



MANUAL DE USO DEL PROGRAMA CÁLCULO PARA CORREAS TRANSPORTADORAS



**Efraín Bozo Godoy
Gonzalo Bozo Nalli**

Diciembre 2023

MANUAL DE USO DEL PROGRAMA CÁLCULO PARA CORREAS TRANSPORTADORAS: DOCE

Tabla de Contenido

1.0	INTRODUCCIÓN	2
2.0	DATOS Y VALIDACIÓN	2
2.1	DENSIDAD DEL MATERIAL	3
2.2	LONGITUD TOTAL	3
2.3	ALTURA	4
2.4	CAPACIDAD	5
2.5	ANCHO DE LA CORREA	5
2.6	VELOCIDAD DE LA CORREA	6
2.7	ÁNGULO DE ABRACE	6
2.8	FACTOR FICTICIO DE FRICCIÓN	6
2.9	ÁNGULO DE SUPERFICIE	7
2.10	ÁNGULO DEL POLÍN	7
2.11	TAMAÑO MÁXIMO DE COLPA	7
2.12	PESO DE LA CORREA	7
3.0	CÁLCULOS INTERNOS	8
4.0	CONSIDERACIONES Y LIMITACIONES	8
5.0	RESULTADO DE LA CAPACIDAD VOLUMÉTRICA	9
6.0	RESULTADO DE POTENCIA Y TENSIONES PRINCIPALES	10
7.0	RESULTADO DE CINTAS RECOMENDADAS	12
8.0	REFERENCIAS	13

1.0 INTRODUCCIÓN

Doce es un programa de cálculo de correas transportadoras online, que tiene como objetivo el cálculo de la capacidad volumétrica, las tensiones principales, la potencia total y recomendar tipos de cintas. Está basado, principalmente en la norma ISO 5048 [1] simplificada en documento publicado por Proconm [2]. Además, el programa ha sido validado con cintas calculadas por otros programas y con la realidad.

2.0 DATOS Y VALIDACIÓN

El programa requiere sólo de 12 datos para realizar el cálculo de cualquier correa transportadora estándar. El ingreso de datos es validado para evitar el ingreso de información que está fuera de la realidad de las correas estándares. Estas limitaciones son:

- 1 Densidad del material entre 150 kg/m^3 y 3.000 kg/m^3 .
- 2 Longitud total entre 80 m y $\leq 30.000 \text{ m}$
- 3 Altura, considera un ángulo entre -20° y 20°
- 4 Capacidad entre 0 t/h y 20.000 t/h
- 5 Ancho de correa entre 18" y 96"
- 6 Velocidad de la correa entre 0,5 m/s y 10 m/s
- 7 Ángulo de abrace entre 160° y 450° .
- 8 Factor de fricción ficticio entre 0,005 y 0,05

9 Ángulo de superficie entre 0° y 45°

10 Ángulos de polines 20° o 35° o 45°.

11 Tamaño máximo de colpa entre 1 mm y 500 mm

12 Peso de la correa entre 3 kg/m y 160 kg/m

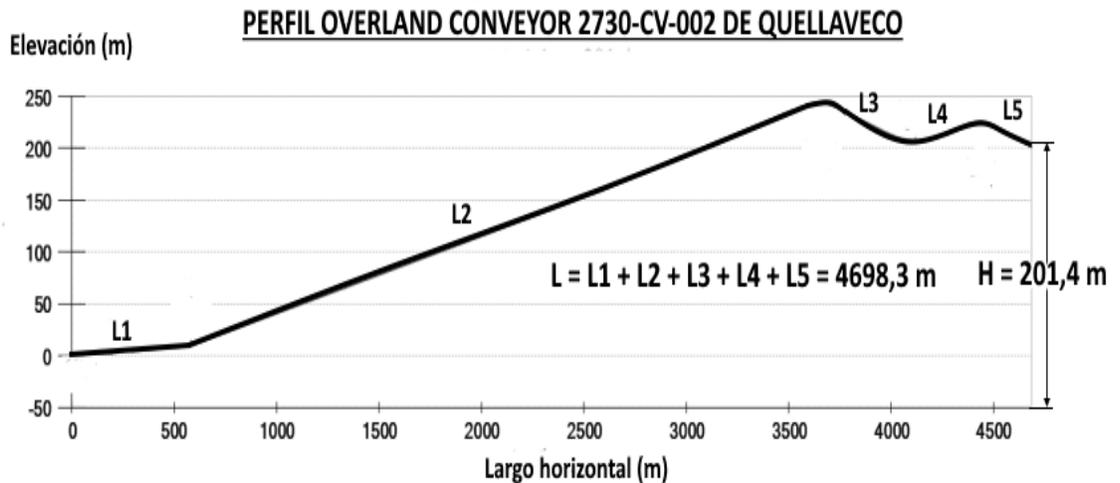
2.1 *DENSIDAD DEL MATERIAL*

Para el cálculo de la capacidad volumétrica, se recomienda ingresar la densidad del material seco. Por ejemplo, para el mineral primario de cobre, esta es: 1.600 kg/m³.

Para el cálculo de las tensiones y potencias se recomienda ingresar el material con la máxima humedad. Por ejemplo, en el mismo caso anterior, se utiliza un 10% de humedad, la densidad en este caso es: 1.760 kg/m³, en el mismo porcentaje es necesario aumentar la capacidad.

2.2 *LONGITUD TOTAL*

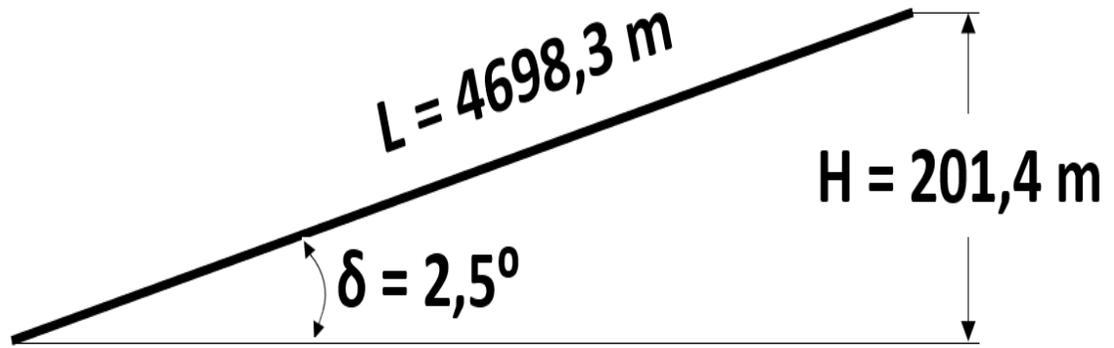
Aunque el programa considera sólo un tramo, permite el cálculo de correas con muchos tramos, entregando como dato la longitud total. En el ejemplo de la Figura, la longitud total es $L = 4698,3$ m.



Densidad del Material	1.600 kg/m ³
Largo Total	4.698 m
Altura	201 m
Capacidad	10.897 t/h
Ancho de Correa	72 pulg
Velocidad de Correa	6,5 m/s
Angulo de Abrace	380,0°
Factor de Fricción Ficticio	0,014
Angulo de Superficie	20,0°
Angulo de Polines	35°
Tamaño Máximo de Colpa	300 mm
Peso de la Cinta	131 kg/m

2.3 *ALTURA*

La altura debe ser tal que el ángulo o la pendiente no supere los 20°. En el ejemplo anterior, este ángulo δ (nomenclatura ISO 5048) es igual a 2,5°.



2.4

CAPACIDAD

La capacidad la define el profesional de planta o diseñador, puede ser la capacidad de diseño o la capacidad nominal. Si la capacidad es 0, el programa entrega valores de correa sin carga o en vacío.

2.5

ANCHO DE LA CORREA

Aunque el ingreso de datos permite el ingreso de anchos desde 18" hasta 96", este ancho debe ser para correas estándares. Esto es, en pulgadas: 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, 72, 78, 84, 90 y 96. Y en milímetros: 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200 y 2400.

Existen anchos de correas hasta 120" y 3200 mm, sin embargo, estos anchos se utilizan, principalmente en los alimentadores y escapan al alcance del software.

2.6 *VELOCIDAD DE LA CORREA*

Las velocidades inferiores a 0,5 m/s corresponden, principalmente a alimentadores o a correas inferiores a 80 m, ambos casos fuera del alcance del programa. En mineral primario se ha llegado a superar los 7 m/s. Sin embargo, con otros materiales, como el carbón, existen correas con velocidades superiores, de hasta 10 m/s.

2.7 *ÁNGULO DE ABRACE*

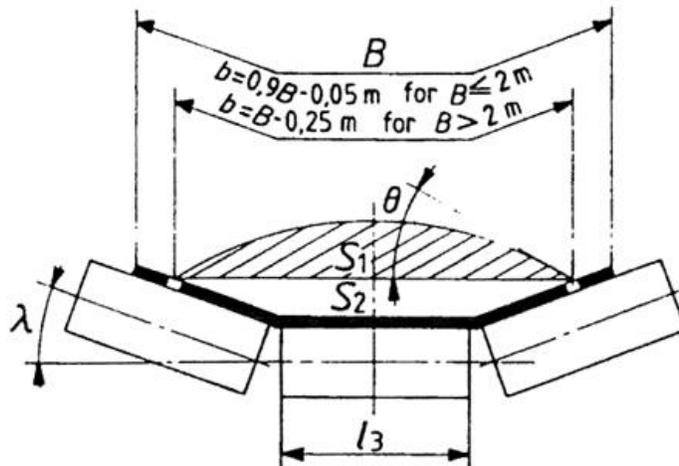
Con una polea motriz y polea desviadora, es posible obtener ángulo de abrace hasta 220°. Con dos poleas, se logra el doble de ángulo de abrace. Se debe ingresar el valor real.

2.8 *FACTOR FICTICIO DE FRICCIÓN*

Este importante factor permite definir si se desea que la correa proyectada opere normal o con eficiencia energética. Y en correas existentes permite realizar diagnóstico conociendo el flujo y la potencia medidas en terreno. En el programa se ingresa el flujo real y el factor se va modificando hasta que el resultado coincida con la potencia real medida. El análisis de este factor lo pueden hacer con la Ref. [2].

2.9 *ÁNGULO DE SUPERFICIE*

Este ángulo fluctúa entre 10° y 20° . Está directamente relacionado con la capacidad volumétrica. En la Figura (tomada la norma ISO 5048), el ángulo θ corresponde al ángulo de superficie.



2.10 *ÁNGULO DEL POLÍN*

El software acepta sólo polines estándares. Esto es, 3 rodillos iguales, cuyo ángulo puede ser: 20° , 35° o 45° .

2.11 *TAMAÑO MÁXIMO DE COLPA*

Este dato es relevante en mineral primario para definir la capacidad volumétrica con este criterio. A mayor tamaño de colpa máxima, menor es la capacidad volumétrica.

2.12 *PESO DE LA CORREA*

Este dato es típico para el cálculo. Si no se tiene a mano, ingrese un estimado, el software le entregará opciones de cinta con su peso.

3.0 CÁLCULOS INTERNOS

Existen datos que requiere el programa, pero, no se solicitan porque el software los calcula o los obtiene de Tabla. En la fórmula, los 4 datos con negro se ingresan como datos. Las 5 variables con verde son obtenidas internamente por el programa.

$$F_U = C * f * L * g [q_{RO} + q_{RU} + 2q_B + q_G] \pm H * q_G * g$$

- **C** es el coeficiente de resistencias secundarias y se obtiene del gráfico publicado en la ISO 5048 [2]
- **g** es la constante de gravedad = 9,81 m/s²
- **q_{RO} y q_{RU}** es la masa de las partes giratorias de los rodillos, se obtiene de la Tabla del Phoenix [3], que está para anchos de correa en milímetros. Proconm, completa la tabla e interpola y extrapola para los valores en pulgadas.
- **q_G** es el peso por metro del material. Cálculo interno

4.0 CONSIDERACIONES Y LIMITACIONES

Para el cálculo de realizan las siguientes consideraciones:

Distancia fija entre polines de carga = 1 m

Distancia fija entre polines de retorno = 3 m

No se define la ubicación de sistema motriz ni la disposición

No define poleas

No define polines. Pero, se entrega la carga sobre ellos

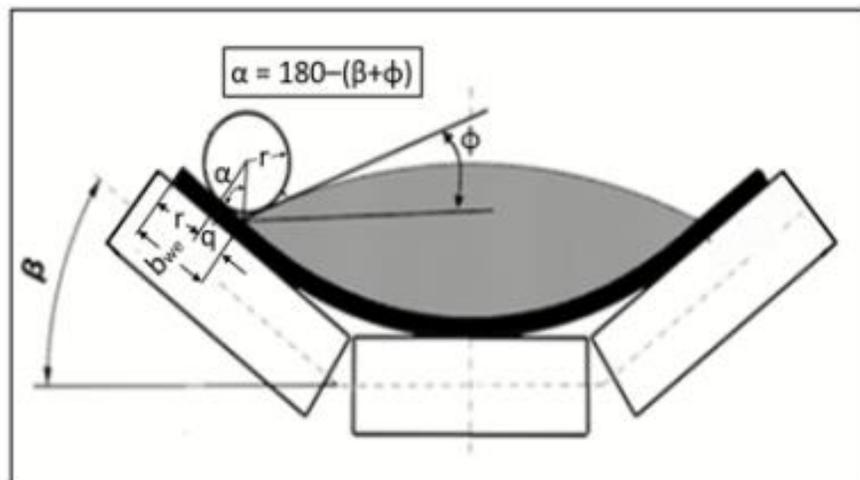
No define freno

No define tensor

5.0 RESULTADO DE LA CAPACIDAD VOLUMÉTRICA

Este es el único software que calcula la capacidad volumétrica en base a la comparación de dos métodos: Cema 7 y tamaño máximo de colpa. Además, entrega el desalineamiento posible en base al método seleccionado internamente. Y alerta si no cumple la capacidad volumétrica según se muestra en el siguiente ejemplo de Quellaveco. Para el cual, se definió una capacidad de diseño de 10.897 t/h.

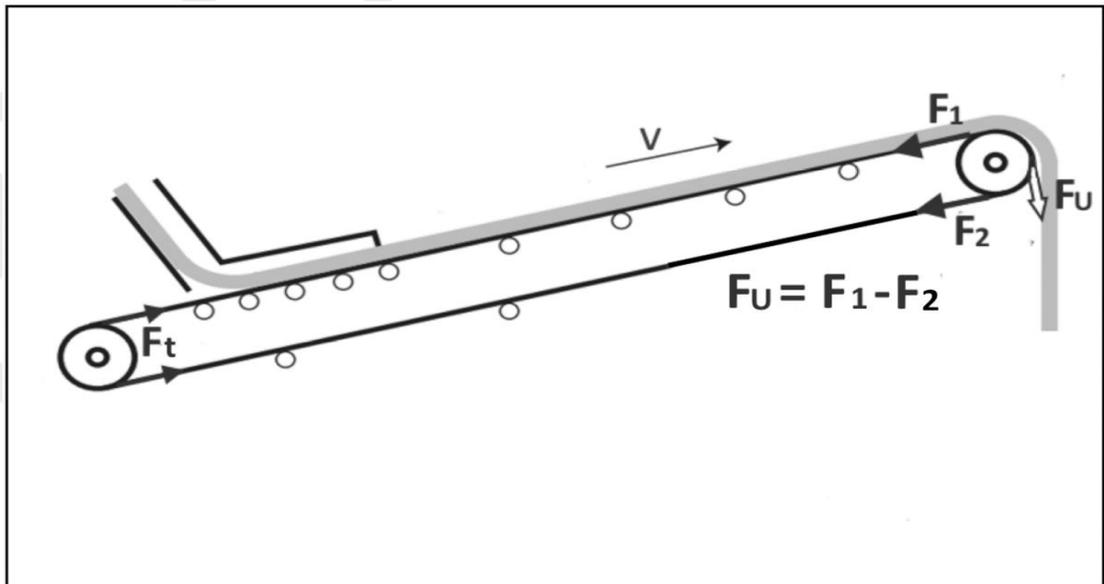
CAPACIDAD VOLUMETRICA



Capacidad volumétrica correa centrada	10.590 t/h (No tiene la capacidad)
Criterio que define la capacidad volumétrica	Tamaño máximo colpa
Porcentaje de carga (capac/capac vol. correa centrada)	102 % (No tiene la capacidad)
Desalineamiento permitido cumpliendo el criterio	-8 mm (No acepta desalineamiento)
Distancia al borde correa centrada, bwe	219 mm

6.0 RESULTADO DE POTENCIA Y TENSIONES PRINCIPALES

El programa entrega resultados de las tensiones principales y potencia. Un tema especial del programa es que entrega el porcentaje de la potencia requerida para subir o bajar el material y el porcentaje disipado de la potencia en resistencias a la fricción y a la flexión transversal y longitudinal de la cinta, según se muestra en el siguiente ejemplo, que corresponde a la correa de Quellaveco:



Coeficiente de resistencias secundarias, c	1,01
Factor de abrace, cw	0,11
Peso unitario del material, qg	465,683760683761 kg/m
Tensión total efectiva o periférica, FU	152.430 kg
Potencia total requerida en el eje, PA	9.720 kW
Porcentaje de la potencia para subir o bajar el material	62,0 %
Porcentaje de la potencia disipada en fricción y flexión	38,0 %
Tensión en la cola, Ft	7.460 kg
Flecha o catenaria lado carga (Sic=1m)	1,0 %
Flecha o catenaria lado retorno (Sir=3m)	0,66 %
Tensión en el retorno, F2	20.220 kg
Tensión máxima de la cinta, F1	172.650 kg

El factor de abrace se obtiene desde tabla del Cema 7 para poleas revestidas con tensor automático, que se encuentra en la base de datos del software.

7.0

RESULTADO DE CINTAS RECOMENDADAS

Con una gran base de datos armada con catálogos de proveedores e interpolando e intercalando la información que faltaba, permite entregar recomendaciones del tipo de cinta que cumple con la tensión requerida. Así como entregar el peso aproximado por metro para cada cinta sugerida. Además, se incluye el ancho mínimo que debe tener la cinta para apoyar completamente en los tres rodillos sin carga. Es decir, cumplimiento mínimo de la norma ISO 703.

En este ejemplo, se dan dos tipos de cinta con cables y no existe cinta con telas que cumpla con el requerimiento. La correa tiene un ancho de 72". Por tanto, cumple con el ángulo de artesa sin lugar a duda.

CINTAS RECOMENDADAS

Cinta con cables empalme preformado coef seguridad 5	ST 5000
Peso aproximado de la cinta recomendada	101 kg/m (valor < al valor ingresado)
Ancho mínimo del polín según catálogo (ISO 703)	54 pulg (valor < al valor ingresado)
◀ Cinta con cables emplame estándar coef. seguridad 6.7	ST 6500
Peso aproximado de la cinta recomendada	121 Kg/m (valor < al valor ingresado)
Ancho mínimo del polín según catálogo (ISO 703)	60 pulg (valor < al valor ingresado)
Cinta con telas con coeficiente de seguridad 10	No Existe
Peso aproximado de la cinta recomendada	-
Ancho mínimo del polín según catálogo (ISO 703)	-

8.0

REFERENCIAS

Las referencias en color azul se encuentran disponibles o se puede acceder a ellas desde nuestra página web.

<https://proconm.com>

[1] ISO 5048. Continuous Mechanical Handling Equipment - Belt Conveyors with Carrying Idlers - Calculation of Operating Power and Tensile Forces. Publicado por International Organization for Standardization

[2] Fundamentos para el Cálculo de Correas Transportadoras según Norma ISO 5048. Publicado por Proconm en septiembre del 2023.

[3] Fundamentos de Diseño de las Correas Transportadoras. Publicado en español por Phoenix Conveyor Belt System. Documento basado en la norma DIN 22101, que es similar a la ISO 5048.