Height (m): 0.105

Normal Bucket Pitch Ratio (2h-3h): 2

Pitch Constant:

t chain: Chain Pitch:

t: Bucket Pitch:

H: Elevation Height (m):

Loading System: Unspecified

η : Motor Performance:

Reset

Presionamos el botón *calculate*, obteniendo los siguientes resultados.

Bucket Elevator Mode:

General

Desing parameters

i : Bucket Volume (L):

p: Load Density (kg/L):

j: Fill Coeficiente:

v: Bucket elevator speed (m/s):

Bucket Type:

Normal bucket

Material size:

Unspecified

h: Bucket Height (m):

0.105

Normal Bucket Pitch Ratio (2h-3h):

2

Pitch Constant:

t chain: Chain Pitch:

t: Bucket Pitch:

0.2100000000000000

H: Elevation Height (m):

Loading System:

Unspecified

η: Motor Performance:

Reset

Procedemos a calcular el siguiente parámetro, **velocidad**: en el bucket elevator mode seleccionamos ‘**belt travel speed**’:

De

Bucket Elevator Mode:

Belt travel speed

Desing parameters

i : Bucket Volume (L):

p: Load Density (kg/L):

j: Fill Coeficiente:

v: Bucket elevator speed (m/s):

Bucket Type:

Unspecified

Material size:

Unspecified

h: Bucket Height (m):

Normal Bucket Pitch Ratio (2h-3h):

Pitch Constant:

t chain: Chain Pitch:

t: Bucket Pitch:

H: Elevation Height (m):

Loading System:

Unspecified

η: Motor Performance:

Reset

Design calculations

Pc: Weight of transported material (kg):

Q: Flow of transported material (kg/h)

Na: Drive Motor Power (CV):

Fa: Force required to move the conveyor belt (kg):

Fr: Net force from material discharge (N)

m: Weight of the load (kg):

Ta: Maximum Belt Tension (kg):

K: Drum dependent Coefficient:

Unspecified

D: Drum Diameter (m):

Number of buckets per second (Nc/h):

sh: Horizontal displacement (m):

sv: Vertical Displacement (m):

a: Acceleration (m/s2):

S: Material trajectory (m):

α: Inclination angle (°):

R: Drum Radius (m):

Calculate

Rellenamos los campos : 'Bucket pitch ' y 'Number of bucket ' con los siguientes valores

Belt travel speed		▼	
Desing parameters		Design calculations	
i : Bucket Volume (L):		Pc: Weight of transported material (kg):	
p: Load Density (kg/L):		Q: Flow of transported material (kg/h)	
j: Fill Coeficiente:		Na: Drive Motor Power (CV):	
v: Bucket elevator speed (m/h):		Fa: Force required to move the conveyor belt (kg):	
Bucket Type:	Unspecified	Fr: Net force from material discharge (N)	
Material size:	Unspecified	m: Weight of the load (kg):	
h: Bucket Height (m):		Maximum Belt Tension (kg):	
Normal Bucket Pitch Ratio (2h-3h):		K: Drum dependent Coefficient:	Unspecified
Pitch Constant:		D: Drum Diameter (m):	
t chain: Chain Pitch:		Number of buckets per hour (Nc/h):	13513.51
t: Bucket Pitch:	0.21	sh: Horizontal displacement (m):	
H: Elevation Height (m):		sv: Vertical Displacement (m):	
Loading System:	Unspecified	a: Acceleration (m/s2):	
η: Motor Performance:		S: Material trajectory (m):	
		α: Inclination angle (°):	
		R: Drum Radius (m):	
Reset		Calculate	

Presionamos el botón *calculate*, obteniendo los siguientes resultados.

Belt travel speed		▼	
Desing parameters		Design calculations	
i : Bucket Volume (L):		Pc: Weight of transported material (kg):	
p: Load Density (kg/L):		Q: Flow of transported material (kg/h)	
j: Fill Coeficiente:		Na: Drive Motor Power (CV):	
v: Bucket elevator speed (m/h):	2837.8371	Fa: Force required to move the conveyor belt (kg):	
Bucket Type:	Unspecified	Fr: Net force from material discharge (N)	
Material size:	Unspecified	m: Weight of the load (kg):	
h: Bucket Height (m):		Ta: Maximum Belt Tension (kg):	
Normal Bucket Pitch Ratio (2h-3h):		K: Drum dependent Coefficient:	Unspecified
Pitch Constant:		D: Drum Diameter (m):	
t chain: Chain Pitch:		Number of buckets per hour (Nc/h):	13513.51
t: Bucket Pitch:	0.21	sh: Horizontal displacement (m):	
H: Elevation Height (m):		sv: Vertical Displacement (m):	
Loading System:	Unspecified	a: Acceleration (m/s2):	
η: Motor Performance:		S: Material trajectory (m):	
		α: Inclination angle (°):	
		R: Drum Radius (m):	
Reset		Calculate	

El siguiente y último parámetro a calcular es el diámetro del cangilón:

en el bucket elevator mode seleccionamos 'Bucket Diameter ':

Bucket Elevator Mode:

Weight of transported material	▼
General	
Weight of transported material	
Flow of transported material	
Motor Power	
Maximum Belt Tension	
Bucket Diameter	
Number of buckets	
Belt travel speed	

Rellenamos el campo: Bucket elevator speed y calculamos el parámetro faltante (Bucket diameter):

Bucket Elevator Mode:

Bucket Diameter ▼

Desing parameters	Design calculations
i : Bucket Volume (L):	Pc: Weight of transported material (kg):
p: Load Density (kg/L):	Q: Flow of transported material (kg/h)
j: Fill Coeficiente:	Na: Drive Motor Power (CV):
v: Bucket elevator speed (m/h): 2837.83	Fa: Force required to move the conveyor belt (kg):
Bucket Type: Unspecified	Fr: Net force from material discharge (N)
Material size: Unspecified	m: Weight of the load (kg):
h: Bucket Height (m):	Ta: Maximum Belt Tension (kg):
Normal Bucket Pitch Ratio (2h-3h):	K: Drum dependent Coefficient: Unspecified
Pitch Constant:	D: Drum Diameter (m): 0.126686033225419
t chain: Chain Pitch:	Number of buckets per hour (Nc/h):
t: Bucket Pitch:	sh: Horizontal displacement (m):
H: Elevation Height (m):	sv: Vertical Displacement (m):
Loading System: Unspecified	a: Acceleration (m/s ²):
n: Motor Performance:	S: Material trajectory (m):
	α: Inclination angle (°):
	R: Drum Radius (m): 0.0633430166127094
Reset	Calculate

En resumen, los resultados son:

- Peso de material por cangilón: 0.74 kg
- Número de cangilones: 13513.51
- espaciado entre los cangilones 0.21 m
- Velocidad de los cangilones: 2837.83 m/h
- Diámetro de los cangilones: 0.1266 m

