

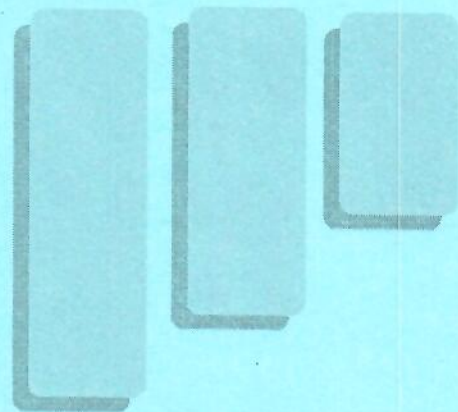
PROYECTO:

EXPEDIENTE TÉCNICO: "CONSTRUCCIÓN
DE COBERTURA DE INSTALACIONES
DEPORTIVAS: EN EL(LA) I.E. 30211 ANEXO
DE SAÑOS GRANDE DISTRITO DE EL
TAMBO, PROVINCIA DE HUANCAYO,
DEPARTAMENTO DE JUNIN ", CUI:
2611312



Municipalidad Distrital de
El Tambo
Con honestidad y transparencia

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL



MEMORIA DE CALCULO

1. Generalidades

1.1. Antecedentes

Dentro del Plan Operativo para 2023 la Municipalidad Distrital de El tambo, programa un conjunto de proyectos tendientes a buscar el desarrollo del Distrito, de sus Centros Poblados y de sus Anexos, dentro de los cuales considera la Ejecución del proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE COBERTURA DE INSTALACIONES DEPORTIVAS: EN EL(LA) I.E. 30211 ANEXO DE SAÑOS GRANDE DISTRITO DE EL TAMBO, PROVINCIA DE HUANCAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN", CUI: 2611312, en tal virtud, se desarrolla el presente trabajo.

171

Los documentos que sustentan y de sostenibilidad del proyecto han sido refrendados por la Municipalidad Distrital de El Tambo, mediante el CUI N° 2611312, declarado Viable.

1.2. Ubicación

- Sector : Saños Grande
- Distrito : El Tambo
- Provincia : Huancayo
- Departamento : Junín

1.3. Objetivo

El objetivo de diseño de las estructuras consiste en determinar las dimensiones y características de los elementos de una estructura, para que esta cumpla cierta función con un grado de seguridad razonable, comportándose además satisfactoriamente una vez en condiciones de servicio. Debido a estos requisitos es preciso conocer las relaciones que existen entre las características de los elementos de una estructura (dimensiones, refuerzos, etc.), las cargas que debe soportar y los efectos que dichas cargas producen en la estructura. En otras palabras, es necesario conocer las características acción – respuesta de la estructura estudiada.

Las acciones en una estructura son las cargas a la que puede estar sometida. Entre estas se encuentran, por ejemplo, el peso propio, las cargas vivas, las presiones por peso propio, las aceleraciones por sismo y los asentamientos. La respuesta de una estructura, o de un elemento, es su comportamiento bajo una acción determinada, y que puede expresarse como deformación, agrietamiento, durabilidad, vibración. Desde luego, la respuesta está en función de las características de la estructura, o del elemento estructural considerado. La condición más importante que debe satisfacer un diseño es que la estructura resultante sea lo suficiente resistente.



1.4. Alcance

La presente Memoria de Cálculo se realiza mediante un adecuado estudio de las características relacionadas con el Proyecto mencionado.

1.5. Descripción de los ambientes de la edificación

Acorde a las metas y objetivos del proyecto se propone la construcción de una estructura metálica que cumpla con las funciones de cobertura al patio de formación y/o deportivo de la institución educativa.

1.6. Descripción de los componentes estructurales

Para la presente edificación se han considerado los siguientes componentes estructurales:

- Cimentación Estructural
- Columna Metálica
- Viga Metálica
- Tijeral Metálico
- Correas metálicas
- Cobertura metálica

170

2. Consideraciones Generales de Diseño

2.1. Marco Normativo

La presente memoria de cálculo se rige bajo el siguiente marco normativo:

- RNE E.020 Cargas
- RNE E.030 Diseño Sismorresistente
- RNE E.090 Estructuras Metálicas

2.2. Materiales

Concreto:

- Resistencia a la compresión: $f'c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad: $E_c = 217,370.65 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson: $\mu = 0.20$

Acero de Refuerzo:

- Grado: 60
- Límite de Fluencia: $F_y = 4,200.00 \text{ kg/cm}^2$



- Módulo de Elasticidad: $E = 2,100,000.00 \text{ kg/cm}^2$

Acero Estructural:

- Grado: A36
- Límite de Fluencia: $F_y = 2530.00 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad: $E = 2,100,000.00 \text{ kg/cm}^2$

2.3. Sobrecargas empleadas

Las cargas empleadas para la presente memoria de cálculo son las siguientes:

Carga Muerta

169

Estará conformada por las siguientes cargas, las cuales serán aplicadas a la cobertura:

- Peso de Acabados: 100.00 kg/m^2

Carga Viva

Al ser una cobertura en la cual no existe una sobrecarga superior no es necesario el emplear una carga viva para las combinaciones de carga de diseño.

Carga Viva de Techo

Al ser un techo con una forma parabólica y con un ángulo de apertura mayor a 3° con respecto a la horizontal, se emplearía lo estipulado en la Norma E.020

Carga de Nieve sobre los Techos

La edificación al ubicarse en una zona donde existe la posibilidad de acumulación de granizo se tomará en cuenta dicho peso, tomándose como referencia la carga de nieve sobre los techos establecido en la Norma E.020, con la finalidad de simular dichas sobrecargas.

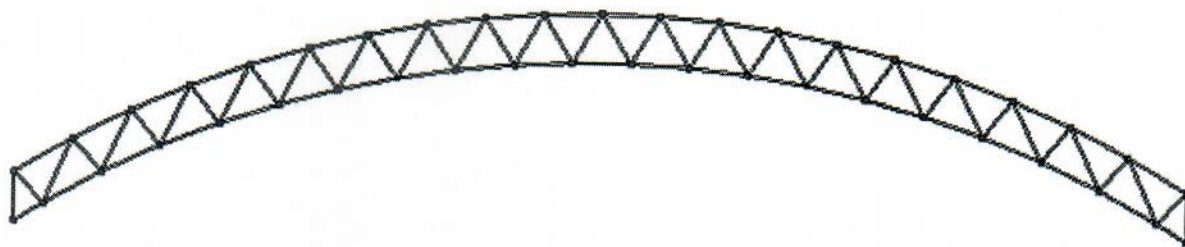
Por lo que el techo al no tener una inclinación mayor a 15° , se emplearía lo estipulado en la Norma E.020

3. Análisis

3.1. Información General

Estado global : Bien
Código de diseño de acero : AISC 360-05, (LRFD)
Geometría : Estándar
Tipo de cercha : TrussCurvedWarren.tpl


Alfredo Junco S.M. Moreno Torpoco
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193085



3.1.1. Geometría

Descripción	Unidad	Valor
Longitud	[m]	21.20
Altura	[m]	4.00
Número de Segmentos		20
Profundidad	[m]	0.90
Extremos Verticales		Si
Tipo de Curva		CIRCULAR
Considerar geometría parametrizada		Si
Calcular dimensiones externas		Si

168

3.1.2. Posiciones de apoyos

Apoyo	Tipo de miembro	Distancia	Tipo
0	Cuerda inferior	0.00	Articulación fija
1	Cuerda inferior	21.20	Articulación móvil

3.2. Metrado De Cargas

DESCRIPCIÓN	FACTOR	CARGA	PESO PARCIAL TN/ML	PESO TN/ML
CARGA MUERTA				0.05
PESO COBERTURA		5.00	0.02	
CORREAS		5.00	0.02	

[Firma]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193068

CARGA VIVA				0.14
SOBRE CARGA		30.00	0.14	
VIENTO				
BARLOVENTO (1)	0.80	10.34	0.05	0.05
BARLOVENTO (2)	-0.80	-10.34	-0.05	-0.05
SOTAVENTO	-0.60	-7.76	-0.04	-0.04

3.2.1. Cargas distribuidas

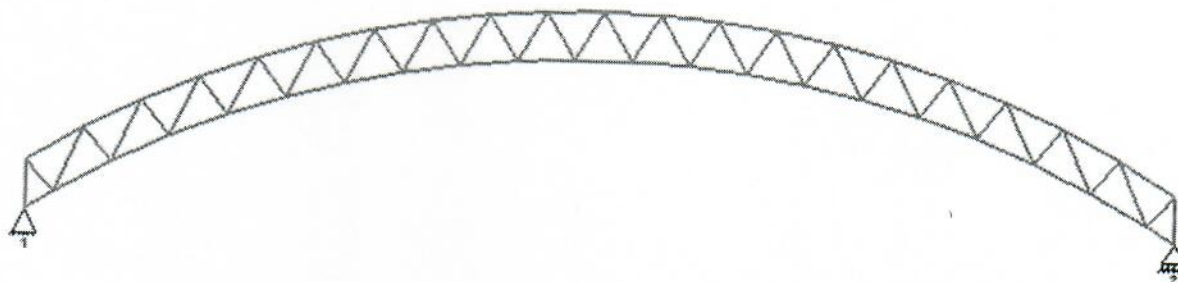
Condición ist2	Tipo %	Proyección	Val1 [Ton/m]	Val2 [Ton/m]	Dist1 [m]	%	D
CM superior i	Cuerda Vertical	0.04	0.04	0.00	Si	100.00	S
CV superior i	Cuerda Vertical	0.14	0.14	0.00	Si	100.00	S
CVi1 superior	Cuerda Vertical	0.05	0.05	0.00	Si	50.00	Si
CVi1 0.04	Cuerda superior 50.00	Vertical Si	-0.04 100.00	- Si			
CVi2 0.05	Cuerda superior 0.00	Vertical Si	-0.05 50.00	- Si			
CVi2 0.04	Cuerda superior 50.00	Vertical Si	-0.04 100.00	- Si			

167

[Firma]
Alfredo Juarez S. Ilustre
Ingeniero Civil
REG. CIP. N° 193058

3.3. Análisis De Cercha

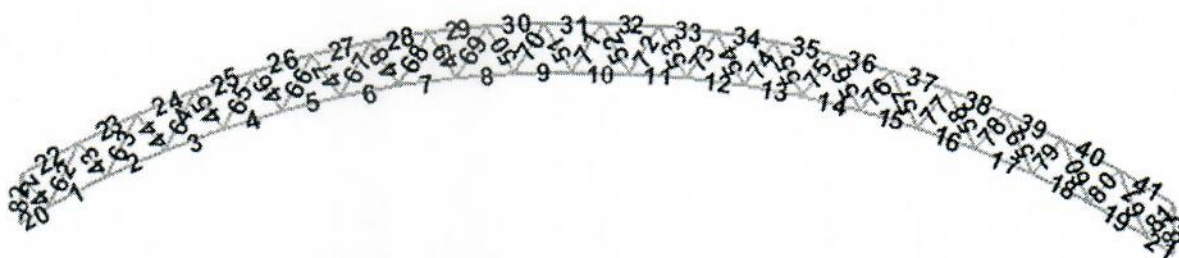
3.3.1. Reacciones



Apoyo		Rx [Ton]	ec	Ry [Ton]	ec	Mzz [Ton*m]	ec
1	MAX	0.00	D1	0.00	D1	0.00	D1
	MIN	0.00	D1	0.00	D1	0.00	D1
2	MAX	0.00	D1	0.00	D1	0.00	D1
	MIN	0.00	D1	0.00	D1	0.00	D1

166

3.3.2. Fuerzas en miembros



4. Diseño De Cercha

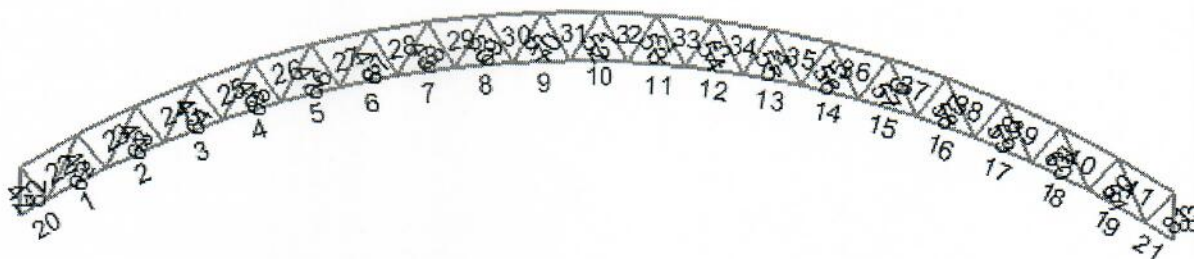
4.1. Resumen

Miembro	Descripción	Relación
62	Alma Diagonal	0.87



82	Alma Vertical	0.92	
10	Cordón Inferior	0.38	
31	Cordón superior	0.74	

4.2. Detalle De Diseño Por Segmento

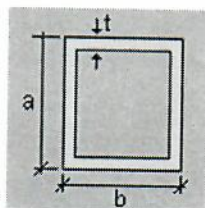


165

Segmento : 62 (Alma Diagonal)
Estatus de diseño : Bien

PROPIEDADES

Sección : s 50x50x1.5

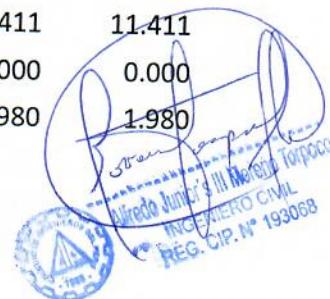


Altura (a)	5.00 [cm]
Ancho (b)	5.00 [cm]
Espesor (t)	0.15 [cm]

Propiedades de la sección

Area completa de la sección (Ag)
Momento de inercia (eje local) (I)
Momento de inercia (eje principal) (I')
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')
Radio de giro (eje local) (r)

Unidad	Eje mayor	Eje menor
[cm ²]	2.910	
[cm ⁴]	11.411	11.411
[cm ⁴]	11.411	11.411
[cm]	0.000	0.000
[cm]	1.980	1.980





Radio de giro (eje principal) (r')	[cm]	1.980	1.980
Constante de torsión de Saint-Venant (J)	[cm ⁴]	17.113	
Coefficiente de alabeo de la sección (Cw)	[cm ⁶]	0.043	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (x _o ,y _o)	[cm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (S _{sup})	[cm ³]	4.564	4.564
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (S _{inf})	[cm ³]	4.564	4.564
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S' _{sup})	[cm ³]	4.564	4.564
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S' _{inf})	[cm ³]	4.564	4.564
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[cm ³]	5.293	5.293
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[cm ³]	5.293	5.293
Radio de giro polar (r _o)	[cm]	2.800	
Area para corte (A _w)	[cm ²]	1.455	1.455
Módulo de torsión (1/C)	[1/cm ³]	0.142	

164

Material : A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia (F _y):	[Ton/cm ²]	2.53
Tensión de rotura (F _u):	[Ton/cm ²]	4.08
Módulo de elasticidad (E):	[Ton/cm ²]	2038.89
Módulo de corte del acero (G):	[Ton/cm ²]	809.08

CRITERIOS DE DISEÑO

Descripción	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Longitud superior no arriostrada entre soportes laterales (L _b Top)	[m]	1.30	
Longitud inferior no arriostrada entre soportes laterales (L _b Bot)	[m]	1.30	
Factor de longitud efectiva (K)	--	1.00	1.00
Factor de longitud efectiva para torsión	--	1.00	



Longitud para tensión axial (L)	[m]	1.30	
Longitud no arriostrada de compresión (Lx, Ly)	[m]	1.30	1.30
Longitud para pandeo torsional y lateral torsional	[m]	1.30	

Hipótesis adicionales

Restricción continua lateral torsional	No
Acción de campo de tracción	No

CONDICIONES DE SERVICIO

163

Verificación Referencia	Unidad	Valor	EC	ctrl
Tracción				
Maxima esbeltez geometrica (L/r) (Sec. D1)	--	65.78		
Compresión				
Esbeltez geometrica crítica (KL/r) (Sec. E2)	--	65.78		

VERIFICACIONES DE DISEÑO

DISEÑO A FLEXIÓN ($\phi = 0.90$)



Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.00	Referencia	:	(Sec. F)
Capacidad	:	0.12 [Ton*m]	Ec. ctrl	:	D1 en 50.00%
Demanda	:	0.00 [Ton*m]			

Resultados Intermedios

Referencia	Unidad	Valor
------------	--------	-------

[Firma]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193068

<u>Fluencia (Mp)</u>	[Ton*m]	0.13	(Sec.
F)			
<u>Pandeo lateral-torsional (LTB Mn)</u>	--	N/A	(Sec.
F)			
<u>Pandeo local del alma (WLB Mn)</u>	--	N/A	(Sec.
F)			
<u>Pandeo local (LB Mn)</u>	--	N/A	(Sec.
F)			
<u>Pandeo local del ala (FLB Mn)</u>	--	N/A	(Sec.
F)			
Parámetro de esbeltez para el ala (λ)	--	30.33	(Sec.
B4)			
Límite del parámetro de esbeltez para ala compacta (λ_p)	--	31.79	(Sec.
B4)			
Límite del parámetro de esbeltez para ala no-compacta (λ_r)	--	39.74	
(Sec. B4)			
<u>Tensión de fluencia del ala (TFY Mn)</u>	--	N/A	(Sec.
F)			

162

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	0.12 [Ton*m]	Referencia	: (Sec. F)
Demanda	:	0.00 [Ton*m]	Ec. ctrl	: D1 en 0.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor
Referencia		
<u>Fluencia (Mp)</u>	[Ton*m]	0.13 (Sec.
F)		
<u>Pandeo local del ala (FLB Mn)</u>	--	N/A (Sec.
F)		
Parámetro de esbeltez para el alma (λ)	--	30.33 (Sec.
B4)		
Límite del parámetro de esbeltez para alma compacta (λ_p)	--	68.69 (Sec.
B4)		
Límite del parámetro de esbeltez para alma no-compacta (λ_r)	--	
161.78	(Sec. B4)	

[Firma]
Alfredo Junior Silva Morales Torpaco
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193068

DISEÑO A CORTE ✓

Corte paralelo al eje mayor, V3 ($\alpha = 0.90$)

Relación	:	0.00	Referencia	:	(Sec. G)
Capacidad	:	1.99 [Ton]	Ec. ctrl	:	D1 en 0.00%
Demanda	:	0.00 [Ton]			

Resultados Intermedios Referencia	Unidad	Valor
Coeficiente de corte para el alma (Cv)	--	1.00
Coeficiente de pandeo para la placa del alma (kv) G2)	--	5.00 (Sec.

161

Corte paralelo al eje menor, V2 ($\alpha = 0.90$)

Relación	:	0.00	Referencia	:	(Sec. G)
Capacidad	:	1.99 [Ton]	Ec. ctrl	:	D1 en 100.00%
Demanda	:	0.00 [Ton]			

Resultados Intermedios Referencia	Unidad	Valor
Coeficiente de corte para el alma (Cv)	--	1.00
Coeficiente de pandeo para la placa del alma (kv) G2)	--	5.00 (Sec.

DISEÑO A TRACCIÓN ($\alpha = 0.90$) ✓

Tracción

Relación : 0.00


INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193068

Capacidad : 6.63 [Ton]

Demanda : 0.00 [Ton]

Referencia : (Sec. D)

Ec. ctrl : D1 en 0.00%

DISEÑO A COMPRESIÓN ($\lambda = 0.90$) ✓

Compresión

Relación : 0.87

Capacidad : 5.28 [Ton]

Demanda : -4.58 [Ton]

Referencia : (Sec. E)

Ec. ctrl : D2 en 0.00%

Resultados Intermedios Referencia	Unidad	Valor
Parámetro de esbeltez para el alma (λ_w) B4)	--	30.33 (Sec.
Límite no-compacto para el alma (λ_{rw}) B4)	--	39.74 (Sec.
Parámetro de esbeltez para el ala (λ_f) B4)	--	30.33 (Sec.
Límite no-compacto para el ala (λ_{rf}) B4)	--	39.74 (Sec.
Esfuerzo elástico flexional (F_{ex}) E4-9)	[Ton/cm ²]	4.65 (Ec.
Esfuerzo elástico flexional (F_{ey}) E4-10)	[Ton/cm ²]	4.65 (Ec.
Esfuerzo al pandeo elástico torsional (F_{ex}) E4-11)	[Ton/cm ²]	606.67 (Ec.
Esfuerzo elástico crítico flexional-torsional (F_e) (Sec.E4)	[Ton/cm ²]	4.65
Esfuerzo crítico al pandeo flexional (F_{cr}) (Sec.E)	[Ton/cm ²]	2.02
Esfuerzo crítico al pandeo flexional-torsional (F_{crTor}) (Sec.E4)	[Ton/cm ²]	2.02
Factor de reducción en elementos esbeltos no atiesados (Q_s) (Sec.E7)	--	1.00
Factor de reducción en elementos esbeltos atiesados (Q_a) -- (Sec.E7)	--	1.00
Area efectiva a esfuerzo uniforme (A_{eff}) (Sec.E7)	[cm ²]	2.91

160


INGENIERO CIVIL
REG. C.P. N° 193068

DISEÑO A TORSIÓN ($\phi = 0.90$) ✓

Torsión

Relación : 0.00
Capacidad : 0.10 [Ton*m]
Demanda : 0.00 [Ton*m]
Referencia : (Sec. H3)
Ec. ctrl : D1 en 0.00%

Resultados Intermedios
Referencia

Unidad **Valor**

H) Tensión crítica (Fcr) [Ton/cm2] 1.52 (Sec.

159

INTERACCIÓN ✓

Valor de interacción combinada de flexión y axial

Relación : 0.87
Ec. ctrl : D2 en 43.75%
Referencia : (H1-1a)

Valor de interacción combinada de torsión, flexión, corte y/o axial

Relación : 0.00
Ec. ctrl : D1 en 0.00%
Referencia :

RELACIÓN DE RESISTENCIA CRÍTICA ✓

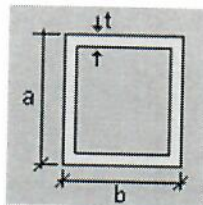
Relación : 0.87
Ec. ctrl : D2 en 43.75%
Referencia : (H1-1a)

[Firma]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 192068

Segmento : 82 (Alma Vertical)
Estatus de diseño : Bien

PROPIEDADES

Sección : s 30x30x2



158

Altura (a) 3.00 [cm]
Ancho (b) 3.00 [cm]
Espesor (t) 0.20 [cm]

Propiedades de la sección

	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Area completa de la sección (Ag)	[cm ²]	2.240	
Momento de inercia (eje local) (I)	[cm ⁴]	2.931	2.931
Momento de inercia (eje principal) (I')	[cm ⁴]	2.931	2.931
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[cm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[cm]	1.144	1.144
Radio de giro (eje principal) (r')	[cm]	1.144	1.144
Constante de torsión de Saint-Venant (J)	[cm ⁴]	4.390	
Coefficiente de alabeo de la sección (Cw)	[cm ⁶]	0.020	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (x _o , y _o)	[cm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (S _{sup})	[cm ³]	1.954	1.954
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (S _{inf})	[cm ³]	1.954	1.954
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S' _{sup})	[cm ³]	1.954	1.954
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S' _{inf})	[cm ³]	1.954	1.954
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[cm ³]	2.352	2.352
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[cm ³]	2.352	2.352



[Firma]
Ingeniero Civil
REG. CIP. N° 193068



Radio de giro polar (ro)	[cm]	1.618	
Area para corte (Aw)	[cm2]	1.120	1.120
Módulo de torsión (1/C)	[1/cm3]	0.319	

Material : A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia (Fy):	[Ton/cm2]	2.53
Tensión de rotura (Fu):	[Ton/cm2]	4.08
Módulo de elasticidad (E):	[Ton/cm2]	2038.89
Módulo de corte del acero (G):	[Ton/cm2]	809.08

157

CRITERIOS DE DISEÑO

Descripción	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Longitud superior no arriostrada (LbTop)	entre soportes [m]	0.89	laterales
Longitud inferior no arriostrada (LbBot)	entre soportes [m]	0.89	laterales
Factor de longitud efectiva (K)	--	1.00	1.00
Factor de longitud efectiva para torsión	--	1.00	
Longitud para tensión axial (L)	[m]	0.89	
Longitud no arriostrada de compresión (Lx, Ly)	[m]	0.89	0.89
Longitud para pandeo torsional y lateral torsional	[m]	0.89	

Hipótesis adicionales

Restricción continua lateral torsional	No
Acción de campo de tracción	No

CONDICIONES DE SERVICIO

Verificación Referencia	Unidad	Valor	EC
----------------------------	--------	-------	----

ctrl
Alfredo Justo S. In. Huancayo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193008

Tracción

Maxima esbeltez geometrica (L/r)
(Sec. D1) -- 77.77

Compresión

Esbeltez geometrica crítica (KL/r)
(Sec. E2) -- 77.77

VERIFICACIONES DE DISEÑO

156

DISEÑO A FLEXIÓN ($\phi = 0.90$) ✓

Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.00	
Capacidad	:	0.05 [Ton*m]	Referencia : (Sec. F)
Demanda	:	0.00 [Ton*m]	Ec. ctrl : D2 en 0.00%

Resultados Intermedios Referencia

	Unidad	Valor	
<u>Fluencia (Mp)</u>	[Ton*m]	0.06	(Sec.
F)			
<u>Pandeo lateral-torsional (LTB Mn)</u>	--	N/A	(Sec.
F)			
<u>Pandeo local del alma (WLB Mn)</u>	--	N/A	(Sec.
F)			
<u>Pandeo local (LB Mn)</u>	--	N/A	(Sec.
F)			
<u>Pandeo local del ala (FLB Mn)</u>	--	N/A	(Sec.
F)			
Parámetro de esbeltez para el ala (λ)	--	12.00	(Sec.
B4)			
Límite del parámetro de esbeltez para ala compacta (λ_p)	--	31.79	(Sec.
B4)			
Límite del parámetro de esbeltez para ala no-compacta (λ_r)	--	39.74	
(Sec. B4)			

[Firma]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193008

Tensión de fluencia del ala (TFY Mn) -- N/A (Sec. F)

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación : 0.00
Capacidad : 0.05 [Ton*m]
Demanda : 0.00 [Ton*m]
Referencia : (Sec. F)
Ec. ctrl : D1 en 0.00%

Resultados Intermedios
Referencia

Unidad Valor

Fluencia (Mp) [Ton*m] 0.06 (Sec. F)
Pandeo local del ala (FLB Mn) -- N/A (Sec. F)
Parámetro de esbeltez para el alma (λ) -- 12.00 (Sec. B4)
Límite del parámetro de esbeltez para alma compacta (λ_p) -- 68.69 (Sec. B4)
Límite del parámetro de esbeltez para alma no-compacta (λ_r) --
161.78 (Sec. B4)

DISEÑO A CORTE

Corte paralelo al eje mayor, V3 ($\lambda = 0.90$)

Relación : 0.00
Capacidad : 1.53 [Ton]
Demanda : 0.00 [Ton]
Referencia : (Sec. G)
Ec. ctrl : D1 en 0.00%

Resultados Intermedios
Referencia

Unidad Valor

Coefficiente de corte para el alma (C_v) --

1.00



[Handwritten Signature]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193068

Coefficiente de pandeo para la placa del alma (kv) -- 5.00 (Sec. G2)

Corte paralelo al eje menor, V2 ($\gamma = 0.90$)

Relación : 0.00
Capacidad : 1.53 [Ton]
Demanda : 0.00 [Ton]
Referencia : (Sec. G)
Ec. ctrl : D2 en 0.00%

154

Resultados Intermedios
Referencia

Unidad **Valor**

Coefficiente de corte para el alma (Cv) -- 1.00
Coefficiente de pandeo para la placa del alma (kv) -- 5.00 (Sec. G2)

DISEÑO A TRACCIÓN ($\gamma = 0.90$) ✓

Tracción

Relación : 0.00
Capacidad : 5.10 [Ton]
Demanda : 0.00 [Ton]
Referencia : (Sec. D)
Ec. ctrl : D1 en 0.00%

DISEÑO A COMPRESIÓN ($\gamma = 0.90$) ✓

Compresión

Relación : 0.92
Capacidad : 3.71 [Ton]
Demanda : -3.43 [Ton]
Referencia : (Sec. E)
Ec. ctrl : D2 en 0.00%

Resultados Intermedios
Referencia

Unidad **Valor**

[Firma]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193068

B4)	Parámetro de esbeltez para el alma (λ_w)	--	12.00	(Sec.
B4)	Límite no-compacto para el alma (λ_{rw})	--	39.74	(Sec.
B4)	Parámetro de esbeltez para el ala (λ_f)	--	12.00	(Sec.
B4)	Límite no-compacto para el ala (λ_{rf})	--	39.74	(Sec.
E4-9)	Esfuerzo elástico flexional (Fex)	[Ton/cm2]	3.33	(Ec.
E4-10)	Esfuerzo elástico flexional (Fey)	[Ton/cm2]	3.33	(Ec.
E4-11)	Esfuerzo al pandeo elástico torsional (Fez)	[Ton/cm2]	606.05	(Ec.
	Esfuerzo elástico crítico flexional-torsional (Fe) (Sec.E4)	[Ton/cm2]	3.33	
	Esfuerzo crítico al pandeo flexional (Fcr) (Sec.E)	[Ton/cm2]	1.84	
	Esfuerzo crítico al pandeo flexional-torsional (FcrTor) (Sec.E4)	[Ton/cm2]	1.84	
	Factor de reducción en elementos esbeltos no atiesados (Qs) (Sec.E7)	--	1.00	
	Factor de reducción en elementos esbeltos atiesados (Qa) -- (Sec.E7)	--	1.00	
	Area efectiva a esfuerzo uniforme (Aeff) (Sec.E7)	[cm2]	2.24	

153

DISEÑO A TORSIÓN ($\phi = 0.90$)



Torsión

Relación	:	0.00	
Capacidad	:	0.04 [Ton*m]	Referencia : (Sec. H3)
Demanda	:	0.00 [Ton*m]	Ec. ctrl : D1 en 0.00%

Resultados Intermedios Referencia

Unidad Valor

[Handwritten signature]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193068

H) Tensión crítica (Fcr) [Ton/cm2] 1.52 (Sec.

INTERACCIÓN

Valor de interacción combinada de flexión y axial

Relación : 0.92
Ec. ctrl : D2 en 0.00% Referencia : (H1-1a)

152

Valor de interacción combinada de torsión, flexión, corte y/o axial

Relación : 0.00
Ec. ctrl : D1 en 0.00% Referencia :

RELACIÓN DE RESISTENCIA CRÍTICA

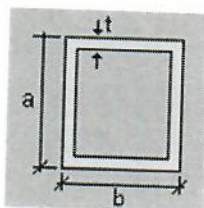
Relación : 0.92
Ec. ctrl : D2 en 0.00% Referencia : (Sec. E)

Segmento : 10 (Cordón Inferior)
Estatus de diseño : Bien

PROPIEDADES

Sección : s 50x50x3


ING. CIVIL
REG. CIP. N° 193058



Altura (a)	5.00 [cm]
Ancho (b)	5.00 [cm]
Espesor (t)	3.00 [cm]

151

Propiedades de la sección			
	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Area completa de la sección (Ag)	[cm ²]	24.000	
Momento de inercia (eje local) (I)	[cm ⁴]	25.000	25.000
Momento de inercia (eje principal) (I')	[cm ⁴]	25.000	25.000
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[cm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[cm]	1.021	1.021
Radio de giro (eje principal) (r')	[cm]	1.021	1.021
Constante de torsión de Saint-Venant (J)	[cm ⁴]	24.000	
Coeficiente de alabeo de la sección (Cw)	[cm ⁶]	24.000	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal)	[cm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local)	[cm ³]	10.000	10.000
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local)	[cm ³]	10.000	10.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal)	[cm ³]	10.000	10.000
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal)	[cm ³]	10.000	10.000
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[cm ³]	18.000	18.000
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[cm ³]	18.000	18.000
Radio de giro polar (ro)	[cm]	1.443	
Area para corte (Aw)	[cm ²]	12.000	12.000
Módulo de torsión (1/C)	[1/cm ³]	0.042	

Material : A36

Propiedades

	Unidad	Valor
Tensión de fluencia (Fy):	[Ton/cm ²]	2.53

[Handwritten signature]
Alfredo Pineda S.M. Tambo
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193058

Tensión de rotura (F_u):	[Ton/cm ²]	4.08
Módulo de elasticidad (E):	[Ton/cm ²]	2038.89
Módulo de corte del acero (G):	[Ton/cm ²]	809.08

CRITERIOS DE DISEÑO

150

Descripción				Unidad	Eje mayor	Eje menor
Longitud superior (LbTop)	no	arriostrada	entre soportes laterales	[m]	1.06	
Longitud inferior (LbBot)	no	arriostrada	entre soportes laterales	[m]	1.06	
Factor de longitud efectiva (K)				--	1.00	1.00
Factor de longitud efectiva para torsión				--	1.00	
Longitud para tensión axial (L)				[m]	1.06	
Longitud no arriostrada de compresión (L_x, L_y)				[m]	1.06	1.06
Longitud para pandeo torsional y lateral torsional				[m]	1.06	
Hipótesis adicionales						
Restricción continua lateral torsional					No	
Acción de campo de tracción					No	

CONDICIONES DE SERVICIO

Verificación Referencia	Unidad	Valor	EC	ctrl
Tracción				
Maxima esbeltez geometrica (L/r) (Sec. D1)	--	103.49		
Compresión				
Esbeltez geometrica crítica (KL/r) (Sec. E2)	--	103.49		


INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 193068

VERIFICACIONES DE DISEÑO

DISEÑO A FLEXIÓN ($\eta = 0.90$) ✓

Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.01	
Capacidad	:	0.41 [Ton*m]	Referencia : (Sec. F)
Demanda	:	0.00 [Ton*m]	Ec. ctrl : D1 en 50.00%

149

Resultados Intermedios Referencia	Unidad	Valor
<u>Fluencia (Mp)</u> F)	[Ton*m]	0.46 (Sec.
<u>Pandeo lateral-torsional (LTB Mn)</u> F)	--	N/A (Sec.
<u>Pandeo local del alma (WLB Mn)</u> F)	--	N/A (Sec.
<u>Pandeo local (LB Mn)</u> F)	--	N/A (Sec.
<u>Pandeo local del ala (FLB Mn)</u> F)	--	N/A (Sec.
<u>Tensión de fluencia del ala (TFY Mn)</u> F)	--	N/A (Sec.

Flexión alrededor del eje menor, M22

Relación	:	0.00	
Capacidad	:	0.41 [Ton*m]	Referencia : (Sec. F)
Demanda	:	0.00 [Ton*m]	Ec. ctrl : D1 en 0.00%

Resultados Intermedios Referencia

Unidad Valor





<u>Fluencia (Mp)</u>	[Ton*m]	0.46	(Sec.
F)			
<u>Pandeo local del ala (FLB Mn)</u>	--	N/A	(Sec.
F)			

DISEÑO A CORTE



Corte paralelo al eje mayor, V3 ($\alpha = 0.90$)

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	16.40 [Ton]	Referencia	: (Sec. G)
Demanda	:	0.00 [Ton]	Ec. ctrl	: D1 en 0.00%

148

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	
Referencia			
Coefficiente de corte para el alma (Cv)	--	1.00	
Coefficiente de pandeo para la placa del alma (kv)	--	5.00	(Sec.
G2)			

Corte paralelo al eje menor, V2 ($\alpha = 0.90$)

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	16.40 [Ton]	Referencia	: (Sec. G)
Demanda	:	-0.01 [Ton]	Ec. ctrl	: D1 en 100.00%

Resultados Intermedios	Unidad	Valor	
Referencia			
Coefficiente de corte para el alma (Cv)	--	1.00	
Coefficiente de pandeo para la placa del alma (kv)	--	5.00	(Sec.
G2)			

DISEÑO A TRACCIÓN ($\alpha = 0.90$)



Tracción

Relación	:	0.37		
Capacidad	:	54.67 [Ton]	Referencia	: (Sec. D)
Demanda	:	20.14 [Ton]	Ec. ctrl	: D2 en 0.00%

DISEÑO A COMPRESIÓN ($\phi = 0.90$) ✓

Compresión

Relación	:	0.00		
Capacidad	:	31.11 [Ton]	Referencia	: (Sec. E)
Demanda	:	0.00 [Ton]	Ec. ctrl	: D1 en 0.00%

147

Resultados Intermedios Referencia

	Unidad	Valor	
Esfuerzo elástico flexional (Fex) E4-9)	[Ton/cm2]	1.88	(Ec.
Esfuerzo elástico flexional (Fey) E4-10)	[Ton/cm2]	1.88	(Ec.
Esfuerzo al pandeo elástico torsional (Fex) E4-11)	[Ton/cm2]	389.23	(Ec.
Esfuerzo elástico crítico flexional-torsional (Fe) (Sec.E4)	[Ton/cm2]	1.88	
Esfuerzo crítico al pandeo flexional (Fcr) (Sec.E)	[Ton/cm2]	1.44	
Esfuerzo crítico al pandeo flexional-torsional (FcrTor) (Sec.E4)	[Ton/cm2]	1.44	
Factor de reducción en elementos esbeltos no atiesados (Qs) (Sec.E7)		--	1.00
Factor de reducción en elementos esbeltos atiesados (Qa) -- (Sec.E7)		1.00	
Area efectiva a esfuerzo uniforme (Aeff) (Sec.E7)	[cm2]	24.00	

DISEÑO A TORSIÓN ($\phi = 0.90$) ✓


Ingeniero Civil
REG. CIP. N° 193068



Torsión

Relación : 0.00
Capacidad : 0.33 [Ton*m]
Demanda : 0.00 [Ton*m]

Referencia : (Sec. H3)
Ec. ctrl : D1 en 0.00%

Resultados Intermedios

Referencia	Unidad	Valor
H) Tensión crítica (Fcr)	[Ton/cm2]	1.52 (Sec.

146

INTERACCIÓN

Valor de interacción combinada de flexión y axial

Relación : 0.38
Ec. ctrl : D2 en 50.00% Referencia : (H1-1a)

Valor de interacción combinada de torsión, flexión, corte y/o axial

Relación : 0.00
Ec. ctrl : D1 en 0.00% Referencia :

RELACIÓN DE RESISTENCIA CRÍTICA

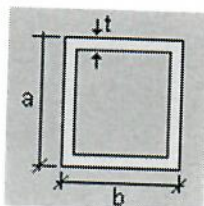
Relación : 0.38
Ec. ctrl : D2 en 50.00% Referencia : (H1-1a)


Alfredo
INGENIERO CIVIL
REC. CIP. N° 193068

Segmento : 31 (Cordón superior)
Estatus de diseño : Bien

PROPIEDADES

Sección : s 50x50x3



145

Altura (a) : 5.00 [cm]
Ancho (b) : 5.00 [cm]
Espesor (t) : 3.00 [cm]

Propiedades de la sección

	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Area completa de la sección (A_g)	[cm ²]	24.000	
Momento de inercia (eje local) (I)	[cm ⁴]	25.000	25.000
Momento de inercia (eje principal) (I')	[cm ⁴]	25.000	25.000
Constante de diseño para la flexión (eje principal) (J')	[cm]	0.000	0.000
Radio de giro (eje local) (r)	[cm]	1.021	1.021
Radio de giro (eje principal) (r')	[cm]	1.021	1.021
Constante de torsión de Saint-Venant (J)	[cm ⁴]	24.000	
Coefficiente de alabeo de la sección (C_w)	[cm ⁶]	24.000	
Distancia del centro de gravedad al centro de corte (eje principal) (x_o, y_o)	[cm]	0.000	0.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje local) (S_{sup})	[cm ³]	10.000	10.000
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje local) (S_{inf})	[cm ³]	10.000	10.000
Módulo de sección elástico superior de la sección (eje principal) (S'_{sup})	[cm ³]	10.000	10.000
Módulo de sección elástico inferior de la sección (eje principal) (S'_{inf})	[cm ³]	10.000	10.000
Módulo de sección plástico (eje local) (Z)	[cm ³]	18.000	18.000
Módulo de sección plástico (eje principal) (Z')	[cm ³]	18.000	18.000
Radio de giro polar (r_o)	[cm]	1.443	



INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 153058

Area para corte (A_w)	[cm ²]	12.000	12.000
Módulo de torsión (1/C)	[1/cm ³]	0.042	

Material : A36

Propiedades	Unidad	Valor
Tensión de fluencia (F_y):	[Ton/cm ²]	2.53
Tensión de rotura (F_u):	[Ton/cm ²]	4.08
Módulo de elasticidad (E):	[Ton/cm ²]	2038.89
Módulo de corte del acero (G):	[Ton/cm ²]	809.08

144

CRITERIOS DE DISEÑO

Descripción	Unidad	Eje mayor	Eje menor
Longitud superior no arriostrada (LbTop)	entre soportes laterales [m]	1.06	
Longitud inferior no arriostrada (LbBot)	entre soportes laterales [m]	1.06	
Factor de longitud efectiva (K)	--	1.00	1.00
Factor de longitud efectiva para torsión	--	1.00	
Longitud para tensión axial (L)	[m]	1.06	
Longitud no arriostrada de compresión (Lx, Ly)	[m]	1.06	1.06
Longitud para pandeo torsional y lateral torsional	[m]	1.06	

Hipótesis adicionales

Restricción continua lateral torsional	No
Acción de campo de tracción	No

CONDICIONES DE SERVICIO

Verificación	Unidad	Valor	EC
Referencia			

ctrl
Ingeniero Civil
REG. CIP. N° 193086

Tracción

Maxima esbeltez geometrica (L/r)
(Sec. D1) -- 103.53

Compresión

Esbeltez geometrica crítica (KL/r)
(Sec. E2) -- 103.53

VERIFICACIONES DE DISEÑO

DISEÑO A FLEXIÓN ($\phi = 0.90$) ✓

Flexión alrededor del eje mayor, M33

Relación	:	0.10	
Capacidad	:	0.41 [Ton*m]	Referencia : (Sec. F)
Demanda	:	0.04 [Ton*m]	Ec. ctrl : D2 en 50.00%

Resultados Intermedios Referencia	Unidad	Valor
<u>Fluencia (Mp)</u> F)	[Ton*m]	0.46 (Sec.
<u>Pandeo lateral-torsional (LTB Mn)</u> F)	--	N/A (Sec.
<u>Pandeo local del alma (WLB Mn)</u> F)	--	N/A (Sec.
<u>Pandeo local (LB Mn)</u> F)	--	N/A (Sec.
<u>Pandeo local del ala (FLB Mn)</u> F)	--	N/A (Sec.
<u>Tensión de fluencia del ala (TFY Mn)</u> F)	--	N/A (Sec.

Flexión alrededor del eje menor, M22





Relación : 0.00

Capacidad : 0.41 [Ton*m]

Demanda : 0.00 [Ton*m]

Referencia : (Sec. F)

Ec. ctrl : D1 en 0.00%

Resultados Intermedios
Referencia

Unidad

Valor

142

Fluencia (Mp)

F)

[Ton*m]

0.46

(Sec.

Pandeo local del ala (FLB Mn)

F)

--

N/A

(Sec.

DISEÑO A CORTE



Corte paralelo al eje mayor, V3 ($\alpha = 0.90$)

Relación : 0.00

Capacidad : 16.40 [Ton]

Demanda : 0.00 [Ton]

Referencia : (Sec. G)

Ec. ctrl : D1 en 0.00%

Resultados Intermedios
Referencia

Unidad

Valor

Coefficiente de corte para el alma (Cv)

--

1.00

Coefficiente de pandeo para la placa del alma (kv)

--

5.00

(Sec.

G2)

Corte paralelo al eje menor, V2 ($\alpha = 0.90$)

Relación : 0.01

Capacidad : 16.40 [Ton]

Demanda : 0.16 [Ton]

Referencia : (Sec. G)

Ec. ctrl : D2 en 0.00%

Resultados Intermedios
Referencia

Unidad

Valor



Coeficiente de corte para el alma (Cv)	--	1.00	
Coeficiente de pandeo para la placa del alma (kv)	--	5.00	(Sec. G2)

DISEÑO A TRACCIÓN ($\phi = 0.90$) ✓

Tracción

Relación	:	0.00	
Capacidad	:	54.67 [Ton]	Referencia : (Sec. D)
Demanda	:	0.00 [Ton]	Ec. ctrl : D1 en 0.00%

DISEÑO A COMPRESIÓN ($\phi = 0.90$) ✓

Compresión

Relación	:	0.66	
Capacidad	:	31.10 [Ton]	Referencia : (Sec. E)
Demanda	:	-20.38 [Ton]	Ec. ctrl : D2 en 0.00%

Resultados Intermedios
Referencia

	Unidad	Valor	
Esfuerzo elástico flexional (Fex)	[Ton/cm2]	1.88	(Ec. E4-9)
Esfuerzo elástico flexional (Fey)	[Ton/cm2]	1.88	(Ec. E4-10)
Esfuerzo al pandeo elástico torsional (Fez)	[Ton/cm2]	389.23	(Ec. E4-11)
Esfuerzo elástico crítico flexional-torsional (Fe)	[Ton/cm2]	1.88	(Sec.E4)
Esfuerzo crítico al pandeo flexional (Fcr)	[Ton/cm2]	1.44	(Sec.E)
Esfuerzo crítico al pandeo flexional-torsional (FcrTor)	[Ton/cm2]	1.44	(Sec.E4)
Factor de reducción en elementos esbeltos no atiesados (Qs)			(Sec.E7)



Factor de reducción en elementos esbeltos atiesados (Qa) -- (Sec.E7)	1.00
Area efectiva a esfuerzo uniforme (Aeff) (Sec.E7)	[cm2] 24.00

DISEÑO A TORSIÓN ($\alpha = 0.90$) ✓

140

Torsión

Relación	:	0.00	
Capacidad	:	0.33 [Ton*m]	Referencia : (Sec. H3)
Demanda	:	0.00 [Ton*m]	Ec. ctrl : D1 en 0.00%

Resultados Intermedios Referencia	Unidad	Valor	
Tensión crítica (Fcr) H)	[Ton/cm2]	1.52	(Sec.

INTERACCIÓN ✓

Valor de interacción combinada de flexión y axial

Relación	:	0.74	
Ec. ctrl	:	D2 en 50.00%	Referencia : (H1-1a)

Valor de interacción combinada de torsión, flexión, corte y/o axial

Relación	:	0.00	
Ec. ctrl	:	D1 en 0.00%	Referencia :

RELACIÓN DE RESISTENCIA CRÍTICA ✓





Relación : 0.74

Ec. ctrl : D2 en 50.00%

Referencia : (H1-1a)

139


INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 193068