

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL PROYECTO
VIADUCTO ACUEDUCTO BALBOA
RISARALDA.

SEGÚN NSR-10
DISEÑO ESTRUCTURAL



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles
NIT 900.659.175-4

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Felipe Santa L.' with a stylized flourish at the end.

ING.CRISTHIAN FELIPE SANTA L.
T.P. 17202-201841 CDS

Abril 2026



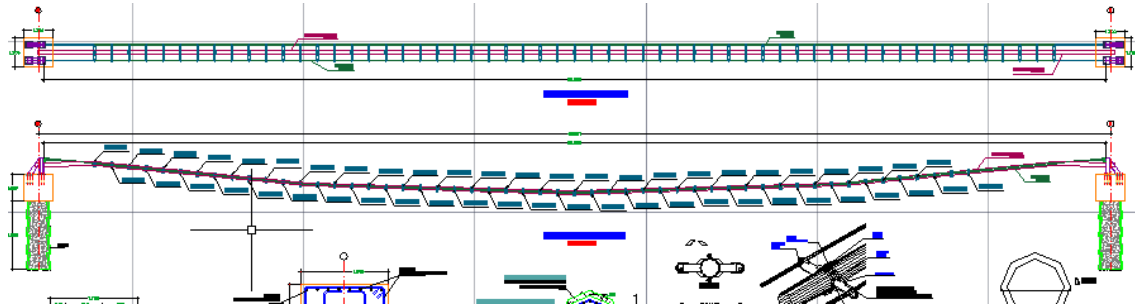
Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

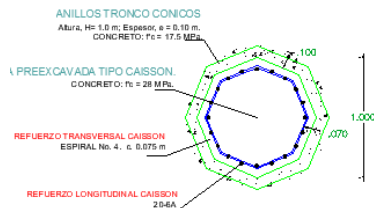
NIT 900.659.175-4

I. INTRODUCCIÓN

Si siguiendo las recomendaciones de la NORMA SISMO RESISTENTE COLOMBIANA NSR-10 y después de realizar el ESTUDIO PREVIO se plantea la CONSTRUCCION DE CUBIERTA PARA EL DESARENADOR ubicado en SANTUARIO - RISARALDA.



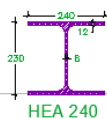
CORTE ESTRUCTURAL
ESCALA 1:75



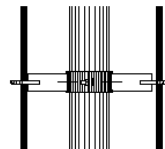
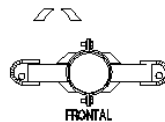
SECCIÓN TRANSVERSAL
PILA TIPO CAISSON D=1.00 m
ESCALA 1:25

SEGUN C.T. 10.4
DEBEN CONSERVARSE LAS
BROCHAS EN LA SUPERFICIE
DE LOS EXTREMOS DE LA ESPIRAL

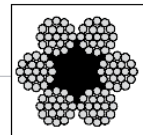
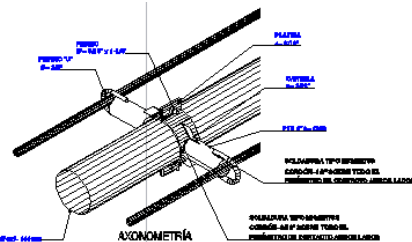
CUADRO DE CAISSON				
TIPO	Ø	Ø	H. Máx.	LONGITUD
K-1	1.00 m	N/A	N/A	6.00 m



SECCION PERFIL METALICO
DIMENSIONES EN MILIMETROS
ESCALA 1:12.5



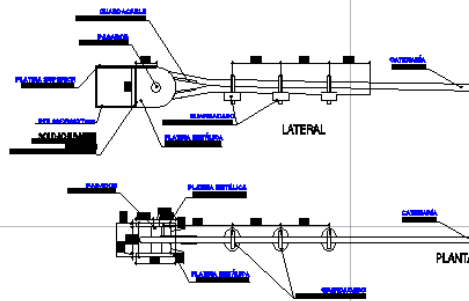
CONEXION SILLETA
SIN ESCALA



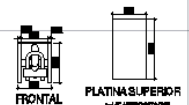
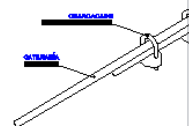
CABLE CATENARIA
REF: 6X19W D=1-1/4"
ALMA DE ACERO

NOTA 1
CATENARIA
USAR E

NOTA 2
PARA M



CONEXION CENTENARIA PORTICO METALICO
ESCALA 1:12.5



PLATINA SUPERIOR
1/2" x 100 x 100



Santa Construcciones

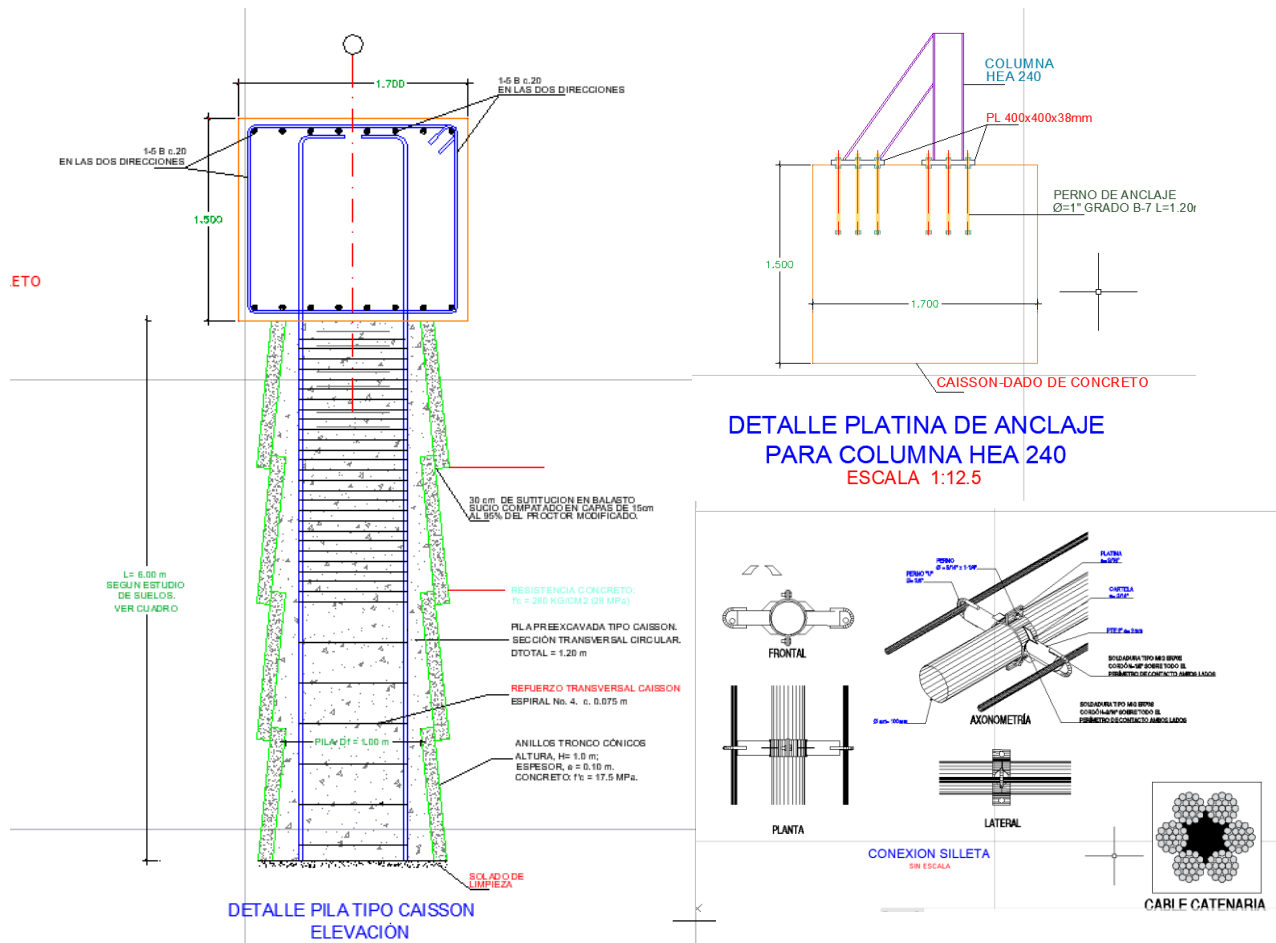
Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

El diseño estructural es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en las edificaciones pues estas se ven sometidas a fuerzas sísmicas u otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, y es indispensable determinar la resistencia y rigidez adecuada de sus elementos para que estos soporten las diferentes combinaciones de carga a las que estarán sometidos.

En la siguiente memoria de cálculo, se presenta el análisis y diseño de una estructura destinada para la conducción de ACUEDUCTO, ubicada en el municipio de Balboa – Risaralda, correspondiente a un sistema estructural de cables TIPO CATENARIA que están soportados en PORTICO PERFILES METALICOS RESISTENTE A MOMENTOS con una CIMENTACION PROFUNDA (CAISSON – PILAS).

La base teórica de este diseño es la NORMA SISMORESISTENTE COLOMBIANA (NSR-10), y se ciñe a los parámetros mencionados en dicha norma.





2. GENERALIDADES

2.1 ALCANCE

El alcance se limita al análisis y diseño de la edificación planteada respecto a la información suministrada y las diferentes consideraciones realizadas durante el desarrollo del modelo. Adicionalmente, el modelo y sus consideraciones se rigen a la normatividad vigente colombiana (NSR-10), así como también a la literatura científica disponible consultada y aplicable.

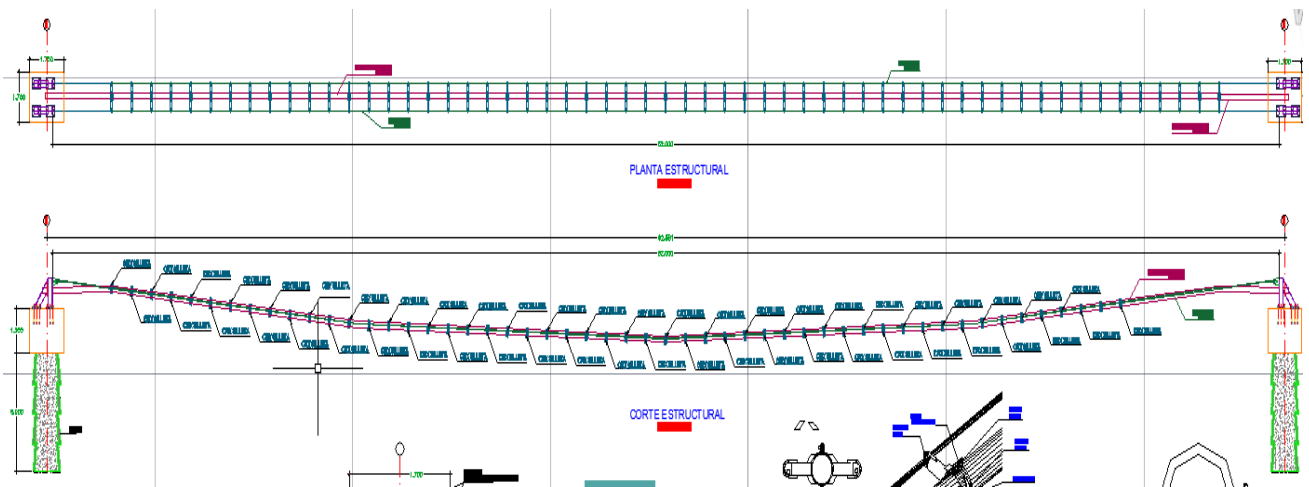
2.2 LOCALIZACIÓN



Figura 1. Localización de Balboa.

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Balboa>

La estructura se encuentra localizada en el municipio de Balboa. El municipio de Balboa se encuentra ubicado en el Departamento de [Risaralda](#), a una distancia de 49 kilómetros aproximadamente de la capital [Pereira](#). Pertenece a región centro – occidental del país en la vertiente oriental de la cordillera occidental, y sus laderas descenden hacia los ríos Cauca, Risaralda, Cañaveral, Monos y Totuí.





Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Se pretende realizar el diseño estructural de la estructura necesaria para garantizar la conducción de una línea de ACUEDUCTO, en un sistema de combinado de CABLES TIPO CATENARIA con un pórticos de perfiles metálicos cimentados en pilas de concreto reforzado. La distribución planteada se muestra en las siguientes figuras según el planteamiento.

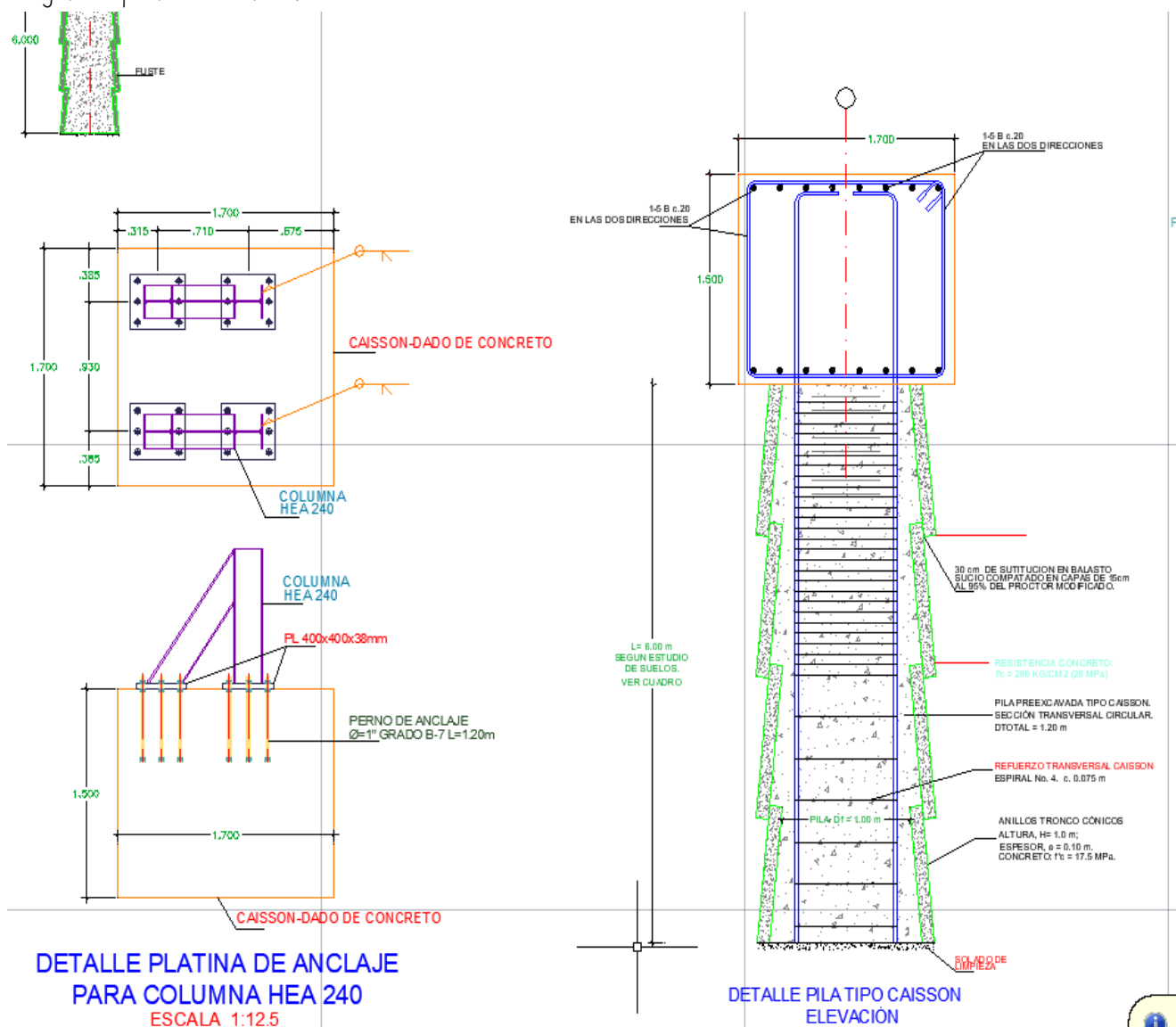


Figura 2. Viaducto



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

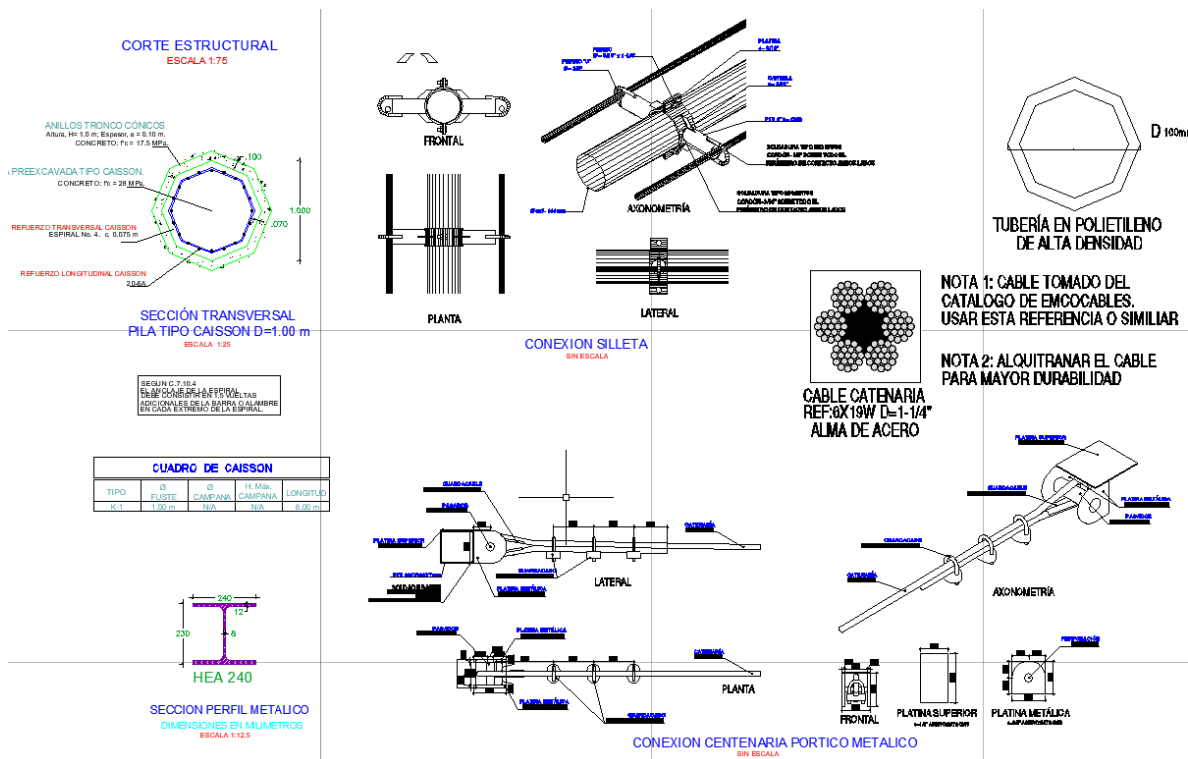
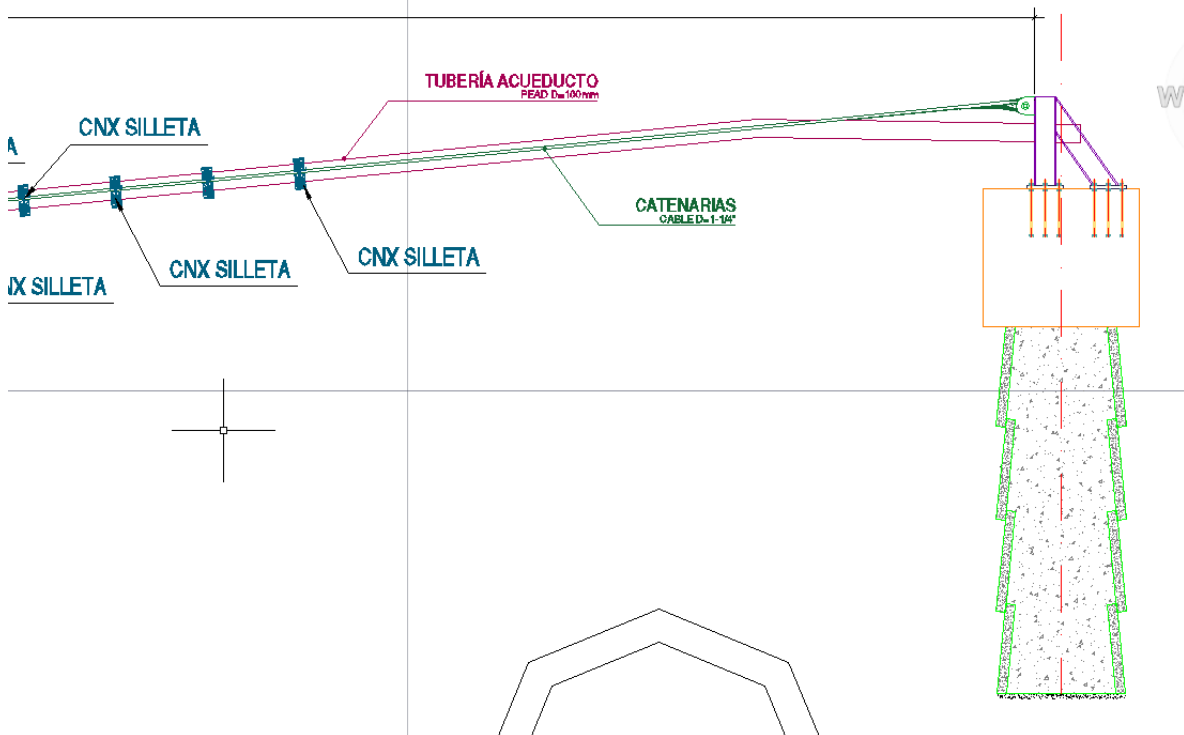


Figura 3. Detalles





2.3 ESTUDIOS PREVIOS

Para la elaboración del diseño se toma como base la MICROZONIFICACION SISMICA del predio, en el cual se recomienda una capacidad portante del suelos según de 10 T/m². Igualmente se especifica perfil de suelo tipo E.

2.4 METODO DE CÁLCULO DISEÑO ESTRUCTURAL

Los pasos elevados con cables, comúnmente conocidos como puentes atirantados o colgantes, representan una de las soluciones más elegantes y eficientes de la ingeniería civil contemporánea para salvar grandes vanos sin necesidad de apoyos intermedios como se presente en este caso particular, donde se debe salvar un obstáculo de 60 metros. Este tipo de estructura combina una torre o pilono con un tablero rígido que es suspendido mediante una serie de cables de acero dispuestos en abanico o en arpa, transfiriendo así las cargas directamente a la cimentación, en este caso específico, la tubería transferirá la carga por medio de collarines en acero hacia los cables

Su creciente popularidad en cruces urbanos, autopistas y valles se debe al equilibrio óptimo entre funcionalidad, estética y economía.

El diseño estructural consta principalmente de los siguientes componentes, los cuales se describen con detalle a continuación y en los anexos de la presente memoria:

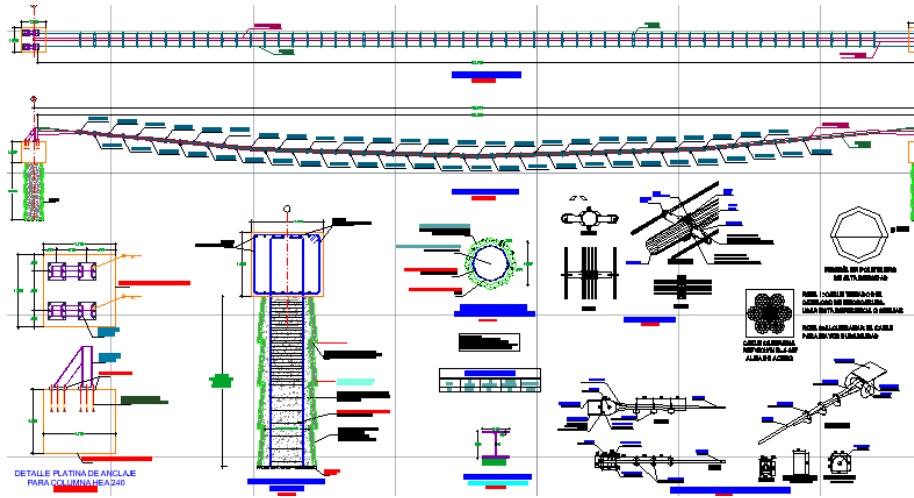
- ✓ Cálculo de parámetros.
- ✓ Construcción espectro sísmico de diseño.
- ✓ Definición del sistema estructural.
- ✓ Evaluación y definición de cargas.
- ✓ Análisis geotécnico de la cimentación.
- ✓ Modelado, pre-dimensionamiento de elementos.
- ✓ Análisis de resultados software.
- ✓ Informe final y ejecución de planos.



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4



3. METODOLOGÍA DE DISEÑO

Se inicia con la evaluación de cargas después de determinar todos los factores (uso de la edificación, definición de acabados, especificaciones de las divisiones, etc.) que se involucran en dicha evaluación de cargas, se continúa con la construcción del espectro de diseño, se realiza el análisis de los datos entregados en el estudio de suelos.

El diseño estructural se plantea realizarlo con la ayuda del programa ETABS 2016, que realiza un análisis dinámico de la estructura, basado en los elementos y cargas que se le asignen al modelo adoptado. Hay que aclarar que el diseño estructural realizado cumple con los requisitos impuestos por el Código Sismoresistente Colombiano NSR-10, con combinaciones de sismo y factores de aplicación en el modelo.

Este diseño está compuesto por etapas, que siguen el orden que se presenta en estas memorias de cálculo, así:

1. Se dio un orden de nodos y de elementos presentes en la estructura denominado numeración de elementos, esta es una numeración inicial que sirve como base para tener un orden en la adjudicación de cargas.
2. Se hace una evaluación de las cargas. Para esta evaluación se debe realizar la calificación de la estructura de la siguiente manera.



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

Tabla A.2.4-3
Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Tabla A.2.4-4
Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Teniendo en cuenta el perfil de suelo tipo E y la ubicación del proyecto en una zona de amenaza sísmica intermedio, se determinan los coeficientes de amplificación, $F_a = 1.45$ y $F_v = 3.0$.

A.2.5 — COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

En esta sección se definen los grupos de tipo de uso y los valores del coeficiente de importancia.

A.2.5.1 — GRUPOS DE USO — Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes Grupos de Uso:



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

A.2.5.2 — COEFICIENTE DE IMPORTANCIA — El Coeficiente de Importancia, **I**, modifica el espectro, y con ello las fuerzas de diseño, de acuerdo con el grupo de uso a que esté asignada la edificación para tomar en cuenta que para edificaciones de los grupos **II**, **III** y **IV** deben considerarse valores de aceleración con una probabilidad menor de ser excedidos que aquella del diez por ciento en un lapso de cincuenta años considerada en el numeral A.2.2.1. Los valores de **I** se dan en la tabla A.2.5-1.

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, **I**

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

3. Luego con la numeración de elementos que se tiene, se hace una asignación de cargas a los elementos, según el uso de la edificación.

B.4.2 — CARGAS VIVAS UNIFORMEMENTE REPARTIDAS

B.4.2.1 — CARGAS VIVAS REQUERIDAS — Las cargas vivas que se utilicen en el diseño de la estructura deben ser las máximas cargas que se espera ocurran en la edificación debido al uso que ésta va a tener. En ningún caso estas cargas vivas pueden ser menores que las cargas vivas mínimas que se dan en las tablas B.4.2.1-1 y B.4.2.1-2.

Tabla B.4.2.1-1
Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas

Ocupación o uso		Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga uniforme (kgf/m ²) m ² de área en planta
Reunión	Balcones	5.0	500
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Silletería fija (fijada al piso)	3.0	300
	Gimnasios	5.0	500
	Vestibulos	5.0	500
	Silletería móvil	5.0	500
	Áreas recreativas	5.0	500
	Plataformas	5.0	500
	Escenarios	7.5	750
Oficinas	Corredores y escaleras	3.0	300
	Oficinas	2.0	200
	Restaurantes	5.0	500
Educativos	Salones de clase	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Bibliotecas		
	Salones de lectura	2.0	200
Fábricas	Estanterías	7.0	700
	Industrias livianas	5.0	500
Institucional	Industrias pesadas	10.0	1000
	Cuartos de cirugía, laboratorios	4.0	400
	Cuartos privados	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
Comercio	Minorista	5.0	500
	Mayorista	6.0	600
Residencial	Balcones	5.0	500
	Cuartos privados y sus corredores	1.8	180
	Escaleras	3.0	300
Almacenamiento	Liviano	6.0	600
	Pesado	12.0	1200
Garajes	Garajes para automóviles de pasajeros	2.5	250
	Garajes para vehículos de carga de hasta 2.000 kg de capacidad.	5.0	500
Coliseos y Estadios	Graderías	5.0	500
	Escaleras	5.0	500



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

4. Se realiza el análisis sísmico, teniendo en cuenta para este caso los siguientes parámetros.
 - ✓ Por la ubicación del municipio de BALBOA, se tiene una zona de amenaza sísmica ALTA con un factor (A_a) de 0.25.
5. Hasta esta estancia del diseño, no ha intervenido el programa de cálculo, que desde este momento empieza a representar el modelo.
6. Para empezar se definen las propiedades de los materiales que se van a emplear en la construcción; y se ingresan las combinaciones de carga consideradas en el diseño.
7. Se grafica el modelo tridimensional y se definen los casos de sismo que se emplearán en el cálculo, estos sismos incluyen efectos de torsión accidental del 5.0% señalado en el código.
8. Después de los pasos descritos, se presenta en la memoria las plantas y los perfiles de la estructura con la numeración de elementos que le asigna el programa y los resultados de diseño que arroja.



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

3.1 CARGAS

Tabla 1. Cargas empleadas para diseño.

Grupo de carga	Tipo de carga	Uso/especificación		Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta
Cubierta	Granizo	Carga de granizo asumida		0.5
	Acabados	Teja e instalaciones		0.2
		Carga muerta total acabados cubierta		0.2
	Viva			1.8
		Carga viva total cubierta		1.8
Vivienda	Acabados	Cielo raso	Pañete en yeso o concreto	0.25
		Piso	Baldosa cerámica (20 mm) sobre 25 mm de mortero.	1.10
		Particiones livianas	Particiones móviles de acero (altura parcial)	0.5
		Mortero	Capa de mortero para piso	0.05
		Muros	Mampostería no estructural	2.5
		Carga muerta total acabados		4.4
	Viva	Parqueadero	Carga viva de parqueadero S2	2.5
		General	Cuartos privados y sus corredores	1.8
		Comercial	Comercial minorista	5.0
		Carga viva losas		1.8
Escaleras	Acabados	Piso	Baldosa cerámica (20 mm) sobre 25 mm de mortero.	1.1
		Carga muerta total acabados		1.1
	Viva	Escaleras	Baldosa y mortero para escalera	3.0
		Carga viva total		3.0



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

Objetivo general

Se presenta como objetivo general, permitir el tránsito de una tubería de polietileno de alta densidad de 200mm de diámetro, a través de un obstáculo de 62m de longitud, esto permitiendo continuar con el lineamiento de la red de acueducto en el municipio de Balboa-Departamento de Risaralda

Objetivos específicos

El presente documento muestra el diseño y dimensionamiento de una estructura por medio de cables y soporte en estructura metálica para salvar un obstáculo de aproximadamente 62m, proporcionando lineamientos técnicos precisos para la interventoría y los construcción del proyecto; los objetivos generales son descritos a continuación:

- Diseñar y dimensionar los cables de alta resistencia para así cumplir con un factor de seguridad igual o superior a FS:3.5
- Definir las cargas actuantes que se presentaran en la estructura como son, carga muerta [DC], carga viva [L], carga de viento [W] y diferencial térmico [T], todo esto basado en el código colombiano de puente CCP- I 4.
- Diseño de los soportes principales en estructura metálica según el AISC-360.
- Diseño caisson de cimentación incluyendo las cuantías de refuerzo estipuladas según el Código Colombiano de Puentes CCP- I 4

PARAMETROS SISMICOS Y GEOTECNICOS.

Al no presentarse un estudio de suelos detallado donde se defina claramente las propiedades del suelo intrínsecas que serían utilizadas en el diseño de la estructura, y basado que el comportamiento de estabilidad de la estructura “caisson” será principalmente por momento flecto, se toma como base y de forma conservadora un módulo de balasto igual a 3500KN/m³, él se multiplica por 0,8 veces el diámetro de la estructura al estar empotrada.

$$K_s = 3500 \text{KN/m}^3 * 0,8 * 1 \text{m} = 2800 \text{KN/m}$$



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

MATERIALES EMPLEADOS

- Resistencia a la compresión para caisson: $f'_c = 21 \text{ MPa}$
- Peso unitario del concreto: $\gamma_c = 24.0 \text{ KN} / \text{m}^3$.
- Peso unitario del acero: $\gamma_s = 78.5 \text{ KN} / \text{m}^3$
- Peso unitario del agua: $\gamma_a = 10.0 \text{ KN} / \text{m}^3$
- Módulo de elasticidad: $E_c = 3900 * \sqrt{f'_c} \text{ (MPa)} = 20636 \text{ MPa}$.
- Módulo de Poisson: $U = 0.20$
- Esfuerzo de fluencia: $f_y = 420 \text{ MPa}$
- Módulo de elasticidad: $E_s = 204.000 \text{ MPa}$
- Densidad del acero: $78.5 \text{ KN} / \text{m}^3$
- Cables de alta resistencia Grado 1970
- Estructura metálica de soporte ASTM A572 Gr 50
- Anclajes preinstalados FI 554 Gr 105
- Recubrimiento para elementos de concreto 50mm.

LENGUAJE Y UNIDADES DE MEDIDAS

Todos los documentos serán escritos en español. Además, todas las unidades serán expresadas en Sistema internacional de Unidades (SI), excepto en aquellos casos particulares donde sea necesario indicar otra unidad.

Dando cumplimiento al decreto 1731 del 18 de septiembre de 1967, se presenta este documento en el Sistema Internacional de Medidas [SI] que es de obligatorio uso en todo el territorio nacional.

SISTEMA INTERNACIONA DE MEDIDAS	
Fuerzas	Kilonewton [KN]
Esfuerzos	Kilopascales [kN/m ²]
Resistencias	Megapascal [MPa]
Momento	Kilonewton – metro [kN-m]
Cargas	Kilonewton [kN]- Kilonewton/metro [kN/m]
Aceleraciones	Metro/Segundo Cuadrado [m/s ²]
Deformaciones	Milímetros [mm]
Longitud	Metros [m]

Tabla 2 Sistema Internacional de medidas Decreto 1731 del 18 de septiembre



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

Fuente: Decreto 1731 del 18 de septiembre

En el caso de que en las memorias de cálculo se presenten unidades diferentes a las establecidas en este capítulo, su resultado final deberá ser convertido a estas unidades.

COMBINACIONES DE CARGA

Las combinaciones de serán las basadas en el numeral 3.4.1 del Código Colombiano de Puentes CCP-14

Resistencia I: $1,25DC + 1,75L + 1,2TU$

Resistencia III: $1,25DC + 1,4WS + 1,2TU$

Resistencia IV: $1,25DC + 1,35L + 0,4WS + 1,2TU$

No se considera cargas sísmicas en el proyecto, la que la estructura al ser extremadamente liviana y no presenta una masa concentrada, no es un factor predominante.

AVALUO DE CARGAS

Con el fin de conocer las cargas actuantes que se presentaran en la estructura, se realiza el siguiente análisis de cargas de cada una de las variables presentadas, basado en las diferentes normativas.

Carga Muerta [DC]

Tal Como se mencionó en los anteriores párrafos, la tubería a que hace objeto del presente análisis es polietileno de alta densidad para un diámetro de 200mm; basado en la norma ISO 4427, esta tubería presentara un peso aproximado de 6,95kg/m [0,0695KN/m].



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles
NIT 900.659.175-4

Presión Nominal	PN 4		PN 6		PN 8		PN 10	
SDR	Espesor (mm)	Peso (Kg/m)	SDR 26		SDR 21		SDR 17	
Diámetro Nominal (mm)	e mín (mm)	Peso (Kg/m)	e mín (mm)	Peso (Kg/m)	e mín (mm)	Peso (Kg/m)	e mín (mm)	Peso (Kg/m)
20	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	2,0	0,207
40	-	-	-	-	2,0	0,263	2,4	0,316
50	-	-	2,0	0,332	2,4	0,400	3,0	0,479
63	-	-	2,5	0,526	3,0	0,612	3,8	0,762
75	-	-	2,9	0,715	3,6	0,878	4,5	1,077
90	-	-	3,5	1,039	4,3	1,260	5,4	1,546
110	-	-	4,2	1,525	5,3	1,885	6,6	2,293
125	-	-	4,8	1,951	6,0	2,394	7,4	2,926
140	-	-	5,4	2,274	6,7	2,786	8,3	3,402
160	-	-	6,2	3,234	7,7	3,932	9,5	4,783
180	-	-	6,9	3,727	8,6	4,589	10,7	5,628
200	-	-	7,7	4,616	9,6	5,686	11,9	6,950

Ilustración 1 Catálogo Tuberías de Polietileno de alta densidad

Respecto al peso del flujo en el interior de las tuberías considerado a su vez como una carga muerta debido a que la tubería estará siempre llena de agua en su interior, se realiza el siguiente análisis:

$$A_T = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A_T = \frac{\pi * (0.2)^2}{4}$$

$$A_T = 0.0314m^2$$

El análisis se considera por metro lineal de tubería, obteniendo el siguiente peso por sección llena, para así considerar la condición más crítica.

$$P_A = A_T * \gamma_a$$

$$P_A = 0.0314m^2 * 10KN/m^3$$

$$P_A = 0,314KN/m$$

Respecto a los cables de guarda “dos (2) unidades” que serán paralelos al recorrido de la tubería de acueducto será de 1 - 1/4 IPH 619 Grado 1960; las características de estos cables son mostrados a continuación:



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

Diámetro Nominal		Carga mínima rotura KN Grado del cable 1770	Carga mínima rotura Tnf	Peso aproximado kg/m
Pulgadas	Milímetros			
1/4	6.35	23.55	2.40	0.15
5/16	7.94	36.82	3.75	0.23
3/8	9.35	53.05	5.41	0.33
7/16	11.11	72.13	7.35	0.44
1/2	12.70	94.21	9.61	0.60
9/16	14.28	119.23	12.15	0.73
5/8	15.88	147.30	15.02	0.93
3/4	19.05	211.97	21.62	1.26
7/8	22.22	288.39	29.40	1.62
1	25.40	376.84	38.42	2.09
1 1/4	31.75	588.81	60.06	3.61
1 3/8	34.92	712.46	72.64	4.37

Ilustración 2 Especificación técnica cables galvanizados 6x19 Grado 1770

Fuente: Catalogo C.A Mejia y CIA

En este orden de ideas, un cable de 1 - 1/4 presenta un peso aproximado de 3,61 kg/m [0,0361 KN/m].

Adicional a las cargas anteriormente mencionadas, se suma el peso de los collarines de soporte que será en acero; a continuación se realiza un análisis de estos elementos en particular que estarán espaciados cada metro.

Tubos PTE 2"x2mm: $2 \cdot (3,54 \text{ KN/m}) \cdot 0,25 \text{ m} = 1,77 \text{ kg}$

Collarines en acero lamina de 3/16" = $0,2 \cdot \pi \cdot 0,21 \cdot 0,0047 \cdot 7860 \text{ Kg/m} = 5 \text{ kg}$

Pernos en U: $2 \cdot 0,2 \text{ m} \cdot [\pi \cdot (0,01)^2 / 4] \cdot 7860 \text{ kg/m}^3 = 0,25 \text{ kg}$

Atiesadores: 2,5kg

En este orden de ideas los collarines presentan un peso total de 9,25kg [0,0925KN/m]

Basado en todo lo mencionado en el anterior análisis la carga muerta DC=51,2Kg/m [0,512KN/m]



Carga Viva [L]

Si bien este tipo de estructuras se caracteriza por presentar un bajo mantenimiento, se considera la siguiente carga por mantenimiento; basado en la norma ASCE 7-16 numeral 4.6.5 se menciona una carga de 13,8kN como carga de una línea vida, al ser la estructura un cable, se distribuye esta carga de forma lineal en la estructura.

4.6.5 Fall Arrest and Lifeline Anchorages. Fall arrest and lifeline anchorages and structural elements that support these anchorages shall be designed for a live load of 3,100 lb (13.8 kN) for each attached lifeline in every direction that a fall arrest load may be applied.

*Ilustración 3 Carga para anclaje de líneas de vida
Fuente: ASCE 7-16*

Carga de viento [WS]

La carga de viento será considerada como una proyección sobre la tubería de 200mm en polietileno de alta densidad, si bien es una carga que va en una dirección diferente a la carga muerta [DC] y viva [L], se considera de forma conservadora que va hacia una misma dirección.

Para el cálculo de las fuerzas de viento, se toma como referencia el documento Guía Técnica: Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos. GM-12 EPM E.S.P.

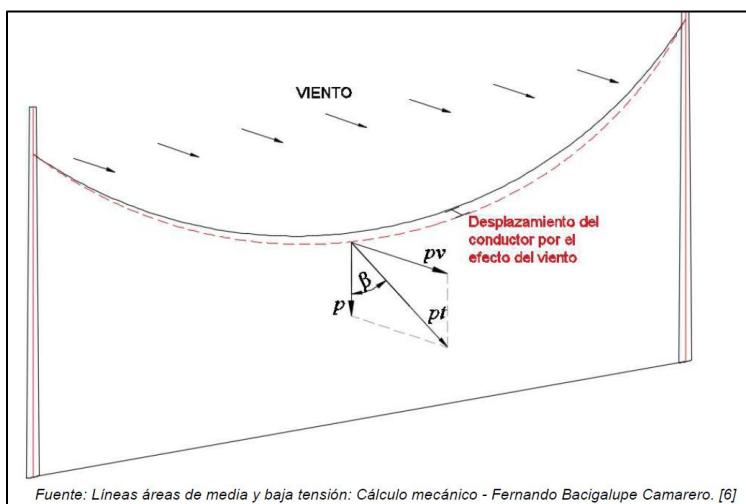


Ilustración 4 Diagrama de cuerpo libre cargas de viento

Fuente: GM-12 EPM E.S.P.



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

Para el cálculo de esta fuerza se hace uso de las siguientes formulaciones:

Q = Coeficiente de exposición en altura Z sobre el suelo.

$$Q = 0,603 - 0,0514 * [\text{Altitud en km}]$$

Se toma de forma conservadora que la estructura estará a una altura de 300 sobre el suelo

$$Q = 0,5875$$

Se toma como base una velocidad del viento igual a 160 km/h lo cual es igual a 44,4 m/s, esto basado en el 3.8.1.1 del CCP-14

A falta de mejores criterios, la suposición que $V_{10} = V_B = 160 \text{ km/h}$.

Ilustración 5 Cargas de viento de diseño

Fuente: CCP-14 numeral 3.8.1.1

Teniendo las anteriores variables, se calcula la presión del viento [N/m²]

$$PV = Q * V^2$$

$$PV = 1158 \text{ N/m}^2$$

La carga unitaria en el cable debida a la acción del viento (p_v), es el resultado de multiplicar la presión que actúa sobre el mismo por el diámetro del conductor:

$$p_v = \left(\frac{PV}{10} \right) * \left(\frac{d}{1000} \right)$$

$$P_v: 23,16 \text{ daN/m} = 0,24 \text{ KN/m}$$

La carga total sobre el conductor debido a la acción del viento y el peso propio se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$p_t = \sqrt{p^2 + p_v^2}$$

P = peso propio del conductor

En este orden de ideas la carga total en el conductor por la fuerza del viento es de $p_t = WS = 0,565 \text{ KN/m}$



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

Carga térmica [T]

Con el fin de considerar la acción de los cables ante condiciones térmicas como son contracción a bajas temperatura y extensión a altas temperaturas, se realiza el siguiente análisis de las temperaturas máximas y mínimas presentadas en el Municipio de Balboa Risaralda.

Como se puede observar en la anterior imagen, se presentan temperaturas máximas de 27°C y mínimos de 16°C, con el fin de ser conservadores bajo su condición más critica “ Contracción del cable” se toma un valor mínimo de 10°C.

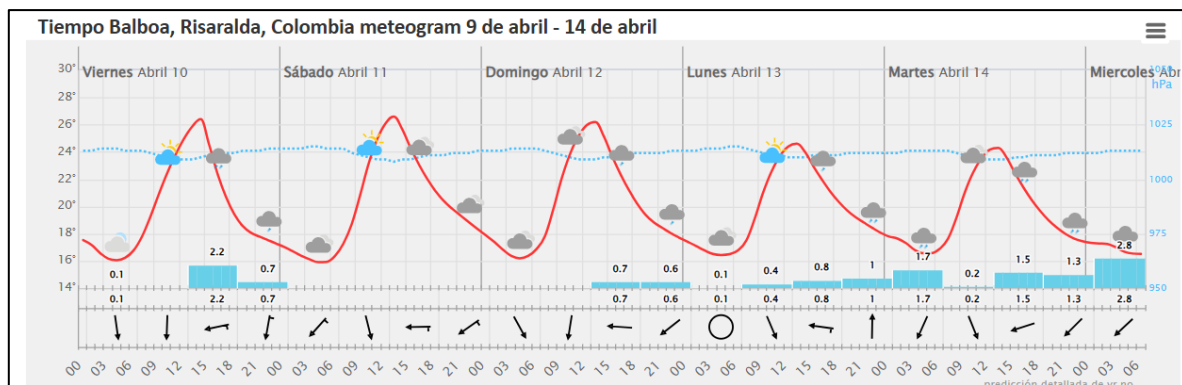


Ilustración 6 Variación de temperatura Balboa Risaralda

Fuente: IDEAM

Para el análisis de su comportamiento se hace uso de la siguiente ecuación matemática:

$$\Delta L = L_0 * \alpha * \Delta T$$

Se toma como base un metro de longitud $L_0 = 1000\text{mm}$

α = Coeficiente de dilatación térmica $1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

ΔT = Diferencial térmico [Temperatura final -Temperatura inicial]

Se analiza la estructura para un metro de longitud.

$$\Delta L = 1000 * 1,2 \times 10^{-5} * (10^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C})$$



$$\Delta L = -0,204mm$$

Respecto al esfuerzo del cable a tracción debido a este cambio térmico se presenta el siguiente resultado considerando un $E: 200.000MPa$:

$$\sigma = E * \alpha * \Delta T$$

$$\sigma = 200.000 * 1,2 \times 10^{-5} * (10^{\circ}C - 27^{\circ}C)$$

$$\sigma = -40.8MPa$$

DISEÑO DE CABLES

Al revisar las recomendaciones del fabricante, recomienda los siguientes factores de seguridad según su uso.

- Cables estáticos: 3 a 4
- Elevación de cargas en general, grúas, eslingas, etc.: 5 a 6
- Casos con altas temperaturas u otras condiciones extremas: 8 a 12
- Elevación de personas: 12 a 22
- Este factor lo adopta el diseñador del equipo o el usuario, para lo cual debe tener en cuenta recomendaciones del fabricante del equipo y del cable, así como normas relacionadas específicas.

Ilustración 7 Factores de seguridad recomendados para cables de alta resistencia

Calculo por resistencia I

A Continuación, se presenta el cálculo de esfuerzos en el cable sin considerar el diferencial térmico.

$$1,25DC + 1,75L + 1,0TU$$

$$1,013 \text{ KN/m}$$

cables

2



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

T [kN]	125	Tension del cable
P [kgf/m]	0,51	Peso unitario del cable
a [m]	62	Distancia entre apoyos
$h = \frac{T}{p}$	246,86	

Flecha en el centro del vano

$$f = h \left(\cosh \left(\frac{a}{2 * h} \right) - 1 \right) \quad 1,949 \text{ m}$$

Longitud total del cable

$$L = (2h) * \sinh \left(\frac{a}{2h} \right) \quad 62,163$$

La Carga termica es en funcion de la deformacion del puente, en este orden de ideas se recalcula la estructura considerando esta nueva deformacion con sus respectivas tensiones

Longitud cable con diferencial termico 0,0127 m

Ecuacion curva de la catenaria

$$Y_{(x)} = h * \left(\cosh \left(\frac{X}{h} \right) - 1 \right)$$

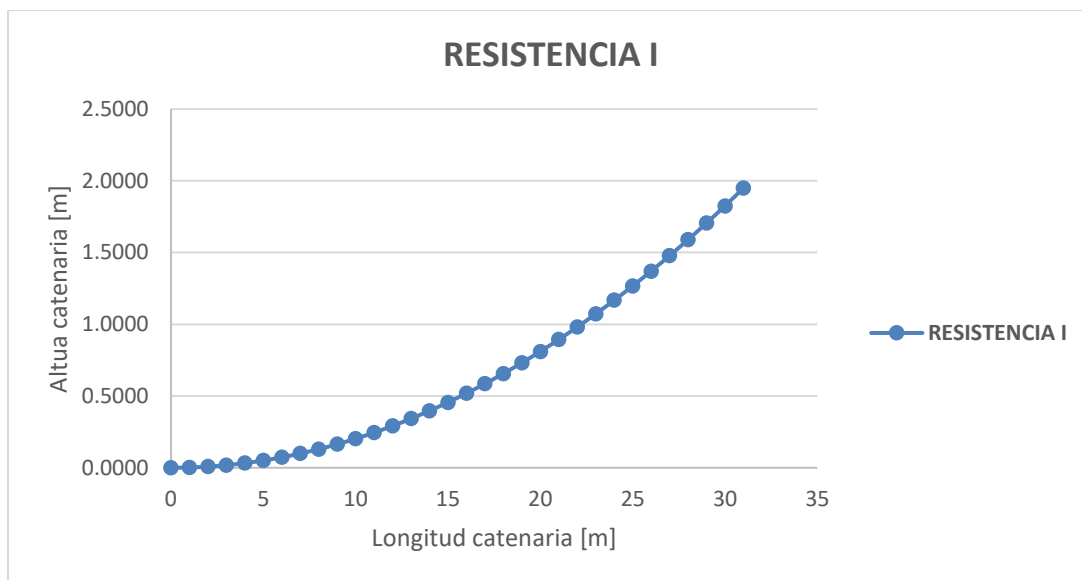


Ilustración 3 Curva catenaria por Resistencia I sin diferencial térmico



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

A continuación, se presenta el cálculo de la catenaria y la tensión máxima presentada considerando el diferencial térmico.

T [kN]	129	Tension del cable
P [kgf/m]	0,51	Peso unitario del cable
a [m]	62	Distancia entre apoyos

$$h = \frac{T}{p} \quad 254,76$$

Flecha en el centro del vano

$$f = h \left(\cosh \left(\frac{a}{2 * h} \right) - 1 \right) \quad 1,888 \text{ m}$$

Longitud total del cable

$$L = (2h) * \sinh \left(\frac{a}{2h} \right) \quad 62,153$$

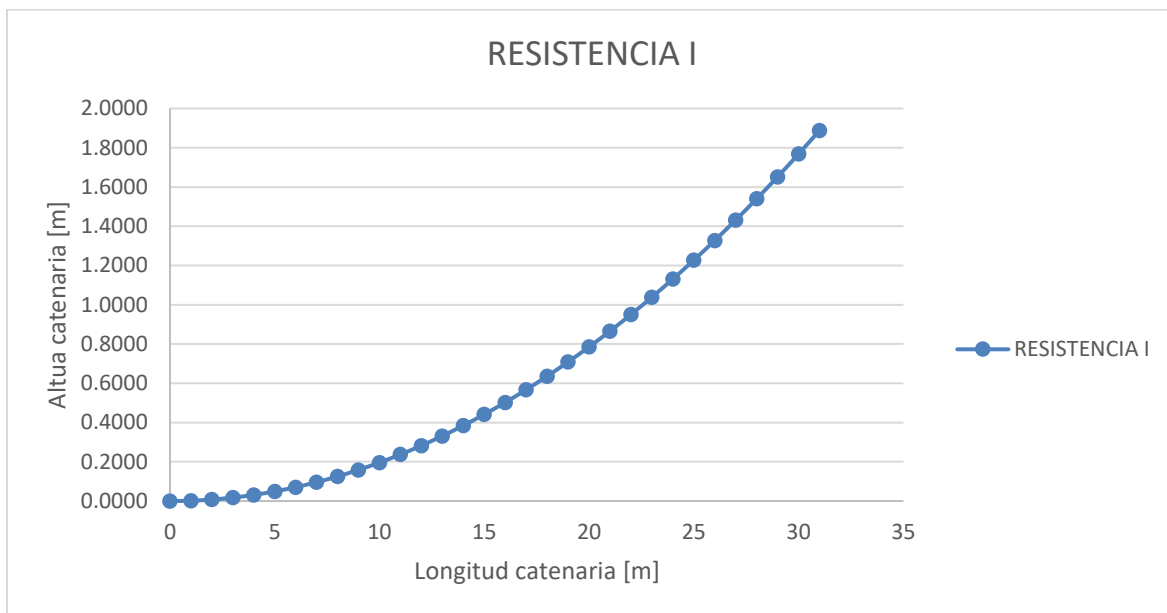


Ilustración 9 Curva catenaria por Resistencia I con diferencial térmico

Bajo estos resultados, se presenta una tensión máxima de 125kN sin diferencial térmico y de 129kN con el cambio de temperatura; al utilizar cables 6x19 con un diámetro de 1-1/4" en acero Grado 1770, este presenta una resistencia a la rotura de 588kN, por lo tanto se presenta un factor de seguridad igual a F.S: 4,5.



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

Calculo por resistencia III

A continuación, se muestra el cálculo por Resistencia III sin considerar el diferencial térmico.

1,25DC+1,4L+1,0TU

1,431 KN/m

cables

2

T [KN] 177

Tension del cable

P [kgf/m] **0,72**

Peso unitario del cable

a [m] 62

Distancia entre apoyos

$$h = \frac{T}{p} \quad \mathbf{247,36}$$

Flecha en el centro del vano

$$f = h \left(\cosh \left(\frac{a}{2 * h} \right) - 1 \right) \quad \mathbf{1,945 \text{ m}}$$

Longitud total del cable

$$L = (2h) * \sinh \left(\frac{a}{2h} \right) \quad \mathbf{62,162}$$

La Carga termica es en funcion de la deformacion del puente, en este orden de ideas se recalcula la estructura considerando esta nueva deformacion con sus respectivas tensiones

Longitud cable con diferencial termico **0,0127 m**

Ecuacion curva de la catenaria

$$Y_{(x)} = h * \left(\cosh \left(\frac{X}{h} \right) - 1 \right)$$



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

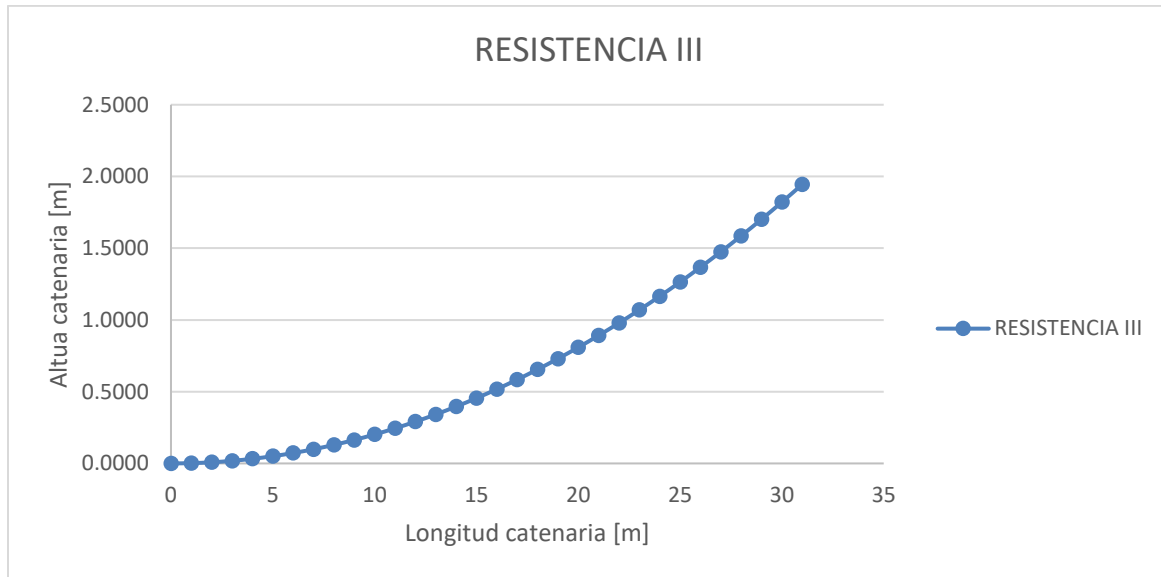


Ilustración 10 Curva catenaria por Resistencia III sin diferencial térmico

A continuación, se presenta el cálculo de la catenaria y la tensión máxima presentada considerando el diferencial térmico.

T [KN]	185	Tension del cable
P [kgf/m]	0,72	Peso unitario del cable
a [m]	62	Distancia entre apoyos

$$h = \frac{T}{p} \quad 258,54$$

Flecha en el centro del vano

$$f = h \left(\cosh \left(\frac{a}{2 * h} \right) - 1 \right) \quad 1,861 \text{ m}$$

Longitud total del cable

$$L = (2h) * \sinh \left(\frac{a}{2h} \right) \quad 62,149$$



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

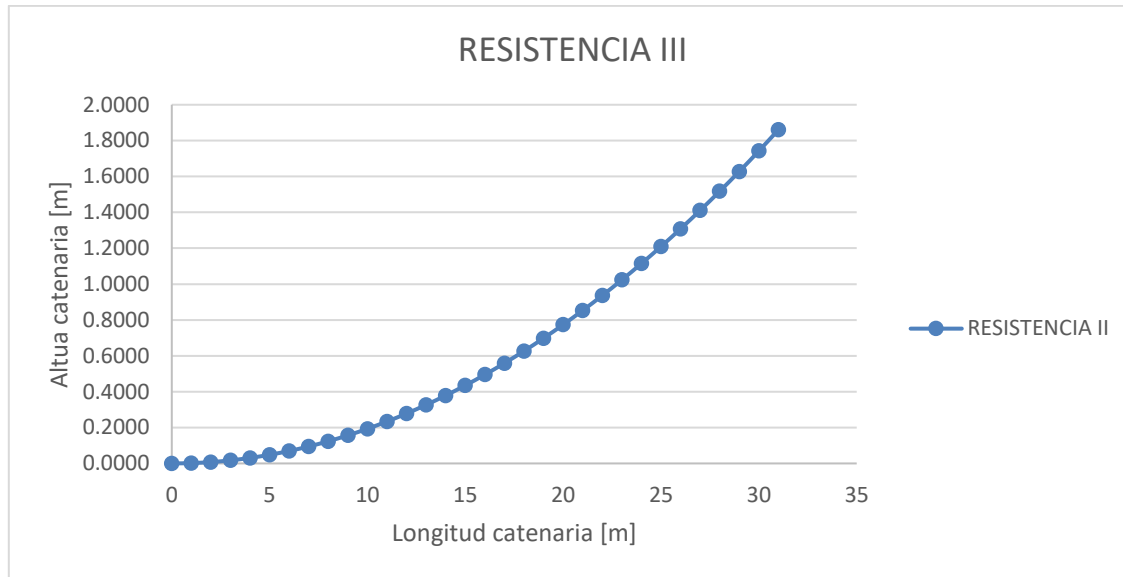


Ilustración 11 Curva catenaria por Resistencia II con diferencial térmico

Bajo estos resultados, se presenta una tensión máxima de 177KN sin diferencial térmico y de 185KN con el cambio de temperatura; al utilizar cables 6x19 con un diámetro de 1-1/4" en acero Grado 1770, este presenta una resistencia a la rotura de 588KN, por lo tanto se presenta un factor de seguridad igual a F.S: 3,1.

Calculo por resistencia IV

A continuación, se muestra el cálculo por Resistencia IV sin considerar el diferencial térmico.

1,25DC+1,35L+0,4WS+1TU

1,154 KN/m

cables

2



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

T [KN]	142	Tension del cable
P [kgf/m]	0,58	Peso unitario del cable
a [m]	62	Distancia entre apoyos

$$h = \frac{T}{p} \quad 246,20$$

Flecha en el centro del vano

$$f = h \left(\cosh \left(\frac{a}{2 * h} \right) - 1 \right) \quad 1,954 \text{ m}$$

Longitud total del cable

$$L = (2h) * \sinh \left(\frac{a}{2h} \right) \quad 62,164$$

La Carga termica es en funcion de la deformacion del puente, en este orden de ideas se recalcula la estructura considerando esta nueva deformacion con sus respectivas tensiones

Longitud cable con diferencial termico 0,0127 m

Ecuacion curva de la catenaria

$$Y_{(x)} = h * \left(\cosh \left(\frac{x}{h} \right) - 1 \right)$$

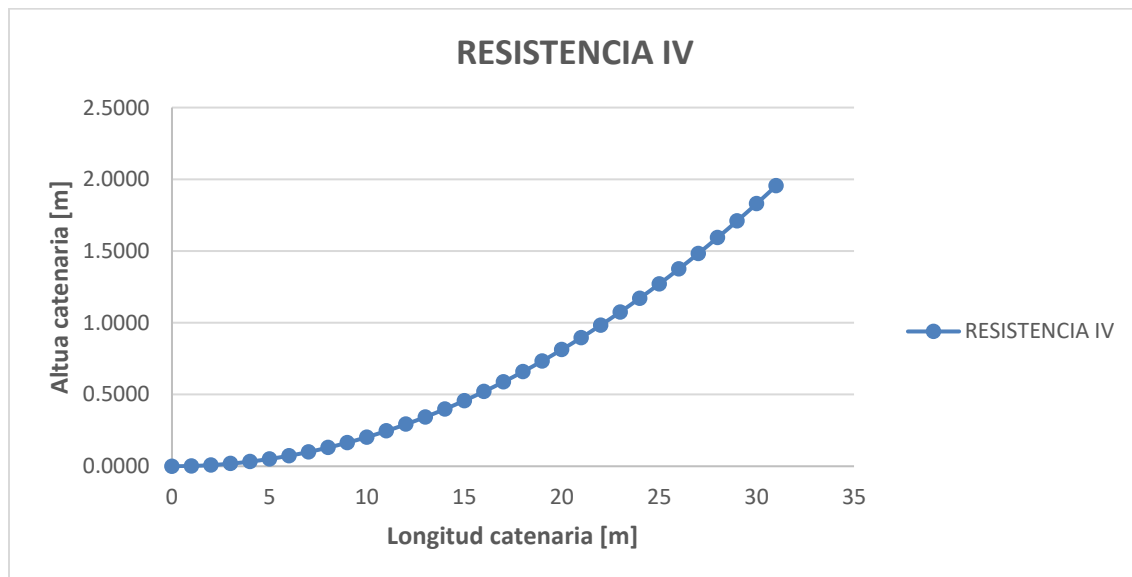


Ilustración 12 Curva catenaria por Resistencia III sin diferencial térmico

A continuación, se presenta el cálculo de la catenaria y la tensión máxima presentada considerando el diferencial térmico.



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

T [KN]	145	Tension del cable
P [kgf/m]	0,58	Peso unitario del cable
a [m]	62	Distancia entre apoyos

$$h = \frac{T}{p} \quad 251,40$$

Flecha en el centro del vano

$$f = h \left(\cosh \left(\frac{a}{2 * h} \right) - 1 \right) \quad 1,914 \text{ m}$$

Longitud total del cable

$$L = (2h) * \sinh \left(\frac{a}{2h} \right) \quad 62,157$$

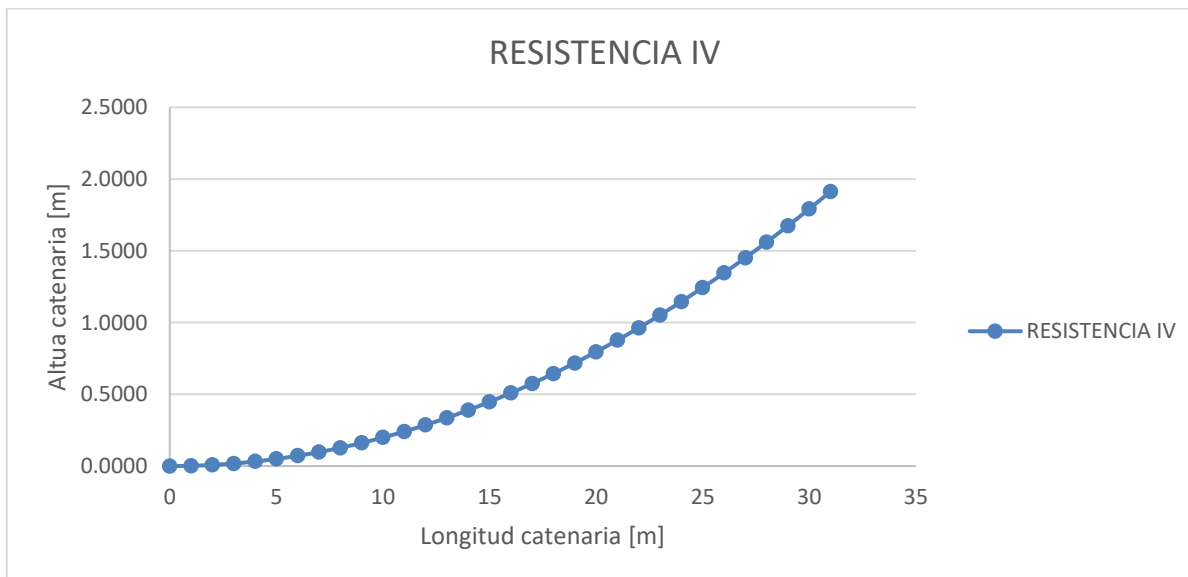


Ilustración 13 Curva catenaria por Resistencia IV con diferencial térmico

Bajo estos resultados, se presenta una tensión máxima de 142KN sin diferencial térmico y de 145KN con el cambio de temperatura; al utilizar cables 6x19 con un diámetro de 1-1/4" en acero Grado 1770, este presenta una resistencia a la rotura de 588KN, por lo tanto, se presenta un factor de seguridad igual a F.S: 4,0.



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

DISEÑO SOPORTES EN ESTRUCTURA METALICA

Con el fin de dar soporte al tensionamiento de los cables a lo largo de su vida útil, se plantea la colocación de apoyos en perfiles laminados en caliente ASTM A572 Gr 50 tipo HEA 200; las cargas de tensionamiento máximas de diseño analizadas en el anterior capítulo fueron las siguientes:

Resistencia I: 129KN

Resistencia III: 185KN

Resistencia IV: 145KN

Para fines de diseño de los soportes se toma de manera conservadora una fuerza de tensionamiento igual a 200KN, la aplicación de esta fuerza estará localizada a una altura de su apoyo; bajo estas hipótesis se consideran el siguiente momento flector y fuerza cortante:

M_u : 200KN-m

V_u : 200KN

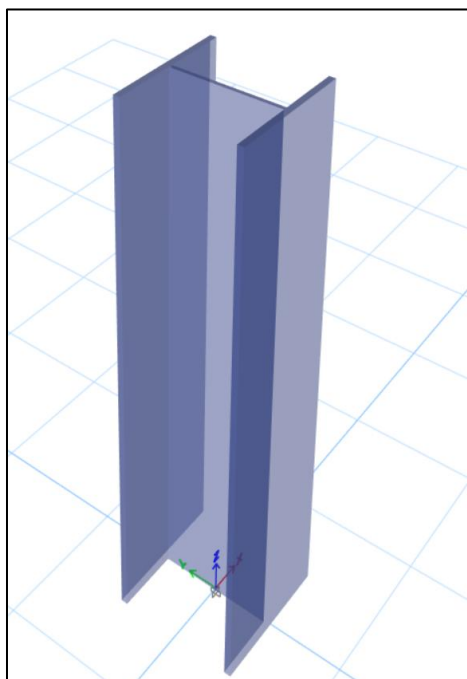


Ilustración 14 Isometrico perfil de soporte



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles
NIT 900.659.175-4

ETABS Steel Frame Design

AISC 360-16 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (mm)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story I	C1	1	0	Comb1	Special Moment Frame	HE240A	Non-Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (mm)	LLRF	Stress Ratio Limit
1000,0	1	0,95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_e$	τ_b	EA factor	EI factor
2,233E-04	1,082E-05	1	0,8	0,8

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{ty}	Φ_{tr}	Φ_v	Φ_{v-R}	Φ_{vt}
0,9	0,9	0,9	0,75	0,9	1	1

Section Properties

A (cm ²)	J (cm ⁴)	I ₃₃ (cm ⁴)	I ₂₂ (cm ⁴)	A _{v3} (cm ²)	A _{v2} (cm ²)
76,8	42,1	7763	2769	57,6	17,3

Design Properties

S ₃₃ (cm ³)	S ₂₂ (cm ³)	Z ₃₃ (cm ³)	Z ₂₂ (cm ³)	r ₃₃ (mm)	r ₂₂ (mm)	C _w (cm ⁶)
675	230,8	745	352	100,5	60	328485,9

Material Properties

E (MPa)	f _y (MPa)	R _y	α
199947,98	344,74	1,1	NA

Stress Check forces and Moments

Location (mm)	P _u (kN)	M _{u33} (kN-m)	M _{u22} (kN-m)	V _{u2} (kN)	V _{u3} (kN)	T _u (kN-m)
0	-0,5912	200	0	200	0	0

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	1	1	1	1	1	0,6
Minor Bending	1	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{ttb}	K _{ttb}	C _b
1	1	1,667

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_r / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$
0,884 =	1,268E-04 + 0,884 + 0

Axial Force and Capacities

P _v Force (kN)	ΦP _{nc} Capacity (kN)	ΦP _{nt} Capacity (kN)
0,5912	2330,2246	2382,8283

Moments and Capacities

	M _u Moment (kN-m)	ΦM _n (kN-m)	ΦM _n No LTB (kN-m)	ΦM _n C _b =1 (kN-m)
Major Bending	200	226,3435	226,3435	231,1468
Minor Bending	0	105,8551		

Shear Design

	V _u Force (kN)	ΦV _n Capacity (kN)	Stress Ratio
Major Shear	200	356,8037	0,561
Minor Shear	0	1072,2727	0



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

DISEÑO PLACA BASE Y PERNOS DE ANCLAJE

Para el diseño de la placa base y pernos de anclaje se calculó mediante el software de diseño RAM Connection.

Al ser una estructura en voladizo, se presentan las mismas cargas de diseño tanto a momento como por cortante mencionadas en el anterior numeral; en el anexo I se presenta el chequeo respectivo.

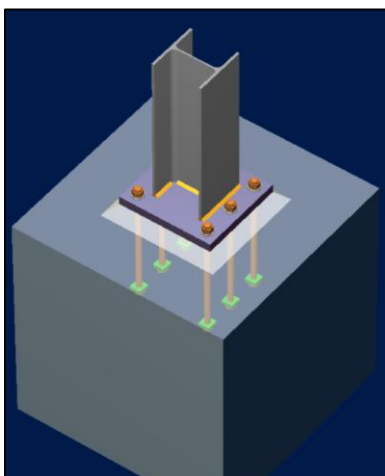


Ilustración 15 Isométrico placa base perfiles

DISEÑO OJALES DE ANCLAJE

Con el fin de garantizar un adecuado funcionamiento de los cables y la estructura, se presenta diseño de las platinas con sus respectivos ojales en láminas de acero ASTM A36. Se tomó como diseño 100KN ya que es dos platinas con ojal por cada cable.



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

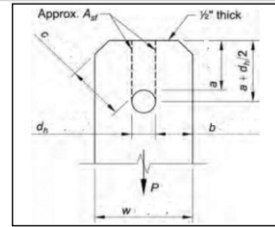
NIT 900.659.175-4

Platina de soporte para cables de izaje

Pu [KN]	100
---------	-----

dh [mm]	50
a [mm]	70
c [mm]	75
b [mm]	75
W [mm]	200
t [mm]	15

Espesor platina



fy [Mpa]	248
fu [Mpa]	400

$$b_e = 2 * t + 16 \quad 46 \text{ mm}$$

$$1,33b_e \quad 61,18 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

$$2 * b_e + d \quad 142 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

$$c > a \quad \text{OK}$$

Calculo de tension efectiva de rotura

$$\Phi \quad 0,75$$

$$P_n = F_u * 2 * t * b_e \quad 414 \text{ KN} \quad \text{D/C} \quad 0,24$$

Rotura de cortante

$$A_{sf} = 2 * t * \left(a + \frac{d}{2} \right) \quad 2850 \text{ mm}^2$$

$$P_n = 0,6 * F_u * A_{sf} \quad 513 \text{ KN} \quad \text{D/C} \quad 0,19$$

Resistencia del soporte

$$A_{pb} = td \quad 750 \text{ mm}^2$$

$$R_n = 1,8 * f_y * A_{pb} \quad 251,10 \text{ KN} \quad \text{D/C} \quad 0,40$$

Tension de fluencia

$$\Phi \quad 0,9$$

$$A_g = w * t \quad 3000 \text{ mm}^2$$



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

$$P_n = F_y * A_g$$

669,6 KN

D/C

0,15

3) Datos de soldadura

Fexx [Mpa]	E 70	482,633
------------	------	---------

ϕ

0,75

$$\phi * F_w = \phi * F_{EXX} * 0.6$$

217,2 Mpa

angulo aplicación carga

0

$$\phi * F_{wnc} = \phi * F_w * (1 + 0.5 * (\sin \phi_c)^{1.5})$$

217,2 Mpa

Lw [mm]

200 Longitud soldadura

Dwb [mm]

6 Espesor soldadura

$$\phi R_{nc} = \frac{2 * \phi F_{wnc} * L_{wc} * D_{wc} * \beta}{\sqrt{2}}$$

368,6 KN

$$\frac{P_{uc}}{\phi * R_{nc}}$$

0,271



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

DISEÑO CAISSON PARA CIMENTACIÓN

Tal como se mencionó en anteriores Capítulos, se considera un módulo de balasto lateral igual a 2800 KN/m; si bien el Código Colombiano de puentes CCP-14 exige una cantidad de barras de refuerzo mayor a la NSR-10 esto sustentado a que obedece a estructuras críticas de tráfico pesado constante; se toma como base una mínima de refuerzo igual a 0,005.

$$A_g: \pi \cdot (1000^2) / 4 = 785398 \text{ mm}^2$$

Cuantía mínima de refuerzo: 3927 mm²

Para suplir con esta mínima de refuerzo, se considera 16 barras de 3/4".

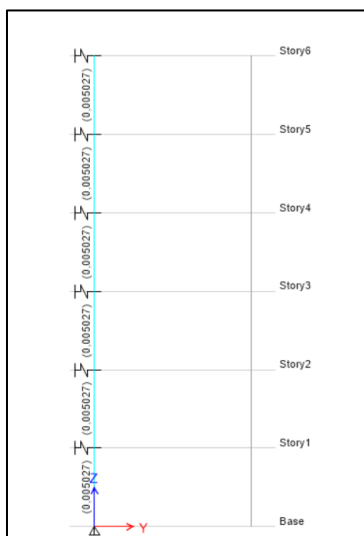


Ilustración 16 Mapa de calor diseño de caisson

TABLE: Concrete Column Design Summary – ACI 318-14											
Story	Label	UniqueName	DesignSect	Station	DesignOpt	Status	PMMRatio	PMMCombo	AsMin	As	Mid Bar As
				m					m ²	m ²	m ²
Story6	C2	6	CAISSON 1m	0	Check	No Message	0,318	Comb 1	0,007854	0,00503	
Story6	C2	6	CAISSON 1m	0,5	Check	No Message	0,159	Comb 1	0,007854	0,00503	
Story6	C2	6	CAISSON 1m	1	Check	No Message	0	Comb 1	0,007854	0,00503	
Story5	C2	5	CAISSON 1m	0	Check	No Message	0,455	Comb 1	0,007854	0,00503	



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

Story5	C2	5	CAISSON Im	0,5	Check	No Message	0,387	Comb I	0,007854	0,00503	
Story5	C2	5	CAISSON Im	1	Check	No Message	0,318	Comb I	0,007854	0,00503	
Story4	C2	4	CAISSON Im	0	Check	No Message	0,45	Comb I	0,007854	0,00503	
Story4	C2	4	CAISSON Im	0,5	Check	No Message	0,453	Comb I	0,007854	0,00503	
Story4	C2	4	CAISSON Im	1	Check	No Message	0,455	Comb I	0,007854	0,00503	
Story3	C2	3	CAISSON Im	0	Check	No Message	0,341	Comb I	0,007854	0,00503	
Story3	C2	3	CAISSON Im	0,5	Check	No Message	0,395	Comb I	0,007854	0,00503	
Story3	C2	3	CAISSON Im	1	Check	No Message	0,45	Comb I	0,007854	0,00503	
Story2	C2	2	CAISSON Im	0	Check	No Message	0,162	Comb I	0,007854	0,00503	
Story2	C2	2	CAISSON Im	0,5	Check	No Message	0,251	Comb I	0,007854	0,00503	
Story2	C2	2	CAISSON Im	1	Check	No Message	0,341	Comb I	0,007854	0,00503	
Story1	C2	1	CAISSON Im	0	Check	No Message	0,014	Comb I	0,007854	0,00503	
Story1	C2	1	CAISSON Im	0,5	Check	No Message	0,063	Comb I	0,007854	0,00503	
Story1	C2	1	CAISSON Im	1	Check	No Message	0,162	Comb I	0,007854	0,00503	

TABLE: Concrete Column Design Summary – ACI 318-14								
Story	Label	CornerBarAs	VmajCombo	VmajRebar	VminCombo	VminRebar	WarnMsg	ErrMsg
		m ²		m ² /m		m ² /m		
Story6	C2		Comb I	0	Comb I	0,00083	No Message	No Message
Story6	C2		Comb I	0	Comb I	0,00083	No Message	No Message
Story6	C2		Comb I	0	Comb I	0,00083	No Message	No Message
Story5	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story5	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story5	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story4	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story4	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story4	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story3	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story3	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story3	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story2	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story2	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story2	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story1	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message
Story1	C2		Comb I	0	Comb I	0	No Message	No Message



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

TABLE: Concrete Column Design Summary – ACI 318-14								
Story	Label	CornerBarAs	VmajCombo	VmajRebar	VminCombo	VminRebar	WarnMsg	ErrMsg
		m ²		m ² /m		m ² /m		
Story1	C2		Comb1	0	Comb1	0	No Message	No Message

Tabla 3 Chequeo de caisson



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

DISEÑO PLACA BASE

Conexiones Metálicas Resultados

Conexión: I - Fixed uniaxial major axis BP

Familia: Columna - Base (CB)

Tipo: Base plate

Descripción: Base de columna

Código de diseño: AISC 360-22 LRFD, ACI 318-08

Solicitaciones

Descripción	Pu [kN]	Mu22 [kN*m]	Mu33 [kN*m]	Vu2 [kN]	Vu3 [kN]	Tipo de carga
CM	0.00	0.00	200.00	200.00	0.00	Design

Cálculos de diseño

Diseño en el eje mayor
Placa base (AISC 360-22 LRFD)

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
<i>Placa base</i>					
Distancia del ancla al borde	[mm]	38.10	6.35	--	✓
Tamaño de soldadura table J2.4	[1/16in]	7	3	--	✓

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.
<i>Base de concreto</i>					



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

Aplastamiento por axial DGI 3.1.1	[KN/mm2]	0.02	0.02	CM	1.0
--------------------------------------	----------	------	------	----	-----

Placa base

Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento) DGI Sec 3.1.2	[KN*m/m]	112.00	88.77	CM	0.79
Flexión en fluencia (interfaz de tensión) DGI Eq. 3.3.13	[KN*m/m]	112.00	104.19	CM	0.93

Columna

Resistencia de la soldadura DGI p. 35	[KN/m]	2559.85	2037.74	CM	0.80
Resistencia de la soldadura a corte método elástico Sec. J2.4	[KN/m]	1706.57	609.76	CM	0.36
Resistencia de la soldadura a axial método elástico Sec. J2.4	[KN/m]	2559.85	2067.38	CM	0.81

Relación	1.0
----------	-----

Anclas

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
Anclas					
Espaciamiento entre anclas Sec. D.8.1	[mm]	149.20	101.60	--	✓
Recubrimiento de concreto Sec. 7.7.1	[mm]	323.10	76.20	--	✓
Longitud efectiva	[mm]	416.51	--	983.49	✓

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Solicitud	EC ctrl	Rel.
Tensión en anclas Eq. D-3	[KN]	252.61	200.51	CM	0.79
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión Sec. D.4.1.1	[KN]	448.48	200.51	CM	0.45
Refuerzo de grupo de anclas a tensión Sec. D.5.2.9,	[KN]	630.00	601.54	CM	0.95
D.6.2.9 Corte en el ancla Eq. D-20,	[KN]	105.08	33.33	CM	0.32



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

Sec. D.6.1.3					
Desprendimiento de ancla a corte	[KN]	417.96	33.33	CM	0.08
Sec. D.4.1.1					
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[KN]	662.03	200.00	CM	0.30
Sec. D.4.1.1					
Refuerzo de grupo de anclas a corte	[KN]	630.00	200.00	CM	0.32
Sec. D.5.2.9,					
D.6.2.9					
Interacción tensión corte	[KN]	1.20	1.11	CM	0.93
Eq. D-32					

Relación	0.95
----------	------

Relación de resistencia crítica global	1.0
--	-----

Eje mayor

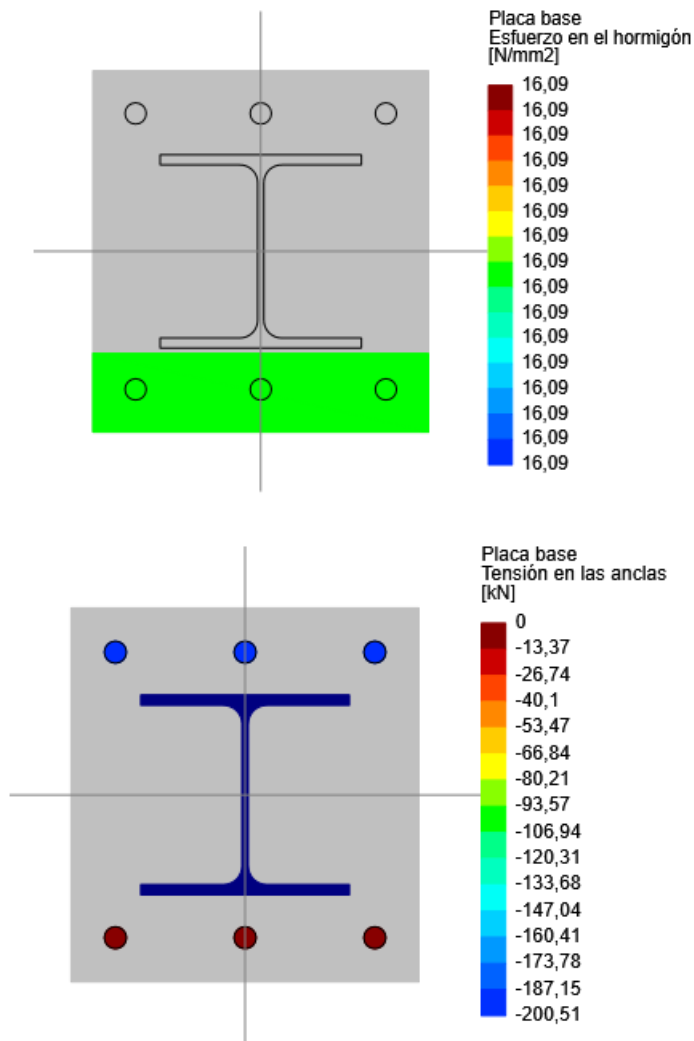
Máximas compresión y tensión (CM)



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4



Máximo esfuerzo en el concreto	16,09	[N/mm ²]
Mínimo esfuerzo en el concreto	16,09	[N/mm ²]
Máxima tensión en las anclas	200,51	[kN]
Mínima tensión en las anclas	0,00	[kN]
Ángulo del eje neutro	0,00	[deg]
Ubicación del eje neutro	93,44	[mm]
Longitud de aplastamiento	93,44	[mm]

Tensiones en anclas

Ancla	Transversal [mm]	Longitudinal [mm]	Corte [kN]	Tensión [kN]
1	-149,20	-164,20	33,33	0,00
2	0,00	-164,20	33,33	0,00
3	149,20	-164,20	33,33	0,00



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

4	149.20	164.20	33.33	200.51
5	0.00	164.20	33.33	200.51
6	-149.20	164.20	33.33	200.51



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

En los documentos anexos se presenta el resumen general del modelo elaborado, y los planos de la edificación.

Quedo atento a resolver cualquier inquietud, Atentamente,

CRISTHIAN FELIPE SANTA LUNA

Ing. Civil

Matricula Profesional: 17202-201841 CLD

Representante Legal.

Especialista en estructuras.

Especialista en geotecnia.



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD ESTRUCTURAL

Yo, CRISTHIAN FELIPE SANTA LUNA, identificado con cédula de ciudadanía No 75.103.509 DE MANIZALES , de profesión Ingeniero Civil con T.P. N° 17202 201841 CLD, con más de cinco (5) años de experiencia de ejercicio profesional, en el ejercicio de la facultad conferida por el Decreto 926 de 2010 NSR-10, modificado por el Decreto 2525 del 13 de julio de 2010, por medio del presente documento declaro que asumo toda responsabilidad de los cálculos, planos estructurales contenidos en las memorias del proyecto denominado CONSTRUCCION VIADUCTO ACUEDUCTO BALBOA - RISARALDA, de cualquier responsabilidad o perjuicio relacionado o producido por el sistema estructural.

Para constancia de lo anterior, se firma en la ciudad de MANIZALES.

CRISTHIAN FELIPE SANTA LUNA

Ing. Civil

Especialista En Estructuras

Matricula Profesional: 17202-201841 CLD

CC: 75.103.509 DE MANIZALES



Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4





Santa Construcciones

Ingenieros Civiles

NIT 900.659.175-4

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.
17202201841CLD
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 17/03/2011
CRISTHIAN FELIPE
SANTA LUNA
C.C. 75103509
UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA


PRESIDENTE DEL CONSEJO

Egresados
eun

 UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Nombre: Cristhian Felipe Santa Luna
Identificación: 75.103.509
Especialización en Estructuras

