

15 de agosto de 2019

Señores

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

Ing. Rubén Darío García Agudelo

Interventor Y/O supervisor













Ciudad

Asunto: informe técnico instalación de sistema solar fotovoltaico “paneles solares” edificio invernadero ZONA OFICINAS

La universidad tecnológica de Pereira en su plan de sostenibilidad y conservación ambiental, tiene proyectado la instalación de un sistema solar fotovoltaico “paneles solares”, sobre la cubierta de la edificación conocida en el campus como Invernadero. Por tal manera se solicitó a nuestra compañía la revisión de los elementos que conforman el sistema de cubierta de la edificación para validar la posible colocación de este sistema.

Para realizar este análisis se recibió por parte de la universidad tecnológica de Pereira los siguientes documentos.

- Planos estructurales de la edificación, “DISEÑO ESTRUCTURAL INVERNADERO”, diseño realizado por el Ingeniero Marcos Omar Quimbaya (ESTRUCTURAS DE ACERO SAS).
- Archivo en PDF oficinas

 Anexo 00 Memorias de Calculo _Invernadero UTP_v001_Completas	20/11/2017 2:21 p...	Adobe Acrobat D...	6,411 KB
 Anexo 01_Datos de Entrada_v001	16/11/2017 11:48 ...	Adobe Acrobat D...	670 KB
 Anexo 02_Datos de Salida_v001	16/11/2017 11:49 ...	Adobe Acrobat D...	770 KB
 Anexo 03_Diseño Elementos Principales_v001	16/11/2017 11:50 ...	Adobe Acrobat D...	1,708 KB
 Anexo 03_Diseño Elementos Principales_v002	16/11/2017 11:51 ...	Adobe Acrobat D...	616 KB
 Anexo 04_Plantas y Alzados del Modelo_v001	16/11/2017 11:51 ...	Adobe Acrobat D...	680 KB
 Anexo 05_Dados Pilotes Invernadero UTP_v1	16/11/2017 11:52 ...	Adobe Acrobat D...	297 KB
 Anexo 05_Pilotes_Invernadero. UTP_v001	16/11/2017 11:54 ...	Adobe Acrobat D...	103 KB
 Anexo 06_Diseño de Correas de Cubierta	14/11/2017 12:06 ...	Adobe Acrobat D...	706 KB
 Anexo 07_Análisis de Viento	14/11/2017 3:51 p...	Adobe Acrobat D...	661 KB
 Anexo 08_Diseño Placa Base NSR-10_v001	16/11/2017 11:55 ...	Adobe Acrobat D...	846 KB
 Anexo 09_Responsabilidad Estructural_v001	16/11/2017 11:57 ...	Adobe Acrobat D...	172 KB

Carrera 18 No. 14-25 Local 2, Pereira – Risaralda-Cel.: 312 2114742-3142096292

andres.hoyos@grupoiescon.com juan.hoyos@grupoiescon.com

www.grupoiescon.com

Con esta información relacionada, se evidencia que la edificación oficinas invernadero, es una edificación de 1 piso en sistema porticado en concreto reforzado, en su parte superior se presenta una estructura metálica conformada por columnas y vigas IPE, HEA; las cuales soportan elementos metálicos “correas” que sostiene la teja (standing seam). Las correas están definidas en perfil tipo cajón de lámina delgada 2P-8-14, con separaciones entre ellos desde 0.5mts hasta 1.27mts, la pendiente de la cubierta es del 10%. Como se puede evidenciar en la imagen 1 y 2

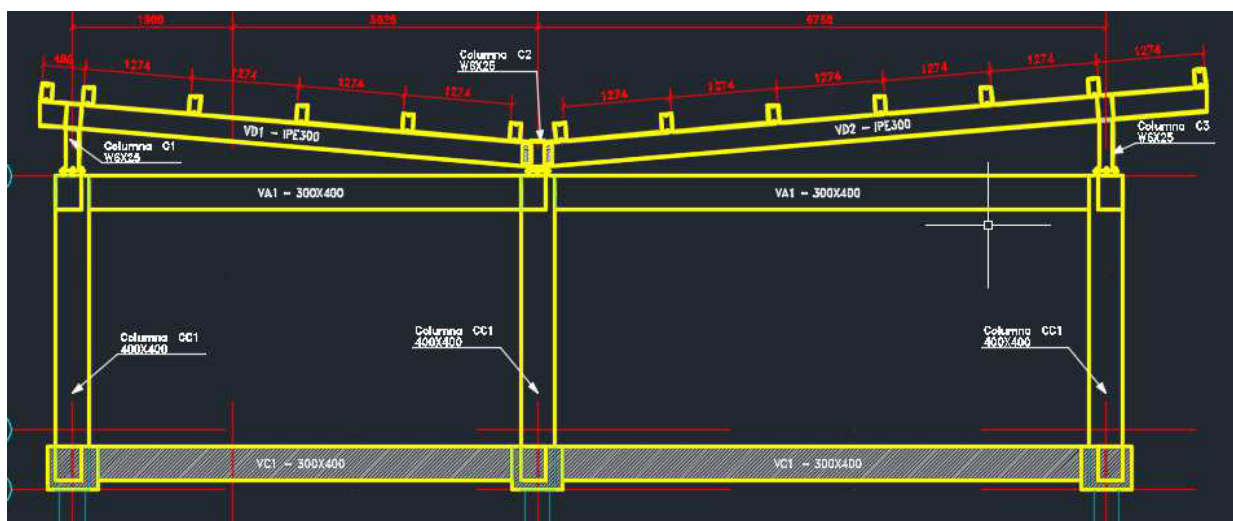
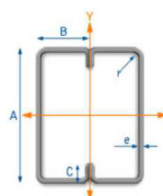


Imagen 1 detalle de cubierta “plano estructural 003”

Tipo de sección: Cajón

Materiales	
Módulo de elasticidad del acero E (kg/cm ²):	2040000
Esfuerzo de fluencia del Perfil Fy (kg/cm ²):	3500
Esfuerzo último del perfil Fu (kg/cm ²):	4570

Número de luces: 2 Luces



Separación correas S(m): 1.25

Pendiente de la cubierta M (%): 10

Tensores a: Sin tensores

Cargas Sobreimpuestas

Tipo de teja: Standing Seam con aislamiento (12kg/m²)

Imagen 2 datos memorias de diseño “Anexo 06_Diseño de Correas de Cubierta”

Carrera 18 No. 14-25 Local 2, Pereira – Risaralda-Cel.: 312 2114742-3142096292

andres.hoyos@grupoiescon.com juan.hoyos@grupoiescon.com

www.grupoiescon.com

Se evidencia en las memorias de diseño documento “Anexo 06_Diseño de Correas de Cubierta” las cargas utilizadas para el diseño de los elementos de cubierta. Ver imagen 3:

Cargas Gravitacionales	
Carga muerta - D (kg/m ²):	36.672
Carga viva de cubierta - Lr (kg/m ²):	50
Carga de granizo - G (kg/m ²):	0
Viento en presión (kg/m ²):	40
Viento en succión (kg/m ²):	40

Imagen 3 cargas utilizadas para el diseño de los elementos “Anexo 06_Diseño de Correas de Cubierta”

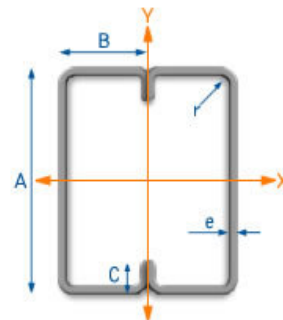
Conociendo las condiciones iniciales de diseño utilizadas, se procede a realizar el chequeo de los elementos de cubierta (correas), con un incremento de carga muerta de 12kg/m², dicho incremento es el peso de los paneles solares, dato entregado por el señor Gustavo Rendón, gerente de Enersolax. Se anexa a continuación memorias chequeo elementos, con las nuevas condiciones de carga.

Tipo de sección: Cajón

Materiales

Módulo de elasticidad del acero E (kg/cm ²):	2040000
Esfuerzo de fluencia del Perlín Fy (kg/cm ²):	3500
Esfuerzo último del perlín Fu (kg/cm ²):	4570

Número de luces: 2 Luces



Separación correas S(m): 1,27

Pendiente de la cubierta M (%): 10

Tensores a: L/2

Cargas Sobreimpuestas

Tipo de teja: Standing Seam con aislamiento (12kg/m²)

Elementos varios: Lámparas (4Kg/m²)

Tubería Contra Incendio (12Kg/m²)

Carga viva (kg/m²): 50

Granizo (kg/m²): 0

Otro adicional a los anteriores (kg/m²): 13

Viento en succión (kg/m²): 40

Viento en presión (kg/m²): 40

Notas:

- Viento en succión con signo negativo (-).
- La carga de granizo que aparece por defecto es sugerida por el programa de acuerdo a la pendiente de la cubierta. Recuerde que las regiones ubicadas a menos de 2000m sobre el nivel del mar no se debe tener en cuenta la carga de granizo.

Arrugamiento del Alma

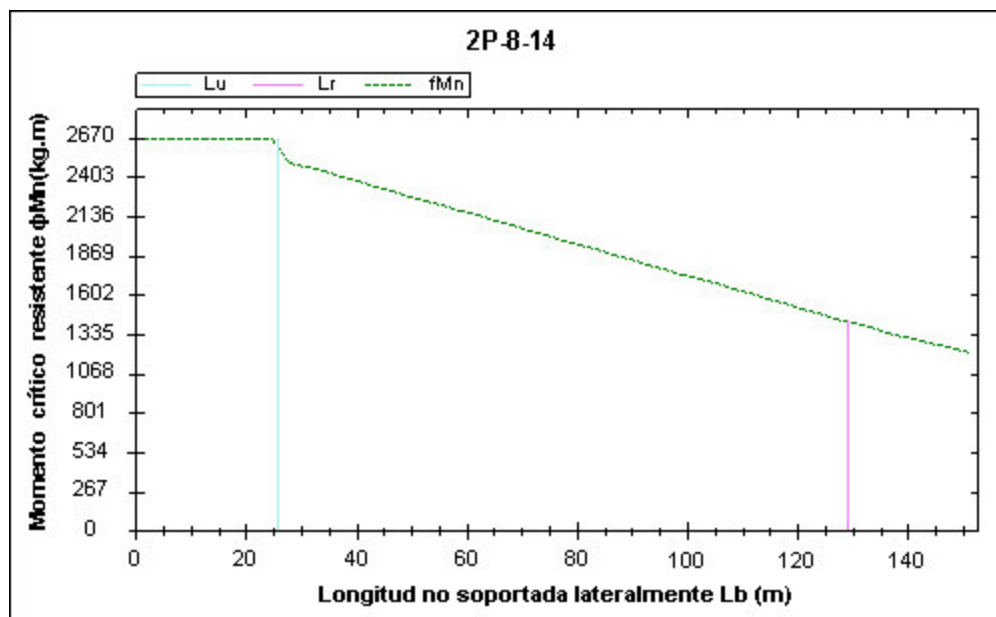
Ancho del apoyo (cm): 10

Selección: 2P-8-14

Designación	Peso negro Kg/m	Momento último Mu (kg-m)	Cortante último Vu (kg)	$(M_{ux}/\phi M_{nx}) + (M_{uy}/\phi M_{ny})$	$(M_{ux}/\phi M_{nx})^2 + (V_{ux}/\phi V_{nx})^2$	$0.91(P/P_n) + (M/M_{nx})$
2P-6-14	9,26	1168,97	987,62	0,68	0,43	0,99
2P-10-16	9,34	1169,49	988,04	0,61	0,47	1,31
2P3-10-16	10,02	1173,91	991,64	0,59	0,46	1,31
2P3-6-14	10,16	1174,82	992,38	0,66	0,42	0,98
2P-150-12	10,4	1176,38	993,65	0,63	0,37	0,83
2P-12-16	10,52	1177,16	994,28	0,53	0,46	1,26
2P-8-14	10,84	1179,24	995,97	0,47	0,21	0,8
2P3-12-16	11,22	1181,71	997,98	0,51	0,45	1,25
2P-6-12	11,56	1183,92	999,78	0,54	0,27	0,75
2P-9-14	11,64	1184,44	1000,2	0,41	0,17	0,74
2P-14-16	11,72	1184,96	1000,62	0,46	0,5	1,23
2P3-8-14	11,76	1185,22	1000,84	0,46	0,21	0,79
2P-10-14	12,44	1189,64	1004,43	0,35	0,14	0,69
2P-150-11	12,48	1189,9	1004,64	0,55	0,28	0,69
2P3-9-14	12,56	1190,42	1005,07	0,39	0,16	0,73
2P3-6-12	12,72	1191,46	1005,91	0,51	0,25	0,73
2P3-10-14	13,36	1195,62	1009,3	0,34	0,13	0,69
2P-8-12	13,56	1196,92	1010,35	0,37	0,13	0,59
2P-6-11	13,88	1199	1012,05	0,46	0,2	0,61
2P-12-14	14,04	1200,04	1012,89	0,29	0,11	0,64
2P-9-12	14,56	1203,43	1015,64	0,32	0,1	0,55
2P3-8-12	14,7	1204,34	1016,38	0,36	0,12	0,58
2P3-12-14	14,96	1206,03	1017,76	0,29	0,11	0,65
2P3-6-11	15,26	1207,98	1019,34	0,42	0,17	0,58
2P-10-12	15,56	1209,93	1020,93	0,28	0,08	0,51
2P-14-14	15,64	1210,45	1021,35	0,26	0,11	0,62
2P3-9-12	15,7	1210,84	1021,67	0,31	0,09	0,54
2P-8-11	16,28	1214,61	1024,74	0,32	0,09	0,48
2P3-10-12	16,7	1217,34	1026,96	0,27	0,07	0,5
2P-9-11	17,46	1222,28	1030,97	0,27	0,07	0,44
2P-12-12	17,54	1222,8	1031,4	0,22	0,05	0,46
2P3-8-11	17,64	1223,45	1031,93	0,3	0,08	0,46
2P-10-11	18,66	1230,08	1037,32	0,24	0,05	0,41
2P3-12-12	18,7	1230,34	1037,53	0,21	0,05	0,46
2P3-9-11	18,84	1231,25	1038,27	0,25	0,06	0,42
2P-14-12	19,54	1235,8	1041,97	0,18	0,04	0,43
2P3-10-11	20,04	1239,05	1044,62	0,22	0,05	0,39
2P-12-11	21,06	1245,69	1050,01	0,19	0,03	0,36
2P3-12-11	22,44	1254,66	1057,3	0,18	0,03	0,35
2P-14-11	23,44	1261,16	1062,59	0,16	0,03	0,34

Propiedades Físicas y Geométricas

A (cm):	20,32
B (cm):	6,35
C (cm):	1,91
CALIBRE:	14
ESPESOR, e (cm):	0,2
PESO NEGRO (kg/m):	10,84
PESO GALV (kg/m):	10,95
AREA BRUTA (cm²):	14,07
AREA EFECTIVA (cm²):	9,04
Ix (cm⁴):	855,7
Iex (cm⁴):	829,74
Sx (cm³):	84,22
Sxe (cm³):	80,02
Iy (cm⁴):	372,7
Iey (cm⁴):	272,46
Sy (cm³):	58,69
Sye (cm³):	36,28
rx (cm):	7,80
ry (cm):	5,15
Xcg (cm):	0
Ycg (cm):	0
J (cm⁴):	775,63
Cw (cm⁶):	938



Cargas Gravitacionales

Carga muerta - D (kg/m²):	49,5354
Carga viva de cubierta - Lr (kg/m²):	50
Carga de granizo - G (kg/m²):	0
Viento en presión (kg/m²):	40
Viento en succión (kg/m²):	40

Combinaciones Hipótesis de Cargas	Carga Última En Dirección Horizontal Wh(Kg/m)			Carga Última En Dirección Vertical Wv(Kg/m)				
	Wucm = γ_{cd}	W CV = γ_{CV}	Wu	Wcm = γ_{cd}	W CV = γ_{CV}	WCWp = γ_{CW}	WCWs = γ_{CW}	Wu
1,4CM+0CV+0W	8,76	0	8,76	87,64	0	0	0	87,64
1,2CM+1,6CV+0W	7,51	10,11	17,62	75,12	101,1	0	0	176,22
1,2CM+1,6CV+0,8W	7,51	10,11	17,62	75,12	101,1	40,64	40,64	216,86
1,2CM+0,5CV+1,6W	7,51	3,16	10,67	75,12	31,59	81,28	81,28	187,99
1,2CM+1CV+0W	7,51	6,32	13,83	75,12	63,18	0	0	138,3
0,9CM+0CV+1,6W	5,63	0	5,63	56,34	0	81,28	81,28	137,62
0,9CM+0CV+0W	5,63	0	5,63	56,34	0	0	0	56,34

Combinaciones Hipótesis de Cargas	Momento Último Mu(kg.m)		Cortante Último Vu(kg)	
	Muy	Mux	Vuy	Vux
1,4CM+0CV+0W	17,09	477,18	7,58	388,06
1,2CM+1,6CV+0W	34,37	1179,24	15,24	816,91
1,2CM+1,6CV+0,8W	34,37	959,05	15,24	995,97
1,2CM+0,5CV+1,6W	20,81	209,34	9,23	842,09
1,2CM+1CV+0W	26,97	890,4	11,96	635,3
0,9CM+0CV+1,6W	10,99	-133,61	4,87	607,6
0,9CM+0CV+0W	10,99	306,76	4,87	249,47

Mux = 1179 kg.m

Muy = 34 kg.m

Vux = 996 kg

Capacidades de la sección

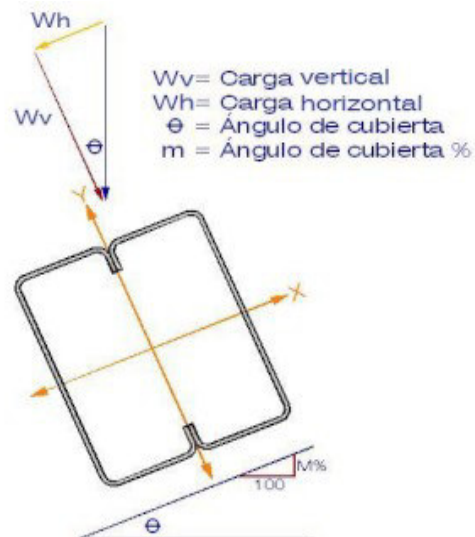
Mnx (kg-m):	2801
Mny (kg-m):	1270
Mnrx (kg-m):	1420
Vnx (kg):	7539
Condición de soporte lateral:	2
Lb (m) (Longitud no arriostrada):	3,95
Lu (m):	26,01
Lr (m):	129,03
Cb:	1,3
Fe (kg/cm ²):	83844,72
Fc (kg/cm ²):	3500
ϕ Mnx (kg-m):	2660,83
ϕ Mny (kg-m):	1206,5

Análisis De Deflexiones

Inercia de la sección Ixe (cm ⁴):	830	
Δy (cm) CV:	0,933	
Δadm (cm) CV: L/240=	3,292	OK
Δy (cm) CM+(CV ó G):	1,958	
Δadm (cm) CM+(CV ó G): L/180=	4,389	OK
Δy (cm) CV en voladizo:	0,654	
Δadm (cm) CV en voladizo: L/180=	1,833	OK
Δy (cm) CM+(CV ó G) en voladizo:	1,244	
Δadm (cm) CM+(CV ó G) en voladizo: L/120=	2,75	OK

Verificación arrugamiento del alma

t (cm):	0,2	
h (cm):	19,52	
Pn (kg):	2504,58	
Rc:	0,99	
Rc*Pn (kg):	2490,36	
Pu < Pn	OK!	
Verificación flexión y arrugamiento	1,33	$\leq 1.46 \emptyset$ No...



Como se puede observar en las memorias de diseño anteriores, el chequeo de los elementos de cubierta es satisfactorio. Ya que la instalación de los paneles solares ocasionan un incremento en carga y masa a la edificación se verifica que la modificación no incremente las solicitaciones sísmicas en cualquier elemento de la estructura existente en más del 10%, ni reduzca la capacidad de cualquier elementos en un 10% .Por lo tanto, se puede concluir que la carga, que se adiciona al sistema de cubierta de la edificación, no altera ni modifica los elementos de soporte, que están especificados en los diseños iniciales de la edificación. Por lo tanto, es viable la instalación del sistema de paneles solares, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones.

Se recomienda que los anclajes de los paneles solares se realicen sobre las correas que soportan la cubierta, para garantizar una transmisión de cargas adecuadas al sistema de resistencia principal. Ya que por la localización de los paneles en algunos sectores no se podrá cumplir con esto. se deberá garantizar que la cubierta no sufra una carga por punzonamiento la cual pueda deformar o romper la teja. La instalación se debe realizar de la mejor manera posible evitando que se generen filtraciones al realizar el anclaje. Según las fichas técnicas de algunos fabricantes de cubiertas, especifican que para una separación de correas de 1.27.mts, las tejas soportan una carga de 120kg/m² dependiendo del tipo de teja, por ello se deberá revisar qué tipo de teja está instalada y cuáles son sus especificaciones técnicas, las cuales deben ser superiores a las solicitadas.

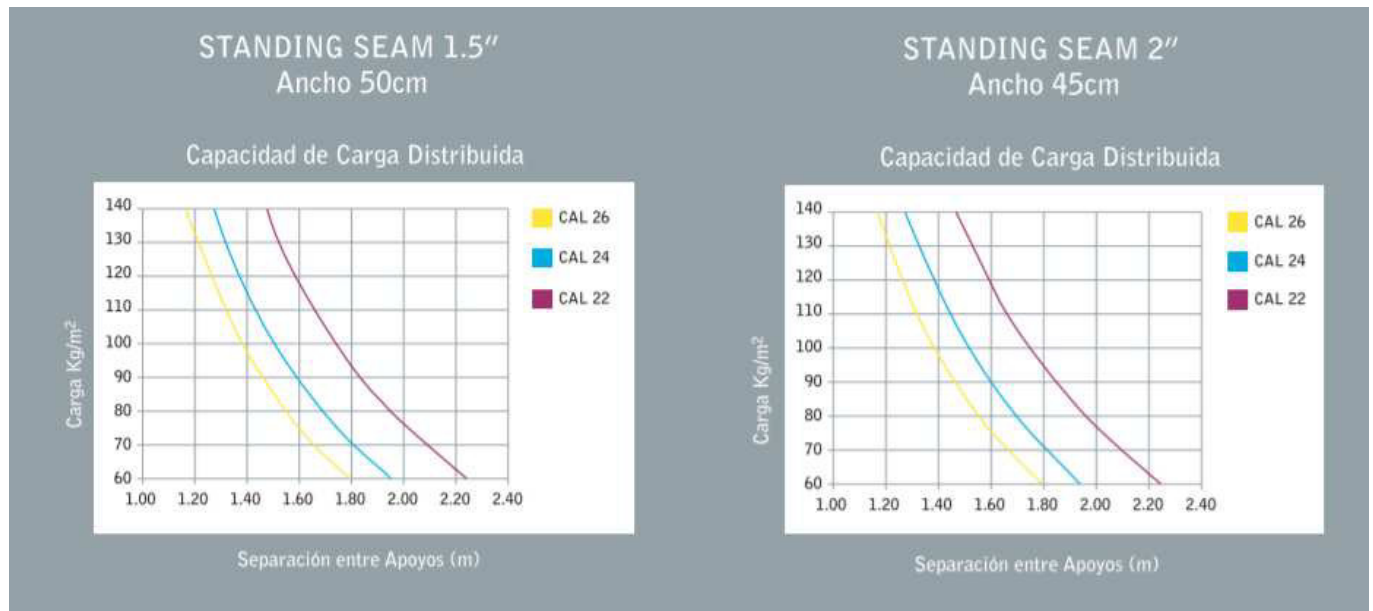
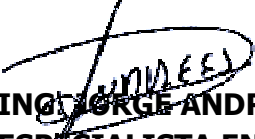


Imagen 4 capacidad de carga distribuida teja standing sean "según fabricante"

ATT.


ING. JORGE ANDRES HOYOS ARANGO
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURA
IESCON SAS

Carrera 18 No. 14-25 Local 2, Pereira – Risaralda-Cel.: 312 2114742-3142096292

andres.hoyos@grupoiescon.com juan.hoyos@grupoiescon.com

www.grupoiescon.com