
 Ingenieros Calculistas	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	---	-----------------------------

MATERIA : MEMORIA DE CÁLCULO.
**PROYECTO : SISTEMA SOLAR, COLEGIO
POLITECNICO DE IQUIQUE**
UBICACIÓN : LIBERTAD, IQUIQUE


TABLA DE REVISIONES

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ	
			Nombre	Firma	Nombre	Firma	Nombre	Firma
0		28.02.2018	D.S.P.		G.A.A.		G.A.A.	
B		02.01.2018	D.S.P.		D.S.P.		D.S.P.	
A		12.12.2017	D.S.P.		D.S.P.		D.S.P.	

 Ingenieros Calculistas	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	--------------------------------------	---------------------

INDICE

1.	ALCANCE.....	3
2.	ESTRUCTURACIÓN.....	3
3.	NORMATIVA DE DISEÑO ESTRUCTURA	7
4.	BASES DE DISEÑO	7
4.1.	MATERIALES	7
4.2.	SOLICITACIONES	8
4.3.	COMBINACIONES DE CARGA.....	11
5.	MODELO ESTRUCTURAL	12
6.	CARGAS DE VIENTOS	13
7.	DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA ESTRUCTURA	15
7.1.	VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE SOPORTE DE PANELES (TECHUMBRE 1).....	15
7.2.	VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE SOPORTE DE PANELES TECHUMBRE 2.....	17
7.3.	VERIFICACIÓN TECHUMBRE EXISTENTE	19
7.4.	VERIFICACIÓN TECHUMBRE EXISTENTE (Solución)	22
7.5.	VERIFICACION PASARELA.....	25
7.6.	DETERMINACION PLACA BASE Y PERNOS DE ANCLAJE	29
8.	VERIFICACION MACHON DE SOSTENIMIENTO.....	32
9.	PERNOS DE CONEXIÓN	33
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
11.	CATALOGO PANEL SOLAR	35
12.	TITULO Y PATENTE.....	39

 Ingenieros Calculistas	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	---	-----------------------------

1. ALCANCE

El presente estudio tiene como finalidad determinar la capacidad y verificación de la estructura de sostenimiento que componen los paneles solares. La verificación de estos se llevará a cabo acorde a la normativa vigente establecida por los estándares nacionales e internacionales.

2. ESTRUCTURACIÓN

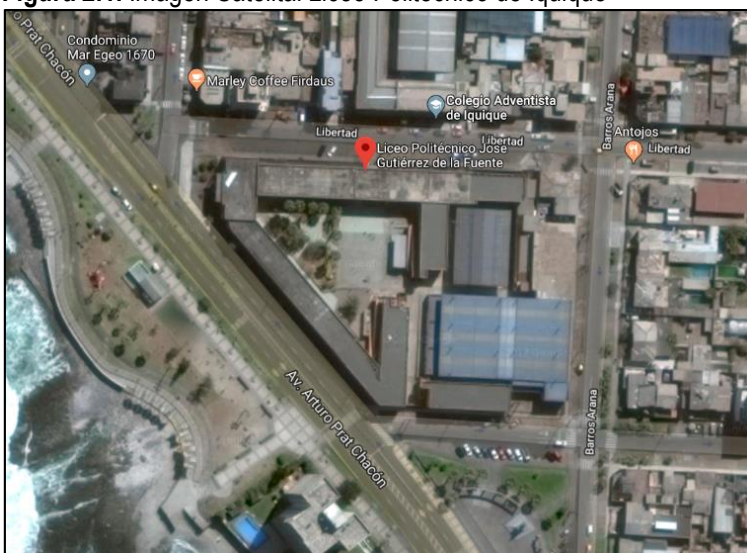
Para el proyecto se contempla instalar paneles solares sobre la techumbre 1 y techumbre 2 del Colegio Politécnico de Iquique. Estos paneles contarán con su propio cuerpo metálico, el cual se encuentra el catalogo al final del proyecto.

Para techumbre 1 se propone contrarrestar las fuerzas originadas por el viento y mantener la estructura de los paneles anclados por medio de soleras tipo A, las que irán dispuesta sobre la losa de hormigón armado existente tal como se observa en la figura (Figura 2.3).

Para la techumbre 2 (Figura 2.3), se contempla la instalación de los paneles directamente a las costaneras C100x50x3 por medio de pernos de 12mm. Además, se incluye una pasarela que une las techumbres 1 y 2 y pasillos para realizar la mantención periódica de los paneles.

La ubicación de los paneles y la configuración de ellos se observa en las siguientes figuras.

Figura 2.1. Imagen Satelital Liceo Politécnico de Iquique



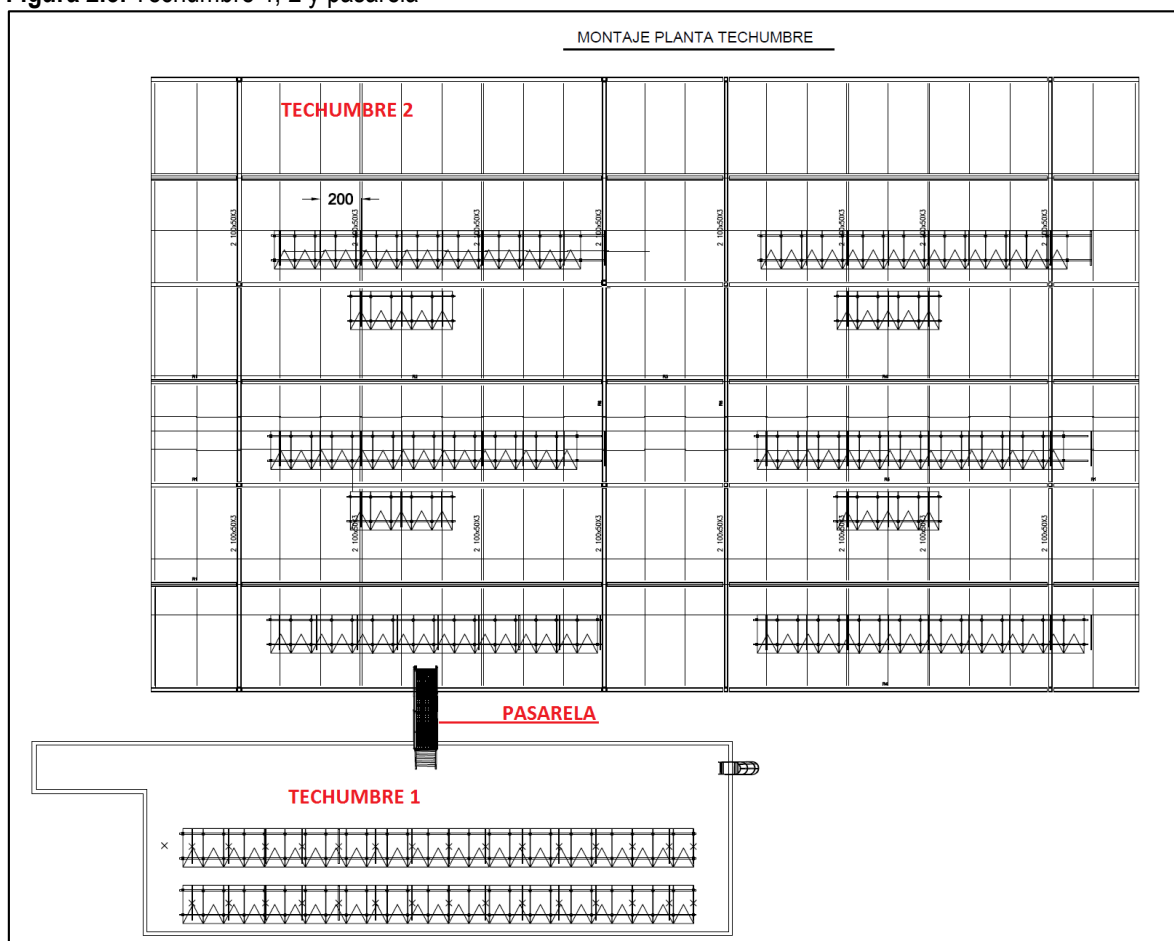
Fuente: Google Earth

Figura 2.2. Distribución de techumbres



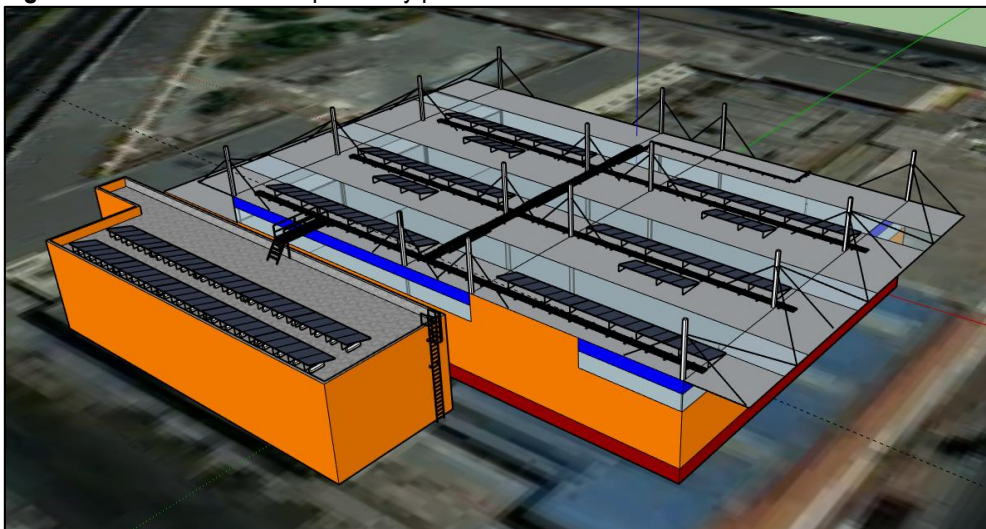
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.3. Techumbre 1, 2 y pasarela



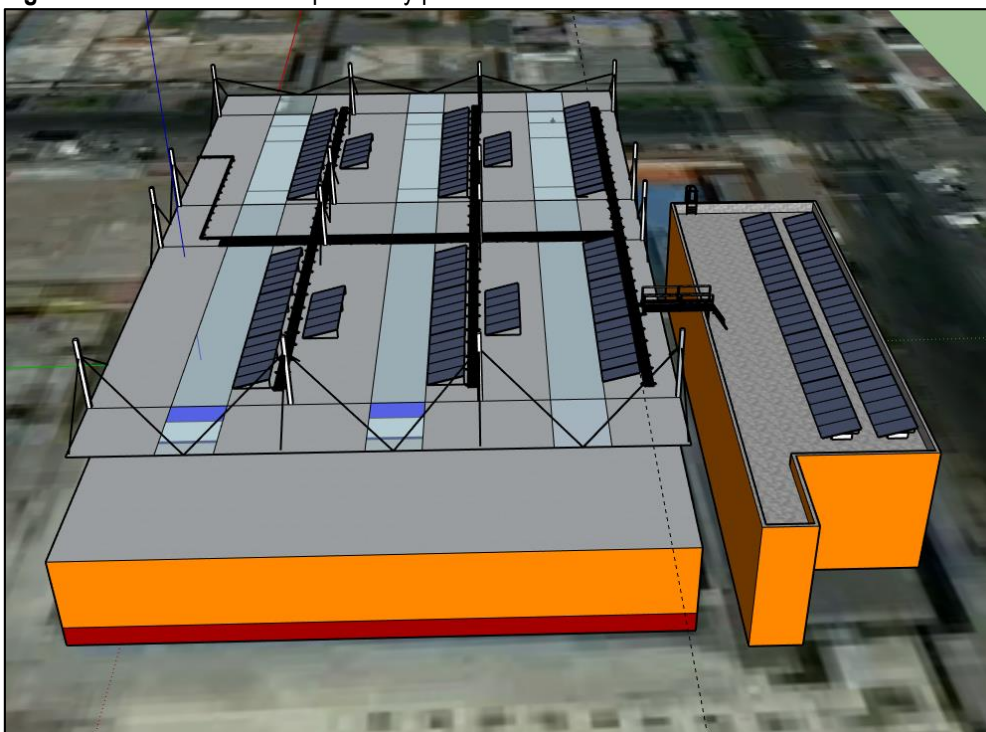
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.4. Ubicación de los paneles y pasillos de mantención.



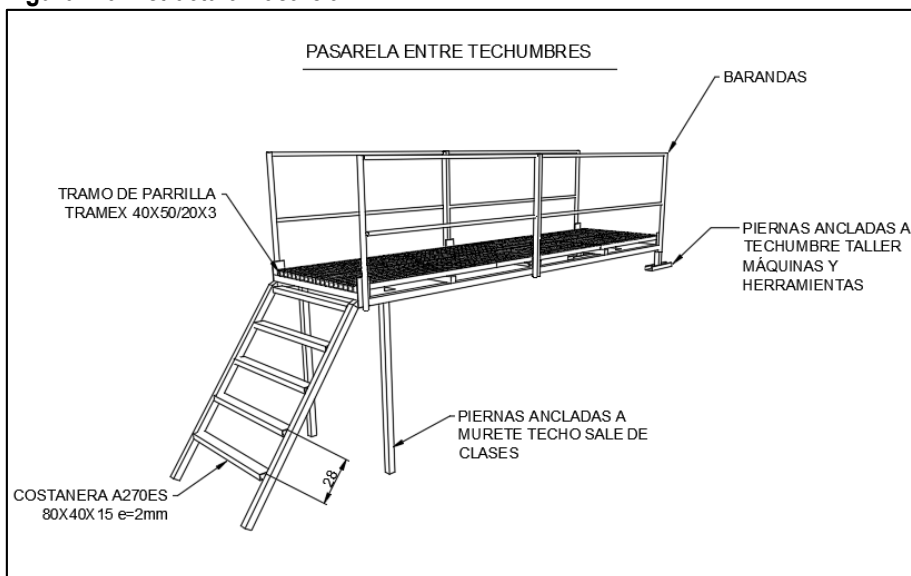
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.5. Ubicación de los paneles y pasillos de mantención.



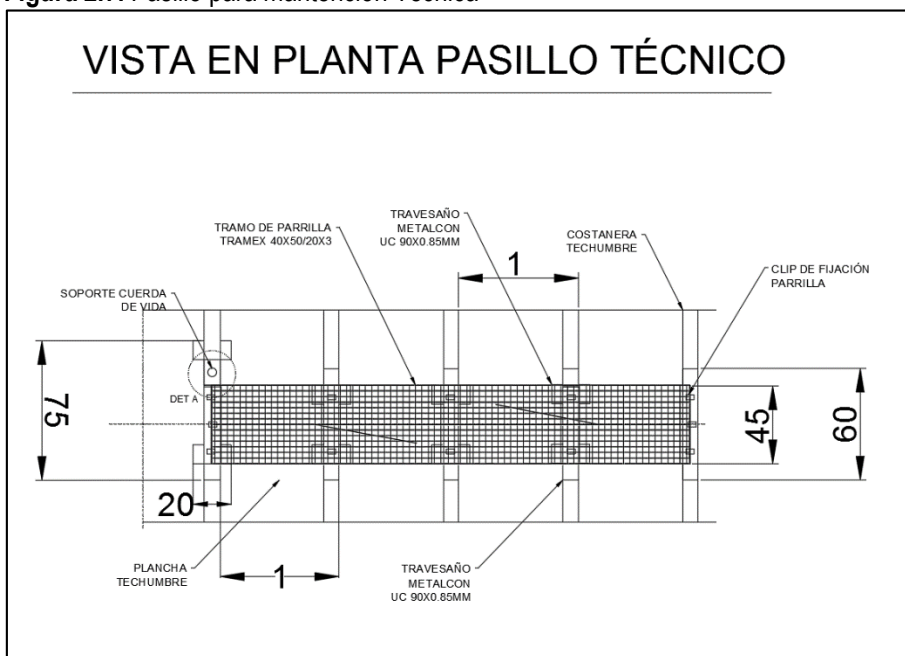
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.6. Estructura Pasarela




Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.7. Pasillo para mantención Técnica



Fuente: Elaboración Propia

 Ingenieros Calculistas	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	--------------------------------------	---------------------

3. NORMATIVA DE DISEÑO ESTRUCTURA

- NCh 1537 Of. 2009, "Cargas permanentes y cargas de uso"
- NCh 3171 Of. 2010, "Combinación de Cargas"
- NCh 432 Of. 2010, "Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones"
- NCh 433 Of. 96, "Diseño sísmico en edificios"
- NCh 3357 Of. 2015, "Diseño sísmico de componentes y sistemas no estructurales"
- INN, "Instituto Nacional de Normalización"
- AISC "Specification for structural Steel Buildings, Load and Resistance Factor Design", 2005, del American Institute of Steel Construction (AISC).

4. BASES DE DISEÑO


4.1. MATERIALES

• ACERO ESTRUCTURAL

Perfiles Estructurales	:	A270ESP ó ASTM A36
		METALCOM 90CA085, 92CA085, fy : 2812 (kgf/m ²)
Pletinas y Placa Base	:	A270ESP ó ASTM A36, Según NCh 203 Of. 2010
Soldadura Arco Manual	:	E7018/AWS, Según AWS D1.1 y NCh 306 Of. 69
Pernos	:	A325

• HORMIGON

Machón	:	Solera Tipo A, Hormigón Grado H-25, según NCh 170, con 90 % de nivel de confianza.
--------	---	--

 Ingenieros Calculistas	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	--------------------------------------	---------------------

4.2. SOLICITACIONES

- **PESO MUERTO (DEAD).**

El peso muerto de cada elemento resistente del sistema en análisis, es considerado por el software de elementos finitos, de acuerdo al peso específico del elemento:

Acero Estructural = 7850 kgf/m³

- **PESO PROPIO (PP).**

Para la estructura, se considera como carga uniformemente distribuida, las siguientes cargas:

Paneles Risen Solar Technology 320-340 Wp = 26 kgf / unidad

Soleras Tipo A1000 = 104 kgf/unidad

Grating metálico = 42 kgf/m²

- **SOBRECARGA (L).**

Según los antecedentes entregados por el cliente, se determina la sobrecarga de uso para la estructura de acuerdo a lo siguiente:

Sobrecarga Pasarela = 200 kgf/m²

Sobrecarga Pasillo Mantención = 200 kgf/m²

Personal de instalación = 100 kgf

• **SOBRECARGA VIENTO (W).**

Se calcula la presión de viento originado de acuerdo a norma NCh 432 Of.2010 para elementos secundarios. Se considera en base a lo estipulado en la norma que la velocidad de viento es de 40 m/s. La sobrecarga generada, de acuerdo a las características geométricas de la estructura es:

Figura 4.1. Presiones Básica de Viento

Elementos secundarios y de revestimiento	
La presión neta de viento de diseño para los elementos secundarios y de revestimiento de techos con pendiente única, dispuesto en forma cóncava y dispuesto en forma convexa, se debe determinar con la ecuación siguiente:	
$p = q_h \times G \times C_N$	
en que:	
q_h	= distribución de velocidades evaluada en la altura media del techo, utilizando las categorías de exposición
G	= factor del efecto ráfaga
C_N	= coeficiente de presión neta


Distribución de velocidades	
La distribución de velocidades q_z , evaluada a una altura z se calcula con la ecuación siguiente:	
$q_z = 0,613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \times I$	
en que:	
q_z	= distribución de velocidades, expresada en newton por metros cuadrados (N/m ²);
K_z	= coeficiente de exposición de la distribución de velocidades
K_{zt}	= factor topográfico evaluado a la altura media del techo
K_d	= coeficiente de direccionalidad del viento
I	= factor de importancia
V	= velocidad básica de viento, según cláusula 7, expresada en metros por segundos (m/s).

Fuente: Norma NCh432

La distribución de la sobrecarga está relacionada con el ángulo que se forma con las caras diagonales y la horizontal, por lo que la sobrecarga tendrá efectos de presión y de succión sobre la estructura, según lo anterior la sobrecarga de viento es:

Kz	0,85
Kzt	1
Kd	0,85
v	40
I	1
qz	708,6
G	0,85
Cn	-0,5
P	-30,1

Sobrecarga de Viento (Succión) (W) = - 30 Kg/m².

 Ingenieros Calculistas	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	--------------------------------------	---------------------

- **SISMO (E)**

Las cargas sísmicas se definen como las fuerzas horizontales y verticales estáticas equivalentes en su efecto de diseño a las cargas dinámicas inducidas por el movimiento del suelo durante un terremoto.

Las fuerzas de diseño de la estructura, se basarán en la norma NCh 433 of. 96. En el caso específico de este proyecto de acuerdo a la zonificación sísmica Chilena y NCh 3357 of. 2015 de acuerdo a las exigencias de elementos no estructurales.


La estructura se analizará mediante análisis estático equivalente, lo que conlleva a un coeficiente sísmico C , aplicable al peso sísmico total de la estructura analizada, es decir:

$$C = \frac{2,75 A_0}{gR} \left(\frac{T'}{T^*} \right)^n$$

De donde se obtiene el corte basal como:

$$Q_o = CIP$$

Para análisis se usará caso más desfavorable utilizando $C_{\text{máx}}=0.31$

 Ingenieros Calculistas	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	--------------------------------------	---------------------

4.3. COMBINACIONES DE CARGA.

De acuerdo a lo señalado en la Norma NCh 3171 Of. 2010 "Diseño estructuras – Disposiciones generales y combinaciones de carga" y en el reglamento A.C.I. 318S-08 se deben considerar las siguientes combinaciones:

Las combinaciones de carga, para el diseño de los elementos estructurales según el método de las tensiones admisibles (ASD), serán:

1)	D
2)	$D + L$
3)	$D + (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
4)	$D + 0,75 L + 0,75(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
5a)	$D + W$
5b)	$D + E$
6a)	$D + 0,75 W + 0,75 L + 0,75(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
6b)	$D + 0,75 E + 0,75 L + 0,75 S$

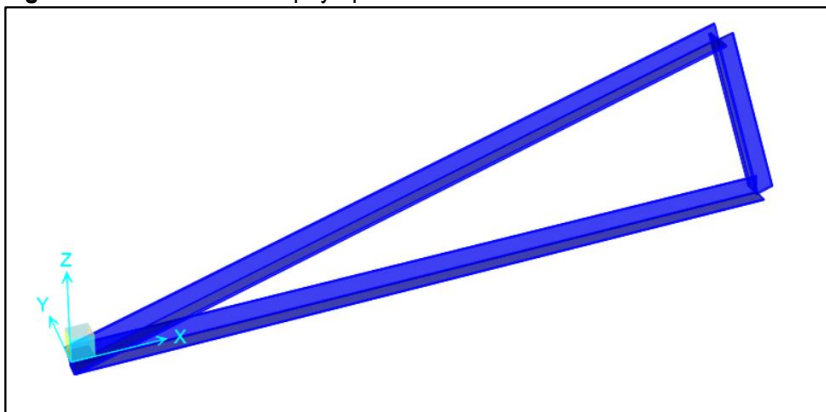
Donde:

D	: Peso propio más cargas muertas adicionales.
L	: Sobrecargas.
Lr	: Sobrecarga de Techo
S	: Nieve
W	: Viento
E	: Sismo.

5. MODELO ESTRUCTURAL.

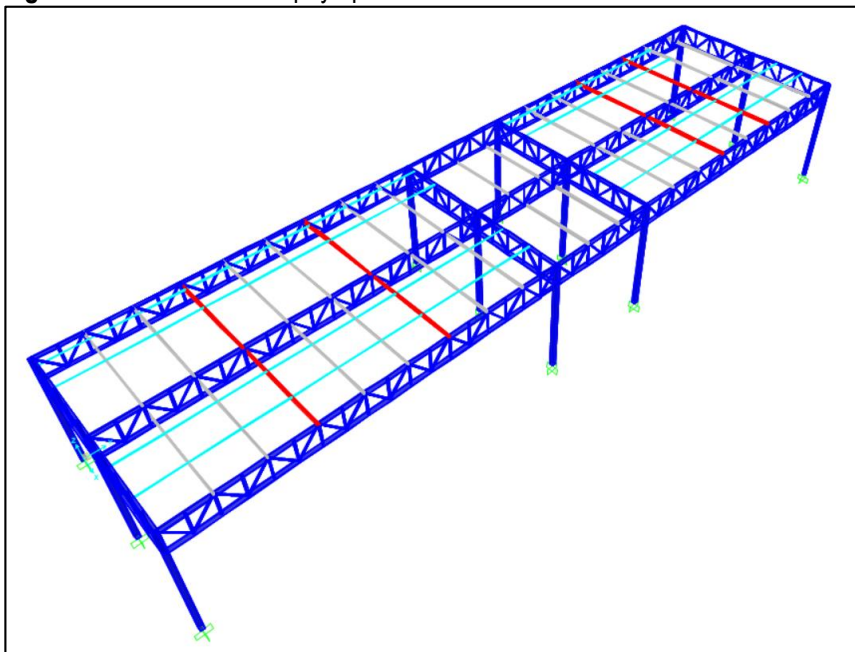
Para obtener los esfuerzos máximos de los elementos que componen la estructura, se elabora un modelo en el programa de análisis elementos finitos, a continuación, se muestra el modelo realizado para la techumbre 1 y techumbres 2.

Figura 5.1. Estructura de apoyo paneles Techumbre 1



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.2. Estructura de apoyo paneles Techumbre 2



Fuente: Elaboración Propia

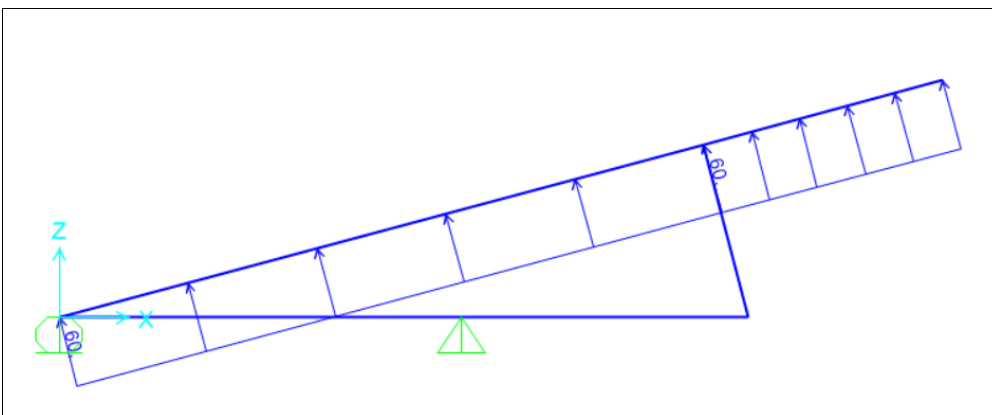
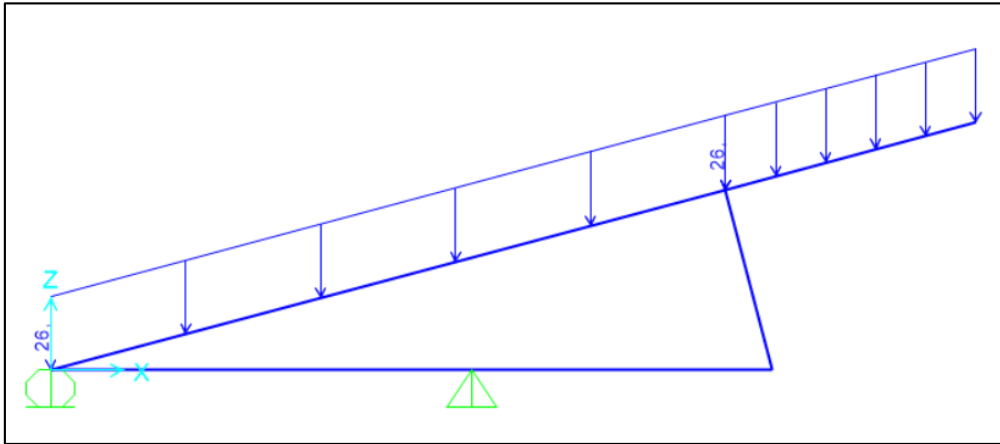
6. CARGAS DE VIENTOS

Las cargas de presión de viento que se produzcan en los paneles transfieren las cargas directamente a la estructura de apoyo según el distanciamiento que exista entre ellos.

Tomando en consideración que el espaciamiento es de 2 metros se establecen las cargas para cada efecto. Según lo anterior se establece que el peso propio generado por 2 paneles corresponde a 26 kg/m, la presión de viento para la succión de los elementos alcanza los 60 kg/m.

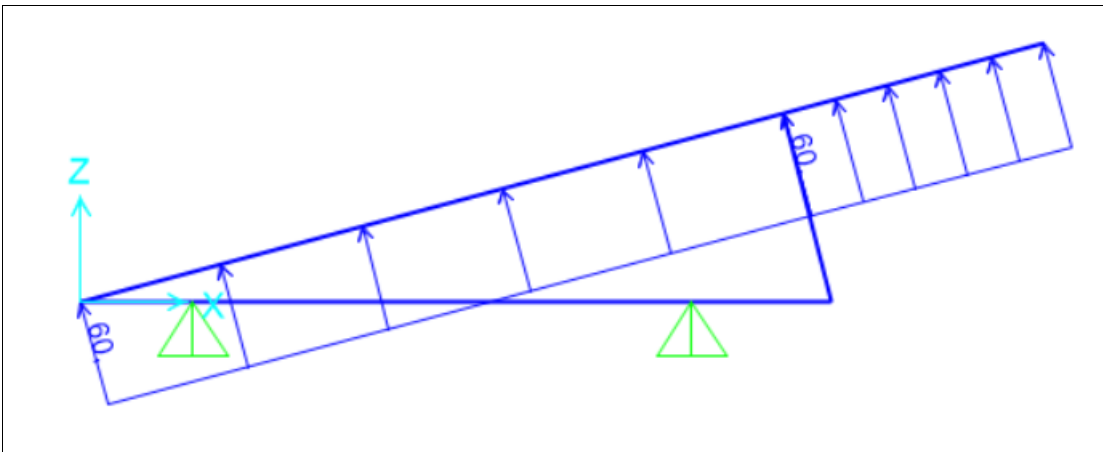
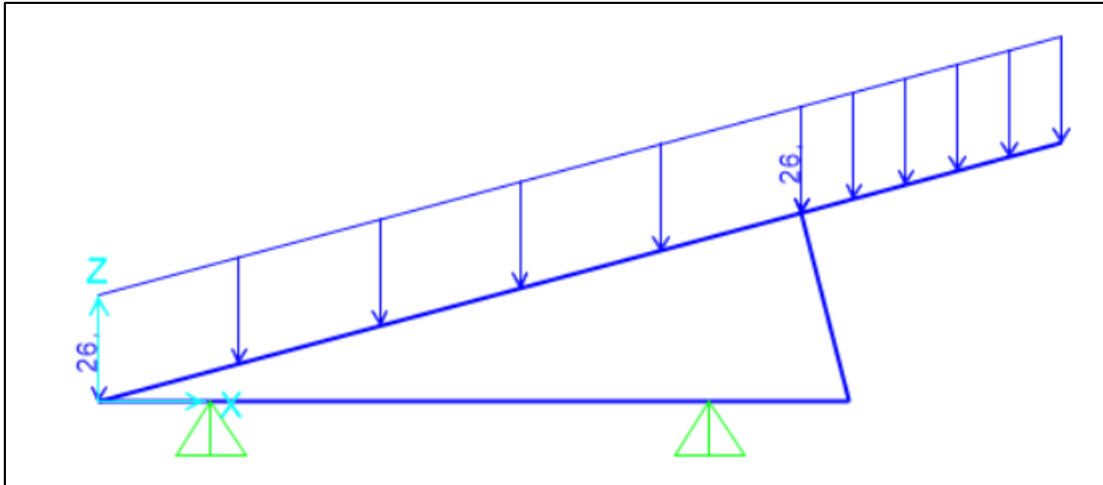
Cabe destacar que la carga de techo se aplicara a la estructura existente y no a la estructura de los paneles dado su funcionalidad.

Figura 6.1. Cargas (Kg/m) de Peso Propio y succión Techumbre 1

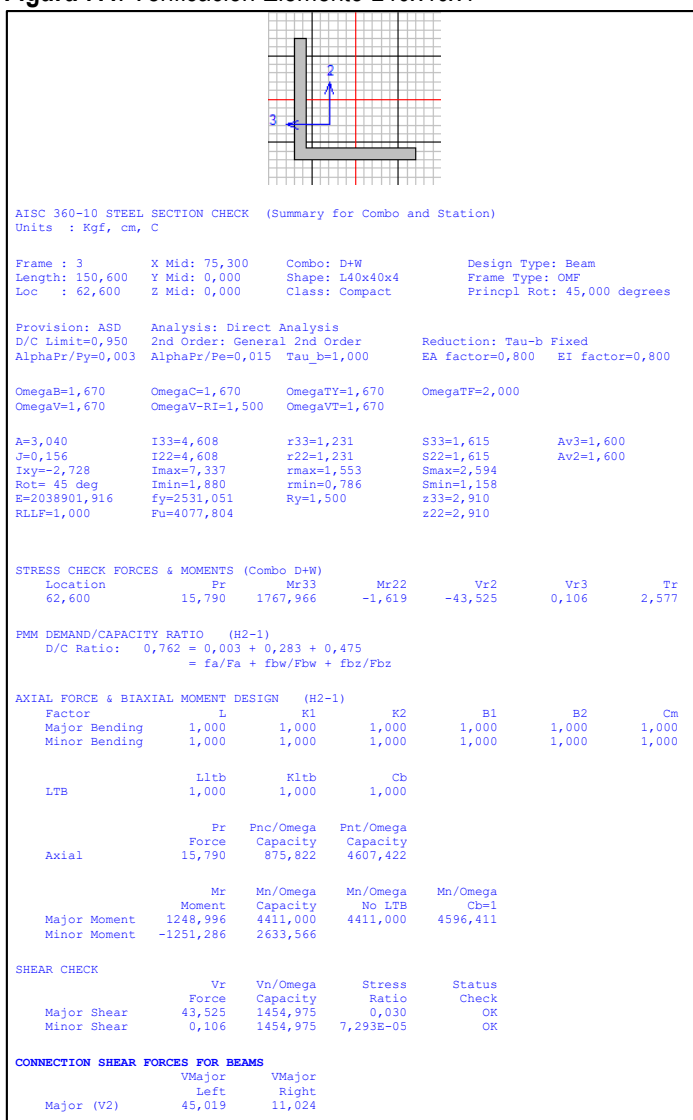
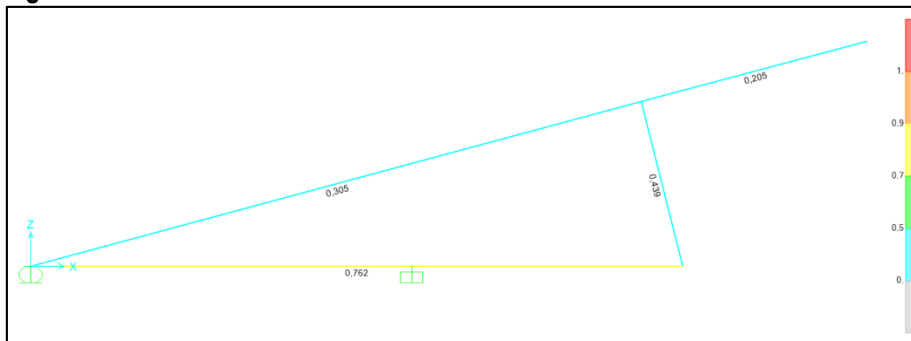


Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.2. Cargas (Kg/m) de Peso Propio y succión Techumbre 2



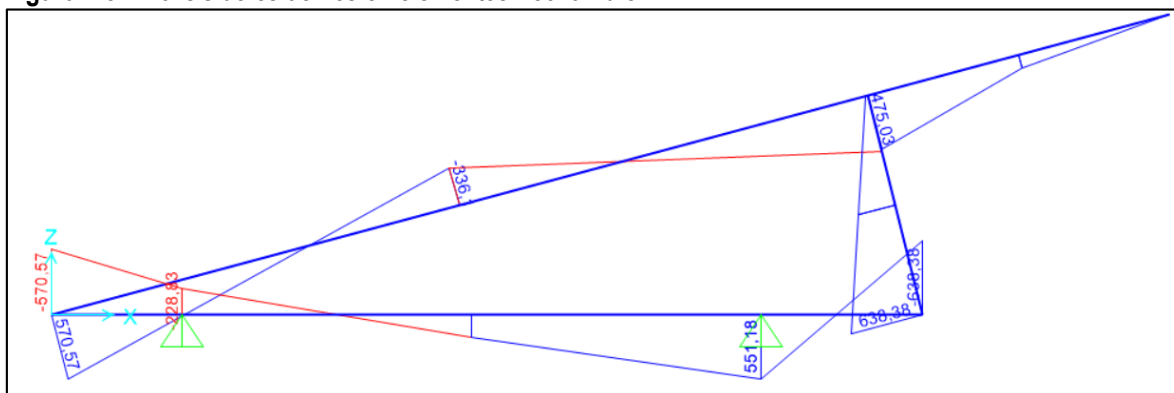
Fuente: Elaboración Propia



7.2. VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE SOPORTE DE PANELES TECHUMBRE 2

Según los antecedentes mencionados, se observa en la figura 7.5 los distintos valores obtenidos para las cargas de diseño para momentos máximos (kg-cm) de cada elemento para la combinación D+W

Figura 7.5. Análisis de esfuerzos en elementos Techumbre 2



Fuente: Elaboración Propia

Figura 7.6. Cargas de Viento en Apoyo

TABLE: Joint Reactions							
Tipo Carga	Joint	F1	F2	F3	M1	M2	M3
		Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm
Succión	1	36,49	0	-5,85	0	0	0
	2	-5,44	0	-48,75	0		0

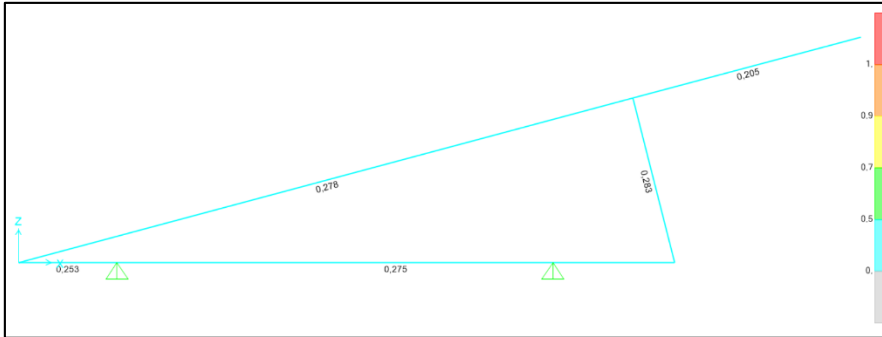
Fuente: Elaboración Propia

Para la estructura de sostenimiento de los paneles se contemplan perfil de acero L40x40x4mm y TYN 53, tal como se observa en los documentos adjuntos en el informe. Cabe destacar que la verificación de los perfiles se condiciona a las cargas de diseño y consideraciones geométricas para este proyecto.

Se deberá considerar pernos de anclaje entre estructuras existentes o de Metalcom de 12mm y de calidad especificada.

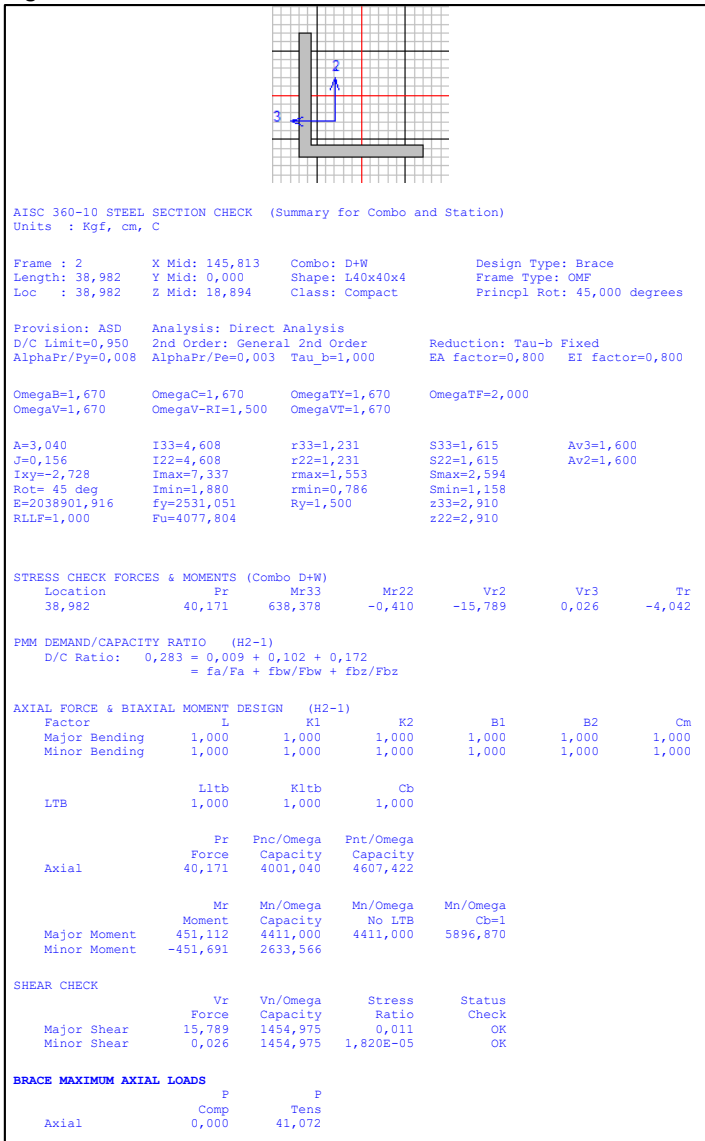
Según se observa en la figura 7.7, se obtienen los distintos valores ponderados para las distintas combinaciones de carga obtenidos con el programa, visualizando que si los valores son mayores a 1.0 el elemento no es capaz de resistir las cargas de diseños, en consecuencia, se obtiene que todos elementos solicitados resisten las cargas de diseño.

Figura 7.7. Elemento L40x40x4



Fuente: Elaboración Propia

Figura 7.8. Verificación Elemento L40x40x4



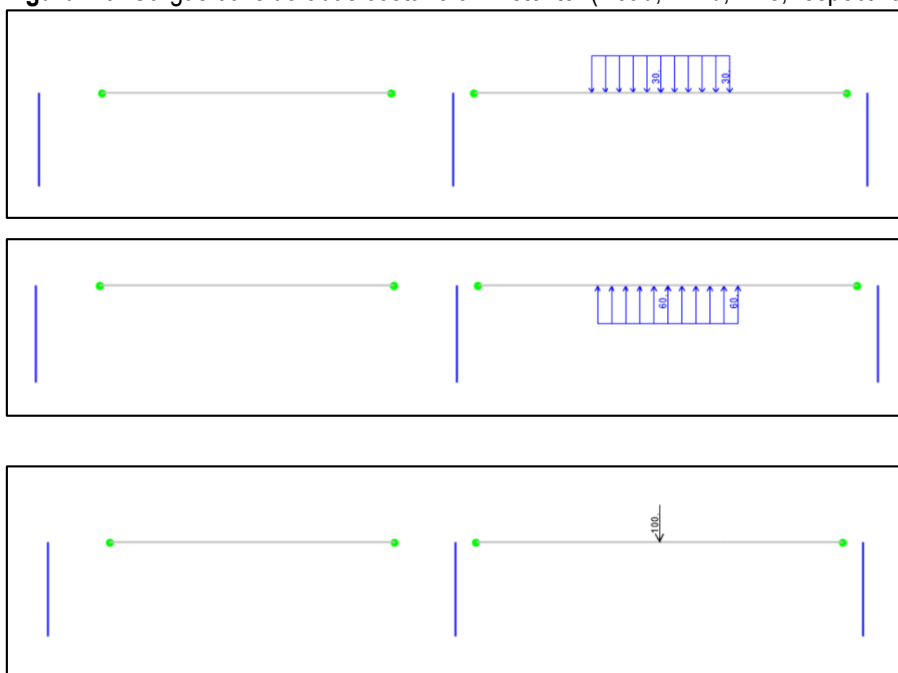
Fuente: Elaboración Propia

7.3. VERIFICACIÓN TECHUMBRE EXISTENTE


De acuerdo a los antecedentes mencionados, se realiza un análisis de la estructura existente (Techumbre 2) confeccionada por reticulados y costaneras C100x50x3 de acuerdo a lo observado en la figura 5.2.

Según la configuración entregados por el cliente (Figura 2.3), las estructuras de los paneles se ubicarán sobre las costaneras existentes. Las cargas de diseño consideradas serán la producidas por el viento y la carga viva de personal de mantención.

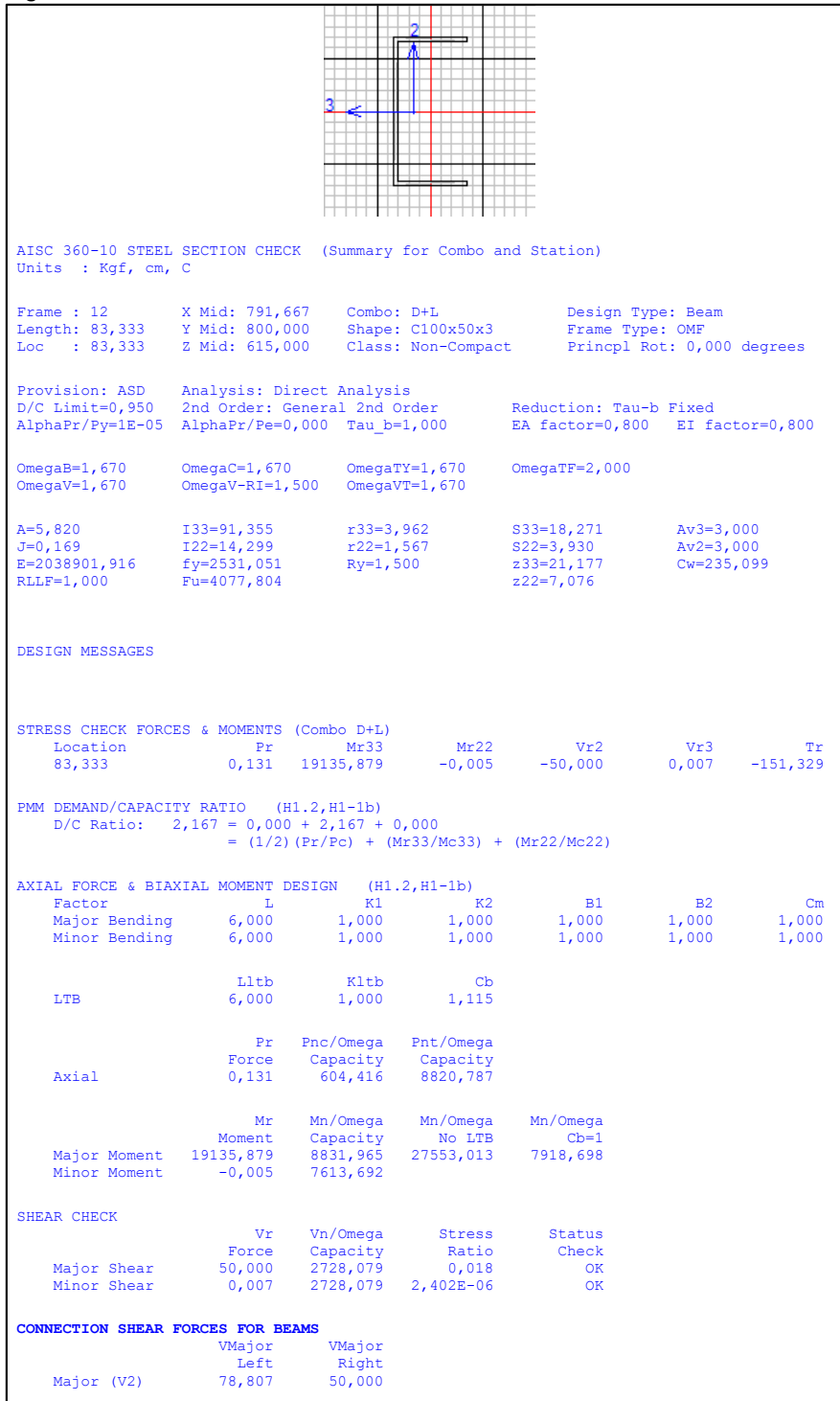
Figura 7.9. Cargas consideradas costanera Existente. (Dead, Wind, Live, respectivamente)



Fuente: Elaboración Propia

 Ingenieros Calculistas	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	--------------------------------------	---------------------

De acuerdo a lo anterior se evalúan los distintos valores ponderados para las distintas combinaciones de carga obtenidos con el programa, visualizando que si los valores son mayores a 1.0 el elemento es capaz de resistir las cargas de diseños.

Figura 7.10. Verificación de Elementos Metálicos C100x50x3


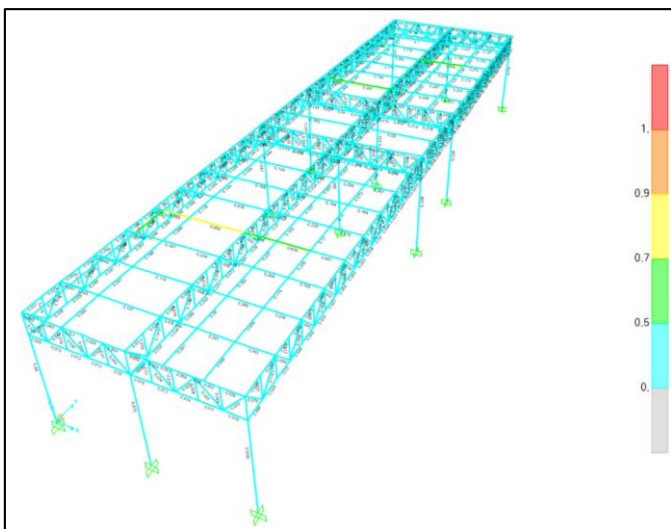
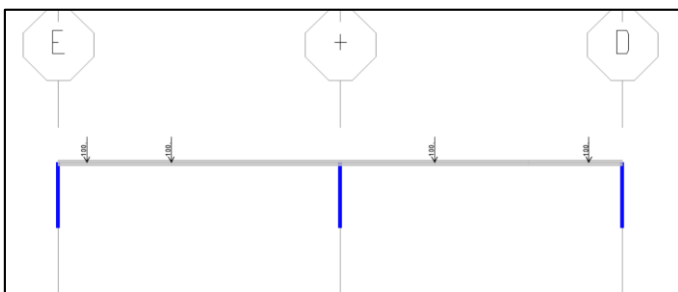
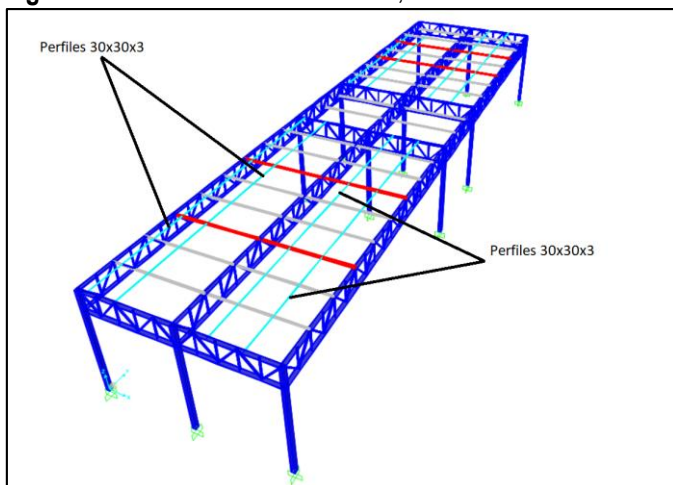
Fuente: Elaboración Propia

- En consecuencia, la costanera C100x50x3 resiste las cargas de diseño para combinación D+L

7.4. VERIFICACIÓN TECHUMBRE EXISTENTE (Solución)

De acuerdo a los planos estructurales de la techumbre, existen colgadores en los sectores de la techumbre a verificar.

Figura 7.11. Verificación C100x50x3, Comb. D+L



Fuente: Programa elementos finitos

De acuerdo a lo anterior se evalúan los distintos valores ponderados para las distintas combinaciones de carga obtenidos con el programa, visualizando que si los valores son mayores a 1.0 el elemento es capaz de resistir las cargas de diseños.

Figura 7.12. Verificación de Elementos Metálicos

0,46	0,033	0,011	0,012	0,02	0,04	0,003	0,048	0,056	0,072	0,035
0,039	0,043	0,023	0,03		0,031	0,03	0,037	0,036		
0,164					0,168		0,219	0,174		
0,039	0,068		0,1		0,061	0,084	0,241	0,197		
0,062	0,061	0,027			0,082	0,177	0,143	0,146	0,197	
0,09	0,166		0,176		0,105	0,084	0,157	0,204	0,174	
0,066	0,066	0,078	0,04		0,105	0,084	0,157	0,204	0,174	
0,1	0,253		0,382		0,091	0,556	0,549	0,372		
0,057	0,06	0,054			0,088	0,088	0,231	0,128	0,078	0,1
0,07	0,167		0,171		0,062	0,066	0,17	0,125	0,054	0,078
0,049	0,049	0,085	0,163		0,062	0,066	0,17	0,125	0,054	0,078
0,06	0,151		0,194		0,032	0,239	0,055	0,048	0,227	
0,023	0,075	0,241			0,032	0,239	0,055	0,048	0,227	
0,03	0,512		0,597		0,065	0,051	0,053	0,052	0,231	
0,073	0,087	0,355			0,065	0,051	0,053	0,052	0,231	
0,053	0,036	0,01	0,011	0,018	0,036	0,025	0,019	0,024	0,033	
0,05	0,049	0,048			0,057	0,063	0,06	0,081		
0,053					0,089	0,069	0,08			
0,071	0,053				0,089	0,069	0,08			
0,061	0,043	0,027	0,019	0,04	0,044	0,02	0,048	0,058	0,170	0,032
0,061	0,038	0,084			0,081	0,035	0,043	0,042		
0,08	0,074		0,108		0,027	0,234	0,278	0,276	0,238	
0,026	0,052	0,064			0,027	0,234	0,057	0,056		
0,049	0,058	0,091	0,134		0,06	0,07	0,067	0,073	0,247	
0,049	0,058	0,091	0,134		0,06	0,07	0,067	0,073	0,247	
0,07	0,156		0,166		0,102	0,094	0,107	0,11	0,164	
0,076	0,109	0,144			0,102	0,094	0,107	0,11	0,164	
0,08	0,3	0,178	0,436		0,231	0,275	0,339	0,17	0,278	
0,101	0,103	0,178			0,231	0,275	0,339	0,17	0,278	
0,04	0,718		0,892		0,226	0,617	0,237	0,206	0,487	
0,088	0,53	0,299			0,226	0,617	0,237	0,206	0,487	
0,081	0,075	0,165	0,187	0,239	0,1	0,181	0,182	0,174	0,185	
0,081	0,075	0,165	0,187	0,239	0,1	0,181	0,182	0,174	0,185	
0,052	0,052	0,064	0,119		0,064	0,227	0,06	0,054	0,234	
0,052	0,052	0,064	0,119		0,064	0,227	0,06	0,054	0,234	
0,031	0,036	0,095	0,107		0,03	0,238	0,061	0,056	0,243	
0,031	0,036	0,095	0,107		0,03	0,238	0,061	0,056	0,243	
0,062	0,045	0,031	0,026	0,054	0,058	0,058	0,058	0,058	0,058	0,036

Fuente: Programa elementos finitos

Figura 7.13. Verificación de Elementos Metálicos C100x50x3

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
Units : Kgf, cm, C

Frame : 509	X Mid: 350,000	Combo: D+L	Design Type: Beam
Length: 300,000	Y Mid: 800,000	Shape: C100x50x3	Frame Type: OMF
Loc : 300,000	Z Mid: 615,000	Class: Non-Compact	Princpl Rot: 0,000 degrees

Provision: ASD	Analysis: Direct Analysis	Reduction: Tau-b Fixed
D/C Limit=0,950	2nd Order: General 2nd Order	EA factor=0,800 EI factor=0,800
AlphaPr/Py=0,000	AlphaPr/Pe=0,002 Tau_b=1,000	

OmegaB=1,670	OmegaC=1,670	OmegaTY=1,670	OmegaTF=2,000
OmegaV=1,670	OmegaV-RI=1,500	OmegaVT=1,670	

A=5,820	I33=91,355	r33=3,962	S33=18,271	Av3=3,000
J=0,169	I22=14,299	r22=1,567	S22=3,930	Av2=3,000
E=2038901,916	fy=2531,051	Ry=1,500	z33=21,177	Cw=235,099
RLLF=1,000	Fu=4077,804		z22=7,076	

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo D+L)						
Location	Pr	Mr33	Mr22	Vr2	Vr3	Tr
300,000	-3,341	19537,470	-6,430	-27,162	0,011	114,602

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-lb)

D/C Ratio: 0,892 = 0,000 + 0,890 + 0,000

= (1/2) (Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-lb)						
Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1,667	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Minor Bending	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,799

	Lltb	Kltb	Cb
LTB	1,000	1,000	1,504

	Pr	Pnc/Omega	Pnt/Omega	
	Force	Capacity	Capacity	
Axial	-3,341	1678,933	8820,787	
	Mr	Mn/Omega	Mn/Omega	Mn/Omega
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
Major Moment	19537,470	21943,237	27553,013	14585,898
Minor Moment	-6,430	7613,692		

SHEAR CHECK				
	Vr	Vn/Omega	Stress	Status
	Force <td>Capacity<td>Ratio<td>Check</td></td></td>	Capacity <td>Ratio<td>Check</td></td>	Ratio <td>Check</td>	Check
Major Shear	27,162	2728,079	0,010	OK
Minor Shear	0,011	2728,079	3,946E-06	OK

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	80,866	27,162

Fuente: Elaboración Propia

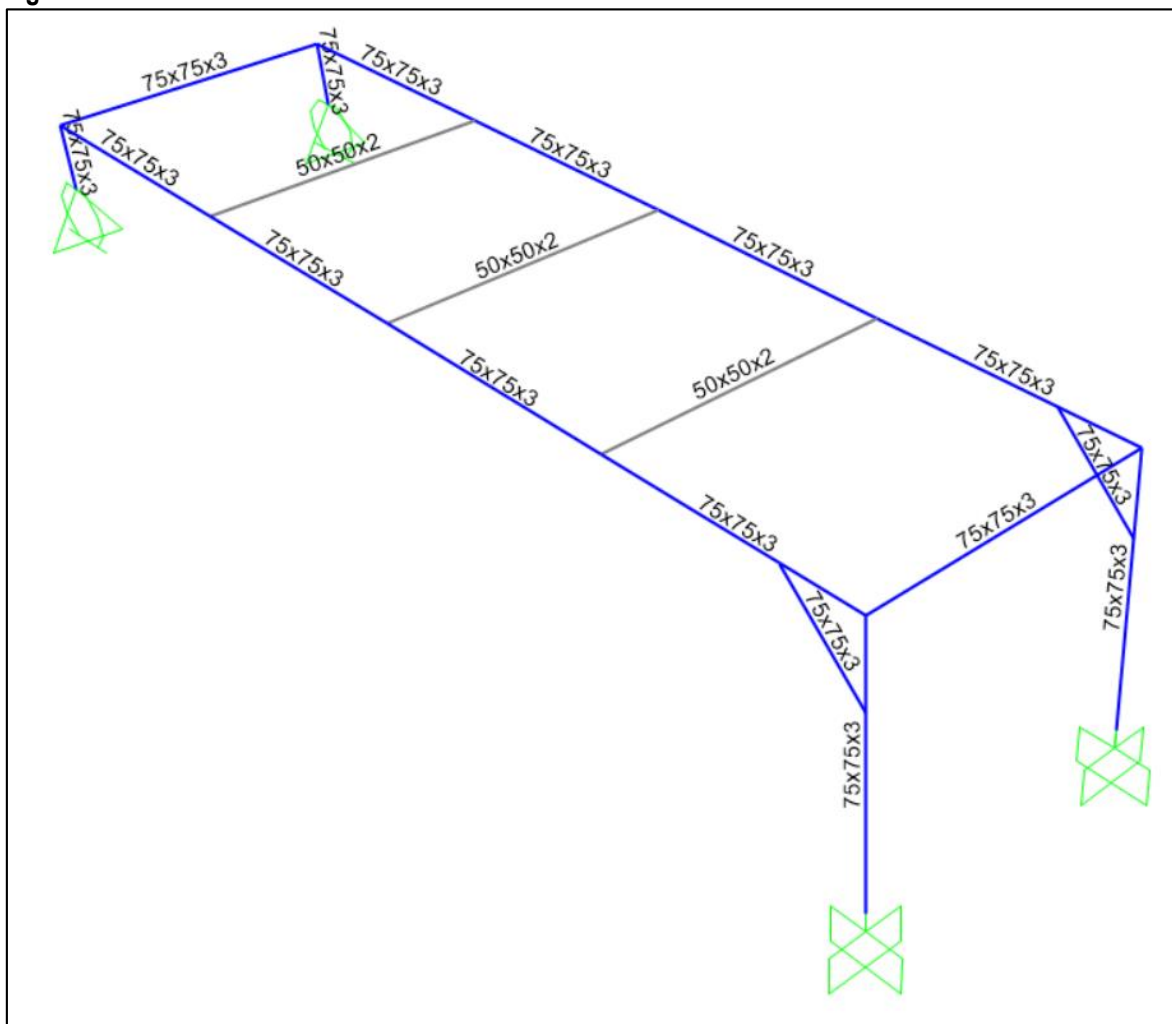
- En consecuencia, la costanera C100x50x3 Resiste las cargas de diseño para combinación D+L

7.5. VERIFICACION PASARELA

Para obtener los esfuerzos máximos de los elementos que componen la estructura de pasarela, se elabora un modelo tridimensional en el programa de análisis elementos finitos, a continuación, se muestra el modelo realizado junto con las cargas consideradas anteriormente.

Los perfiles utilizados corresponden a Perfil Rectangular 75x75x3mm y 50x50x2 mm de calidad A36

Figura 7.14. Modelo Estructura Pasarela

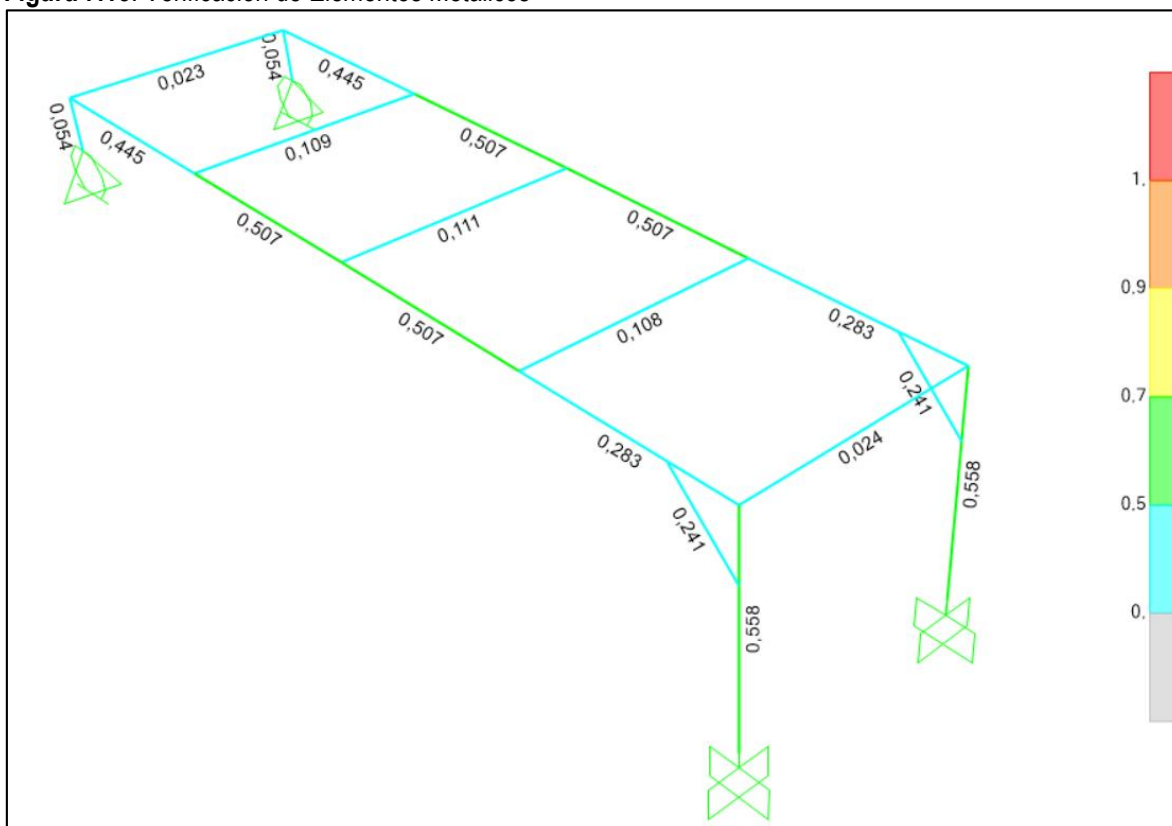


Fuente: Elaboración Propia

VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS

Según los antecedentes mencionados, se observa en la figura 7.15, los distintos valores ponderados para las distintas combinaciones de carga obtenidos con el programa, visualizando que si los valores son mayores a 1.0 el elemento no es capaz de resistir las cargas de diseños, en consecuencia, se obtiene que todos elementos solicitados resistan las cargas de diseño.

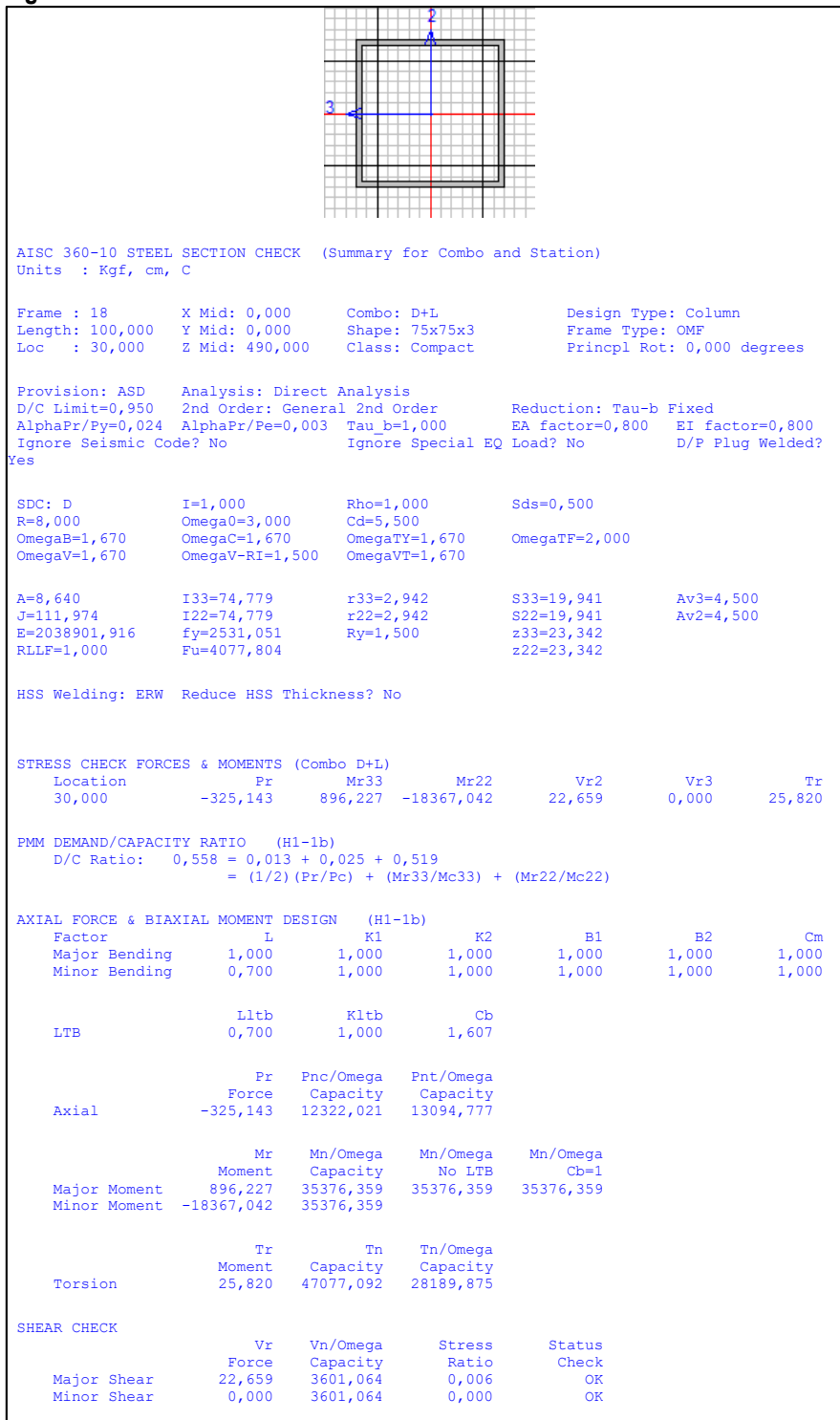
Figura 7.15. Verificación de Elementos Metálicos



Fuente: Elaboración Propia

VERIFICACIÓN PERFIL 75x75x3

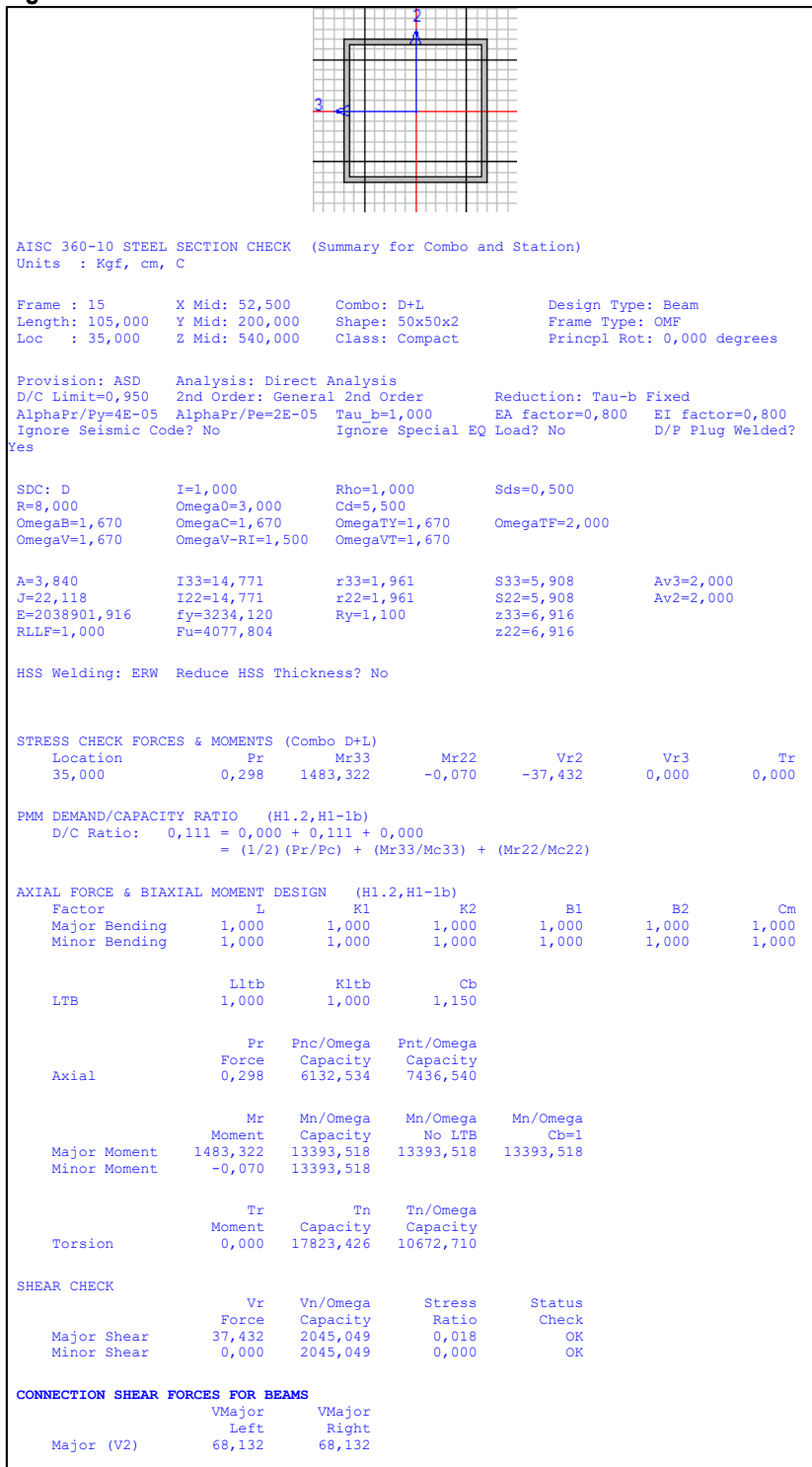
Figura 7.16. Verificación de Elementos Metálicos 75x75x3



Fuente: Elaboración Propia

VERIFICACIÓN PERFIL 50x50x2

Figura 7.17. Verificación de Elementos Metálicos 50X50X2



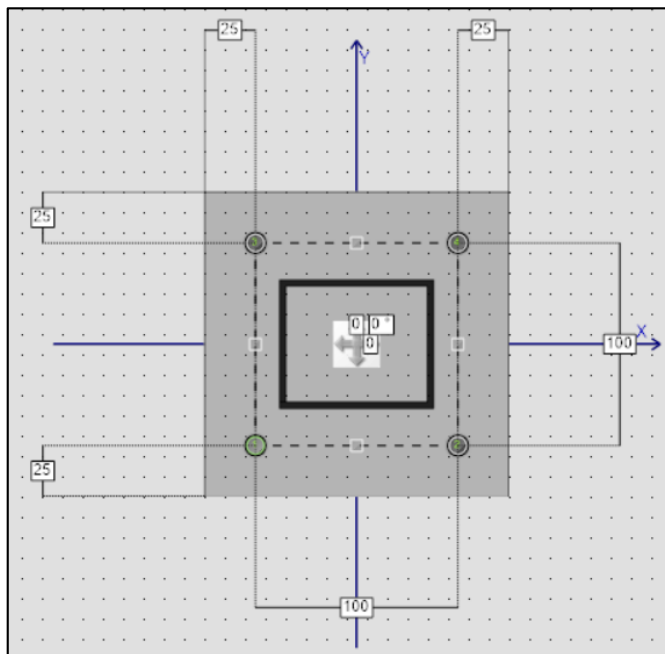
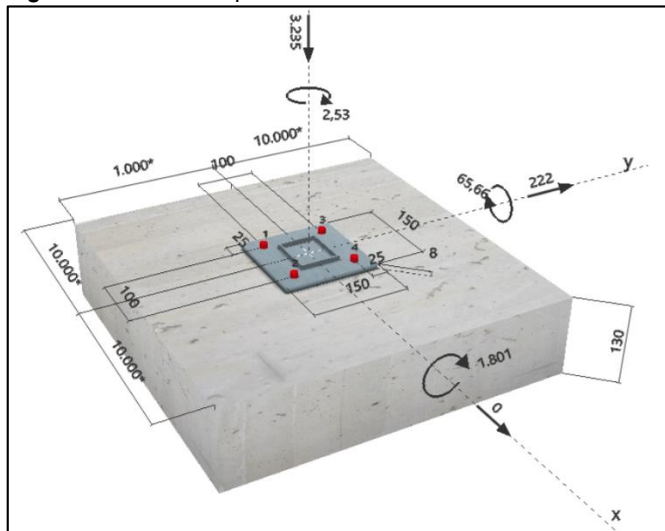
Fuente: Elaboración Propia

7.6. DETERMINACION PLACA BASE Y PERNOS DE ANCLAJE

De acuerdo a las cargas consideradas, se evalúa la resistencia de la placa base de apoyo y conexión entre la columna y la losa de hormigón con el programa “Hilti Profis Anchor”, donde se ingresan los parámetros de cargas, longitud de empotramiento, diámetros de pernos y las características geométricas de losa y placa base.

La verificación es la observada en la tabla 7.19. Donde se evalúa la resistencia de la conexión de acuerdo al código ACI 318-08 para conexiones ancladas.

Figura 7.18. Análisis placa Base



Fuente: Hilti Profis Anchor

Figura 7.19. Cargas de diseño y Tracción

2 Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga: Cargas de diseño

Reacciones en el anclaje [N]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

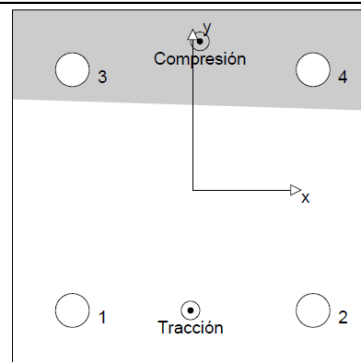
Anclaje	Carga a tracción	Carga a cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	7295	62	-6	62
2	7030	50	-6	49
3	0	62	6	62
4	0	50	6	49

Máxima extensión del hormigón a compresión: 0,21 [‰]

Máxima tensión del hormigón a compresión: 6,26 [N/mm²]

Tracción resultante en (x/y)=(-1/-50): 14325 [N]

Compresión resultante en (x/y)=(3/62): 17560 [N]



3 Carga a tracción

	Carga N_{ua} [N]	Capacidad ϕN_n [N]	Utilización $\beta_N = N_{ua}/\phi N_n$	Resultado
Fallo por Acero*	7295	35620	21	OK
Fallo por extracción*	7295	30485	24	OK
Resistencia de adherencia sostenida*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rotura por cono de hormigón**	14325	23228	62	OK

* anclaje más solicitado ** grupo de anclajes (anclajes en tracción)

3.1 Fallo por Acero

N_{sa} = ESR value Hace referencia a ICC-ES ESR-3187
 $\phi N_{sa} \geq N_{ua}$ ACI 318-08 Eq. (D-1)

Variables

$A_{se,N}$ [mm ²]	f_{uta} [N/mm ²]
84	650,00

Cálculos

N_{sa} [N]
54800

Resultados

N_{sa} [N]	ϕ_{steel}	ϕN_{sa} [N]	N_{ua} [N]
54800	0,650	35620	7295

3.2 Fallo por extracción

N_{pn} = N_p Hace referencia a ICC-ES ESR-3187
 $\phi N_{pn} \geq N_{ua}$ ACI 318-08 Eq. (D-1)

Variables

N_p [N]
46900

Cálculos

-
-

Resultados

N_{pn} [N]	$\phi_{concrete}$	ϕN_{pn} [N]	N_{ua} [N]
46900	0,650	30485	7295

Fuente: Hilti Profis Anchor

Figura 7.19. Rotura por cono de Hormigón

Rotura por cono de hormigón

$$N_{cbg} = \left(\frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \right) \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$$

$$\phi N_{cbg} \geq N_{ua}$$

A_{Nc} Ver ACI 318-08, Parte D.5.2.1, Fig. RD.5.2.1(b)

$$A_{Nco} = 9 h_{ef}^2$$

$$\psi_{ec,N} = \left(\frac{1}{1 + \frac{2 e_N}{3 h_{ef}}} \right) \leq 1,0$$

$$\psi_{ed,N} = 0,7 + 0,3 \left(\frac{c_{a,min}}{1,5 h_{ef}} \right) \leq 1,0$$

$$\psi_{cp,N} = \text{MAX} \left(\frac{c_{a,min}}{c_{ac}}, \frac{1,5 h_{ef}}{c_{ac}} \right) \leq 1,0$$

$$N_b = k_c \lambda \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1,5}$$

ACI 318-08 Eq. (D-5)

ACI 318-08 Eq. (D-1)

ACI 318-08 Eq. (D-6)

ACI 318-08 Eq. (D-9)

ACI 318-08 Eq. (D-11)

ACI 318-08 Eq. (D-13)

ACI 318-08 Eq. (D-7)

Variables

h_{ef} [mm]	$e_{c1,N}$ [mm]	$e_{c2,N}$ [mm]	$c_{a,min}$ [mm]	$\psi_{c,N}$
70	1	0	950	1,000

c_{ac} [mm]	k_c	λ	f'_c [psi]
174	24	1	2500

Cálculos

A_{Nc} [mm ²]	A_{Nco} [mm ²]	$\psi_{ec1,N}$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{ed,N}$	$\psi_{cp,N}$	N_b [N]
65100	44100	0,991	1,000	1,000	1,000	24421

Resultados

N_{cbg} [N]	$\phi_{concrete}$	ϕN_{cbg} [N]	N_{ua} [N]
35736	0,650	23228	14325

Fuente: Hilti Profis Anchor

8. VERIFICACION MACHON DE SOSTENIMIENTO

De acuerdo a las cargas consideradas, se evalúa la resistencia al deslizamiento y al volcamiento del machón de sostenimiento. Según tabla 8.1, el machón con dimensiones 100x16 [cm] y 30 [cm] de altura, resiste las cargas de servicio.

Tabla 8.1. Verificación Machon

Load Case	Vx	Vy	N	Mx	Lx	Ly	h	P _{fundacion}
Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf cm	cm	cm	cm	kg
D+W Succion	0	0	-52,45	1494,48	100	16	30	115,2

N _{total}	Mx	Vx	ex	F.S.V	Estado
kg	kg cm	kg	cm		
62,75	1494,48	0	23,816	2,10	>1.5 OK

Presión máx	Presión mín	Estado	A _{comp}	Estado
kg/cm2	kg/cm2			
0,10	0,00	OK	82%	> 80% OK

Fuente: Elaboración Propia

- En consecuencia, el machón resiste las cargas de servicio según las dimensiones indicadas.
- Se deberá anclar la estructura metálica al machón de sostenimiento con pernos de 12mm de calidad A325 con 8 cm. de profundidad

9. PERNOS DE CONEXIÓN

Se consideran las especificaciones para pernos de acuerdo a la normativa AISC 2005, donde la resistencia del perno viene dada por:

$$R_n = F_n A_b \quad (J3-1)$$


$$\phi = 0.75 \text{ (LRFD)} \quad \Omega = 2.00 \text{ (ASD)}$$

donde

- F_n = tensión de tracción nominal, F_{nt} , o tensión de corte nominal, F_{nv} , según la Tabla J3.2, kgf/cm² (MPa)
 A_b = área bruta del perno o parte roscada (para barras con extremos ensanchados, ver nota al pie [d], Tabla J3.2), cm² (mm²)

PERNOS A-325	
Diametro =	1/2 pulg
Diametro =	1,27 cm
Cantidad =	1
f _{nv} =	3.300 kgf/cm ²
Ω =	2
φ =	0,75
Area =	1,27 cm ²
Resistencia Nominal (LRFD)=	3.135 kgf
Resistencia Nominal (ASD)=	2.090 kgf

- Para las conexiones de estructura existente y estructura paneles se deberán usar pernos de 12mm calidad A325

	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	--------------------------------------	---------------------

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se observó en los cálculos previos la estructura de los paneles y la estructura existente resisten las cargas de diseño, implementando la solución entregada, sin embargo, se deberá tener presente:

1. La techumbre 2 resiste las cargas de diseño.
2. Los trabajadores deberán usar una cuerda de vida en todo momento que se realicen los trabajos.
3. La pasarela cumple con las cargas de servicio y deberá utilizar perfiles rectangulares 75x75x3 y perfiles 50x50x2 m. Tal como se observa en la figura 7.13. Las dimensiones deberán ser de acuerdo a los planos de proyecto. Las uniones deberán ser soldaduras de calidad especificada 4.1
4. El sistema de anclaje de la pasarela deberá ser deslizante por un lado y anclada por el otro. El extremo anclado deberá contener en los apoyos placas de acero de 150mm x 150mm y 8mm de espesor y 4 pernos de ½ pulgada de calidad A325 por cada apoyo.

La profundidad de empotramiento deberá ser de 80mm y el anclaje deberá ser químico. Se recomienda usar **HIT – HY 200 + HIT – Z M12** para la unión. La ubicación de los pernos deberá ser en las esquinas y con una distancia de 25mm por cada borde (Figura 7.17)



5. De expuesto en la memoria, se concluye que la techumbre donde se instalarán los paneles, soportan todas las cargas de diseño verificadas.
6. De la planta de hormigón a intervenir se concluye, dada su materialidad, soporta los esfuerzos y peso muerto asociado a la planta solar a instalar.

11. CATALOGO PANEL SOLAR


**HIGH PERFORMANCE
POLYCRYSTALLINE MODULE**

RSM72-6-320P-340P/4BB

72 CELL POLYCRYSTALLINE MODULE


320-340Wp POWER OUTPUT RANGE

17.5% MAXIMUM EFFICIENCY














About Risen Energy


Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 2002, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.



Additional Insurance Options
PowerGuard
PICC

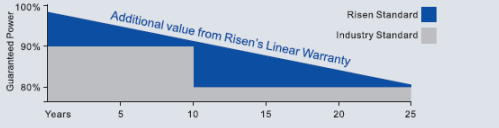
KEY SALIENT FEATURES

-  **Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing**
-  **Photon Independent field testing - Ranked in the top 2 of 176 international suppliers**
-  **Industry leading lowest thermal co-efficient of Power**
-  **Industry leading 12 years product warranty**
-  **Excellent low irradiance performance**
-  **Excellent PID resistance**
-  **Positive tight power tolerance of 3%**
-  **Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product**
-  **Module Imp binning radically reduces string mismatch losses**
-  **Warranted reliability and stringent quality assurances' well beyond certified requirements**
-  **Certified to withstand severe environmental conditions**
 - Anti-reflective & anti-soiling surface minimise power loss from dirt and dust
 - Severe salt mist, ammonia & blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments
 - Excellent mechanical load 2400Pa & snow load 5400Pa resistance



RISEN ENERGY CO., LTD.
Tashan Industry Zone, Meilin,
Ninghai 315609, Ningbo | PRC
Tel: +86-574-59953239
Fax: +86-574-59953599
E-mail: marketing@risenenergy.com
Website: www.risenenergy.com
CHILE: carlos@risenenergy.com | +56 9 8928 1705

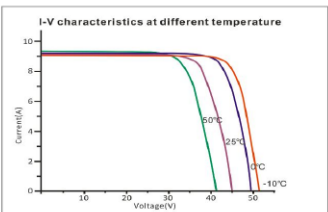
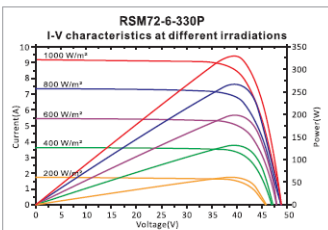
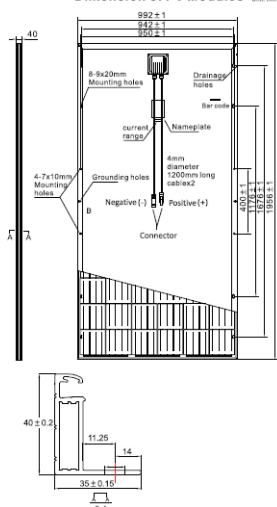
LINEAR PERFORMANCE WARRANTY
12 year Product Warranty / 25 year Linear Power Warranty



THE POWER OF RISING VALUE



Dimension of PV Modules Unit: mm



Our Partners:

ELECTRICAL DATA(STC)

Model Number	RSM72-6-320P	RSM72-6-325P	RSM72-6-330P	RSM72-6-335P	RSM72-6-340P
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	320	325	330	335	340
Open Circuit Voltage-Voc(V)	45.7	46.0	46.3	46.5	46.8
Short Circuit Current-Isc(A)	9.15	9.20	9.25	9.30	9.35
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.3	37.7	38.1	38.4	38.6
Maximum Power Current-Imp(A)	8.60	8.65	8.70	8.75	8.80
Module Efficiency (%)	16.5	16.8	17.1	17.3	17.5

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

ELECTRICAL DATA(NOCT)

Model Number	RSM72-6-320P	RSM72-6-325P	RSM72-6-330P	RSM72-6-335P	RSM72-6-340P
Maximum Power-Pmax (Wp)	234.7	238.4	245.9	249.6	253.3
Open Circuit Voltage-Voc (V)	42.2	42.5	43.0	43.3	43.6
Short Circuit Current-Isc (A)	7.36	7.40	7.49	7.53	7.57
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	33.8	34.0	34.5	34.7	34.9
Maximum Power Current-Imp (A)	6.95	7.01	7.13	7.19	7.26

NOCT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Polycrystalline 156×156 mm
Cell configuration	72 cells (6×12)
Module dimensions	1956×992×40mm
Weight	26kg
Superstrate	4.0 mm, High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Backsheet
Frame	Silver Anodized Aluminium Alloy type 6063T5, Silver Color
J-Box	Potted, IP67, 1000VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm² (12AWG), 1200mm length
Connector	IP67 MC4 Compatible

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.32%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.39%/°C
Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1000VDC
Max Series Fuse Rating	15A
Limiting Reverse Current	15A

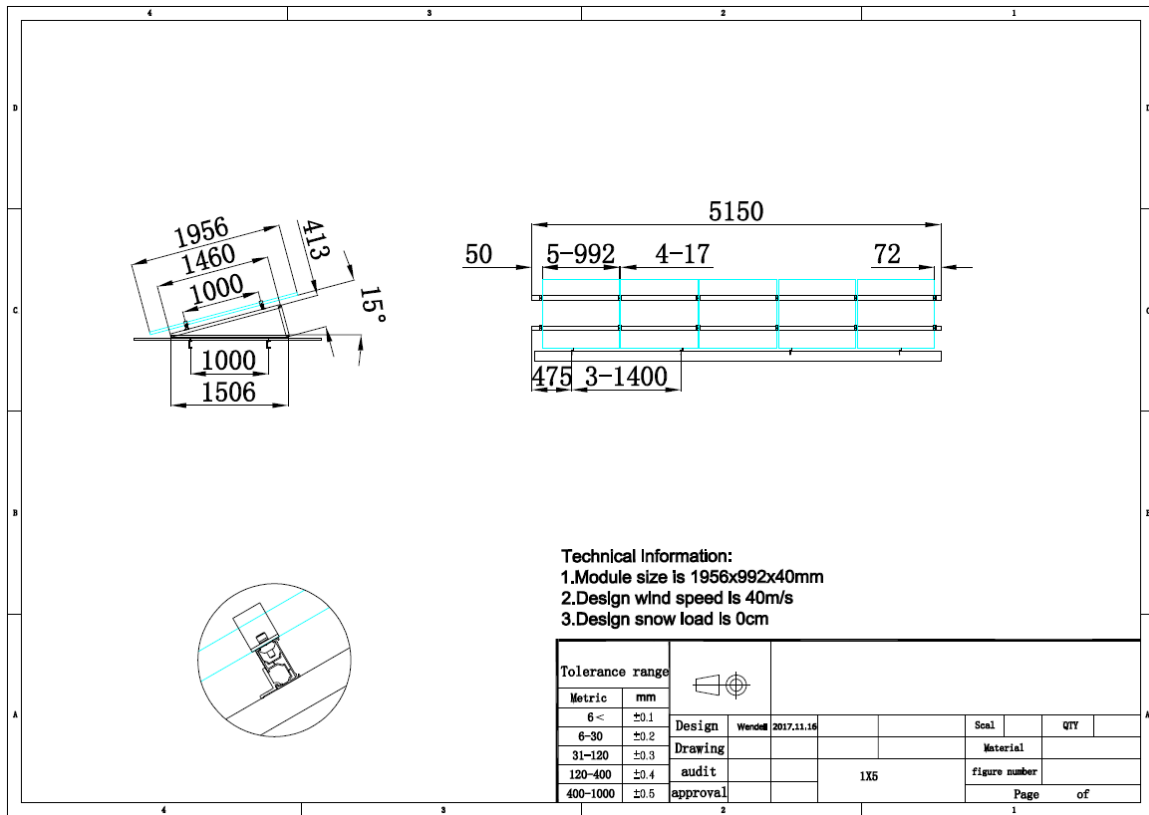
PACKAGING CONFIGURATION

	40ft	20ft
Number of modules per container	624	260
Number of modules per pallet	26	26
Number of pallets per container	24	10
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	1980×1100×1135	1980×1100×1135
Box gross weight[kg]	680	680

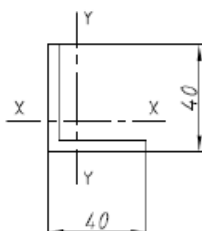
CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
©2017 Risen Energy. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

THE POWER OF RISING VALUE

REM72-4BB-EN-BVC-H1.2017



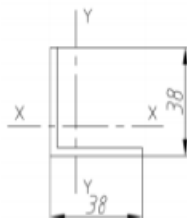
J40*40*4



断面幾何学パラメー(mm)

A	304.0000	I _p	92162.2456
I _x	46081.1228	I _y	46081.1228
i _x	12.3119	i _y	12.3119
Z _x (上)	1615.3899	Z _y (左)	4016.2446
Z _x (下)	4016.2446	Z _y (右)	1615.3899
形心から左縁距離	11.4737	形心から右縁距離	28.5263
形心から上縁距離	28.5263	形心から下縁距離	11.4737

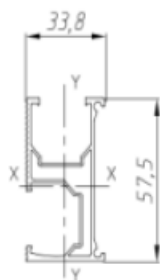
J38*38*3



Sectional geometry parameter (mm)


A	219.0000	I _p	61071.2397
I _x	30535.6199	I _y	30535.6199
i _x	11.8081	i _y	11.8081
Z _x (up)	1114.8288	Z _y (left)	2878.1152
Z _x (down)	2878.1152	Z _y (right)	1114.8288
Distance(centre to left)	10.6096	Distance(centre to right)	27.3904
Distance(centre to top)	27.3904	Distance(centre to bottom)	10.6096

TYN-53



Sectional geometry parameter (mm)

A	313.6887	I _p	156269.9097
I _x	115256.3307	I _y	41013.5790
i _x	19.1683	i _y	11.4344
Z _x (up)	3696.5879	Z _y (left)	2518.1381
Z _x (down)	4378.8923	Z _y (right)	2397.6656
Distance(centre to left)	16.2873	Distance(centre to right)	17.1056
Distance(centre to top)	31.1791	Distance(centre to bottom)	26.3209

 Ingenieros Calculistas	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	---	-----------------------------

12. TITULO Y PATENTE


**Universidad
de Valparaíso
CHILE**

CERTIFICADO

Conforme con la reglamentación vigente
en la Universidad de Valparaíso,
el Director de la División Académica que suscribe,
certifica que esta Corporación confirió el

TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

a Don(a)

DIEGO JAVIER SALGADO PIÑA

Cédula de Identidad N° 16.421.896-1
mediante Decreto Exento
N° 7.015, del miércoles 18 de diciembre de 2013
Obtuvo la calificación de
Distinción (5,80)

Valparaíso, jueves 26 de diciembre de 2013



José Miguel Salazar Zegers
Director División Académica





DOCUMENTO CON EL CORRESPONDIENTE IMPUESTO UNIVERSITARIO

CALIFICACIÓN	NOTA
APROBADO	4.00 A 5.00
APROBADO CON DISTINCIÓN	5.01 A 6.00
APROBADO CON DISTINCIÓN MÁXIMA	6.01 A 7.00

Departamento de Títulos y Grados
 Blanco N° 951 - Valparaíso
 Teléfonos 55 - 32 - 2985564 - 2985566 - 2985567
 titulos@uv.cl | www.uv.cl

I. MUNICIPALIDAD DE ÑUÑO A

FOLIO **911** (COD. BARRA)

F. EMISIÓN **11/01/18**

NOMBRE **DIEGO JAVIER SALGADO PIÑA**

RUT **016421896-1**

DIRECCIÓN **ALCALDE EDUARDO CASTILLO V. 3196 DP. 4**

O.I: 54931 Fecha vto.: 31/01/2018 Rol : 307258
INGENIERO CIVIL EN OBRAS CIVILES/ NUMERO DE EXPEDIENTE:
Valida Hasta el 30/06/2018 PERIODO ENERO-JUNIO - SII : 1

**I. MUNICIPALIDAD DE ÑUÑO A
TESORERIA MUNICIPAL**

11 ENE 2018

PAGADO - CAJA 713

115-03-01-001-001-001 Patentes Enroladas 23,456

Patentes Comerciales


Byronf

FIRMA Y TIMBRE CAJERO

SUBTOTAL	23,456
REAJUSTE	
INTERESES	
TOTAL	23,456

CONTRIBUYENTE

Helice Serv. Publ. EIRL - 2 2554 1960

	COLEGIO POLITECNICO DE IQUIQUE	FECHA 28.02.2018
---	--------------------------------------	---------------------

CONSIDERACIONES

Este Proyectista se reserva el derecho a cambiar especificaciones, dimensiones de elementos estructurales o no, ampliar antecedentes a quién corresponda, rechazar observaciones cuando la seguridad y economía de la obra lo requieran.



DIEGO SALGADO PIÑA

INGENIERO CIVIL

ROL - 307258