

ANEXO 1

PERFILES METÁLICOS

Acero ASTM A36

Es un acero estructural al carbono, utilizado en construcción de estructuras metálicas, puentes, torres de energía, torres para comunicación y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas, herrajes eléctricos y señalización.

Composición química:

Carbono (C)	0,26% máx
Manganeso (Mn)	No hay requisito
Fósforo (P)	0,04% máx
Azufre (S)	0,05% máx
Silicio (Si)	0,40% máx
*Cobre (Cu)	0,20% mínimo

*Cuando se especifique

Propiedades Como la mayoría de los aceros, el A36, tiene una densidad de 7850 kg/m³ (0.28lb/in³). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 pulg (203.2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPa (36 ksi), y un límite de rotura mínimo de 410 MPa (58 ksi). Las plantas con espesores mayores de 8 pulg (203.2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPa (32 ksi), y el mismo límite de rotura.

Propiedades mecánicas:

Límite de fluencia mínimo		Resistencia a la tracción			
Mpa	Psi	Psi		Mpa	
		Mín	Máx	Mín	Máx
248,21	36000	58000	80000	399,90	551,58

Formas

El acero A36 se produce en una amplia variedad de formas, que incluyen:

Planchas, Perfiles estructurales, Tubos, Láminas.

Métodos de unión

Las piezas hechas a partir de acero A36 son fácilmente unidas mediante casi todos los procesos de soldadura. Los más comúnmente usados para el A36 son los menos costosos y rápidos como las Soldadura por arco metálico protegido (SMAW, Shielded metal arc welding). Soldadura con arco metálico y gas (GMAW, Gas metal arc welding), soldadura oxiacetilénica. El acero A36 es también comúnmente atornillado y remachado en las aplicaciones estructurales: edificios, puentes, torres, etc.

Productos comerciales

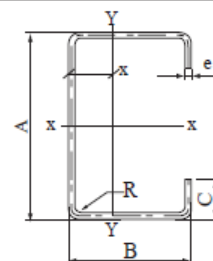
Los productos de acero, conformado en frío, existentes en el mercado se agrupan por series según su forma geométrica, algunos de ellos se muestran a continuación:

- Tubos laminados en caliente o conformados en frío
 - Redondo
 - Cuadrado
 - Rectangular
- Perfiles y placas conformados en frío
 - Perfil conformado L
Su sección tiene forma de ángulo recto con alas de igual longitud y vértice redondeado.
 - Perfil conformado LD
Su sección tiene forma de ángulo recto con las alas de distinta longitud y vértice redondeado.
 - Perfil conformado U
Su sección tiene forma de “U” con alas de igual longitud y vértices redondeados.
 - Perfil conformado C
Su sección es un rectángulo con uno de sus lados más largos parcialmente abierto y vértices redondeados.
 - Perfil conformado Ω (omega)
Su sección tiene forma de “U” con las alas hacia afuera y vértices redondeados, con cierta semejanza a la letra griega omega mayúscula.
 - Perfil conformado Z
Su sección consta de un alma y en sus extremos alas perpendiculares en sentidos opuestos, con labios rigidizadores en sus lados y vértices redondeados.
 - Placa ondulada
Su sección está constituida por ondas de perfil curvilíneo.
 - Placa grecada
Su sección está formada por trapecios desiguales con bordes redondeados y a veces con acanaladuras en los lados largos. No constituyen series por la variedad de formas y dimensiones con que se fabrican, que figuran junto con sus términos de sección en los catálogos de los fabricantes.
 - Placa agrafada
Es una placa nervada, uno de cuyos bordes tiene una grapa, pliegue que se introduce en el borde liso de la placa contigua y se aplasta para mejorar la estanquidad.
 - Panel
Es un elemento constituido por chapas conformadas de acero, enlazadas en fábrica o en obra, con material aislante intermedio.

Perfiles comerciales del medio local

Empresa Nacional Boliviana Constructora – ENABOLCO

ENABOLCO - EMPRESA NACIONAL BOLIVIANA CONSTRUCTORA	
ESPECIFICACIONES GENERALES PERFIL COSTANERA	
LARGO NORMAL:	6 (m) Perfiles estándares
OTRAS DIMENSIONES:	A pedido, previa consulta a ENABOLCO
CALIDAD COMERCIAL:	Acero ASTM A36 - SAE 1010
TERMINACIÓN:	Extremos lisos de máquina



Dimensiones Nominales				Peso teórico	Area	Propiedades						
A	B	C	e			EJE X - X			EJE Y - Y			
mm	mm	mm	mm	kgf/m	cm ²	I	W	i	I	W	i	x
						cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
50	25	12	2.00	1.74	2.22	8.07	3.23	1.91	1.95	1.28	0.94	0.98
			3.00	2.46	3.13	10.67	4.27	1.85	2.43	1.60	0.88	0.98
80	40	15	2.00	2.78	3.54	35.25	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51	1.46
			3.00	4.01	5.11	49.03	12.26	3.10	10.83	4.26	1.46	1.46
100	50	15	2.00	3.40	4.34	69.23	13.85	4.06	13.67	4.16	1.80	1.72
			3.00	4.95	6.31	97.76	19.55	3.97	19.74	6.11	1.78	1.77
			4.00	6.40	8.15	122.41	24.48	3.95	21.47	6.28	1.66	1.58
			6.00	8.97	11.43	160.56	32.11	3.83	25.55	7.43	1.53	1.56
125	50	15	2.00	3.80	4.84	116.40	18.62	5.15	10.75	2.85	1.56	1.22
			3.00	5.54	7.06	165.44	26.47	5.04	15.78	4.24	1.56	1.28
			4.00	7.18	9.15	208.61	33.38	4.93	20.51	5.59	1.55	1.33
			6.00	10.15	12.93	277.91	44.47	4.70	28.86	8.11	1.52	1.44
150	50	15	2.00	4.19	5.34	178.68	23.82	6.04	11.32	2.91	1.52	1.11
			3.00	6.13	7.81	255.18	34.02	5.93	16.64	4.33	1.51	1.16
			4.00	7.97	10.15	323.39	43.12	5.81	21.66	5.72	1.50	1.21
			6.00	11.33	14.43	435.67	58.09	5.56	30.60	8.31	1.47	1.32
200	50	20	4.76	11.54	14.70	781.61	78.16	7.29	39.91	10.87	1.65	1.33
			6.35	14.87	18.94	970.76	97.08	7.16	45.66	12.44	1.55	1.33
	60	20	7.94	19.18	24.43	1272.20	127.22	7.22	90.37	20.95	1.92	1.69
			9.53	22.23	28.32	1420.36	142.04	7.08	85.70	19.71	1.74	1.65
		30	12.70	29.56	37.65	1761.12	176.11	6.84	123.05	30.23	1.81	1.93
250	75	20	6.35	19.85	25.29	2176.37	174.11	9.28	121.49	20.86	2.19	1.68
			7.94	24.17	30.78	2577.41	206.19	9.15	146.28	25.59	2.18	1.78
			9.53	28.22	35.94	2923.45	233.88	9.02	167.77	29.92	2.16	1.89
		30	12.70	37.53	47.81	3710.34	296.83	8.81	209.46	38.16	2.09	2.01
		35	15.88	45.56	58.04	4237.09	338.97	8.54	233.68	43.89	2.01	2.18
300	75	20	9.53	31.96	40.71	4616.66	307.78	10.65	176.21	30.52	2.08	1.73
		30	12.70	42.52	54.16	5923.10	394.87	10.46	220.07	38.94	2.02	1.85
		35	15.88	51.79	65.98	6855.16	457.01	10.58	461.60	83.01	2.74	1.94

ANEXO 2

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ITEM 1: REPLANTEO Y TRAZADO

UNIDAD: m²

DEFINICIÓN

Comprende la demarcación de puntos, ejes y superficies para realizar las construcciones de las estructuras, de acuerdo con los planos de construcción.

Se debe contemplar que incluirá todo lo que sea necesario para la ejecución del proyecto proyecto.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Los materiales necesarios para la ejecución del ítem son: estacas – clavos – pintura – yeso. Las estacas serán de madera blanda con dimensiones mínimas de 2.5x2.5x15 cm.

Las estacas también podrán ser de varillas de acero de construcción entre diámetros de 8 a 10 mm con un largo mínimo de 20cm.

Los clavos serán de acero de mediano contenido de carbono que brinda la resistencia adecuada a un producto que será sometido a diferentes fuerzas de impacto según su aplicación. El vástago es circular y uniforme, con una superficie pulida y brillante, presenta una punta afilada en forma de diamante.

La pintura será al aceite a base de resinas alquídicas y pigmentos inhibidores de la corrosión, para colocar referencias escritas y la pintura será al agua para demarcar marcos de fondo.

Las herramientas menores son: combo, balde, cuchara, hilo de plástico, wincha metálica o de lona. Los equipos son: estación total con prismas, trípode – Nivel de ingeniero con regla estadimétrica.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Primeramente se realizara una verificación de los BM,s del proyecto y posteriormente se realizara el replanteo

El trazado debe recibir aprobación escrita del supervisor, antes de proceder con los trabajos.

Para la ejecución de este ítem el contratista debe realizar:

- El replanteo de las estructuras, con estricta sujeción a las dimensiones señaladas en los planos respectivos.

- Los ejes, puntos, y superficies de replanteo se marcarán con ocre con ayuda de hilo y caballete

El contratista será el único responsable del cuidado y reposición de las marcas requeridas para la medición de los volúmenes de obra ejecutada.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

El replanteo o trazado de las construcciones para las estructuras será medido en metro cuadrado, tomando en cuenta todas las estructuras del proyecto.

El pago será realizado una vez verificado el cumplimiento de todos los trabajos para la ejecución del ítem. La verificación debe ser realizada en forma conjunta por el contratista y el supervisor.

ITEM 2: EXCAVACION 0-2 m SUELO SEMIDURO

UNIDAD: m³

DEFINICIÓN

Este ítem comprende todos los trabajos de excavación de acuerdo a delimitaciones y profundidades establecidas en las referencias del replanteo topográfico, para la ubicación de las diferentes estructuras civiles establecidos en los planos y/o instrucciones de SUPERVISION. Comprende además el transporte fuera del área de la construcción y que no afecte a la estabilidad de la excavación, el material excavado inservible será trasladado al sitio que designe la SUPERVISION dentro de un radio máximo de 100 m.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El CONTRATISTA deberá proporcionar todas las herramientas y equipo necesarios para la ejecución de este ítem como ser palas, picotas, barretas, carretillas, el equipo mínimo para este fin serán volquetas, pala cargadora y otros, previa la aprobación de la supervisión.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Una vez que el replanteo haya sido aprobado por la SUPERVISIÓN, se dará inicio a las excavaciones del terreno en los lugares demarcados.

De acuerdo a cada excavación se realizará la estratificación de los materiales tomando nota de las alturas de cada discordancia entre los materiales, clasificándolos de acuerdo a ensayos clasificando en material blando, semiduro y duro, el cual debe ser aprobado por la supervisión.

El material excavado que vaya a ser utilizado posteriormente para rellenar zanjas o excavaciones, se apilará convenientemente a los lados de las mismas, a una distancia prudencial que no cause presiones sobre sus paredes, ni perjudique el desarrollo de los trabajos. Los materiales sobrantes de la excavación serán trasladados y acumulados en los lugares indicados por la supervisión.

El fondo de las excavaciones será horizontal y en los sectores donde el terreno destinado a fundar sea inclinado, se dispondrá de escalones de base horizontal.

Se tendrá especial cuidado de no remover el fondo de las excavaciones que servirán de base para la cimentación de las estructuras. Una vez concluida la excavación, se limpiará de toda tierra suelta.

Las zanjas o excavaciones terminadas, deberán presentar superficies sin irregularidades y tanto las paredes como el fondo tendrán las dimensiones indicadas en los planos.

En caso de excavar por debajo del límite inferior especificado en los planos de construcción o indicados por la SUPERVISIÓN, el CONTRATISTA rellenará el exceso, compactándolo como mínimo hasta su densidad original, por su cuenta y costo.

Clasificación

Para los fines de cálculo de costos y de acuerdo a la naturaleza y características del suelo a excavar, se establece la siguiente clasificación:

Suelo Clase I (blando)

Suelos compuestos por materiales sueltos como humus, tierra vegetal, arena suelta y de fácil remoción con pala y poco uso de picota.

Suelo Clase II (semiduro)

Suelos compuestos por materiales como arcilla compacta, arena o grava, roca suelta, conglomerados y en realidad cualquier terreno que requiera previamente un ablandamiento con ayuda de pala y picota.

Suelo Clase III (duro)

Suelos que requieren para su excavación un ablandamiento más riguroso con herramientas especiales como barretas.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Las excavaciones serán medidas en metros cúbicos, tomando en cuenta únicamente el volumen neto del trabajo ejecutado. Para el cómputo de los volúmenes se tomarán las dimensiones y profundidades indicadas en los planos y/o instrucciones por la supervisión.

El pago del presente ítem será por volumen ejecutado, a conformidad de la entidad ejecutora y será el resultado de la afectación entre la cantidad y el precio unitario pactado, que estarán en los documentos contractuales del proyecto. El desembolso será efectivo cuando se cumplan los conductos regulares de la aprobación en los certificados de avance de obra, presentados ante la entidad contratante.

ITEM 3: RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA COMUN

UNIDAD: m³

DEFINICIÓN

Este trabajo comprenderá el relleno y compactado con material procedente de las excavaciones o material de

préstamo, llenando el vacío de las excavaciones en capas y cubriendo las estructuras de fundación como así

también otros materiales bajo el nivel de rasante, de manera que se obtenga una consistencia del terreno igual o

mayor a las condiciones iniciales del mismo.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El contratista proporcionará todas las herramientas y equipo necesarios para la ejecución del presente ítem, brindando de igual manera la indumentaria de seguridad necesaria al personal encargado de la ejecución del mismo.

El material de relleno será un, proveniente de las diversas excavaciones realizadas, siempre que la supervisión lo apruebe en cuanto a su calidad. Cualquier otro material adicional necesario deberá obtenerse de préstamo según se prevé en la sección correspondiente, clasificación AASHTO del tipo A-4 o mayor. Finalmente, un material aprobado por el supervisor.

Las herramientas necesarias para la ejecución de este ítem son palas, picos, carretillas. El mínimo será de acuerdo al método de compactación siendo estos: pisón, compactador tipo saltarín o vibro compactador, debidamente aprobado por la supervisión.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Inicialmente se procederá a evaluar el material extraído de las excavaciones, seleccionando los materiales que cumplan con características mínimas del material para relleno.

En lo posible, todo el material proveniente de excavaciones deberá utilizarse para rellenos o terraplenes. El material sobrante deberá ser trasladado a un lugar autorizado por la supervisión, ninguna porción de material excavado podrá depositarse en algún lugar que pueda poner en peligro la obra.

Previo al inicio de relleno sobre estructuras de hormigón, se deberá verificar que esta estructura cumpla con la resistencia mínima para soportar el relleno y la vibración emanada por el equipo de compactación.

Todo el material aprobado para relleno se procesará adicionándole agua de manera que cumpla con su humedad óptima, para que seguidamente se coloque en la fosa o zanja excavada.

Este trabajo debe efectuarse por capas de 25 cm, las cuales deben ser debidamente compactadas con pisón, compactador saltarín o vibro compactadores que permitan obtener una densidad del 95% del ensayo T-99.

Se deberán tomar especiales precauciones para evitar cualquier efecto de cuña contra las estructuras, y todos los taludes a unir existentes en la zona, que deberán ser rellenos, se realizarán en forma escalonada o dentada, para evitar una acción de los mismos con efectos de cuña.

La colocación de terraplenes y el escalonado de los taludes deberá continuar de manera tal, que en todo momento exista una capa horizontal de material bien compactado, en una longitud por lo menos igual a la altura de los muros a rellenas; excepto los casos en que estos lugares estuviesen ocupados por el material original no afectada por los trabajos de la obra.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La medición será el número de metros cúbicos medidos en posición final, determinado de las secciones transversales netas o dimensiones de las fosas menos el volumen ocupado por las estructuras o materiales bajo nivel final de relleno, que figuran en los planos, sin tomar en cuenta esponjamiento y excedentes no autorizados, para ello se debe tener el levantamiento de las secciones antes de iniciar el

movimiento de tierras y de acuerdo al nivel de piso definido, se obtiene la sección neta a pagar en el relleno y compactado para la nivelación

La cancelación se realizará de forma parcial de acuerdo al avance y ejecución del periodo por ser certificado y será el producto entre el volumen medido con el precio unitario aprobado.

ITEM 4: BASE DE HORMIGON POBRE

UNIDAD: m³

DEFINICION

Este ítem se refiere al vaciado de una capa de hormigón pobre con dosificación 1: 3: 5, y una altura de 5cm. que servirá de cama o asiento para la construcción de diferentes estructuras o para otros fines, de acuerdo a la altura y sectores singularizados en los planos de detalle, formulario de presentación de propuestas y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El cemento IP-30, la arena corriente y grava común deberán cumplir con los requisitos de calidad exigidos para los hormigones.

El hormigón pobre se preparará con un contenido mínimo de cemento de 150 kilogramos por metro cúbico de hormigón.

El agua deberá ser razonablemente limpia, y libre de aceites, sales, ácidos o cualquier otra sustancia perjudicial. No se permitirá el empleo de aguas estancadas provenientes de pequeñas lagunas o aquellas que provengan de pantanos o desagües.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCION

Una vez limpia el área respectiva, se efectuará el vaciado del hormigón pobre en el espesor o altura señalada en los planos.

El hormigón se deberá compactar (chuceado) con barretas o varillas de fierro.

Efectuada la compactación se procederá a realizar el enrasado y nivelado mediante una regla de madera, dejando una superficie lisa y uniforme.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Este ítem será medido de acuerdo a la unidad de medición del ítem: M3, ejecutada y debidamente Aprobada por el Supervisor de Obra en el Libro de Órdenes y en conformidad a las Especificaciones Técnicas.

Este ítem será pagado por la unidad de medición del ítem: m³, por la correcta y adecuada ejecución según las Especificaciones Técnicas, de acuerdo y en conformidad a los precios unitarios que incluyen todos los materiales, herramientas, mano de obra y actividades necesarias para la ejecución de este trabajo, y una vez que el Supervisor haya Aprobado el Certificado de Avance de Obra del periodo que corresponda según Cronograma de Actividades.

ITEM 5: HORMIGÓN ARMADO ZAPATAS

ITEM 6: HORMIGÓN ARMADO COLUMNAS

ITEM 7: HORMIGÓN ARMADO VIGAS DE ARRIOSTRE

UNIDAD: m³

DEFINICION

Este ítem comprende desde la preparación y armado de encofrados de acuerdo a la volumetría del elemento, colocado de acero de refuerzo, también se considera el amasado o mezclado ya sea en obra o en una planta de hormigón, también se considera el transporte, colocación, vibrado del hormigón en sitio, adicionalmente se considera la protección y curado del hormigón y por último se contempla los

respectivos ensayos de control de calidad. Los dos elementos estructurales considerados son losas llenas y escaleras de hormigón armado señaladas en los planos y/o instrucciones de la supervisión.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

CEMENTO

El cemento es uno de los materiales de argamasa cementantes, caracterizado por sus propiedades de adherencia y cohesión, que permite unir fragmentos minerales entre sí, formando una masa sólida, continua, de resistencia y durabilidad adecuadas.

Para fabricar hormigón estructural se empleará únicamente los cementos hidráulicos (Portland)

Los tipos de cemento Portland son:

- Tipo I: Conocido como cemento Portland ordinario, que es el de mayor utilización en el mercado. Se lo utiliza en hormigones normales que no estarán expuestos a sulfatos en el ambiente, en el suelo o en el agua del subsuelo.
- Tipo II: Cementos con propiedades modificadas para cumplir propósitos especiales, como cementos antibacteriales que pueden usarse en piscinas; cementos hidrófobos que se deterioran muy poco en

contacto con sustancias agresivas líquidas; cementos de albañilería que se los emplea en la colocación de mampostería; cementos impermeabilizantes que se los utiliza en elementos estructurales en que se desea evitar las filtraciones de agua u otros fluidos, etc.

- Tipo III: Cementos de fraguado rápido, que suelen utilizarse en obras de hormigón que están en contacto con flujos de agua durante su construcción o en obras que pueden inestabilizarse rápidamente durante la construcción.
- Tipo IV: Cementos de fraguado lento, que producen poco calor de hidratación. Se los emplea en obras que contienen grandes volúmenes continuos de hormigón como las presas, permitiendo controlar el calor emitido durante el proceso de fraguado.
- Tipo V: Cementos resistentes a los sulfatos que pueden estar presentes en los agregados del hormigón o en el propio medio ambiente. La presencia de sulfatos junto con otros tipos de cementos provoca la desintegración progresiva del hormigón y la destrucción de la estructura interna del material compuesto.

Cementos Portland con adición de puzolanas

Los cementos con adición de puzolanas (roca vulcanizada en polvo) presentan particularidades distintas con respecto al cemento Portland tradicional, se recomienda para diferentes aplicaciones. El bajo calor de hidratación de estos cementos implica menor utilización de agua para curado.

Sus hormigones presentan una excelente resistencia al ataque químico por aguas con acidez mineral, sin embargo, si se desea una mayor protección de las armaduras contra la corrosión metálica deberá emplearse preferentemente cemento Portland.

Si bien sus resistencias a la compresión temprana suelen presentarse ligeramente inferiores al cemento Portland puro, después de los 90 días esta diferencia se anula o minimiza a causa de que los silicatos activados de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio que resulta un subproducto de la hidratación de uno de los componentes del clinker (alita) y de la cal libre presente. Dentro de este tipo de cementos se produce en el mercado nacional los siguientes:

IP-30, donde I: Hace referencia al Tipo I de cemento; P: Referente a la adición de Puzolana; 30 Resistencia a compresión a los 28 días.

IP-30: Se utilizará en todos los casos en que las obras no requieran altas resistencias iniciales como por ejemplo: muros de contención, mampostería, canales de drenaje, pisos, revoques, cámaras de alcantarillas, muros de ladrillos (cerramientos), desagües industriales, alcantarillados, plantas de aguas

servidas, piletas para tratamiento de aguas, plantas de industrias químicas (especialmente para procesos fermentativos), se podrá utilizar también en elementos estructurales como zapatas, columnas, vigas, losas, muros mediante la aprobación de SUPERVISION debidamente justificada, hormigón masivo. Para este tipo de cementos se tiene que según la NB – 001 el cemento debe cumplir las siguientes características:

PARAMETRO	UNIDAD	NB-001
P.P.I.	%	<7.00
SiO ₂	%	-
Al ₂ O ₃	%	-
Fe ₂ O ₃	%	-
CaO	%	-
MgO	%	<=6.00

PARAMETRO	UNIDAD	NB-001
SO ₃	%	<=4.00
RI	%	-
Inicio de Fraguado	hr	>0.75
Final de Fraguado	hr.	<10.00
Blaine	cm ² /gr	<2600
Residuo Tamiz N°.200	%	-
Expansión	%	<=1.00
Resistencia 3 Días	Kg/cm ²	-
Resistencia 7 Días	Kg/cm ²	>=170
Resistencia 28 Días	Kg/cm ²	>=300

- [1] Se debe emplear cemento de fabricación nacional, cuyas características satisfagan las especificaciones para cemento Pórtland Tipo I (ASTM C -150) y que cumplan las exigencias de las NORMAS BOLIVIANAS (N.B. 2.1 - 001 hasta N.B. 2.1 - 014).
- [2] El cemento a ser empleado debe cumplir con las propiedades exigidas por la Norma Boliviana, pudiendo ser exigida su comprobación experimental con referencia a las siguientes propiedades:
 - Resistencias mecánicas ampliamente superiores a las exigencias requeridas por la Norma Boliviana.
 - Estabilidad de volumen.
 - Regularidad en tiempos de fraguado y finura.
 - Aumento en la impermeabilidad.
 - Mayor trabajabilidad y plasticidad en morteros y hormigones
- [3] En obra se debe utilizar un solo tipo de cemento, excepto cuando se justifique la necesidad del empleo de otros tipos de cemento, debiendo cumplir con las características de calidad de la Norma Boliviana y requerimientos de la obra.
- [4] El cemento debe suministrarse en el lugar de la obra, en sus envases originales herméticamente cerrados y con la marca de fábrica; las bolsas de cemento deben ser almacenados en condiciones que lo mantengan fuera de la intemperie y la humedad, guardándose en un lugar seco, abrigado, cerrado y protegido de los agentes atmosféricos.

- [5] El cemento almacenado para evitar su compactación no conviene estibar en pilas de más de 10 bolsas de altura, debiendo ser colocados sobre un piso provisional de madera colocado al menos 10 cm por encima del terreno natural, separado de las paredes y protegido de las corrientes de aire húmedo.
- [6] En caso de disponerse de varios tipos de cemento, estos deberán almacenarse por separado.
- [7] Todo envase que contenga terrones y que por cualquier motivo haya fraguado parcialmente, será rechazado siendo inmediatamente retirado de la obra; no será permitido el uso de cemento recuperado de bolsas rechazadas.
- [8] El cemento deberá ser utilizado dentro los 60 días de su fabricación que debe ser verificado para su utilización en obra.
- [9] Si el cemento a utilizar fuera de calidad dudosa, se debe sacar muestras para su ensayo en laboratorios reconocidos en el país; en caso de que el resultado no fuera satisfactorio se retirará inmediatamente de los depósitos todo el cemento en mal estado.
- [10] Este material para su uso debe contar con la certificación de buena calidad del fabricante

AGREGADOS

Los áridos naturales se clasifican en finos y gruesos. Los áridos gruesos presentan mejores propiedades de adherencia con la pasta de cemento cuando son triturados, lo que les dota de aristas (los áridos con superficie redondeada tienen menor adherencia).

Los áridos para morteros y hormigones, deben cumplir en todo con las Normas Bolivianas N.B. 596-91, N.B. 597- 91, N.B. 598-91, N.B. 608-91, N.B. 609-91, N.B. 610-91, N.B. 611-91, N.B. 612-91 las cuales han sido determinadas por el IBNORCA.

AGREGADOS FINOS

- [1] La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales, que permitan garantizar la resistencia adecuada y la durabilidad del hormigón.
- [2] Los agregados se dividirán en dos grupos:
 - Arena de 0.02 mm a 7 mm
 - Grava de 7.00 mm a 30 mm
- [3] El agregado fino para el hormigón debe ser arena natural de partículas duras, resistentes; no debe contener sustancias extrañas y perjudiciales tales como escorias, arcillas, material orgánico u otro más allá de los siguientes porcentajes:

Substancias Nocivas	% en peso máximo permisible	Método de Ensayo
Terrones de Arcilla	1	AASHO T-112
Carbón y Lignito	1	AASHO T-113
Material que pasa al tamiz N° 200	5	AASHO T -11
Otras sustancias nocivas mica, álcalis, pizarra, partículas blandas y escamosas	1	

- [4] El agregado fino sometido al ensayo de durabilidad con una solución de sulfato de sodio por el método AASHO T-104, después de cinco ciclos de ensayo, no sufrirá una pérdida de peso superior al 10 %.
- [5] Todo el agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas.

- [6] Todos los volúmenes de agregados finos y gruesos deben ser lavados con chorro de agua limpia hasta eliminar la tierra y la arcilla que ocasionarían importante disminución de impermeabilidad y resistencia física de hormigones y concretos.
- [7] Los agregados finos sometidos al ensayo calorimétrico según el método de ensayo AASHO T-21 serán rechazados si producen un color más oscuro que el Standard.
- [8] La granulometría del agregado fino en el momento de emplearse, deberá ser tal que sometiéndolo al ensayo de tamizado según el método AASHO T-27 su curva representativa esté comprendida entre las siguientes curvas límites:

Designación de tamiz	% de Peso que pasa
1/4"	100
Nº 4	95 – 100
Nº 16	45 - 70
Nº 50	15 – 30
Nº 100	3 – 8
Nº 200	0 - 5

- [9] El agregado fino que no contenga las cantidades mínimas del material que pasa por los tamices Nº50 y/o Nº100, podrá ser utilizado siempre y cuando se añada un material fino inorgánico (filler) para corregir las deficiencias de la granulometría. La granulometría del material procedente de los yacimientos debe ser razonablemente uniforme y no sufrir variaciones que oscilen entre los límites extremos fijados en la tabla mostrada anteriormente. Con el objetivo de determinar el grado de uniformidad, se debe realizar la determinación del módulo de fineza sobre muestras representativas de los yacimientos de agregado fino a emplear.
- [10] El agregado fino de cualquier origen con una variación en el módulo de fineza para su aceptación debe corregir su granulometría o bien variando su dosificación en la mezcla. El módulo de fineza del agregado fino debe ser determinado sumando los porcentajes en peso retenidos por los tamices Nº4,8,16,30,50,100, 200, dicha suma será dividida entre 100.
- [11] Para realizar una verificación in situ de la calidad del agregado fino se puede emplear el siguiente procedimiento:

En una jarra de un litro, se vierte la muestra representativa de arena hasta una altura de aproximadamente 5cm, luego se agrega agua hasta las $\frac{3}{4}$ partes de la altura de la jarra. Se agita por un minuto y se deja reposar por media hora. Transcurrido el tiempo de reposo si existe más de 3mm de sedimento sobre la arena después de la sedimentación, dicha arena es rechazada, no permitiéndose su uso en ningún tipo de construcción.

La jarra en la que se realice la prueba, deberá tener aproximadamente una relación de 1:2 del diámetro de la base, a la altura en que se marque un litro, debiendo ser de vidrio y aproximadamente de forma cilíndrica.

Se debe rechazar de forma absoluta las arenas de naturaleza granítica alterada (caolinización de los feldespatos).

AGREGADOS GRUESOS.

La grava es un material extraído de los ríos en grandes cantidades y que tiene sus mayores aplicaciones en la construcción.

- [1] El agregado grueso consistirá de grava natural o artificial de partículas duras resistentes, sin película adherida alguna, o también se puede utilizar piedra chancada convenientemente en caso de ser necesario.
- [2] El agregado grueso no debe contener sustancias nocivas en cantidades mayores a las siguientes:

Substancias Nocivas	% en peso máximo permisible	Método de Ensayo
Fragmentos blandos	5	
Carbón lignito	1	AASHO T- 117
Terrones de Arcilla	0,25	AASHO T- 112
Material que pasa el tamiz N°.200	1	AASHO T- 11
Piezas delgadas o alargadas (longitud mayor 5 veces al grueso medio)	15	

- [3] El total de terrones de arcilla, pizarra, carbón y lignito, partículas blandas, material que pasa el tamiz N° 200 y otras sustancias nocivas, en ningún caso debe exceder el 5%.
- [4] El agregado grueso tendrá un porcentaje de desgaste. Los ángulos no mayores del 40% a 500 revoluciones, según se determine empleando el método AASHO T-96.
- [5] Cuando el agregado grueso sea sometido al ensayo de durabilidad con una solución de sulfato de sodio, por el método AASHO T-104, después de los 5 ciclos de ensayo, no deberá acusar una pérdida de peso superior al 15 %.
- [6] El agregado grueso deberá ser bien graduado entre los límites especificados:

Designación de tamiz	% que pasa
1"	100
3/4"	90 - 100
1/2"	50 - 75
3/8"	20 - 55
N° 4	0 - 10

- [7] En caso de Hormigón Armado, el tamaño máximo del agregado no debe exceder a:
 - $\frac{3}{4}$ de la separación mínima entre barras
 - $\frac{1}{5}$ de la menor distancia entre los lados del encofrado de los elementos estructurales para los que se empleará el concreto
 - $\frac{1}{3}$ del espesor de las losas (para el caso del vaciado de losas)
- [8] No debe contener piezas alargadas ni delgadas, debiendo descartarse las que sean de una longitud mayor que cinco veces su espesor medio, si estas sobrepasan en peso al 15 %.
- [9] En general, el tamaño máximo de la grava no debe exceder de 1".
- [10] La grava debe estar limpia, libre de todo material pétreo descompuesto, sulfuros, yeso o compuestos ferrosos, que provengan de rocas blandas, friables o porosas.
- [11] La grava de origen machacado, no debe contener polvo proveniente de su trititación ni de otro origen.

- [12] La grava proveniente de ríos no debe contener arcilla ni tierra orgánica. Los granos de la grava deben tener caras limpias, ásperas de corte vivo no pulimentado y liso.

ACERO CORRUGADO

El acero corrugado debe tener la sección y tipo que se establecen en los planos, en general para las barras de acero corrugado, se deberá tener en cuenta las siguientes características:

- [1] Las barras de acero no deben tener oxidación exagerada, será exento de grasas, aceites, asfaltos, material plástico, látex o cualquier película junto al acero.
- [2] Las barras no deben presentar defectos superficiales, grietas ni sopladuras. Las barras con irregularidades, rajaduras, torceduras, cambio de sección serán desechadas
- [3] Se debe almacenar clasificado por tipo, diámetro bajo cubierta y sobre plataformas que estén separadas del suelo.
- [4] Este material a utilizarse en las estructuras, debe satisfacer los requisitos de las especificaciones proporcionadas por la Norma Boliviana con límite de fluencia mínima de 4200 [kg/cm²].
- [5] En la prueba de doblado en frío no deben aparecer grietas, dicha prueba consiste en doblar las barras con diámetro de $\frac{3}{4}$ " o inferior en frío a 180° sobre una barra con diámetro 3 ó 4 veces mayor al de la prueba, si es lisa o corrugada respectivamente. Para barras con diámetro mayor a $\frac{3}{4}$ " el ángulo de doblado será de 90°.
- [6] La sección equivalente no será inferior al 95% de la sección nominal, en diámetros no mayores de 25mm; ni al 96% en diámetros superiores.
- [7] Se considerará como límite elástico del acero, el valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0.2%.
- [8] Las características mecánicas del acero a utilizarse deben estar respaldadas por certificaciones de laboratorios certificados en el país.
- [9] Las barras corrugadas son las que presentan en el ensayo de adherencia por flexión una tensión media de adherencia σ_{bm} y una tensión de rotura de adherencia σ_{bu} , que cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

Diámetros	Tensión [MPa]
Diámetros inferiores a 8mm	$\sigma_{bm} \geq 7$
	$\sigma_{bu} \geq 11.5$
Diámetros de 8 a 32 mm, ambos inclusive	$\sigma_{bm} \geq 8$
	$\sigma_{bu} \geq 13$
Diámetros superiores a 32mm	$\sigma_{bm} \geq 4$
	$\sigma_{bu} \geq 7$

- [10] Las características de adherencia serán objeto de homologación mediante ensayos realizados en laboratorio oficial. En el certificado de homologación se consignarán obligatoriamente los límites de variación de las características geométricas de los resaltos. Estas características deben ser verificadas en el control de obra, después de que las barras hayan sufrido las operaciones de enderezado, si las hubiere. Sus características mecánicas mínimas garantizadas, llevarán grabadas las marcas de identificación relativas a su tipo y fábrica de procedencia., estas podrán ser:

Designación	Clase de acero	Límite elástico < MPa	Carga unitaria de rotura < Mpa	Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diám. <
AH 400.N	D.N.	400	520	16
AH 400 F	E.F.	400	440	12
AH 500 N	D.N.	500	600	14
AH 500 F	E.F.	500	550	10
AH 600 N	D.N.	600	700	12
AH 600 F	E.F.	600	660	8

AH = Acero para hormigón. D.N. = Dureza natural. E.F. = Estirado en frío.

- [11] Este material para su uso debe ser certificado por alguna entidad correspondiente del fabricante, que verifique la calidad exigida de acuerdo a la normativa vigente en la medida en que se introduzca en el país la obligatoriedad de la certificación de calidad.

Se verificará que se respeten los recubrimientos mínimos establecidos por las normas, y se dispondrá de “galletas” de mortero para garantizar el recubrimiento, estos elementos deben fabricarse con la misma resistencia del hormigón a colocar

MADERA

La madera a emplearse tendrá las escuadrías indicadas en los planos, de espesor uniforme, sin defectos tales como ojos, nudos, huecos, torceduras, rajaduras, descomposición ni deformaciones. Se descarta toda madera que haya sufrido contacto con los parásitos y termitas.

La madera para encofrado podrá ser del tipo denominado “blanca” y para superficies que deben quedar expuestas, será previamente cepillada.

- [1] La madera a utilizarse debe ser de buena calidad, completamente seca y plana, sin rajaduras o deformaciones.
- [2] La protección a la madera debe ser permanente en barracas o ambientes bajo techo.
- [3] Las maderas a ser utilizadas para las distintas obras deben reunir las características señaladas en el proyecto, para el caso de soportes estructurales se empleará únicamente maderas duras o intermedias, no se utilizarán en la construcción las maderas blandas.
- [4] Resistencia de la madera, expresada en sus fatigas de trabajo, se menciona como valores referenciales los indicados en la tabla siguiente:

FATIGAS DE TRABAJO [Kg/cm ²]		
Clase de trabajo	Maderas duras	Maderas intermedias
Compresión paralela a las fibras	110	85
Flexión	150	85
Tracción paralela a las fibras	140	95
Compresión perpendicular a las fibras	50	25
Esfuerzo cortante	12	8

- [5] Asimismo, debe evitarse los defectos locales, que son fallas interiores, que se observan en grietas radiales y longitudinales y los nudos.
- [6] Para obras de carpintería tales como: puertas, ventanas, marcos, escaleras etc. se debe emplear la calidad de maderas que se especifican en la planilla de presupuesto y que de acuerdo a la fiscalización la SUPERVISION garanticen su duración ante la utilización y los agentes exteriores.

Entre las herramientas necesarias para la ejecución de este ítem son martillos, pata de cabra, nivel de mano, palas, carretillas, baldes, cuchara de albañil. Entre el equipo mínimo necesario es de volqueta para transporte y acopio de material, mezcladora o mixer para la preparación, vibradora.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

El procedimiento cronológico de este ítem es el armado de encofrados, colocado de acero de refuerzo, acopio de materiales, preparado de la mezcla, transporte, colocado y por último el curado.

Previo a las anteriores acciones se contará con los planos revisados y aprobados por la supervisión, así también se realizará la dosificación de hormigones de acuerdo a las características de los materiales cumpliendo la normativa nacional, pudiéndose adoptar la norma ACI, mismos que serán aprobados por la supervisión.

ARMADO DE ENCOFRADOS

- [1] De acuerdo al elemento estructural se armará el encofrado tomando en cuenta las dimensiones de este colocando tablas en las caras planas dejando el espacio necesario para introducir la mezcla de hormigón.
- [2] Se procederá con el refuerzo colocando costillares de listones equidistantes de acuerdo a la resistencia de las tablas para soportar los empujes laterales del hormigón, recomendándose que los costillares formen escuadras en las paredes verticales, así también se colocaran listones espaciadores como refuerzo de los empujes interiores del hormigón.
- [3] En refuerzo de los costillares se apuntalarán con puntales transmisores de los empujes a la superficie de apoyo siendo el terreno natural, estos apuntalamientos estarán acunados con bloques macizos a la superficie de apoyo.
- [4] Todo el armado estará unido mediante clavos y alambre de amarre de acuerdo a necesidad.
- [5] Se podrá remplazar el encofrado de madera mediante encofrados metálicos prefabricados siempre y cuando cumplan las necesidades del elemento estructural a ser hormigonado.
- [6] A todo el material de encofrado que este en contacto con el hormigón se procederá al pintado con un material que evite la adherencia fuerte entre el encofrado y hormigón.
- [7] Todos los encofrados deben de ser aprobados por la SUPERVISION, considerando que estos cumplan con las alineaciones de verticalidad y proyección horizontal.

Los encofrados se retirarán progresivamente, sin golpes, sacudidas ni vibraciones.

- [8] Durante el período de construcción, sobre las estructuras no apuntaladas, queda prohibido aplicar cargas, acumular materiales o maquinarias en cantidades que pongan en peligro su estabilidad.
- [9] Los plazos mínimos para el desencofrado serán los siguientes:

Encofrados laterales de vigas y muros:	2 a 3 días
Encofrados de columnas:	3 a 7 días
Encofrados debajo de losas, dejando puntales de seguridad:	7 a 14 días
Fondos de vigas, dejando puntales de seguridad:	14 días
Retiro de puntales de seguridad:	21 días

COLOCADO ACERO DE REFUERZO

El armado del acero de refuerzo se podrá realizar dentro de los encofrados como así también se podrán armar fuera de los encofrados para que posteriormente se coloque dentro de los encofrados.

Se respetará estrictamente la disposición de acuerdo a planos estructurales, realizando el cortado y doblado de acuerdo a la normativa enunciada anteriormente, respetando los empalmes de acuerdo a las longitudes de adherencia.

El amarrado del acero de refuerzo será con alambre de amarre siendo este simple o doble para que se coloque en posición estando rígido que resista el vertimiento del hormigón.

ACOPIO DE MATERIALES

El acopio de materiales deberá estar en camellones colocados dentro de la obra o en caso de adoptarse la opción de una planta de hormigón estará en estos ambientes.

- [1] El acopio será diferenciado de acuerdo al tipo de agregado y estarán a una distancia cercana al elemento a ser hormigonado.
- [2] El acopio de material deberá ser sobre superficies compactas y en caso de no contar con esta se deberá proveer una pérdida del material que se contamine con la superficie suelta.
- [3] El material en obra deberá de estar limpio de impurezas cumpliendo con la especificación del material.
- [4] Se acopiará en cantidades necesarias de acuerdo al volumen de hormigón a emplear.
- [5] El acopio de cemento se colocará sobre paletas de madera o un contrapiso de ladrillo, estos estarán apilados en filas y columnas no mayores a 10 niveles.
- [6] El agua será acopiada en recipientes metálicos o plásticos, comúnmente de acuerdo al contexto regional se utilizarán turriles, debiendo estar limpios de materiales y agentes peligrosos que afecten la dosificación.

PREPARADO DE LA MEZCLA

El proceso de mezclado podrá ser de dos tipos de metodologías siendo una preparación en sitio y otra preparación en una planta de hormigón.

- [1] La mezcla será preparada de acuerdo al documento de dosificación de hormigones, cumpliendo estrictamente las recomendaciones.
- [2] La dosificación podrá ser de forma volumétrica con el empleo de cajones camillas, cumpliendo las dimensiones especificadas en la dosificación, o por peso con el empleo de una balanza y carretillas taradas de igual forma cumpliendo las especificaciones de la dosificación.
- [3] Previo a la utilización del agregado grueso se procederá al humedecimiento de este material en acopio.
- [4] Se verificará el estado de las mezcladoras así también se verificará que estas no contengan restos de hormigón endurecido en su interior.
- [5] El cargado de los materiales estará de acuerdo al siguiente orden: se cargará agua en un 75% de manera que termine cargándose un 25% al final, posteriormente se cargará con un 10% de agregados y finalmente de forma paralela se cargará el cemento y el resto de los agregados y para este efecto los agregados y cemento se deben añadir de la manera más uniforme posible.
- [6] Se debe de respetar la capacidad de la mezcladora, no aceptándose el sobrecargo de material a esta.
- [7] El tiempo de mezclado estará en función de la capacidad de la mezcladora pudiendo respetar la siguiente tabla recomendada por la ACI:

<i>CAPACIDAD DE MA MEZCLADORA EN m3</i>	<i>TIEMPO DE MEZCLADO EN min</i>
0.8	1
1.5	1.25
2.3	1.5
3.1	1.75
3.8	2
4.6	2.25
7.6	3.25

- [8] La revolución de la mezcladora difiere de acuerdo al fabricante, se debe de cumplir con una velocidad de agitación entre 4 y 16 RPM.
- [9] Al finalizar el hormigonado programado se realizará la limpieza y lavado de las mezcladoras, con el fin de evitar contratiempos en el posterior hormigonado.
- [10] Se realizará el control de calidad con la extracción de probetas de acuerdo a los volúmenes preparados, siendo un mínimo de un par de probetas de la misma toma de muestra.

TRANSPORTE

El transporte estará de acuerdo a la metodología de mezclado adoptado y se puede transportar por diferentes tipos desde el sitio de mezclado hasta el sitio de colocación.

Se podrá transportar con el uso de carretillas, utilizándose a distancias no mayores de 60 y 20 metros respectivamente, es importante que las vías de este transporte estén libres, lisas y libres de irregularidades que puedan disgregar el hormigón, recomendándose que las llantas sean de caucho para amortizar los movimientos durante el transporte.

Se podrá transportar mediante camión mezclador (Mixer) y el tiempo de entrega por transporte en esta forma es generalmente de 30 a 45 minutos, considerando excepciones las cuales deben estar bien justificadas tomando un control de calidad minucioso aprobadas por la SUPERVISION.

Se podrá transportar mediante bombas especiales que cumplan con las necesidades, siendo este caso para la elevación del hormigón a alturas mayores a la de la rasante.

COLOCACION

Salvo el caso que se disponga de una protección adecuada y la autorización necesaria para proceder en sentido contrario, no se colocará hormigón mientras llueva.

El espesor máximo de la capa de hormigón no deberá exceder de 50 cm para elementos reforzados y 60cm para elementos en masa en cualquier caso el espesor debe ser adecuado para permitir la unión de las capas mediante vibración apropiada.

La velocidad de colocación será la necesaria para que el hormigón en todo momento se mantenga plástico y ocupe rápidamente los espacios comprendidos entre las armaduras.

No se permitirá verter libremente el hormigón desde alturas mayores a 1.50 metros. En caso de alturas mayores, se deberá utilizar embudos y conductos cilíndricos verticales que eviten la segregación del hormigón. Se exceptúan de esta regla las columnas. Durante la colocación y compactación del hormigón se deberá evitar el desplazamiento de las armaduras. En losas, la colocación se hará por franjas de ancho tal que, al colocar el hormigón de la faja siguiente, en la faja anterior no se haya iniciado el fraguado.

Las vibradoras serán del tipo de inmersión de alta frecuencia y deberán ser manejadas por obreros especializados. Las vibradoras se introducirán lentamente y en posición vertical o ligeramente inclinada. El tiempo de vibración dependerá del tipo de hormigón y de la potencia del vibrador.

CURADO

Tan pronto el hormigón haya sido colocado se lo protegerá de efectos perjudiciales. El tiempo de curado será durante siete días consecutivos, a partir del momento en que se inició el endurecimiento. El curado se realizará por humedecimiento con agua, mediante riego aplicado directamente sobre las superficies o sobre arpilleras.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La medición se realizará en volumen expresado en metros cúbicos, y se procederá con la medición del largo, ancho y alto de acuerdo a la geometría del elemento estructural, pudiéndose fragmentar en figuras conocidas para su cálculo.

La forma de pago será afectando la cantidad por el precio unitario acordado.

ITEM 8: ANCLAJES TIPO 1

ITEM 9: ANCLAJES TIPO 2

UNIDAD: Pza.

Definición

Este ítem se refiere a la provisión, instalación y fijación de anclajes metálicos necesarios para la sujeción de los pórticos de celosía a las columnas de hormigón armado, de acuerdo a las medidas indicadas en los planos de construcción, detalles respectivos y/o instrucciones del supervisor de obra

MATERIALES

Los materiales a emplearse en la actividad, deben ser de las características técnicas, señaladas en los planos.

- Perno J de $D=3/4''$, longitud de 1 m. (Pieza entera NO soldada).
- Plancha de $e=6$ mm.
- Angulares de $3'' \times 1/4''$.
- Electrodo E6013.
- Tuercas $3/4''$ + arandelas de alta resistencia.
- Pintura anticorrosiva.

Como condición general los perfiles, pernos, planchas o elementos de acero deberán ser de gramo fino y homogéneo, no deberán presentar en la superficie o en el interior de su masa grietas u otra clase de defectos.

Los pernos jota serán realizadas en fierro corrugado $D=3/4''$ punta torneada rosca, no se aceptará soldadura de perno.

La soldadura a utilizarse será de tipo A.W.S. ASTM E6013 adecuado a los elementos a soldar y señalados en los planos.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Los elementos de anclaje deberán ser fabricados con materiales de alta dureza, el empleo de las mismas será de acuerdo a lo indicado en los planos de detalle y los resultados producto de los cálculos estructurales.

Todos los elementos de anclaje deberán tener la respectiva aprobación del Supervisor de Obra, para el mismo el Contratista deberá realizar el ensayo a tracción del material a utilizarse como jotas de anclaje. Los aceros de perfiles simples y estructurales planchas, barras y otros a emplearse, deberán cumplir con las características técnicas señaladas en los planos, especialmente en cuanto al tipo de secciones,

dimensiones, resistencias y otros. Como condición general, los perfiles o elementos de acero deberán ser de grano fino y homogéneo; no deberán presentar en la superficie o en el interior de su masa grietas u otra clase de defectos. Los agujeros para los pernos serán hechos con taladro y de la dimensión requerida, quedando prohibido el punzonamiento y el uso de arco con electrodo. Los agujeros de las piezas se preverán de tal manera que coincidan exactamente durante el montaje, ya que no se permitirá remodelar los agujeros defectuosos.

Las jotas de anclaje deberán colocarse en el interior del canastillo de los estribos o núcleo de la columna de H^oA^o sujeción. Los pernos de anclaje y las tuercas se sujetarán a las normas DIN o AISC y se suministrarán con inclusión de arandelas planas y de presión tipo Grover. Además, la longitud del perno fuera de la columna de hormigón debe ser uniforme.

Las tuercas no deben tener juego y en el caso de que la cabeza del perno o de la tuerca, correspondan a planos inclinados, deberán suministrarse con arandelas suplementarias de caras no paralelas que aseguren la perfecta sujeción. El Contratista deberá estudiar minuciosamente los planos para organizar las operaciones constructivas, como para asegurar la estabilidad del conjunto.

Al efecto se recuerda que el Contratista es el absoluto responsable de la estabilidad de estas estructuras; cualquier modificación que crea conveniente realizar deberá ser aprobada y autorizada por el Supervisor de Obra y presentada con días de anticipación, a su ejecución.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Los diferentes tipos de anclajes metálicos, se medirán por **PIEZA (PZA)** ejecutada, de acuerdo a los materiales indicados en cada tipo de anclaje.

El pago por el trabajo ejecutado será hecho en base a los precios unitarios de la propuesta aceptada para este ítem.

ITEM 10 PORTICO ESTRUCTURA METALICA

UNIDAD: Pza.

DEFINICIÓN

Este ítem se refiere a la provisión y puesta en obra de la estructura metálica (columnas y cerchas – pórtico metálico) conformado por perfiles estructurales tipo costanera, canal según diseño especificado en planos y en las cantidades adjuntas al presente pliego de condiciones o especificaciones impartidas por el Supervisor de obras.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Acero Estructural tipo A36, según ASTM

Los aceros serán perfectamente homogéneos, exentos de sopladuras e impurezas con superficies limpias y sin desperfectos.

Las uniones serán soldadas según diseño, empleando materiales de acuerdo a normas internacionales.

El Contratista deberá recabar información de las normas sobre los materiales a utilizar en las uniones, acompañando los certificados de calidad del material por fabricante.

Si el Supervisor ve por conveniente, el Contratista deberá efectuar a su costo y en laboratorio de reconocido prestigio, ensayos de tracción y plegado que demuestren las características del material empleado.

Se emplearán en la construcción de las estructuras metálicas los siguientes materiales:

El Contratista para la correcta formación geométrica de los PÓRTICOS, de acuerdo a los planos usará la combinación de los siguientes perfiles de calidad certificada.

- Perfil costanera 100x50x15x2mm; 100x50x15x3mm; 150x50x15x3mm
- Electrodo E6013.

- Pintura anticorrosiva.

Además de lo anteriormente mencionado los perfiles estructurales deberán cumplir con las siguientes características técnicas:

- Los aceros de perfiles simples, estructurales semipesados y pesados a emplearse, deberán cumplir con las características técnicas señaladas en los planos, especialmente en cuanto al tipo de secciones, dimensiones, resistencias y otros. Como condición general, los perfiles o elementos de acero deberán ser de grano fino y homogéneo; no deberán presentar en la superficie o en el interior de su masa grietas u otra clase de defectos.
- La soldadura a utilizarse será del tipo y calibre adecuado a los elementos a soldarse y señalados en los planos.

El equipo

- Equipo de soldadura
- Generador de energía eléctrica

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

A partir de las columnas de hormigón armado, se emplazarán los pórticos de estructura metálica según los planos de detalle o indicaciones del Supervisor de Obra.

El Contratista deberá estudiar minuciosamente los planos y otras relativas al pórtico, tanto para racionalizar las operaciones constructivas como para asegurar la estabilidad del conjunto, antes de la compra de los perfiles, está en la obligación de presentar el certificado de calidad de los perfiles estructurales para la aprobación del Supervisor de obra.

A efecto, se recuerda que el Contratista es el absoluto responsable de la estabilidad de estas estructuras. Cualquier modificación que crea conveniente realizar, deberá ser aprobada y autorizada por el Supervisor de Obra y presentada con 15 días o más de anticipación a su ejecución.

El Contratista informará con la debida anticipación al Supervisor, las fechas de ejecución de las diferentes partes de la estructura a fin de que éste pueda efectuar las inspecciones en el taller del Contratista o in situ.

Las dimensiones de las piezas que conforman la estructura, serán las que se señalen en los planos aprobados o las que se requieran en cada caso, modificaciones de acuerdo a la ubicación de la estructura. En ningún caso se emplearán piezas que hayan sido re constituidas o que presenten defectos. Los cortes y en caso necesario las perforaciones, se ejecutarán sin alterar las partes adyacentes.

El Contratista para la fabricación de la cercha metálica deberá usar dobladoras u otra herramienta adecuada para la formación del pórtico. Durante la fabricación de las estructuras, se preverán las juntas necesarias para facilitar el transporte de las piezas.

Las soldaduras se harán exclusivamente por medio de arco eléctrico con electrodo protegido. Las tensiones de trabajo y el control de la soldadura se sujetarán a las normas DIN o AISC. Las superficies a soldar, serán cepilladas o aserradas a fin de eliminar vestigios de pintura, óxido u otros materiales. Se dispondrá de medios adecuados para sujetar las piezas a soldar en su posición correcta.

El Supervisor se reserva el derecho de controlar la ejecución de las soldaduras y el Contratista deberá efectuar pruebas de resistencia de las soldaduras, que consistirán en ensayos de costura de ángulos frontales y al tope en chapas colocadas horizontal y verticalmente. La tensión de rotura en costura de ángulos frontales no será inferior a 250 MPa (2.500 Kg/cm²) y para costuras de tope a 370 MPa (3.700 Kg/cm²) para el acero St.36.

Si los resultados de los ensayos no fueran satisfactorios, el Supervisor exigirá el cambio de las soldaduras o determinarán otro método de unión, a costo del Contratista.

Alternativamente, en lugar de ensayos, el Contratista podrá demostrar la calidad de las soldaduras mediante radiografías de las uniones.

El aspecto de las uniones soldadas deberá demostrar la prolijidad del trabajo realizado.

En ningún caso se aceptará que las uniones lleven elementos soldados y remachados o empernados simultáneamente, ya que no se puede garantizar la colaboración simultánea en la absorción del esfuerzo.

Para evitar que perfiles estructurales metálicos se oxiden, el Contratista está obligado a utilizar una o dos manos de antioxidante. El anti óxido a utilizarse deberá ser de buena calidad y recibir la aprobación del Supervisor antes de su utilización. O aplicar inmediatamente una primera mano de pintura anticorrosiva.

MONTAJE

El montaje de las cerchas se hará de acuerdo a las dimensiones, niveles y anclajes de unión, aspectos que como se ha señalado en las condiciones generales, deberán ser oportunamente controlados por el Contratista y aprobadas por el Supervisor. Las operaciones de montaje serán dirigidas por el responsable técnico de obra, con experiencia certificada ante el Representante del Propietario. El montaje se ejecutará bajo la responsabilidad total y ha riesgo del Contratista. Durante las operaciones de montaje, el Contratista deberá disponer los arriostramientos provisorios necesarios para garantizar la estabilidad de la obra y notificar de su existencia a todos los sectores involucrados en la construcción. El Contratista deberá disponer en la obra, los equipos mecánicos necesarios (Camión Grúa o Tecle con capacidad de 4 Tn) para izar las distintas partes de la estructura metálica a su posición final, sin introducir esfuerzos suplementarios. Para el montaje de las cerchas se deberá tener en cuenta el espaciamiento entre las mismas de acuerdo a plano. En el proceso del montado de las cerchas, columnas, se debe tener un control de los niveles horizontales, verticales y el alineamiento correspondiente, el mismo que será aprobado por el Supervisor, en la que no se aceptaran defectos. La seguridad de todo el personal a emplearse en la actividad, queda a la responsabilidad total del Contratista.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Las estructuras metálicas columnas y cerchas, se medirán por **PIEZA (PZA)**, y antes de su pago deberán ser aprobadas por el Supervisor de obra.

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado a los precios unitarios de la propuesta aceptada.

Dichos precios serán compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los mismos.

ITEM 11: COLUMNAS METALICAS PERFIL CAJON

UNIDAD: m

DEFINICIÓN

Este ítem se refiere a la provisión y puesta en obra de las columnas frontales y posteriores, conformados por perfiles estructurales tipo cajon, según diseño especificado en planos y en las cantidades adjuntas al presente pliego de condiciones o especificaciones impartidas por el Supervisor de obras.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Acero Estructural

se utilizará acero estructural tipo A36 según normas ASTM, con las siguientes características:

- Acero al carbón

- Soldable
- Tensión de fluencia: 2531 kgf/cm²
- Módulo de Elasticidad: 2100.000 kgf/cm²
- Coeficiente de Poisson: 0.30
- Fatigas admisibles garantizadas Flexión: 240 Mpa (2400 kg/cm²)

Los aceros serán perfectamente homogéneos, exentos de sopladuras e impurezas con superficies limpias y sin desperfectos.

Las uniones serán soldadas según diseño, empleando materiales de acuerdo a normas internacionales. El Contratista deberá recabar información de las normas sobre los materiales a utilizar en las uniones, acompañando los certificados de calidad del material por fabricante.

Si el Supervisor ve por conveniente, el Contratista deberá efectuar a su costo y en laboratorio de reconocido prestigio, ensayos de tracción y plegado que demuestren las características del material empleado.

Se emplearán en la construcción de las estructuras metálicas los siguientes materiales:

El Contratista para la correcta formación geométrica de los PÓRTICOS, de acuerdo a los planos usará la combinación de los siguientes perfiles de calidad certificada.

- Perfil costanera 100x50x15x2mm
- Electrodo E6013.
- Pintura anticorrosiva.

Además de lo anteriormente mencionado los perfiles estructurales deberán cumplir con las siguientes características técnicas:

- Los aceros de perfiles simples, estructurales semipesados y pesados a emplearse, deberán cumplir con las características técnicas señaladas en los planos, especialmente en cuanto al tipo de secciones, dimensiones, resistencias y otros. Como condición general, los perfiles o elementos de acero deberán ser de grano fino y homogéneo; no deberán presentar en la superficie o en el interior de su masa grietas u otra clase de defectos.
- La soldadura a utilizarse será del tipo y calibre adecuado a los elementos a soldarse y señalados en los planos.

El equipo

- Equipo de soldadura
- Generador de energía eléctrica

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

A partir de las columnas de hormigón armado, se emplazarán las columnas de estructura metálica, sobre bases de apoyo debidamente colocadas y niveladas, según los planos de detalle o indicaciones del Supervisor de Obra.

A efecto, se recuerda que el Contratista es el absoluto responsable de la estabilidad de estas estructuras. Cualquier modificación que crea conveniente realizar, deberá ser aprobada y autorizada por el Supervisor de Obra y presentada con 15 días o más de anticipación a su ejecución.

El Contratista informará con la debida anticipación al Supervisor, las fechas de ejecución de las diferentes partes de la estructura a fin de que éste pueda efectuar las inspecciones en el taller del Contratista o in situ.

Las dimensiones de las piezas que conforman la estructura, serán las que se señalen en los planos aprobados o las que se requieran en cada caso, modificaciones de acuerdo a la ubicación de la estructura. En ningún caso se emplearán piezas que hayan sido re constituidas o que presenten defectos. Los cortes y en caso necesario las perforaciones, se ejecutarán sin alterar las partes adyacentes.

Durante la fabricación de las estructuras, se preverán las juntas necesarias para facilitar el transporte de las piezas.

Las soldaduras se harán exclusivamente por medio de arco eléctrico con electrodo protegido. Las tensiones de trabajo y el control de la soldadura se sujetarán a las normas DIN o AISC. Las superficies a soldar, serán cepilladas o aserradas a fin de eliminar vestigios de pintura, óxido u otros materiales. Se dispondrá de medios adecuados para sujetar las piezas a soldar en su posición correcta.

Para evitar que perfiles estructurales metálicos se oxiden, el Contratista está obligado a utilizar una o dos manos de antioxidante. El anti óxido a utilizarse deberá ser de buena calidad y recibir la aprobación del Supervisor antes de su utilización. O aplicar inmediatamente una primera mano de pintura anticorrosiva.

La pintura anticorrosiva o el antioxidante deben aplicarse en toda la superficie del perfil estructural. Antes de la unión de perfiles, se deberá realizar el pintado correspondiente. Las partes de las estructuras que no sean accesibles después del montaje, se pintarán con dos manos de anticorrosivo.

MONTAJE

El montaje de las columnas se hará de acuerdo a las dimensiones, niveles y anclajes de unión, aspectos que como se ha señalado en las condiciones generales, deberán ser oportunamente controlados por el Contratista y aprobadas por el Supervisor. Las operaciones de montaje serán dirigidas por el responsable técnico de obra, con experiencia certificada ante el Representante del Propietario. El montaje se ejecutará bajo la responsabilidad total y ha riesgo del Contratista. Durante las operaciones de montaje, el Contratista deberá disponer los arriostramientos provisorios necesarios para garantizar la estabilidad de la obra y notificar de su existencia a todos los sectores involucrados en la construcción. El Contratista deberá disponer en la obra, los equipos mecánicos necesarios (Camión Grúa o Tecle con capacidad de 4 Tn) para izar las distintas partes de la estructura metálica a su posición final, sin introducir esfuerzos suplementarios. Para el montaje de las cerchas se deberá tener en cuenta el espaciamiento entre las mismas de acuerdo a plano. En el proceso del montado de las cerchas, columnas, se debe tener un control de los niveles horizontales, verticales y el alineamiento correspondiente, el mismo que será aprobado por el Supervisor, en la que no se aceptaran defectos. La seguridad de todo el personal a emplearse en la actividad, queda a la responsabilidad total del Contratista.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Las estructuras metálicas de columnas, se medirán por metro, y antes de su pago deberán ser aprobadas por el Supervisor de obra.

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado a los precios unitarios de la propuesta aceptada.

Dichos precios serán compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los mismos.

ITEM 12: TENSORES DE D=12 mm (FIERRO LISO)

UNIDAD: m

DEFINICIÓN

Este ítem se refiere a la provisión y colocado de tensores de refuerzo a la Estructura Metálica del tinglado, en los calibres indicados, de acuerdo a los planos de construcción, detalles respectivos y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El material a emplearse deberá cumplir con las características técnicas señaladas en los planos, especialmente en diámetro, resistencia y dimensiones. Como condición general el acero liso deberá ser de gramo fino y homogéneo, no deberán presentar en la superficie o en el interior de su masa grietas u otra clase de defectos.

La soldadura a utilizarse será de tipo A.W.S. ASTM E6013 adecuado a los elementos a soldar y señalados en los planos.

- Fierro liso de 12 mm.
- Angular 25x25x3 mm.
- Electrodo E6013.
- Pintura anticorrosiva.

El Contratista deberá estudiar minuciosamente los planos para organizar las operaciones constructivas, como para asegurar la estabilidad del conjunto.

Al efecto se recuerda que el Contratista es el absoluto responsable de la estabilidad de estas estructuras; cualquier modificación que crea conveniente realizar deberá ser aprobada y autorizada por el Supervisor de Obra y presentada con días de anticipación, a su ejecución.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

El acero liso deberá ser soldado al tensor para su sujeción, como a la estructura metálica, de acuerdo a los planos de detalle y los resultados producto de los cálculos estructurales. Todos los elementos de la actividad deberán ser pintados con pintura anticorrosiva como mínimo dos manos y respectivamente aprobados por el Supervisor de Obra. No se permitirá la unión de aceros lisos con la finalidad de alcanzar la longitud requerida de cercha a cercha. Los tensores serán colocados a una distancia adecuada con la finalidad de asegurar la tensión y uniformidad en la fuerza tensora.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

El tensor de la Estructura Metálica, se medirá en **METRO LINEAL (ML)**, de la cantidad neta ejecutada.

El pago por el trabajo ejecutado será hecho en base a los precios unitarios de la propuesta aceptada para este ítem. Dicho precio será la compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de la actividad mencionada.

ITEM 13: CERRAMIENTOS CON PANELES DE 5 GRECAS DE 50 mm

UNIDAD: m²

DEFINICIÓN

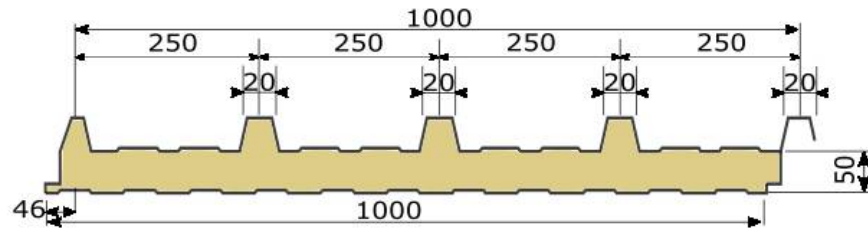
Este ítem comprende la provisión, instalación y fijación de paneles tipo sándwich para cerramientos de paredes y cubiertas, garantizando aislamiento térmico, acústico y durabilidad, según las especificaciones del diseño arquitectónico y estructural.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Materiales:

- Paneles sándwich con cinco grecas con núcleo aislante en espumas de poliuretano y poliisocianurato de alta densidad, a 40 kg/m³ de 50 mm de espesor, con revestimiento en ambas caras de acero precalado, con un peso promedio de 9.06 kg/m²

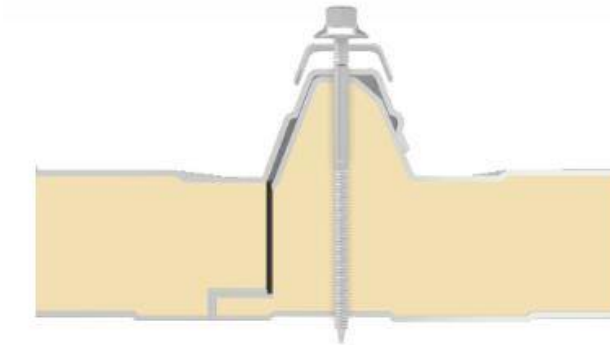
Sección transversal del Panel 5 Grecas



Tablas de cargas del Panel 5 Grecas

	Espesor del panel (mm)			
	30	40	50	60
Longitud del panel (mm)	Estándar de 2500 mm a 16000 mm			
Anchura del panel (mm)	1000 mm			
Densidad del núcleo (kg/m ³)	40 kg/m ³ (± 2)			
Conductividad térmica (W/mK)	PUR 0,023 W/mK / PIR 0,022 W/mK			
Peso del panel (kg) por metro lineal Espesor Acero: 0,5 mm ± 0,1 mm	11,9 ± 2	12,3 ± 2	12,7 ± 2	12,9 ± 2
SBI Clasificación al fuego (PUR-UNE 13501-1)	Bs3d0 / Cs3d0			
SBI Clasificación al fuego (PIR-UNE 13501-1)	Bs2d0			

- Pernos autopercutores con arandelas de neopreno.



Herramientas:

- Taladro eléctrico con puntas para autopercutores.
- Cizallas eléctricas o manuales para cortes precisos.
- Niveles láser para la alineación.

Equipo:

- Elevadores o andamios para trabajos en altura.
- Equipos de protección personal (EPP).

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

- Verificar alineación de las estructuras de soporte, correas laterales y de cubierta y limpieza de las superficies de contacto.
- Colocar los paneles sandwich sobre los soportes metálicos.

- Fijar los paneles con pernos autoperforantes, asegurando uniones estancas entre paneles.
- Aplicar selladores en las juntas para garantizar estanqueidad, si corresponde.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Se realizará la medición conjunta en campo, en metros cuadrados, tomando en cuenta únicamente las superficies netas ejecutadas, las mismas que fueron autorizadas y aprobadas por la supervisión

Los ítems ejecutados en un todo sobre la cobertura vertical y horizontal de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado a los precios unitarios de la propuesta aceptada. Dichos precios serán compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los mismos.

ITEM 14: CUMBRERA CALAMINA PLANA N°28

UNIDAD: m

DEFINICIÓN

Este ítem se refiere a la provisión y colocación de la cumbrera de calamina galvanizada pre-pintada de espesor igual a 0.35 mm. El color de la calamina será de acuerdo a indicaciones del supervisor de obra o de acuerdo a especificaciones.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Para el colocado de la cubierta calamina Pre-Pintada, sé lo realizaran con ganchos de sujeción tipo “J”. El material de cubierta de calamina especificado en el formulario de presentación de propuestas, así como todos los accesorios para su colocación deberá tener la garantía de calidad del fabricante.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Se procederá a la colocación de la cumbrera Pre-Pintada de acuerdo a especificaciones del producto y/o indicaciones del supervisor de la obra.

La cumbrera de calamina deberá estar anclada a los soportes metálicos mediante el uso de ganchos tipo “J”. Propias para su colocación.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La cumbrera de calamina galvanizada Pre-Pintada se medirá en metros lineales (m) de superficie neta ejecutada.

Los trabajos ejecutados con materiales aprobados y en un todo de acuerdo con estas especificaciones técnicas y medidas según lo previsto en el punto anterior, serán pagados al precio unitario de la propuesta aceptada. Dicho precio será la compensación por todos los trabajos, materiales, herramientas, equipo y mano de obra que incidan en su ejecución.

ITEM 15: LARGUEROS

ITEM 16: CORREAS

UNIDAD: m

DEFINICIÓN

Incluye la provisión e instalación de correas fabricadas en perfiles estructurales, tipo costanera conformados en frío, según los planos estructurales, para soporte de cerramientos

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

Acero Estructural A36 según ASTM

Materiales:

- Perfil costanera 100x50x15x2mm; 100x50x15x3mm; 150x50x15x3mm

- Electrodo E6013.
- Pintura anticorrosiva.

Herramientas:

- Equipo de soldadura
- Generador de energía eléctrica

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

A partir de la estructura del pórtico en celosía se emplazarán las correas según los planos de detalle o indicaciones del supervisor de obra.

El Contratista deberá estudiar minuciosamente los planos y otras relativas al pórtico, tanto para racionalizar las operaciones constructivas como para asegurar la estabilidad del conjunto, antes de la compra de los perfiles, está en la obligación de presentar el certificado de calidad de los perfiles estructurales para la aprobación del Supervisor de obra.

El Contratista informará con la debida anticipación al Supervisor, las fechas de ejecución de las diferentes partes de la estructura a fin de que éste pueda efectuar las inspecciones en el taller del Contratista o in situ.

Las dimensiones de las piezas que conforman la estructura, serán las que se señalen en los planos aprobados o las que se requieran en cada caso, modificaciones de acuerdo a la ubicación de la estructura. En ningún caso se emplearán piezas que hayan sido re constituidas o que presenten defectos. Los cortes y en caso necesario las perforaciones, se ejecutarán sin alterar las partes adyacentes.

Las soldaduras se harán exclusivamente por medio de arco eléctrico con electrodo protegido. Las tensiones de trabajo y el control de la soldadura se sujetarán a las normas DIN o AISC. Las superficies a soldar, serán cepilladas o aserradas a fin de eliminar vestigios de pintura, óxido u otros materiales. Se dispondrá de medios adecuados para sujetar las piezas a soldar en su posición correcta.

Las correas serán ubicadas según los planos de detalle y serán fijadas mediante soldadura efectuada alrededor del contorno de la unión con un ancho de garganta de soldadura mínimo de 3 mm.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La provisión e instalación de las correas y los largueros se medirá en metros lineales (m) de superficie neta ejecutada.

Los trabajos ejecutados con materiales aprobados y en un todo de acuerdo con estas especificaciones técnicas y medidas según lo previsto en el punto anterior, serán pagados al precio unitario de la propuesta aceptada. Dicho precio será la compensación por todos los trabajos, materiales, herramientas, equipo y mano de obra que incidan en su ejecución.

ANEXO 3
INFORME GEOTÉCNICO

ENSAYO DE CLASIFICACION DE SUELOS

Ciente:	Gonzalo Ramón Ferreyra Ortega	Muestra Nro.:	1
Proyecto:	Diseño de Nave Industrial	Material:	100%
Procedencia:	Las Barrancas	Fecha:	16/9/2023
Laboratorista:	Ing. Richard López Tolay		

HUMEDAD HIGROSCOPICA, %Hh

Suelo húmedo + cápsula, P1 107,20 g

Suelo seco + cápsula, P2 104,50 g

Peso del agua, $P_a = (P_1 - P_2)$ **2,70 g**

Peso de la cápsula, Pc	29,04 g
------------------------	---------

Peso del suelo seco, $P_s = (P_2 - P_c)$ 75,46 g

Porcentaje de humedad

$$\%Hh = \frac{Pa * 100}{Ps} \quad 3,58\%$$

MUESTRA TOTAL SECA, Pst

Muestra total húmeda Pht

Ag. Grueso (Ret. Nro. 10)=AG

Pasa Nro. 10 húmedo, Mh

Pasa Nro. 10 seco

$$M_s = \frac{Mh * 100}{100 * \%Hh}$$

Muestra total seca

$$P_{st} = (AG + M_s)$$

ANALISIS DE TAMICES DEL AGREGADO GRUESO

[illegible]

GRANULOMETRIA DEL MORTERO DE SUELO

Pasa Nro. 10 húmedo, 5| 500 g

Pasa Nro. 10 seco Ss. $\frac{Sh * 100}{100 + \%Hh}$ 483 g

ANALISIS DE TAMICES DEL AGREGADO FINO

Tamiz	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado		% pasa mortero	Tamaño (mm)	% que pasa del Total	Especificaciones
		(g)	(%)				
Nro. 10	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00	100,00	
Nro. 40	18,10	18,10	3,75	96,25	0,42	96,25	
Nro. 200	126,90	145,50	30,04	69,96	0,08	69,96	

DETERMINACION DE LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Cápsula o Tara Nro.		CLASIFICACION: NO PLÁSTICO ML
Suelo Húmedo + Tara		
Suelo Seco + Tara		
Peso del Agua		
Peso de la Tara		
Peso Suelo Seco		
% de Humedad, %h		
Número de Golpes		
LIMITE LIQUIDO = LL =		
LIMITE PLASTICO = LP =		
NDICE DE PLASTICIDAD = IP = (LL-LP) =		

OBSERVACIONES: Humedad natural del terreno 13,06%, a una profundidad de 2,00 m


 Richard Jony Lopez Tafel
 INGENIERO CIVIL
 R.N.I. 16201
 SIBS SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

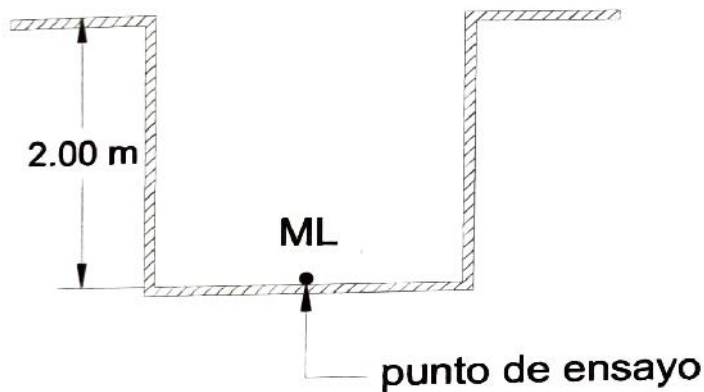
ENSAYO DE CAGA DIRECTA (S.P.T.)

Cliente: Gonzalo Ramón Ferreyra Ortega Muestra Nro.: 1
Proyecto: Diseño de Nave Industrial Fecha: 16/9/2023
Procedencia: Las Barrancas
Laboratorista: Ing. Richard López Tolay

Datos estandarizados del equipo			Datos de campo	
Altura de penetreción:	30 cm	Nro. De golpes de 0 a 10 cm:	30	
Peso del martillo	65 kg			
Altura de caída:	75 cm			

Pozo Nro.	Profundidad (m)	Nro. Golpes	Resistencia Admisible (kg/cm^2)	Tipo de Suelo
1	2,00	30	1,70	Limo Inorgánico de baja plasticidad

Descripción Gráfica



OBSERVACIONES:

Se debe hacer notar que el suelo presenta una gran consolidación, puesto que al momento de realizar el ensayo se pudo constatar que a los 30 golpes se logro una penetración de 10 cm, debiendose tomar como rechazo o realizar una proyección de la resistencia estimada en base al tipo de material y a experiencias anteriores, por lo que se puede adoptar el valor mencionado arriba. Debiendose hacer notar también que este tipo de terrenos ante la presencia de agua tiende a variar su capacidad portante.

Ing. Richard Lopez Tolay
Técnico de Laboratorio

Ing. Richard Lopez Tolay
INGENIERO CIVIL
R.N.I. 16201
S.I.B. SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

Ciente:	Gonzalo Ramón Ferreyra Ortega	Muestra Nro.:	2
Proyecto:	Diseño de Nave Industrial	Material:	100%
Procedencia:	Las Barrancas	Fecha:	16/9/2023
Laboratorista:	Ing. Richard López Tolay		

Muestra total seca
 $Pst = (AG + Ms)$

[illegible]

Tamiz	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado		% pasa mortero	Tamaño (mm)	% que pasa del Total	Especificaciones
		(g)	(%)				
Nro. 10	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00	100,00	
Nro. 40	9,71	9,71	0,97	99,03	0,42	99,03	
Nro. 200	76,72	86,43	8,64	91,36	0,08	91,36	

DETERMINACION DE LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO

Cápsula o Tara Nro.	2	CLASIFICACION: ML LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD
Suelo Húmedo + Tara	18,26	
Suelo Seco + Tara	17,98	
Peso del Agua	0,28	
Peso de la Tara	16,33	
Peso Suelo Seco	1,65	
% de Humedad, %h	16,97	
Número de Golpes	18	
LIMITE LIQUIDO = LL =	22	
LIMITE PLASTICO = LP =	17	
INDICE DE PLASTICIDAD = IP = (LL-LP) =	5	

OBSERVACIONES:


 Richard Jony Lopez Tolay
 INGENIERO CIVIL
 R.N.I. 16201
 S.I.B. TARJETA SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

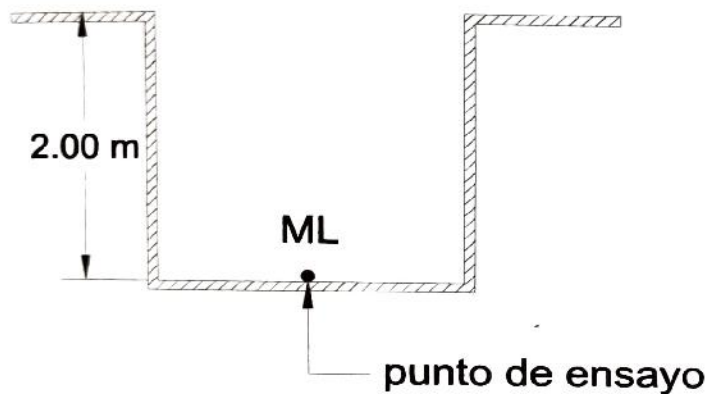
ENSAYO DE CAGA DIRECTA (S.P.T.)

Cliente: Gonzalo Ramón Ferreyra Ortega Muestra Nro.: 2
Proyecto: Diseño de Nave Industrial Fecha: 16/9/2023
Procedencia: Las Barrancas
Laboratorista: Ing. Richard López Tolay

Datos estandarizados del equipo			Datos de campo	
Altura de penetreción:	30 cm	Nro. De golpes de 0 a 10 cm:	27	
Peso del martillo	65 kg			
Altura de caída:	75 cm			

Pozo Nro.	Profundidad (m)	Nro. Golpes	Resistencia Admisible (kg/cm^2)	Tipo de Suelo
1	2,00	29	1,70	Limo Arcilloso de baja plasticidad

Descripción Gráfica



OBSERVACIONES:

Se debe hacer notar que el suelo presenta una gran consolidación, puesto que al momento de realizar el ensayo se pudo constatar que a los 29 golpes se logro una penetración de 10.1 cm, debiendose tomar como rechazo o realizar una proyección de la resistencia estimada en base al tipo de material y a experiencias anteriores, por lo que se puede adoptar el valor mencionado arriba. Debiendose hacer notar también que este tipo de terrenos ante la presencia de agua tiende a variar su capacidad portante.


Ing. Richard López Tolay
Técnico de Laboratorio
S.I.B.S. INGENIERO CIVIL
R.N.I. 16201
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

Verificación de la capacidad portante del suelo a través de métodos teóricos

Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi

Se utiliza para determinar la capacidad última del suelo bajo una cimentación, es decir, la máxima presión que un suelo puede soportar sin fallar. Propuesta por Karl Terzaghi en 1943 tienen cuenta varios factores, como las propiedades del suelo, la geometría de la cimentación y las condiciones de drenaje.

Para cimentaciones superficiales “cuadradas”, Terzaghi propuso la siguiente ecuación:

$$q_u = 1.3 * C * N_c + q * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_\gamma$$

Donde:

C: Cohesión del suelo

γ : Peso específico del suelo

q: $\gamma * D_f$ Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

Df: Profundidad de desplante de la cimentación medida desde la superficie del terreno

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción del suelo ϕ

Factores de capacidad de carga de Terzaghi											
ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	17	14.60	5.45	2.18	34	52.64	36.50	38.04
1	6.00	1.10	0.01	18	15.12	6.04	2.59	35	57.75	41.44	45.41
2	3.30	1.22	0.04	19	16.56	6.70	3.07	36	63.53	47.16	54.36
3	6.62	1.35	0.06	20	17.69	7.44	3.64	37	70.01	53.80	65.27
4	6.97	1.49	0.10	21	18.92	8.26	4.31	38	77.50	61.55	78.61
5	7.34	1.64	0.14	22	20.27	9.19	5.09	39	85.97	70.61	95.03
6	7.73	1.81	0.20	23	21.75	10.23	6.00	40	95.66	81.27	115.31
7	8.15	2.00	0.27	24	23.36	11.40	7.08	41	106.81	93.85	140.51
8	8.60	2.21	0.35	25	25.13	12.72	8.34	42	119.67	108.75	171.99
9	9.09	2.44	0.44	26	27.09	14.21	9.84	43	134.58	126.50	211.56
10	9.61	2.69	0.56	27	29.24	15.90	11.60	44	151.95	147.74	261.60
11	10.16	2.98	0.69	28	31.61	17.81	13.70	45	172.28	173.28	325.34
12	10.76	3.29	0.85	29	34.24	19.98	16.18	46	196.22	204.19	407.11
13	11.41	3.63	1.04	30	37.16	22.46	19.13	47	224.55	241.80	512.84
14	12.11	4.02	1.26	31	40.41	25.28	22.65	48	258.28	287.85	650.67
15	12.86	4.45	1.52	32	44.04	28.52	26.87	49	298.71	344.63	831.99
16	13.68	4.92	1.82	33	48.09	32.23	31.94	50	347.50	415.14	1072.80

Datos

Geometría de la zapata

B= 1.50 m

L= 1.50 m

Df= 2.00 m

Tipo de suelo

Limo inorgánico de baja plasticidad

$\phi= 25^\circ$

C= 20.00kN/m²

$N_c= 25.13$

$\gamma= 15.80\text{kN/m}^3$

$N_q= 12.72$

q= 31.60kN/m²

$N_\gamma= 8.34$

$$q_u= 1134.40\text{kN/m}^2$$

Factor de seguridad

El factor de seguridad refleja la incertidumbre sobre las propiedades de los suelos y su determinación, la teoría de capacidad de carga usada, las desviaciones sobre la construcción, etc. El factor debe ser de por lo menos tres a cuatro veces en todos los casos. En este caso se toma FS=4, para asegurar un cálculo más conservador debido a su naturaleza inversamente proporcional.

Por lo tanto, la resistencia admisible del suelo es:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} = 283.60 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{adm} = 2.89 \text{ kg/cm}^2$$

Teoría de la capacidad de carga de Meyerhof

Para cimentaciones rectangulares ($0 < B/L < 1$), Meyerhof (1963) sugirió la siguiente forma de ecuación general de capacidad de apoyo:

$$q_u = C * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + q * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma * F_{\gamma s} * F_{\gamma d} * F_{\gamma i}$$

Donde:

C: Cohesión del suelo

γ : Peso específico del suelo

q: $\gamma * D_f$ esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

Df: Profundidad de desplante de la cimentación medida desde la superficie del terreno

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$: Factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$: Factores de profundidad

$F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$: Factores por inclinación de la carga

Factores de capacidad de carga																	
ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	17	12.34	4.77	1.73	0.39	0.31	34	42.16	29.44	28.77	0.70	0.67
1	5.38	1.09	0.00	0.20	0.02	18	13.10	5.26	2.08	0.40	0.32	35	46.12	33.30	33.92	0.72	0.70
2	5.63	1.20	0.01	0.21	0.03	19	13.93	5.80	2.48	0.42	0.34	36	50.59	37.75	40.05	0.75	0.73
3	5.90	1.31	0.02	0.22	0.05	20	14.83	6.40	2.95	0.43	0.36	37	55.63	42.92	47.38	0.77	0.75
4	6.19	1.43	0.05	0.23	0.07	21	15.82	7.07	3.50	0.45	0.38	38	61.35	48.93	56.17	0.80	0.78
5	6.49	1.57	0.07	0.24	0.09	22	16.88	7.82	4.13	0.46	0.40	39	67.87	55.96	66.75	0.82	0.81
6	6.81	1.72	0.11	0.25	0.11	23	18.05	8.66	4.88	0.48	0.42	40	75.31	64.20	79.54	0.85	0.84
7	7.16	1.88	0.16	0.26	0.12	24	19.32	9.60	5.75	0.50	0.45	41	83.86	73.90	95.05	0.88	0.87
8	7.53	2.06	0.22	0.27	0.14	25	20.72	10.66	6.76	0.51	0.47	42	93.71	85.38	113.95	0.91	0.90
9	7.92	2.25	0.30	0.28	0.16	26	22.25	11.85	7.94	0.53	0.49	43	105.11	99.02	137.10	0.94	0.93
10	8.35	2.47	0.39	0.30	0.18	27	23.94	13.20	9.32	0.55	0.51	44	118.37	115.31	165.58	0.97	0.97
11	8.80	2.71	0.50	0.31	0.19	28	25.80	14.72	10.94	0.57	0.53	45	133.88	134.88	200.81	1.01	1.00
12	9.28	2.97	0.63	0.32	0.21	29	27.86	16.44	12.84	0.59	0.55	46	152.10	158.51	244.64	1.04	1.04
13	9.81	3.26	0.78	0.33	0.29	30	30.14	18.40	15.07	0.61	0.58	47	173.64	187.21	299.52	1.08	1.07
14	10.37	3.59	0.97	0.35	0.25	31	32.67	20.63	17.69	0.63	0.60	48	199.26	222.31	368.66	1.12	1.11
15	10.98	3.94	1.18	0.36	0.27	32	35.49	23.18	20.79	0.65	0.62	49	229.93	265.51	456.40	1.15	1.15
16	11.63	4.34	1.43	0.37	0.29	33	38.64	26.09	24.44	0.68	0.65	50	266.89	319.07	568.56	1.20	1.19

Factores:

Carga

$$N_c = 20.7$$

$$N_q = 10.7$$

$$N_\gamma = 6.76$$

Forma (L>B)

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} * \frac{N_q}{N_c} = 1.38$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi = 1.35$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 * \frac{B}{L} = 0.70$$

Profundidad $D_f/B \leq 1$

$$F_{cd} = 1 + 0.4 * \frac{D_f}{B} = 1.4$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B} = 1.31$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Inclinación

Inclinación de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical $\beta = 0^\circ$

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 = 1$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi}\right)^2 = 1$$

Geometría de la zapata

$$B = 2.00 \text{ m}$$

$$L = 2.70 \text{ m}$$

$$D_f = 2.00 \text{ m}$$

Tipo de suelo

Limo inorgánico de baja plasticidad

$$\phi = 25^\circ$$

$$C = 20.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma = 15.80 \text{ kN/m}^3$$

$$q = 31.60 \text{ kN/m}^2$$

$$q_u = 1395.77 \text{ kN/m}^2$$

Factor de seguridad

El factor de seguridad refleja la incertidumbre sobre las propiedades de los suelos y su determinación, la teoría de capacidad de carga usada, las desviaciones sobre la construcción, etc. El factor debe ser de por lo menos tres a cuatro veces en todos los casos. En este caso se toma $FS=4$, para asegurar un cálculo más conservador debido a su naturaleza inversamente proporcional.

Por lo tanto, la resistencia admisible del suelo es:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} = 348.94 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{adm} = 3.56 \text{ kg/cm}^2$$

ANEXO 4

NB 1225003-1 TABLAS Y FIGURAS

Análisis probabilístico de la velocidad básica del viento, aplicando un modelo de valores máximos anuales.

Velocidad del viento¹

Estación: Tarija – Aeropuerto

Lat. S.: 21°32'48''

Long. W.: 64°42'39''

Departamento: Tarija

Provincia: Cercado

Altura: 1875 m.s.n.m.

¹ Medición hecha a 10 m

Velocidades Máximas de viento (km/h)-Dirección												
Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2010	40,80	37,10	129,70*	33,40	40,80	33,40	42,60	37,10	33,40	40,80	37,10	27,80
	SE	SE	WSW	SE	SSE	SE	SE	S	SE	SSE	SE	SE
2011	24,10	25,90	22,20	24,10	29,70	33,40	29,70	38,90	37,10	33,40	33,40	37,10
	SE	SE	SSE	SE	SE	NNE	N	SSE	SSE	SSE	SSE	SE
2012	31,50	22,20	25,90	31,50	27,80	27,80	33,40	37,10	33,40	33,40	33,40	33,40
	WSW	SE	S	S	SE	S	SE	N	SE	SSE	SE	SE
2013	29,70	27,80	27,80	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	37,10	33,40	33,40	29,70
	S	SE	SE	S	S	SE	SE	SE	SE	SE	S	SE
2014	33,40	33,40	33,40	29,70	33,40	31,50	37,10	33,40	33,40	37,10	27,80	33,40
	SE	SE	SE	SSE	SE	NNW	SSE	SE	SE	SE	SE	SE
2015	37,10	27,80	18,50	27,80	27,80	27,80	37,10	37,10	33,40	37,10	33,40	29,70
	S	SE	SE	SSE	N	SE	NW	WNW	SE	SE	SE	SE
2016	22,00	28,00	28,00	37,00	28,00	28,00	33,00	33,00	29,00	33,00	28,00	28,00
	SE	SSE	E	SE	SE	SSE	W	S	SE	SSE	N	SE
2017	28,00	24,00	18,00	26,00	29,00	26,00	26,00	33,00	33,00	29,00	28,00	28,00
	SSE	SSE	SE	SE	N	S	SSE	NNW	SE	SE	SSW	SE
2018	22,00	22,00	28,00	24,00	24,00	33,00	33,00	31,00	28,00	28,00	28,00	28,00
	SSE	SE	SE	S	N	NW	NW	S	SSE	SE	SSW	SE
2019	22,00	18,00	24,00	22,00	29,00	29,00	33,00	33,00	33,00	29,00	22,00	26,00
	SE	SSE	SE	SSE	SE	N	SE	SE	SE	SSE	SSE	SE
2020	22,00	22,00	22,00	18,30	25,60	18,50	18,50	18,50	27,80	27,80	25,90	27,80
	SE	SSE	SE	SE	SE	N	ESE	E	SE	E	SE	SE
2021	27,80	22,20	22,20	22,20	22,20	33,40	33,40	29,70	33,40	31,50	31,50	27,80
	SE	SE	SE	SE	SSE	N	SE	SE	SE	SE	SE	SE
2022	18,50	20,40	22,20	25,90	31,50	27,80	27,80	27,80	27,80	27,80	27,80	24,10
	SE	SE	SE	SE	SSE	NW	SE	SE	SE	SE	SE	SSE

*Valor descartado por ser incongruente

Registro de Velocidades Máximas en km/h y Dirección del Viento

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Tarija

Año	Viento Máximo	
	[km/h]	[m/s]
2010	42,60	11,83
2011	38,90	10,81
2012	37,10	10,31
2013	37,10	10,31
2014	37,10	10,31
2015	37,10	10,31
2016	37,00	10,28
2017	33,00	9,17
2018	33,00	9,17
2019	33,00	9,17
2020	27,80	7,72
2021	33,40	9,28
2022	31,50	8,75

Valores Máximos Anuales en km/h y m/s

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Tarija

La dirección predominante del viento es Sud – Este

Media	9,80
Desviación estándar	1,05
N° de datos	13

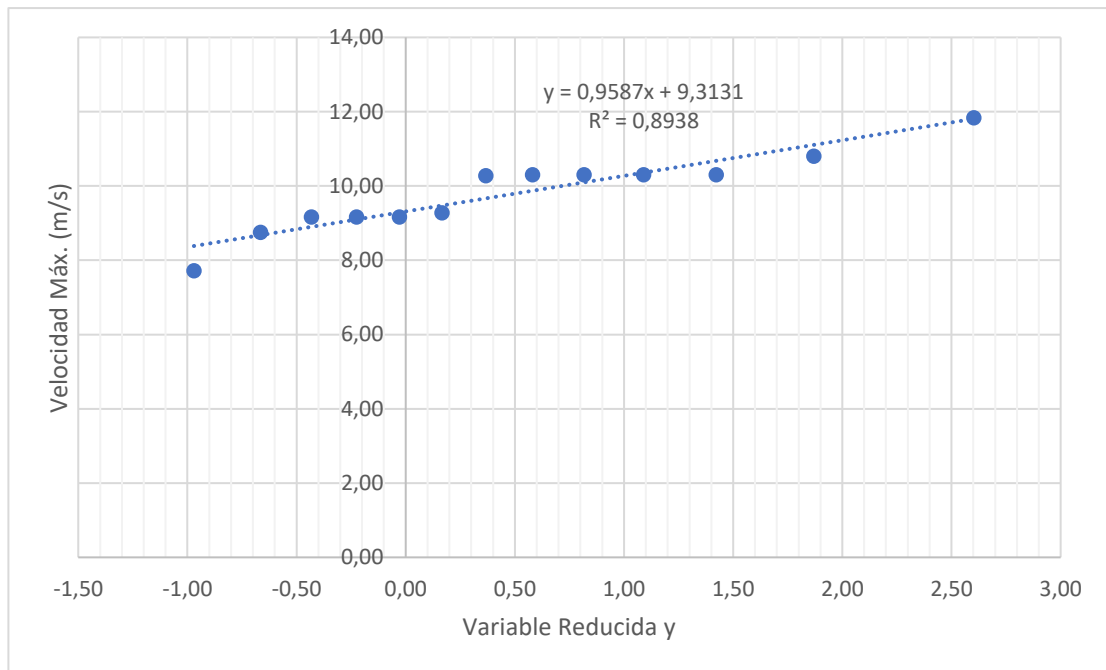
Variables estadísticas

Fuente: Elaboración propia

i	Vel. Máx. [m/s]	Probabilidad Empírica según Weibull [P]	Periodo de Retorno [T]	Variable reducida [y]
1	11,83	0,07	14,00	2,60
2	10,81	0,14	7,00	1,87
3	10,31	0,21	4,67	1,42
4	10,31	0,29	3,50	1,09
5	10,31	0,36	2,80	0,82
6	10,31	0,43	2,33	0,58
7	10,28	0,50	2,00	0,37
8	9,28	0,57	1,75	0,17
9	9,17	0,64	1,56	-0,03
10	9,17	0,71	1,40	-0,23
11	9,17	0,79	1,27	-0,43
12	8,75	0,86	1,17	-0,67
13	7,72	0,93	1,08	-0,97

Modelo Gumbel

Fuente: Elaboración propia (Datos SENAMHI)



$$R = 0.9454$$

Velocidad Máx. vs. Variable Reducida y / Ajuste por mínimos cuadrados

Fuente: Elaboración Propia

T [años]	K _t	X _t = V [m/s]	X _t = V [km/hr]
2	-0,1641	9,63	34,66
5	0,7196	10,56	38,00
10	1,3047	11,17	40,22
25	2,0440	11,95	43,02
50	2,5924	12,53	45,10
75	2,9112	12,86	46,31
100	3,1368	13,10	47,16

Velocidad probable de viento

Fuente: Elaboración propia

Ecuaciones usadas:

$$P = \frac{i}{n + 1}$$

$$T = \frac{1}{P}$$

$$y = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right)$$

$$K_t = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} * \left\{0,577 + \ln\left[\ln\left(\frac{T}{T + 1}\right)\right]\right\}$$

$$V_{max} = X_t = \bar{x} + S * K_t$$

Dónde:

P: probabilidad empírica

i: rango (orden) de los valores, ordenados de mayor a menor

n: tamaño de la muestra (número de años de registro)

T: periodo de retorno

y: variable reducida del modelo de Gumbel (o modelo de distribución de valores extremos tipo I)

K_t:Factor de frecuencia para un periodo de retorno “T”

$\bar{x}$: media de la muestra

S: desviación estándar de la muestra

Del análisis mencionado se infiere que la velocidad de diseño para un periodo de 50 años será: *12,53 m/s =45,10 km/h.*

Información usada en el cálculo de la presión de viento, extraídas de los capítulos uno, cinco y siete de la NB1225003-1:2022, Acciones sobre las estructuras – Acción del viento – Parte 1: Especificaciones

Capítulo 5 – Método 1 – Procedimiento analítico

Tabla 5.3.4. Factor de direccionalidad K_d

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad K_d
Edificios	
Sistema principal resistente a la fuerza de viento	0,85
Componentes y revestimientos	0,85
Cubiertas abovedadas	0,85
Chimeneas, tanques y estructuras similares	
Cuadradas	0,9
Hexagonales	0,95
Redondas	0,95
Carteles llenos	0,85
Carteles abiertos y estructura reticulada	0,85
Torres reticuladas	
Triangular, cuadrada, rectangular	0,85
Toda otra sección transversal	0,95
Nota El factor de direccionalidad K_d se ha calibrado con las combinaciones de carga especificadas en la norma NB 1225002	

Tabla 5.4-1 Categorías de Estructuras

Naturaleza de la Ocupación	Categoría
Edificios y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: ☐ Instalaciones Agrícolas. ☐ Ciertas instalaciones temporarias. ☐ Instalaciones menores para almacenamiento.	I
Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categorías I, III y IV.	II
Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: ☐ Edificios y otras estructuras donde se reúnen más de 300 personas en un área. ☐ Edificios y otras estructuras con escuelas primarias, secundarias o instalaciones para guarderías con capacidad mayor que 150 personas. ☐ Edificios y otras estructuras con instalaciones para el cuidado diurno con capacidad mayor que 150 personas. ☐ Edificios y otras estructuras con una capacidad mayor que 500 para universidades o instalaciones para educación de adultos. ☐ Instalaciones para el cuidado de la salud con una capacidad de 50 o más pacientes residentes, pero sin instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia. ☐ Instalaciones para cárceles y detenciones. ☐ Estaciones de generación de energía y otras instalaciones de utilidad pública no incluidas en la Categoría IV. Edificios y otras estructuras que contienen suficientes cantidades de sustancias tóxicas o explosivas como para ser peligrosas al público si se liberan, incluyendo, pero no limitado, a: ☐ Instalaciones petroquímicas. ☐ Instalaciones para almacenamiento de combustibles. ☐ Plantas de fabricación o almacenamiento de productos químicos peligrosos. ☐ Plantas de fabricación o almacenamiento de explosivos.	III

Tabla 5.4-1 Categorías de Estructuras (continuación)

Edificios y otras estructuras equipados con contención secundaria de sustancias tóxicas, explosivas u otras peligrosas (incluyendo, pero no limitado a, tanques de doble pared, receptáculos de tamaño suficiente para contener un derrame u otros medios de contención de derrames o explosiones dentro de los límites de la instalación y prevenir la liberación de cantidades de contaminantes nocivas para el aire, el suelo, el agua freática o superficial) deben clasificarse como estructuras de Categoría II.	III
Edificios y otras estructuras diseñadas como instalaciones esenciales, incluyendo, pero no limitados a: ☐ Hospitales y otras instalaciones para el cuidado de la salud que tienen instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia. ☐ Cuarteles de bomberos, centros de rescate, estaciones de policía y garajes para vehículos de emergencia. ☐ Refugios diseñados contra sismos, huracanes y otras emergencias. ☐ Centros de comunicaciones y otras instalaciones necesarias para respuestas a emergencias. ☐ Estaciones generadoras de energía y otras instalaciones de utilidad pública necesarias en una emergencia. ☐ Estructuras auxiliares necesarias para la operación de aquellas de Categoría IV durante una emergencia (incluyendo pero no limitado a torres de comunicación, tanques de almacenamiento de combustible, torres de refrigeración, estructuras de sub-estaciones de electricidad, tanques de agua para incendio u otras estructuras de alojamiento o soporte de agua, otros materiales o equipamiento para combatir el fuego. ☐ Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares de emergencia. ☐ Instalaciones de almacenamiento de agua y estructuras de bombeo requeridas para mantener la presión de agua para combatir incendios. ☐ Edificios y otras estructuras con funciones críticas de defensa nacional.	IV

Tabla 5.4-2 Factor de Importancia *I*

Categoría	<i>I</i>
I	0,87
II	1
III	1,15
IV	1,15

5.5 CATEGORÍAS DE EXPOSICIÓN

5.5.1 Generalidades

Para cada dirección de viento considerada, se debe determinar una categoría de exposición que refleje adecuadamente las características de las irregularidades de la superficie del terreno para el lugar en el cual se va a construir el edificio o la estructura. Para un sitio de emplazamiento ubicado en la zona de transición entre categorías, se debe aplicar aquella que conduzca a las mayores fuerzas de viento. Se deben tener en cuenta las variaciones en la rugosidad superficial del terreno que se generan a partir de la topografía natural y de la vegetación, así como de las construcciones existentes. Para cualquier dirección dada de viento, la exposición en la cual se ubica un edificio específico u otra estructura se debe fijar dentro de las siguientes categorías:

Exposición A. Centro de grandes ciudades con al menos **50%** de los edificios de altura mayor que **20,0 m**. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición A prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos **800,0 m** ó **10** veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor. Se tendrán en cuenta los posibles efectos de acanalamiento o presiones dinámicas incrementadas debido a que el edificio o estructura se localiza en la estela de edificios adyacentes.

Exposición B. Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición **B** prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos **500,0 m** ó **10** veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor.

Exposición C. Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que **10,0 m**. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.

Exposición D. Áreas costeras planas, sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia de al menos **1600,0 m**. Esta exposición se debe aplicar solamente a aquellos edificios y otras estructuras expuestas al viento soplando desde el agua.

La exposición **D** se extiende tierra adentro desde la costa a una distancia de **500,0 m** ó **10** veces la altura del edificio o estructura, la que sea mayor.

5.5.2 Categoría de exposición para sistemas principales resistentes a la fuerza del viento

5.5.2.1 Edificios y otras estructuras

Para cada dirección de viento considerada, las cargas de viento para el diseño de sistemas principales resistentes a la fuerza del viento determinadas de la Figura 7.2.1-3 se deben basar en las categorías de exposición definidas en el artículo 5.5.1.

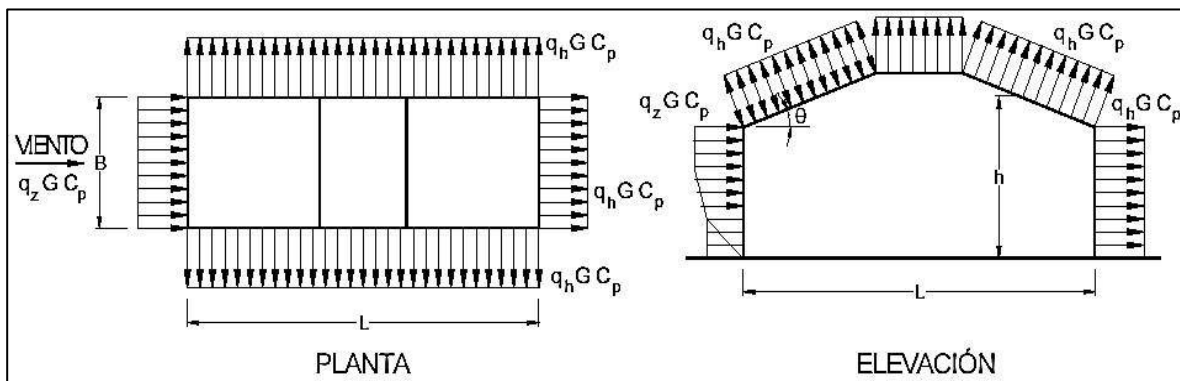


Figura 7.2.1 – 3: Cubiertas en Mansarda

5.5.2.2 Edificios de baja altura.

Las cargas de viento para el cálculo de sistemas principales resistentes a la fuerza del viento para edificios de baja altura se deben calcular usando una presión dinámica q_h , asada en la exposición que conduzca a las cargas de viento más elevadas para cualquier dirección del viento en el sitio de emplazamiento cuando se usen los coeficientes de presión externa GC_{pf} dados en la Figura 7.2.2.1.

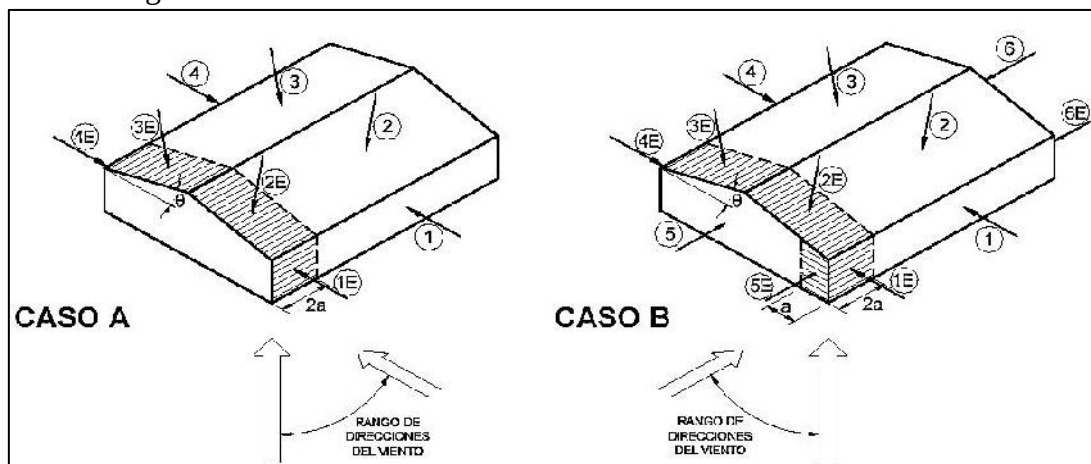


Figura 7.2.2.1: Casos de Carga A y B

Tabla 5.5.4-1 Coeficiente de exposición K_z y K_h

Altura sobre el nivel del terreno, z (m)	EXPOSICIÓN					
	A		B		C	D
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Casos 1 y 2	Casos 1 y 2
0 – 5	0,68	0,33	0,72	0,59	0,87	1,05
6	0,68	0,36	0,72	0,62	0,9	1,08
7,5	0,68	0,39	0,72	0,66	0,94	1,12
10	0,68	0,44	0,72	0,72	1	1,18
12,5	0,68	0,48	0,77	0,77	1,05	1,23
15	0,68	0,51	0,81	0,81	1,09	1,27
17,5	0,68	0,55	0,84	0,84	1,13	1,3
20	0,68	0,57	0,88	0,88	1,16	1,33
22,5	0,68	0,6	0,91	0,91	1,19	1,36
25	0,68	0,63	0,93	0,93	1,21	1,38
30	0,68	0,68	0,98	0,98	1,26	1,43
35	0,72	0,72	1,03	1,03	1,3	1,47
40	0,76	0,76	1,07	1,07	1,34	1,5
45	0,8	0,8	1,1	1,1	1,37	1,53
50	0,83	0,83	1,14	1,14	1,4	1,56
55	0,86	0,86	1,17	1,17	1,43	1,59
60	0,89	0,89	1,2	1,2	1,46	1,61
75	0,98	0,98	1,28	1,28	1,53	1,68
90	1,05	1,05	1,35	1,35	1,59	1,73
105	1,12	1,12	1,41	1,41	1,64	1,78
120	1,18	1,18	1,46	1,46	1,69	1,82
135	1,23	1,23	1,51	1,51	1,73	1,86
150	1,29	1,29	1,56	1,56	1,77	1,89

El coeficiente de exposición para la presión dinámica se puede determinar mediante la siguiente expresión:

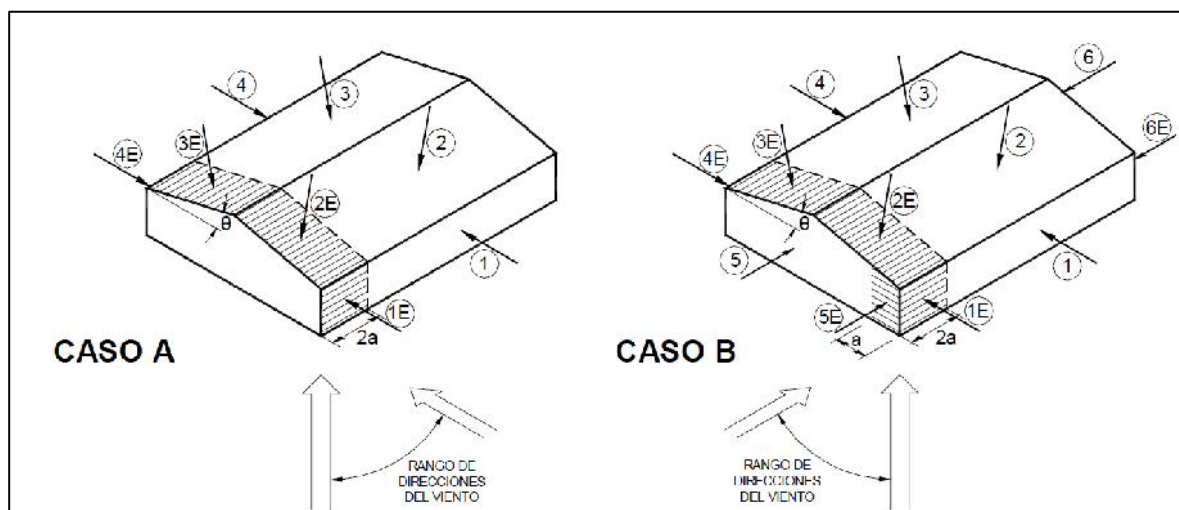
$$\text{Para } 5,0 \text{ m} \leq z \leq z_g \quad K_z = 2,01 \left(\frac{z}{z_g} \right)^{2/\alpha}$$

$$\text{Para } z < 5 \text{ m:} \quad K_z = 2,01 \left(\frac{5}{z_g} \right)^{2/\alpha}$$

No se debe tomar z menor que 30,0 m para el Caso 1 en exposición A, ni menos que 10,0 m para el caso 1 en exposición B.

Caso 1: a. Todos los componentes y revestimientos.

- b. Sistema principal resistente a la fuerza de viento en edificios de baja altura diseñados usando la Figura siguiente ($h < 20,0$ m)



Caso 2: a. Todos los sistemas principales resistentes a la fuerza de viento con excepción de aquellos en edificios de baja altura diseñados usando la Figura anterior ($h < 20,0$ m)

- b. Todos los sistemas principales resistentes a la fuerza de viento en otras estructuras.

Los valores de α y z_g se obtienen de la tabla 5.5.4-2

Se permite la interpolación lineal para valores intermedios de la altura z .

Las categorías de exposición están definidas en el artículo 5.6.

Tabla 5.5.4-2 Constantes de exposición del terreno

Exposición	α	z_g (m)	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\bar{\alpha}$	$\bar{b}$	c	l	ε^-	z_{min} (m)
A	5,0	457	1/5	0,64	1/3,0	0,30	0,45	55	1/2	18,3
B	7,0	366	1/7	0,84	1/4,0	0,45	0,30	98	1/3	9,2
C	9,5	274	1/9,5	1,00	1/6,5	0,65	0,20	152	1/5	4,6
D	11,5	213	1/11,5	1,07	1/9,0	0,80	0,15	198	1/8	2,1

Capítulo 7 – Construcciones prismáticas de base cuadrangular

Tabla 7.2.1-1 Coeficientes de presión interna GP_{pi}

Clasificación de cerramiento	GP_{pi}
Edificios abiertos	0
Edificios parcialmente cerrados	+0,55
	-0,55
Edificios cerrados	+0,18
	-0,18

Tabla 7.2.1-2 Coeficientes de presión en paredes C_p

Superficie	L/B	C_p	Usar con
Pared a Barlovento	Todas	0,8	q_z
Pared a Sotavento	0 - 1	-0,5	q_z
	2	-0,3	
	≥ 4	-0,2	
Paredes Laterales	Todas	-0,7	q_z

Tabla 7.2.1-3 Coeficientes de presión para cubiertas, C_p para usar con q_h Viento Normal y Viento Paralelo a la cumbrera

Dirección del viento	Barlovento									Sotavento		
	Angulo q en grados									Angulo q en grados		
	h/L	10	15	20	25	30	35	45	≥ 60	10	15	≥ 20
Normal a la cubrrera para $\theta \geq 10^\circ$	≤ 0,25	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	-0,2	0,0*			-0,3	-0,5	-0,6
			0,0*	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,01 θ			
	0,5	-0,9	-0,7	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	0,0*		-0,5	-0,5	-0,6
				0,0*	0,2	0,2	0,3	0,4	0,01 θ			
	≥ 1,0	-1,3 **	-1	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	0,0*		-0,7	-0,5	-0,6
					0,0*	0,2	0,2	0,3	0,01 θ			
Normal a la cubrrera para $\theta < 10^\circ$ y paralela a la cubrrera para todo θ	≤ 0.5	Distancia horizontal desde el borde a barlovento				C_p	* Se da el valor para fines de interpolación					
		0 a h/2				-0,9	** El valor puede reducirse linealmente con el área sobre el cual es aplicable como sigue:					
		h/2 a h				-0,9						
		h a 2h				-0,5						
		≥ 2h				-0,3						
	≥ 1.0	0 a h/2				-1,3**	Área (m ²)		Factor de reducción			
							≤ 10		1			
		≥ h/2				-0,7	25		0,9			
							≤ 100		0,8			

Notas

1. Los signos más y menos significan presiones que actúan acercándose a la superficie o alejándose de ella, respectivamente.
2. Se permite la interpolación lineal para valores de L/B, h/L y θ distintos a los indicados. La interpolación sólo se llevará a cabo entre valores del mismo signo. Donde no se dan valores del mismo signo, se toma 0,0 a los fines de la interpolación.
3. Donde se listan dos valores de C_p se quiere indicar que la pendiente de la cubierta a barlovento está sujeta a presiones positivas o negativas y la estructura del techo se debe calcular para ambas condiciones. La interpolación para relaciones intermedias de h/L en este caso se puede llevar a cabo solamente entre valores de C_p del mismo signo.

4. Para cubiertas con una sola pendiente, la superficie completa de la misma es superficie a barlovento o a sotavento.
5. Para edificios flexibles se debe usar un valor de G_f apropiado, determinado mediante un análisis racional.
6. Para cubiertas en arco se debe usar la Tabla 7.2.1-4
7. Dónde:

B: dimensión horizontal del edificio, en m, medida normal a la dirección del viento.

L: dimensión horizontal del edificio, en m, medida paralela a la dirección del viento.

h: altura media de la cubierta en m, excepto que para $\theta < 10^\circ$, se usará la altura del alero.

z: altura sobre el terreno en m.

G: factor de efecto ráfaga.

q_z, q_h : Presión dinámica, en N/m^2 , evaluada a la altura respectiva

θ : ángulo del plano de la cubierta respecto de la horizontal en grados.
8. Para cubiertas en mansarda, la superficie superior horizontal y la superficie inclinada a sotavento se consideran en la Tabla 7.2.1-3 como superficies a sotavento.
9. Para cubiertas con pendiente mayor que 80° se debe usar $C_p = 0,8$

Figura 7.2.2.1 – Casos de Carga A y B

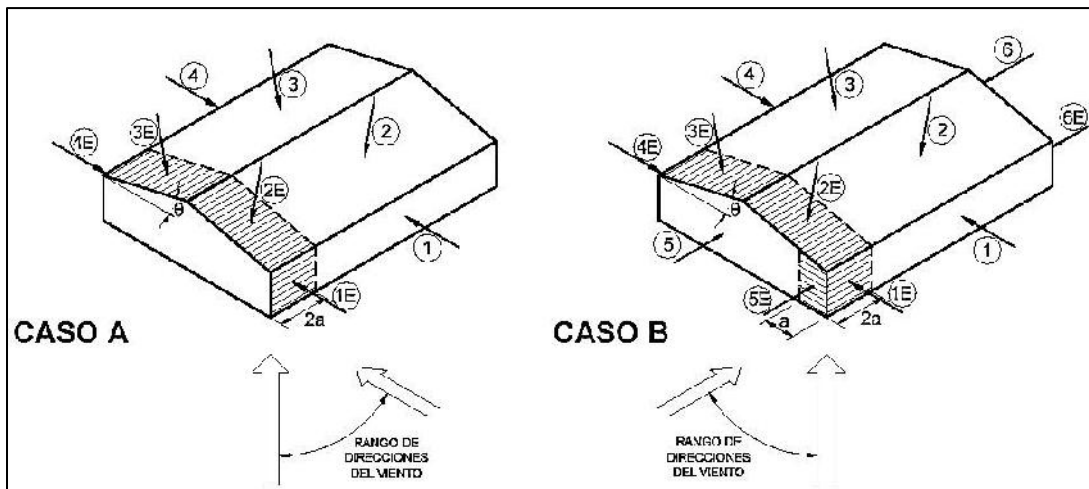


Tabla 7.2.2.1 –a CASO A Coeficientes de Presión GC_{pf}

Ángulo de la Cubierta θ en grados	Superficie del edificio							
	1	2	3	4	1E	2E	3E	4E
0 – 5	0,40	-0,69	-0,37	-0,29	0,61	-1,07	-0,53	-0,43
20	0,53	-0,69	-0,48	-0,43	0,80	-1,07	-0,69	-0,64
30 – 45	0,56	0,21	-0,43	-0,37	0,69	0,27	-0,53	-0,48
90	0,56	0,56	-0,37	-0,37	0,69	0,69	-0,48	-0,48

Tabla 7.2.2.1 – b CASO B Coeficientes de Presión GC_{pf}

Ángulo de la cubierta θ en grados	Superficie del edificio											
	1	2	3	4	5	6	1E	2E	3E	4E	5E	6E
0 - 90	-0,45	-0,69	-0,37	-0,45	0,40	-0,29	-0,48	-1,07	-0,53	-0,48	0,61	-0,43

1. Los casos A y B se establecen como dos condiciones de carga separadas para generar acciones de viento, incluyendo torsión, que debe resistir el sistema principal resistente a la fuerza del viento.
2. Para obtener las acciones críticas del viento, el edificio se debe rotar en incrementos de 90° de manera tal que cada esquina a su turno sea esquina de barlovento, en tanto que los esquemas de carga en las figuras permanecen fijos. Para el cálculo de los sistemas estructurales que proporcionan resistencia lateral en la dirección paralela a la línea de cumbrera, el caso A debe basarse en $\theta = 0^\circ$.
3. Los signos más y menos significan presiones que actúan acercándose o alejándose de las superficies, respectivamente.
4. Para el caso A de carga se aplican las siguientes restricciones:
 - a) El coeficiente de presión de la cubierta GC_{pf} , cuando es negativo en la zona 2, se aplica en dicha zona para una distancia desde el borde de la cubierta igual a 0,5 veces la dimensión horizontal del edificio, medida perpendicularmente a la línea del alero, ó $2,5h$, la que sea menor. Para el resto de la zona 2 que se extiende hasta la línea de cumbrera se usa el coeficiente de presión GC_{pf} para zona 3.
 - b) Excepto para pórticos resistentes a flexión, el corte horizontal total no debe ser menor que el determinado al despreciar las fuerzas del viento sobre las superficies de la cubierta.
5. Las combinaciones de presiones internas y externas deben ser evaluadas en la forma necesaria para obtener las cargas más severas.
6. Para valores de θ , distintos a los indicados, se permite la interpolación lineal.
7. Donde:

a: 10% de la menor dimensión horizontal o $0.4 \cdot h$ la que sea menor, pero no menor que 4% de la menor dimensión horizontal o 1.0 m.

h: altura media de la cubierta en m, excepto que para $\theta < 10^\circ$ se deberá usar la altura del alero.

θ : ángulo del plano de la cubierta con la horizontal, en grados.

ANEXO 5

DESARROLLO DE COMBINACIONES

Desarrollo de las combinaciones de hipótesis (o casos) de carga para Estados Límites Últimos (E.L.U.) y Estados Límites de Servicio (E.L.S.)

Las hipótesis o casos de carga a considerar son:

No.	Etiqueta	Nombre del caso	Naturaleza	tipo de análisis
1	PP	Peso propio	Peso propio	Estático lineal
2	SU	Sobrecarga de uso	Categoría A	Estático lineal
3	CG	Carga de granizo	Categoría A	Estático lineal
4	WX+	Viento en X+	viento	Estático lineal
5	WX+Y+	Viento en X+Y+	viento	Estático lineal
6	WY+	Viento en Y+	viento	Estático lineal
7	WX-Y+	Viento en X-Y+	viento	Estático lineal
8	WX-	Viento en X-	viento	Estático lineal
9	WX-Y-	Viento en X-Y-	viento	Estático lineal
10	WY-	Viento en Y-	viento	Estático lineal
11	WX+Y-	Viento en X+Y-	viento	Estático lineal

Combinaciones de los casos de carga frente a Estados Límites de Servicio (E.L.S.)

En el capítulo 4 del Documento Básico de Seguridad Estructural del Código Técnico de Edificación establece las combinaciones de casos de carga que hay que considerar para las comprobaciones correspondientes a los E.L.S.

Estas combinaciones corresponden a aquellos estados en que, en caso de ser superados, dejan de cumplirse los criterios que aseguran el correcto funcionamiento de la estructura durante su utilización normal, afectando al confort de los usuarios, ala apariencia de la obra y al funcionamiento de equipos e instalaciones.

Coefficientes de simultaneidad

Los coeficientes de simultaneidad están dados en la tabla 3.4 – 2.

Su valor depende del origen de la sobrecarga.

Para el caso que nos ocupa, los valores a considerar son:

$\psi_0 = 0.7$: sobrecarga de uso categoría A

$\psi_0 = 0.7$: carga de granizo

$\psi_0 = 0$: sobrecarga de uso en cubiertas accesibles sólo para mantenimiento (categoría G)

$\psi_0 = 0.6$: sobrecarga de viento

Las combinaciones estarán dadas por la expresión dada en la “Ecuación 3.4 – 1”

Por ejemplo:

Combinación E.L.S.: acción variable fundamental: Sobrecarga de uso

$$1.00 * G_k + 1.00 * Q_{S\ uso} + 0.7 * Q_{Gtrnizo} + 0.6 * Q_{Viento}$$

Combinación E.L.S.: acción variable fundamental: Carga de granizo

$$1.00 * G_k + 1.00 * Q_{Granizo} + 0.00 * Q_{S\ uso} + 0.5 * Q_{Granizo}$$

Combinación E.L.S.: acción variable fundamental: Viento

$$1.00 * G_k + 1.00 * Q_{Viento} + 0.00 * Q_{S\ uso} + 0.7 * Q_{Viento}$$

	Nombre del caso	tipo de análisis
Combinación ELS: acción variable fundamental: Sobrecarga de uso	E.L.S./1=1*1+2*1	Combinación lineal
	E.L.S./2=1*1+2*1+3*0,7	Combinación lineal
	E.L.S./3=1*1+2*1+3*0,7+4*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./4=1*1+2*1+3*0,7+5*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./5=1*1+2*1+3*0,7+6*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./6=1*1+2*1+3*0,7+7*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./7=1*1+2*1+3*0,7+8*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./8=1*1+2*1+3*0,7+9*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./9=1*1+2*1+3*0,7+10*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./10=1*1+2*1+3*0,7+11*0,6	Combinación lineal
Combinación ELS: acción variable fundamental: Carga de granizo	E.L.S./11=1*1+3*1+4*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./12=1*1+3*1+5*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./13=1*1+3*1+6*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./14=1*1+3*1+7*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./15=1*1+3*1+8*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./16=1*1+3*1+9*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./17=1*1+3*1+10*0,6	Combinación lineal
	E.L.S./18=1*1+3*1+11*0,6	Combinación lineal
Combinación ELS: acción variable fundamental: Viento	E.L.S./19=1*1+4*1+3*0,7	Combinación lineal
	E.L.S./20=1*1+5*1+3*0,7	Combinación lineal
	E.L.S./21=1*1+6*1+3*0,7	Combinación lineal
	E.L.S./22=1*1+7*1+3*0,7	Combinación lineal
	E.L.S./23=1*1+8*1+3*0,7	Combinación lineal
	E.L.S./24=1*1+9*1+3*0,7	Combinación lineal
	E.L.S./25=1*1+10*1+3*0,7	Combinación lineal
	E.L.S./26=1*1+11*1+3*0,7	Combinación lineal

Combinaciones de los casos de carga frente a Estados Límites Últimos (E.L.U.)

Las combinaciones estarán dadas por la expresión dada en la “Ecuación 3.4 – 2”

Dicha expresión da lugar a tantas combinaciones como acciones variables tengamos, considerando para cada una de las combinaciones que la acción variable fundamental es una de las sobrecargas que actúan sobre la estructura, y añadiendo el resto de las sobrecargas con su valor de combinación.

En el caso que nos ocupa hay tres casos de carga: sobrecarga de uso, carga de granizo y carga de viento; en el caso particular del viento hay 12 modos distintos en los que actúa el mismo sobre la estructura por lo que se analizara cada uno como un caso aparte.

Coeficientes de mayoración

Los coeficientes de mayoración de cargas, denominados coeficientes de seguridad parcial de las acciones en el DB-SE del CTE, tienen distintos valores según el origen de la carga, su carácter favorable o desfavorable y el tipo de verificación, sus valores se dan en la tabla 3.4 – 1.

Para el caso que nos ocupa se analizaran las cargas permanentes con carácter favorable y desfavorable, mientras que las cargas de acción variable se analizaran para situaciones desfavorables.

$\gamma_G = \begin{cases} 1.35 \\ 0.8 \end{cases}$: para acciones permanentes de carácter favorable y desfavorable.

$\gamma_Q = 1.5$: para acciones variables de carácter desfavorable.

Coeficientes de simultaneidad

Se aplican los mismos coeficientes que los usados en el desarrollo de las E.L.S.

Sustituyendo los valores de los coeficientes, de mayoración y simultaneidad, adoptados en la ecuación 3.4 – 1 se obtienen las combinaciones mostradas en las tablas, para distintos casos de simultaneidad de carga.

Por ejemplo:

Combinación E.L.U.: acción variable fundamental: Sobrecarga de uso – Con acción permanente desfavorable

$$1.35 * G_k + 1.50 * Q_{S\ uso} + 1.50 * 0.6 * Q_{Viento} + 1.50 * 0.7 * Q_C\ granizo$$

Combinación E.L.U.: acción variable fundamental: Viento – Con acción permanente desfavorable

$$1.35 * G_k + 1.50 * Q_{Viento} + 1.50 * 0 * Q_{S\ uso} + 1.50 * 0.7 * Q_C\ granizo$$

Combinación E.L.U.: acción variable fundamental: Carga de granizo – Con acción permanente desfavorable

$$1.35 * G_k + 1.50 * Q_C\ granizo + 1.50 * 0 * Q_{S\ uso} + 1.50 * 0.7 * Q_{Viento}$$

Combinación E.L.U.: acción variable fundamental: Sobrecarga de uso – Con acción permanente favorable

$$0.80 * G_k + 1.50 * Q_{S\ uso} + 1.50 * 0.6 * Q_{Viento} + 1.50 * 0.7 * Q_{C\ granizo}$$

Combinación E.L.U.: acción variable fundamental: Viento – Con acción permanente favorable

$$0.80 * G_k + 1.50 * Q_{Viento} + 1.50 * 0 * Q_{S\ uso} + 1.50 * 0.7 * Q_{C\ granizo}$$

Combinación E.L.U.: acción variable fundamental: Carga de granizo – Con acción permanente favorable

$$0.80 * G_k + 1.50 * Q_{C\ granizo} + 1.50 * 0 * Q_{S\ uso} + 1.50 * 0.7 * Q_{Viento}$$

El programa RSA evaluará automáticamente la combinación más desfavorable para el diseño de cada elemento de la estructura.

	Nombre del caso	tipo de análisis
Combinación ELU: acción variable fundamental: Sobrecarga de uso - Con acción permanente desfavorable	E.L.U./1=1*1,35	Combinación lineal
	E.L.U./2=1*1,35+2*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./3=1*1,35+2*1,5+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./4=1*1,35+2*1,5+4*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./5=1*1,35+2*1,5+5*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./6=1*1,35+2*1,5+6*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./7=1*1,35+2*1,5+7*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./8=1*1,35+2*1,5+8*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./9=1*1,35+2*1,5+9*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./10=1*1,35+2*1,5+10*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./11=1*1,35+2*1,5+11*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./12=1*1,35+2*1,5+4*0,9+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./13=1*1,35+2*1,5+5*0,9+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./14=1*1,35+2*1,5+6*0,9+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./15=1*1,35+2*1,5+7*0,9+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./16=1*1,35+2*1,5+8*0,9+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./17=1*1,35+2*1,5+9*0,9+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./18=1*1,35+2*1,5+10*0,9+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./19=1*1,35+2*1,5+11*0,9+3*1,05	Combinación lineal
Combinación ELU: acción variable fundamental: Viento - Con acción permanente	E.L.U./20=1*1,35+4*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./21=1*1,35+5*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./22=1*1,35+6*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./23=1*1,35+7*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./24=1*1,35+8*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./25=1*1,35+9*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./26=1*1,35+10*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./27=1*1,35+11*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./28=1*1,35+4*1,5+3*1,05	Combinación lineal

	E.L.U./29= $1*1,35+5*1,5+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./30= $1*1,35+6*1,5+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./31= $1*1,35+7*1,5+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./32= $1*1,35+8*1,5+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./33= $1*1,35+9*1,5+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./34= $1*1,35+10*1,5+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./35= $1*1,35+11*1,5+3*1,05$	Combinación lineal
Combinación ELU: acción variable fundamental: Carga de granizo - Con acción	E.L.U./36= $1*1,35+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./37= $1*1,35+3*1,05+4*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./38= $1*1,35+3*1,05+5*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./39= $1*1,35+3*1,05+6*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./40= $1*1,35+3*1,05+7*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./41= $1*1,35+3*1,05+8*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./42= $1*1,35+3*1,05+9*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./43= $1*1,35+3*1,05+10*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./44= $1*1,35+3*1,05+11*0,9$	Combinación lineal
Combinación ELU: acción variable fundamental: Sobrecarga de uso - Con acción permanente favorable	E.L.U./45= $1*0,8$	Combinación lineal
	E.L.U./46= $1*0,8+2*1,5$	Combinación lineal
	E.L.U./47= $1*0,8+2*1,5+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./48= $1*0,8+2*1,5+4*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./49= $1*0,8+2*1,5+5*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./50= $1*0,8+2*1,5+6*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./51= $1*0,8+2*1,5+7*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./52= $1*0,8+2*1,5+8*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./53= $1*0,8+2*1,5+9*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./54= $1*0,8+2*1,5+10*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./55= $1*0,8+2*1,5+11*0,9$	Combinación lineal
	E.L.U./56= $1*0,8+2*1,5+4*0,9+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./57= $1*0,8+2*1,5+5*0,9+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./58= $1*0,8+2*1,5+6*0,9+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./59= $1*0,8+2*1,5+7*0,9+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./60= $1*0,8+2*1,5+8*0,9+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./61= $1*0,8+2*1,5+9*0,9+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./62= $1*0,8+2*1,5+10*0,9+3*1,05$	Combinación lineal
	E.L.U./63= $1*0,8+2*1,5+11*0,9+3*1,05$	Combinación lineal
Combinación ELU: acción variable	E.L.U./64= $1*0,8+4*1,5$	Combinación lineal
	E.L.U./65= $1*0,8+5*1,5$	Combinación lineal
	E.L.U./66= $1*0,8+6*1,5$	Combinación lineal
	E.L.U./67= $1*0,8+7*1,5$	Combinación lineal
	E.L.U./68= $1*0,8+8*1,5$	Combinación lineal

	E.L.U./69=1*0,8+9*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./70=1*0,8+10*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./71=1*0,8+11*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./72=1*0,8+4*1,5+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./73=1*0,8+5*1,5+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./74=1*0,8+6*1,5+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./75=1*0,8+7*1,5+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./76=1*0,8+8*1,5+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./77=1*0,8+9*1,5+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./78=1*0,8+10*1,5+3*1,05	Combinación lineal
	E.L.U./79=1*0,8+11*1,5+3*1,05	Combinación lineal
Combinación ELU: acción variable fundamental: Carga de granizo - Con acción	E.L.U./80=1*0,8+3*1,5	Combinación lineal
	E.L.U./81=1*0,8+3*1,5+4*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./82=1*0,8+3*1,5+5*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./83=1*0,8+3*1,5+6*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./84=1*0,8+3*1,5+7*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./85=1*0,8+3*1,5+8*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./86=1*0,8+3*1,5+9*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./87=1*0,8+3*1,5+10*0,9	Combinación lineal
	E.L.U./88=1*0,8+3*1,5+11*0,9	Combinación lineal

Para las combinaciones usadas en el diseño de los elementos de hormigón armado se utilizaron las indicaciones dadas en el capítulo 9 y el apéndice C de la norma ACI 318:

1. $U = 0.9 * D$
2. $U = 1.2 * D + 0.5 * SU$
3. $U = 1.2 * D + 0.5 * G$
4. $U = 1.2 * D + 1.6 * W$
5. $U = 1.2 * D + 1.6 * G + 0.5 * W$
6. $U = 0.9 * D + W$

ANEXO 6

COMPENDIO ROBOT STRUCTURAL ANALISYS PROFESSIONAL 2023

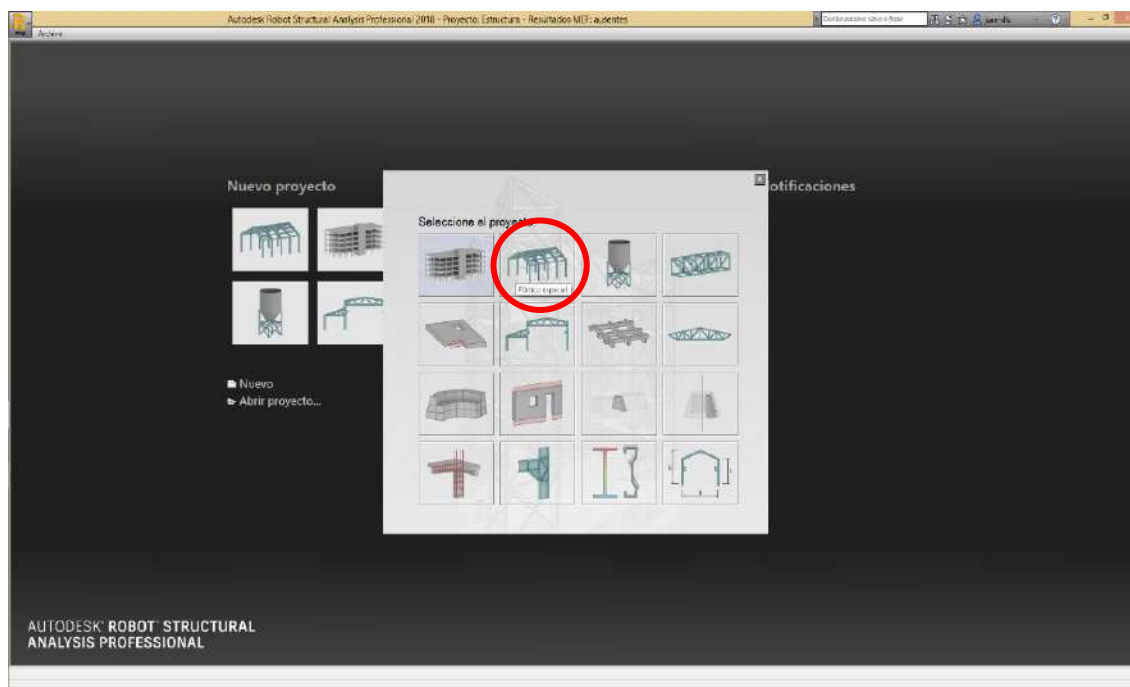
Metodología

En las siguientes páginas se muestra la metodología aplicada para efectuar el análisis de la estructura escogida para el proyecto con el programa Autodesk Robot Structural Analysis 2023 (en adelante RSA)

Debido a la variabilidad del análisis de las uniones, el análisis de estas no se ve reflejado en este compendio

Paso 1: Creación del nuevo proyecto

- Abrir el programa, seleccionar nuevo proyecto y elegir el subtipo “Pórtico Espacial”



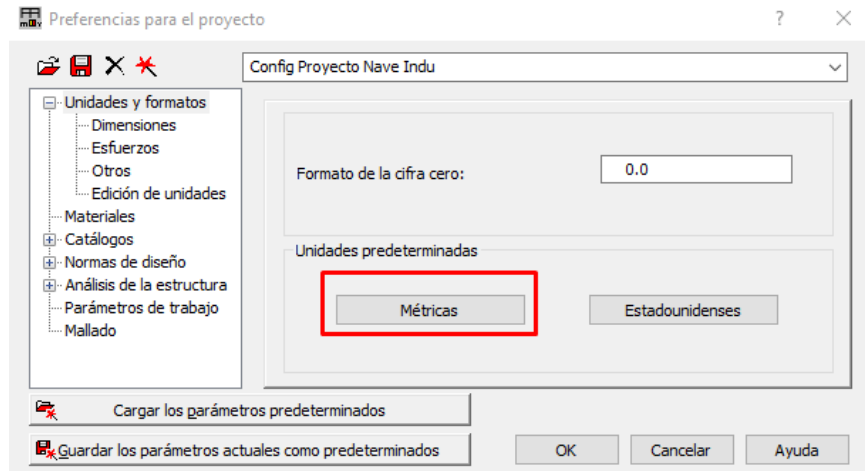
Paso 2: Configuración del entorno de trabajo

- Seleccionar el botón “Herramientas”



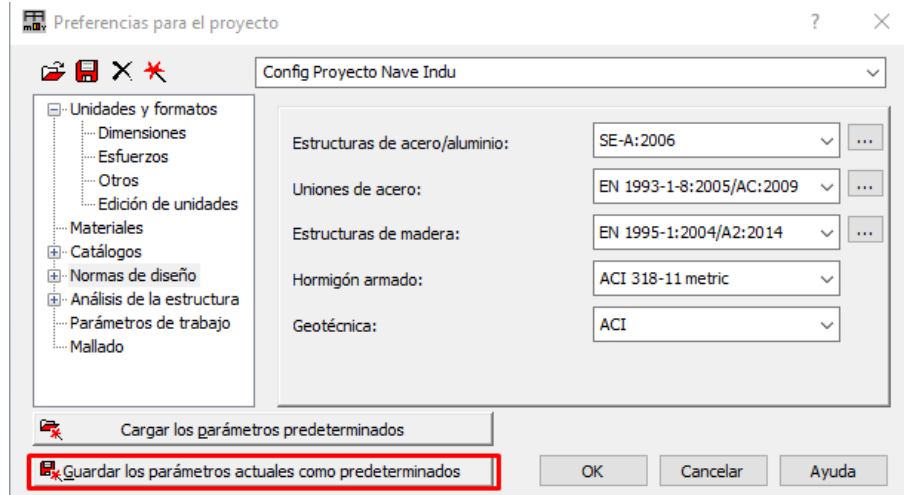
- Seleccionar el botón “Preferencias para el proyecto”
- Definir las unidades de trabajo





- Definir los materiales de la estructura, en base a las características señaladas en el apartado 2.6.1.; 2.6.2. y Anexo 1

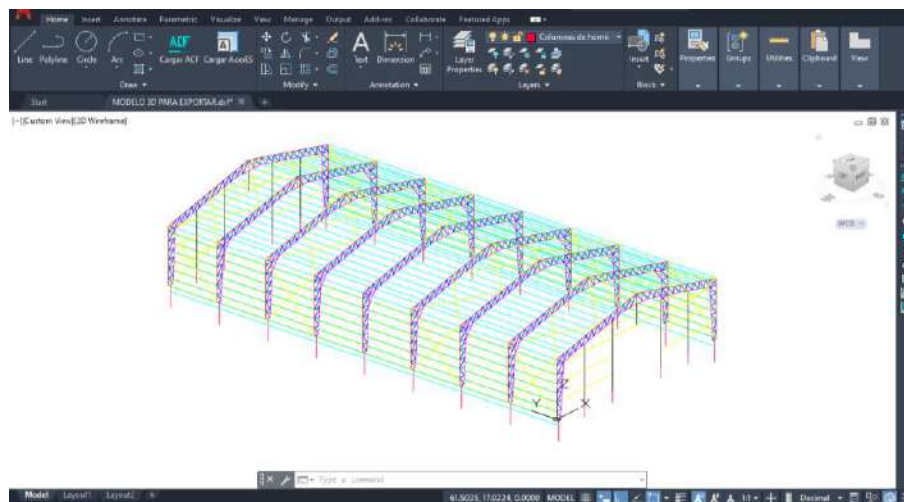
- Definir las normas de diseño, de acuerdo con lo especificado en el apartado 2.7.



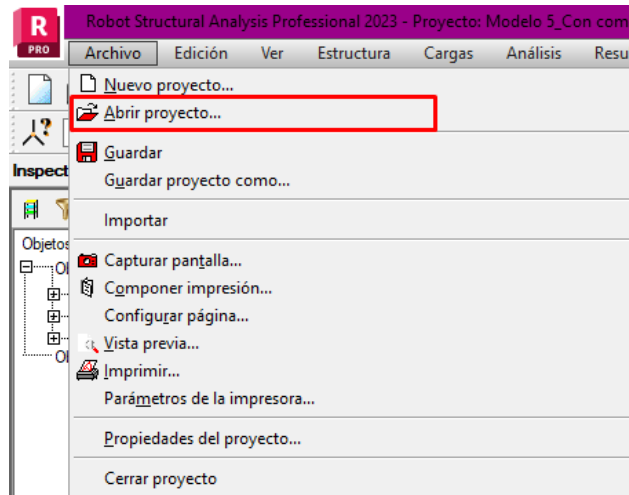
Para concluir con el paso dos guardar las configuraciones realizadas

Paso 3: Modelo Arquitectónico

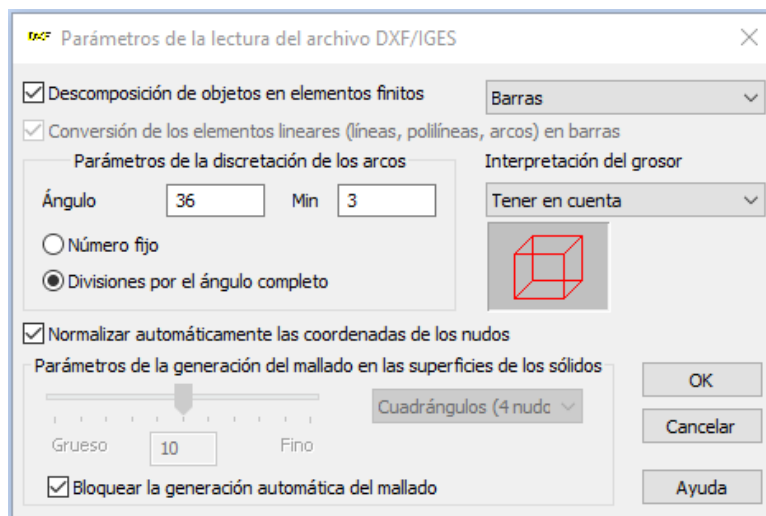
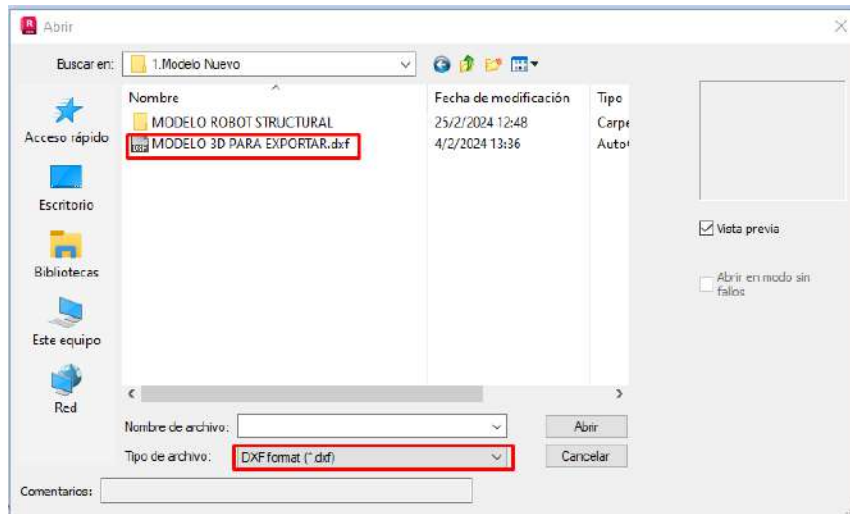
- En base al modelo arquitectónico se traza el modelo analítico de la estructura en formato DXF, en este caso se usará el programa Autodesk® AutoCAD para trazar el modelo, como una estructura alámbrica, que luego será importado por RSA

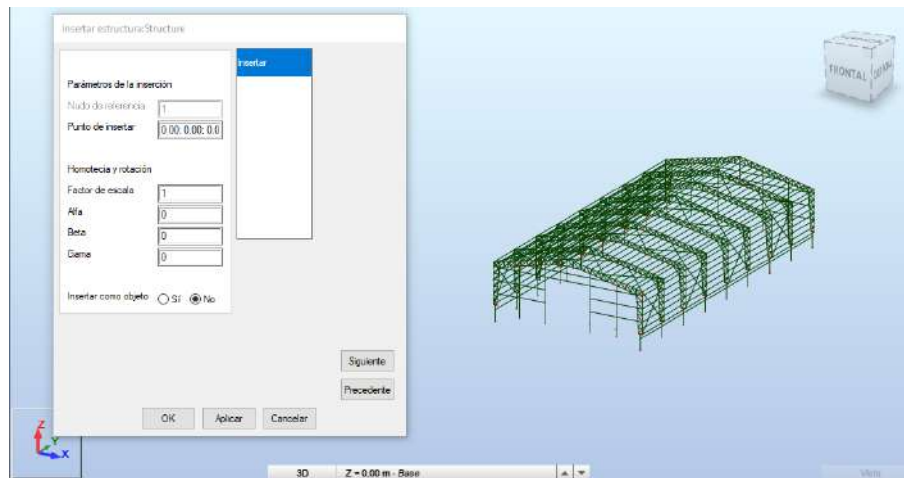


- En la ficha de “Archivo” seleccionar la opción “Abrir proyecto”, “Mapas de plantas DXF, DWG...”



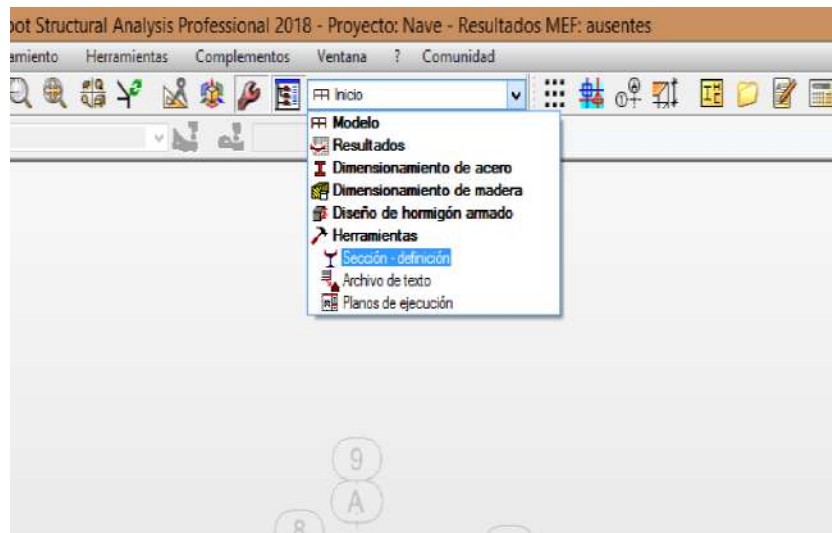
- Seleccionar la ubicación del modelo analítico, configurar las opciones de importación y aplicar



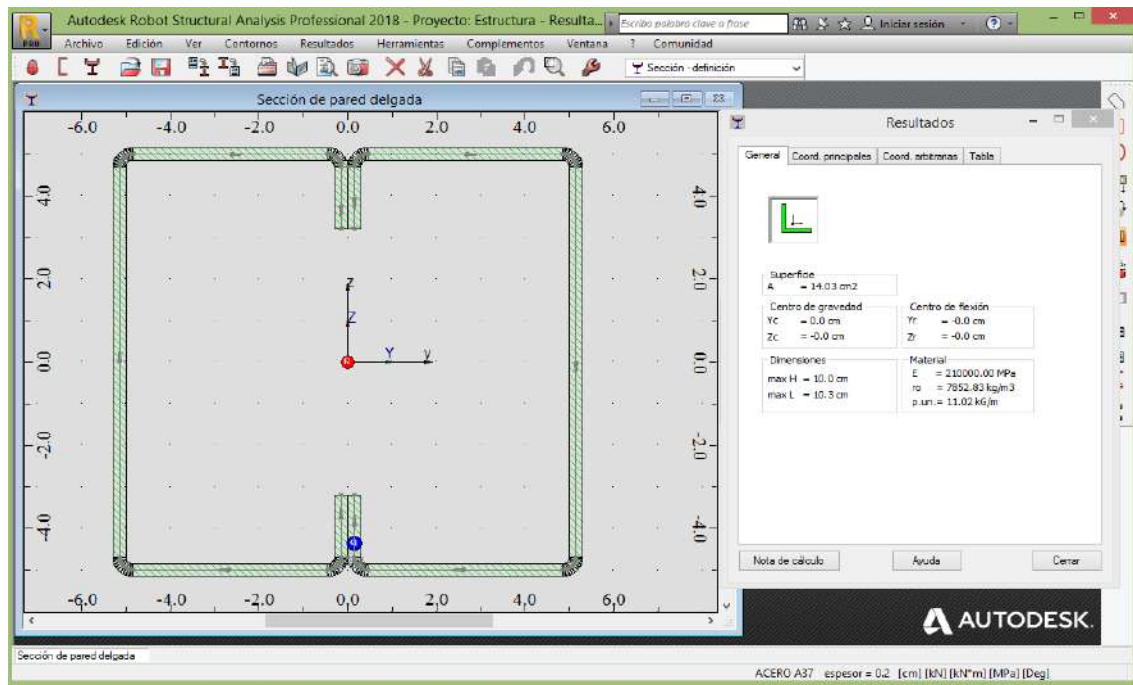


Paso 4: Disposición de las Secciones de los Elementos Estructurales

- En la sección de pantallas se selecciona “Herramientas”  y Luego “Sección - definición” 

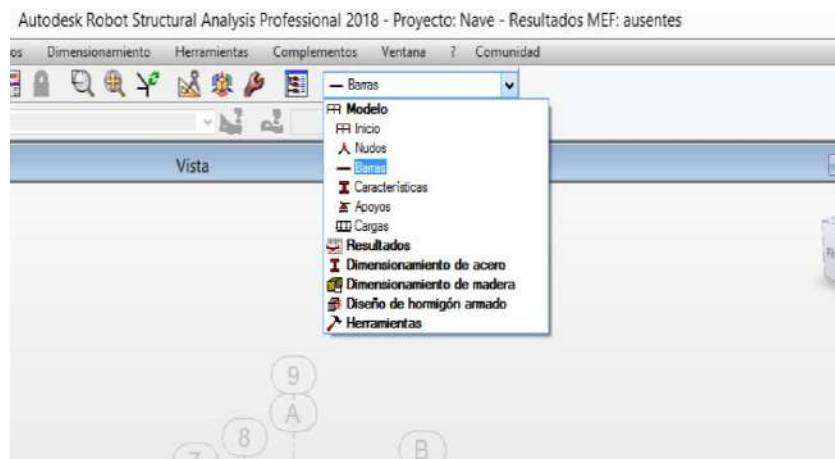


- Se genera la sección a través de un archivo DXF, se le asignan características y se calculan sus propiedades



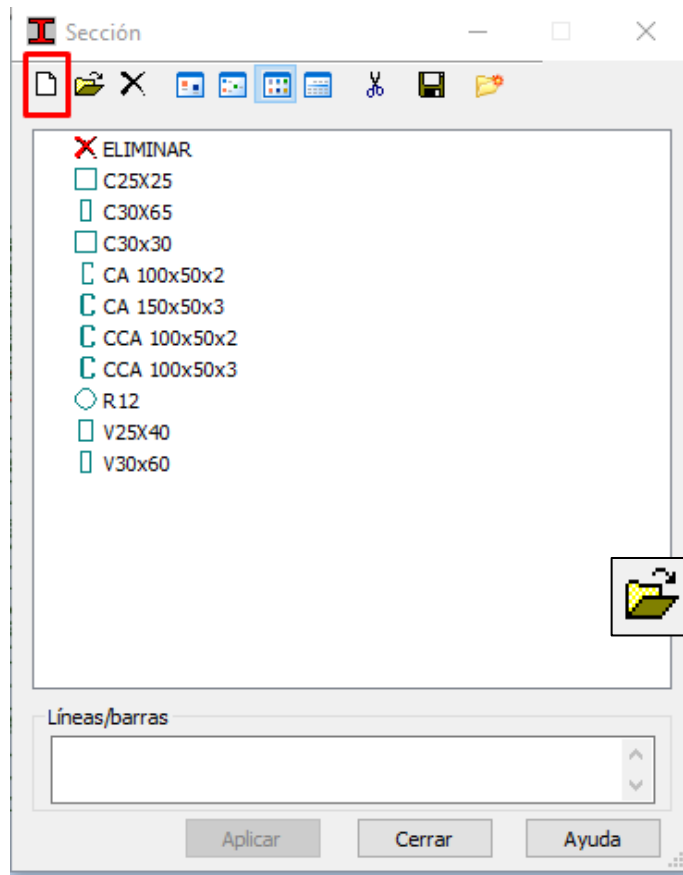
Cabe mencionar que las secciones que se creen en este módulo deben estar acordes con las restricciones del programa y del código de diseño que se use.

- En la sección de pantallas se debe seleccionar “Modelo”, luego seleccionar “Barras”

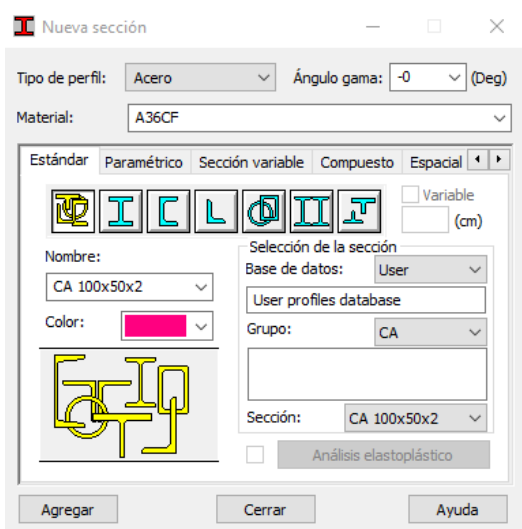


- En la barra de parámetros, ubicada en la parte derecha se elige el botón “Sección”

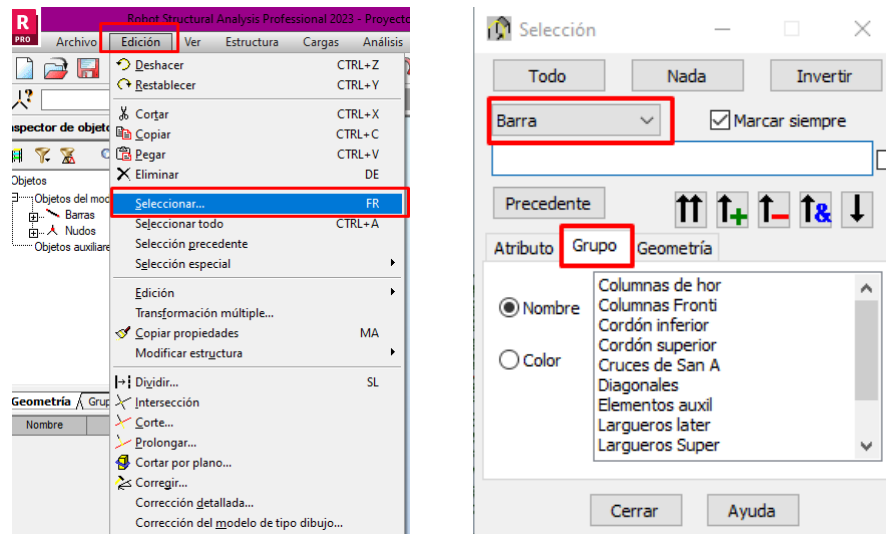




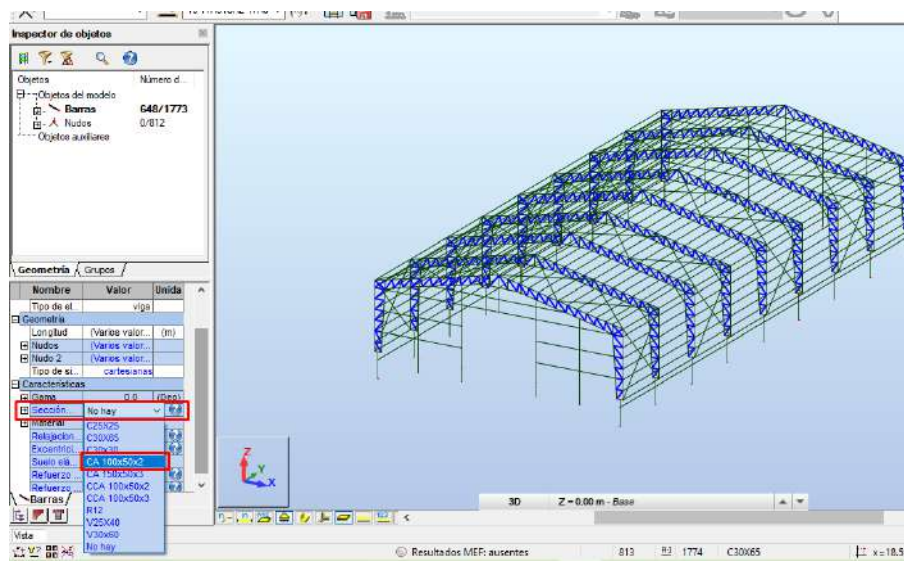
- Se escoge la opción “Definir una sección nueva”
- Posteriormente se escoge el “Catálogo de perfiles del usuario” que contiene los perfiles creados, se escoge la familia y se añaden al modelo. Posteriormente se crean las secciones de hormigón.



- Seleccionar el layer donde se guardaron las diferentes partes de la estructura mediante el botón “Edición” “Seleccionar” “Barra” “Grupo”.



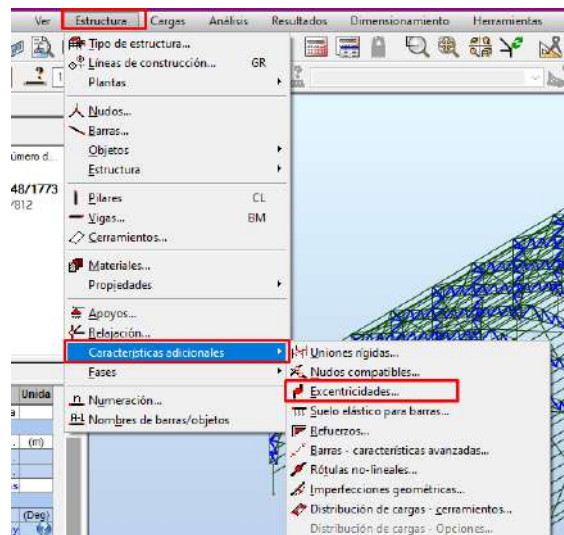
- Seleccionado el grupo de barras se procede a asignar las secciones a cada uno de los grupos mediante el inspector de objetos.



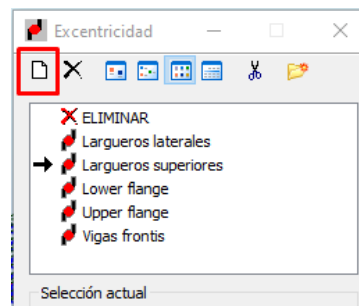
Paso 5: Asignación de excentricidades y de ángulos de inclinación de largueros

- Posteriormente asignadas las secciones se procede a asignar las excentricidades a las secciones correspondientes para poder asemejar más el modelo a un comportamiento

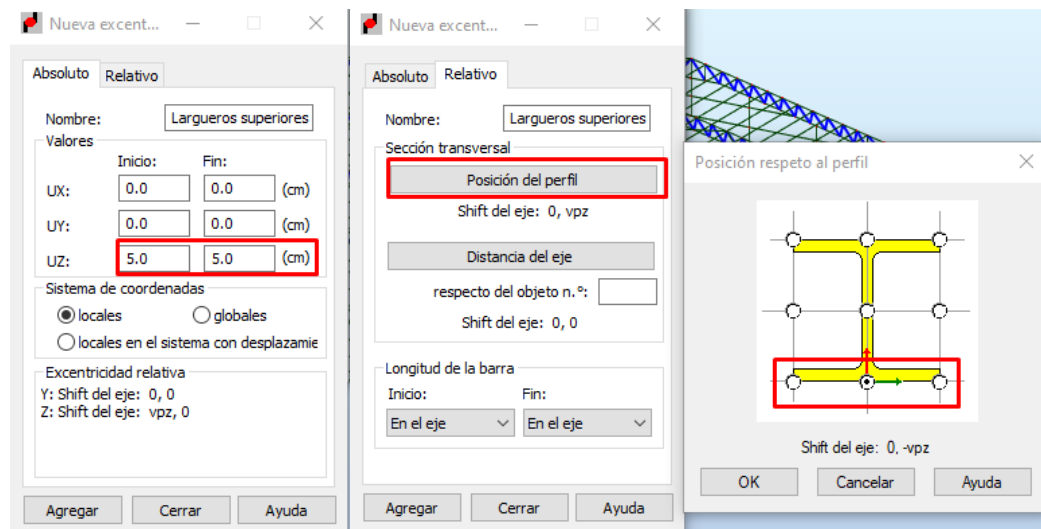
real, para ello se escoge “Estructura”, “Características adicionales” “excentricidades”.



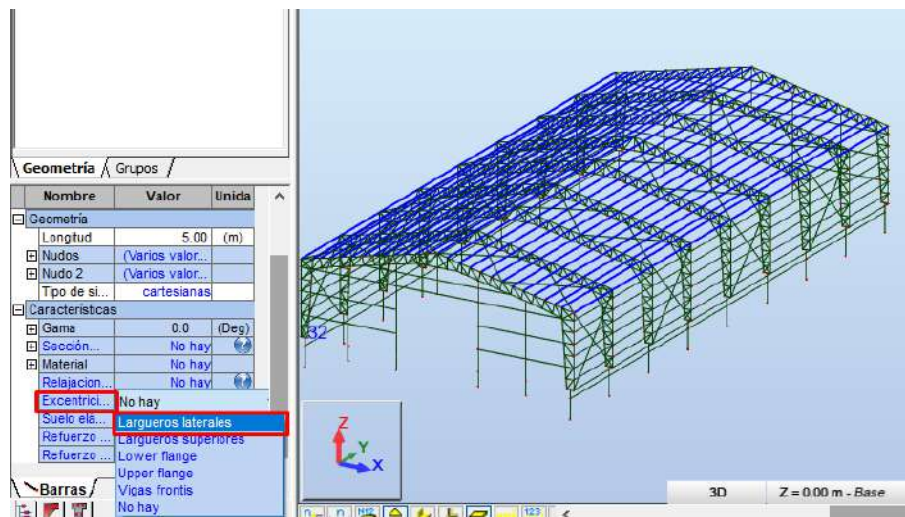
- Se crean las excentricidades para los largueros oprimiendo “Definir una nueva excentricidad”.



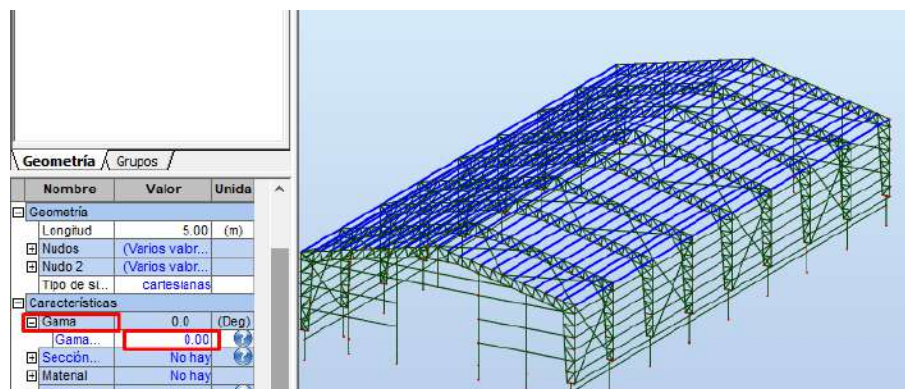
- Se configura “Absoluto” en base a las dimensiones geométricas de los demás perfiles y posteriormente se configura “Relativo” para cambiar el punto de inserción del análisis del elemento.



- Se seleccionan las barras necesarias y se aplica la excentricidad mediante el inspector de objetos.

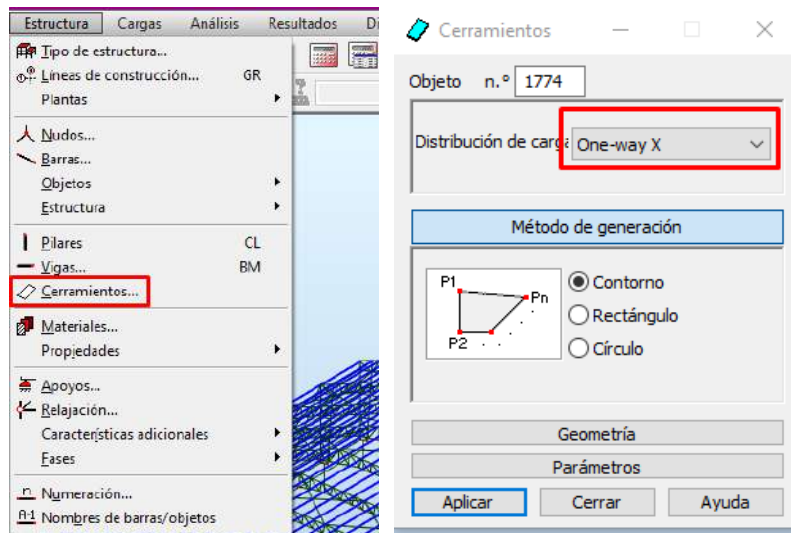


- Asignadas las excentricidades se procede a cambiar el ángulo de inclinación de los largueros según corresponda seleccionando el grupo de largueros y buscando en el inspector de objetos la función “Ángulo Gamma” configurándolo en base al ángulo de inclinación de la cubierta.

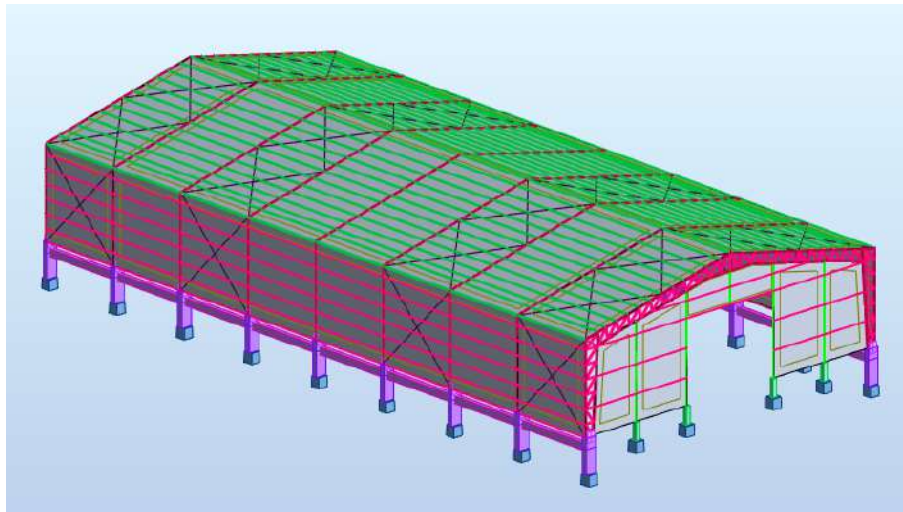


Paso 6: Creación de Cerramientos

- En la pestaña “Estructura” se selecciona la opción “Cerramientos” procurando de configurar la distribución de carga en Una sola dirección.



- Con la opción de “Contorno” se procede a delimitar las superficies de cerramiento

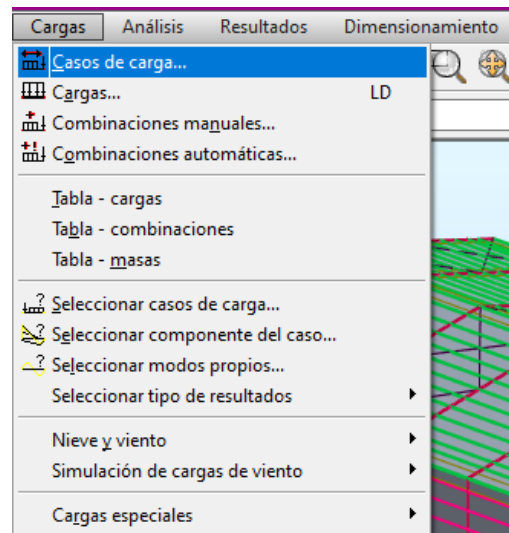


Cabe recordar que las opciones de cerramiento, son objetos que no aportan valor estructural al modelo, solamente cumplen la función de distribuir las cargas que se le asignen.

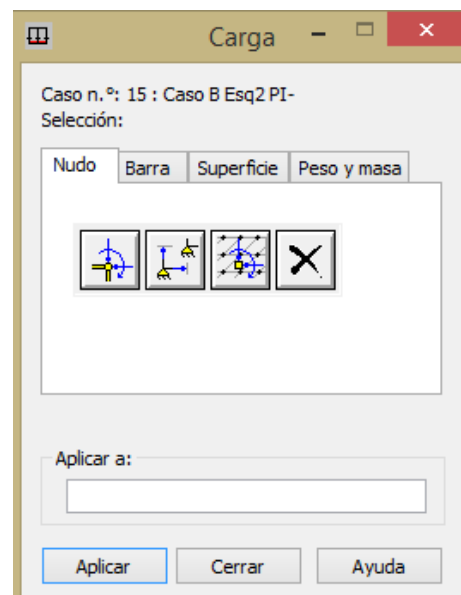
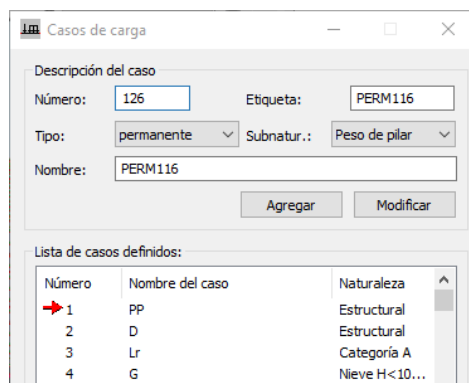
Paso 7: Creación y Asignación de Cargas

- En la sección de pantallas se selecciona “Cargas”

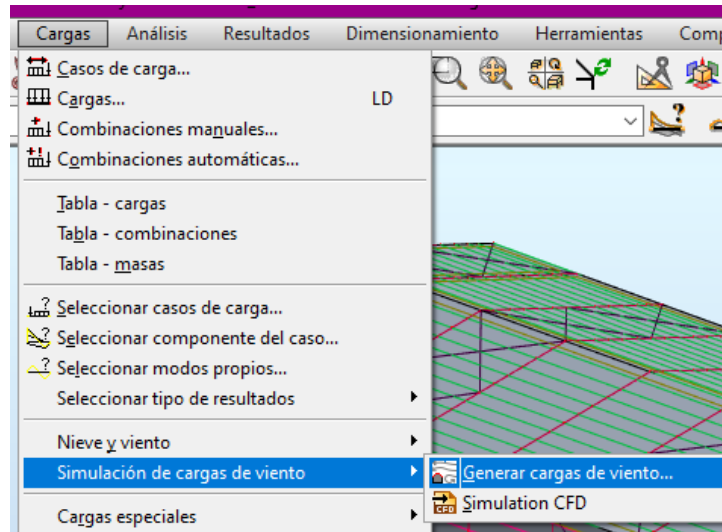




- En la ventana de “Casos de carga” se introduce el tipo y una descripción de los casos de carga, que se analizara en el modelo. Cabe recalcar que solo serán introducidas cargas gravitacionales en este apartado. Las cargas de viento serán introducidas posteriormente mediante Túnel de Viento del programa (simulación de dinámica computacional de fluidos, CFD en inglés)
- Con el botón “Definición de cargas”  se procede a definir el valor, el tipo y la ubicación de la carga que se asigna en cada caso.



- Posteriormente ingresadas las cargas en los cerramientos se procede a introducir la carga de viento, para ello se debe ingresar a “Cargas”, “Simulación de cargas de viento”, “Generar cargas de viento”.



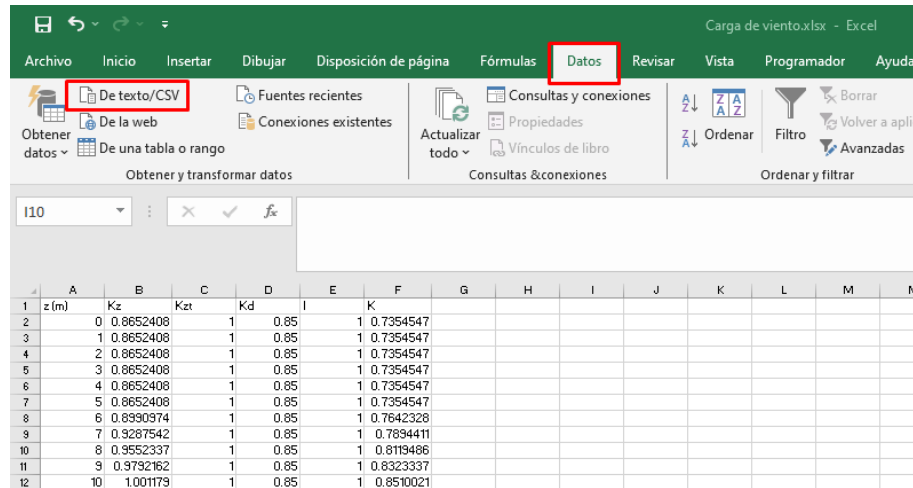
- Una vez allí se debe configurar el perfil de viento, para ello se debe ingresar al apartado perfil de viento y mover cualquier punto del perfil mostrado, luego se procede a guardar el perfil.



- Finalizado esto, se debe ir a equipo e ingresar al siguiente directorio:
C:\Users\”Nombre del equipo”\AppData\Roaming\Autodesk\Robot Structural

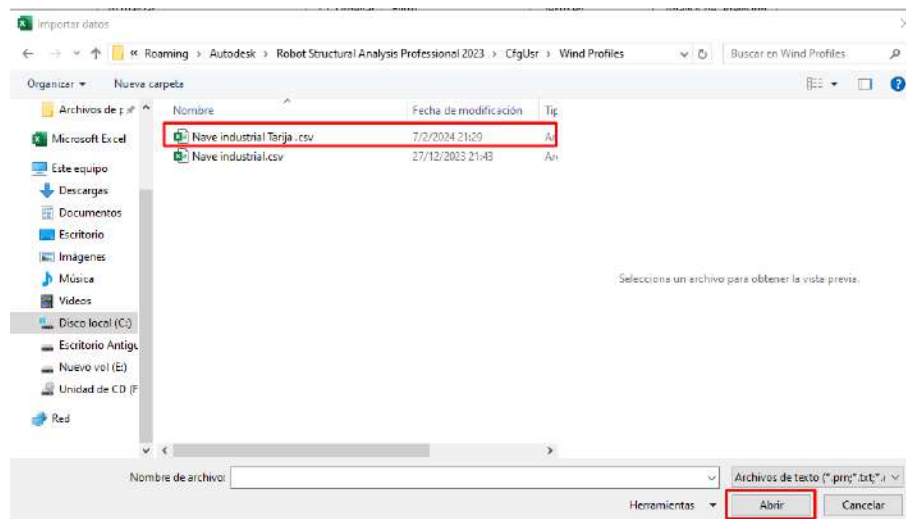
Analysis Professional 2023\CfgUsr\Wind Profiles (Se recomienda tener los elementos ocultos activos).

- Una vez allí se debe copiar la dirección del directorio y tenerlo en el porta papeles, posteriormente se debe abrir la hoja de cálculo de Excel en la cual se tengan calculados los factores de viento según la normativa en uso.
- En una nueva hoja de ese documento de debe ingresar a “Datos” “De texto/CSV”



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	z (m)	Kz	Kzt	Kd	I	K								
2	0	0.8652408	1	0.85	1	0.7354547								
3	1	0.8652408	1	0.85	1	0.7354547								
4	2	0.8652408	1	0.85	1	0.7354547								
5	3	0.8652408	1	0.85	1	0.7354547								
6	4	0.8652408	1	0.85	1	0.7354547								
7	5	0.8652408	1	0.85	1	0.7354547								
8	6	0.8990974	1	0.85	1	0.7642328								
9	7	0.9287542	1	0.85	1	0.7894411								
10	8	0.9552337	1	0.85	1	0.8119486								
11	9	0.9792162	1	0.85	1	0.8323337								
12	10	1.001179	1	0.85	1	0.8510021								

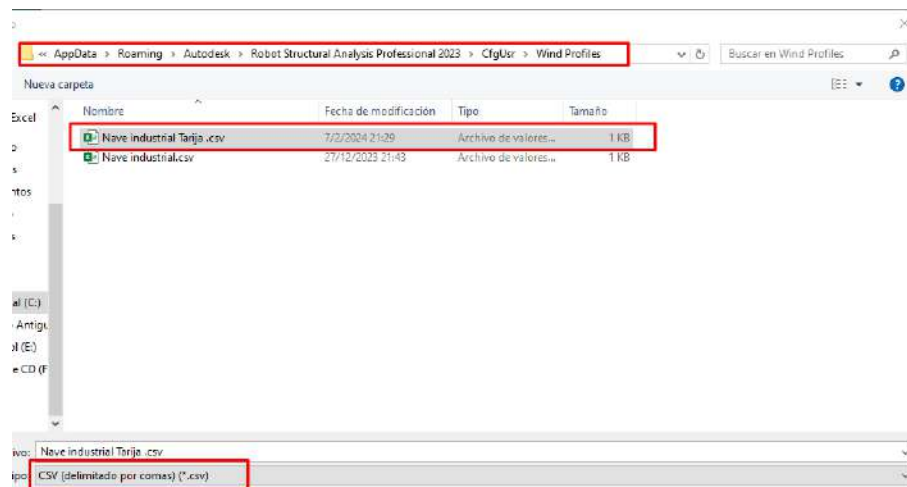
- Hecho esto se debe pegar la ubicación del directorio del portapapeles y se selecciona el archivo con el nombre del perfil de viento guardado en Robot Structural.



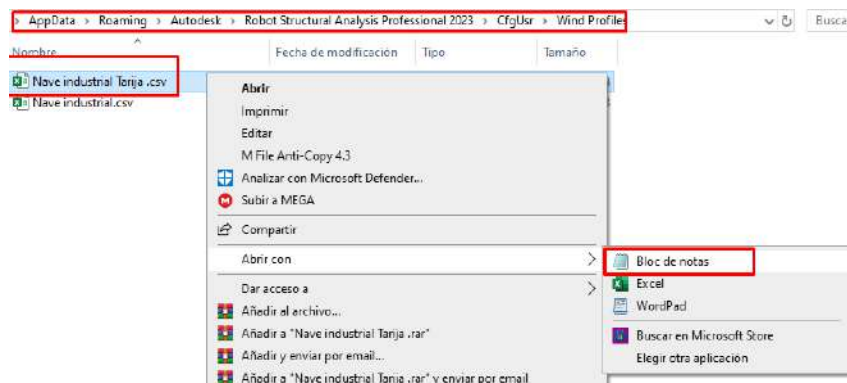
- Luego, se debe ir copiando los datos de z(m) y k en las casillas height y Velocity factor respectivamente.

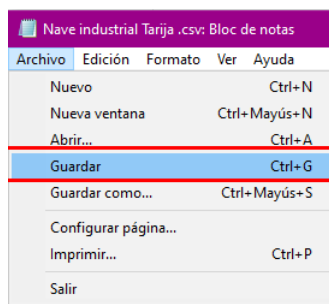
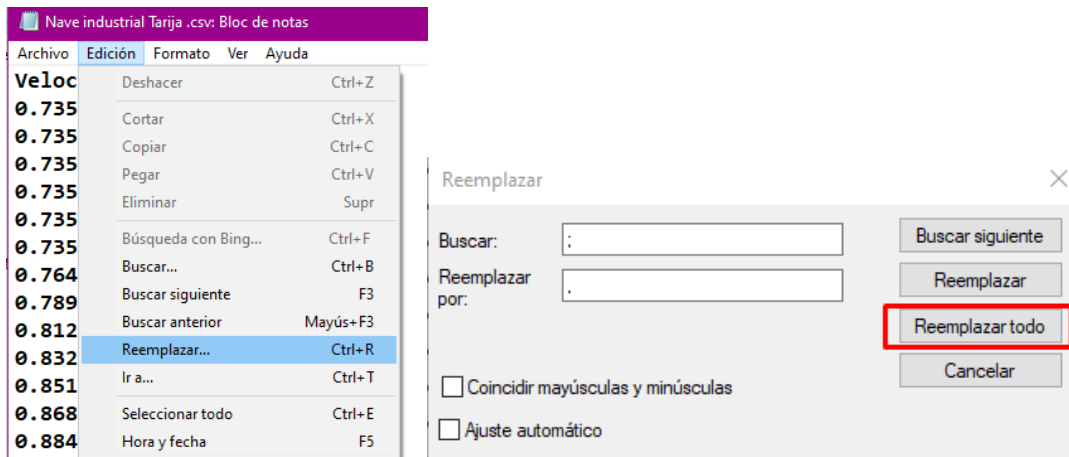
A	B	C	D	E
Velocity factor ▾	Height ▾			
0.735454684	0			
0.735454684	1			
0.735454684	2			
0.735454684	3			
0.735454684	4			
0.735454684	5			
0.764232767	6			
0.789441068	7			
0.811948616	8			
0.832333737	9			

- Se procede a guardar el archivo como “Archivo CSV delimitado por comas” en la misma ubicación del archivo original y se lo reemplaza.

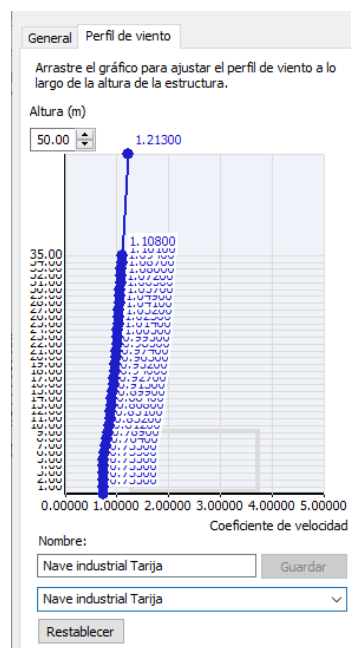


- Una vez hecho esto, se debe abrir ese archivo nuevo como archivo de texto y se procede a reemplazar los punto y comas por comas (Cabe aclarar que para que esto se pueda realizar se debe cerrar por completo el archivo de Excel).

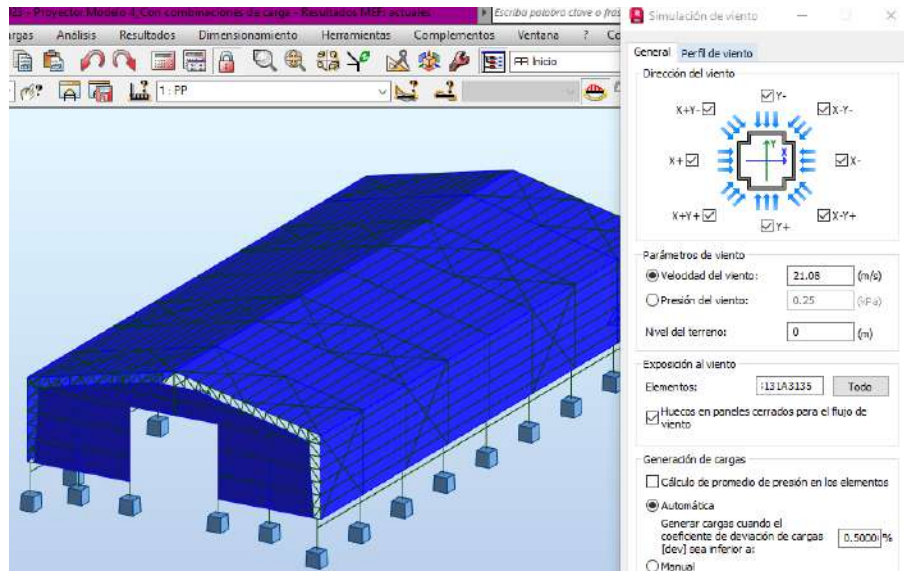




- Finalizado este procedimiento ya estaría configurado el túnel de viento y se puede regresar a Robot Structural para configurar los parámetros del túnel de viento.



- Se determinan las direcciones de análisis, la velocidad de viento y se seleccionan los elementos que estarán sometidos a la carga de viento en este caso los cerramientos.



Paso 8: Combinaciones de Carga

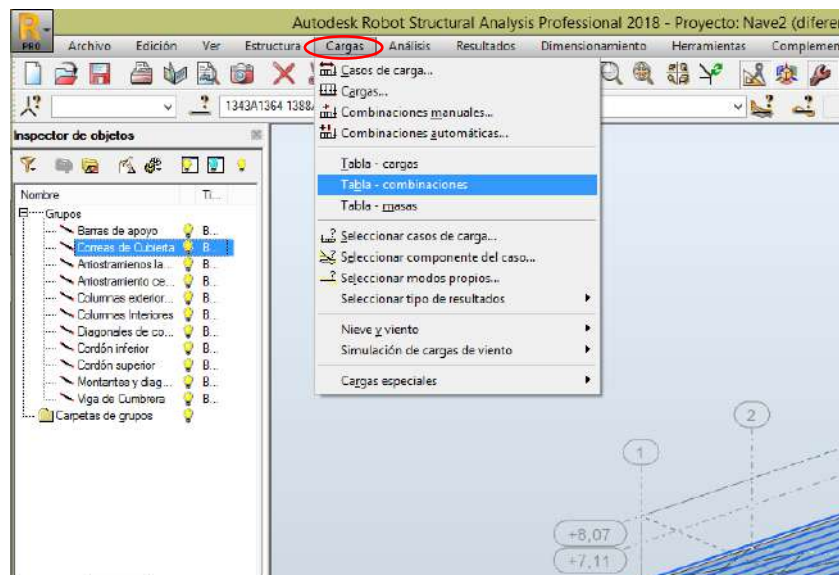
- Las distintas combinaciones de hipótesis de carga para estados límite de servicio y último, se realizaron siguiendo los criterios que establece el Documento Básico Seguridad Estructural, del Código Técnico de la Edificación.

No.	Etiqueta	Nombre del caso	Naturaleza	tipo de análisis
1	PP	Peso propio	Estructural	Estático lineal
2	D	Carga muerta	Estructural	Estático lineal
2	Lr	Sobrecarga de uso	Categoría A	Estático lineal
3	G	Carga de granizo	Categoría A	Estático lineal
4	Viento 1	Viento X+ 21.08 m/s (f = 0.74-1.22) Simulación	viento	Estático lineal
5	Viento 2	Viento X+Y+ 21.08 m/s (f = 0.74-1.22) Simulación	viento	Estático lineal
6	Viento 3	Viento Y+ 21.08 m/s (f = 0.74-1.22) Simulación	viento	Estático lineal
7	Viento 4	Viento X-Y+ 21.08 m/s (f = 0.74-1.22) Simulación	viento	Estático lineal
8	Viento 5	Viento X- 21.08 m/s (f = 0.74-1.22) Simulación	viento	Estático lineal
9	Viento 6	Viento X-Y- 21.08 m/s (f = 0.74-1.22) Simulación	viento	Estático lineal
10	Viento 7	Viento X+Y- 21.08 m/s (f = 0.74-1.22) Simulación	viento	Estático lineal
11	Viento 8	Viento X+ 21.08 m/s (f = 0.74-1.22) Simulación	viento	Estático lineal
12	Viento 1	Viento X+ 21.08 m/s (f = 0.74-1.22) Simulación	viento	Estático lineal

Ejemplo:

Nombre del caso	Naturaleza	tipo de análisis
E.L.U./1=1*1,35	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./2=1*1,35+2*1,5	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./24=1*1,35+2*1,5+12*0,9+3*1,05	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./25=1*1,35+2*1,5+13*0,9+3*1,05	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./28=1*1,35+4*1,5	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./29=1*1,35+5*1,5	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./47=1*1,35+11*1,5+3*1,05	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./48=1*1,35+12*1,5+3*1,05	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./51=1*1,35+15*1,5+3*1,05	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./61=1*1,35+3*1,5+12*0,9	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./64=1*1,35+3*1,5+15*0,9	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./65=1*0,8	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./66=1*0,8+2*1,5	Permanente	Combinación lineal
E.L.U./67=1*0,8+2*1,5+3*1,05	Permanente	Combinación lineal

- Elabora la matriz de combinación de se procede a cargarla de manera manual al RSA
- En la pestaña “Cargas” se selecciona la opción “Tabla - combinaciones”



En la ventana emergente se procede a seleccionar la pestaña “Edición” y a pegar en esta ventana las combinaciones que se crearon.

Combinaciones de casos - Casos: 16A143

Combinación	Nombre	Caso	Coef.	Caso	Coef.	Caso	Coef.	Caso	Coef.	Caso	Coef.
16 (C)	ELU/1	1	1.35								
17 (C)	ELU/2	1	1.35	2	1.50						
18 (C)	ELU/3	1	1.35	2	1.50	3	1.05				
19 (C)	ELU/4	1	1.35	2	1.50	4	0.90				
20 (C)	ELU/5	1	1.35	2	1.50	5	0.90				
21 (C)	ELU/6	1	1.35	2	1.50	6	0.90				
22 (C)	ELU/7	1	1.35	2	1.50	7	0.90				
23 (C)	ELU/8	1	1.35	2	1.50	8	0.90				
24 (C)	ELU/9	1	1.35	2	1.50	9	0.90				
25 (C)	ELU/10	1	1.35	2	1.50	10	0.90				
26 (C)	ELU/11	1	1.35	2	1.50	11	0.90				
27 (C)	ELU/12	1	1.35	2	1.50	12	0.90				
28 (C)	ELU/13	1	1.35	2	1.50	13	0.90				
29 (C)	ELU/14	1	1.35	2	1.50	14	0.90				
30 (C)	ELU/15	1	1.35	2	1.50	15	0.90				
31 (C)	ELU/16	1	1.35	2	1.50	4	0.90	3	1.05		
32 (C)	ELU/17	1	1.35	2	1.50	5	0.90	3	1.05		
33 (C)	ELU/18	1	1.35	2	1.50	6	0.90	3	1.05		
34 (C)	ELU/19	1	1.35	2	1.50	7	0.90	3	1.05		
35 (C)	ELU/20	1	1.35	2	1.50	8	0.90	3	1.05		
36 (C)	ELU/21	1	1.35	2	1.50	9	0.90	3	1.05		
37 (C)	ELU/22	1	1.35	2	1.50	10	0.90	3	1.05		
38 (C)	ELU/23	1	1.35	2	1.50	11	0.90	3	1.05		
39 (C)	ELU/24	1	1.35	2	1.50	12	0.90	3	1.05		
40 (C)	ELU/25	1	1.35	2	1.50	13	0.90	3	1.05		
41 (C)	ELU/26	1	1.35	2	1.50	14	0.90	3	1.05		
42 (C)	ELU/27	1	1.35	2	1.50	15	0.90	3	1.05		
43 (C)	ELU/28	1	1.35	4	1.50						
44 (C)	ELU/29	1	1.35	5	1.50						
45 (C)	ELU/30	1	1.35	6	1.50						
46 (C)	ELU/31	1	1.35	7	1.50						
47 (C)	ELU/32	1	1.35	8	1.50						
48 (C)	ELU/33	1	1.35	9	1.50						
49 (C)	ELU/34	1	1.35	10	1.50						
50 (C)	ELU/35	1	1.35	11	1.50						
51 (C)	ELU/36	1	1.35	12	1.50						

Valores Edición Info

- Pasada la creación de las combinaciones de debe crear una envolvente de combinaciones tanto ELU como ELS, para lo cual se debe ingresar a “Edición”, “Seleccionar”, “Caso”, “Combinación”.

Selección

Todo Nada Invertir

Caso ☒ Marcar siempre

Precedente

Simple **Combinación** Grupo

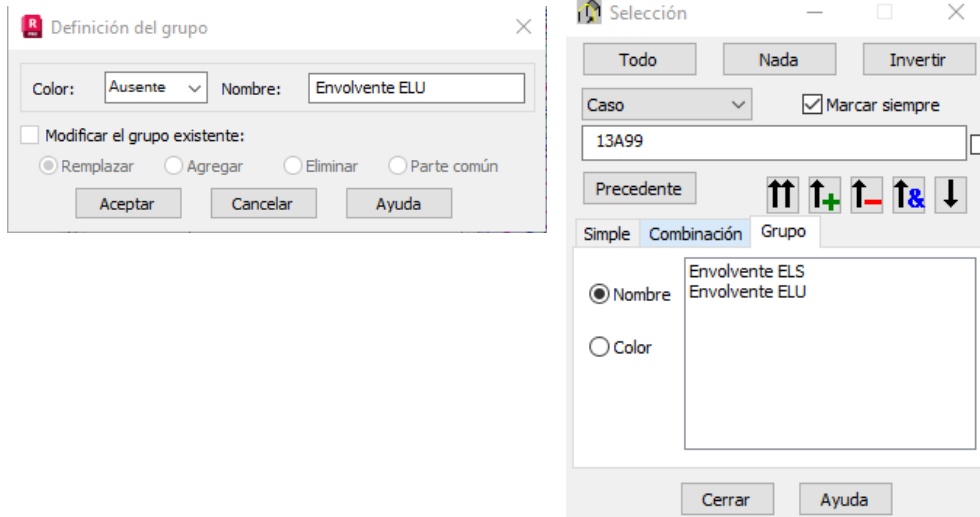
Atributos:

Todo

99 : ELU88=0.8D+1
 100 : ELS1=D+Lr
 101 : ELS2=D+Lr+0.
 102 : ELS3=D+Lr+0.
 103 : ELS4=D+Lr+0.
 104 : ELS5=D+Lr+0.
 105 : ELS6=D+Lr+0.
 106 : ELS7=D+Lr+0.

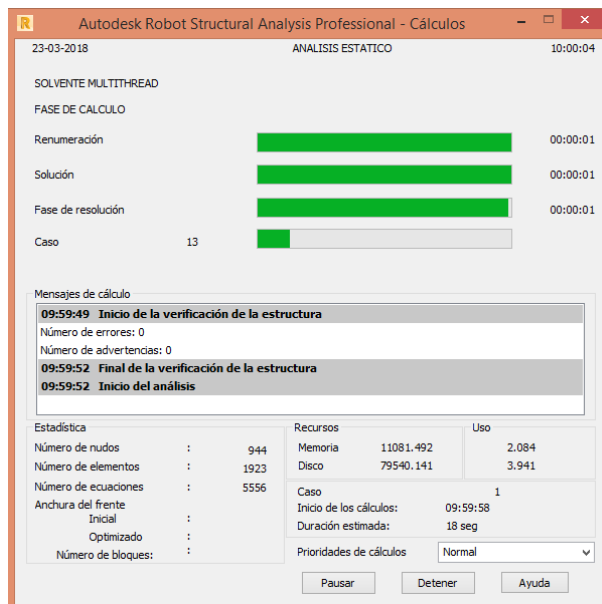
Cerrar Ayuda

- Luego se ingresa a grupo y se debe presionar  para crear el grupo de combinaciones.

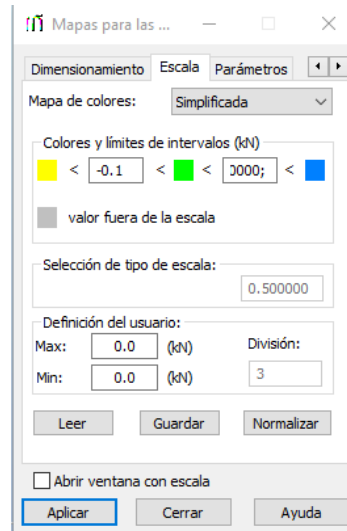


Paso 9: Análisis Estructural y Evaluación de Resultados

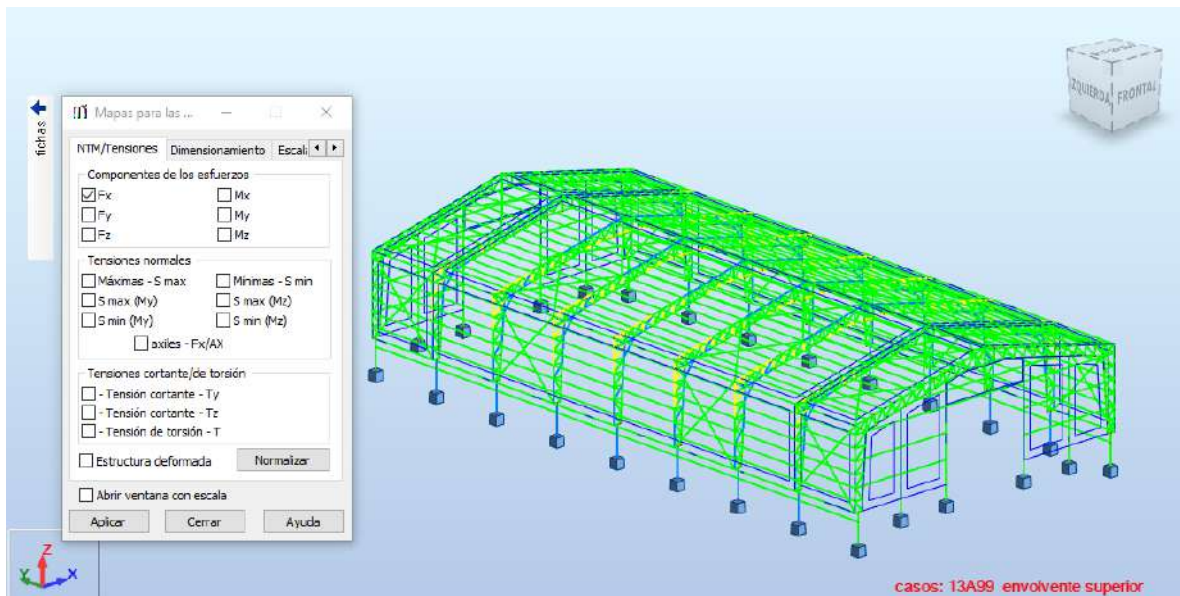
- Para iniciar con el análisis se deben asignar los apoyos correspondientes, definida la ubicación y clase de apoyos a utilizar, se debe seleccionar el botón “calcular” 

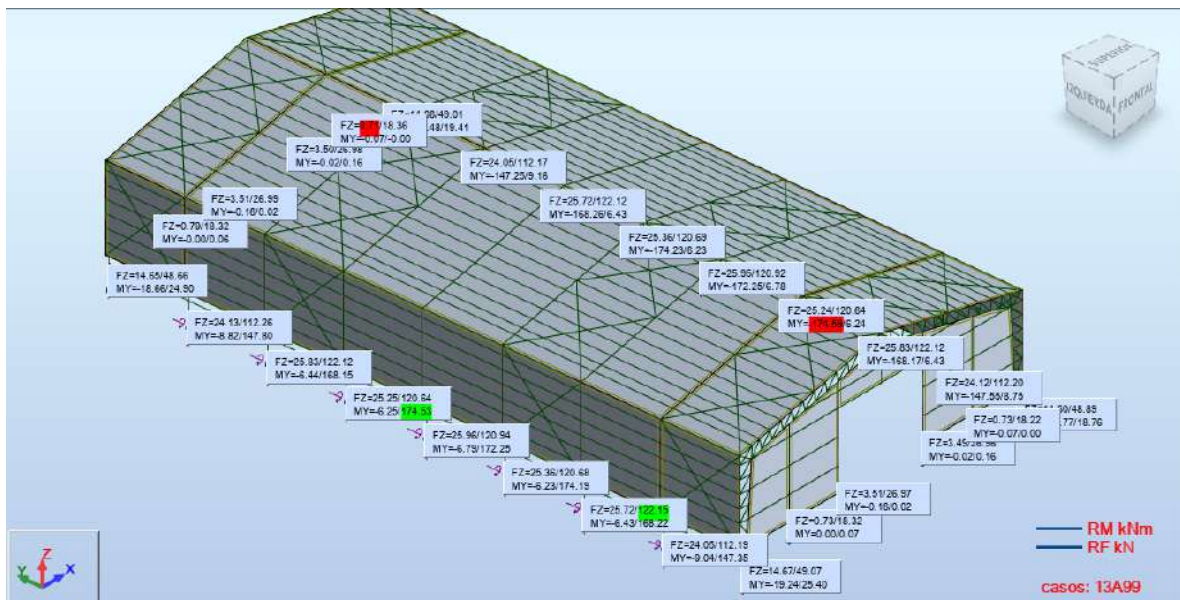
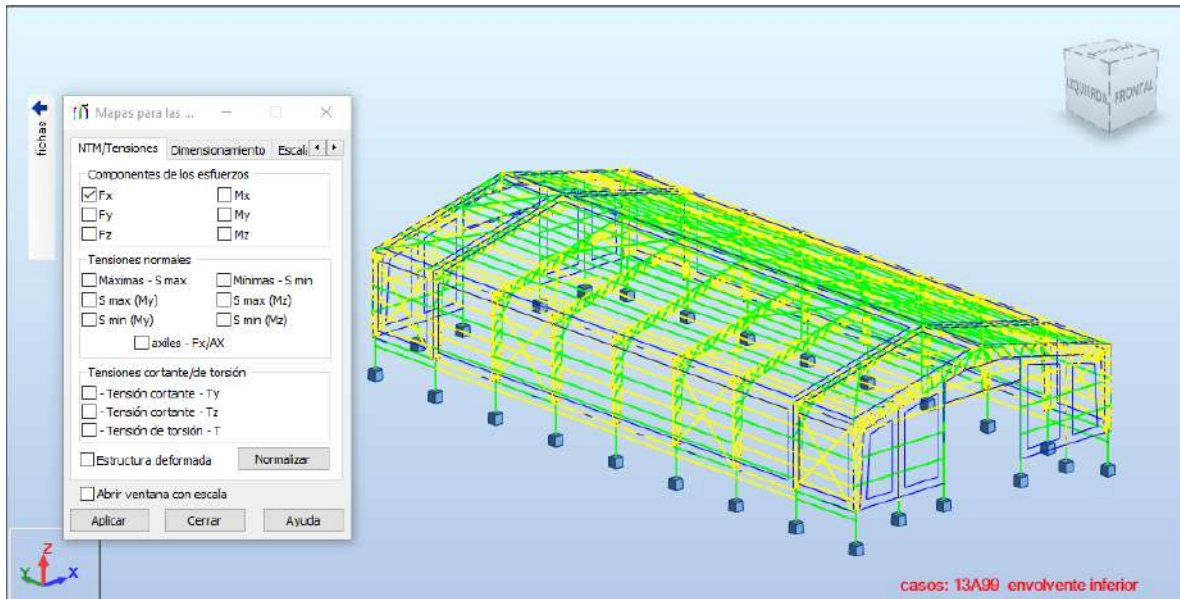


- Para evaluar los resultados obtenidos en la sección de pantallas se escoge la opción “Resultados”



Escala de colores

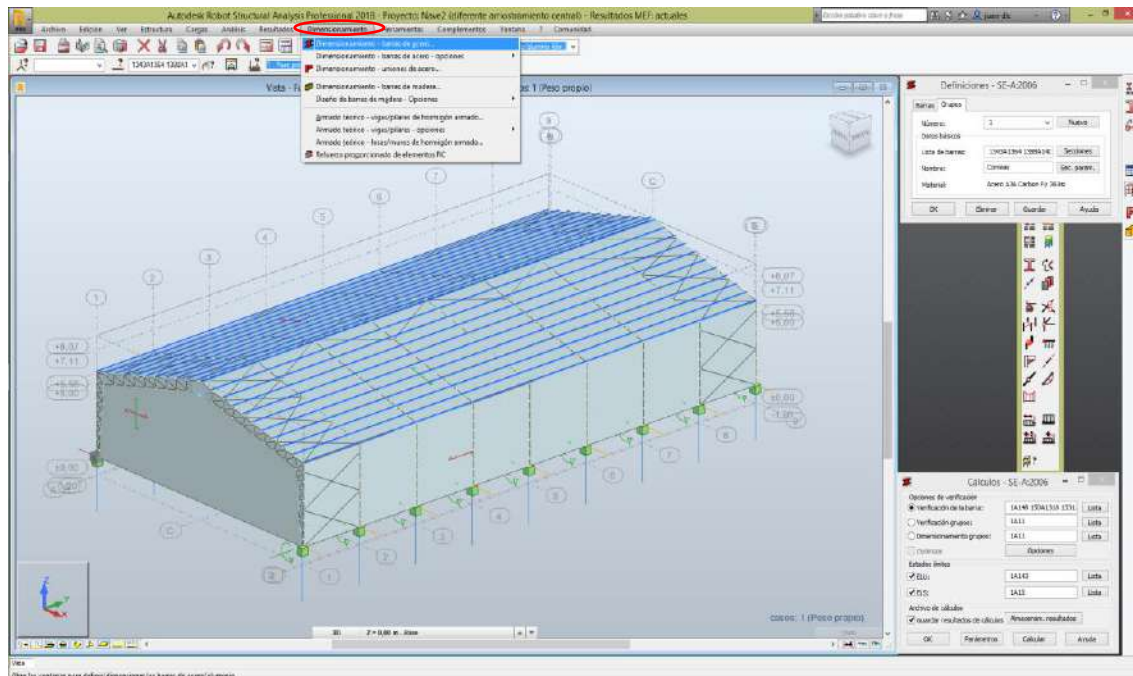




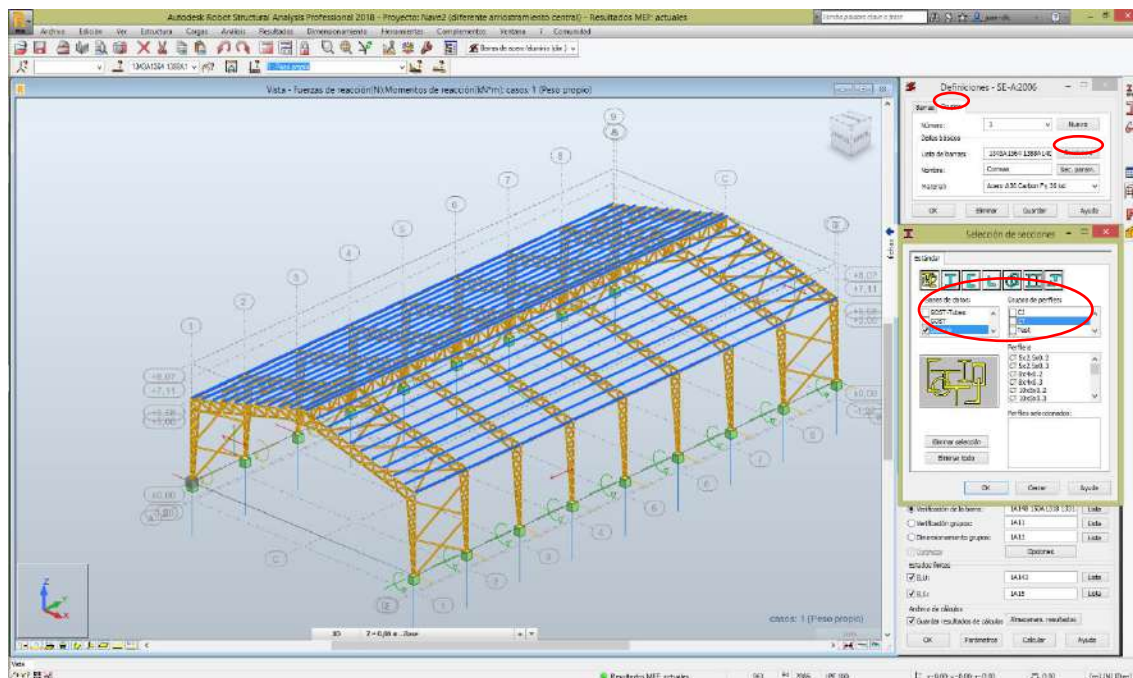
- En este componente del RSA se evalúan los resultados (fuerzas internas, reacciones, esfuerzos, etc.) para los diferentes casos de carga creados. En base a estos resultados se procede al cálculo manual de todos los elementos.

Paso 10: Diseño de los elementos

- Para pasar al diseño de los elementos se procede a seleccionar la opción “Dimensionamiento- barras de acero” de la pestaña “Dimensionamiento”



- Se definen grupos para efectuar la verificación y diseño de los elementos, con el fin de ahorrar tiempo en el análisis de cada elemento y para simplificar el diseño de cada grupo se predetermina el tipo de secciones con las que el programa podrá diseñar.



- En la pestaña “Cálculos” con las secciones ya asignadas se procede a realizar una verificación del diseño, seleccionando todos los grupos creados

ANEXO 7

SOLICITACIONES Y DISEÑO

DISEÑO A TRACCIÓN CORDÓN SUPERIOR CUBIERTA

DATOS

N_{Ted} 152.63 kN	Solicitud de Tracción
f_y 250 MPa	Límite de fluencia
f_u 400 MPa	Límite de rotura
E 203 GPa	Módulo de elasticidad
ν 0.3	Coefficiente de Poisson
G $\frac{E}{2(1+\nu)}$ (78.077 GPa	Módulo de corte
L 0.75 m	Longitud del miembro
k_x 1	Coefficiente de longitud de pandeo en X
k_y 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Y
k_z 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil CA100x50x15x3

Barra N° 759



H 100 mm	Altura fuera afuera del perfil
W 50 mm	Ancho fuera afuera del perfil
D 15 mm	distancia fuera afuera del borde rigidizador
t 3 mm	Espesor del perfil
r $t/3$ 3 mm	Radio de doblado
C_w 1790 cm⁶	Coefficiente de Alabeo (ingreso manual)

A_g 12.616 cm²	Área total de la sección
I_x 195.582 cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje X
I_y 176.957 cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje Y

$$S_x / 39.116 \text{ cm}^3$$

$$S_y / 35.391 \text{ cm}^3$$

$$J / 0.378 \text{ cm}^4$$

$$x_o / 0 \text{ cm}$$

$$r_x / 3.937 \text{ cm}$$

$$r_y / 3.745 \text{ cm}$$

$$r_o / 5.434 \text{ cm}$$

Módulo de sección elástico respecto al eje X
Módulo de sección elástico respecto al eje Y
Constante de Saint-Venant
Coordenada en X del centro de corte
Radio de giro respecto a X
Radio de giro respecto a Y
Radio de giro polar con respecto al centro de corte

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$$h / 88 \text{ mm}$$

Altura del alma

$$b / 38 \text{ mm}$$

Ancho de las alas

$$d / 9 \text{ mm}$$

Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} / 29.333 \quad \text{Nota}_1 / \text{"Cumple, menor a 250"}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} / 12.667 \quad \text{Nota}_2 / \text{"Cumple, menor a 90"}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} / 3 \quad \text{Nota}_3 / \text{"Cumple, menor a 30"}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} / 0.237 \quad \text{Nota}_4 / \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.2 y 0.6"}$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} / 5521.591 \text{ MPa}$$

$$r_x$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} / 4995.79 \text{ MPa}$$

$$r_y$$

$$f_{e1} = \min f_{ex1} \leq f_{ey1} / 4.996 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} G J \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \quad (1790.736 \text{ MPa})$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2 \beta} f_{ex1} f_{e2} \sqrt{f_{ex1} f_{e2} + \beta f_{ex1} f_{e2}} \quad (1.791 \cdot 10^3 \text{ MPa})$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) \quad (1.791 \cdot 10^3 \text{ MPa})$$

$$f_{cr} = 1790.736 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} \quad (0.374) \quad \text{Nota/ "Cumple, es menor a 3"} \quad \text{ec. 5.3}$$

5. RESISTENCIA A TRACCIÓN

Según 6.2.5

$$\gamma_{m0} = 1.05 \quad \text{Coeficiente parcial de seguridad del material}$$

$$\gamma_{m2} = 1.25$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}} \quad (238.095 \text{ MPa}) \quad \text{Resistencia reducida de fluencia}$$

$$f_{ud} = \frac{f_u}{\gamma_{m2}} \quad (320 \text{ MPa}) \quad \text{Resistencia reducida de rotura}$$

$$N_{tRD1} = A_g f_{yd} \quad (300.392 \text{ kN}) \quad \text{ec.6.2}$$

$$N_{tRD2} = 0.9 A_g f_{ud} \quad (363.354 \text{ kN}) \quad \text{ec.6.3}$$

$$m \leq n \quad (i = 1 \text{ a } n)$$

6. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{Ted} = 152.63 \text{ kN}$$

$$r_1 = \frac{N_{Ted}}{N_{tRD}} \quad (0.508) \quad \text{Estado}_1 \quad \text{"Cumple"}$$

DISEÑO A TRACCIÓN CORDÓN SUPERIOR COLUMNA

DATOS

N_{Ted} 127.75 **kN**

Solicitación de Tracción

f_y 250 **MPa**

Límite de fluencia

f_u 400 **MPa**

Límite de rotura

E 203 **GPa**

Módulo de elasticidad

ν 0.3

Coefficiente de Poisson

$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 78.077$ **GPa**

Módulo de corte

L 0.8 **m**

Longitud del miembro

k_x 1

Coefficiente de longitud de pandeo en X

k_y 1

Coefficiente de longitud de pandeo en Y

k_z 1

Coefficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil CA100x50x15x3

Barra N° 721



H 100 **mm**

Altura fuera afuera del perfil

W 50 **mm**

Ancho fuera afuera del perfil

D 15 **mm**

distancia fuera afuera del borde rigidizador

t 3 **mm**

Espesor del perfil

r $t/3$ 3 **mm**

Radio de doblado

C_w 1790 **cm⁶**

Coefficiente de Alabeo (ingreso manual)

A_g 12.616 **cm²**

Área total de la sección

I_x 195.582 **cm⁴**

Momento de inercia al rededor del eje X

I_y 176.957 **cm⁴**

Momento de inercia al rededor del eje Y

$S_x / 39.116 \text{ cm}^3$ $S_y / 35.391 \text{ cm}^3$ $J / 0.378 \text{ cm}^4$ $x_o / 0 \text{ cm}$ $r_x / 3.937 \text{ cm}$ $r_y / 3.745 \text{ cm}$ $r_o / 5.434 \text{ cm}$	Módulo de sección elástico respecto al eje X Módulo de sección elástico respecto al eje Y Constante de Saint-Venant Coordenada en X del centro de corte Radio de giro respecto a X Radio de giro respecto a Y Radio de giro polar con respecto al centro de corte
1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR	
Según artículo 5.2	
$h \quad H8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 88 \text{ mm}$	Altura del alma
$b \quad W8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 38 \text{ mm}$	Ancho de las alas
$d \quad D8 \ 2t5 \ r3 / 9 \text{ mm}$	Altura de los rigidizadores
a) Alma	
$\frac{h}{t} / 29.333$	$Nota_1 /$ “Cumple, menor a 250”
b) Ala	
$\frac{b}{t} / 12.667$	$Nota_2 /$ “Cumple, menor a 90”
c) Rigidizador	
$\frac{d}{t} / 3$	$Nota_3 /$ “Cumple, menor a 30”
d) Relación rigidizador/ala	
$\frac{d}{b} / 0.237$	$Nota_4 /$ “El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.2 y 0.6”
2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO	
a) Pandeo flexional	
$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} / 4852.961 \text{ MPa}$ r_x	
$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} / 4390.831 \text{ MPa}$ r_y	
$f_{e1} = \min f_{ex1} \text{ y } f_{ey1} / 4.391 \cdot 10^3 \text{ MPa}$	

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} \left(G J_5 + \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \right) / 1583.495 \text{ MPa}$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2 \beta} \left(f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 \right) \sqrt{f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 + 8 \beta f_{ex1} f_{e2}} / 1.583 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) / 1.583 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} / 1583.495 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} / 0.397 \quad \text{Nota/ "Cumple, es menor a 3"} \quad \text{ec. 5.3}$$

5. RESISTENCIA A TRACCIÓN

Según 6.2.5

$$\gamma_{m0} = 1.05 \quad \text{Coeficiente parcial de seguridad del material}$$

$$\gamma_{m2} = 1.25$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}} / 238.095 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia reducida de fluencia}$$

$$f_{ud} = \frac{f_u}{\gamma_{m2}} / 320 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia reducida de rotura}$$

$$N_{tRD1} = A_g f_{yd} / 300.392 \text{ kN} \quad \text{ec.6.2}$$

$$N_{tRD2} = 0.9 A_g f_{ud} / 363.354 \text{ kN} \quad \text{ec.6.3}$$

$$m \leq n / i \leq \bar{f}$$

6. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{Ted} / 127.75 \text{ kN}$$

$$r_1 = \frac{N_{Ted}}{N_{tRD}} / 0.425 \quad \text{Estado}_1 / \text{"Cumple"}$$

DISEÑO A TRACCIÓN CORDÓN INFERIOR CUBIERTA

DATOS

N_{Ted} 95.88 **kN**

Solicitud de Tracción

f_y 250 **MPa**

Límite de fluencia

f_u 400 **MPa**

Límite de rotura

E 203 **GPa**

Módulo de elasticidad

ν 0.3

Coefficiente de Poisson

$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 78.077$ **GPa**

Módulo de corte

L 0.8 **m**

Longitud del miembro

k_x 1

Coefficiente de longitud de pandeo en X

k_y 1

Coefficiente de longitud de pandeo en Y

k_z 1

Coefficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil CA100x50x15x3

Barra N° 730



H 100 **mm**

Altura fuera afuera del perfil

W 50 **mm**

Ancho fuera afuera del perfil

D 15 **mm**

distancia fuera afuera del borde rigidizador

t 3 **mm**

Espesor del perfil

r $t/3$ **mm**

Radio de doblado

C_w 1790 **cm⁶**

Coefficiente de Alabeo (ingreso manual)

$A_g / 12.616 \text{ cm}^2$	Área total de la sección
$I_x / 195.582 \text{ cm}^4$	Momento de inercia al rededor del eje X
$I_y / 176.957 \text{ cm}^4$	Momento de inercia al rededor del eje Y
$S_x / 39.116 \text{ cm}^3$	Módulo de sección elástico respecto al eje X
$S_y / 35.391 \text{ cm}^3$	Módulo de sección elástico respecto al eje Y
$J / 0.378 \text{ cm}^4$	Constante de Saint-Venant
$x_o / 0 \text{ cm}$	Coordenada en X del centro de corte
$r_x / 3.937 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a X
$r_y / 3.745 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a Y
$r_o / 5.434 \text{ cm}$	Radio de giro polar con respecto al centro de corte

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$h \quad H8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 88 \text{ mm}$	Altura del alma
$b \quad W8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 38 \text{ mm}$	Ancho de las alas
$d \quad D8 \ 2t5 \ r3 / 9 \text{ mm}$	Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} / 29.333 \quad \text{Nota}_1 / \text{“Cumple, menor a 250”}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} / 12.667 \quad \text{Nota}_2 / \text{“Cumple, menor a 90”}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} / 3 \quad \text{Nota}_3 / \text{“Cumple, menor a 30”}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} / 0.237 \quad \text{Nota}_4 / \text{“El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.2 y 0.6”}$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} \left(\frac{I_x}{A_g r_x^2} \right) = 4852.961 \text{ MPa}$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} \left(\frac{I_y}{A_g r_y^2} \right) = 4390.831 \text{ MPa}$$

$$f_{e1} = \min(f_{ex1}, f_{ey1}) = 4.391 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} \left(G J_5 + \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \right) = 1583.495 \text{ MPa}$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2 \beta} \left(f_{ex1} + f_{e2} \pm \sqrt{f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 - 8 \beta f_{ex1} f_{e2}} \right) = 1.583 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) = 1.583 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} = 1583.495 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} = 0.397 \quad \text{Nota: "Cumple, es menor a 3"} \quad \text{ec. 5.3}$$

5. RESISTENCIA A TRACCIÓN

Según 6.2.5

$$\gamma_{m0} = 1.05 \quad \text{Coeficiente parcial de seguridad del material}$$

$$\gamma_{m2} = 1.25$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 238.095 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia reducida de fluencia}$$

$$f_{td} = \frac{f_u}{\gamma_u} = 320 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia reducida de rotura}$$

ua

γ_{m2}

$N_{tRD1} = A_g \cdot f_{yd} = 300.392 \text{ kN}$ ec.6.2

$N_{tRD2} = 0.9 \cdot A_g \cdot f_{ud} = 363.354 \text{ kN}$ ec.6.3

$m \cdot n \cdot i = \bar{a} \cdot f$

6. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$N_{Ted} = 95.88 \text{ kN}$

$r_1 = \frac{N_{Ted}}{N_{tRD}} = 0.319$ Estado₁ "Cumple"

DATOS

$$N_{Ted} = 42.04 \text{ kN}$$

Solicitud de Tracción

 f_y 250 *MPa*

Límite de fluencia

 f_y 400 MPa

Límite de rotura

E 203 *GPa*

Módulo de elasticidad

ν	0.3
-------	-----

Coeficiente de Poisson

$$G \quad \quad \quad E$$

$$2 \quad 215 \quad \nu_3 \quad (78.077 \text{ GPa})$$

Módulo de corte

 $L = 1.28 \text{ m}$

Longitud del miembro

$$k_x \quad 1$$

Coeficiente de longitud de pandeo en X

 $k_y \quad 1$

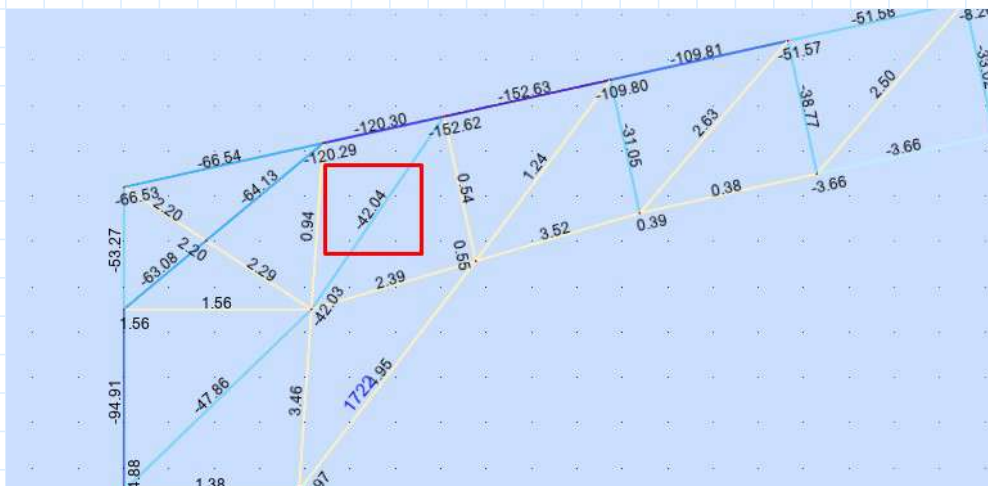
Coeficiente de longitud de pandeo en Y

 $k_z \quad 1$

Coeficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil CA100x50x15x2

Barra N° 760

 $H = 100 \text{ mm}$

Altura fuera afuera del perfil

W 50 *mm*

Ancho fuera afuera del perfil

 $D = 15 \text{ mm}$

distancia fuera afuera del borde rigidizador

 $t = 2 \text{ mm}$

Espesor del perfil

 $r = t/2 \text{ mm}$

Radio de doblado

$$A_g(4.337 \text{ cm}^2)$$

Área total de la sección

$$I_y / 69.244 \text{ cm}^4$$

Momento de inercia al rededor del eje X

$$I_V / 14.981 \text{ cm}^4$$

Momento de inercia al rededor del eje Y

$$S_v / 13.849 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico respecto al eje X

$S_y / 4.575 \text{ cm}^3$ $J / 0.058 \text{ cm}^4$ $C_w / 341.641 \text{ cm}^6$ $x_o / 84.042 \text{ cm}$ $r_x / 3.996 \text{ cm}$ $r_y / 1.859 \text{ cm}$ $r_o / 5.98 \text{ cm}$	Módulo de sección elástico respecto al eje Y Constante de Saint-Venant Constante de alabeo Coordenada en X del centro de corte Radio de giro respecto a X Radio de giro respecto a Y Radio de giro polar con respecto al centro de corte
1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR	
Según artículo 5.2	
$h \quad H8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 92 \text{ mm}$	Altura del alma
$b \quad W8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 42 \text{ mm}$	Ancho de las alas
$d \quad D8 \ 2t5 \ r3 / 11 \text{ mm}$	Altura de los rigidizadores
a) Alma	
$\frac{h}{t} / 46$	$Nota_1 /$ “Cumple, menor a 250”
b) Ala	
$\frac{b}{t} / 21$	$Nota_2 /$ “Cumple, menor a 90”
c) Rigidizador	
$\frac{d}{t} / 5.5$	$Nota_3 /$ “Cumple, menor a 30”
d) Relación rigidizador/ala	
$\frac{d}{b} / 0.262$	$Nota_4 /$ “El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.2 y 0.6”
2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO	
a) Pandeo flexional	
$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} / 1952.394 \text{ MPa}$ r_x	
$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} / 422.415 \text{ MPa}$ r_y	
$f_{e1} = \min f_{ex1} \text{ y } f_{ey1} / 422.415 \text{ MPa}$	

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} G J \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} = 298.499 \text{ MPa}$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2\beta} f_{ex1} \pm f_{e2} \pm 8 \sqrt{f_{ex1}^2 f_{e2}^2 + 8\beta f_{ex1} f_{e2}} = 277.492 \text{ MPa}$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) = 277.492 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} = 277.492 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} = 0.949 \quad \text{Nota: "Cumple, es menor a 3"} \quad \text{ec. 5.3}$$

5. RESISTENCIA A TRACCIÓN

Según 6.2.5

$$\gamma_{m0} = 1.05$$

Coefficiente parcial de seguridad del material

$$\gamma_{m2} = 1.25$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 238.095 \text{ MPa}$$

Resistencia reducida de fluencia

$$f_{ud} = \frac{f_u}{\gamma_{m2}} = 320 \text{ MPa}$$

Resistencia reducida de rotura

$$N_{tRD1} = A_g f_{yd} = 103.262 \text{ kN}$$

ec.6.2

$$N_{tRD2} = 0.9 A_g f_{ud} = 124.905 \text{ kN}$$

ec.6.3

$$m \leq n \quad \text{e} \leq g \quad \text{f}$$

6. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{Ted} = 42.04 \text{ kN}$$

$$r_1 = \frac{N_{Ted}}{N_{tRD}} = 0.407 \quad \text{Estado}_1 \text{ "Cumple"}$$

DISEÑO A TRACCIÓN CELOSÍA COLUMNA

DATOS

N_{Ted} 90.91 **kN**

Solicitación de Tracción

f_y 250 **MPa**

Límite de fluencia

f_u 400 **MPa**

Límite de rotura

E 203 **GPa**

Módulo de elasticidad

ν 0.3

Coefficiente de Poisson

$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 78.077$ **GPa**

Módulo de corte

L 0.86 **m**

Longitud del miembro

k_x 1

Coefficiente de longitud de pandeo en X

k_y 1

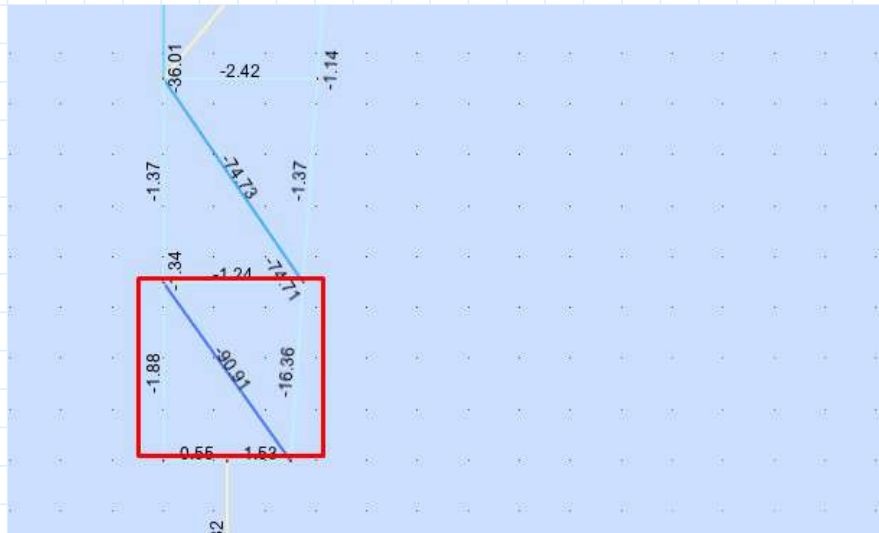
Coefficiente de longitud de pandeo en Y

k_z 1

Coefficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil CA100x50x15x2

Barra N° 769



H 100 **mm**

Altura fuera afuera del perfil

W 50 **mm**

Ancho fuera afuera del perfil

D 15 **mm**

distancia fuera afuera del borde rigidizador

t 2 **mm**

Espesor del perfil

r $t/2$ **mm**

Radio de doblado

$A_g/$ 4.337 **cm²**

Área total de la sección

$I_x/$ 69.244 **cm⁴**

Momento de inercia al rededor del eje X

$I_y/$ 14.981 **cm⁴**

Momento de inercia al rededor del eje Y

$S_x/$ 13.849 **cm³**

Módulo de sección elástico respecto al eje X

$S_y / 4.575 \text{ cm}^3$	Módulo de sección elástico respecto al eje Y
$J / 0.058 \text{ cm}^4$	Constante de Saint-Venant
$C_w / 341.641 \text{ cm}^6$	Constante de alabeo
$x_o / 84.042 \text{ cm}$	Coordenada en X del centro de corte
$r_x / 3.996 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a X
$r_y / 1.859 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a Y
$r_o / 5.98 \text{ cm}$	Radio de giro polar con respecto al centro de corte

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$h \quad H8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 92 \text{ mm}$	Altura del alma
$b \quad W8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 42 \text{ mm}$	Ancho de las alas
$d \quad D8 \ 2t5 \ r3 / 11 \text{ mm}$	Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} / 46 \quad \text{Nota}_1 / \text{"Cumple, menor a 250"}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} / 21 \quad \text{Nota}_2 / \text{"Cumple, menor a 90"}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} / 5.5 \quad \text{Nota}_3 / \text{"Cumple, menor a 30"}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} / 0.262 \quad \text{Nota}_4 / \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.2 y 0.6"}$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} / 4325.043 \text{ MPa}$$

$$r_x$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} / 935.756 \text{ MPa}$$

$$r_y$$

$$f_{e1} = \min f_{ex1}, f_{ey1} / 935.756 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} G J \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \quad (625.87 \text{ MPa})$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2 \beta} f_{ex1} f_{e2} \left(1 + \sqrt{1 + \beta f_{ex1} f_{e2}} \right) \quad (584.187 \text{ MPa})$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) \quad (584.187 \text{ MPa})$$

$$f_{cr} \quad (584.187 \text{ MPa})$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} \quad (0.654) \quad \text{Nota: "Cumple, es menor a 3"} \quad \text{ec. 5.3}$$

5. RESISTENCIA A TRACCIÓN

Según 6.2.5

$$\gamma_{m0} = 1.05$$

Coefficiente parcial de seguridad del material

$$\gamma_{m2} = 1.25$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}} \quad (238.095 \text{ MPa})$$

Resistencia reducida de fluencia

$$f_{ud} = \frac{f_u}{\gamma_{m2}} \quad (320 \text{ MPa})$$

Resistencia reducida de rotura

$$N_{tRD1} = A_g f_{yd} \quad (103.262 \text{ kN})$$

ec.6.2

$$N_{tRD2} = 0.9 A_g f_{ud} \quad (124.905 \text{ kN})$$

ec.6.3

$$m \leq n \quad (e \leq 9 \text{ mm})$$

6. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{Ted} \quad (90.91 \text{ kN})$$

$$r_1 = \frac{N_{Ted}}{N_{tRD}} \quad (0.88) \quad \text{Estado}_1 \quad \text{"Cumple"}$$

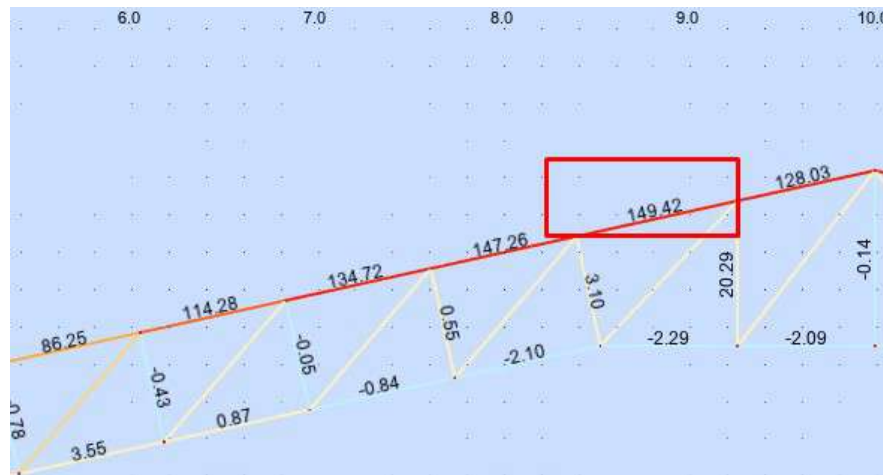
DISEÑO A COMPRESIÓN CORDÓN SUPERIOR CUBIERTA

DATOS

N_{ed}	149.42 kN	Solicitación de Compresión
f_y	250 MPa	Límite de fluencia
E	203 GPa	Módulo de elasticidad
ν	0.3	Coefficiente de Poisson
G	$\frac{E}{2(1+\nu)}$ (78.077 GPa	Módulo de corte
L	0.89 m	Longitud del miembro
k_x	1	Coefficiente de longitud de pandeo en X
k_y	1	Coefficiente de longitud de pandeo en Y
k_z	1	Coefficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil 2CA100x50x15x3

Elemento N° 752



Tipo	2	Tipo 1: Costanero simple, Tipo 2: Cajón
H	100 mm	Altura fuera afuera del perfil
W	50 mm	Ancho fuera afuera del perfil
D	15 mm	distancia fuera afuera del borde rigidizador
t	3 mm	Espesor del perfil
r	$t/3$ mm	Radio de doblado

A_g	6.308 cm²	Área total de la sección
I_x	97.791 cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje X
I_y	20.516 cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje Y

$S_x / 19.558 \text{ cm}^3$	Módulo de sección elástico respecto al eje X
$S_y / 6.251 \text{ cm}^3$	Módulo de sección elástico respecto al eje Y
$J / 0.189 \text{ cm}^4$	Constante de Saint-Venant
$C_w / 465.659 \text{ cm}^6$	Coefficiente de Alabeo
$x_o / 83.919 \text{ cm}$	Coordenada en X del centro de corte
$r_x / 3.937 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a X
$r_y / 1.803 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a Y
$r_o / 5.841 \text{ cm}$	Radio de giro polar con respecto al centro de corte

Nota: Los datos mostrados son solo para un perfil único. Si se usan perfiles cajón los datos seguirán siendo los mismos ya que en la realidad un cajón con cordón discontinuo de soldadura se comportará como un perfil único. con el doble de resistencia.

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$h \quad H8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 88 \text{ mm}$	Altura del alma
$b \quad W8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 38 \text{ mm}$	Ancho de las alas
$d \quad D8 \ 2t5 \ r3 / 9 \text{ mm}$	Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} / 29.333 \quad \text{Nota}_1 / \text{"Cumple, menor a 250"}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} / 12.667 \quad \text{Nota}_2 / \text{"Cumple, menor a 90"}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} / 3 \quad \text{Nota}_3 / \text{"Cumple, menor a 30"}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} / 0.237 \quad \text{Nota}_4 / \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.2 y 0.6"}$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} / 3921.09 \text{ MPa}$$

$$r_x$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} / 822.643 \text{ MPa}$$

$$r_y$$

$$f_{e1} = \min f_{ex1}, f_{ey1} / 822.643 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} \left(G J + \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \right) / 615.982 \text{ MPa}$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2 \beta} \left(f_{ex1} + f_{e2} + 8 \sqrt{f_{ex1}^2 + f_{e2}^2} + 4 \beta f_{ex1} f_{e2} \right) / 571.997 \text{ MPa}$$

Luego:

$$f_{cr} = \min f_{e1}, f_{e2}, f_{e3} / 571.997 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} / 571.997 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} / 0.661 \quad \text{Nota/ "Cumple, es menor a 2"} \quad \text{ec. 5.3}$$

4. CÁLCULO DEL ÁREA EFECTIVA

a) Ala

$$\frac{b}{t} / 12.667 \quad \text{Relación ancho/espesor}$$

$$1 \quad \text{Factor de pandeo de placa}$$

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} / 0.661 \quad \text{Esbeltez de pandeo}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\lambda_p} / 0.673 / 1 \quad \text{Factor de reducción}$$

$$\lambda_p = 18.022$$

$$\lambda^2$$

$$b_{ef} = \rho b / 38 \text{ mm} \quad \text{Ancho efectivo (ec.5.1)}$$

$$A'_{ef} = \frac{b_{ef} \cdot b}{A_g} / 6.308 \text{ cm}^2 \quad \text{Área efectiva}$$

$$A_g$$

Estado $b_{ef} < b$
"Hay pandeo local en el ala"

“No hay pandeo local en el ala”

$$b_{ef} / 3.8 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} / 6.308 \text{ cm}^2$$

Estado / “No hay pandeo local en el ala”

b) Rigidizador

$$\frac{d}{t} / 3$$

Relación ancho/espesor

$$K = 1$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda = \frac{d}{t} \sqrt{\frac{f_{is}}{f_{cr}}} / 9.11$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = 0.748 / 1$$

Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)

$$\lambda \leq 0.188 \lambda^2$$

$$d_{ef} = d \rho / 9 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A''_{ef} = \frac{d_{ef} \cdot d}{A'_{ef} \cdot 8 \cdot 2 \cdot d \cdot d_{ef} \cdot t} / 6.308 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A'_{ef}$$

$$\text{Estado} \quad d_{ef} \cdot d$$

“Hay pandeo local en el rigidizador”

“No hay pandeo local en el rigidizador”

$$d_{ef} / 0.9 \text{ cm}$$

$$A''_{ef} / 6.308 \text{ cm}^2$$

Estado / “No hay pandeo local en el rigidizador”

c) Alma

$$\frac{h}{t} / 29.333$$

Relación ancho/espesor

$$K = 1$$

Factor de pandeo de placa

$\lambda = \frac{L}{r} \geq \lambda_c$	Esbeltez de pandeo
$\rho = \frac{\lambda}{\lambda_c} \leq 1$	Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)
$\lambda_c = \frac{\pi}{t} \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	
$\lambda_c = 80.22$	
$\lambda_c^2 = 6435.6$	
$\lambda = 80.22$	
$\rho = 0.673$	
$h_{ef} = \rho h = 88 \text{ mm}$	Ancho efectivo (ec.5.1)
$A_{ef1} = h_{ef} \cdot h = 6.308 \text{ cm}^2$	Área efectiva
$A''_{ef} = 8 h_{ef} t$	
$A''_{ef} = 12.616 \text{ cm}^2$	
Estado $h_{ef} < h$	
"Hay pandeo local en el alma"	
"No hay pandeo local en el alma"	

$h_{ef} = 8.8 \text{ cm}$	
$A_{ef1} = 6.308 \text{ cm}^2$	Estado "No hay pandeo local en el alma"
$A_{ef} = \text{Tipo 1} = 12.616 \text{ cm}^2$	
$A_{ef1} = 6.308 \text{ cm}^2$	
$2 A_{ef1} = 12.616 \text{ cm}^2$	
$\phi = 0.9$	

5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Según 6.2.5

$\gamma_{m0} = 1.05$	Coefficiente parcial de seguridad del material
$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = 238.095 \text{ MPa}$	Resistencia reducida
$N_{cRD} = A_{ef} f_{yd} = 300.392 \text{ kN}$	ec.6.6

6. RESISTENCIA AL PANDEO

Según 6.3.2

$\lambda_p \leq \lambda_{p,lim}$

$\lambda_p = 0.5 \sqrt{\frac{N_{Ed}}{A_{ef} f_{yd}}} = 0.5 \sqrt{\frac{149.42}{224.875}} = 0.832$ ec.6.20

$\chi = \frac{1}{\phi \sqrt{\lambda_p^2}} = 0.749$ ec.6.19

$N_{bRD} = \chi A_{ef} f_{yd} = 224.875 \text{ kN}$ ec.6.17

Nota: Si $\lambda_p \leq 0.2$ Se puede omitir esta comprobación

7. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$N_{Ed} = 149.42 \text{ kN}$

$r_1 = \frac{N_{Ed}}{N_{cRD}} = 0.497$ Estado₁ "Cumple"

$r_2 = \frac{N_{Ed}}{N_{bRD}} = 0.664$ Estado₂ "Cumple"

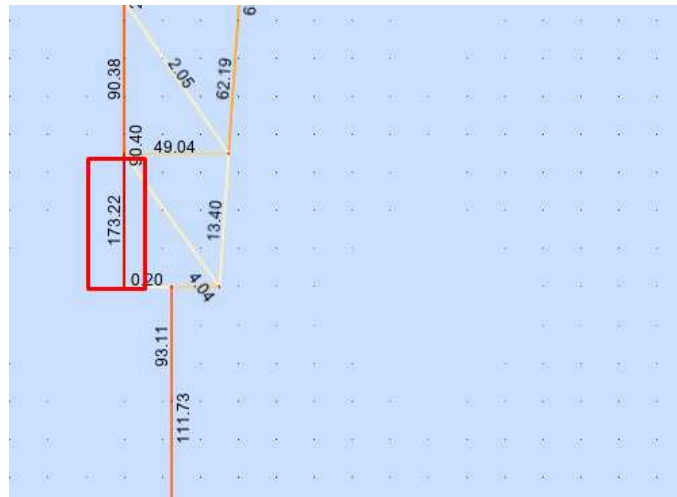
DISEÑO A COMPRESIÓN CORDÓN SUPERIOR COLUMNA

DATOS

N_{ed} 173.22 kN	Solicitud de Compresión
f_y 250 MPa	Límite de fluencia
E 203 GPa	Módulo de elasticidad
ν 0.3	Coefficiente de Poisson
$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 78.077$ GPa	Módulo de corte
L 0.70 m	Longitud del miembro
k_x 1	Coefficiente de longitud de pandeo en X
k_y 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Y
k_z 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil 2CA100x50x15x3

Elemento N° 717



Tipo 2	Tipo 1: Costanero simple, Tipo 2: Cajón
H 100 mm	Altura fuera afuera del perfil
W 50 mm	Ancho fuera afuera del perfil
D 15 mm	distancia fuera afuera del borde rigidizador
t 3 mm	Espesor del perfil
r $t/3$ 3 mm	Radio de doblado

A_g 6.308 cm²	Área total de la sección
I_x 97.791 cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje X
I_y 20.516 cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje Y
S_x 19.558 cm³	Módulo de sección elástico respecto al eje X

$S_y / 6.251 \text{ cm}^3$	Módulo de sección elástico respecto al eje Y
$J / 0.189 \text{ cm}^4$	Constante de Saint-Venant
$C_w / 465.659 \text{ cm}^6$	Coefficiente de Alabeo
$x_o / 83.919 \text{ cm}$	Coordenada en X del centro de corte
$r_x / 3.937 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a X
$r_y / 1.803 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a Y
$r_o / 5.841 \text{ cm}$	Radio de giro polar con respecto al centro de corte
<i>Nota: Los datos mostrados son solo para un perfil único. Si se usan perfiles cajón los datos seguirán siendo los mismos ya que en la realidad un cajón con cordón discontinuo de soldadura se comportará como un perfil único. con el doble de resistencia.</i>	

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$h \quad H82 \text{ t5 r3} / 88 \text{ mm}$	Altura del alma
$b \quad W82 \text{ t5 r3} / 38 \text{ mm}$	Ancho de las alas
$d \quad D82 \text{ t5 r3} / 9 \text{ mm}$	Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} / 29.333 \quad \text{Nota}_1 / \text{"Cumple, menor a 250"}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} / 12.667 \quad \text{Nota}_2 / \text{"Cumple, menor a 90"}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} / 3 \quad \text{Nota}_3 / \text{"Cumple, menor a 30"}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} / 0.237 \quad \text{Nota}_4 / \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.26 y 0.6"}$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} / 6338.561 \text{ MPa}$$

$$r_x$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} / 1329.828 \text{ MPa}$$

$$r_y$$

$$f_{e1} = \min f_{ex1}, f_{ey1} / 1.33 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} G J_5 \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \quad (953.423 \text{ MPa})$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2 \beta} f_{ex1} f_{e2} \sqrt{f_{ex1} f_{e2}^2 + 8 \beta f_{ex1} f_{e2}} \quad (888.246 \text{ MPa})$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) \quad (888.246 \text{ MPa})$$

$$f_{cr} \quad (888.246 \text{ MPa})$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} \quad (0.531) \quad \text{Nota: "Cumple, es menor a 2"} \quad \text{ec. 5.3}$$

4. CÁLCULO DEL ÁREA EFECTIVA

a) Ala

$$\frac{b}{t} \quad (12.667)$$

Relación ancho/espesor

$$1$$

Factor de pandeo de placa

$$\rho = \frac{f_{cr}}{f_y} \quad (0.673) \quad (1)$$

Esbeltez de pandeo

$$\lambda = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{E}{f_{cr}}} \quad (18.022)$$

Factor de reducción

$$b_{ef} = \rho b \quad (38 \text{ mm})$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A'_{ef} = \frac{b_{ef}^3}{A_g} \quad (6.308 \text{ cm}^2)$$

Área efectiva

$$A_g$$

$$\text{Estado} \quad b_{ef} \quad b$$

"Hay pandeo local en el ala"

"No hay pandeo local en el ala"

$$b_{ef} / 3.8 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} / 6.308 \text{ cm}^2$$

Estado / "No hay pandeo local en el ala"

b) Rigidizador

$$\frac{d}{t} / 3$$

Relación ancho/espesor

$$K = 1$$

Factor de pandeo de placa

$$K \sqrt{\frac{f_{cr}}{f_{crs}}} / 1$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = 0.748 / 1$$

Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)

$$\lambda = 0.188 \lambda^2$$

$$d_{ef} = d \rho / 9 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A''_{ef} = \frac{d_{ef} \cdot d}{A'_{ef} \cdot 8} / 6.308 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$Estado = \frac{A'_{ef}}{d_{ef} \cdot d}$$

"Hay pandeo local en el rigidizador"

"No hay pandeo local en el rigidizador"

$$d_{ef} / 0.9 \text{ cm}$$

$$A''_{ef} / 6.308 \text{ cm}^2$$

Estado / "No hay pandeo local en el rigidizador"

c) Alma

$$\frac{h}{t} / 29.333$$

Relación ancho/espesor

$$K = 1$$

Factor de pandeo de placa

$$K \sqrt{\frac{f_{cr}}{f_{crs}}} / 1$$

Esbeltez de pandeo

ρ	$\lambda \ 0.673 \ / \ 1$	Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)
	λ^2	
h_{ef}	$h \ \rho \ (\ 88 \ \text{mm})$	Ancho efectivo (ec.5.1)
A_{ef1}	$h_{ef} \cdot h \ / \ 6.308 \ \text{cm}^2$	Área efectiva
	$A''_{ef} \ 8 \ h \ 8 \ h_{ef} \ t$	
	A''_{ef}	
Estado	$h_{ef} \cdot h$	
	"Hay pandeo local en el alma"	
	"No hay pandeo local en el alma"	
h_{ef}	$(\ 8.8 \ \text{cm})$	
A_{ef1}	$(\ 6.308 \ \text{cm}^2$	Estado/ "No hay pandeo local en el alma"
A_{ef}	Tipo 1 $(\ 12.616 \ \text{cm}^2$	
	A_{ef1}	
	$2 \ A_{ef1}$	
	$(\ \varphi \ e) \ f$	
5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Según 6.2.5		
γ_{m0}	1.05	Coeficiente parcial de seguridad del material
f_{yd}	$\frac{f_y}{\gamma_{m0}} \ (\ 238.095 \ \text{MPa})$	Resistencia reducida
N_{cRD}	$A_{ef} \ f_{yd} \ (\ 300.392 \ \text{kN})$	ec.6.6
6. RESISTENCIA AL PANDEO		
Según 6.3.2		
	$(\ \Rightarrow \text{ie}$	
ϕ	$0.5 \ 15 \ 0.49 \ \lambda_p \ 8 \ 0.2 \ 5 \ \lambda_p^2 \ / \ 0.722$	ec.6.20

$$\chi^2 = \frac{1}{\phi^5 \sqrt{\phi^2 + 8 \lambda_p^2}} \quad / \quad 0.826 \quad \text{ec.6.19}$$

$$N_{bRD} = \chi A_{ef} f_{yd} / 248.054 \text{ kN} \quad \text{ec.6.17}$$

Nota: Si $\lambda_p \leq 0.2$ Se puede omitir esta comprobación

7. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{ed} / 173.22 \text{ kN}$$

$$r_1 = \frac{N_{ed}}{N_{cRD}} / 0.577 \quad \text{Estado}_1 / \text{"Cumple"}$$

$$r_2 = \frac{N_{ed}}{N_{bRD}} / 0.698 \quad \text{Estado}_2 / \text{"Cumple"}$$

DATOS

Solicitud de Compresión

Límite de fluencia

Módulo de elasticidad

Coeficiente de Poisson

Módulo de corte

Longitud del miembro

Coeficiente de longitud de pandeo en X

Coeficiente de longitud de pandeo en Y

Coeficiente de longitud de pandeo en Z

Elemento N° 762



Tipo 1: Costanero simple, Tipo 2: Cajón

Altura fuera afuera del perfil

Ancho fuera afuera del perfil

distancia fuera afuera del borde rigidizador

Espesor del perfil

Radio de doblado

Área total de la sección

Momento de inercia al rededor del eje X

Momento de inercia al rededor del eje Y

Módulo de sección elástico respecto al eje X

$S_y / 6.251 \text{ cm}^3$	Módulo de sección elástico respecto al eje Y
$J / 0.189 \text{ cm}^4$	Constante de Saint-Venant
$C_w / 465.659 \text{ cm}^6$	Coefficiente de Alabeo
$x_o / 83.919 \text{ cm}$	Coordenada en X del centro de corte
$r_x / 3.937 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a X
$r_y / 1.803 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a Y
$r_o / 5.841 \text{ cm}$	Radio de giro polar con respecto al centro de corte
<i>Nota: Los datos mostrados son solo para un perfil único. Si se usan perfiles cajón los datos seguirán siendo los mismos ya que en la realidad un cajón con cordón discontinuo de soldadura se comportará como un perfil único. con el doble de resistencia.</i>	

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$h \quad H8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 88 \text{ mm}$	Altura del alma
$b \quad W8 \ 2 \ 2t5 \ r3 / 38 \text{ mm}$	Ancho de las alas
$d \quad D8 \ 2t5 \ r3 / 9 \text{ mm}$	Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} / 29.333 \qquad \text{Nota}_1 / \text{ "Cumple, menor a 250" }$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} / 12.667 \qquad \text{Nota}_2 / \text{ "Cumple, menor a 90" }$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} / 3 \qquad \text{Nota}_3 / \text{ "Cumple, menor a 30" }$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} / 0.237 \qquad \text{Nota}_4 / \text{ "El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.2 y 0.6" }$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} / 5521.591 \text{ MPa}$$

$$r_x$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} / 1158.428 \text{ MPa}$$

$$r_y$$

$$f_{e1} = \min(f_{ex1}, f_{ey1}) = 1.158 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} \left(G J_5 + \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \right) = 839.387 \text{ MPa}$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2\beta} \left(f_{ex1} + f_{e2} \pm \sqrt{f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 - 8\beta f_{ex1} f_{e2}} \right) = 781.392 \text{ MPa}$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) = 781.392 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} = 781.392 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} = 0.566 \quad \text{Nota/ "Cumple, es menor a 2"} \quad \text{ec. 5.3}$$

4. CÁLCULO DEL ÁREA EFECTIVA

a) Ala

$$\frac{b}{t} = 12.667$$

Relación ancho/espesor

$$1$$

Factor de pandeo de placa

$$\rho = \frac{f_{cr}}{f_y} = \frac{781.392}{235} = 3.325$$

Esbeltez de pandeo

$$\lambda = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{E}{f_{cr}}} = 10.673 < 1$$

Factor de reducción

$$\lambda = 10.673$$

$$b_{ef} = b \cdot \rho = 38 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A'_{ef} = b_{ef} \cdot b = 6.308 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A_g$$

$$\text{Estado } b_{ef} = b$$

"Hay pandeo local en el ala"

"No hay pandeo local en el ala"

$$b_{ef} (3.8 \text{ cm})$$

$$A'_{ef} (6.308 \text{ cm}^2) \quad \text{Estado ("No hay pandeo local en el ala")}$$

b) Rigidizador

$$\frac{d}{t} (3) \quad \text{Relación ancho/espesor}$$

$$K = 1 \quad \text{Factor de pandeo de placa}$$

$$\lambda = \frac{L}{r} = \frac{L}{\sqrt{\frac{I}{A}}} \quad \text{Esbeltez de pandeo}$$

$$\rho = 0.748 \quad \text{Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)}$$

$$\lambda^2$$

$$d_{ef} = d \cdot \rho (9 \text{ mm}) \quad \text{Ancho efectivo (ec.5.1)}$$

$$A''_{ef} = d_{ef} \cdot d \quad \text{Área efectiva}$$

$$A'_{ef} \quad \text{Estado ("Hay pandeo local en el rigidizador")}$$

$$\text{"No hay pandeo local en el rigidizador"}$$

$$d_{ef} (0.9 \text{ cm})$$

$$A''_{ef} (6.308 \text{ cm}^2) \quad \text{Estado ("No hay pandeo local en el rigidizador")}$$

c) Alma

$$\frac{h}{t} (29.333) \quad \text{Relación ancho/espesor}$$

$$K = 1 \quad \text{Factor de pandeo de placa}$$

$$\lambda = \frac{L}{r} = \frac{L}{\sqrt{\frac{I}{A}}} \quad \text{Esbeltez de pandeo}$$

ρ	$\lambda \ 0.673 \ / \ 1$	Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)
	1	
	$\lambda \ 8 \ 0.22$	
	λ^2	
h_{ef}	$h \ \rho \ (\ 88 \ \text{mm}$	Ancho efectivo (ec.5.1)
A_{ef1}	$h_{ef} \cdot h \ / \ 6.308 \ \text{cm}^2$	Área efectiva
	$A''_{ef} \ 8 \ h \ 8 \ h_{ef} \ t$	
	A''_{ef}	
Estado	$h_{ef} \cdot h$	
	"Hay pandeo local en el alma"	
	"No hay pandeo local en el alma"	
	$h_{ef} \ (\ 8.8 \ \text{cm}$	
	$A_{ef1} \ (\ 6.308 \ \text{cm}^2$	Estado \ "No hay pandeo local en el alma"
A_{ef}	Tipo \ 1 \ (\ 12.616 \ \text{cm}^2	
	A_{ef1}	
	2 \ A_{ef1}	
	$(\ \varphi \ \ e \ \varphi$	
5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Según 6.2.5		
γ_{m0}	1.05	Coeficiente parcial de seguridad del material
f_{yd}	$f_y \ / \ \gamma_{m0} \ (\ 238.095 \ \text{MPa}$	Resistencia reducida
N_{cRD}	$A_{ef} \ f_{yd} \ (\ 300.392 \ \text{kN}$	ec.6.6
6. RESISTENCIA AL PANDEO		
Según 6.3.2		
	$(\ \varphi \ \ $	
ϕ	0.5 \ 15 \ 0.49 \ $\lambda_p \ 8 \ 0.2 \ 5 \ \lambda_p^2 \ / \ 0.75$	ec.6.20

$$\chi \frac{1}{\phi^5 \sqrt{\phi^2 + 8 \lambda_p^2}} \geq 0.806 \quad \text{ec.6.19}$$

$$N_{bRD} \geq \chi A_{ef} f_{yd} \geq 241.984 \text{ kN} \quad \text{ec.6.17}$$

Nota: Si $\lambda_p \geq 0.2$ Se puede omitir esta comprobación

7. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{ed} \geq 177.35 \text{ kN}$$

$$r_1 = \frac{N_{ed}}{N_{cRD}} \geq 0.59 \quad \text{Estado}_1 \text{ "Cumple"}$$

$$r_2 = \frac{N_{ed}}{N_{bRD}} \geq 0.733 \quad \text{Estado}_2 \text{ "Cumple"}$$

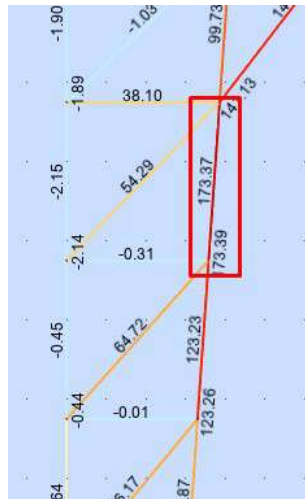
DISEÑO A COMPRESIÓN CORDÓN INFERIOR COLUMNA

DATOS

N_{ed} 173.37 kN	Solicitación de Compresión
f_y 250 MPa	Límite de fluencia
E 203 GPa	Módulo de elasticidad
ν 0.3	Coefficiente de Poisson
$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 78.077$ GPa	Módulo de corte
L 0.80 m	Longitud del miembro
k_x 1	Coefficiente de longitud de pandeo en X
k_y 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Y
k_z 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil 2CA100x50x15x3

Elemento N° 2071



Tipo 2	Tipo 1: Costanero simple, Tipo 2: Cajón
H 100 mm	Altura fuera afuera del perfil
W 50 mm	Ancho fuera afuera del perfil
D 15 mm	distancia fuera afuera del borde rigidizador
t 3 mm	Espesor del perfil
$r = t/3$ 3 mm	Radio de doblado

A_g 6.308 cm²	Área total de la sección
I_x 97.791 cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje X
I_y 20.516 cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje Y
S_x 19.558 cm³	Módulo de sección elástico respecto al eje X

$S_y / 6.251 \text{ cm}^3$	Módulo de sección elástico respecto al eje Y
$J / 0.189 \text{ cm}^4$	Constante de Saint-Venant
$C_w / 465.659 \text{ cm}^6$	Coefficiente de Alabeo
$x_o / 83.919 \text{ cm}$	Coordenada en X del centro de corte
$r_x / 3.937 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a X
$r_y / 1.803 \text{ cm}$	Radio de giro respecto a Y
$r_o / 5.841 \text{ cm}$	Radio de giro polar con respecto al centro de corte
<i>Nota: Los datos mostrados son solo para un perfil único. Si se usan perfiles cajón los datos seguirán siendo los mismos ya que en la realidad un cajón con cordón discontinuo de soldadura se comportará como un perfil único. con el doble de resistencia.</i>	

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$h \quad H82t5r3 / 88 \text{ mm}$	Altura del alma
$b \quad W82t5r3 / 38 \text{ mm}$	Ancho de las alas
$d \quad D82t5r3 / 9 \text{ mm}$	Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} / 29.333 \quad \text{Nota}_1 / \text{"Cumple, menor a 250"}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} / 12.667 \quad \text{Nota}_2 / \text{"Cumple, menor a 90"}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} / 3 \quad \text{Nota}_3 / \text{"Cumple, menor a 30"}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} / 0.237 \quad \text{Nota}_4 / \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.2 y 0.6"}$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} / 4852.961 \text{ MPa}$$

$$r_x$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} / 1018.149 \text{ MPa}$$

$$r_y$$

$$f_{e1} = \min f_{ex1}, f_{ey1} / 1.018 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} \left(G J_5 + \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \right) / 746.057 \text{ MPa}$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2 \beta} \left(f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 \right) \sqrt{f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 + 8 \beta f_{ex1} f_{e2}} / 693.927 \text{ MPa}$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) / 693.927 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} / 693.927 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} / 0.6 \quad \text{Nota: "Cumple, es menor a 2"} \quad \text{ec. 5.3}$$

4. CÁLCULO DEL ÁREA EFECTIVA

a) Ala

$$\frac{b}{t} / 12.667$$

Relación ancho/espesor

$$1$$

Factor de pandeo de placa

$$\rho = \frac{f_{cr}}{f_y} \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} / 0.673 / 1$$

Esbeltez de pandeo

$$\lambda = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{E}{f_{cr}}} / 0.22$$

Factor de reducción

$$b_{ef} = \rho b / 38 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A'_{ef} = \frac{b_{ef} b}{A_g} / 6.308 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A_g$$

$$\text{Estado} = \frac{b_{ef} b}{A_g}$$

"Hay pandeo local en el ala"

"No hay pandeo local en el ala"

$$b_{ef} / 3.8 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} / 6.308 \text{ cm}^2$$

Estado / "No hay pandeo local en el ala"

b) Rigidizador

$$\frac{d}{t} / 3$$

Relación ancho/espesor

$$K = 1$$

Factor de pandeo de placa

$$K \sqrt{\frac{f_{cr}}{f_{crs}}} / 1$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = 0.748 / 1$$

Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)

$$\lambda = 0.188 \lambda^2$$

$$d_{ef} = d \rho / 9 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A''_{ef} = \frac{d_{ef} \cdot d}{A'_{ef} \cdot 8 \cdot d \cdot d_{ef} \cdot t} / 6.308 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$Estado = \frac{A'_{ef}}{d_{ef} \cdot d}$$

"Hay pandeo local en el rigidizador"

"No hay pandeo local en el rigidizador"

$$d_{ef} / 0.9 \text{ cm}$$

$$A''_{ef} / 6.308 \text{ cm}^2$$

Estado / "No hay pandeo local en el rigidizador"

c) Alma

$$\frac{h}{t} / 29.333$$

Relación ancho/espesor

$$K = 1$$

Factor de pandeo de placa

$$K \sqrt{\frac{f_{cr}}{f_{crs}}} / 1$$

Esbeltez de pandeo

ρ	$\lambda \ 0.673 \ / \ 1$	Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)
	λ^2	
h_{ef}	$h \ \rho \ (\ 88 \ \text{mm})$	Ancho efectivo (ec.5.1)
A_{ef1}	$h_{ef} \cdot h \ / \ 6.308 \ \text{cm}^2$	Área efectiva
	$A''_{ef} \ 8 \ h \ 8 \ h_{ef} \ t$	
	A''_{ef}	
Estado	$h_{ef} \cdot h$	
	"Hay pandeo local en el alma"	
	"No hay pandeo local en el alma"	
h_{ef}	$(\ 8.8 \ \text{cm})$	
A_{ef1}	$(\ 6.308 \ \text{cm}^2$	Estado/ "No hay pandeo local en el alma"
A_{ef}	Tipo 1 $(\ 12.616 \ \text{cm}^2$	
	A_{ef1}	
	$2 \ A_{ef1}$	
	$(\ \varphi \ e \ ^f$	
5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Según 6.2.5		
γ_{m0}	1.05	Coeficiente parcial de seguridad del material
f_{yd}	$\frac{f_y}{\gamma_{m0}} \ (\ 238.095 \ \text{MPa}$	Resistencia reducida
N_{cRD}	$A_{ef} \ f_{yd} \ (\ 300.392 \ \text{kN}$	ec.6.6
6. RESISTENCIA AL PANDEO		
Según 6.3.2		
	$(\ \varphi$	
ϕ	$0.5 \ 15 \ 0.49 \ \lambda_p \ 8 \ 0.2 \ 5 \ \lambda_p^2 \ / \ 0.778$	ec.6.20

$$\chi \frac{1}{\phi^5 \sqrt{\phi^2 + \lambda_p^2}} \leq 0.785 \quad \text{ec.6.19}$$

$$N_{bRD} \chi A_{ef} f_{yd} \leq 235.883 \text{ kN} \quad \text{ec.6.17}$$

Nota: Si $\lambda_p \leq 0.2$ Se puede omitir esta comprobación

7. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{ed} \leq 173.37 \text{ kN}$$

$$r_1 \frac{N_{ed}}{N_{cRD}} \leq 0.577 \quad \text{Estado}_1 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_2 \frac{N_{ed}}{N_{bRD}} \leq 0.735 \quad \text{Estado}_2 \leq \text{"Cumple"}$$

DISEÑO A COMPRESIÓN PARANTE CUBIERTA-COLUMNA

DATOS

N_{ed} 141.10 kN	Solicitud de Compresión
f_y 250 MPa	Límite de fluencia
E 203 GPa	Módulo de elasticidad
ν 0.3	Coefficiente de Poisson
$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 78.077$ GPa	Módulo de corte
L 1.28 m	Longitud del miembro
k_x 1	Coefficiente de longitud de pandeo en X
k_y 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Y
k_z 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil 2CA100x50x15x3

Elemento N° 1722



Tipo 2	Tipo 1: Costanero simple, Tipo 2: Cajón
H 100 mm	Altura fuera afuera del perfil
W 50 mm	Ancho fuera afuera del perfil
D 15 mm	distancia fuera afuera del borde rigidizador
t 3 mm	Espesor del perfil
r $t \leq 3$ mm	Radio de doblado

$A_g \leq 6.308$ cm²	Área total de la sección
$I_x \leq 97.791$ cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje X
$I_y \leq 20.516$ cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje Y
$S_x \leq 19.558$ cm³	Módulo de sección elástico respecto al eje X

$$S_y \leq 6.251 \text{ cm}^3$$

$$J \leq 0.189 \text{ cm}^4$$

$$C_w \leq 465.659 \text{ cm}^6$$

$$x_o \leq 73.919 \text{ cm}$$

$$r_x \leq 3.937 \text{ cm}$$

$$r_y \leq 1.803 \text{ cm}$$

$$r_o \leq 5.841 \text{ cm}$$

Módulo de sección elástico respecto al eje Y
 Constante de Saint-Venant
 Coeficiente de Alabeo
 Coordenada en X del centro de corte
 Radio de giro respecto a X
 Radio de giro respecto a Y
 Radio de giro polar con respecto al centro de corte

Nota: Los datos mostrados son solo para un perfil único. Si se usan perfiles cajón los datos seguirán siendo los mismos ya que en la realidad un cajón con cordón discontinuo de soldadura se comportará como un perfil único. con el doble de resistencia.

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$$h \quad H7 \ 2 \ 2t5 \ r3 \leq 88 \text{ mm}$$

Altura del alma

$$b \quad W7 \ 2 \ 2t5 \ r3 \leq 38 \text{ mm}$$

Ancho de las alas

$$d \quad D7 \ 2t5 \ r3 \leq 9 \text{ mm}$$

Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 29.333 \quad \text{Nota}_1 \leq \text{"Cumple, menor a 250"}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 12.667 \quad \text{Nota}_2 \leq \text{"Cumple, menor a 90"}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} \leq 3 \quad \text{Nota}_3 \leq \text{"Cumple, menor a 30"}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} \leq 0.237 \quad \text{Nota}_4 \leq \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.26 y 0.6"}$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} \leq 1895.688 \text{ MPa}$$

$$r_x$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} \leq 397.715 \text{ MPa}$$

$$r_y$$

$$f_{e1} = \min f_{ex1}, f_{ey1} \leq 397.715 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} \left(G J_5 + \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \right) \leq 333.269 \text{ MPa}$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2 \beta} \left(f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 \right) \sqrt{f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 + 4 \beta f_{ex1} f_{e2}} \leq 306.629 \text{ MPa}$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) \leq 306.629 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} \leq 306.629 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} \leq 0.903 \quad \text{Nota} \leq \text{"Cumple, es menor a 2"} \quad \text{ec. 5.3}$$

4. CÁLCULO DEL ÁREA EFECTIVA

a) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 12.667$$

Relación ancho/espesor

f

Factor de pandeo de placa

$$\rho = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{E}{f_y}} \leq 1$$

Esbeltez de pandeo

Factor de reducción

$$\lambda \leq 0.22 \sqrt{E/f_y}$$

$$b_{ef} = b \quad \rho \leq 0.22 \sqrt{E/f_y}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A'_{ef} = b_{ef} t \leq 6.308 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A_g$$

$$\text{Estado} \quad b_{ef} = b$$

"Hay pandeo local en el ala"

"No hay pandeo local en el ala"

$$b_{ef} \leq 3.8 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} \leq 6.308 \text{ cm}^2$$

Estado $\leq$ "No hay pandeo local en el ala"

b) Rigidizador

$$\frac{d}{t} \leq 3$$

Relación ancho/espesor

$$K_e$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda = \frac{d}{t} \sqrt{\frac{E}{\sigma_{cr}}} \leq 81$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = \frac{\lambda - 0.748}{1}$$

Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)

$$\lambda = 0.188 \lambda^2$$

$$d_{ef} = d \rho \leq 9 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A'_{ef} = \frac{d_{ef}^3}{12 t} \leq 6.308 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A'_{ef}$$

Estado

$$d_{ef} = d$$

"Hay pandeo local en el rigidizador"

"No hay pandeo local en el rigidizador"

$$d_{ef} \leq 0.9 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} \leq 6.308 \text{ cm}^2$$

Estado $\leq$ "No hay pandeo local en el rigidizador"

c) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 29.333$$

Relación ancho/espesor

$$K_f$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda = \frac{h}{t} \sqrt{\frac{E}{\sigma_{cr}}} \leq 81$$

Esbeltez de pandeo

ρ	$\lambda \leq 1$	Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)
	$\lambda \geq 0.22$	
	λ^2	
h_{ef}	$h \leq 88 \text{ mm}$	Ancho efectivo (ec.5.1)
A_{ef1}	$h_{ef} = h$	Área efectiva
	$A''_{ef} \leq 6.308 \text{ cm}^2$	
	$A''_{ef} \leq h \cdot h_{ef} \cdot t$	
	A''_{ef}	
Estado	$h_{ef} = h$	
	"Hay pandeo local en el alma"	
	"No hay pandeo local en el alma"	
	$h_{ef} \leq 8.8 \text{ cm}$	
	$A_{ef1} \leq 6.308 \text{ cm}^2$	Estado ≤ "No hay pandeo local en el alma"
	A_{ef1}	
	$Tipo 1 \leq 12.616 \text{ cm}^2$	
	$2 A_{ef1}$	
	$\leq \Rightarrow \Rightarrow \Rightarrow$	
5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Según 6.2.5		
γ_{m0}	1.05	Coeficiente parcial de seguridad del material
f_{yd}	$\frac{f_y}{\gamma_{m0}} \leq 238.095 \text{ MPa}$	Resistencia reducida
N_{cRD}	$A_{ef} f_{yd} \leq 300.392 \text{ kN}$	ec.6.6
6. RESISTENCIA AL PANDEO		
Según 6.3.2		
	$\leq \Rightarrow \Rightarrow \Rightarrow$	
ϕ	$0.5 \leq 15.049 \leq \lambda_p \leq 7.025 \leq \lambda_p^2 \leq 1.08$	ec.6.20

$$\chi \frac{1}{\phi^5 \sqrt{\phi^2 + \lambda_p^2}} \leq 0.598 \quad \text{ec.6.19}$$

$$N_{bRD} \chi A_{ef} f_{yd} \leq 179.64 \text{ kN} \quad \text{ec.6.17}$$

Nota: Si $\lambda_p \leq 0.2$ Se puede omitir esta comprobación

7. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{ed} \leq 141.1 \text{ kN}$$

$$r_1 \frac{N_{ed}}{N_{cRD}} \leq 0.47 \quad \text{Estado}_1 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_2 \frac{N_{ed}}{N_{bRD}} \leq 0.785 \quad \text{Estado}_2 \leq \text{"Cumple"}$$

DATOS

$$N_{ed} \quad 65.71 \text{ } \textcolor{blue}{kN}$$

Solicitud de Compresión

 f_y 250 *MPa*

Límite de fluencia

 E 203 *GPa*

Módulo de elasticidad

ν	0.3
-------	-----

Coeficiente de Poisson

$$G_{2215}^E \nu_3^3 \leq 78.077 \text{ GPa}$$

Módulo de corte

 $L \quad 1 \quad m$

Longitud del miembro

$$k_x \quad 1$$

Coeficiente de longitud de pandeo en X

 $k_y \quad 1$

Coeficiente de longitud de pandeo en Y

 $k_z = 1$

Coeficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil CA100x50x15x2

Elemento N° 1749



Tipo 1

Tipo 1: Costanero simple, Tipo 2: Cajón

 $H = 100 \text{ mm}$

Altura fuera afuera del perfil

W 50 *mm*

Ancho fuera afuera del perfil

D 15 *mm*

distancia fuera afuera del borde rigidizador

 $t = 2 \text{ mm}$

Espe­sor del perfil

 $r \quad t < 2 \text{ mm}$

Radio de doblado

$$A_g \leq 4.337 \text{ cm}^2$$

Área total de la sección

$$I_y \leq 69.244 \text{ cm}^4$$

Momento de inercia al rededor del eje X

$$I_V \leq 14.981 \text{ cm}^4$$

Momento de inercia al rededor del eje Y

$$S_v < 13.849 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico respecto al eje X

$$S_y \leq 4.575 \text{ cm}^3$$

$$J \leq 0.058 \text{ cm}^4$$

$$C_w \leq 341.641 \text{ cm}^6$$

$$x_o \leq 74.042 \text{ cm}$$

$$r_x \leq 3.996 \text{ cm}$$

$$r_y \leq 1.859 \text{ cm}$$

$$r_o \leq 5.98 \text{ cm}$$

Módulo de sección elástico respecto al eje Y
 Constante de Saint-Venant
 Coeficiente de Alabeo
 Coordenada en X del centro de corte
 Radio de giro respecto a X
 Radio de giro respecto a Y
 Radio de giro polar con respecto al centro de corte

Nota: Los datos mostrados son solo para un perfil único. Si se usan perfiles cajón los datos seguirán siendo los mismos ya que en la realidad un cajón con cordón discontinuo de soldadura se comportará como un perfil único. con el doble de resistencia.

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$$h \quad H7 \ 2 \ 2t5 \ r3 \leq 92 \text{ mm}$$

Altura del alma

$$b \quad W7 \ 2 \ 2t5 \ r3 \leq 42 \text{ mm}$$

Ancho de las alas

$$d \quad D7 \ 2t5 \ r3 \leq 11 \text{ mm}$$

Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 46 \quad \text{Nota}_1 \leq \text{"Cumple, menor a 250"}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 21 \quad \text{Nota}_2 \leq \text{"Cumple, menor a 90"}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} \leq 5.5 \quad \text{Nota}_3 \leq \text{"Cumple, menor a 30"}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} \leq 0.262 \quad \text{Nota}_4 \leq \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.26 y 0.6"}$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} \leq 3198.802 \text{ MPa}$$

$$r_x$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} \leq 692.085 \text{ MPa}$$

$$r_y$$

$$f_{e1} = \min f_{ex1}, f_{ey1} \leq 692.085 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} \left(G J_5 + \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \right) \leq 470.475 \text{ MPa}$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2 \beta} \left(f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 \right) \sqrt{f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 + 4 \beta f_{ex1} f_{e2}} \leq 438.626 \text{ MPa}$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) \leq 438.626 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} \leq 438.626 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} \leq 0.755 \quad \text{Nota} \leq \text{"Cumple, es menor a 2"} \quad \text{ec. 5.3}$$

4. CÁLCULO DEL ÁREA EFECTIVA

a) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 21$$

Relación ancho/espesor

f

Factor de pandeo de placa

$$\rho = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{E}{f_y}} \leq 1$$

Esbeltez de pandeo

$$\lambda \leq 70.22$$

Factor de reducción

$$b_{ef} = b \quad \rho \leq 0.833$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A'_{ef} = b_{ef} t \leq 4.337 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A_g$$

$$\text{Estado} \quad b_{ef} = b$$

"Hay pandeo local en el ala"

"No hay pandeo local en el ala"

$$b_{ef} \leq 4.2 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} \leq 4.337 \text{ cm}^2$$

Estado $\leq$ "No hay pandeo local en el ala"

b) Rigidizador

$$\frac{d}{t} \leq 5.5$$

Relación ancho/espesor

$$K_e$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda = \frac{d}{t} \sqrt{\frac{E}{f}} \leq \lambda_e$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = \frac{\lambda - 0.748}{1}$$

Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)

$$\lambda = 0.188 \lambda^2$$

$$d_{ef} = d \rho \leq 11 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A'_{ef} = \frac{d_{ef}^3}{12 t} \leq 4.337 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A'_{ef}$$

Estado

$$d_{ef} = d$$

"Hay pandeo local en el rigidizador"

"No hay pandeo local en el rigidizador"

$$d_{ef} \leq 1.1 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} \leq 4.337 \text{ cm}^2$$

Estado $\leq$ "No hay pandeo local en el rigidizador"

c) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 46$$

Relación ancho/espesor

$$K_f$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda = \frac{h}{t} \sqrt{\frac{E}{f}} \leq \lambda_e$$

Esbeltez de pandeo

ρ	$\lambda \leq 0.882$	Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)
1		
	$\lambda \leq 0.22$	
	λ^2	
h_{ef}	$h \leq 81.131 \text{ mm}$	Ancho efectivo (ec.5.1)
A_{ef1}	$h_{ef} = h$	Área efectiva
	$A''_{ef} \leq 4.12 \text{ cm}^2$	
	$A''_{ef} \leq h_{ef} t$	
	A''_{ef}	
Estado	$h_{ef} = h$	
	"Hay pandeo local en el alma"	
	"No hay pandeo local en el alma"	
	$h_{ef} \leq 8.113 \text{ cm}$	
	$A_{ef1} \leq 4.12 \text{ cm}^2$	Estado ≤ "Hay pandeo local en el alma"
	A_{ef1}	
	Tipo 1	
	$\leq 4.12 \text{ cm}^2$	
	2	
	A_{ef1}	
	$\leq f_y \Rightarrow$	
	$>$	
5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
Según 6.2.5		
γ_{m0}	1.05	Coeficiente parcial de seguridad del material
f_{yd}	$\frac{f_y}{\gamma_{m0}} \leq 238.095 \text{ MPa}$	Resistencia reducida
N_{cRD}	$A_{ef} f_{yd} \leq 98.086 \text{ kN}$	ec.6.6
6. RESISTENCIA AL PANDEO		
Según 6.3.2		
	$\leq$	
	ϕ	
	$0.5 \leq \lambda_p \leq 0.921$	ec.6.20

$$\chi \frac{1}{\phi \sqrt{\phi^2 + \lambda_p^2}} \leq 0.69 \quad \text{ec.6.19}$$

$$N_{bRD} \chi A_{ef} f_{yd} \leq 67.722 \text{ kN} \quad \text{ec.6.17}$$

Nota: Si $\lambda_p \leq 0.2$ Se puede omitir esta comprobación

7. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{ed} \leq 65.71 \text{ kN}$$

$$r_1 \frac{N_{ed}}{N_{cRD}} \leq 0.67 \quad \text{Estado}_1 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_2 \frac{N_{ed}}{N_{bRD}} \leq 0.97 \quad \text{Estado}_2 \leq \text{"Cumple"}$$

DISEÑO A COMPRESIÓN CELOSÍA COLUMNA

DATOS

N_{ed} 76.17 kN	Solicitud de Compresión
f_y 250 MPa	Límite de fluencia
E 203 GPa	Módulo de elasticidad
ν 0.3	Coefficiente de Poisson
$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 78.077$ GPa	Módulo de corte
L 1.04 m	Longitud del miembro
k_x 1	Coefficiente de longitud de pandeo en X
k_y 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Y
k_z 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil CA100x50x15x3

Elemento N° 1658



Tipo 1	Tipo 1: Costanero simple, Tipo 2: Cajón
H 100 mm	Altura fuera afuera del perfil
W 50 mm	Ancho fuera afuera del perfil
D 15 mm	distancia fuera afuera del borde rigidizador
t 3 mm	Espesor del perfil
$r \leq 3$ mm	Radio de doblado

$A_g \leq 6.308$ cm²	Área total de la sección
$I_x \leq 97.791$ cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje X
$I_y \leq 20.516$ cm⁴	Momento de inercia al rededor del eje Y
$S_x \leq 19.558$ cm³	Módulo de sección elástico respecto al eje X

$$S_y \leq 6.251 \text{ cm}^3$$

$$J \leq 0.189 \text{ cm}^4$$

$$C_w \leq 465.659 \text{ cm}^6$$

$$x_o \leq 73.919 \text{ cm}$$

$$r_x \leq 3.937 \text{ cm}$$

$$r_y \leq 1.803 \text{ cm}$$

$$r_o \leq 5.841 \text{ cm}$$

Módulo de sección elástico respecto al eje Y
 Constante de Saint-Venant
 Coeficiente de Alabeo
 Coordenada en X del centro de corte
 Radio de giro respecto a X
 Radio de giro respecto a Y
 Radio de giro polar con respecto al centro de corte

Nota: Los datos mostrados son solo para un perfil único. Si se usan perfiles cajón los datos seguirán siendo los mismos ya que en la realidad un cajón con cordón discontinuo de soldadura se comportará como un perfil único. con el doble de resistencia.

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$$h \quad H7 \ 2 \ 2t5 \ r3 \leq 88 \text{ mm}$$

Altura del alma

$$b \quad W7 \ 2 \ 2t5 \ r3 \leq 38 \text{ mm}$$

Ancho de las alas

$$d \quad D7 \ 2t5 \ r3 \leq 9 \text{ mm}$$

Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 29.333 \quad \text{Nota}_1 \leq \text{"Cumple, menor a 250"}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 12.667 \quad \text{Nota}_2 \leq \text{"Cumple, menor a 90"}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} \leq 3 \quad \text{Nota}_3 \leq \text{"Cumple, menor a 30"}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} \leq 0.237 \quad \text{Nota}_4 \leq \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.26 y 0.6"}$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} \leq 2871.575 \text{ MPa}$$

$$r_x$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} \leq 602.455 \text{ MPa}$$

$$r_y$$

$$f_{e1} = \min f_{ex1}, f_{ey1} \leq 602.455 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} \left(G J_5 + \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \right) \leq 469.487 \text{ MPa}$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} = \frac{1}{2 \beta} \left(f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 \right) \sqrt{f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 + 4 \beta f_{ex1} f_{e2}} \leq 434.592 \text{ MPa}$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) \leq 434.592 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} \leq 434.592 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} \leq 0.758 \quad \text{Nota} \leq \text{"Cumple, es menor a 2"} \quad \text{ec. 5.3}$$

4. CÁLCULO DEL ÁREA EFECTIVA

a) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 12.667$$

Relación ancho/espesor

f

Factor de pandeo de placa

$$\rho = \frac{\lambda}{\lambda_1} \leq 0.673$$

Esbeltez de pandeo

Factor de reducción

$$\lambda_1 = 70.22$$

$$b_{ef} = b \quad \rho \leq 0.673$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A'_{ef} = b_{ef} t \leq 6.308 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A_g$$

$$\text{Estado} \quad b_{ef} = b$$

"Hay pandeo local en el ala"

"No hay pandeo local en el ala"

$$b_{ef} \leq 3.8 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} \leq 6.308 \text{ cm}^2$$

Estado ≤ "No hay pandeo local en el ala"

b) Rigidizador

$$\frac{d}{t} \leq 3$$

Relación ancho/espesor

$$K_e$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda = \frac{d}{t} \sqrt{\frac{E}{f}} \leq 81$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = \frac{\lambda - 0.748}{1}$$

Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)

$$\lambda^2$$

$$d_{ef} = d \rho \leq 9 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A'_{ef} = \frac{d_{ef}^3}{12 t} \leq 6.308 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A'_{ef}$$

Estado

$$d_{ef} = d$$

"Hay pandeo local en el rigidizador"

"No hay pandeo local en el rigidizador"

$$d_{ef} \leq 0.9 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} \leq 6.308 \text{ cm}^2$$

Estado ≤ "No hay pandeo local en el rigidizador"

c) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 29.333$$

Relación ancho/espesor

$$K_f$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda = \frac{h}{t} \sqrt{\frac{E}{f}} \leq 81$$

Esbeltez de pandeo

$$\chi \frac{1}{\phi^5 \sqrt{\phi^2 + \lambda_p^2}} \leq 0.688 \quad \text{ec.6.19}$$

$$N_{bRD} \chi A_{ef} f_{yd} \leq 103.371 \text{ kN} \quad \text{ec.6.17}$$

Nota: Si $\lambda_p \leq 0.2$ Se puede omitir esta comprobación

7. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{ed} \leq 76.17 \text{ kN}$$

$$r_1 \quad \frac{N_{ed}}{N_{cRD}} \leq 0.507 \quad \text{Estado}_1 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_2 \quad \frac{N_{ed}}{N_{bRD}} \leq 0.737 \quad \text{Estado}_2 \leq \text{"Cumple"}$$

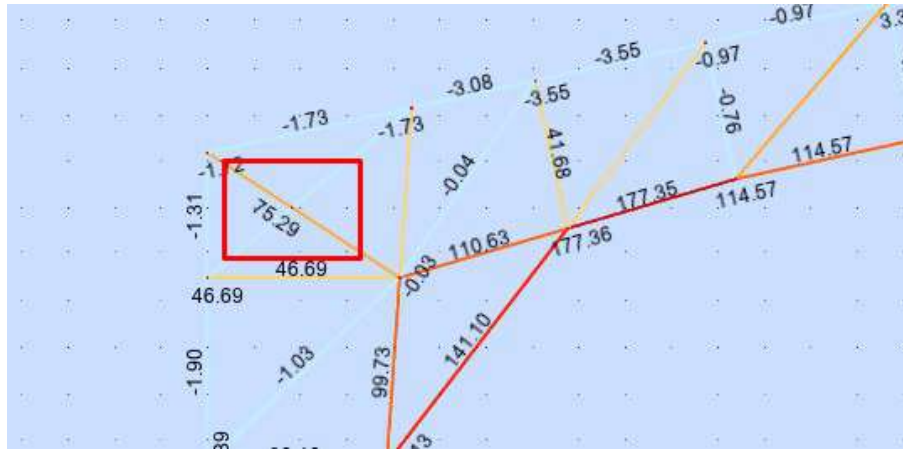
DISEÑO A COMPRESIÓN CELOSÍA COLUMNA- CUBIERTA

DATOS

N_{ed} 75.29 kN	Solicitud de Compresión
f_y 250 MPa	Límite de fluencia
E 203 GPa	Módulo de elasticidad
ν 0.3	Coefficiente de Poisson
$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 78.077$ GPa	Módulo de corte
L 1.38 m	Longitud del miembro
k_x 1	Coefficiente de longitud de pandeo en X
k_y 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Y
k_z 1	Coefficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil CA100x50x15x2

Elemento N° 1786



$Tipo$ 1	Tipo 1: Costanero simple, Tipo 2: Cajón
H 100 mm	Altura fuera afuera del perfil
W 50 mm	Ancho fuera afuera del perfil
D 15 mm	distancia fuera afuera del borde rigidizador
t 3 mm	Espesor del perfil
r $t \leq 3$ mm	Radio de doblado

$$A_g \leq 6.308 \text{ cm}^2$$

$$I_x \leq 97.791 \text{ cm}^4$$

$$I_y \leq 20.516 \text{ cm}^4$$

$$S_x \leq 19.558 \text{ cm}^3$$

$$S_y \leq 6.251 \text{ cm}^3$$

$$J \leq 0.189 \text{ cm}^4$$

$$C_w \leq 465.659 \text{ cm}^6$$

$$x_o \leq 73.919 \text{ cm}$$

$$r_x \leq 3.937 \text{ cm}$$

$$r_y \leq 1.803 \text{ cm}$$

$$r_o \leq 5.841 \text{ cm}$$

Área total de la sección

Momento de inercia al rededor del eje X

Momento de inercia al rededor del eje Y

Módulo de sección elástico respecto al eje X

Módulo de sección elástico respecto al eje Y

Constante de Saint-Venant

Coefficiente de Alabeo

Coordenada en X del centro de corte

Radio de giro respecto a X

Radio de giro respecto a Y

Radio de giro polar con respecto al centro de corte

Nota: Los datos mostrados son solo para un perfil único. Si se usan perfiles cajón los datos seguirán siendo los mismos ya que en la realidad un cajón con cordón discontinuo de soldadura se comportará como un perfil único. con el doble de resistencia.

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

$$h \leq 72 t_5 \leq 88 \text{ mm}$$

Altura del alma

$$b \leq 72 t_5 \leq 38 \text{ mm}$$

Ancho de las alas

$$d \leq 72 t_5 \leq 9 \text{ mm}$$

Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 29.333 \quad \text{Nota}_1 \leq \text{"Cumple, menor a 250"}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 12.667 \quad \text{Nota}_2 \leq \text{"Cumple, menor a 90"}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} \leq 3 \quad \text{Nota}_3 \leq \text{"Cumple, menor a 30"}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} \leq 0.237 \quad \text{Nota}_4 \leq \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.26 y 0.6"}$$

2. ESFUERZO CRÍTICO DE PANDEO

a) Pandeo flexional

$$f_{ex1} = \frac{\pi^2 E}{k_x L^2} \leq 1630.905 \text{ MPa}$$

$$f_{ey1} = \frac{\pi^2 E}{k_y L^2} \leq 342.163 \text{ MPa}$$

$$f_{e1} = \min(f_{ex1}, f_{ey1}) \leq 342.163 \text{ MPa}$$

b) Pandeo torsional

$$f_{e2} = \frac{1}{A_g r_o^2} G J \frac{\pi^2 E C_w}{k_z L^2} \leq 296.309 \text{ MPa}$$

c) Pandeo Flexo-Torsional

$$f_{e3} \leq \frac{1}{2} \beta \left(f_{ex1}^2 + f_{e2}^2 \right) \sqrt{f_{ex1}^2 + f_{e2}^2} \leq 271.83 \text{ MPa}$$

Luego:

$$f_{cr} = \min(f_{e1}, f_{e2}, f_{e3}) \leq 271.83 \text{ MPa}$$

$$f_{cr} \leq 271.83 \text{ MPa}$$

3. LÍMITE DE ESBELTEZ

Según los artículos 6.3.1 Y 6.3.2.1

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{f_y}{f_{cr}}} \leq 0.959 \quad \text{Nota} \leq \text{"Cumple, es menor a 2"} \quad \text{ec. 5.3}$$

4. CÁLCULO DEL ÁREA EFECTIVA

a) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 12.667$$

Relación ancho/espesor

f

Factor de pandeo de placa

$$\rho = \frac{\lambda}{\lambda_0} \leq 1 \quad \lambda_0 = \sqrt{\frac{E}{f_y}} \leq 8$$

Esbeltez de pandeo

Factor de reducción

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{E}{f_y}} \leq 8$$

$$b_{ef} = b \quad \rho \leq 0.8$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A'_{ef} = b_{ef} t \leq 6.308 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A_g$$

$$\text{Estado} \quad b_{ef} = b$$

"Hay pandeo local en el ala"

"No hay pandeo local en el ala"

$$b_{ef} \leq 3.8 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} \leq 6.308 \text{ cm}^2 \quad \text{Estado} \leq \text{"No hay pandeo local en el ala"}$$

b) Rigidizador

$$\frac{d}{t} \leq 3 \quad \text{Relación ancho/espesor}$$

$$K_e \quad \text{Factor de pandeo de placa}$$

$$\lambda \leq 81 \quad \text{Esbeltez de pandeo}$$

$$\rho \leq 1 \quad \text{Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)}$$

$$\lambda \leq 0.188 \lambda^2$$

$$d_{ef} \leq 9 \text{ mm} \quad \text{Ancho efectivo (ec.5.1)}$$

$$A''_{ef} \leq 6.308 \text{ cm}^2 \quad \text{Área efectiva}$$

$$A'_{ef}$$

$$\text{Estado} \quad d_{ef} = d \quad \text{"Hay pandeo local en el rigidizador"}$$

$$\text{"No hay pandeo local en el rigidizador"}$$

$$d_{ef} \leq 0.9 \text{ cm}$$

$$A''_{ef} \leq 6.308 \text{ cm}^2 \quad \text{Estado} \leq \text{"No hay pandeo local en el rigidizador"}$$

c)Alma

$\frac{h}{t} \leq 29.333$	Relación ancho/espesor
k	Factor de pandeo de placa
$\lambda = \frac{h}{\sqrt{k}} \leq 88$	Esbeltez de pandeo
ρ	Factor de reducción para ambos bordes soportados (ec. 5.2a)
$\lambda \leq 0.673 \sqrt{E} \leq 1$	
λ^2	
$h_{ef} = h$	Ancho efectivo (ec.5.1)
$A_{ef1} = h_{ef} t \leq 6.308 \text{ cm}^2$	Área efectiva
A''_{ef}	
Estado	$h_{ef} = h$
	"Hay pandeo local en el alma"
	"No hay pandeo local en el alma"

$$h_{ef} \leq 88 \text{ mm}$$

$$A_{ef1} \leq 6.308 \text{ cm}^2 \quad \text{Estado} \leq \text{"No hay pandeo local en el alma"}$$

$$A_{ef} = \begin{cases} \text{Tipo 1} & \leq 6.308 \text{ cm}^2 \\ A_{ef1} & \end{cases}$$

$$2 A_{ef1}$$

$$\leq 1 \text{ y } >$$

5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Según 6.2.5

$$\gamma_{m0} = 1.05$$

Coeficiente parcial de seguridad del material

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}} \leq 238.095 \text{ MPa}$$

Resistencia reducida

$$N_{cRD} = A_{ef} f_{yd} \leq 150.196 \text{ kN}$$

ec.6.6

6. RESISTENCIA AL PANDEO

Según 6.3.2

$$\leq 8 \text{ i } \text{---}$$

$$\phi = 0.5 \left[1 + 0.49 \lambda_p^2 \right] \leq 1.146$$

ec.6.20

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 + \lambda_p^2}} \leq 0.564$$

ec.6.19

$$N_{bRD} = \chi A_{ef} f_{yd} \leq 84.721 \text{ kN}$$

ec.6.17

Nota: Si $\lambda_p \leq 0.2$ Se puede omitir esta comprobación

7. RATIO DEMANDA CAPACIDAD

$$N_{ed} \leq 75.29 \text{ kN}$$

$$r_1 = \frac{N_{ed}}{N_{cRD}} \leq 0.501 \quad \text{Estado}_1 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_2 = \frac{N_{ed}}{N_{bRD}} \leq 0.889 \quad \text{Estado}_2 \leq \text{"Cumple"}$$

DISEÑO DE LARGUEROS

DATOS

M_{edX} 2.92 **kN m** Solicitación de momento flector al rededor del eje X

M_{edY} 0.61 **kN m** Solicitación de momento flector al rededor del eje Y

f_y 250 **MPa** Límite de fluencia

E 203 **GPa** Módulo de elasticidad

ν 0.3 Coeficiente de Poisson

$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \leq 78.077$ **GPa** Módulo de corte

L_c 0.5 **m** Longitud no arriostrada del miembro

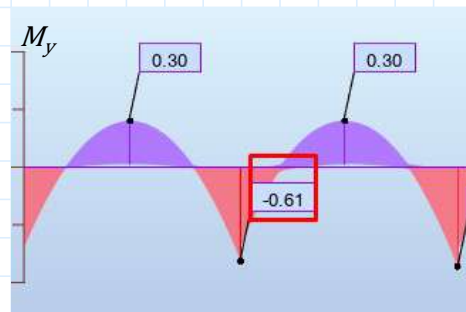
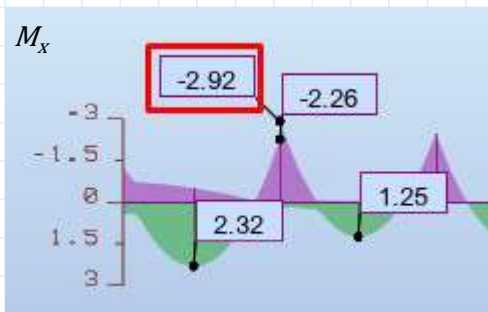
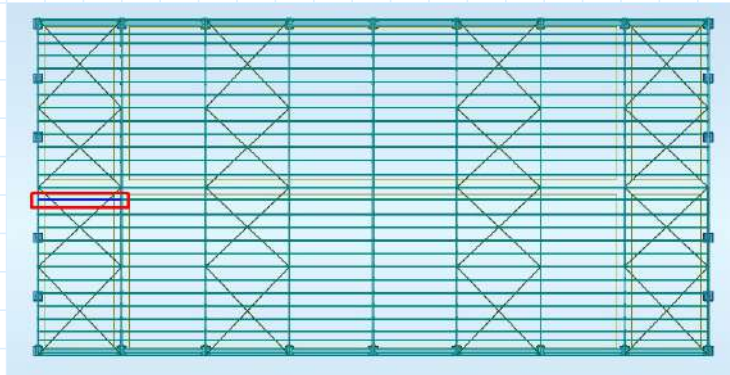
k_x 1 Coeficiente de longitud de pandeo en X

k_y 1 Coeficiente de longitud de pandeo en Y

k_z 1 Coeficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil CA150x50x15x3 Elemento N° 2763

Tipo 1 Tipo 1: Costanero simple, Tipo 2: Cajón



H 150 **mm** Altura fuera afuera del perfil

W 50 **mm** Ancho fuera afuera del perfil

D 15 **mm** distancia fuera afuera del borde rigidizador

$t \quad 3 \text{ mm}$	Espesor del perfil
$r \quad t \leq 3 \text{ mm}$	Radio de doblado
$A_g \leq 7.808 \text{ cm}^2$ $I_x \leq 255.253 \text{ cm}^4$ $I_y \leq 23.495 \text{ cm}^4$ $S_x \leq 34.034 \text{ cm}^3$ $S_y \leq 6.556 \text{ cm}^3$ $J \leq 0.234 \text{ cm}^4$ $C_w \leq 1.101 \cdot 10^3 \text{ cm}^6$ $x_o \leq 73.361 \text{ cm}$ $r_x \leq 5.718 \text{ cm}$ $r_y \leq 1.735 \text{ cm}$ $r_o \leq 6.856 \text{ cm}$ $r_a \quad 1.96 \text{ cm}$	Área total de la sección Momento de inercia al rededor del eje X Momento de inercia al rededor del eje Y Módulo de sección elástico respecto al eje X Módulo de sección elástico respecto al eje Y Constante de Saint-Venant Coeficiente de Alabeo Coordenada en X del centro de corte Radio de giro respecto a X Radio de giro respecto a Y Radio de giro polar con respecto al centro de corte Sacado de tablas
1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR	
Según artículo 5.2	
$h \quad H7 \ 2 \ 2t5 \ r3 \leq 138 \text{ mm}$	Altura del alma
$b \quad W7 \ 2 \ 2t5 \ r3 \leq 38 \text{ mm}$	Ancho de las alas
$d \quad D7 \ 2t5 \ r3 \leq 9 \text{ mm}$	Altura de los rigidizadores
a) Alma	
$\frac{h}{t} \leq 46$	$\text{Nota}_1 \leq \text{"Cumple, menor a 250"}$
b) Ala	
$\frac{b}{t} \leq 12.667$	$\text{Nota}_2 \leq \text{"Cumple, menor a 90"}$
c) Rigidizador	
$\frac{d}{t} \leq 3$	$\text{Nota}_3 \leq \text{"Cumple, menor a 30"}$
d) Relación rigidizador/ala	
$\frac{d}{b} \leq 0.237$	$\text{Nota}_4 \leq \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.2 y 0.6"}$
2. MOMENTO CRÍTICO ELÁSTICO M_x	
a) Resistencia a la torsión uniforme	
$M_{LTV} \quad \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G J E I_y} \leq 18.557 \text{ kN m}$	ec. 6.36

b) Resistencia no uniforme

$$i_{zf} \leq 1.844 \text{ cm}$$

$$M_{LTW} - S_x \frac{\pi^2 E}{L_c^2} i_{zf}^2 \leq 92.739 \text{ kN m} \quad \text{ec. 6.37}$$

c) Momento crítico

$$M_{cr} - \sqrt{M_{LTW}^2 + M_{LTW}^2} \leq 94.578 \text{ kN m} \quad \text{ec. 6.35}$$

3. ESBELTEZ RELATIVA FRENTE AL PANDEO LATERAL Mx

Según los artículos 6.3.3.2

$$\lambda_{LT} \sqrt{\frac{S_x f_y}{M_{cr}}} \leq 0.3 \quad \text{Nota} \leq \text{"Menor a 0.4, se puede ignorar el pandeo lateral"} \quad \text{ec.6.34}$$

4. CÁLCULO DEL MÓDULO DE SECCIÓN EFECTIVO SENTIDO X

a) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 12.667 \quad \text{Relación ancho/espesor}$$

$$k = 4 \quad \text{Factor de pandeo de placa}$$

$$\lambda = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} \sqrt{k} \leq 0.23 \quad \text{Esbeltez de pandeo}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{1 + 0.673 \lambda} \leq 1 \quad \text{Factor de reducción}$$

$$\lambda \leq 0.22$$

$$b_{ef} = b \rho \leq 38 \text{ mm} \quad \text{Ancho efectivo (ec.5.1)}$$

$$b \leq 38 \text{ mm}$$

$$Y_g = \frac{H}{2} \leq 7.5 \text{ cm}$$

$$A_1 = b \rho \leq 0 \text{ cm}^2 \quad \text{Área efectiva}$$

$$Y_1 = H \frac{t}{2} \leq 14.85 \text{ cm}$$

$$\frac{A'_{ef}}{A_g} \leq \frac{A_1}{Y_g} \leq 7.5 \text{ cm}$$

Estado $b_{ef} := b$

“Hay pandeo local en el ala”

“No hay pandeo local en el ala”

$$b_{ef} \leq 3.8 \text{ cm}$$

$$A'_{ef} \leq 7.808 \text{ cm}^2$$

Estado $\leq$ “No hay pandeo local en el ala”

b) Rigidizador

$$\frac{d}{t} \leq 3$$

Relación ancho/espesor

$$\sigma_1 \leq \frac{f_y}{H} \leq 230 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 \leq \frac{f_y}{H} \leq 200 \text{ MPa}$$

$$\psi \leq 1.15$$

Relación de las tensiones

$$k \leq 0.388$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda \leq 0.175$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho \leq 1$$

Factor de reducción

$$\lambda \leq 0.188$$

$$d_{ef} \leq 9 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A''_{ef} \leq 7.808 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A'_{ef}$$

Estado $d_{ef} := d$

“Hay pandeo local en el rigidizador”

"No hay pandeo local en el rigidizador"

$$A_2 \quad d \geq d_{ef} \quad t \leq 0.0075 \sqrt{A_2}$$

$$A_{ef}'' \quad A_{ef}' \geq A_2 \leq 7.808 \sqrt{A_2}$$

$$\frac{A_{ef}' Y_g' A_2}{Y_g'' A_{ef}''} \leq 7.5 \sqrt{A_2}$$

$$d_{ef} \leq 0.9 \sqrt{A_2}$$

$$A_{ef}'' \leq 7.808 \sqrt{A_2} \quad \text{Estado} \leq \text{"No hay pandeo local en el rigidizador"}$$

c) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 46$$

Relación ancho/espesor

$$\sigma_1 \quad \frac{f_y}{H} \frac{Y_g''}{Y_g''} \leq 230 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 \quad \frac{f_y}{H} \frac{Y_g''}{Y_g''} \leq 230 \text{ MPa}$$

$$\psi \quad \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \leq 1$$

Relación de las tensiones

$$k \quad 7.81 \sqrt{A_2} \leq 9.78 \sqrt{A_2} \leq 23.88$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda \quad \frac{h}{t} \sqrt{\frac{235}{f_y}} \leq 0.342 \sqrt{k}$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho \quad \lambda \leq 0.55 \sqrt{0.085 \sqrt{A_2}} \leq 1$$

Factor de reducción

$$\lambda^2 \leq 0.055 \sqrt{A_2}$$

$$h_{ef} \quad h \leq 138 \sqrt{A_2}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$\text{Estado} \quad h_{ef} = h$$

"Hay pandeo local en el alma"

"No hay pandeo local en el alma"

$$h_{e1} \quad 0.4 \sqrt{A_2} \leq 0.055 \sqrt{A_2}$$

$$h_{e2} \quad 0.6 \sqrt{A_2} \leq 0.083 \sqrt{A_2}$$

$$h_i \leq h_{ef} \leq 0 \text{ mm}$$

$$A_3 \leq h_i \leq 0 \text{ cm}^2$$

$$Y_3 \leq Y_g'' \leq h_{ef} \leq \frac{h_i}{2} \leq 15.78 \text{ cm}$$

$$A_{ef} \leq A_{ef}'' \leq A_3 \leq 7.808 \text{ cm}^2$$

$$Y_g''' \leq \frac{A_{ef} Y_g'' \leq A_3 Y_3}{A_{ef}} \leq 7.5 \text{ cm}$$

$$I_{i1} \leq \frac{b_{ef}^3 t^3}{12} \leq \frac{b_{ef}^3 t^3}{12} \leq \frac{H^3 t^3}{2} \leq Y_g'''^2 \leq 0 \text{ cm}^4$$

$$I_{i2} \leq \frac{d_{ef}^3 t^3}{12} \leq \frac{d_{ef}^3 t^3}{12} \leq \frac{H^3 t^3}{2} \leq \frac{d_{ef}^3 t^3}{2} \leq Y_g'''^2 \leq 0 \text{ cm}^4$$

$$I_{i3} \leq \frac{h_i^3 t^3}{12} \leq A_3 Y_3 \leq Y_g'''^2 \leq 0 \text{ cm}^4$$

$$I_{ef} \leq I_x \leq A_g Y_g \leq Y_g'''^2 \leq I_{i1} \leq I_{i2} \leq I_{i3} \leq 255.253 \text{ cm}^4$$

$$Y_g \leq Y_g''' \leq 7.5 \text{ cm}$$

$$Y_g$$

$$h_{ef} \leq 13.8 \text{ cm}$$

$$A_{ef} \leq 7.808 \text{ cm}^2 \quad \text{Estado} \leq \text{"No hay pandeo local en el alma"}$$

$$W_{efX} \leq \frac{I_{ef}}{c} \leq 34.034 \text{ cm}^3$$

$$\frac{I_{ef}}{c}$$

$$I_{ef} \leq 255.253 \text{ cm}^4$$

$$c \leq 7.5 \text{ cm}$$

$$W_{efX} \leq 34.034 \text{ cm}^3$$

5. RESISTENCIA A la FLEXIÓN Mx

Según 6.2.6

$$\gamma_{m0} = 1.05$$

Coeficiente parcial de seguridad del material

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}} \leq 238.095 \text{ MPa}$$

Resistencia reducida

$$M_{ORD} = W_{efX} f_{yd} \leq 8.103 \text{ kN m}$$

ec.6.9

6. RESISTENCIA AL PANDEO LATERAL M_x

Según 6.3.2

$$\lambda_{LT} \leq 0.3$$

$$\phi = 0.5 + 15 \cdot 0.76 \cdot \lambda_{LT}^2 \leq 0.583$$

ec.6.33

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 0.924$$

ec.6.32

$$M_{bRD} = \chi_{LT} W_{efX} f_{yd} \leq 7.483 \text{ m kN}$$

ec.6.31

Nota: Si $\lambda_{LT} \leq 0.4$ Se puede omitir esta comprobación

7. RATIO DEMANDA CAPACIDAD X

$$M_{edX} \leq 2.92 \text{ kN m}$$

$$r_1 = \frac{M_{edX}}{M_{ORD}} \leq 0.36 \quad \text{Estado}_1 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_2 = \frac{M_{edX}}{M_{bRD}} \leq 0.39 \quad \text{Estado}_2 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_x = \max(r_1, r_2) \leq 0.39$$

8. CÁLCULO DEL MÓDULO DE SECCIÓN EFECTIVO SENTIDO Y

a) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 46$$

Relación ancho/espesor

$$k = 4$$

Factor de pandeo de placa

Primera iteración

$$f_c = \frac{f_y}{W_{7X'}} \leq 98.824 \text{ MPa}$$

$$\lambda = \frac{h}{t} \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_c}} \leq 0.525$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = \frac{\lambda}{1} \leq 0.673$$

Factor de reducción

$$\lambda^2 = 0.22$$

$$x' \leq 1.417 \text{ cm}$$

$$h_{ef} = h \rho \leq 138 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A_1 = h_{ef} t \leq 0 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$X'_g = \frac{A_g x'_g + A_1 x'}{A'_{ef}} \leq 1.417 \text{ cm}$$

Centro de gravedad

2da iteración iteración

$$f_y = \frac{X'_g}{W_{X'_g}} \leq 98.824 \text{ MPa}$$

$$\lambda = \frac{h}{t} \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_c}} \leq 0.525$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = \frac{\lambda}{1} \leq 0.673$$

Factor de reducción

$$\lambda^2 = 0.22$$

$$h_{ef} = h \rho \leq 138 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A_1 = h_{ef} t \leq 0 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$X'_g = \frac{A_g x'_g + A_1 x'}{A'_{ef}} \leq 1.417 \text{ cm}$$

Centro de gravedad

Tercera iteración

$$f_y = \frac{X'_g}{W_{X'_g}} \leq 98.824 \text{ MPa}$$

λ	$28.4 \sqrt{\frac{h}{t} \frac{235 \text{ MPa}}{f_c}} \sqrt{k} \leq 0.525$	Esbeltez de pandeo
ρ	$\lambda \frac{0.673}{1} \leq 1$	Factor de reducción
λ	$17 \frac{0.22}{\lambda^2}$	
h_{ef}	$h \rho \leq 138 \text{ mm}$	Ancho efectivo (ec.5.1)
A_f	$h \frac{7}{h_{ef}} t \leq 0 \text{ cm}^2$	Área efectiva
X'_g	$\frac{A_g}{A'_{ef}} \frac{x'_g}{A_1} \leq 1.417 \text{ cm}$	Centro de gravedad
A'_{ef}	$A_g \frac{7}{A_1} A_1$	Estado $h_{ef} = h$ "Hay pandeo local en el ala" "No hay pandeo local en el ala"
$h_{ef} \leq 138 \text{ mm}$ $A'_{ef} \leq 7.808 \text{ cm}^2$ b) Ala Estado ≤ "No hay pandeo local en el ala"		
$\frac{b}{t}$	$\frac{b}{t} \leq 12.667$	Relación ancho/espesor
σ_1	$f_y \frac{7}{W_7} \frac{f_y}{X'_g} 2W_7 \frac{2}{t} \leq 756.965 \text{ MPa}$	
σ_2	$f_y \frac{7}{W_7} \frac{f_y}{X'_g} 22 \leq 208.141 \text{ MPa}$	
ψ	$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} \leq 70.274$	Relación de las tensiones
k	$7.81 \frac{7}{6.29} \psi \frac{5}{9.78} \psi^2 \leq 10.264$	Factor de pandeo de placa
λ	$28.4 \sqrt{\frac{b}{t} \frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} \sqrt{k} \leq 0.144$	Esbeltez de pandeo
ρ	$\lambda \frac{0.55}{1} \sqrt{0.085 \frac{7}{0.055} \psi} \leq 1$	Factor de reducción

$$\lambda^2 = 0.055 \cdot \frac{23.5}{\psi^3}$$

$$\lambda^2$$

$$b_{ef} \leq 38 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$h_{ef} := h$$

"Hay pandeo local en el alma"

"No hay pandeo local en el alma"

$$b_{e1} \leq 0.4 \cdot h_{ef} \leq 0.055 \text{ m}$$

$$b_{e2} \leq 0.6 \cdot h_{ef} \leq 0.083 \text{ m}$$

$$b_{ef} \leq 38 \text{ mm}$$

Estado ≤ "No hay pandeo local en el alma"

$$b_i \leq b \leq b_{ef} \leq 0 \text{ mm}$$

$$A_2 \leq b_i \cdot t \leq 0 \text{ cm}^2$$

$$X_2 \leq X'_g \cdot \frac{b_i}{2} \leq 9.697 \text{ cm}$$

$$A_{iw} \leq 2 \cdot b_i \cdot t \leq 0 \text{ cm}^2$$

$$A_{ef} \leq A'_{ef} \cdot A_{iw} \leq 7.808 \text{ cm}^2$$

$$X''_g \leq \frac{A_{ef} \cdot X'_g \cdot A_2}{A_{ef}} \leq 1.417 \text{ cm}$$

$$I_{if} \leq \frac{h^7 \cdot h_{ef}^3 \cdot t^3}{12} \leq \frac{h^7 \cdot h_{ef}^3 \cdot t^3}{12} \cdot \frac{X'_g{}^2}{5} \leq 0 \text{ cm}^4$$

$$I_{iw} \leq \frac{b^7 \cdot b_{ef}^3 \cdot t^3}{12} \leq \frac{b^7 \cdot b_{ef}^3 \cdot t^3}{12} \cdot \frac{X''_g{}^2}{5} \leq 0 \text{ cm}^4$$

$$I_e \leq I_y \cdot A_g \cdot X''_g{}^2 \leq 7 \cdot I_{if} \cdot I_{iw} \leq 23.495 \text{ cm}^4$$

$$I_e \leq 23.495 \text{ cm}^4$$

$$c_1 \leq X''_g \leq 1.417 \text{ cm}$$

Estado

$$b_{ef} := b$$

"Hay pandeo local en el alma"

$$c_2 \leq W \cdot X''_g \leq 3.583 \text{ cm}$$

"No hay pandeo local en el alma"

Estado ≤ "No hay pandeo local en el alma"

$$b_{ef} \leq 3.8 \text{ cm}$$

$$A_{ef} \leq 7.808 \text{ cm}^2$$

$$I_e \leq 23.495 \text{ cm}^4$$

$$W_{cy} \frac{I_e}{c_1} \leq 16.586 \text{ cm}^3$$

$$W_{ey} \frac{I_e}{c_2} \leq 6.556 \text{ cm}^3$$

9. RESISTENCIA A la FLEXIÓN My

Según 6.2.6

$$\gamma_{m0} = 1.05$$

Coeficiente parcial de seguridad del material

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}} \leq 238.095 \text{ MPa}$$

Resistencia reducida en la zona de tracción

$$f_{cd} = \frac{f_c}{\gamma_{m0}} \leq 94.118 \text{ MPa}$$

Resistencia reducida en la zona de compresión

$$M_{ORDy1} W_{cy} f_{cd} \leq 1.561 \text{ kN m}$$

ec.6.9

$$M_{ORDy2} W_{ey} f_{yd} \leq 1.561 \text{ kN m}$$

ec.6.9

10. RATIO DEMANDA CAPACIDAD Y

$$M_{edY} \leq 0.61 \text{ kN m}$$

$$r_1 = \frac{M_{edY}}{M_{ORDy1}} \leq 0.391 \quad \text{Estado}_1 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_2 = \frac{M_{edY}}{M_{ORDy1}} \leq 0.391 \quad \text{Estado}_2 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_y = \max(r_1, r_2) \leq 0.391$$

10. RATIO DEMANDA CAPACIDAD POR FLEXIÓN BIAIXIAL

$$r_x \leq r_y \leq 0.781 \quad \text{Estado} \leq \text{"Cumple"}$$

Nota: Para que se pueda alcanzar esta resistencia, se debe disponer arriostramiento lateral cada 50 cm.

DISEÑO DE LARGUEROS LATERALES

DATOS

M_{edX} 0.89 **kN m** Sollicitación de momento flector al rededor del eje X

M_{edY} 0.36 **kN m** Sollicitación de momento flector al rededor del eje Y

f_y 250 **MPa** Límite de fluencia

E 203 **GPa** Módulo de elasticidad

ν 0.3 Coeficiente de Poisson

$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \leq 78.077$ **GPa** Módulo de corte

L_c 0.5 **m** Longitud no arriostrada del miembro

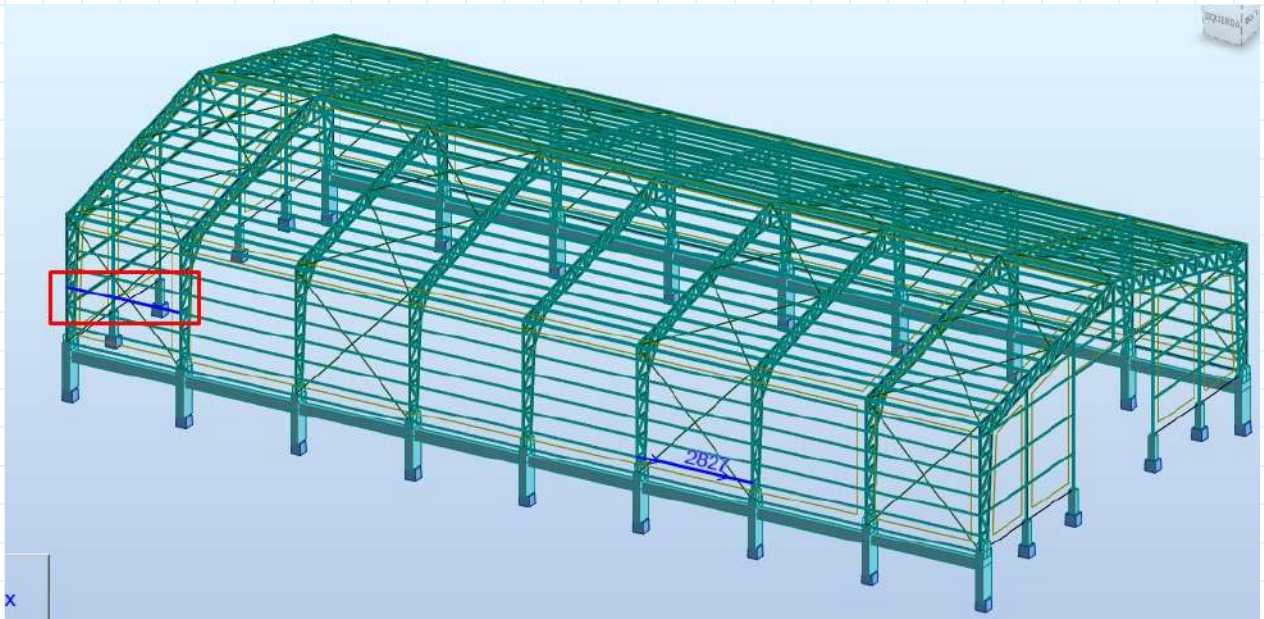
k_x 1 Coeficiente de longitud de pandeo en X

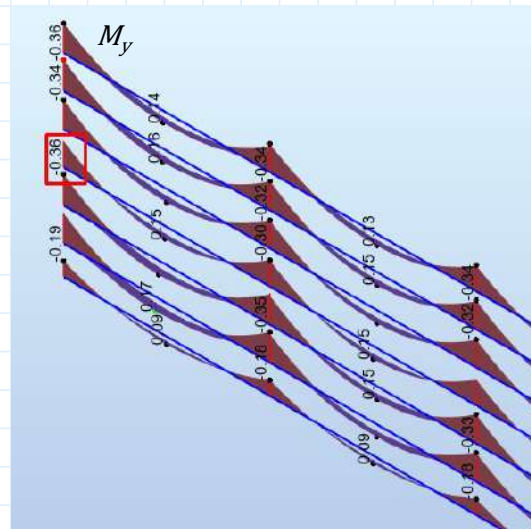
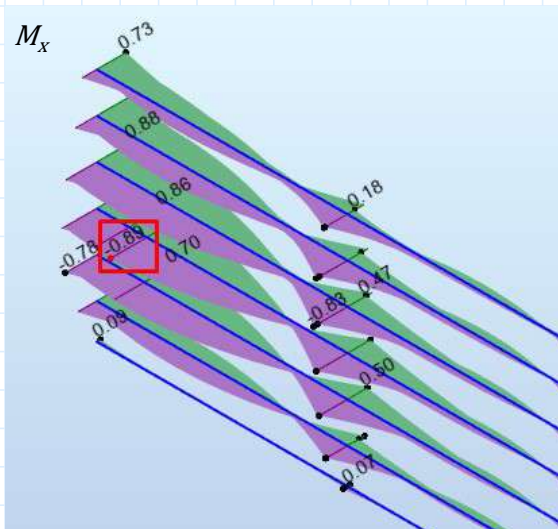
k_y 1 Coeficiente de longitud de pandeo en Y

k_z 1 Coeficiente de longitud de pandeo en Z

Perfil CA100x50x15x2 Elemento N° 3034

Tipo 1 Tipo 1: Costanero simple, Tipo 2: Cajón





H 150 mm

Altura fuera afuera del perfil

W 50 mm

Ancho fuera afuera del perfil

D 15 mm

distancia fuera afuera del borde rigidizador

t 3 mm

Espesor del perfil

r $t \leq 3$ mm

Radio de doblado

$A_g \leq 7.808$ cm^2

Área total de la sección

$I_x \leq 255.253$ cm^4

Momento de inercia al rededor del eje X

$I_y \leq 23.495$ cm^4

Momento de inercia al rededor del eje Y

$S_x \leq 34.034$ cm^3

Módulo de sección elástico respecto al eje X

$S_y \leq 6.556$ cm^3

Módulo de sección elástico respecto al eje Y

$J \leq 0.234$ cm^4

Constante de Saint-Venant

$C_w \leq 1.101$ 10^3 cm^6

Coefficiente de Alabeo

$x_o \leq 7$ 3.361 cm

Coordenada en X del centro de corte

$r_x \leq 5.718$ cm

Radio de giro respecto a X

$r_y \leq 1.735$ cm

Radio de giro respecto a Y

$r_o \leq 6.856$ cm

Radio de giro polar con respecto al centro de corte

r_a 1.96 cm

Sacado de tablas

1. RELACIÓN ANCHURA ESPESOR

Según artículo 5.2

h H 7 2 $2t$ 5 r $3 \leq 138$ mm

Altura del alma

b W 7 2 $2t$ 5 r $3 \leq 38$ mm

Ancho de las alas

d D 7 2 $2t$ 5 r $3 \leq 9$ mm

Altura de los rigidizadores

a) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 46 \quad \text{Nota}_1 \leq \text{"Cumple, menor a 250"}$$

b) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 12.667 \quad \text{Nota}_2 \leq \text{"Cumple, menor a 90"}$$

c) Rigidizador

$$\frac{d}{t} \leq 3 \quad \text{Nota}_3 \leq \text{"Cumple, menor a 30"}$$

d) Relación rigidizador/ala

$$\frac{d}{b} \leq 0.237 \quad \text{Nota}_4 \leq \text{"El rigidizador proporciona suficiente rigidez d/b entre 0.2 y 0.6"}$$

2. MOMENTO CRÍTICO ELÁSTICO M_x

a) Resistencia a la torsión uniforme

$$M_{LTv} = \frac{\pi}{L_c} \sqrt{G J E I_y} \leq 18.557 \text{ kN m} \quad \text{ec. 6.36}$$

b) Resistencia no uniforme

$$i_{zf} \leq 1.844 \text{ cm}$$
$$M_{LTW} = S_x \frac{\pi^2 E}{L_c^2} i_{zf}^2 \leq 92.739 \text{ kN m} \quad \text{ec. 6.37}$$

c) Momento crítico

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2} \leq 94.578 \text{ kN m} \quad \text{ec. 6.35}$$

3. ESBELTEZ RELATIVA FRENTE AL PANDEO LATERAL M_x

Según los artículos 6.3.3.2

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{S_x f_y}{M_{cr}}} \leq 0.3 \quad \text{Nota} \leq \text{"Menor a 0.4, se puede ignorar el pandeo lateral"} \quad \text{ec. 6.34}$$

4. CÁLCULO DEL MÓDULO DE SECCIÓN EFECTIVO SENTIDO X

a) Ala

$$\frac{b}{t} \leq 12.667 \quad \text{Relación ancho/espesor}$$

$$k = 4 \quad \text{Factor de pandeo de placa}$$

$\lambda = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} \leq 0.23$	Esbeltez de pandeo
$\rho = \frac{\lambda}{1} \leq 0.673$	Factor de reducción
$\lambda \leq 0.22$	
$b_{ef} = b \quad \rho \leq 38 \text{ mm}$	Ancho efectivo (ec.5.1)
$b \leq 38 \text{ mm}$	
$Y_g = \frac{H}{2} \leq 7.5 \text{ cm}$	
$A_1 = b t \leq 0 \text{ cm}^2$	Área efectiva
$Y_1 = \frac{H}{2} \leq 14.85 \text{ cm}$	
$A'_{ef} = A_g \quad A_1$	
$Y'_g = \frac{A_g}{A'_{ef}} \leq 7.5 \text{ cm}$	Estado $b_{ef} = b$ “Hay pandeo local en el ala” “No hay pandeo local en el ala”
$b_{ef} \leq 3.8 \text{ cm}$	
$A'_{ef} \leq 7.808 \text{ cm}^2$	Estado ≤ “No hay pandeo local en el ala”
b) Rigidizador	
$\frac{d}{t} \leq 3$	Relación ancho/espesor
$\sigma_1 = \frac{f_y}{H} \frac{Y'_g}{Y_g} \leq 230 \text{ MPa}$	
$\sigma_2 = \frac{f_y}{H} \frac{Y'_g}{Y_g} \leq 200 \text{ MPa}$	
$\psi = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \leq 1.15$	Relación de las tensiones
$k \leq 0.578$	
$\psi \leq 0.34$	Factor de pandeo de placa

$$\lambda = \frac{d}{t} \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} \sqrt{k} \leq 0.175$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = \frac{\lambda - 0.748}{1} \leq 1$$

Factor de reducción

$$\lambda^2 \leq 0.188$$

$$d_{ef} = d \cdot \rho \leq 9 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$A''_{ef} = d_{ef}^2 \cdot \rho \leq 7.808 \text{ cm}^2$$

Área efectiva

$$A'_{ef} = d_{ef}^2 \cdot \rho$$

Estado $d_{ef} = d$
 "Hay pandeo local en el rigidizador"
 "No hay pandeo local en el rigidizador"

$$A_2 = d_{ef}^2 \cdot \rho \leq 0 \text{ m}^2$$

$$A''_{ef} = A'_{ef} \cdot \rho \leq 7.808 \text{ cm}^2$$

$$Y''_g = \frac{A'_{ef} \cdot Y'_g}{A''_{ef}} \leq 7.5 \text{ cm}$$

$$d_{ef} \leq 0.9 \text{ cm}$$

$$A''_{ef} \leq 7.808 \text{ cm}^2 \quad \text{Estado} \leq \text{"No hay pandeo local en el rigidizador"}$$

c) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 46$$

Relación ancho/espesor

$$\sigma_1 = \frac{f_y}{H} \cdot \frac{Y''_g}{Y'_g} \leq 230 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{f_y}{H} \cdot \frac{Y''_g}{Y'_g} \leq 230 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \leq 1$$

Relación de las tensiones

$$k = 7.817 \cdot 6.29 \cdot \psi^5 \cdot 9.78 \cdot \psi^2 \leq 23.88$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda = \frac{h}{t} \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} \leq 0.342$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = \frac{\lambda}{1} \sqrt{0.0857 \cdot 0.055 \cdot \psi} \leq 1$$

Factor de reducción

$$\lambda^2 \leq 17 \cdot 0.055 \cdot 235 \cdot \psi^3$$

$$h_{ef} = h \cdot \rho \leq 138 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

Estado $h_{ef} = h$
 “Hay pandeo local en el alma”
 “No hay pandeo local en el alma”

$$h_{e1} = 0.4 \cdot h_{ef} \leq 0.055 \text{ m}$$

$$h_{e2} = 0.6 \cdot h_{ef} \leq 0.083 \text{ m}$$

$$h_i = h_7 \cdot h_{ef} \leq 0 \text{ mm}$$

$$A_3 = h_i \cdot t \leq 0 \text{ cm}^2$$

$$Y_3 = Y_g'' \cdot 5 \cdot h_{e2} \cdot 5 \cdot \frac{h_i}{2} \leq 15.78 \text{ cm}$$

$$A_{ef} = A_{ef}'' \cdot 7 \cdot A_3 \leq 7.808 \text{ cm}^2$$

$$Y_g''' = \frac{A_{ef} \cdot Y_g'' \cdot 7 \cdot A_3 \cdot Y_3}{A_{ef}} \leq 7.5 \text{ cm}$$

$$I_{i1} = \frac{b_7 \cdot b_{ef} \cdot t^3}{12} \cdot 5 - \frac{b_7 \cdot b_{ef} \cdot t}{H} \cdot 7 \cdot \frac{t}{2} \cdot Y_g'''^2 \leq 0 \text{ cm}^4$$

$$I_{i2} = \frac{d_7 \cdot d_{ef}^3 \cdot t}{12} \cdot 5 - \frac{d_7 \cdot d_{ef} \cdot t}{H} \cdot 2 \cdot 7 \cdot \frac{d_{ef}}{2} \cdot Y_g'''^2 \leq 0 \text{ cm}^4$$

$$I_{i3} = \frac{h_i^3 \cdot t}{12} \cdot 5 - A_3 \cdot Y_3 \cdot Y_g'''^2 \leq 0 \text{ cm}^4$$

$$I_{ef} = I_x \cdot 5 \cdot A_g \cdot Y_g \cdot Y_g'''^2 \cdot 7 \cdot I_{i1} \cdot 7 \cdot I_{i2} \cdot 7 \cdot I_{i3} \leq 255.253 \text{ cm}^4$$

$$Y_g \cdot Y_g''' \leq 7.5 \text{ cm}$$

$$H \cdot Y_g'''$$

$$Y_g$$

$$h_{ef} \leq 13.8 \text{ cm}$$

$$A_{ef} \leq 7.808 \text{ cm}^2 \quad \text{Estado} \leq \text{"No hay pandeo local en el alma"}$$

$$W_{efX} \quad \text{Tipo 1} \leq 34.034 \text{ cm}^3$$

$$I_{ef}$$

$$c$$

$$2 \quad \frac{I_{ef}}{c}$$

$$I_{ef} \leq 255.253 \text{ cm}^4$$

$$c \leq 7.5 \text{ cm}$$

$$W_{efX} \leq 34.034 \text{ cm}^3$$

5. RESISTENCIA A la FLEXIÓN Mx

Según 6.2.6

$$\gamma_{m0} = 1.05$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{m0}} \leq 238.095 \text{ MPa}$$

Coeficiente parcial de seguridad
del material

Resistencia reducida

$$M_{ORD} - W_{efX} f_{yd} \leq 8.103 \text{ kN m}$$

ec.6.9

6. RESISTENCIA AL PANDEO LATERAL Mx

Según 6.3.2

$$\lambda_{LT} \leq 0.3$$

$$\phi = 0.5 - 15 \cdot 0.76 \cdot \lambda_{LT}^2 \leq 0.583 \quad \text{ec.6.33}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 0.924 \quad \text{ec.6.32}$$

$$M_{bRD} - \chi_{LT} W_{efX} f_{yd} \leq 7.483 \text{ m kN} \quad \text{ec.6.31}$$

Nota: Si $\lambda_{LT} \leq 0.4$ Se puede omitir esta comprobación

7. RATIO DEMANDA CAPACIDAD X

$$M_{edX} \leq 0.89 \text{ kN m}$$

$$r_1 = \frac{M_{edX}}{M_{ORD}} \leq 0.11 \quad \text{Estado}_1 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_2 \frac{M_{edX}}{M_{bRD}} \leq 0.119 \quad \text{Estado}_2 \leq \text{"Cumple"}$$

$$r_x \max r_1 \leq r_2 \leq 0.119$$

8. CÁLCULO DEL MÓDULO DE SECCIÓN EFECTIVO SENTIDO Y

a) Alma

$$\frac{h}{t} \leq 46 \quad \text{Relación ancho/espesor}$$

$$k = 4 \quad \text{Factor de pandeo de placa}$$

Primera iteración

$$f_c \frac{f_y}{W7} \frac{x'}{x'} \leq 98.824 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 28.4 \sqrt{\frac{h}{t} \frac{235 \text{ MPa}}{f_c}} \sqrt{k} \leq 0.525 \quad \text{Esbeltez de pandeo}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{1} = 0.673 \leq 1 \quad \text{Factor de reducción}$$

$$\lambda^2 = 0.22 \quad x' \leq 1.417 \text{ cm}$$

$$h_{ef} = h \rho \leq 138 \text{ mm} \quad \text{Ancho efectivo (ec.5.1)}$$

$$A_f = h t \leq 0 \text{ cm}^2 \quad \text{Área efectiva}$$

$$X'_g = \frac{A_g x' + A_f x'}{A'_{ef}} \leq 1.417 \text{ cm} \quad \text{Centro de gravedad}$$

2da iteración iteración

$$f_c \frac{f_y}{W7} \frac{X'_g}{X'_g} \leq 98.824 \text{ MPa}$$

$$\lambda = 28.4 \sqrt{\frac{h}{t} \frac{235 \text{ MPa}}{f_c}} \sqrt{k} \leq 0.525 \quad \text{Esbeltez de pandeo}$$

ρ	$\lambda \leq 0.673$	Factor de reducción
	1	
	$\lambda \leq 0.22$	
	λ^2	
h_{ef}	$h \leq 138 \text{ mm}$	Ancho efectivo (ec.5.1)
A_f	$h \leq h_{ef} \quad t \leq 0 \text{ cm}^2$	Área efectiva
X'_g	$A_g \cdot x' \cdot A_f \cdot x' \leq 1.417 \text{ cm}$	Centro de gravedad
Tercera iteración		
f_c	$f_y \cdot X'_g \leq 98.824 \text{ MPa}$	
	$W \cdot X'_g$	
λ	$\frac{h}{t} \leq 0.525$	Esbeltez de pandeo
	$28.4 \sqrt{\frac{235}{f_c}} \sqrt{k}$	
ρ	$\lambda \leq 0.673$	Factor de reducción
	1	
	$\lambda \leq 0.22$	
	λ^2	
h_{ef}	$h \leq 138 \text{ mm}$	Ancho efectivo (ec.5.1)
A_f	$h \leq h_{ef} \quad t \leq 0 \text{ cm}^2$	Área efectiva
X'_g	$A_g \cdot x' \cdot A_f \cdot x' \leq 1.417 \text{ cm}$	Centro de gravedad
A'_{ef}	$A_g \cdot A_f$	Estado
	$h_{ef} = h$	“Hay pandeo local en el ala”
		“No hay pandeo local en el ala”
	$h_{ef} \leq 138 \text{ mm}$	
	$A'_{ef} \leq 7.808 \text{ cm}^2$	Estado ≤ “No hay pandeo local en el ala”
b) Ala		
	$\frac{b}{t} \leq 12.667$	Relación ancho/espesor
σ_f	$f_y \cdot W \cdot X'_g \leq 756.965 \text{ MPa}$	

$$\sigma_2 = f_y \frac{f_y}{W_{X_g}} \leq 208.141 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} \leq 7.0274$$

Relación de las tensiones

$$k = 7.817 \cdot 6.29 \cdot \psi \leq 10.264$$

Factor de pandeo de placa

$$\lambda = 28.4 \sqrt{\frac{b}{t} \frac{235}{f_y}} \leq 0.144$$

Esbeltez de pandeo

$$\rho = \frac{\lambda}{1} \leq 1$$

Factor de reducción

$$\frac{\lambda^2}{\lambda^2} \leq 1$$

$$b_{ef} = b \leq 38 \text{ mm}$$

Ancho efectivo (ec.5.1)

$$\text{Estado } h_{ef} = h$$

“Hay pandeo local en el alma”

“No hay pandeo local en el alma”

$$b_{e1} = 0.4 h_{ef} \leq 0.055 \text{ m}$$

$$b_{e2} = 0.6 h_{ef} \leq 0.083 \text{ m}$$

$$b_{ef} \leq 38 \text{ mm}$$

$$b_i = b \leq b_{ef} \leq 38 \text{ mm}$$

$$A_2 = b_i t \leq 0 \text{ cm}^2$$

$$X_2 = X_g' \frac{b_i}{2} \leq 9.697 \text{ cm}$$

$$A_{iw} = 2 b_i t \leq 0 \text{ cm}^2$$

$$A_{ef} = A_g' \frac{A_{iw}}{2} \leq 7.808 \text{ cm}^2$$

$$X_g'' = \frac{A_{ef} X_g' A_2}{A_{ef}} \leq 1.417 \text{ cm}$$

$$I_{if} = \frac{h^3}{12} \frac{h_{ef}}{5} \frac{t^3}{5} \frac{h}{7} \frac{h_{ef}}{7} \frac{t}{2} \frac{X_g'}{5} \leq 0 \text{ cm}^4$$

$$I_{iw} \frac{b^7 b_{ef}^3}{12} t^5 A_{iw} X_2^7 X_g''^2 \leq 0 \text{ cm}^4$$

$$I_e \frac{I_y^5 A_g}{x^7} X_g''^2 \leq 7 I_{if}^7 I_{iw} \leq 23.495 \text{ cm}^4$$

$$I_e \leq 23.495 \text{ cm}^4$$

$$c_1 X_g'' \leq 1.417 \text{ cm}$$

Estado

$$b_{ef} := b$$

"Hay pandeo local en el alma"

$$c_2 W X_g'' \leq 3.583 \text{ cm}$$

"No hay pandeo local en el alma"

Estado ≤ "No hay pandeo local en el alma"

$$b_{ef} \leq 3.8 \text{ cm}$$

$$A_{ef} \leq 7.808 \text{ cm}^2$$

$$I_e \leq 23.495 \text{ cm}^4$$

$$W_{cy} \frac{I_e}{c_1} \leq 16.586 \text{ cm}^3$$

$$W_{ey} \frac{I_e}{c_2} \leq 6.556 \text{ cm}^3$$

9. RESISTENCIA A la FLEXIÓN My

Según 6.2.6

$$\gamma_{m0} = 1.05$$

Coeficiente parcial de seguridad del material

$$\gamma_{m0} \frac{f_y}{\gamma_{m0}} \leq 238.095 \text{ MPa}$$

Resistencia reducida en la zona de tracción

$$\gamma_{m0} \frac{f_c}{\gamma_{m0}} \leq 94.118 \text{ MPa}$$

Resistencia reducida en la zona de compresión

$$M_{ORDy1} W_{cy} f_{cd} \leq 1.561 \text{ kN m}$$

ec.6.9

$$M_{ORDy2} W_{ey} f_{yd} \leq 1.561 \text{ kN m}$$

ec.6.9

10. RATIO DEMANDA CAPACIDAD Y

$$M_{edY} \leq 0.36 \text{ kN m}$$

$$\gamma_1 \frac{M_{edY}}{M_{ORDy1}} \leq 0.231$$

Estado₁ ≤ "Cumple"

$$\boxed{r_2} \quad \frac{M_{edY}}{M_{ORDy1}} \leq 0.231 \quad \text{Estado}_2 \leq \text{"Cumple"}$$

$$\boxed{r_y} \quad \max r_1, r_2 \leq 0.231$$

10. RATIO DEMANDA CAPACIDAD POR FELEXIÓN BIAxIAL

$$\boxed{r} \quad r_x, r_y \leq 0.35 \quad \text{Estado} \leq \text{"Cumple"}$$

Nota: Para que se pueda alcanzar esta resistencia, se debe disponer arriostramiento lateral cada 50 cm.

DISEÑO DE COLUMNAS

DATOS

Datos mecánicos

f'_c	21 MPa	Resistencia característica del hormigón
f_y	420 MPa	Límite de fluencia del acero
$f_{yt} \leq$	420 MPa	Límite de fluencia del acero de refuerzo transversal
E_s	200 GPa	Módulo de elasticidad del acero
ε_c	0.003	Deformación unitaria del hormigón
ε_y	$\frac{f_y}{E_s} \leq 0.0021$	Deformación unitaria de fluencia del acero

Datos geométricos

h	65 cm	Altura de la columna
b	30 cm	Base de la columna
A_g	$b \ h \leq 1950$ cm²	Área gruesa de la sección
r_g	3 cm	Recubrimiento geométrico
ϕ_e	6 mm	Diámetro del estribo
#	3	Número de ramas de estribo

Barra N° 2041

Distribución de barras

	16	12	12	16
	12	0	0	12
Barras	12	0	0	12
	12	0	0	12
	16	12	12	16

Solicitaciones

Flexo-compresión

P_u	M_u	V_u	46.45 kN	Cortante en la columna
2kN	2kN m	N_u	104.16 kN	Axial en la columna de evaluación de cortante
81.18	86.79			
104.16	151.77			

Nota: Los datos de Flexo-compresión, pueden ser introducidos para varias plantas. Sin embargo, el análisis de cortante solo se evalúa para una sola planta.

1.FLEXO-COMPRESIÓN

Cuánta

$$A_s \leq 13.069 \text{ cm}^2$$

$$\rho \leq 0.007$$

Nota ≤ “Cuantía menor a 0.01, aumentar acero”

$s_v \leq 14.05 \text{ cm}$

$Nota_v \leq$ "Separación aceptable, no requieren soporte lateral"

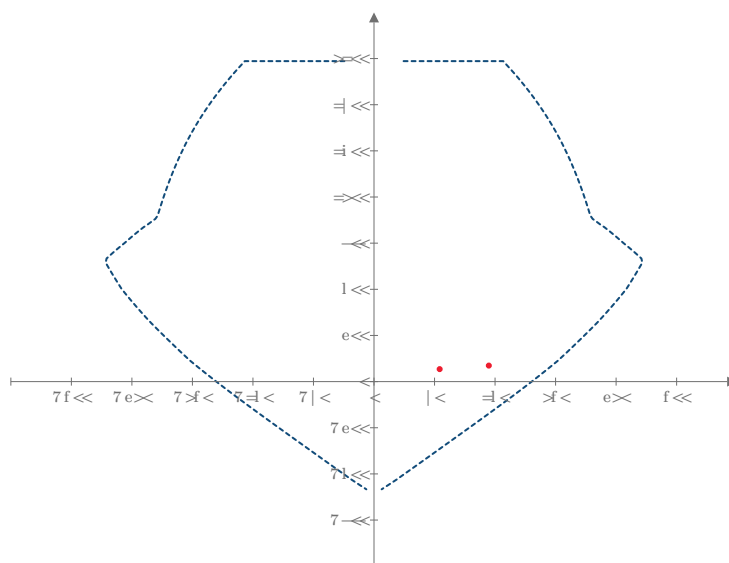
$$s_h \leq 7.067 \text{ cm}$$

$Nota_h \leq$ "Separación aceptable, no requieren soporte lateral"

$$\phi P_n \{a\} \{kN\}$$

$$\phi P_n \{a\} \{kN\}$$

$P_u = 2kN$



$$\phi M_n \{ a \} \{ 2kN \} \{ m \}$$

$$7 \phi M_n \{ a \} \{ 2kN \} \{ m \}$$

$$M_u = 2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

2. DISEÑO A CORTANTE

ϕ_V 0.75

a) Resistencia del hormigón al cortante

$$V_{cmax} = 0.42 \sqrt{f'_c} \text{ MPa } b d_t \leq 349.907 \text{ kN}$$

$$V_c = 0.17 \sqrt{f'_c} \text{ MPa } b d_t \leq 141.629 \text{ kN}$$

$$\phi V_c \leq \phi V \leq \phi V_{cmax} \leq 106.222 \text{ kN}$$

b) Cortante actuante en el acero de refuerzo

$$V_{su} = 0.66 \sqrt{f'_c} \text{ MPa } b d_t \leq 549.854 \text{ kN}$$

$$V_s \leq 0 \text{ } kN$$

Nota ≤ "Cumple con 22.55.1.2"

c) Determinación de la separación máxima y el área mínima

- Separación máxima

$$S_{max} = V_s := 0.33 \sqrt{f'_c} \text{ MPa } b d_t$$

$$\text{Floor } \min \frac{d_t}{2} \leq 60 \text{ cm} \leq 16 \text{ Barras } \leq 48 \phi_e \leq b \leq 2.5 \text{ cm}$$

$$\text{Floor } \min \frac{d_t}{2} \leq 30 \text{ cm} \leq 16 \text{ Barras } \leq 48 \phi_e \leq b \leq 2.5 \text{ cm}$$

$$S_{max} \leq 25 \text{ cm}$$

- Área mínima

$$A_{vmin1} = 0.062 \sqrt{f'_c} \text{ MPa } b S_{max} \leq 0.507 \text{ cm}^2$$

$$A_{vmin2} = \frac{0.35}{f_{yt}} \text{ MPa } b S_{max} \leq 0.625 \text{ cm}^2$$

$$A_{vmin} = \max(A_{vmin1}, A_{vmin2}) \leq 0.625 \text{ cm}^2$$

d) Cálculo de cuantías de acero transversal

$$A_v = \# \frac{\pi \phi_e^2}{4} \leq 0.848 \text{ cm}^2$$

Nota ≤ "La columna cumple con el refuerzo mínimo"

d) Cálculo de la separación a usar

$$S = \frac{\phi V_c \cdot V_u}{S_{max}}$$

$$\text{Floor } \frac{A_v f_{yt} d_t}{V_s} \leq 2.5 \text{ cm}$$

$$S \leq 25 \text{ cm}$$

Usar $\phi_e \leq 6 \text{ mm}$ c/ $S \leq 25 \text{ cm}$

Se decide usar estribos cada 15 cm por temas de confinamiento.

DISEÑO DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO

DATOS

Resistencias de los materiales

f_y 420 **MPa** Límite de fluencia del acero de refuerzo longitudinal

$f_{yt} \leq 420$ **MPa** Límite de fluencia del acero de refuerzo transversal

E_s 200 **GPa** Módulo de elasticidad del acero de refuerzo

f'_c 21 **MPa** Resistencia característica del hormigón

Solicitaciones

Momentos flectores

M_{uizq} 8.28 **kN m**

M_{uvano} 4.21 **kN m**

M_{uder} 5.54 **kN m**

Cortantes

V_{uizq} 9.35 **kN**

V_{uder} 8.15 **kN**

Momentos Torsores

T_{uizq} 1.99 **kN m**

T_{uder} 1.99 **kN m**

Geometría

b 25 **cm** Ancho de la viga

h 40 **cm** Altura de la viga

r_g 3 **cm** Recubrimiento geométrico hasta el refuerzo transversal

ϕ_{long} 12 **mm** Diámetro de las barras longitudinales

ϕ_{e1} 6 **mm** Diámetro de las barras transversales en el apoyo izquierdo

ϕ_{e2} 6 **mm** Diámetro de las barras transversales en vano

ϕ_{e3} 6 **mm** Diámetro de las barras transversales en el apoyo derecho

2 Ramas de estribo

L 5 **m** Longitud eje a eje de la viga

C_{izq} 30 **cm** Ancho de la columna izquierda en el sentido de análisis

C_{der} 30 **cm** Ancho de la columna derecha en el sentido de análisis

Barra N° 1374

1. DISEÑO A FLEXIÓN



$$\phi_b = 0.90$$

a) Cálculo del peralte efectivo

$$\phi_{est} = \max \phi_{e1}, \phi_{e2}, \phi_{e3}$$

$$d \geq h \cdot \sqrt[5]{\phi_{est} \cdot \frac{\phi_{long}}{2}} \leq 35.800 \text{ cm}$$

b) Cálculo de las cuantías límite

Área mínima

$$A_{min1} = 0.25 \sqrt{f'_c} \frac{b \cdot d}{f_y} \leq 2.441 \text{ cm}^2$$

$$A_{min2} = 1.4 \frac{MPa}{f_y} b \cdot d \leq 2.983 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = \max A_{min1}, A_{min2} \leq 2.983 \text{ cm}^2$$

Área máxima

$$A_{max} = 0.025 b \cdot d \leq 22.375 \text{ cm}^2$$

Momento máximo como sección sin refuerzo a compresión

$$M_{no} = 0.85 f'_c a_{max} b \cdot d \cdot \frac{a_{max}}{2} \leq 214.474 \text{ kN m}$$

c) Determinación del área de acero de refuerzo

- Para el momento negativo de la izquierda

$$M_{uizq} \leq 8.280 \text{ kN m}$$

$$M_{n1} = \frac{M_{uizq}}{\phi_b} \leq 9.200 \text{ kN m}$$

Nota ≤ "No requiere refuerzo a compresión"

$$\frac{A_{s1}^2}{1.7 f'_c b} \geq \frac{M_{n1}}{d^2 f_y} \quad 0$$

$$A_{s1} = \frac{7 b' \sqrt{b^2 + 4 a' c'}}{2 a'} \quad A_{s1} \leq 0.617 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} \max A_{s1} \leq A_{min} \leq 2.983 \text{ cm}^2$$

- **Para el momento positivo en el medio del vano**

$$M_{uvano} \leq 4.210 \text{ kN m}$$

$$M_{n2} = \frac{M_{uvano}}{\phi_b} \leq 4.678 \text{ kN m}$$

Nota ≤ "No requiere refuerzo a compresión"

$$A_{s2}^2 \frac{f_y}{1.7 f'_c b} \geq \frac{M_{n2}}{d^2} \frac{M_{n2}}{f_y} \geq 0$$

$$A_{s2} = \frac{7 b' \sqrt{b^2 + 4 a' c'}}{2 a'} \quad A_{s2} \leq 0.312 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} \max A_{s2} \leq A_{min} \leq 2.983 \text{ cm}^2$$

- **Para el momento negativo de la derecha**

$$M_{uder} \leq 5.540 \text{ kN m}$$

$$M_{n3} = \frac{M_{uder}}{\phi_b} \leq 6.156 \text{ kN m}$$

Nota ≤ "No requiere refuerzo a compresión"

$$A_{s3}^2 \frac{f_y}{1.7 f'_c b} \geq \frac{M_{n3}}{d^2} \frac{M_{n3}}{f_y} \geq 0$$

$$A_{s3} = \frac{7 b' \sqrt{b^2 + 4 a' c'}}{2 a'} \quad A_{s3} \leq 0.412 \text{ cm}^2$$

$$A_{s3} \max A_{s3} \leq A_{min} \leq 2.983 \text{ cm}^2$$

2. DISEÑO A CORTE



$$\phi_v = 0.75$$

a) Cálculo de las solicitaciones máximas en las caras de los apoyos

$$V_{u1} \leq 7.572 \text{ kN} \quad \text{Cortante a la izquierda}$$

$$V_{u2} \leq 6.372 \text{ kN} \quad \text{Cortante a la derecha}$$

b) Resistencia del hormigón al cortante

$$V_{cmax} = 0.42 \sqrt{f'_c} \text{ MPa} \quad b \quad d \leq 172.259 \text{ kN}$$

$$V_c = 0.17 \sqrt{f'_c} \text{ MPa} \quad b \quad d \leq 69.724 \text{ kN}$$

Nota $\leq$ "Cumple con 22.55.1.1"

c) Cortante actuante en el acero de refuerzo

$$V_{su} = 0.66 \sqrt{f'_c} \text{ MPa} \quad b \quad d \leq 270.693 \text{ kN}$$

- Para el cortante de la izquierda

$$V_{s1} \leq 0.000 \text{ kN}$$

Nota $\leq$ "Cumple con 22.55.1.2"

- Para el cortante de la derecha

$$V_{s2} \leq 0.000 \text{ kN}$$

Nota $\leq$ "Cumple con 22.55.1.2"

d) Determinación de la separación máxima y el área mínima

- Separación máxima

$$S_{maxv} = \max \quad V_{s1} \leq V_{s2} := 0.33 \sqrt{f'_c} \text{ MPa} \quad b \quad d \leq 17.500 \text{ cm}$$

$$\min \text{ Floor } \frac{d}{2} \leq 2.5 \text{ cm} \leq 60 \text{ cm}$$

$$\min \text{ Floor } \frac{d}{4} \leq 2.5 \text{ cm} \leq 30 \text{ cm}$$

$$S_{maxv} \leq 17.500 \text{ cm}$$

- **Área mínima**

$$A_{vmin1} = 0.062 \sqrt{\frac{f'_c}{f_{yt}}} \frac{MPa}{b} S_{maxv} \leq 0.296 \text{ cm}^2$$

$$A_{vmin2} = 0.35 \frac{MPa}{f_{yt}} b S_{maxv} \leq 0.365 \text{ cm}^2$$

$$A_{vmin} = \max(A_{vmin1}, A_{vmin2}) \leq 0.365 \text{ cm}^2$$

$$Ref_{min} = \max\left(\frac{A_{vmin1}}{S_{maxv}}, \frac{A_{vmin2}}{S_{maxv}}\right) \leq 0.170 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

e) Cálculo de cuantías de acero transversal

$$A_{v1} = \# \frac{\pi \phi_{e1}^2}{4} \leq 0.565 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de acero transversal en el apoyo izquierdo}$$

$$A_{v2} = \# \frac{\pi \phi_{e2}^2}{4} \leq 0.565 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de acero transversal en el vano}$$

$$A_{v3} = \# \frac{\pi \phi_{e3}^2}{4} \leq 0.565 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de acero transversal en el apoyo derecho}$$

Nota₁ ≤ "El apoyo izquierdo cumple con el refuerzo mínimo"

Nota₂ ≤ "El vano cumple con el refuerzo mínimo"

Nota₃ ≤ "El apoyo derecho cumple con el refuerzo mínimo"

- **Para el cortante de la izquierda**

$$Ref_{v1} = \frac{A_{v1}}{s}$$

$$Ref_{v1} = \frac{V_{s1}}{f_{yt} d} \leq 0.000 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

- **Para el cortante de la derecha**

$$Ref_{v2} = \frac{A_{v3}}{s}$$

$$Ref_{v2} = \frac{V_{s2}}{f_{yt} d} \leq 0.000 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

3. DISEÑO A TORSIÓN



$$\phi_t = 0.75$$

a) Determinación del umbral de torsión

$$A_{cp} \quad h \quad b \leq 1000.000 \text{ cm}^2$$

$$P_{cp} \quad 2 \quad 2b \quad h^3 \leq 130.000 \text{ cm}$$

$$T_{th} \quad 0.083 \quad \sqrt{f'_c} \text{ MPa} \quad \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \leq 2.926 \text{ kN m}$$

Nota₁ ≤ "El lado izquierdo no requiere refuerzo por torsión"

Nota₂ ≤ "El lado derecho no requiere refuerzo por torsión"

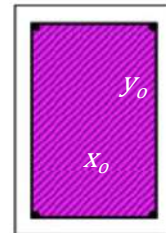
b) Cálculo de los parámetros efectivos

$$x_o \quad b \quad 7 \quad 2 \quad r_g \quad 5 \quad \frac{\phi_{est}}{2} \leq 18.400 \text{ cm} \quad y_o \quad h \quad 7 \quad 2 \quad r_g \quad 5 \quad \frac{\phi_{est}}{2} \leq 33.400 \text{ cm}$$

$$P_h \quad 2 \quad x_o \quad y_o \leq 103.600 \text{ cm}$$

$$A_{oh} \quad x_o \quad y_o \leq 614.560 \text{ cm}^2$$

$$A_o \quad 0.85 \quad A_{oh} \leq 522.376 \text{ cm}^2$$



c) Verificación de la resistencia de la sección a la torsión

• Para el lado izquierdo

$$\alpha_1 \quad \sqrt{\frac{V_{uizq}}{b \quad d}} \quad 5 \quad \frac{T_{uizq}}{1.7 \quad A_{oh}^2} \quad P_h^2 \leq 0.338 \text{ MPa} \quad \gamma_1 \quad \phi_t \quad \frac{V_c}{b \quad d} \quad 5 \quad 0.66 \quad \sqrt{f'_c} \text{ MPa} \leq 2.853 \text{ MPa}$$

Nota₁ ≤ "Cumple, la sección puede soportar la torsión"

• Para el lado derecho

$$\alpha_2 \quad \sqrt{\frac{V_{uder}}{b \quad d}} \quad 5 \quad \frac{T_{uder}}{1.7 \quad A_{oh}^2} \quad P_h^2 \leq 0.334 \text{ MPa} \quad \gamma_2 \quad \phi_t \quad \frac{V_c}{b \quad d} \quad 5 \quad 0.66 \quad \sqrt{f'_c} \text{ MPa} \leq 2.853 \text{ MPa}$$

Nota₂ ≤ "Cumple, la sección puede soportar la torsión"

d) Cálculo del área transversal mínima

$$Ref_{min} \max 0.062 \sqrt{\frac{f'_c}{f_{yt}}} \frac{MPa}{f_{yt}} b \leq 0.021 \frac{cm^2}{cm}$$

$$S_{maxt} \min \text{Floor} \frac{P_h}{8} \leq 12.500 \text{ cm}$$

e) Cálculo del refuerzo transversal por corte y torsión

• Para la torsión izquierda

$$Ref_{t1} \frac{T_{uizq} \cdot T_{th}}{T_{uizq} \phi_t} \leq 0.000 \frac{cm^2}{cm}$$

$$0 \frac{cm^2}{cm}$$

$$Ref_{total1} \max Ref_{v1} \leq 0.021 \frac{cm^2}{cm}$$

$$S_1 \leq 17.500 \text{ cm}$$

• Para la torsión derecha

$$Ref_{t2} \frac{T_{uder} \cdot T_{th}}{T_{uder} \phi_t} \leq 0.000 \frac{cm^2}{cm}$$

$$0 \frac{cm^2}{cm}$$

$$Ref_{total2} \max Ref_{v2} \leq 0.021 \frac{cm^2}{cm}$$

$$S_2 \leq 17.500 \text{ cm}$$

f) Determinación del refuerzo longitudinal mínimo por torsión

$$A_{lmin1} \max 0.42 \sqrt{\frac{f'_c}{f_y}} \frac{MPa}{f_y} A_{cp} \leq 0.42 \sqrt{\frac{f'_c}{f_y}} \frac{MPa}{f_y} A_{cp} \leq 0.175 \frac{MPa}{f_y} b P_h \frac{f_{yt}}{f_y}$$

$$A_{lmin1} \leq 4.583 \text{ cm}^2$$

$$A_{lmin2} \max 0.42 \sqrt{\frac{f'_c}{f_y}} \frac{MPa}{f_y} A_{cp} \leq 0.42 \sqrt{\frac{f'_c}{f_y}} \frac{MPa}{f_y} A_{cp} \leq 0.175 \frac{MPa}{f_y} b P_h \frac{f_{yt}}{f_y}$$

$$A_{lmin2} \leq 4.583 \text{ cm}^2$$

h) Cálculo del refuerzo longitudinal por torsión

$$A_{l1} = \frac{T_{uizq} \cdot T_{th}}{\max \left(\frac{Ref_{t1}}{P_h}, \frac{f_{yt}}{f_y} \right) \epsilon A_{lmin1}} \leq 0.000 \text{ cm}^2$$

$$0 \text{ cm}^2$$

$$A_{l2} = \frac{T_{uder} \cdot T_{th}}{\max \left(\frac{Ref_{t2}}{P_h}, \frac{f_{yt}}{f_y} \right) \epsilon A_{lmin2}} \leq 0.000 \text{ cm}^2$$

$$0 \text{ cm}^2$$

i) Distribución de áreas longitudinales en las cuatro caras

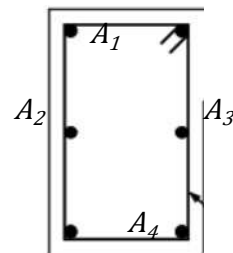
• Para el apoyo Izquierdo

$$A_{izq1} = \frac{A_{l1}}{4} \leq 2.983 \text{ cm}^2$$

$$A_{izq2} = \frac{A_{l1}}{4} \leq 0.000 \text{ cm}^2$$

$$A_{izq3} = \frac{A_{l1}}{4} \leq 0.000 \text{ cm}^2$$

$$A_{izq4} = \frac{A_{l1}}{4} \leq 0.000 \text{ cm}^2$$



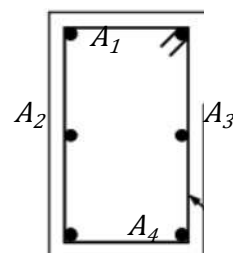
• Para el apoyo Derecho

$$A_{der1} = \frac{A_{l2}}{4} \leq 2.983 \text{ cm}^2$$

$$A_{der2} = \frac{A_{l2}}{4} \leq 0.000 \text{ cm}^2$$

$$A_{der3} = \frac{A_{l2}}{4} \leq 0.000 \text{ cm}^2$$

$$A_{der4} = \frac{A_{l2}}{4} \leq 0.000 \text{ cm}^2$$



4. RESUMEN DE CÁLCULO		
a) REFUERZO LONGITUDINAL		
Nota: En el refuerzo longitudinal se debe cambiar manualmente el número y diámetro de las barras.		
APOYO IZQUIERDO		
Cara superior:	$Usar\ 3\ \phi_1\ 12\ mm + Ref\ 0\ \phi_2\ 0\ mm$	
$A_s \leq 3.393\ cm^2$	$r \leq 0.879$	$Estado \leq \text{"Cumple con el refuerzo"}$
Cara izquierda:	$Usar\ 1\ \phi_1\ 6\ mm$	
$A_s \leq 0.283\ cm^2$	$r \leq 0.000$	$Estado \leq \text{"Cumple con el refuerzo"}$
Cara derecha:	$Usar\ 1\ \phi_1\ 6\ mm$	
$A_s \leq 0.283\ cm^2$	$r \leq 0.000$	$Estado \leq \text{"Cumple con el refuerzo"}$
Cara inferior:	$Usar\ 0\ \phi_1\ 0\ mm$	
VANO		
Cara inferior:	$Usar\ 3\ \phi_1\ 12\ mm + Ref\ 0\ \phi_2\ 0\ mm$	
$A_s \leq 3.393\ cm^2$	$r \leq 0.879$	$Estado \leq \text{"Cumple con el refuerzo"}$
APOYO DERECHO		
Cara superior:	$Usar\ 3\ \phi_1\ 12\ mm + Ref\ 0\ \phi_2\ 0\ mm$	
$A_s \leq 3.393\ cm^2$	$r \leq 0.879$	$Estado \leq \text{"Cumple con el refuerzo"}$
Cara izquierda:	$Usar\ 1\ \phi_1\ 6\ mm$	
$A_s \leq 0.283\ cm^2$	$r \leq 0.000$	$Estado \leq \text{"Cumple con el refuerzo"}$
Cara derecha:	$Usar\ 1\ \phi_1\ 6\ mm$	
$A_s \leq 0.283\ cm^2$	$r \leq 0.000$	$Estado \leq \text{"Cumple con el refuerzo"}$

b) REFUERZO TRANSVERSAL

Usar: $\phi_{el} \leq 6 \text{ mm}$ c/ $S_1 \leq 17.5 \text{ cm}$

Se decide usar estribos cada 12.5 cm por temas de confinamiento.

DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS (EJE A-5)

DATOS

Datos de la resistencia de los materiales

f'_c	21 MPa	Resistencia característica del hormigón
f_y	420 MPa	Límite de fluencia del acero
σ_{adm}	170 kPa	Capacidad portante del suelo

Pesos específicos

γ_{HA}	25 $\frac{kN}{m^3}$	Peso específico del H°A°
γ_{suelo}	16 $\frac{kN}{m^3}$	Peso específico del suelo

Dimensiones de la zapata

L_x	2.70 m	Longitud en dirección X de la zapata
L_y	2.0 m	Longitud en dirección Y de la zapata
h	0.5 m	Altura de la zapata
r_g	7.5 cm	Recubrimiento geométrico
D_f	2 m	Profundidad de fundación
ϕ_l	12 mm	Acero longitudinal

Dimensiones de la columna

c_x	0.65 m	Dimensión de la columna en dirección X
c_y	0.3 m	Dimensión de la columna en dirección Y

Solicitaciones en estado límite de servicio

N_s	58.11 kN	Carga axial para estado límite de servicio
M_{sx}	0.62 kN m	Momento alrededor del eje X para estado límite de servicio
M_{sy}	62.68 kN m	Momento alrededor del eje Y para estado límite de servicio
SCU	1 kPa	Sobrecarga de uso en planta baja

Solicitaciones en estado límite último

N_u	104.16 kN	Carga axial para estado límite último
M_{ux}	0.82 kN m	Momento alrededor del eje X para estado límite último
M_{uy}	151.77 kN m	Momento alrededor del eje Y para estado límite último

1. VERIFICACIÓN DE PRESIONES

a) Presión neta

$$\sigma_{neta} = \sigma_{adm} \cdot \gamma_{SCU} \cdot \gamma_{HA} \cdot h \cdot \gamma_{suelo} \cdot D_f \cdot h$$

$$\sigma_{neta} \leq 132.50 \text{ kPa}$$

b) Propiedades geométricas

$$A = L_x \cdot L_y \leq 5.40 \text{ m}^2$$

$$e_{sx} = \frac{M_{sy}}{N_s} \leq 1.08 \text{ m} \quad e_{ux} = \frac{M_{uy}}{N_u} \leq 1.46 \text{ m}$$

$$e_{sy} = \frac{M_{sx}}{N_s} \leq 0.01 \text{ m} \quad e_{uy} = \frac{M_{ux}}{N_u} \leq 0.01 \text{ m}$$

Despegue.servicio ≤ "Zonas en tracción, redimensionar"

Despegue.ultimo ≤ "Zonas en tracción, redimensionar"

c) Presiones extremas en servicio

$$\sigma_{s1} = \frac{N_s}{A} \cdot \left(\frac{1}{5} \cdot \frac{6}{L_x} \cdot e_{sx} + \frac{1}{5} \cdot \frac{6}{L_y} \cdot e_{sy} \right) \leq 36.90 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{s2} = \frac{N_s}{A} \cdot \left(\frac{1}{7} \cdot \frac{6}{L_x} \cdot e_{sx} + \frac{1}{5} \cdot \frac{6}{L_y} \cdot e_{sy} \right) \leq 14.69 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{s3} = \frac{N_s}{A} \cdot \left(\frac{1}{7} \cdot \frac{6}{L_x} \cdot e_{sx} + \frac{1}{7} \cdot \frac{6}{L_y} \cdot e_{sy} \right) \leq 15.38 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{s4} = \frac{N_s}{A} \cdot \left(\frac{1}{5} \cdot \frac{6}{L_x} \cdot e_{sx} + \frac{1}{7} \cdot \frac{6}{L_y} \cdot e_{sy} \right) \leq 36.21 \text{ kPa}$$

$$r \leq 0.28 \quad \text{Estado} \leq \text{"Cumple, } \sigma_{s1} \text{ menor a } \sigma_{neta} \text{"}$$

Se recomienda: $L_x \leq 1.65 \text{ m}$ $L_y \leq 1.30 \text{ m}$

En uso: $L_x \leq 2.70 \text{ m}$ $L_y \leq 2.00 \text{ m}$

d) Presiones extremas últimas			
σ_{uneta}	$\frac{4}{3}$	$\sigma_{neta} \leq 176.67$	kPa
σ_{u1}	$\frac{N_u}{A}$	$15 \frac{6}{L_x} e_{ux} 5 \frac{6}{L_y} e_{uy}$	≤ 82.20 kPa
σ_{u2}	$\frac{N_u}{A}$	$17 \frac{6}{L_x} e_{ux} 5 \frac{6}{L_y} e_{uy}$	≤ 742.71 kPa
σ_{u3}	$\frac{N_u}{A}$	$17 \frac{6}{L_x} e_{ux} 7 \frac{6}{L_y} e_{uy}$	≤ 743.62 kPa
σ_{u4}	$\frac{N_u}{A}$	$15 \frac{6}{L_x} e_{ux} 7 \frac{6}{L_y} e_{uy}$	≤ 81.29 kPa
Estado $\leq$ "Cumple, σ_{u1} menor a $4/3 \cdot \sigma_{neta}$ "			
2. COMPROBACIÓN DE CORTANTE UNIDERECCIONAL			
ϕ	0.75		
a) Propiedades geométricas			
d	h	$7 r_g$	$\phi_I \leq 0.41$ m
b_x	$L_x \leq 2.70$ m		
b_y	$L_y \leq 2.00$ m		
v_x	$\frac{L_x}{2}$	$7 c_x$	≤ 1.03 m
v_y	$\frac{L_y}{2}$	$7 c_y$	≤ 0.85 m
b) Solicitaciones			
V_{ux}	σ_{u1}	v_x	$7 d b_y \leq 100.61$ kN
V_{uy}	σ_{u1}	v_y	$7 d b_x \leq 96.99$ kN
c) Resistencia del hormigón			
ϕV_{cx}	ϕ	$0.17 \sqrt{f'_c}$	MPa $b_y d \leq 482.61$ kN
ϕV_{cy}	ϕ	$0.17 \sqrt{f'_c}$	MPa $b_x d \leq 651.53$ kN
r_x	$\frac{V_{ux}}{\phi V_{cx}} \leq 0.21$	Estado.x $\leq$ "Cumple"	

$$r_y \frac{V_{uy}}{\phi V_{cy}} = 0.15 \quad \text{Estado } y \quad \text{"Cumple"}$$

3. VERIFICACIÓN POR CORTANTE BIDIRECCIONAL (PUNZONAMIENTO)

$$\phi = 0.75$$

$$\alpha = 40$$

$$\beta = 2.17$$

a) Propiedades geométricas

$$d = h - r_g - \phi_l = 0.41 \text{ m}$$

$$b_o = 2 \sqrt{c_x^2 + c_y^2} = 2 d = 3.55 \text{ m}$$

$$A' = c_x d + c_y d = 0.76 \text{ m}^2$$

$$A = L_x L_y = 5.40 \text{ m}^2$$

b) Solicitación

$$V_u = N_u = 104.16 \text{ kN}$$

c) Resistencia del hormigón

$$\phi V_{c1} = \phi 0.33 \sqrt{f'_c} b_o d = 1663.83 \text{ kN}$$

$$\phi V_{c2} = \phi 0.083 \frac{\alpha d - 2}{b_o} \sqrt{f'_c} b_o d = 2783.25 \text{ kN}$$

$$\phi V_{c3} = \phi 0.17 \left(1 - \frac{2}{\beta}\right) \sqrt{f'_c} b_o d = 1648.31 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = \min \phi V_{c1}; \phi V_{c2}; \phi V_{c3}$$

$$\therefore \phi V_c = 1648.31 \text{ kN}$$

$$\frac{V_u}{\phi V_c} = 0.06 \quad \text{Estado } y \quad \text{"Cumple"}$$

4. DISEÑO A FLEXIÓN

$$\phi = 0.90$$

$$\beta_1 = 0.85$$

a) Propiedades geométricas

$$d = h - r_g - \phi_l = 0.41 \text{ m}$$

$$b_x = L_x = 270.00 \text{ cm}$$

$$V_x = \frac{L_x \cdot c_x}{2} = 1.03 \text{ m}$$

$$b_y = L_y = 200.00 \text{ cm}$$

$$V_y = \frac{L_y \cdot c_y}{2} = 0.85 \text{ m}$$

b) Refuerzo mínimo

$$A_{smin.x} = 0.0018 b_y h = 18.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin.y} = 0.0018 b_x h = 24.30 \text{ cm}^2$$

c) Momento máximo sin refuerzo a compresión

$$a = \frac{3}{8} d \beta_1 = 13.16 \text{ cm}$$

$$M_{ox} = 0.85 f'_c a b_y d \cdot \frac{a}{2} = 1631.63 \text{ kN m}$$

$$M_{oy} = 0.85 f'_c a b_x d \cdot \frac{a}{2} = 2202.70 \text{ kN m}$$

d) Solicitaciones

$$M_{ux} = \sigma_{u1} b_y \frac{V_x^2}{2} = 86.36 \text{ kN m}$$

$$M_{uy} = \sigma_{u1} b_x \frac{V_y^2}{2} = 80.18 \text{ kN m}$$

$$M_{nx} = \frac{M_{ux}}{\phi} = 95.96 \text{ kN m}$$

$$M_{ny} = \frac{M_{uy}}{\phi} = 89.09 \text{ kN m}$$

Estado.x "Mux menor a Mox, No requiere refuerzo a compresión"

Estado.y "Muy menor a Moy, No requiere refuerzo a compresión"

e) Área de refuerzo

$$\frac{A_{sx}^2 f_y}{1.7 f'_c b_y} \cdot A_{sx} d - \frac{M_{nx}}{f_y} = 0$$

$$\frac{A_{sy}^2 f_y}{1.7 f'_c b_x} \cdot A_{sx} d - \frac{M_{ny}}{f_y} = 0$$

$$A_{sx} = 5.58 \text{ cm}^2$$

$$A_{sy} = 5.16 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin.x} = 18.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin.y} = 24.30 \text{ cm}^2$$

Estado.x "Asx es menor a Asminx, Usar Asminx"

Estado.y "Asy es menor a Asminy, Usar Asminy"

$$\therefore A_{teorico.x} = 18.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{teorico.y} = 24.30 \text{ cm}^2$$

f) Elección de refuerzo

$$\phi = 16 \text{ mm}$$

$$b_x' = L_x \cdot 2 r_g = 2.55 \text{ m}$$

$$\text{cada } 20 \text{ cm}$$

$$b_y' = L_y \cdot 2 r_g = 1.85 \text{ m}$$

$$A_u = \phi^2 \frac{\pi}{4} = 2.01 \text{ cm}^2$$

$$A_{real.x} = \frac{A_u b_x'}{\text{cada}} = 25.64 \text{ cm}^2$$

$$A_{real.y} = \frac{A_u b_y'}{\text{cada}} = 18.60 \text{ cm}^2$$

$$r_x = \frac{A_{teorico.x}}{A_{real.x}} = 0.70$$

$$r_y = \frac{A_{teorico.y}}{A_{real.y}} = 1.31$$

Estado.x "Cumple"

Estado.y "No cumple"

Usar $\phi = 16.00 \text{ mm}$ cada 20.00 cm en ambas direcciones

Para cumplir con el acero en la dirección Y, se decide usar doble parrilla con $\phi = 16 \text{ mm}$ / $s = 20 \text{ cm}$ |
cumpliendo con los $\phi = 16 \text{ mm}$ / $s = 20 \text{ cm}$ solicitado.

Sistema de drenaje de aguas pluviales
Caudal de diseño aplicando el método racional

$$Q_d = \frac{10^{-6}}{3.6} C * i * A = 0.00930 \text{ m}^3/\text{s}$$

Qd: Caudal de diseño m³/s

C: Coeficiente de escurrimiento (adimensional)

i: Intensidad de la lluvia mm/h

A: Área de la superficie drenada m²

1
167.484
200

Valores del Coeficiente de Escurrimiento "C"

Naturaleza de la Superficie	Valores de C
Techos o cubiertas impermeables, dependiendo del tipo de cobertura o superficie.	0,75 – 1,00*
Parques y jardines, dependiendo de la pendiente y características del suelo.	0,010 – 0,20
Superficies asfaltadas (cemento asfáltico)	0,85 – 0,90
Superficies pavimentadas, dependiendo del tipo de revestimiento, con juntas selladas	0,75 – 0,85
Superficies pavimentadas, dependiendo del tipo de revestimiento, con juntas no selladas	0,50 – 0,70
Ingresos, pasillos empedrados de grava o gravilla	0,15 – 0,30
Superficies no revestidas, patios de ingreso, terrenos descampados.	0,10 – 0,30

Fuente: Hidrología Aplicada. Swami Marcondes Villela, Arthur Mattos. Mc Graw - Hill do Brasil – 1975.

* Ven Te Chow. Hidrología Aplicada, Mc Graw Hill – Colombia, 1995.

Usando el Modelo propuesto por Sherman para la determinación de la intensidad, se obtienen los siguientes parametros

$$i = \frac{\lambda * T^\varphi}{(d + \theta)^\eta} \left(\frac{mm}{h} \right) = 167.484$$

d: duración. minutos 10

T: periodo de retorno, años 10

λ: 896.142

φ: 0.162751

θ: 3

η: 0.8

Área drenada. Canaletas de sección rectangular

Dimensiones de la canaleta (mm)		Intensidad de la lluvia (mm/h) Vrs. Pendiente del conducto									
		50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
		Pdte. 0,25%					Pdte. 0,50%				
Base	Altura	Área drenada (m2)					Área drenada (m2)				
80	100	167	111	83	67	56	236	157	118	94	79
80	120	207	138	103	83	69	292	195	146	117	97
100	120	288	192	144	115	96	407	271	204	163	136
100	140	346	230	173	138	115	489	326	244	195	163
120	140	452	302	226	181	151	640	427	320	256	213
120	160	530	354	265	212	177	750	500	375	300	250
120	180	609	406	305	244	203	861	574	431	345	287
140	160	666	444	333	266	222	942	628	471	377	314
140	180	766	511	383	307	255	1 084	723	542	434	361

Se asumira una canaleta con dimensiones de 120 mm x 180 mm, con una pendiente de 0.25%

Área drenada: 203 m²

$$A_d = \frac{Q_c}{Q_d} \Rightarrow Q_c = A_d * Q_d = 0.00944 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{La dimensión de la canaleta es correcta}$$

Ad: Área drenada por la canaleta m²

Qc: Máximo caudal de la canaleta m³/s

Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m

Resultados:

Tirante normal (y): m

Area hidráulica (A): m2

Espejo de agua (T): m

Número de Froude (F):

Tipo de flujo:

Perímetro (p): m

Radio hidráulico (R): m

Velocidad (v): m/s

Energía específica (E): m-Kg/Kg

Bajantes de aguas pluviales

Diámetro nominal de la bajante (mm) DN	Intensidad de la lluvia en mm/h					
	50	75	100	125	150	200
mm	Área servida en proyección horizontal (m2)					
75	128	85	64	51	43	32
100	257	171	129	103	86	64
150	686	457	343	274	229	172
200	1 377	918	688	551	459	344

Fuente: Aplicación de la fórmula

Se asumira una bajante D=150 mm

Para i = 167.484 mm/h			
Bajante	Área de aporte	Diámetro de la bajante	
	m ²	mm	pulg
1	200	150	6
2	200	150	6
3	200	150	6
4	200	150	6

Diseño de Placas de Soporte

Anclaje tipo 1

Datos Generales

Acero de la placa:	S 275 JR
Acero de las armaduras:	B 500 S
Resistencia del Hormigón f_{ck} :	21 MPa

Dimensiones del Pedestal

A=	25 cm
B=	25 cm
h=	60 cm

Sección:

a_s =	600 mm
b_s =	100 mm
e=	3 mm

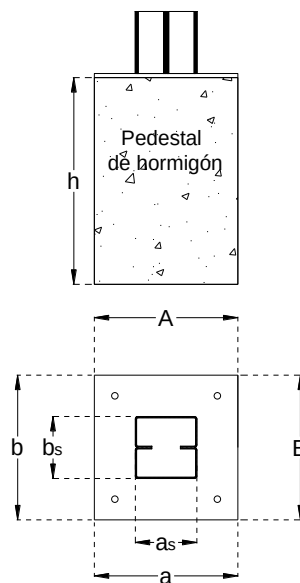
Solicitaciones:

N_{Ed} =	92.12 kN
M_{Ed} =	84.50 kN-m
V_{Ed} =	57.87 kN

Predimensionamiento de la Placa

a=	600 mm
b=	300 mm
e=	16 mm

Dimensiones del Área Portante Equivalente:



$$a_1 = 600.00 \text{ mm}$$

$$b_1 = 300.00 \text{ mm}$$

Resistencia del Hormigón Confinado

$$f_{jd} = \beta_j * k_j * f_{ck} \leq 3,3 * f_{cd}$$

donde:

f_{jd} = Resistencia portante de la superficie confinada, N/mm²

β_j = Coeficiente de la unión, 2/3

k_j = Factor de concentración

a, b = Dimensiones de la placa base, mm

a_1, b_1 = Dimensiones del área portante equivalente, mm

f_{ck} = Resistencia característica del hormigón, N/mm²

f_{cd} = Resistencia de cálculo del hormigón, N/mm²

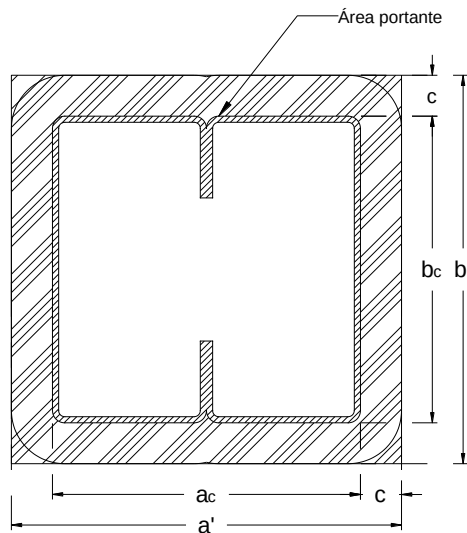
$$k_j = 1.00$$

$$\beta_j * k_j * f_{ck} \leq 3,3 * f_{cd}$$

$$14.00 \text{ N/mm}^2 \leq 49.50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{jd} = 14.00 \text{ N/mm}^2$$

Área Portante



$$c \leq t * \sqrt{\frac{f_y}{3 * f_{jd} * \gamma_{M0}}} = 39.95 \text{ mm} \sim 40 \text{ mm}$$

donde:

t = Espesor de la placa base, mm

f_y = Limite elástico del acero estructural, N/mm²

γ_{M0} = Coeficiente parcial de seguridad del acero, 1,05

$$a' = 680.00 \text{ mm}$$

$$b' = 180.00 \text{ mm}$$

Análisis de las Solicitaciones

Excentricidad

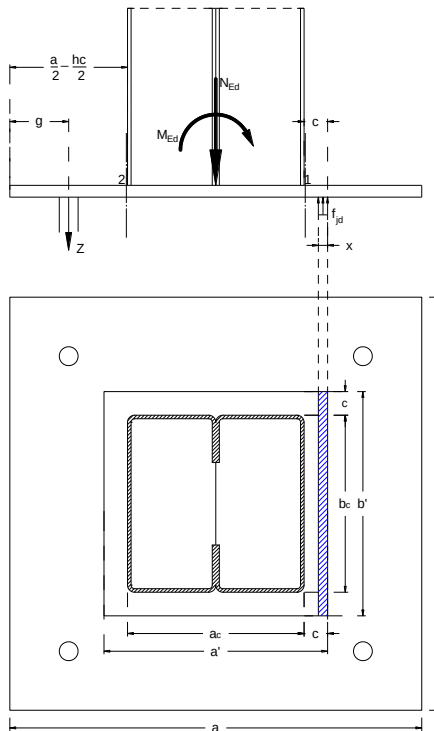
$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = 0.92 \text{ m} \rightarrow 917.28 \text{ mm}$$

Núcleo central de la superficie portante

$$\frac{a'}{6} = 113.33 \text{ mm}$$

Es un caso de Flexo compresión

Cálculo de las tensiones en la cimentación



$$g = 50 \text{ mm}$$

$$+\downarrow \sum F = 0 \rightarrow N_{Ed} + Z - x * b' * f_{jd} = 0$$

$$Z = 394.89 \text{ kN}$$

$$+\curvearrowright \sum M_z = 0 \rightarrow M_{Ed} + N_{Ed} * \left(\frac{a}{2} - g\right) - x * b' * f_{jd} * \left(\frac{a}{2} - g + \frac{a'}{2} - \frac{x}{2}\right) = 0$$

$$x = 45.1 \text{ mm} \text{ Superficie Válida}$$

$$x < 2 * c + t_s \text{ OK}$$

Comprobación de la rigidez de la placa

$$M_{Ed,1} = Z * \left(\frac{a}{2} - \frac{h_c}{2} - g \right) = 19.74 \text{ kN} - m$$

$$M_{Ed,2} = f_{jd} * x * b' * \left(c - \frac{x}{2} \right) = 30.30 \text{ kN} - m$$

$$\max \left(\frac{M_{Ed,1}}{b'}; \frac{M_{Ed,2}}{b'} \right) < M_{Rd} = \frac{1 * t^2}{4} * \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$0.17 \text{ kN} - m \leq 0.20 \text{ kN} - m \quad \text{El espesor es suficiente}$$

Dimensionamiento de las Armaduras

Acero de armar: B 500 S
Número de barras: 6
 Φ [mm]: 20

Verificación de las Armaduras

$$A_s * f_{yd} > Z$$

$$819.55 \text{ kN} > 394.89 \text{ kN} \quad OK$$

$$A_s = \frac{Z}{f_{yd}} = 908.25 \text{ mm}^2$$

Longitud de básica de anclaje:

$$l_b = m * \phi^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \phi$$

donde:

m= Coeficiente numérico, depende del tipo de hormigón

f_{yk} = Límite elástico del acero, N/mm²

Φ = Diámetro de la barra, cm

$$l_b = 38.20 \text{ cm} \geq 35.48 \text{ cm}$$

$$l_b = 38.20 \text{ cm}$$

$$l_{min} \geq \begin{cases} 10 * \phi \\ 15 \text{ cm} \\ \frac{1}{3} * l_b \end{cases} \quad \begin{matrix} 20.00 \text{ cm} \\ 15.00 \text{ cm} \\ 18.67 \text{ cm} \end{matrix}$$

$$l_{b,net} = l_b * \beta * \frac{A_s}{A_{s,real}} \geq l_{b,min}$$

$$l_{b,net} = 369.83 \text{ mm}$$

Se adopta una longitud igual a

$$400.00 \text{ mm} \quad OK$$

Comprobación a Cortante

Resistencia de cálculo por rozamiento entre la placa base y el hormigón

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$$

donde:

$C_{f,d}$ = Coeficiente de rozamiento entre la placa base y el hormigón

$N_{c,Ed}$ = Fuerza de cálculo a compresión transmitida por el pilar

Tipo contacto: mortero de cemento y arena

$$F_{f,Rd} = 18.42 \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de un anclaje

i)

$$F_{vb,Rd} = \frac{0,5 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}}$$

donde:

n = número de planos de corte, depende de si el perno es roscado o soldado a la placa

γ_{M2} = Coeficiente de seguridad, 1,25

f_{ub} = Resistencia última del acero del perno, N/mm²

A_s = Área resistente a tracción del perno

$$F_{vb,Rd} = 53.90 \text{ kN}$$

ii)

$$F_{vb,Rd} = \frac{\alpha_b * f_{yb} * A_s}{\gamma_{M2}}$$

donde:

α_b = $0,44 - 0,0003 * f_{yb} [\text{mm}^2/\text{N}]$ 0.29

f_{yb} = Límite elástico del acero del perno, N/mm²

$$F_{vb,Rd} = 31.26 \text{ kN}$$

$$F_{vb,Rd} = 31.26 \text{ kN}$$

Resistencia de cálculo a cortante:

$$F_{v,Rd} = F_{f,Rd} + n * F_{vb,Rd}$$

donde:

n = Número de pernos de la placa base

$$F_{v,Rd} = 206.00 \text{ kN OK}$$

Diseño de Placas de Soporte

Anclaje tipo 2

Datos Generales

Acero de la placa: S 275 JR

Acero de las armaduras: B 500 S

Resistencia del Hormigón f_{ck} : 21 MPa

Dimensiones del Pedestal

A= 25 cm

B= 25 cm

h= 60 cm

Sección:

a_c = 100 mm

b_c = 100 mm

e= 3 mm

Solicitaciones:

N_{Ed} = 15.86 kN

M_{Ed} = 0.50 kN-m

V_{Ed} = 0.95 kN

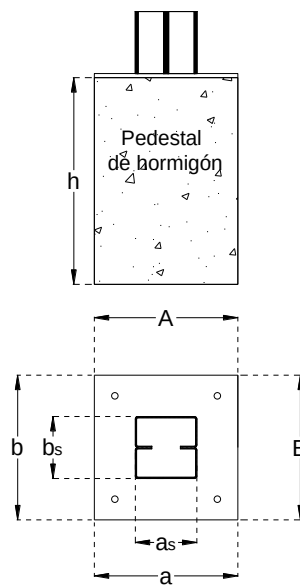
Predimensionamiento de la Placa

a= **250 mm**

b= **250 mm**

e= **13 mm**

Dimensiones del Área Portante Equivalente



a_1 = 250.00 mm

b_1 = 250.00 mm

Resistencia del Hormigón Confinado

$$f_{jd} = \beta_j * k_j * f_{ck} \leq 3,3 * f_{cd}$$

donde:

f_{jd} = Resistencia portante de la superficie confinada, N/mm²

β_j = Coeficiente de la unión, 2/3

k_j = Factor de concentración

a, b = Dimensiones de la placa base, mm

a_1, b_1 = Dimensiones del área portante equivalente, mm

f_{ck} = Resistencia característica del hormigón, N/mm²

f_{cd} = Resistencia de cálculo del hormigón, N/mm²

k_j = 1.00

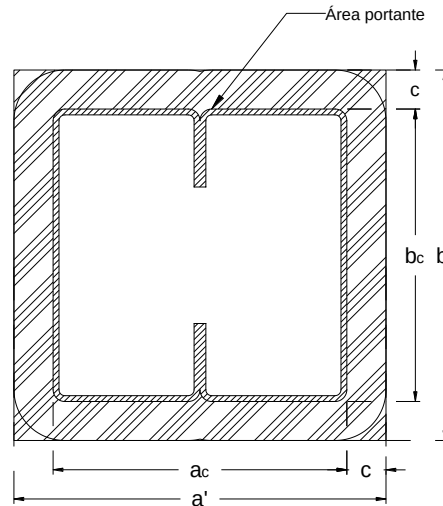
$$\beta_j * k_j * f_{ck} \leq 3,3 * f_{cd}$$

$$14.00 \text{ N/mm}^2 \leq 46.20 \text{ N/mm}^2$$

f_{jd} = 14.00 N/mm²

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} \leq 5$$

Área Portante



$$c \leq t * \sqrt{\frac{f_y}{3 * f_{jd} * \gamma_{M0}}} = 41.71 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{45 \text{ mm}}$$

donde:

t = Espesor de la placa base, mm

f_y = Limite elástico del acero estructural, N/mm²

γ_{M0} = Coeficiente parcial de seguridad del acero, 1,05

$$\begin{aligned} a' &= 190.00 \text{ mm} \\ b' &= 190.00 \text{ mm} \end{aligned}$$

Análisis de las solicitaciones

Excentricidad

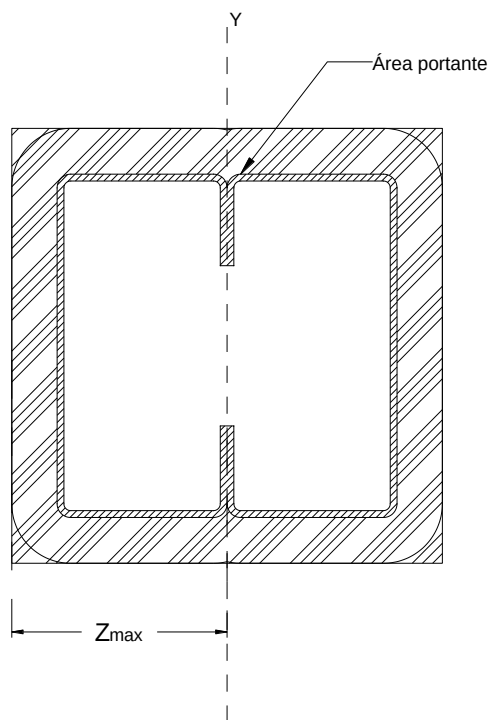
$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = 0.03 \text{ m} \rightarrow 31.53 \text{ mm}$$

Núcleo central de la superficie portante

$$\frac{a'}{6} = 31.67 \text{ mm}$$

Es un caso de Compresión Compuesta

Cálculo de las tensiones en la cimentación



$$\frac{N_{Ed}}{A_p} + \frac{M_{Ed}}{I_{p,y}} * z_{max} \leq f_{jd}$$

$$A_p = \text{Área portante} \quad 36100.00 \text{ mm}^2$$

$$I_{p,y} = \text{Inercia del área portante} \quad 108600833.33 \text{ mm}^4$$

$$Z_{max} = \text{Distancia al extremo de } A_p \quad 95.00 \text{ mm}$$

$$0.88 \text{ N/mm}^2 \leq 14.00 \text{ N/mm}^2 \quad \text{El área de la placa es suficiente}$$

Rigidez de la Placa

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} = \frac{t^2}{4} * \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

M_{Rd} = Momento resistente plástico
 $0.50 \text{ kN-m} \leq 2.01 \text{ kN-m}$ El espesor de la placa es suficiente

Dimensionado de las Armaduras

Acero de armar: B 500 S
 Número de barras: 4
 Φ [mm]: 16

Verificación de las Armaduras

$$A_s * f_{yd} \geq 0,1 * N_{Ed}$$

$$A_s \geq 4^0/00 * A_{Placa}$$

$$349672.92 \text{ N} \geq 1586.00 \text{ N} \text{ Cumple}$$

$$804.25 \text{ mm}^2 \geq 250.00 \text{ mm}^2 \text{ Cumple}$$

Longitud básica de anclaje:

$$l_b = m * \phi^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} * \phi$$

donde:

Coeficiente numérico, depende del tipo de hormigón
 m =
 f_{yk} = Límite elástico del acero, N/mm²
 Φ = Diámetro de la barra, cm
 l_b = 35.84 cm $\geq$ 34.78 cm
 l_b = 35.84 cm

$$l_{min} \geq \begin{cases} 10 * \phi & 16.00 \text{ cm} \\ 15 \text{ cm} & 15.00 \text{ cm} \\ \frac{2}{3} * l_b & 23.89 \text{ cm} \end{cases}$$

Se adoptará una longitud igual a 400.00 mm OK

Comprobación a Cortante

Resistencia de cálculo por rozamiento entre la placa base y el hormigón

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$$

donde:

$C_{f,d}$ = Coeficiente de rozamiento entre la placa base y el hormigón

$N_{c,Ed}$ = Fuerza de cálculo a compresión transmitida por el pilar

Tipo contacto: mortero de cemento y arena

$$F_{f,Rd} = 3.17 \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de un anclaje

i)

$$F_{vb,Rd} = \frac{0,5 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}}$$

donde:

n= número de planos de corte, depende de si el perno es roscado o soldado a la placa

γ_{M2} = Coeficiente de seguridad, 1,25

f_{ub} = Resistencia última del acero del perno, N/mm²

A_s = Área resistente a tracción del perno

$$F_{vb,Rd} = 34.54 \text{ kN}$$

ii)

$$F_{vb,Rd} = \frac{\alpha_b * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}}$$

donde:

α_b = 0,44-0,0003* f_{yb} [mm²/N] 0.29

f_{yb} = Límite elástico del acero del perno, N/mm²

$$F_{vb,Rd} = 20.03 \text{ kN}$$

$$F_{vb,Rd} = 20.03 \text{ kN}$$

Resistencia de cálculo a cortante:

donde:

$$F_{v,Rd} = F_{f,Rd} + n * F_{vb,Rd}$$

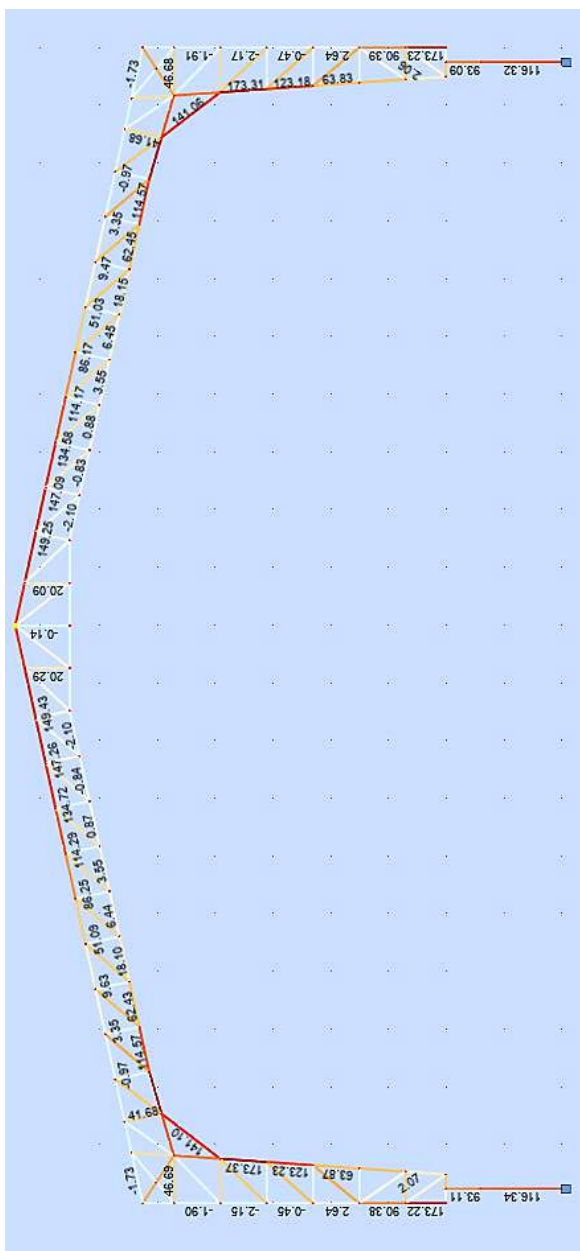
n= Número de pernos de la placa base

$$F_{v,Rd} = 83.30 \text{ kN OK}$$

Nota: El signo negativo significa tracción y positiva compresión en fuerzas axiales

Pórtico Central (EJE 5)

Fuerza axial Fx

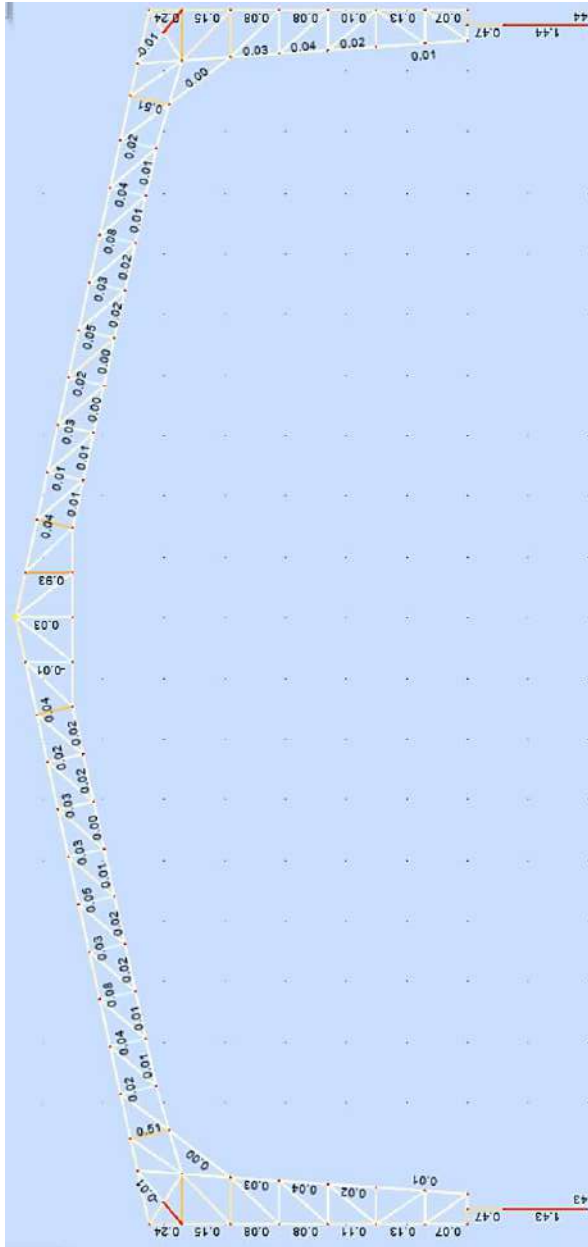


Envolvente superior (compresión) Fx

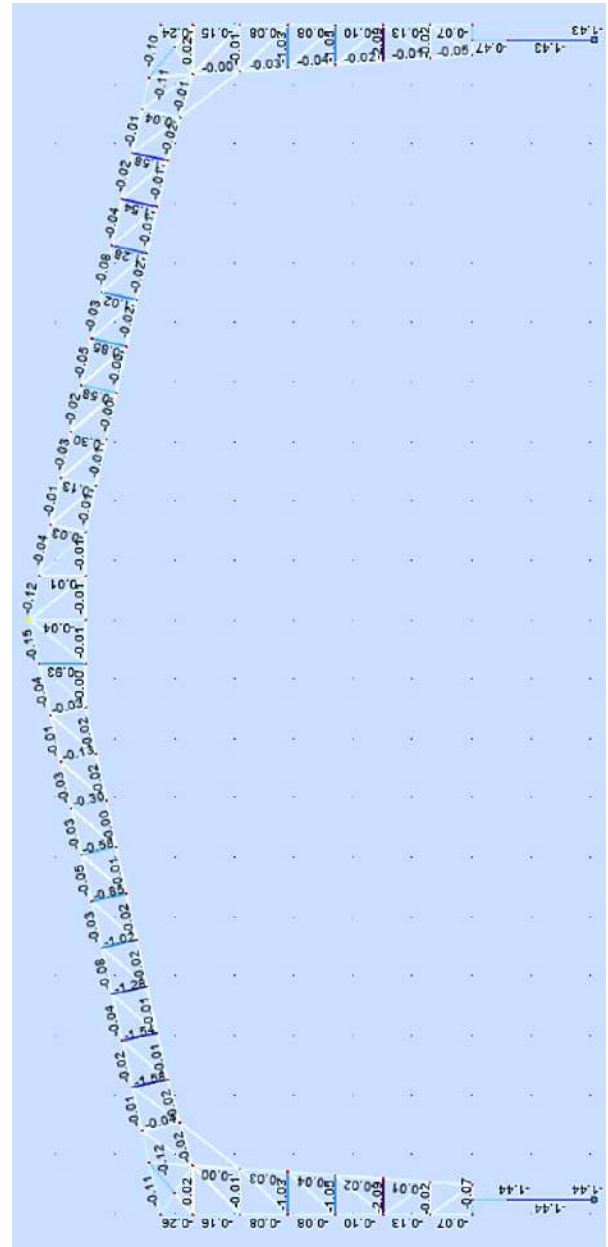


Envolvente inferior (tracción) Fx

Fuerza de corte F_y



Envolvente superior F_y

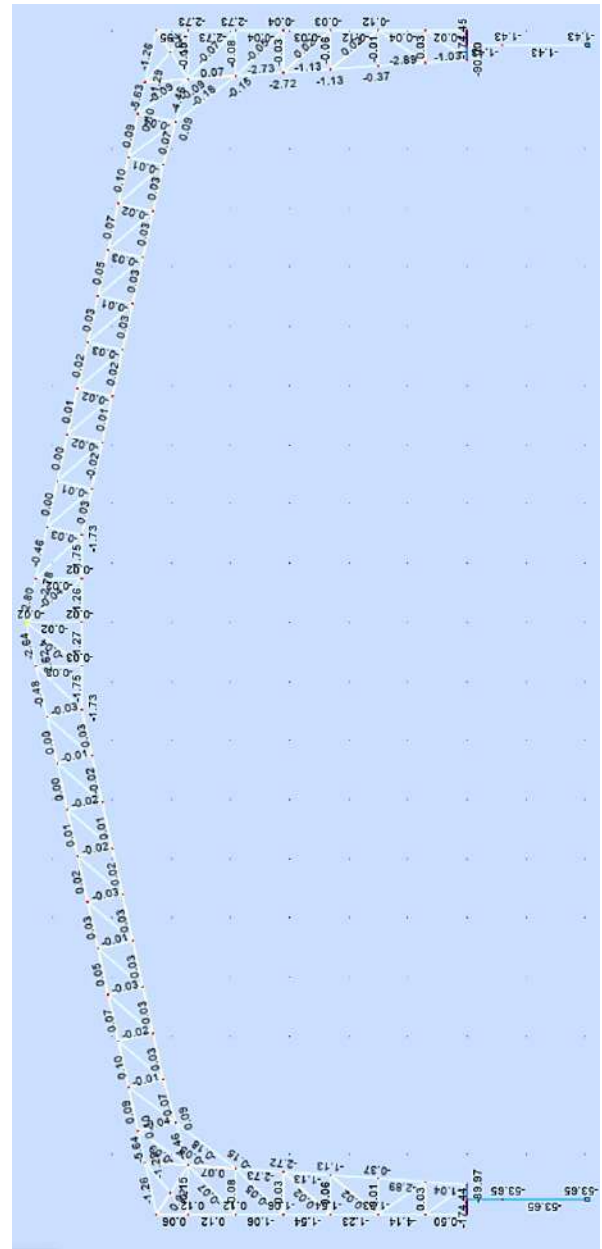


Envolvente inferior F_y

Fuerza de corte Fz

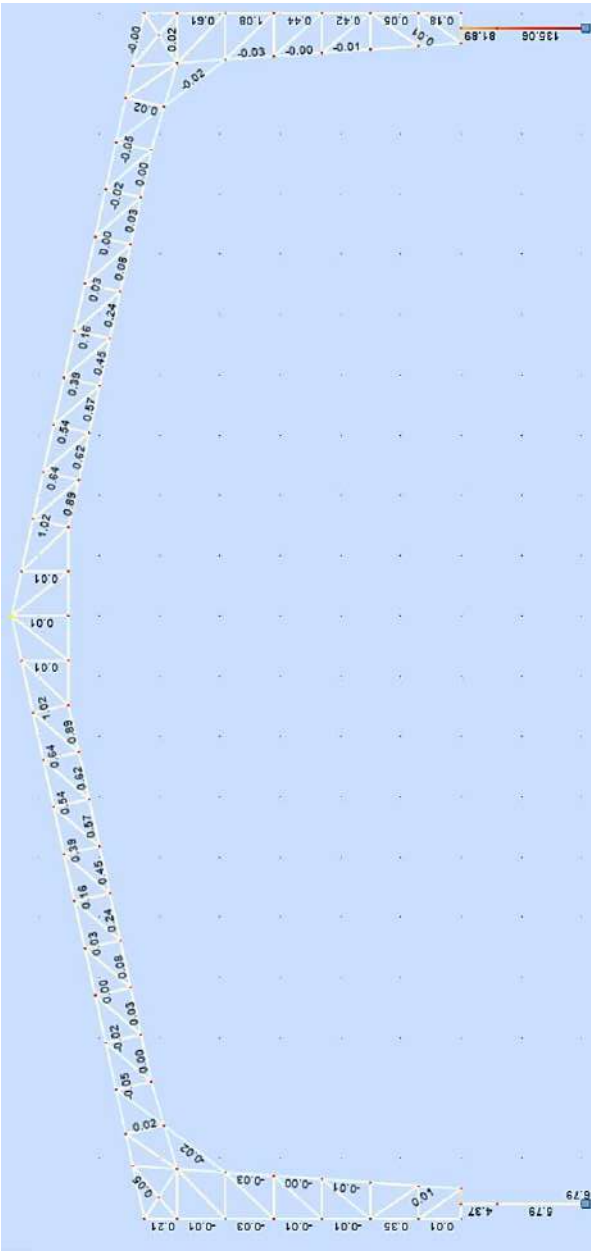


Envolvente superior Fz

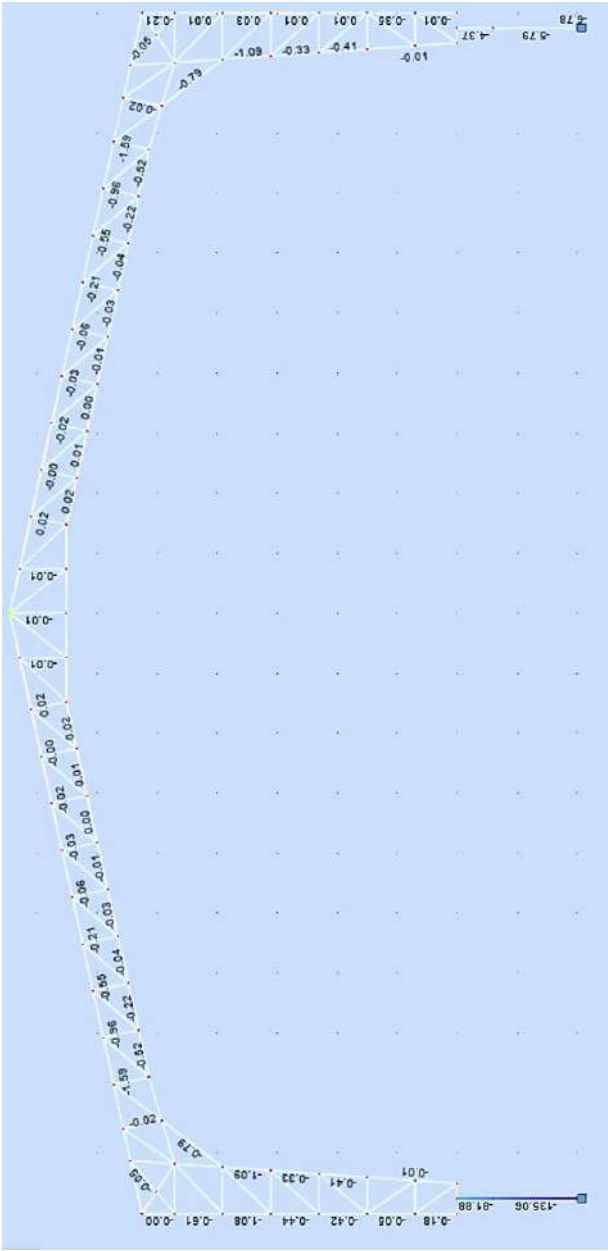


Envolvente inferior Fz

Momento flector My

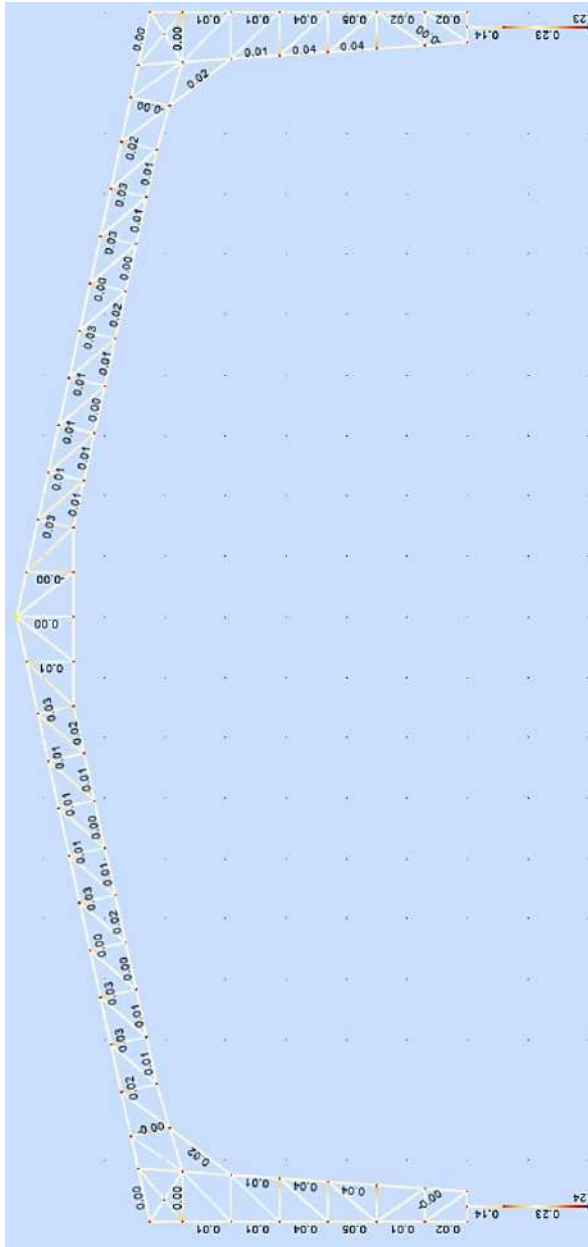


Envolvente superior M_y

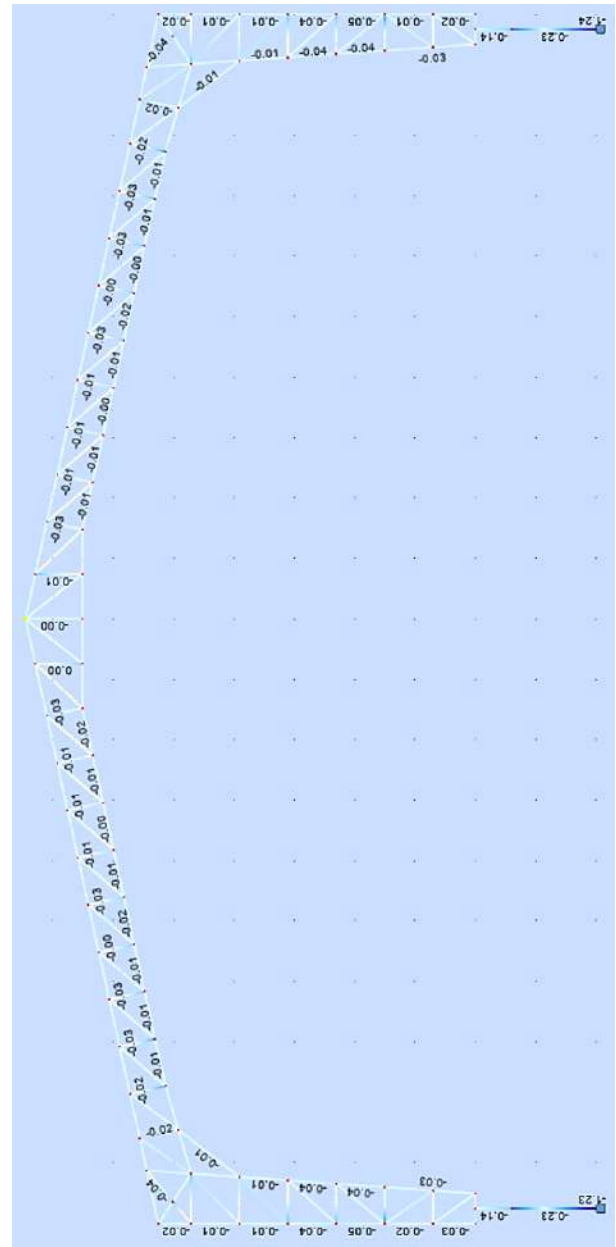


Envolvente inferior M_y

Momento flector M_z



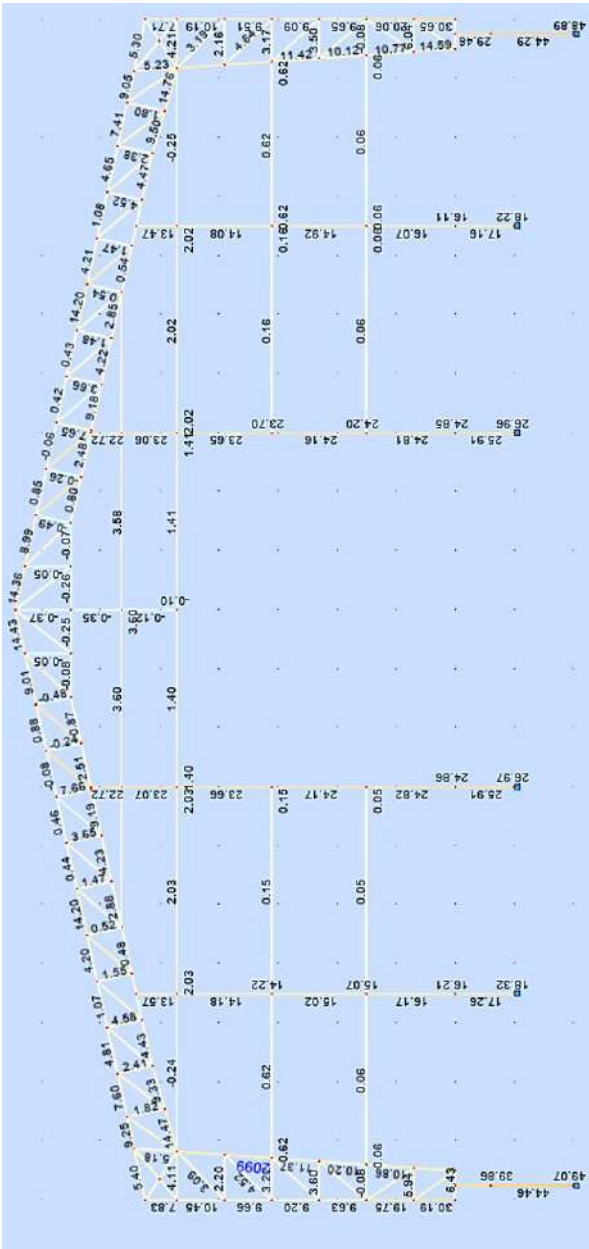
Envolvente superior M_z



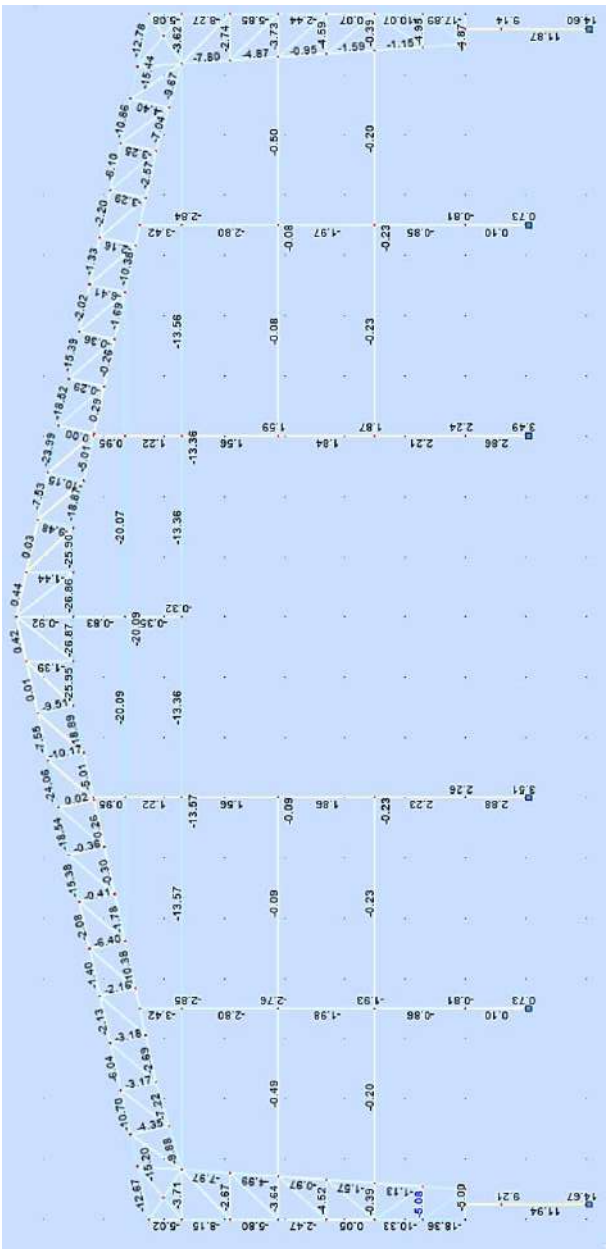
Envolvente inferior M_z

Pórtico Extremo (EJE 1)

Fuerza axial Fx

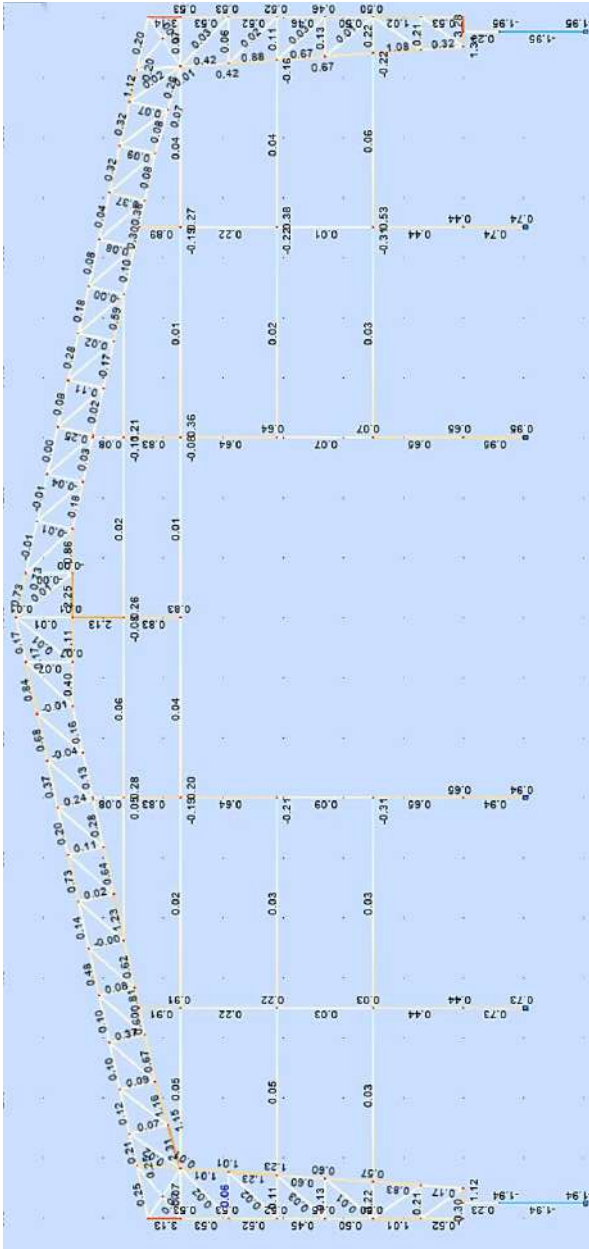


Envolvente superior (compresión) Fx

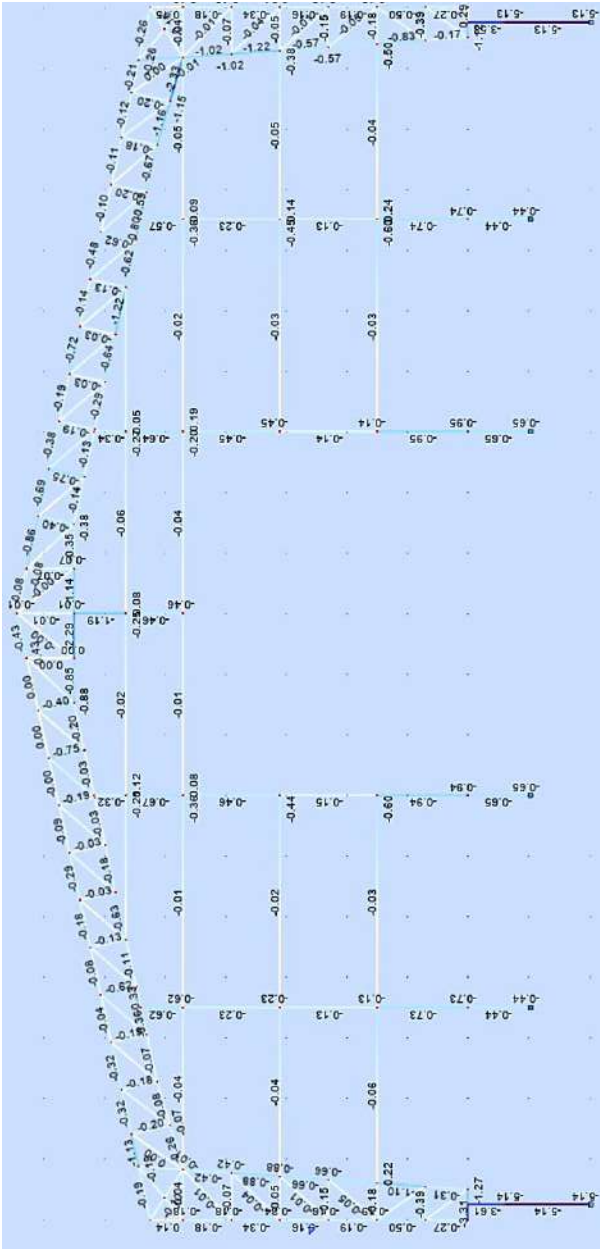


Envolvente inferior (tracción) Fx

Fuerza de corte F_y

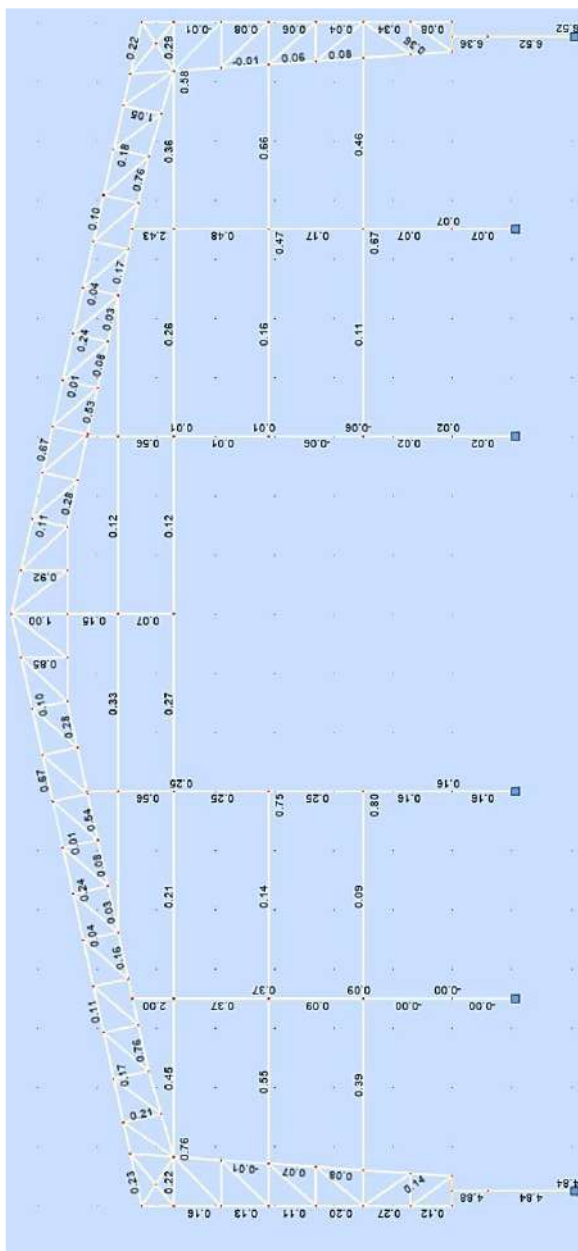


Envolvente superior F_y

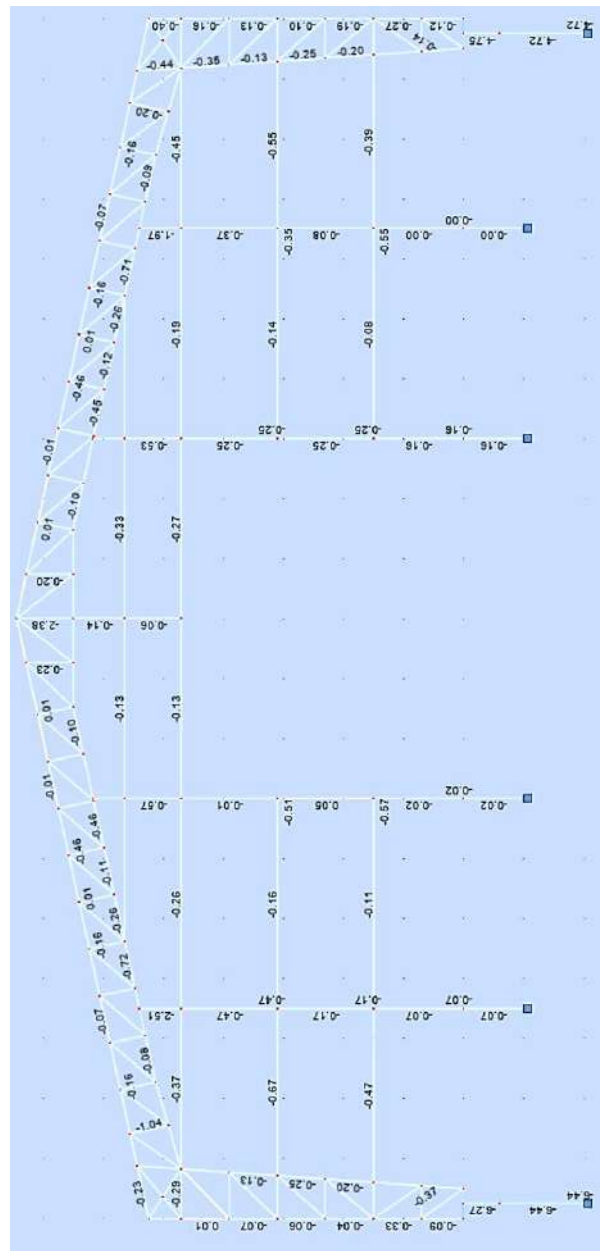


Envolvente inferior F_y

Fuerza de corte Fz

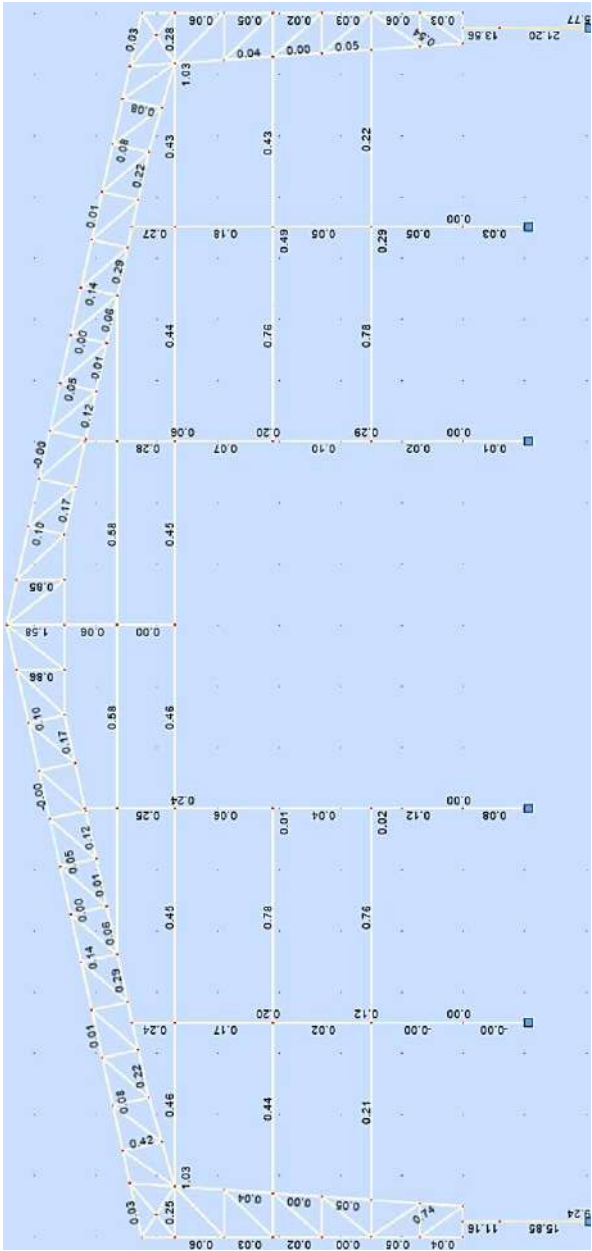


Envolvente superior Fz

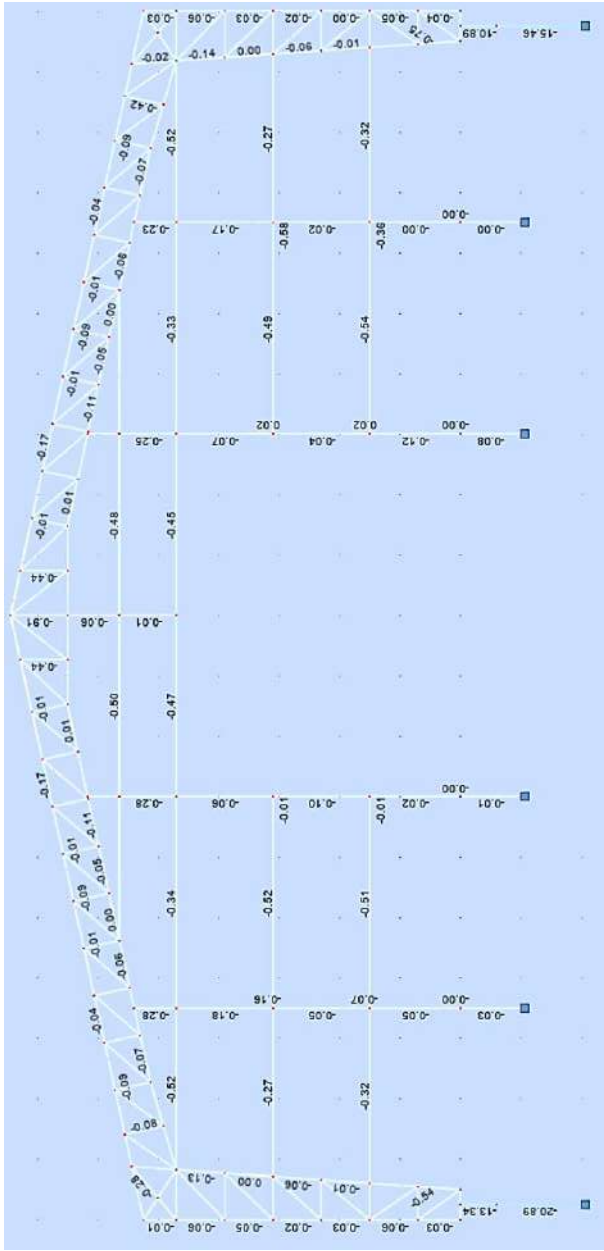


Envolvente inferior Fz

Momento flector M_y

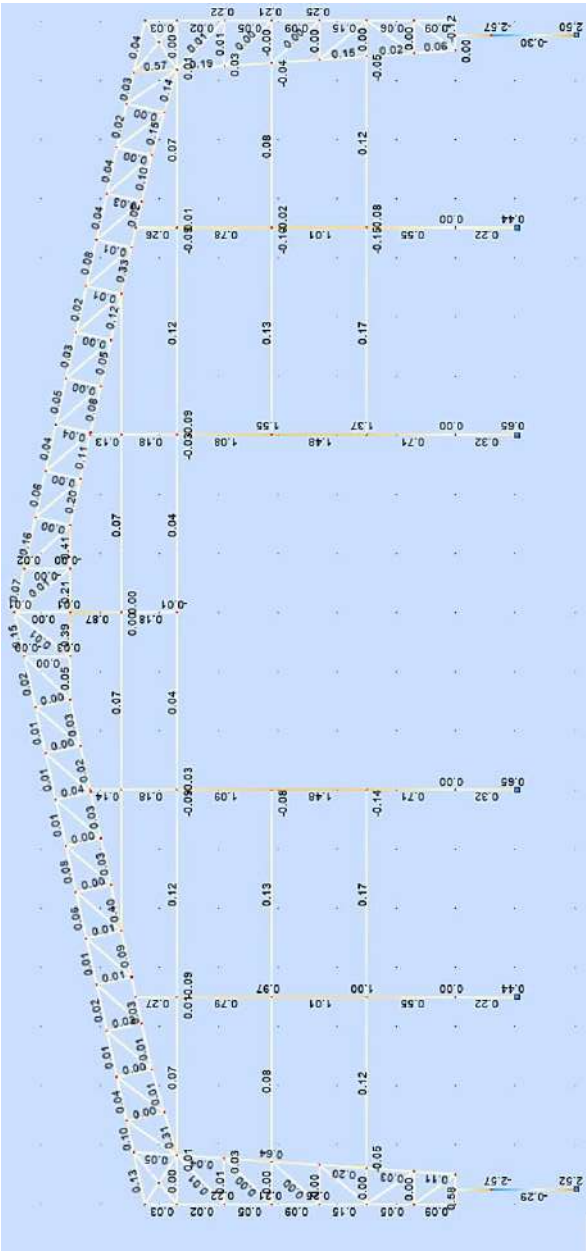


Envolvente superior M_y

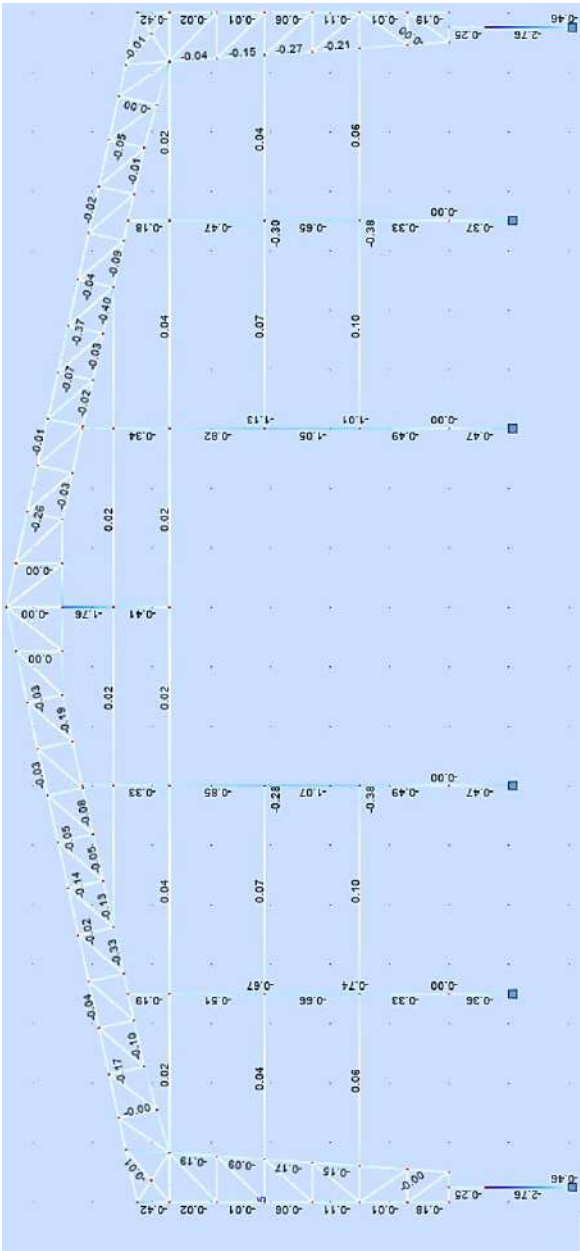


Envolvente inferior M_y

Momento flector M_z



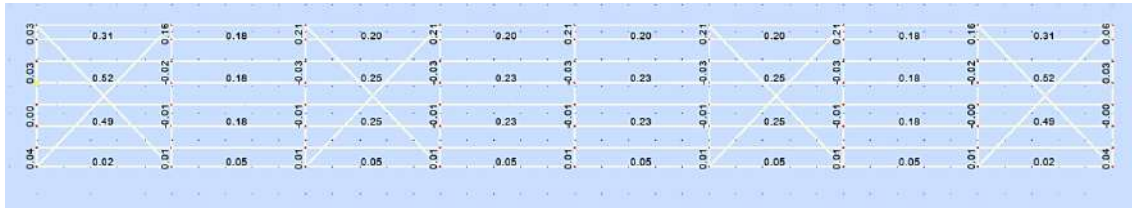
Envolvente superior M_z



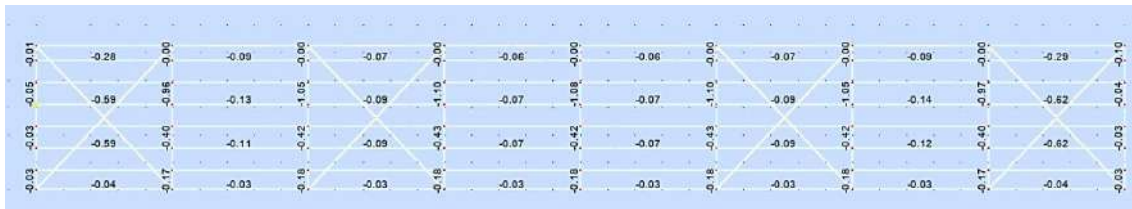
Envolvente inferior M_z

Largueros laterales

Momento flector M_y

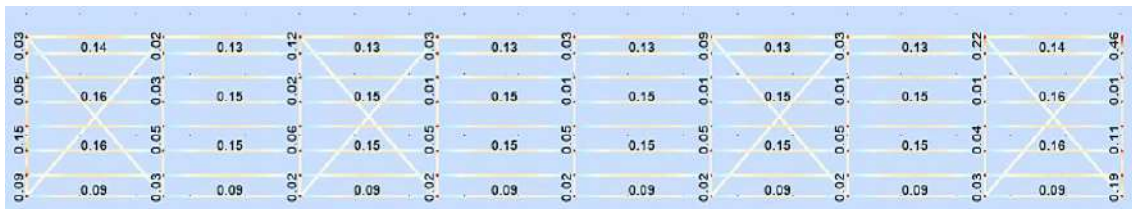


Envolvente superior M_y

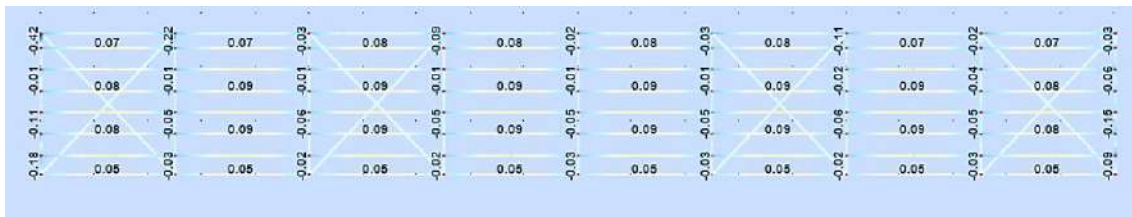


Envolvente inferior M_y

Momento flector M_z



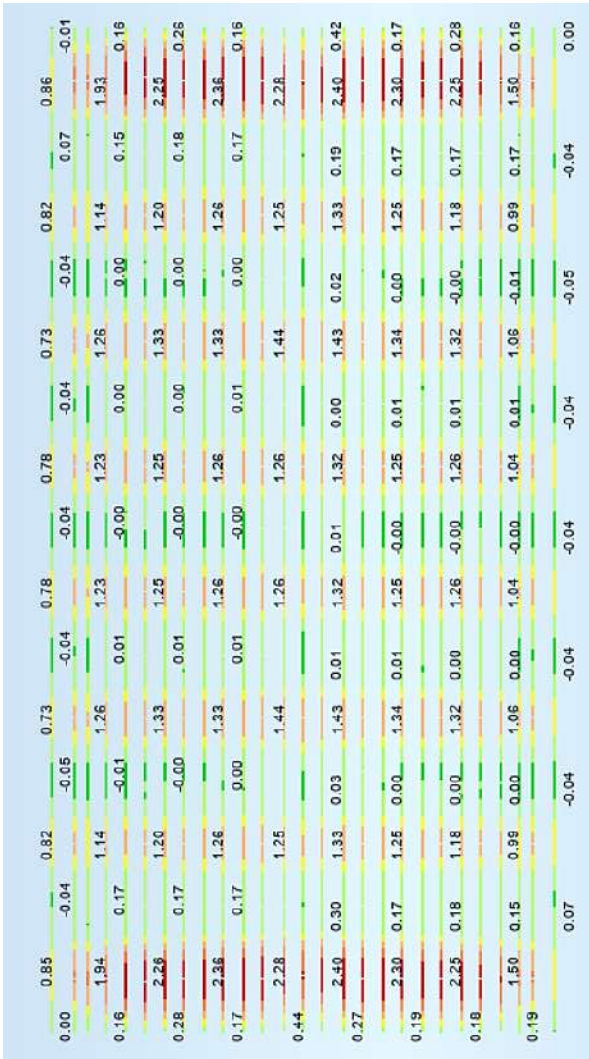
Envolvente superior M_z



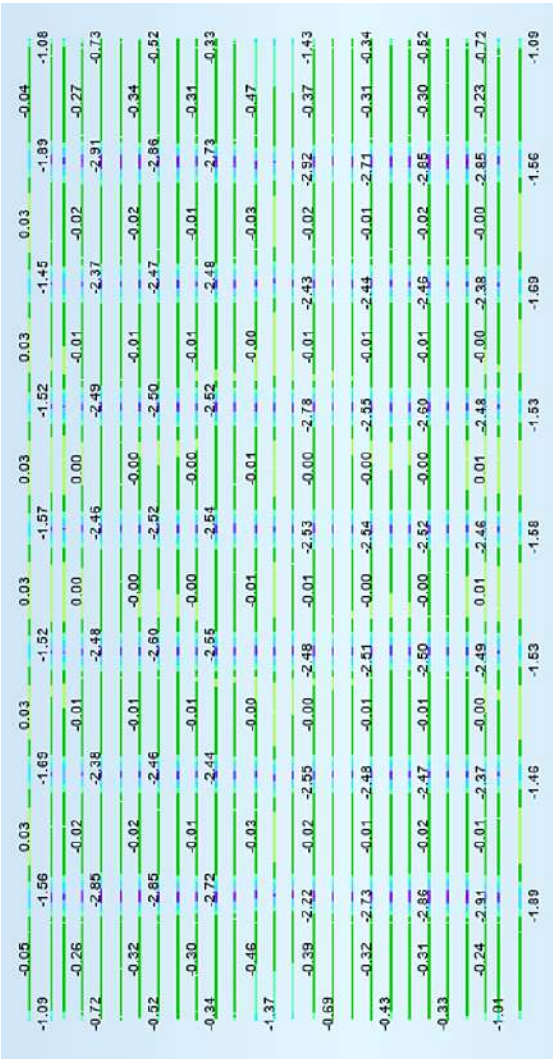
Envolvente inferior M_z

Largueros superiores

Momento flector My

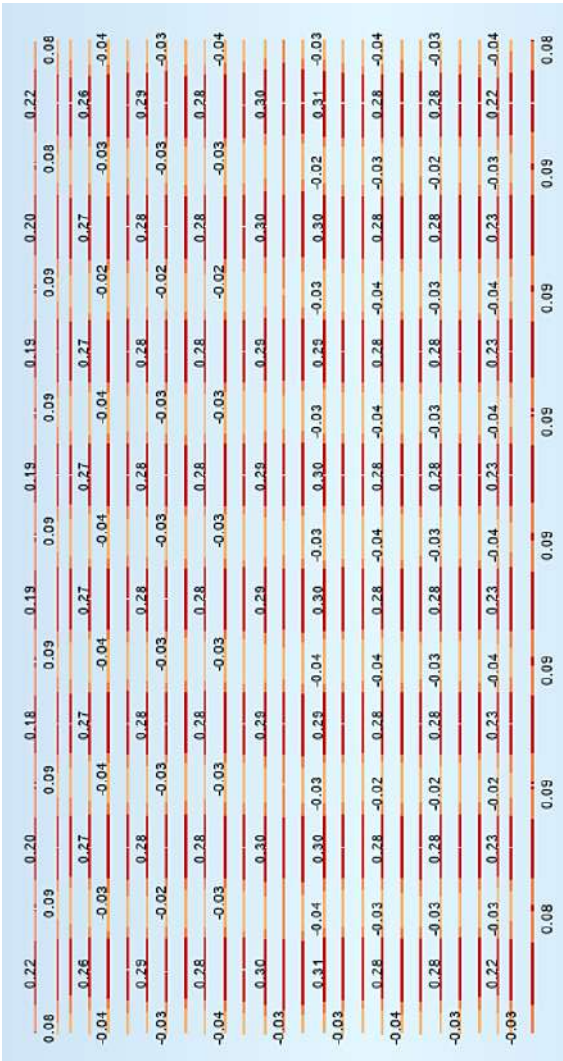


Envolvente superior My

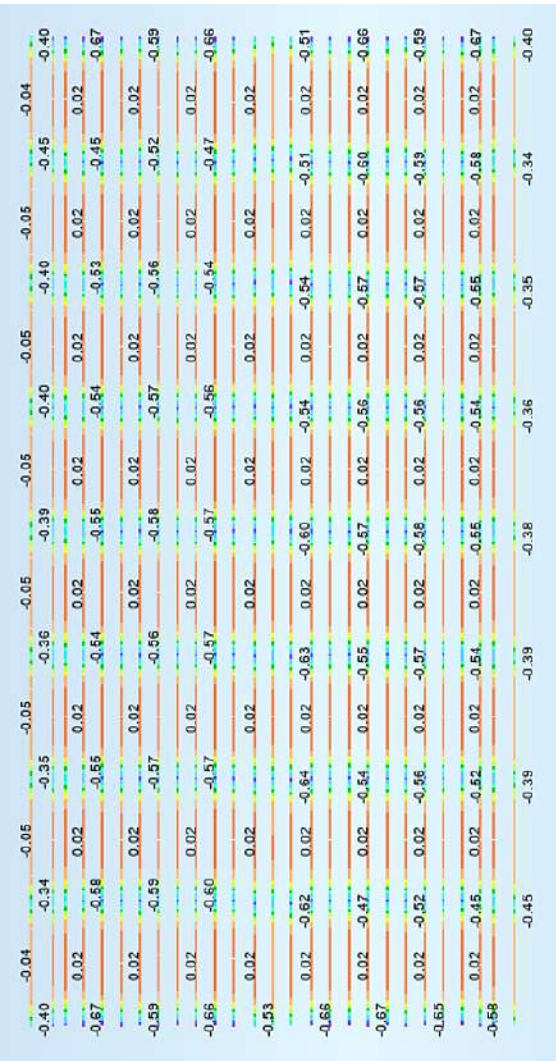


Envolvente inferior My

Momento flector Mz

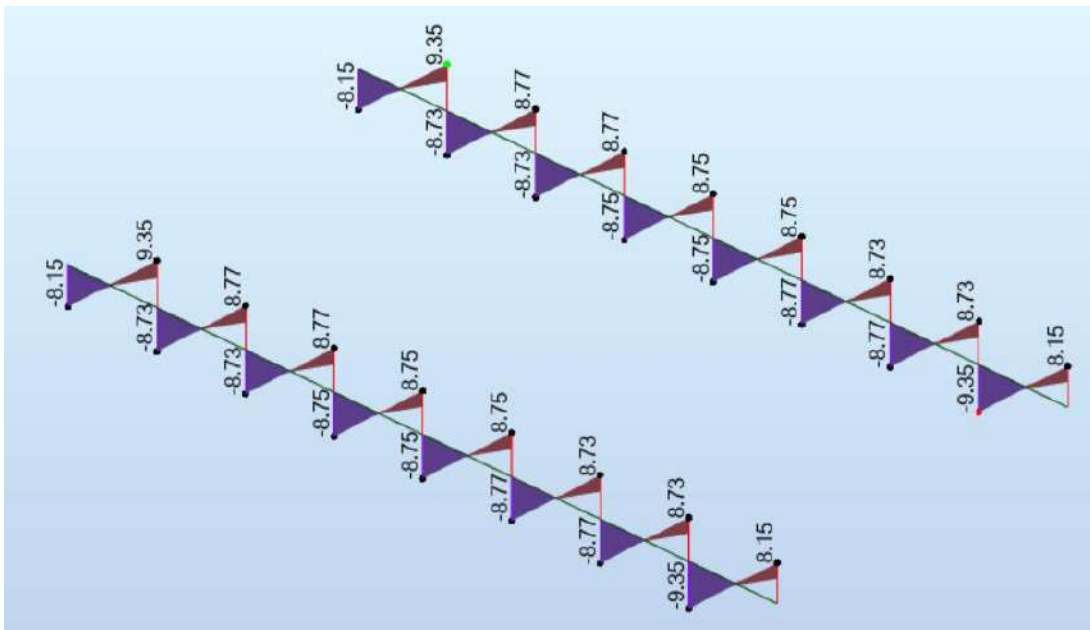


Envolvente superior Mz

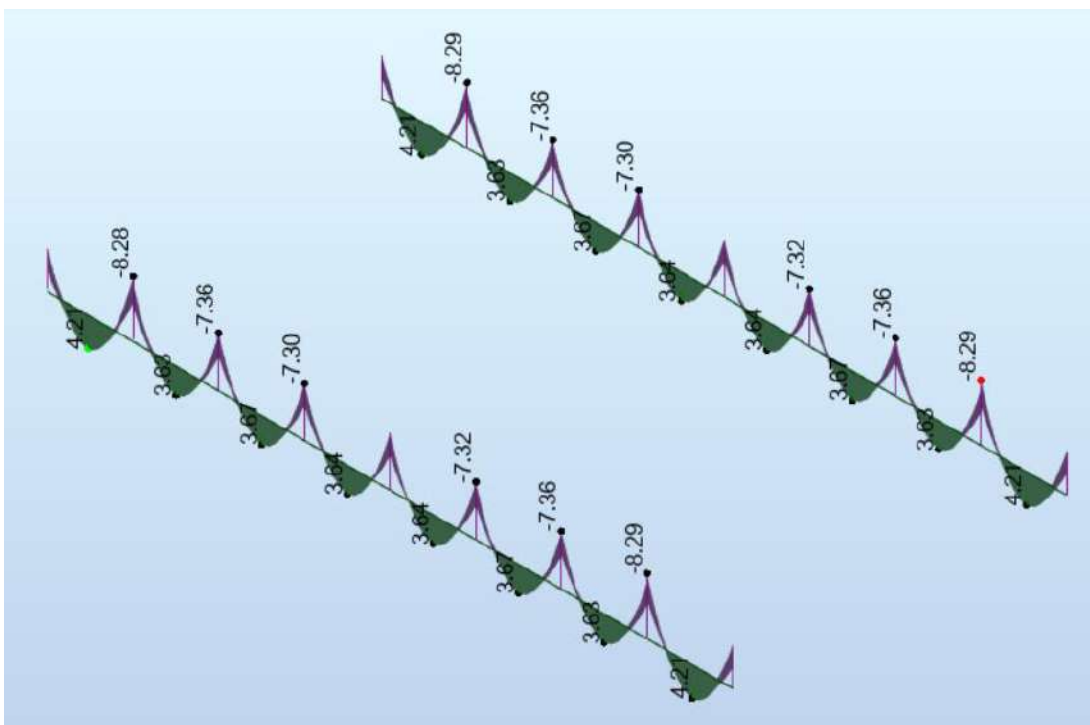


Envolvente inferior Mz

Vigas de H°A° V25x40

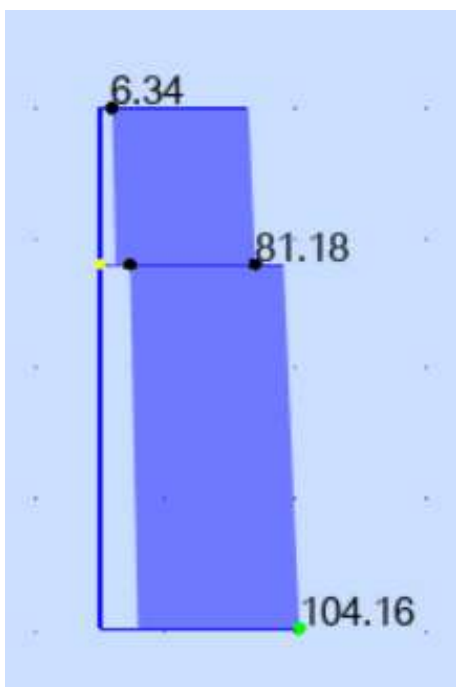


Fuerza cortante F_z

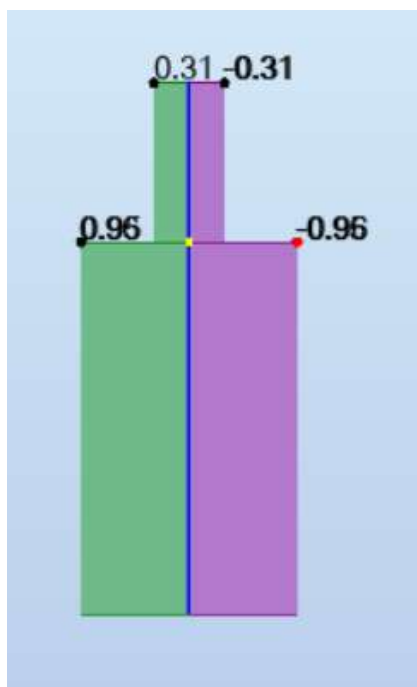


Momento flector M_y

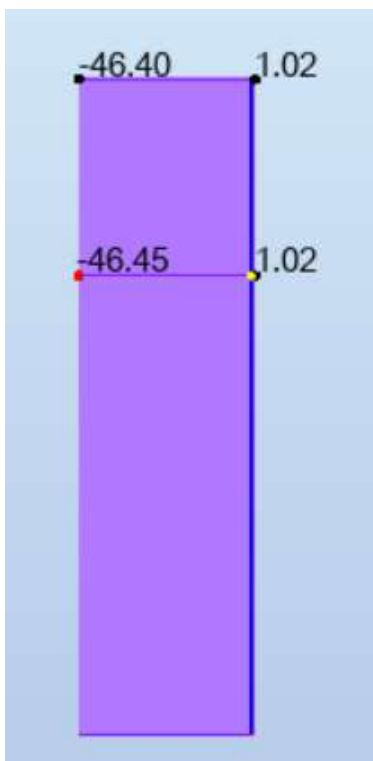
Columna de H°A° C30x65



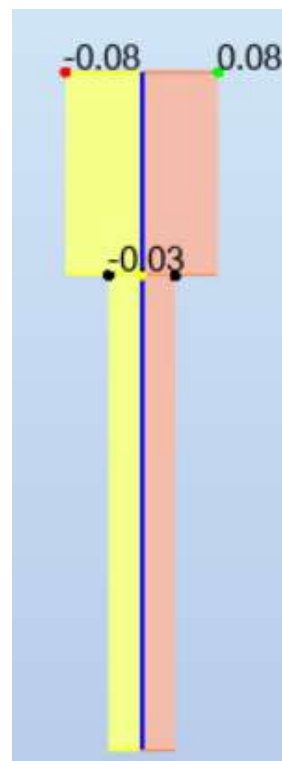
Fuerza axial F_x



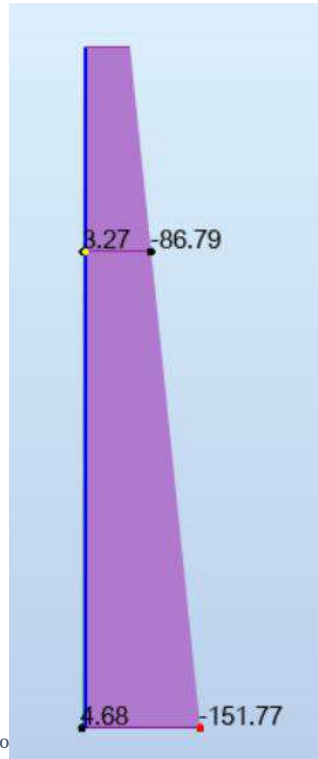
Fuerza cortante F_y



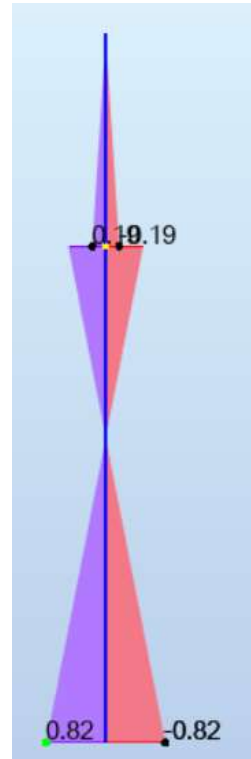
Fuerza cortante F_z



Momento torsor M_x

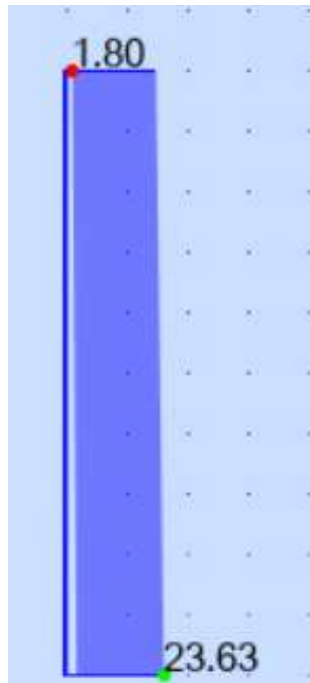


Momento flector M_y

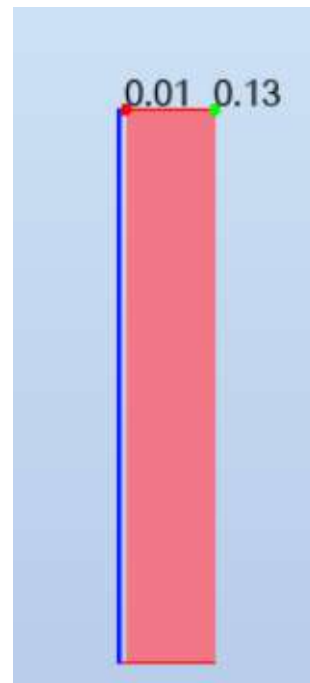


Momento flector M_z

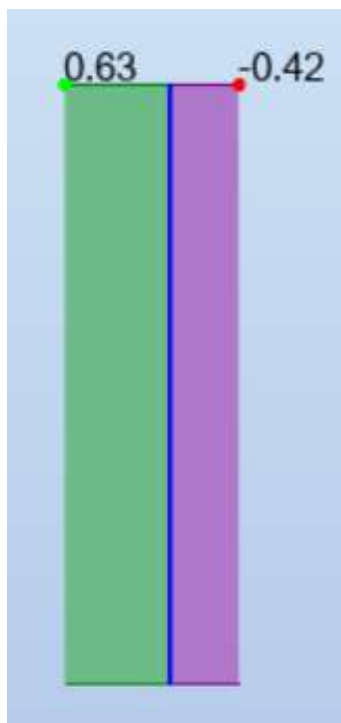
Columna de H^aA^o C25x25



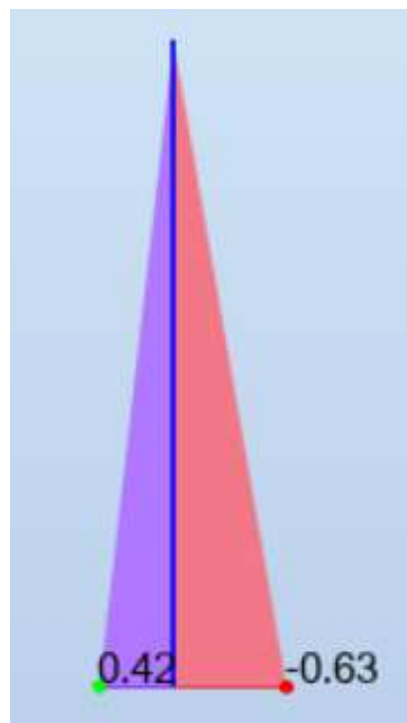
Fuerza axial F_x



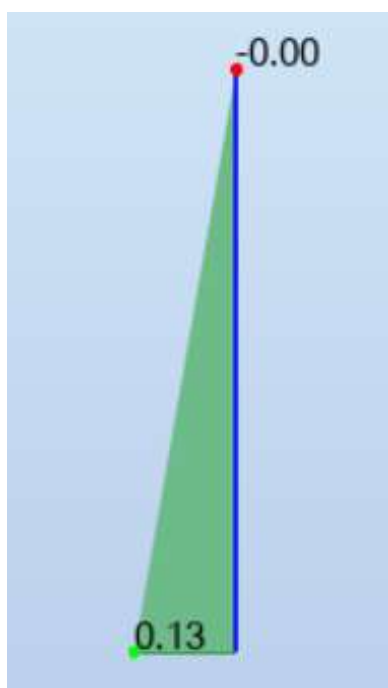
Fuerza cortante F_z



Fuerza cortante F_y



Momento flecto M_z



Momento flector M_y

ANEXO 8

COSTOS Y PRESUPUESTO

Cargas Sociales

El formato y parámetros de cálculo para la incidencia de cargas sociales en el sector de la construcción fueron establecidos en base al anexo A de la Resolución Ministerial N° 477 de 23 de septiembre de 2004

El cálculo de los beneficios sociales debe considerar las incidencias por inactividad, beneficios, subsidios, aportes a entidades, antigüedad y seguridad industrial e higiene. La estructura de análisis de precios unitarios adoptada (formulario B – 2), vigente para la contratación de obras en la modalidad de licitación pública, establece un rango del 55% al 71.18% como incidencia total por concepto de beneficios sociales a la mano de obra.

El detalle analizado a continuación tomo como base una edificación a realizarse dentro del área urbana, en un plazo referencial de un año, contando con 30 obreros, tomando como salario mínimo nacional Bs 2,500.00

- Incidencia de la inactividad

Representa aquellos días del año no trabajados pero que si se reconocen como pagados

Descripción	Días sin producción
Domingos	52
Feriados	11
Días de Lluvia y otros	3
Enfermedad	2
Ausencias Justificadas	2
Día del Constructor	1
TOTAL	71

Días del año	365
Incidencia	71 días/ 365 días
Incidencia por Inactividad	19.45%

- Incidencia de los beneficios

Descripción	Jornales/Año Cancelados
Vacación	15
Aguinaldo	30
Indemnización Anual	30
TOTAL	75

Días del año	365
Incidencia por Beneficios	20.55%

- Incidencia de los subsidios

Los subsidios según la Ley N°924 y su decreto reglamentario correspondiente son: prenatal, natal, lactancia y sepelio.

Subsidio	Monto (Bs/mes)	Duración (mes)	Total (Bs)
Pre-Natal	2500	5	12500
Natalidad	2500	1	2500
Lactancia	2500	12	30000
Sepelio	2500	1	2500
Totales (Bs)			47500

Para el análisis de la incidencia de los beneficios, es necesario determinar el costo mensual promedio de la mano de obra, para dicho efecto determinamos el jornal o salario promedio ponderado mensual, en base a los precios vigentes en el mercado y los pesos ponderados establecidos en el D. S. 18948 de fecha 17 de mayo de 1982 en actual vigencia.

Salario Promedio Mensual Promedio				
Ocupación	Salario		D.S. 18948 Jornal promedio ponderado	Salario ponderado mensual (Bs)
	Diario	Mensual		
Peón	120	3600	40.00%	1440
Ayudante	128	3840	25.00%	960
Albañil 2º	152	4560	20.00%	912
Albañil 1º	164	4920	10.00%	492
Especialista	184	5520	5.00%	276
TOTAL			100.00%	4080

Considerando 30 obreros

Subsidio	% Obreros	Bs Anual/Obrero
Pre-Natal	5%	18750
Natalidad	5%	3750
Lactancia	5%	45000
Sepelio	1%	750
Totales (Bs)		68250

Gasto anual por mano de obra	1468800
Incidencia Subsidio	4.65%

- Incidencia de aportes a entidades

Los aportes patronales son a cajas de salud según D.S. 21637 y Ley 1141, para viviendas según D. S. 25958, para A.F.P. según D. S. 24469 y Ley 1732 y a INFOCAL

Entidades	Patronal
Caja de Salud	10.00%
INFOCAL	1.00%
Vivienda	2.00%
Seguro de Riesgo Profesional, (A.F.P.)	1.71%
Total	14.71%

Incidencia por aportes	14.71%
-------------------------------	---------------

- Incidencia por antigüedad

De acuerdo a lo establecido por el D. S 21060 en su artículo 60, se considera el bono de antigüedad por 2 a 4 años de servicio, con un equivalente al 5% de tres veces el salario mínimo nacional.

% hasta 4 años	5%
Salario mínimo (Bs)	2500
% de obreros beneficiados	4%
Monto anual (Bs)/obrero	180
Incidencia por antigüedad	0.37%

- Incidencia por seguridad industrial e higiene

Descripción	Uso Anual/Obrero	Precio Unitario (Bs)	Precio Total/Obrero (Bs)
Botas de goma	20.00%	90	18
Guantes de cuero	200.00%	15	30
Cascos	100.00%	50	50
Botiquín	1.00%	450	4.5
Guantes de goma	10.00%	30	3
Botines de seguridad	100.00%	280	280
Overol	100.00%	80	80
Protectores auditivos	30.00%	35	10.5
Arneses de seguridad	5.00%	400	20
Respiradores	5.00%	240	12
Antiparras	20.00%	30	6
Total (Bs)			514

Incidencia por seguridad e higiene	1.05%
---	--------------

Resumen de incidencias por beneficios sociales	Porcentaje
Incidencia por inactividad	19.45%
Incidencia por beneficios	20.55%
Incidencia por subsidio	4.65%
Incidencia por aportes	14.71%
Incidencia por antigüedad	0.37%
Incidencia por seguridad industrial e higiene	1.05%
Total incidencia por beneficios sociales	60.77%

Resumen de incidencias adoptadas para el análisis

Incidencias		Porcentaje
Beneficios sociales		60.77%
Herramientas		5.00%
Gastos generales		12.00%
Utilidad		10.00%
Impuestos	IVA	14.94%
	IT	3.09%

Resumen Global de Costos
Estructura Mixta para Nave Industrial Tarija
Expresado en bolivianos

1 Materiales

Subtotal	985,639.02
----------	------------

2 Mano de obra

Mano de obra general	298,774.81
----------------------	------------

Impuestos al valor agregado al subtotal de mano de obra	44,636.96
---	-----------

Subtotal	343,411.76
----------	------------

3 Equipo y maquinaria

Maquinaria	37,351.39
------------	-----------

Herramientas	17,170.59
--------------	-----------

Subtotal	54,521.98
----------	-----------

4 Gastos generales y administrativos

Gastos de 1+2+3	166,028.73
-----------------	------------

Subtotal	166,028.73
----------	------------

5 Utilidad

Utilidad de 1+2+3+4	
---------------------	--

Subtotal	154,960.15
----------	------------

6 Impuestos

Impuesto a las transacciones de 1+2+3+4+5	
---	--

Subtotal	52,670.95
----------	-----------

Costo total del proyecto	1,757,232.60
---------------------------------	---------------------

Son: un millón setecientos cincuenta y siete mil doscientos treinta y dos 60/100 bolivianos.

PANILLA DE COMPUTOS METRICOS									
PROYECTO:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PARTES IGUALES	FACTOR DE FORMA	ANCHO (m)	LARGO (m)	ALTO (m)	PARCIAL	TOTAL
1	REPLANTEO Y TRAZADO	m ²							800.00
			1.00	1.00	20.00	40.00		800.00	
2	EXCAVACION 0-2m SUELO SEMI DURO	m ³							205.92
	C1, C9, C14, C22		4.00	1.10	1.50	1.50	2.00	19.80	
	C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C15, C16, C17, C18, C19, C20, C21		14.00	1.10	2.70	2.00	2.00	166.32	
	C10, C11, C12, C13, C23, C24, C25, C26		8.00	1.10	1.50	1.50	1.00	19.80	
3	RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA COMUN	m ³							143.34
	EXCAVACION		1.00	1.00	205.92			205.92	
	HORMIGON POBRE		-1.00	1.00	5.64			-5.64	
	ZAPATAS		-1.00	1.00	50.99			-50.99	
	COLUMNAS DE ARRANQUE		-1.00	1.00	5.96			-5.96	
4	BASE DE HORMIGON POBRE	m ³							5.64
	C1, C9, C14, C22		4.00	1.10	1.50	1.50	0.05	0.50	
	C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C15, C16, C17, C18, C19, C20, C21		14.00	1.10	2.70	2.00	0.05	4.16	

[illegible]

11	COLUMNAS METÁLICAS PERFIL CAJON	m							52.02
	C10', C13', C23', C26'		4.00	1.05		5.35		22.47	
	C11', C12', C24', C25'		4.00	1.05		6.11		25.66	
	C27, C28		2.00	1.05		1.85		3.89	
12	TENSORES DE D=12mm (FIERRO LISO)	m							343.22
	EN CUBIERTA		32.00	1.05		6.90		231.84	
	EN LATERALES		16.00	1.05		6.63		111.38	
13	CERRAMIENTOS CON PANELES DE 5 GRECAS DE 50 mm	m²							1538.60
	CUBIERTA		2.00	1.00	10.31	40.00		824.80	
	LATERAL		2.00	1.00	5.56	40.00		444.80	
	FRONTAL		2.00	1.00	AutoCAD	134.50		269.00	
14	CUMBRERA CALAMINA PLANA N°28	m							40.00
			1.00	1.00		40.00		40.00	
15	LARGUEROS	m							951.37
	LATERAL		128.00	1.00		5.00		640.00	
	FRONTAL		2.00	1.05	AutoCAD	148.27		311.37	
16	CORREAS	m							1120.00
	CUBIERTA		224	1.00		5		1120.00	

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		REPLANTEO Y TRAZADO			
Cantidad:		800.00 m² Bs			
Unidad:					
Moneda:					
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Estuco	kg	0.07	0.68	0.05
2	Madera de construccion	pie²	0.25	8.00	2.00
3	Alambre de amarre	kg	0.02	12.00	0.24
4	Clavos	kg	0.01	12.50	0.13
		TOTAL MATERIALES: 2.41			
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Topógrafo	Hr.	0.01	26.00	0.26
2	Alarife	Hr.	0.02	14.00	0.28
		SUBTOTAL MANO DE OBRA: 0.54			
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA) 0.33				
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES) 0.13				
		TOTAL MANO DE OBRA: 1.00			
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Equipo topográfico	Hr.	0.01	30.00	0.30
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA) 0.05				
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS: 0.35			
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3) 0.45				
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS: 0.45			
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4) 0.42				
		TOTAL UTILIDAD: 0.42			
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5) 0.14				
		TOTAL IMPUESTOS: 0.14			
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6): 4.78			

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		EXCAVACION 0-2m SUELO SEMI DURO			
Cantidad:		205.92			
Unidad:		m³			
Moneda:		Bs			
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
	TOTAL MATERIALES:				0.00
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Ayudante	Hr.	2.35	15.00	35.25
2	Especialista	Hr.	0.50	23.00	11.50
	SUBTOTAL MANO DE OBRA:				46.75
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				28.41
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				11.23
	TOTAL MANO DE OBRA:				86.39
	3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo
1	Retroexcavadora	Hr.	0.06	230.00	13.80
2	Volqueta 4 m3	Hr.	0.08	160.00	12.80
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				4.32
	TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				30.92
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				14.08
	TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				14.08
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				13.14
	TOTAL UTILIDAD:				13.14
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				4.47
	TOTAL IMPUESTOS:				4.47
	TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				148.99

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		RELLENO Y COMPACTADO CON TIERRA COMUN			
Cantidad:		143.34			
Unidad:		m³			
Moneda:		Bs			
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
	TOTAL MATERIALES:		0.00		
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hr.	0.50	20.50	10.25
2	Ayudante	Hr.	0.90	15.00	13.50
	SUBTOTAL MANO DE OBRA:		23.75		
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				14.43
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				5.70
	TOTAL MANO DE OBRA:		43.89		
	3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo
1	Compactador manual Salt.	Hr,	0.30	30.00	9.00
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				2.19
	TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:		11.19		
	4.- GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				6.61
	TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:		6.61		
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				6.17
	TOTAL UTILIDAD:		6.17		
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				2.10
	TOTAL IMPUESTOS:		2.10		
	TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):		69.96		

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		BASE DE HORMIGON POBRE			
Cantidad:		5.64			
Unidad:					
Moneda:					
		Bs			
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Arena común	m³	0.43	120.75	51.92
2	Grava común	m³	0.74	120.75	89.36
3	Cemento portland	kg	220.00	0.94	206.80
4	Agua	l	250.00	0.09	21.98
		TOTAL MATERIALES:			370.05
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hr.	7.00	20.50	143.50
2	Ayudante	Hr.	7.00	15.00	105.00
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:			248.50
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				151.01
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				59.69
		TOTAL MANO DE OBRA:			459.20
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Mezcladora	Hr.	0.50	22.00	11.00
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				22.96
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:			33.96
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				103.59
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:			103.59
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				96.68
		TOTAL UTILIDAD:			96.68
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				32.86
		TOTAL IMPUESTOS:			32.86
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):			1096.34

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		HORMIGON ARMADO ZAPATAS			
Cantidad:		50.99			
Unidad:					
Moneda:					
		m³			
		Bs			
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Cemento portland	kg	350.00	0.94	329.00
2	Fierro corrugado	kg	55.00	8.80	484.00
3	Arena común	m³	0.45	120.75	54.34
4	Grava común	m³	0.92	120.75	111.09
5	Clavos	kg	1.00	12.50	12.50
6	Alambre de amarre	kg	1.00	12.00	12.00
7	Madera de encofrado	pie²	25.00	8.00	200.00
8	Agua	l	180.00	0.09	15.82
		TOTAL MATERIALES:			1218.75
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hr.	12.00	20.50	246.00
2	Ayudante	Hr.	18.00	15.00	270.00
3	Armador	Hr.	10.00	20.50	205.00
4	Encofrador	Hr.	10.00	20.50	205.00
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:			926.00
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				562.73
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				222.42
		TOTAL MANO DE OBRA:			1711.15
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Mezcladora	Hr.	1.00	22.00	22.00
2	Vibradora	Hr.	0.80	15.00	12.00
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				85.56
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:			119.56
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				365.93
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:			365.93
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				341.54
		TOTAL UTILIDAD:			341.54
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				116.09
		TOTAL IMPUESTOS:			116.09
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):			3873.02

DATOS GENERALES						
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA				
Actividad:		HORMIGON ARMADO COLUMNAS				
Cantidad:		7.63				
Unidad:						
Moneda:						
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Cemento portland	kg	350.00	0.94	329.00	
2	Fierro corrugado	kg	130.00	8.80	1144.00	
3	Arena	m³	0.45	120.75	54.34	
4	Grava	m³	0.92	120.75	111.09	
5	Clavos	kg	2.00	12.50	25.00	
6	Alambre de amarre	kg	2.00	12.00	24.00	
7	Madera de encofrado	pie²	80.00	8.00	640.00	
8	Agua	l	180.00	0.09	15.82	
		TOTAL MATERIALES:				2343.25
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Armador	Hr.	7.00	20.50	143.50	
2	Albañil	Hr.	4.00	20.50	82.00	
3	Ayudante	Hr.	4.00	15.00	60.00	
4	Encofrador	Hr.	16.00	20.50	328.00	
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:				613.50
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)					372.82
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)					147.36
		TOTAL MANO DE OBRA:				1133.68
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Mezcaldora	Hr.	0.50	22.00	10.00	
2	Vibradora	Hr.	0.40	15.00	7.50	
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)					56.68
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				74.18
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)					426.13
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				426.13
5.-	UTILIDAD					
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)					397.72
		TOTAL UTILIDAD:				397.72
6.-	IMPUESTOS					
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)					135.19
		TOTAL IMPUESTOS:				135.19
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				4510.16

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		HORMIGON ARMADO VIGAS DE ARRIOSTRE			
Cantidad:		8.27			
Unidad:					
Moneda:					
		m³			
		Bs			
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Cemento portland	kg	350.00	0.94	329.00
2	Fierro corrugado	kg	80.00	8.80	704.00
3	Arena	m³	0.45	120.75	54.34
4	Grava	m³	0.92	120.75	111.09
5	Clavos	kg	1.00	12.50	12.50
6	Alambre de amarre	kg	1.00	12.00	12.00
7	Madera de encofrado	pie²	50.00	8.00	400.00
8	Agua	l	180.00	0.09	15.82
		TOTAL MATERIALES:			1638.75
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Armador	Hr.	10.00	20.50	205.00
2	Albañil	Hr.	12.00	20.50	246.00
3	Ayudante	Hr.	16.00	15.00	240.00
4	Encofrador	Hr.	8.00	20.50	164.00
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:			855.00
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				519.58
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				205.36
		TOTAL MANO DE OBRA:			1579.95
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Mezcaldora	Hr.	1.00	22.00	10.00
2	Vibradora	Hr.	0.80	15.00	7.50
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				79.00
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:			96.50
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				397.82
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:			397.82
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				371.30
		TOTAL UTILIDAD:			371.30
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				126.21
		TOTAL IMPUESTOS:			126.21
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):			4210.52

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		ANCLAJES TIPO 1			
Cantidad:		18.00 Pza. Bs			
Unidad:					
Moneda:					
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Angular 3x3x1/4	m	1.30	47.78	62.11
2	Electrodos	kg	0.50	22.00	11.00
3	Perno 13/16" grado 60 l=450 mm	Pza.	6.00	32.00	192.00
4	Pintura anticorrosiva	l	0.50	42.28	21.14
5	Plancha de acero 16 mm	m²	0.20	1680.00	336.00
6	Tuerca 13/16" + volanda	Pza.	6.00	2.50	15.00
		TOTAL MATERIALES:			637.25
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Ayudante	Hr.	2.00	15.00	30.00
2	Soldador	Hr.	4.00	20.50	82.00
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:			112.00
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				68.06
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				26.90
		TOTAL MANO DE OBRA:			206.96
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Maquina de soldar	Hr.	0.40	22.00	8.80
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				10.35
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:			19.15
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				103.60
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:			103.60
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				96.70
		TOTAL UTILIDAD:			96.70
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				32.87
		TOTAL IMPUESTOS:			32.87
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):			1096.55

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		ANCLAJES TIPO 2			
Cantidad:		8.00 Pza. Bs			
Unidad:					
Moneda:					
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
2	Electrodos	kg	0.20	22.00	4.40
3	Perno 13/16" grado 60 l=450 mm	Pza.	4.00	32.00	128.00
4	Pintura anticorrosiva	l	0.35	42.28	14.80
5	Plancha de acero 12.7 mm	m²	0.06	1333.50	80.01
6	Tuerca 13/16" + volanda	Pza.	4.00	2.50	10.00
		TOTAL MATERIALES:			237.21
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Ayudante	Hr.	2.00	15.00	30.00
2	Soldador	Hr.	4.00	20.50	82.00
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:			112.00
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				68.06
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				26.90
		TOTAL MANO DE OBRA:			206.96
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Maquina de soldar	Hr.	0.40	22.00	8.80
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				10.35
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:			19.15
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				55.60
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:			55.60
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				51.89
		TOTAL UTILIDAD:			51.89
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				17.64
		TOTAL IMPUESTOS:			17.64
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):			588.45

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		PORTICO ESTUCTURA METALICA			
Cantidad:		9.45 Pza. Bs			
Unidad:					
Moneda:					
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Perfil cajón 100x100x15x2	m	3.28	71.83	235.60
2	Perfil cajón 100x100x15x3	m	62.46	86.20	5384.05
3	Perfil costanera 100x50x15x2	m	50.36	35.92	1808.93
4	Electrodos	kg	30.00	22.00	660.00
5	Pintura anticorrosiva	l	8.00	42.28	338.24
		TOTAL MATERIALES:			8426.83
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Ayudante	Hr.	48.00	15.00	720.00
2	Soldador	Hr.	48.00	20.50	984.00
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:			1704.00
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				1035.52
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				409.28
		TOTAL MANO DE OBRA:			3148.81
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Camión grúa mediano	Hr.	4.00	280.00	1120.00
2	Máquina de soldar	Hr.	14.00	17.00	238.00
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				157.44
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:			1515.44
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				1570.93
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:			1570.93
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				1466.20
		TOTAL UTILIDAD:			1466.20
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				498.36
		TOTAL IMPUESTOS:			498.36
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):			16626.56

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		COLUMNAS METÁLICAS PERFIL CAJON			
Cantidad:		52.02 m Bs			
Unidad:					
Moneda:					
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Perfil cajón 100x100x15x2	m	1.00	71.83	71.83
2	Electrodos	kg	0.25	22.00	5.50
3	Pintura anticorrosiva	l	0.15	42.28	6.34
		TOTAL MATERIALES: 83.67			
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Ayudante	Hr.	1.50	15.00	22.50
2	Soldador	Hr.	1.50	20.50	30.75
		SUBTOTAL MANO DE OBRA: 53.25			
CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)					32.36
IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)					12.79
		TOTAL MANO DE OBRA: 98.40			
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Camión grúa mediano	Hr.	0.50	280.00	140.00
2	Máquina de soldar	Hr.	2.00	17.00	34.00
HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)					4.92
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS: 178.92			
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				43.32
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS: 43.32			
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				40.43
		TOTAL UTILIDAD: 40.43			
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				13.74
		TOTAL IMPUESTOS: 13.74			
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6): 458.48			

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		TENSORES DE D=12mm (FIERRO LISO)			
Cantidad:		343.22			
Unidad:		m			
Moneda:		Bs			
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Electrodos	kg	0.10	22.00	2.20
2	Fierro liso 1/2" 12mm	m	1.05	9.26	9.72
3	Angular 1"x 1/8" (barra 6m)	m	0.40	10.94	4.38
4	Pernos 1/2"	Pza.	0.13	2.00	0.26
		TOTAL MATERIALES:			16.56
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Soldador	Hr.	0.20	20.50	4.10
2	Ayudante	Hr.	0.20	15.00	3.00
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:			7.10
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				4.31
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				1.71
		TOTAL MANO DE OBRA:			13.12
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Máquina de soldar	Hr.	0.15	17.00	2.55
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				0.66
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:			3.21
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				3.95
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:			3.95
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				3.68
		TOTAL UTILIDAD:			3.68
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				1.25
		TOTAL IMPUESTOS:			1.25
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):			41.77

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		CERRAMIENTOS CON PANELES DE 5 GRECAS DE 50 mm			
Cantidad:		1538.60			
Unidad:		m²			
Moneda:		Bs			
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Paneles de 5 grecas de 50 mm	Pza.	1.00	380.55	380.55
2	Tornillo autotaladrante de 100 mm	Pza.	15.00	4.45	66.75
		TOTAL MATERIALES:			447.30
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hr.	0.80	20.50	16.40
2	Ayudante	Hr.	1.20	15.00	18.00
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:			34.40
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				20.90
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				8.26
		TOTAL MANO DE OBRA:			63.57
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				3.18
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:			3.18
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				61.69
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:			61.69
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				57.57
		TOTAL UTILIDAD:			57.57
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				19.57
		TOTAL IMPUESTOS:			19.57
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):			652.87

DATOS GENERALES						
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA				
Actividad:		CUMBRERA CALAMINA PLANA N°28				
Cantidad:		40.00				
Unidad:		m				
Moneda:		Bs				
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Perno de gancho con arandela de goma	Pza.	2.00	1.82	3.64	
2	Calamina plana N° 28	m²	0.60	53.00	31.80	
3	Pintura anticorrosiva	l	0.10	48.28	4.83	
		TOTAL MATERIALES:				40.27
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
1	Albañil	Hr.	0.50	20.50	10.25	
2	Ayudante	Hr.	0.80	15.00	12.00	
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:				22.25
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)					13.52
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)					5.34
		TOTAL MANO DE OBRA:				41.12
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total	
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)					2.06
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:				2.06
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)					10.01
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:				10.01
5.-	UTILIDAD					
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)					9.35
		TOTAL UTILIDAD:				9.35
6.-	IMPUESTOS					
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)					3.18
		TOTAL IMPUESTOS:				3.18
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):				105.97

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		LARGUEROS			
Cantidad:		951.37 m Bs			
Unidad:					
Moneda:					
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Perfil Costanera 100x50x15x2	m	1.00	35.92	35.92
2	Tornillo autotaladrante de 50 mm	Pza.	2.00	2.80	5.60
		TOTAL MATERIALES:			41.52
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Soldador	Hr.	0.80	20.50	16.40
1	Ayudante	Hr.	1.60	15.00	24.00
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:			16.40
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				9.97
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				3.94
		TOTAL MANO DE OBRA:			30.31
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Maquina de soldar	Hr.	0.15	17.00	2.55
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				1.52
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:			4.07
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				9.11
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:			9.11
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				8.50
		TOTAL UTILIDAD:			8.50
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				2.89
		TOTAL IMPUESTOS:			2.89
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):			96.39

DATOS GENERALES					
Proyecto:		DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA, PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE TARIJA			
Actividad:		CORREAS			
Cantidad:		1120.00			
Unidad:					
Moneda:					
		m			
		m			
		Bs			
1.-	MATERIALES	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Perfil Costanera 150x50x15x3	m	1.00	44.12	44.12
2	Tornillo autotaladrante de 50 mm	Pza.	2.00	2.80	5.60
		TOTAL MATERIALES:			49.72
2.-	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Soldador	Hr.	0.80	20.50	16.40
1	Ayudante	Hr.	1.60	15.00	24.00
		SUBTOTAL MANO DE OBRA:			16.40
	CARGAS SOCIALES (60.77% de SUBTOTAL MANO DE OBRA)				9.97
	IMPUESTOS IVA (14.94% de SUBTOTAL MANO DE OBRA+CARGAS SOCIALES)				3.94
		TOTAL MANO DE OBRA:			30.31
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	Unid.	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Maquina de soldar	Hr.	0.15	17.00	2.55
	HERRAMIENTAS (5.00% de TOTAL MANO DE OBRA)				1.52
		TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS:			4.07
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS				
	GASTOS GENERALES (12.00% de 1 + 2 + 3)				10.09
		TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:			10.09
5.-	UTILIDAD				
	UTILIDAD (10.00% de 1 + 2 + 3 + 4)				9.42
		TOTAL UTILIDAD:			9.42
6.-	IMPUESTOS				
	IMPUESTOS IT (3.09% de 1 + 2 + 3 + 4 + 5)				3.20
		TOTAL IMPUESTOS:			3.20
		TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6):			106.80