



PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

SOPORTES PARA CORREAS TRANSPORTADORAS

AICE-PRC-016-0

Revisión 0

VIGENCIA 23 DE ABRIL DE 2015



ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CIVILES ESTRUCTURALES
COMITÉ TÉCNICO DE MINERÍA E INDUSTRIAS

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

SOPORTES PARA CORREAS TRANSPORTADORAS

Rev.	Fecha	Emitido Para	Por	Revisor	CTMI	Presidente AICE
A	14-10-2013	Revisión CTMI	P. Pineda	R. Montecinos R. Ramos	P. Pineda R. Montecinos	René Lagos
B	09-07-2014	Revisión Socios AICE	P. Pineda	R. Montecinos R. Ramos	P. Pineda R. Montecinos	René Lagos
0	23-04-2015	Difusión y Aplicación	P. Pineda	R. Montecinos R. Ramos	P. Pineda R. Montecinos	René Lagos

	ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CIVILES ESTRUCTURALES	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	
		SOPORTES PARA CORREAS TRANSPORTADORAS	
		AICE-PRC-016-0	Página 3 de 10


PREFACIO

El presente procedimiento de diseño – Soportes para Correas Transportadoras – está orientado a proveer a los ingenieros civiles estructurales de procedimientos y prácticas para la ingeniería estructural en el área Minera e Industrial.

Este procedimiento tiene carácter general, por lo tanto, contiene estándares mínimos y en algunos casos no detallados, según las condiciones geotécnicas, sísmicas, estructurales, disposiciones de equipos, instalaciones y características de cada proyecto en particular.

Estos documentos no tienen carácter normativo, de criterios de diseño o especificaciones, por lo que su aplicación es un complemento a las disposiciones definidas en cada proyecto.

Este procedimiento de diseño ha sido elaborado por el Comité Técnico de Minería e Industrias de AICE y solo puede ser modificado por este.

	ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CIVILES ESTRUCTURALES	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO SOPORTES PARA CORREAS TRANSPORTADORAS	
		AICE-PRC-016-0	Página 4 de 10

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
1. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN	5
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	5
2.1 Normas y Códigos Nacionales	5
2.2 Normas y Códigos Internacionales	5
2.3 Guías de Diseño.	6
3. DISEÑO DE SOPORTES.....	6
3.1 Filosofía del Diseño.....	6
3.2 Geometría.....	6
3.3 Cargas de Diseño.	7
3.4 Estabilidad	8
3.5 Presiones de contacto.	8
3.6 Perno de anclaje.	8
3.7 Cargas de izaje del durmiente.....	8
3.8 Diseño Estructural.....	9
3.8.1 Estados límites asociados al acero del perno de anclaje.	9
3.8.2 Estados límites asociados al hormigón.	10

	ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CIVILES ESTRUCTURALES	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	
		SOPORTES PARA CORREAS TRANSPORTADORAS	
		AICE-PRC-016-0	Página 5 de 10

1. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento indica las prácticas usuales para el diseño de soportes de correas transportadoras de proyectos mineros e industriales, expuestos en generalmente a fuerzas de magnitud considerable provenientes de la operación y sismos.

Los criterios descritos en este documento se complementan con las disposiciones de diseño de los códigos ACI318, ACI349, AISC360 y NCh2369.Of2003.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

La lista de documentos que se presenta a continuación no pretende cubrir todos los aspectos del diseño. Estándares adicionales que formen parte de los documentos del Proyecto o especificaciones del Cliente, también deben ser considerados durante el proceso de diseño.

2.1 Normas y Códigos Nacionales

A continuación se listan los códigos nacionales normalmente empleados en el diseño de estructuras industriales. Notar que el presente listado no constituye el total de normas aplicables a la práctica chilena.

NCh2369 Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales

NCh3171 Diseño estructural - Disposiciones generales y combinaciones de cargas

2.2 Normas y Códigos Internacionales

Los códigos de diseño empleados como complemento a las normas nacionales son los siguientes:

ACI 315 Details and Detailing of Concrete Reinforcement

ACI 318 Building Code Requirements for Structural Concrete

ACI 349 Code Requirements for Nuclear Safety-Related Concrete Structures

AISC 360 Specifications for Structural Steel Buildings

ASCE 7 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures

	ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CIVILES ESTRUCTURALES	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	
		SOPORTES PARA CORREAS TRANSPORTADORAS	
		AICE-PRC-016-0	Página 6 de 10

2.3 Guías de Diseño.

A continuación se indica una serie de guías de diseño que pueden ser empleadas como referencia para el análisis y diseño de estructuras de acero y hormigón.

AISC Base Plate and Anchor Rod Design (Second Edition)

3. DISEÑO DE SOPORTES

3.1 Filosofía del Diseño

Los soportes de las correas transportadoras normalmente usados en la industria consisten en durmientes de hormigón prefabricados provistos con pernos de anclaje de diámetro considerable cuya función es transmitir esfuerzos combinados de tracción/compresión, momento y corte al durmiente.

El requisito fundamental de los soportes de correas transportadoras consiste en asegurar la estabilidad del sistema, para lo cual deben ser capaces de absorber las fuerzas provenientes de la correa transportadora sin que se precipite su volcamiento o deslizamiento.

Esta definición de estabilidad es fundamental para establecer el criterio de diseño de los pernos de anclaje – muy diferente a lo requerido en ACI 318 D3.3.4.3. En particular, este requisito impone un límite a la máxima fuerza de tracción que el perno será capaz de desarrollar.

3.2 Geometría.

La geometría referencial del durmiente se muestra a continuación en la Figura 1.1. Notar que las dimensiones indicadas en la figura son referenciales y deben ser contrastadas con la información mecánica y resultados de cálculo estructural.

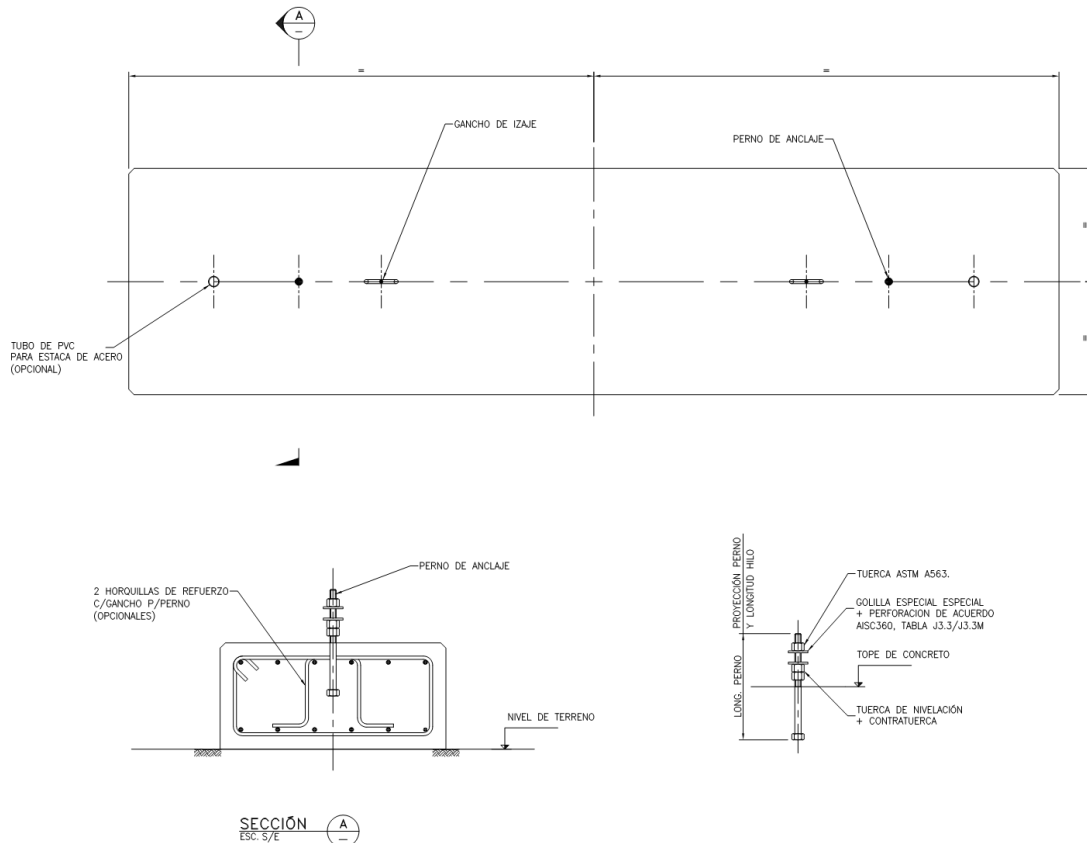


Figura 1. Geometría referencial del durmiente.

3.3 Cargas de Diseño.

Las cargas de diseño corresponden a las informadas por el proveedor del sistema de correas transportadoras. Estas deben incluir cargas sísmicas para el estado en que la correa se encuentra en operación, de viento, operación, correa llena y vacía.

Se debe considerar la acción del sismo - horizontal y vertical – sobre los durmientes. El coeficiente sísmico horizontal empleado en este caso no necesita exceder el coeficiente sísmico aplicado sobre las mesas de la correa. La acción del sismo vertical debe ser consistente con los requisitos establecidos en NCh2369, 5.5.1 b).

Para efectos de diseño, la carga asociada al material cuando la correa se encuentra en operación se considera como permanente.

	ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CIVILES ESTRUCTURALES	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO SOPORTES PARA CORREAS TRANSPORTADORAS	
		AICE-PRC-016-0	Página 8 de 10

3.4 Estabilidad

Para efectos de estimar los factores de seguridad frente al volcamiento y deslizamiento del sistema, tener en cuenta lo siguiente:

- i. Los durmientes se encuentran sobre el nivel de terreno natural y por lo tanto la acción del sismo (horizontal y vertical) actúa sobre ellos.
- ii. Para el volcamiento se debe verificar que el área de contacto entre el suelo y la fundación debe ser al menos 80% (10.2.1 en NCh2369).

Es posible que en algunos casos el coeficiente sísmico exceda el de fricción – especialmente cuando se considera la acción sísmica vertical. En estos casos puede hacerse uso de estacas de acero, tal como se indica en la Figura 4.1. La resistencia proporcionada por estas estacas, así como su profundidad mínima de enterramiento, deben ser evaluadas en conjunto con el Ingeniero Geotécnico.

3.5 Presiones de contacto.

Las presiones de contacto bajo la fundación pueden determinarse asumiendo que el durmiente es rígido.

A menos que se indique lo contrario en el informe geotécnico, la presión de contacto admisible puede ser incrementada en un 33%.

3.6 Perno de anclaje.

La condición más desfavorable para el perno es aquella en que la acción combinada de corte, compresión y flexión es máxima.

La posición de la carga de corte que genera la máxima flexión en el perno debe establecerse de acuerdo a las condiciones de montaje de la correa. Cuando no se cuente con información precisa, la posición del corte se puede adoptar como el tope superior del perno, menos el espesor total dado por la tuerca y golilla superiores.

3.7 Cargas de izaje del durmiente.

Para la verificación de la capacidad del durmiente y de sus puntos de izaje, considerar una carga última dada por un factor de carga de 1.5 y un factor de amplificación dinámica de 2.0 actuando sobre el peso levantado.

3.8 Diseño Estructural

3.8.1 Estados límites asociados al acero del perno de anclaje.

Se debe verificar el efecto combinado de los caminos de carga enumerados a continuación:

- i. Flexión (AISC 360-2010, F11-1)
- ii. Corte (AISC 360-2010, G2-1, con $A_w = A_s$ y $C_v = 1.0$)
- iii. Compresión (AISC 360-2010, E3-1, en que $A_g = A_s$)

Para efectos de diseño, se debe tratar al perno como una barra cuyo diámetro efectivo debe ser determinado a partir del área neta (A_s) mostrada en la Figura 4.2.

Bolt Size, in.	Threads per inch	Stress Area, ^A in. ²	Tensile Strength, lbf ^B		
			Grade A, min ^C	Grade B	
				min ^D	max ^D
1/4	20	0.0318	1 900	1 900	3 180
5/16	18	0.0524	3 100	3 100	5 240
3/8	16	0.0775	4 650	4 650	7 750
7/16	14	0.1063	6 350	6 350	10 630
1/2	13	0.1419	8 500	8 500	14 190
9/16	12	0.182	11 000	11 000	18 200
5/8	11	0.226	13 550	13 550	22 600
3/4	10	0.334	20 050	20 050	33 400
7/8	9	0.462	27 700	27 700	46 200
1	8	0.606	36 350	36 350	60 600
1 1/8	7	0.763	45 800	45 800	76 300
1 1/4	7	0.969	58 150	58 150	96 900
1 3/8	6	1.155	69 300	69 300	115 500
1 1/2	6	1.405	84 300	84 300	140 500
1 3/4	5	1.90	114 000	114 000	190 000
2	4 1/2	2.50	150 000	150 000	250 000
2 1/4	4 1/2	3.25	195 000	195 000	325 000
2 1/2	4	4.00	240 000	240 000	400 000
2 3/4	4	4.93	295 800	295 800	493 000
3	4	5.97	358 200	358 200	597 000
3 1/4	4	7.10	426 000	426 000	710 000
3 1/2	4	8.33	499 800	499 800	833 000
3 3/4	4	9.66	579 600	579 600	966 000
4	4	11.08	664 800	664 800	1 108 000

Tabla 1. Áreas netas de pernos con hilo UNC.

	ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CIVILES ESTRUCTURALES	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO SOPORTES PARA CORREAS TRANSPORTADORAS	
		AICE-PRC-016-0	Página 10 de 10

El diámetro efectivo que debe ser considerado para el cálculo de las propiedades del perno puede estimarse como $D = (4A_s/\pi)^{1/2}$. El resto de las propiedades, tales como el radio de giro ($D/4$) y módulo plástico ($D^3/6$) deben ser obtenidos con el valor de D indicado en la fórmula anterior.

Dado que el estado límite que controla el diseño es la flexión, las tensiones últimas del resto de los estados límite deben estar limitadas por F_y , y no por F_u , tal como se considera normalmente en el caso de pernos de anclaje convencionales.

Teniendo en cuenta que la barra de anclaje puede acomodar tensiones superiores a F_y , se puede adoptar como regla de interacción que la suma lineal de los factores de uso de cada estado de carga no supere 1.2.

3.8.2 Estados límites asociados al hormigón.

Se debe verificar los siguientes estados límites asociados al hormigón:

- i. Punzonamiento (ACI318-11, 11.11.2.1), aplastamiento (ACI318-11, 10.14.1) y corte (ACI318-11, D6.2 y D6.3), cuando se verifique la compresión.
- ii. Break-out (ACI318-11, D5.2), pullout (ACI318-11, D5.3), concrete side-face blow-out (ACI318-11, D5.4) y corte (ACI318-11, D6.2 y D6.3), cuando se verifique la tracción (ver nota siguiente).

Nota: Dado que el diseño del perno está controlado por el efecto combinado de flexión, compresión y corte, es muy posible que el sistema alcance su límite de estabilidad al vuelco (*rocking*) mucho antes de que el perno llegue a fluir en tracción. Por tal motivo, la capacidad en tracción del perno asociada a cualquiera de los estados límites mencionados en b) debe ser tal que el sistema sea capaz de volcar sin que antes se precipite la falla del hormigón. Para la estimación de la tracción en el perno asociada al vuelco, se debe emplear un factor de seguridad de 1.0.