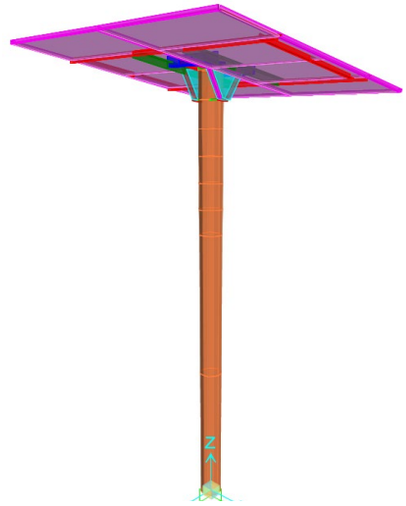
PROYECTO

Formular, Estructurar y diseñar proyectos Energéticos Sostenibles para la ampliación de la cobertura en las Localidades de las zonas no Interconectadas del país para las Regiones Caribe y Antioquia

UBICACION

MUNICIPIO DE MAICAO DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

ZONA RURAL DISPERSA



CONTIENE

CALCULO ESTRUCTURAL

CHEQUEO DE RESISTENCIA Y ESTABILIDAD CONSTRUCTIVA

CALCULÒ

ALFREDO MARTIN PEREZ JAIMES

Ing. Civil. Esp. Estructuras

T.P 6820250673 STD

YOPAL

DICIEMBRE DE 2020

Yopal diciembre de 2020

Señores

Entidad interesada

La Ciudad

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, ALFREDO MARTIN PEREZ JAIMES, ingeniero civil con matricula profesional No 6820250673 STD, debidamente registrado en el Consejo Profesional nacional de ingenieria y afines, presento los calculos estructurales elaborados de acuerdo a los requerimientos de las normas vigentes para:

El componente estructural de:	***CHEQUEO DE RESISTENCIA Y ESTABILIDAD CONSTRUCTIVA***
Ubicacion	***MUNICIPIO DE MAICAO DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA*** ***ZONA RURAL DISPERSA***
Proyecto	***Formular, Estructurar y diseñar proyectos Energéticos Sostenibles para la ampliación de la cobertura en las Localidades de las zonas no Interconectadas del país para las Regiones Caribe y Antioquia***

Declaro que asumo la responsabilidad de los calculos y diseños y exonero a la entidada encargada de su revision de toda responsabilidad en cuanto al mismo. Acepto y reconozco que la revision efectuada por quien corresponda no constituye una aprobacion al diseño estructural, sino la verificacion del cumplimiento de las normas vigentes.

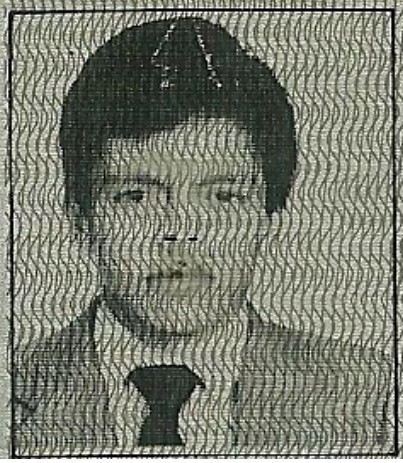
Anexo. Copia de matricula profesional.

Atentamente,

ALFREDO MARTIN PEREZ JAIMES
Ing. Civil. M.P. 6820250673 STD
C.C. 91.240.944 Bucaramanga

REPUBLICA DE COLOMBIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería y Arquitectura



MATRICULA NO. 68202506735TD

INGENIERO CIVIL

DE FECHA 21/04/94

APELLIDOS

PEREZ JAIMES

NOMBRES

ALFREDO MARTIN

C.C. 91,240,944

UNIV. INDUSTRIAL DE SANTANDER

Presidente del Consejo

1. INTRODUCCION

El presente informe corresponde a la revisión de capacidad y estabilidad de un poste de tubería redonda de acero estructural con recubrimiento galvanizado para soportar unos elementos tipo panel solar (2 Unidades de 1x2m), la estructura se empotra en el suelo con un encamisado de concreto simple, el análisis en general se desarrolla bajo la norma NSR-10, los resultados son plasmados en la presente memoria. el objetivo es comprobar que las fuerzas horizontales impuestas por carga muerta, sismo y viento básico no superan la capacidad de diseño.

El procedimiento a seguir comprende el análisis y calculo de cargas, muertas, sismo y viento aplicadas según lo exige la norma en su Titulo B. se incluyo la carga de sismo por solicitud del interesado aunque su analisis no es indispensable para este tipo de estructura.

En líneas generales se utilizara El programa SAP2000, el cual permite la verificación de soporte de deflexiones, cargas axiales y cortantes, otros cálculos se realizan con hojas electrónica de acuerdo a las solicitaciones de carga expuestas anteriormente.

1.1 GENERALIDADES

La estructura a chequear corresponde a una estructura tipo péndulo invertido conformada por un tubo principal o mástil sobre el cual se pone una estructura metálica para soportar unos paneles solares, con dimensiones aproximadas de 2x2 m. el poste o mástil se empotra a 1.0m. de profundidad en concreto simple de f´c =3000 PSI o 21 Mpa. de resistencia a la compresión.

El principal objetivo del presente calculo es verificar que la estructura tipo acero estructural compuesta por un tubo principal o central redondo de diámetro 4 pulgadas y espesor 3mm, Angulo de soporte para a los paneles solares sean lo suficientemente resistente ante la imposición de fuerzas tales como: Viento, sismo y muerta.

1.1.1 Ubicación y tipo de estructura

Tabla 1. Ubicación y tipo de estructura

Ubicación :	*Municipio de MAICAO*	*ZONA RURAL DISPERSA*	*Departamento de:*	***LA GUAJIRA***
Dirección	***POBLACIÓN DISPERSA RURAL***			
Numero de pisos máximos	*1 pisos*			
Tipo de estructura resistente :	*Poste con tuberia Metalica tipo Estructural*			
Estructura secundaria	*No Aplica*			
Tipo de entrepiso :	*No Aplica*			
Análisis Sísmico	*No Aplica*			

1.2 Materiales estructurales a utilizar

Los materiales que se deberán utilizar para la construcción de esta estructuras son las siguientes:

Tabla 2. Materiales estructurales

Tipo de Material	***Resistencia***		***Especificación poste***	***Uso Característico poste***
Tubo estructural	***Fy (Mpa)***	***Fu (Mpa)***	*A500 Gr.C*	*Elemento estructural soporte paneles*
	324	*437*		
Tipo de Material	***Resistencia (f´c) Mpa***		***Especificación***	***Uso Característico***
Concreto	*21*		*Hidráulico*	*soporte poste*
Tipo de Material	***Resistencia (f´y) Mpa***		***Especificación***	***Uso Característico***
Acero perfil tipo Angulo	*345*		*ASTM A572, g50*	*Estructura de soporte paneles*

1.2.1 Material natural para soporte o suelo

Del estudio de suelos se extrae el valor de capacidad admisible representativo del suelo y Angulo de fricción.

Del estudio de suelos se extrae el valor de capacidad admisible representativo del suelo y Angulo de fricción, Para una sección circular de 0.45m

Se recurre al estudio de suelos para el municipio de municipio de MAICAO departamento de LA GUAJIRA, de donde se obtiene según anexo 5- exploración 1-1. La capacidad portante y el valor del Angulo de fricción del Anexo 6- Exploracion 1-1

Tabla 3. Tipo y características del suelo

CARACTERÍSTICAS SUELO						
Suelo cimentación	**Desplante en el suelo (df)**	**Capacidad portante admisible**	**Capacidad Ultima**	**Angulo de fricción**	Ka	Kp
	m	**KN/m2**	**KN/m2**	**ϕ**		
Majawito	1	125.8	377.4	15	0.589	1.70
Angostura	1	137	411.0	15	0.589	1.70
Playon	1	104	312.0	29.17	0.345	2.90
Arenales	1	126.4	379.2	28.88	0.349	2.87
Aulalia	1	104.5	313.5	29.17	0.345	2.90
Sematshi	1	103.2	309.6	29.17	0.345	2.90
Pulutshirra	1	104.1	312.3	28.88	0.349	2.87
Walaschen	1	101.7	305.1	28.88	0.349	2.87
Suelo a utilizar						
Sematshi	1	103.2	309.6	29.17	0.345	2.90
Clasificación tipo de suelo	**Aa**	**AV**	**Fa**	**Fv**	**Grupo de uso**	**Coeficiente importancia**
	(-)	**(-)**	**(-)**	**(-)**		
E	0.1	0.15	2.5	3.3	**I**	1.0

1.3 Programas de calculo a utilizar

** Hoja de calculo electrónica : EXCEL*

** Programa de análisis de elementos finitos SAP2000 versión 18.2*

2 EVALUACIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS SOBRE LA ESTRUCTURA

Se analizan las cargas que intervienen en la estructura en general.

2.1. Características de los elementos que componen la cubierta tipo panel solar fotovoltaico

Tabla 4. Características de la cubierta

Inclinación Prom. cubierta =	10	° sector medio	Descripción
Numero de aguas	1	#	Solo inclinados en una dirección
Altura máxima	3	m	Centro de gravedad conjunto paneles
Longitud máxima soporte =	2.00	m	Ancho del conjunto de 2 paneles
Longitud del panel	1.95	m	Longitud de un solo panel

2.1.1. Carga muerta

2.1.1.1 Cubierta liviana tipo panel solar

En la siguiente tabla se condensan los pesos de cada uno de los elementos que componen la estructura de soporte incluido el peso de los propios paneles solares, los datos se obtienen de catálogos comerciales y de la memoria de calculo suministrada por el fabricante de los postes estructurales metálico.

Tabla 5. Carga muerta

Dimensión Paneles		*Área*	*(Peso promedio suministrado por catalogo de fabricantes) Peso de un panel (1x1.95m)*	*Numero de paneles*
lado A (m)	*Lado B (m)*	*m2*	*KN*	*#*
1.95	*2*	*3.9*	*0.225*	*2*

Peso de estructura soporte (Calculada internamente por el programa SAP)	*Peso poste metalico (4m)*	*Peso total paneles*	*Carga paneles/m2*
KN	*KN*	*KN*	*KN/m2*
0.3754	***0.3264***	***0.45***	***0.12***

2.1.2 Carga Viva

2.1.2.1 Carga viva cubierta sobre paneles

No se considera carga viva debido a que se trata de una estructura muy pequeña y no amerita que se haga mantenimiento directamente sobre la estructura sino de forma externa, sea con escalera o andamio.

Carga puntual hombre=	***N.A***	***KN***

2.1.3. Carga Viento

En este caso la norma NSR-10, capitulo B.6, articulo B.6.1. no tiene estudios específicos por lo tanto se aplica la carga mínima de 40 Kgf/m2 o 0.40 KN/m2.

La carga es aplicada en el modelo matemático por m2. (modelo matemático en SAP2000)

2.1.4. Carga Sísmica

Por tratarse de una estructura simple, liviana y de péndulo invertido se aplicara una metodología simplificada con el método Fuerza Horizontal Equivalente, a través del software SAP2000 donde se introducirán el factor de aceleración Sax y Say y el factor K. según A.4.3 NSR-10. los cálculos de fuerza por esta carga las hace el software internamente.

2.1.4.1 Calculo de Valores básico sísmicos NSR-10

De acuerdo a los parámetros antes expuestos se procede a calcular el espectro de sismo así:

Tabla 6. Valores básicos análisis sísmico

*Sa =2,5*Aa*Fa*I*	*Tc = (0,48*Av*Fv)/(Aa*Fa)*	*To =0.1*(Av*Fv)/(Aa*Fa)*	*TL = 2,4*Fv*
Frac. Gravedad	*Seg*	*Seg*	*Seg*
0.625	*0.950*	*0.198*	*7.920*

Los parámetros Sa, To, Tc, Tl se definen en el capitulo A2 titulo A.2.6 (Espectro de diseño)

Lo anterior requiere que se halle el valor aproximado del periodo fundamental (Ta) como lo indica A.4.2.2 y la tabla A.4.2-1 el valor obtenido (Ta) se compara con el obtenido del modelo matemático y se escoge el menor de los dos.

2.1.4.2. Calculo comparativo entre periodos fundamentales (Ta) fuerza H. Equivalente y calculo de Sax y Say

Se calculan los factores de fuerza horizontal equivalente según A.4.3 de la NSR10, teniendo en cuenta que se trata de una estructura pórtico metálica formado por elementos tipo cercha.

El valor de Sax y Say se calcula teniendo en cuenta el factor de importancia para el caso en el que hay que diseñar los elementos, mientras que para el calculo de derivas no es necesario multiplicar por el factor de importancia para edificaciones de uso IV, III Y II. según A.6.2.1.2 de la NSR-10.

Tabla 7. Calculo de parámetros sísmicos para modelo matemático

Ct	***α***	***Altura estructura = h***	***N=núm.. pisos***	***Ta= Ct*h^ α***	***Cu>=1.2***
(-)	***(-)***	***m.***	***und.***	***s.***	***(-)***
0.072	*0.8*	*3*	*1*	*0.173*	*1.2*
Cu*Ta		***Periodo fundamental modelo matematico. Tx***	***Periodo a utilizar Tx***	***Tc***	***Sax***
s.		***s.***	***s.***	***s.***	***g.***
0.208		*0.479*	*0.208*	*0.950*	*0.625*
Ct	***α***	***Altura edificio = h***	***N=núm.. pisos***	***Ta= Ct*h^ α***	***Cu>=1.2***
(-)	***(-)***	***m.***	***und.***	***s.***	***(-)***
0.072	*0.8*	*3*	*1*	*0.173*	*1.2*
Cu*Ta		***Periodo fundamental modelo matematico. Ty***	***Periodo a utilizar Ty***	***Tc***	***Say***
s.		***s.***	***s.***	***s.***	***g.***
0.208		*0.478*	*0.208*	*0.950*	*0.625*
Exp. Relacionado Con periodo (Kx)			***Exp. Relacionado Con periodo (Ky)***		
(-)			*(-)*		
1.000			***1.000***		

2.1.4.3 Coeficiente de capacidad disipacion de energia. (Ro)

De acuerdo con la NSR-10, esta estructura se puede clasificar como péndulo invertido, por lo que se recurre a la tabla A.3-3 NSR-10 (numeral 5 péndulo invertido) o también se puede recurrir al AIS -180-13 tabla 4-2 (numeral 10, estructuras en voladizo), por lo tanto el valor de Ro será el siguiente:

Ro =2 ***Este valor dividirá al coeficiente Sax y Say en el medelo matematico.***

3. Análisis de estabilidad de la estructura y diseño de soporte para paneles

Para hacer el análisis de estabilidad de la estructura se recurre a los resultados del modelo matemático una vez cargado con los diferentes tipos de carga, de igual forma con las combinaciones de carga ultima se chequean los elementos que soportaran al panel, el diseño se realiza con los combos del 1 al 7. en el programa SAP2000, bajo la norma AISC 360-16 aplicable dentro de la NSR-10. (Ver graficas de cargas y resultados modelo matemático), en el reporte del programa SAP2000 se incluyen las secciones de los perfiles utilizados.

El análisis incluye las combinaciones de carga sugeridas por la NSR-10 titulo B.

Tabla 8. Combinaciones de carga

COMBOS DE CARGA ULTIMA		
Combo1	*Combo 2 y 3*	*Combo 4 y5*
1.4D	***1.2D + - 0.8W***	***1.2D + -1.6W***
Combo 6 y 7	*Combo 8A, 8B y 9A, 9B*	*Combo 10A, 10B y 11A, 11B*
0.6D + -1.6W	***1.2D + -1Exy***	***0.9D + -1Exy***
COMBOS DE CARGA DE SERVICIO		
Combo 8 y 9	*Combo 10 y 11*	*Combo 12 y 13*
1D + -W	***1D+ -0.75W***	***0.6D+ -W***
Combo 14 , 15, 16,17	*Combo 18, 19, 20,21*	*Combo 22*
1D+0.7Exy	***0.6D+0.7Exy***	***1D***

Para el caso de diseño de elementos estructurales como ángulos de soporte para los paneles solares se utilizan cargas ultimas es decir afectadas o mayoradas por los factores de carga y en el caso del análisis de estabilidad se realiza mediante cargas de servicio, es decir sin mayorar.

3.1. Fuerzas sobre el apoyo del tubo central (Sobre bloque de concreto)

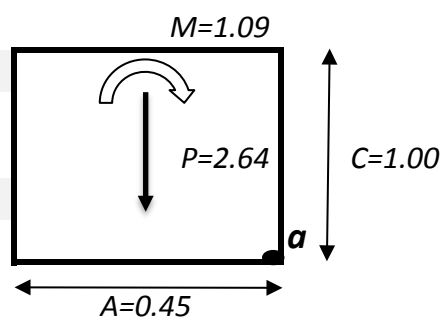
Para obtener las reacciones extremas sobre el poste y que se transmiten al suelo se aplican de las anteriores combinaciones las correspondientes a carga de servicio como se muestra en los siguientes cuadros.

Tabla 9. Reacciones (Fuerza y Momento) por cargas de Servicio

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
18	*COMB8*	*Combination*	0.271	-1.522E-12	-0.434
18	*COMB9*	*Combination*	-0.271	1.696E-12	2.638
18	*COMB10*	*Combination*	0.203	-1.12E-12	-0.05
18	*COMB11*	*Combination*	-0.203	1.294E-12	2.254
18	*COMB12*	*Combination*	0.271	-1.557E-12	-0.875
18	*COMB13*	*Combination*	-0.271	1.661E-12	2.197
18	*COMB14*	*Combination*	-0.134	6.781E-13	1.102
18	*COMB15*	*Combination*	0.134	-5.043E-13	1.102
18	*COMB16*	*Combination*	-0.134	6.781E-13	1.102
18	*COMB17*	*Combination*	0.134	-5.043E-13	1.102
18	*COMB18*	*Combination*	-0.134	6.433E-13	0.661
18	*COMB19*	*Combination*	0.134	-5.391E-13	0.661
18	*COMB20*	*Combination*	-0.134	6.433E-13	0.661
18	*COMB21*	*Combination*	0.134	-5.391E-13	0.661
18	*COMB22*	*Combination*	2.346E-12	8.687E-14	1.102
Joint	**OutputCase**	**CaseType**	**M1**	**M2**	**M3**
Text	Text	Text	KN-m	KN-m	KN-m
18	COMB8	Combination	-0.000529	1.0889	-6.93E-11
18	COMB9	Combination	-0.000529	-1.0891	6.765E-11
18	COMB10	Combination	-0.000529	0.8167	-5.218E-11
18	COMB11	Combination	-0.000529	-0.8168	5.053E-11
18	COMB12	Combination	-0.0003174	1.0889	-6.897E-11
18	COMB13	Combination	-0.0003174	-1.089	6.798E-11
18	COMB14	Combination	-0.000529	-0.5255	-0.0001548
18	COMB15	Combination	-0.000529	0.5254	0.0001548
18	COMB16	Combination	-0.000529	-0.5255	-0.0001548
18	COMB17	Combination	-0.000529	0.5254	0.0001548
18	COMB18	Combination	-0.0003174	-0.5255	-0.0001548
18	COMB19	Combination	-0.0003174	0.5254	0.0001548
18	COMB20	Combination	-0.0003174	-0.5255	-0.0001548
18	COMB21	Combination	-0.0003174	0.5254	0.0001548
18	COMB22	Combination	-0.000529	-0.00008029	-8.261E-13

Con base a los resultados sobre el apoyo se tiene que las fuerzas para diseño en tensión y compresión son la siguientes:

Fuerza en tensión	*-0.8750*	*KN*
Momento en tensión	*1.089*	*KN-m*
Fuerza en compresión =Fa	*2.64*	*KN*
Momento en compresión	*-1.089*	*KN-m*



3.2 Peso de poste de acero estructural.

Para esto se debe averiguar el peso del bloque de concreto, poste y fuerza pasiva del suelo. Para de ahí obtener las fuerzas resistentes que se oponen a las fuerzas que se generan por acción del viento y la misma carga muerta del panel al formar una estructura tipo péndulo, para tal efecto se toman los resultados de reacciones arrojados por el programa SAP. y se comparan con las fuerzas resistentes.

3.2.1. Peso poste de acero estructural

Los datos del poste son extraídos de los manuales comerciales para acero estructural ASTM A-500 gr.C.

Tabla 10. Especificaciones técnicas poste metalico

Diámetro exterior superior (Ds)	Diámetro exterior inferior (Di)	Diámetro promedio poste (A)	Espesor pared poste (e)	Alto (C)	Peso poste
m	m	m	m	m	KN
0.1135	0.1135	0.1135	0.00300	4.0	0.325

3.2.2. Peso sección concreto cimentación menos volumen de poste

Se calcula el peso del concreto que envuelve al poste metalico a la profundidad de cimentación propuesta en el estudio de suelo.

Tabla 11. Sección concreto cimentación

Diámetro hueco cimentación	Área cimentación	Desplante en el suelo (df)	Volumen sección poste	Volumen neto	Peso concreto
m	m	m	m3	m3	KN
0.45	0.159	1	0.0101	0.149	3.57

3.3. Aporte Sección suelo natural a la fuerza pasiva

El suelo aporta una resistencia al volteo pues el mismo confina el concreto que sirve de apoyo al poste, esta fuerza que se opone al volteo es la fuerza pasiva y a continuación se calcula.

Tabla 12. Fuerza pasiva sección suelo

Peso especifico suelo = G	Coef. Pasivo de presión =Kp	Desplante en el suelo (df)	longitud sección media (A)	Fuerza Pasiva =(Kp*df^2*A*G)/2
KN/m3	(-)	m	m	KN
18	2.90	1	0.45	11.75

3.4 Momento resistente al volteo del bloque de concreto

*Se calculan los momentos Haciendo momento con punto de giro en un extremo del bloque de concreto (**a**), para el presente caso se tomaron las reacciones por carga de servicio anteriormente mensionadas en la tabla 9.*

Tabla 13. Fuerza Resistente

Fuerza resistente por carga muerta (concreto)	***Fuerza resistente por carga muerta (poste)***	***Fuerza resistente por reacción pasiva del suelo***
KN	*KN*	*KN*
3.57	*0.325*	*11.75*

Tabla 14. Brazo par fuerzas

brazo por carga muerta (Base de concreto)	***Brazo resistente por carga muerta (poste)***	***Brazo resistente por carga pasivo (suelo de confinamiento)***
m	*m*	*m*
0.23	*0.23*	*0.33*

Tabla 15. Momento resistente

Momento resistente por carga muerta (concreto)	***Momento resistente por carga muerta (poste)***	***Momento resistente por carga pasivo (suelo)***
KN-m	*KN-m*	*KN-m*
0.80	*0.07*	*3.92*

Tabla 16. Verificación de cumplimiento del momento resistente Vs Momento de servicio

Momento Total servicio resistente = Mr	***Momento de servicio aplicado = Ms***	***Factor de seguridad (Mr>Ms)***	***Chequeo***
KN-m	*KN-m*		
4.79	*1.089*	***4.40***	***Cumple***

El factor de seguridad al volteo es suficiente utilizando el aporte a la resistencia que hace el suelo de confinamiento al aportar fuerza pasiva. Para el análisis se utilizaron cargas ultimas, es decir afectadas por factores de carga.

3.5 Anclaje por peso del bloque de concreto

En este caso se considera que el peso del concreto despreciando el peso propio de la estructura es suficiente como para contrarrestar la fuerza que pueda tratar de hacer volar la estructura, para tal fin se compara las fuerzas resultantes en la base del poste, según modelo matemático y cuyos resultados se consignan en la tabla 7.

Tabla 17. Verificación de cumplimiento de la resistencia al arrancamiento

Peso del bloque de concreto Fuerza resistente = Fr	***Reacción en la base***	***Factor de seguridad (Fr/Fu) > 1.5***	***Chequeo***
KN	*KN*	*(-)*	*(-)*
3.57	*0.875*	***4.08***	***Cumple***

3.6 Fuerza de compresión sobre el terreno

Se chequea la fuerza que ejerce el bloque de concreto en conjunto con el panel y el poste, esta fuerza es de carácter ultimo mayorado obtenido del programa SAP2000, por lo que debe compararse con la capacidad ultima reducida del suelo.

Tabla 18. Verificación de cumplimiento de la fuerza de compresión sobre el terreno

Reacción por fuerzas de servicio sin pedestal = (Fs)	***Reacción por fuerzas de servicio mas pedestal = (Fa)***	***Área de superficie poste en contacto con suelo***	***Esfuerzo aplicado a la superficie***	***Esfuerzo admisible resistente del suelo = Q ad***	***Chequeo (Fa)<(Qad)***
KN	*KN*	*m2*	*KN/m2*	*KN/m2*	*(-)*
2.638	*6.21*	*0.16*	*39.06*	*103.20*	***Cumple***

Como se puede observar al aplicar la fuerza sobre el terreno el esfuerzo producido por la estructura sobre el suelo es mínima por lo tanto no hay problema en la cimentación.

3.7. Carga que soporta el poste

De acuerdo con el modelo matemático y sus resultados el poste es suficiente para soportar las fuerzas impuestas por la carga muerta (D), Carga de viento (W) y sismo E. combinadas de acuerdo con lo especificado en el titulo B Articulo B.2.4.2 para cargas ultimas de diseño como se especifica en la ***tabla 8*** *del presente informe.*

Para comparar la fuerza cortante es necesario recurrir a F.2.7.6 para el calculo del cortante nominal resistente.

Tabla 19. Reacciones (Fuerza Cortante) por cargas Ultimas

Joint	**OutputCase**	**CaseType**	**F1**	**F2**	**F3**
Text	Text	Text	KN	KN	KN
18	COMB1	Combination	3.285E-12	1.216E-13	1.543
18	COMB2	Combination	0.217	-1.183E-12	0.093
18	COMB3	Combination	-0.217	1.392E-12	2.551
18	COMB4	Combination	0.433	-2.471E-12	-1.136
18	COMB5	Combination	-0.433	2.679E-12	3.78
18	COMB6	Combination	0.433	-2.497E-12	-1.466
18	COMB7	Combination	-0.433	2.653E-12	3.45
18	COMB8	Combination	0.271	-1.522E-12	-0.434
18	COMB8A	Combination	-0.191	9.488E-13	1.322
18	COMB8B	Combination	0.191	-7.403E-13	1.322
18	COMB9A	Combination	-0.191	9.488E-13	1.322
18	COMB9B	Combination	0.191	-7.403E-13	1.322
18	COMB10A	Combination	-0.191	9.227E-13	0.992
18	COMB10B	Combination	0.191	-7.664E-13	0.992
18	COMB11A	Combination	-0.191	9.227E-13	0.992
18	COMB11B	Combination	0.191	-7.664E-13	0.992

Tabla 20. Verificación de cumplimiento de la fuerza cortante

Lv =Longitud elemento	***Espesor tubo***	***Diámetro exterior =D***	***Area transversal Ag***	***Modulo de elasticidad acero***	***A=(D/t)^(5/4)***
mm	*mm*	*mm*	*mm2*	*Mpa*	*(-)*
3000.0	*3.0*	***113.50***	*1041.438*	*200000.0*	*93.83*

B=(D/t)^(3/2)	***C=(Lv/D)^(1/2)***	***Esfuerzo superior = Fcr=1.6E/A*C***	***Esfuerzo inferior Fcr=0.78E/B***	***Valor limite de Fcr =0.6*Fy***
(-)	*(-)*	*Mpa*	*Mpa*	*Mpa*
232.71	*5.14*	*663.35*	*670.4*	*194.40*

El mayor valor Fcr entre el superior e inferior es Fcr	***El valor a tomar despues de comparar los tres valores sera Fcr =***	***Cortante nominal Vn=Fcr*Ag/2***	***Cortante ultimo Vu***	***Chequeo***
MPa	*Mpa*	*KN*	*KN*	
670.367	*194.4*	*101.23*	*0.433*	***Cumple***

De igual forma el poste recibirá cargas verticales muy pequeña como lo es el peso de la estructura de los paneles incluida su estructura de acero, esta carga garantiza que los postes nunca estarán sobre esforzado o aplastados como se demuestra en los resultados de diseño del programa SAP2000. Los cuales se muestran en forma grafica.

3.8 Elementos complemetarios de tipo convencinal

** Con el fin de controlar la fisuración del concreto del pedestal es necesario la utilización de una malla electrosoldada de (15 x 15, diámetro 6mm)*

** Con el fin de repartir la carga en la cara inferior del tubo sobre el concreto es necesario poner una lamina de acero A-36 soldada el fondo extremo del tubo. Esta lamina debe ser de diámetro 0.30m y espesor =1/8"*

** Para proteger el tubo internamente se debe poner en la punta superior del tubo una lamina de acero A-36 soldada. Esta lamina debe ser de diámetro 0.1135m y espesor =1/8"*

** Para aprovechar al máximo los tubos metálicos que vienen en secciones de 6m, es necesario que al cortar secciones de 4m, los restantes 2m se deben unir a otros 2m. Para formar un tubo de 4m, esto se logra con una soldadura a tope con bisel de 45 grados.*

** Para unir el tubo metálico al soporte de los paneles solares se plantea conectar el pivote articulado a través de abrazaderas ajustadas mediante pernos, de igual forma se perna el pivote al marco que contendra a los paneles, pero esta union tambien se puede hacer soldada utilizando soldadura E70XX, es decir de resistencia Fu=70 KSI. instalada en la posicion deseada por quien lo realice siendo la 1 cualquier posicion y 8 el tipo de corriente (E7018).*

En el caso de utilizar pernos se hace un calculo muy sencillo para ver que tipo de perno se requiere, suponiendo toda la fuerza del viento en succion por lo que los pernos estarian en tension pura. La carga de viento se multiplica por 1.6.

Area paneles	Carga aolicada por viento en succión=W		Carga total	# de pernos	Diametro perno A-307	
m2	W(KN/m2)	1.6W (KN/m2)	KN	Cant.	pul	mm
4	0.4	0.64	2.56	4	1/2	12.7

Area de 1 perno =A_b	Carga sobre 1 perno	Resistencia de material perno Fnt	Factor de reduccion en tension ϕ_t	Resistencia de 1 perno =Fnt* ϕ_t *Ab
m2	KN	Mpa	(-)	KN
126.677	0.64	310	0.75	29.45

Chequeo	0.64	<	29.45	**Cumple**

Lo anterior tambien se puede lograr suponiendo el uso de soldadura como se muestra a continuación:

Area paneles	Carga aolicada por viento en succión=W		Carga total = Tu	# de soldaduras	Longitud soldadura = L
m2	W(KN/m2)	1.6W (KN/m2)	KN	Cant.	mm
4	0.4	0.64	2.56	8	30

Espesor soldadura = e	Espesor efectivo garganta = e_f=0.7*e	Area efectiva Ag=L* e_f	Resistencia de material Soldadura f_{Ex}	Factor de reduccion en tension ϕ_t
mm	mm	mm2	Mpa	(-)
3	2.121	63.63	490	0.6

Resistencia de 1 soldadura =Rd=* ϕ_t *Ag*f_{Ex}	Carga sobre 1 Soldadura = Tu	**Chequeo Rd>Tu**
KN	KN	
18.71	0.32	Cumple

Como se puede ver el caso mas extremo es la unión entre el pivote y el marco de soporte de los paneles, mientras que para los elementos del marco las fuerzas son mucho menores por lo tanto se puede asumir que utilizar este mismo tipo de soldadura de filete con un espesor de 3mm de tipo E70XX. es conveniente.

Además en los puestos donde se enfrenten los espesores de 2 ángulos se podrá utilizar soldadura a tope recto o biselado, de espesor igual al del elemento mas delgado. Este tipo de soldadura no requiere calculo alguno debido a que es del mismo espesor que el material a unir y de mayor resistencia, utilizar E70XX.

3.9. Aclaraciones al presente informe

Este informe verifica en forma especifica la estabilidad de la estructura y el diseño de los elementos que soportan a los paneles solares (Poste principal y Ángulos estructurales), por lo tanto los análisis de flexión, cortante y torsión se chequean mediante el programa SAP2000.

Para el presente caso no aplica un análisis de aplastamiento del concreto pues el concreto instalado solo funciona como anclaje y transmisor de las fuerzas verticales por trabe entre el poste y el concreto y por consiguiente la fricción entre el concreto y el suelo, para el análisis de estabilidad por desprendimiento entre el suelo y el volumen de concreto se desprecio la fuerza de fricción entre el suelo y el concreto ósea que solo se considero el peso del concreto para contrarrestar las fuerzas que tienden a desprenderlo del suelo , por otro lado se considera que las cargas verticales son muy pequeñas como para afectar el concreto en su capacidad a la compresión.

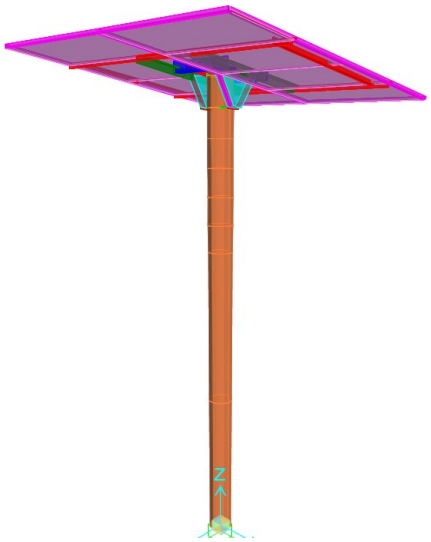


Figura 1. Modelo matematico

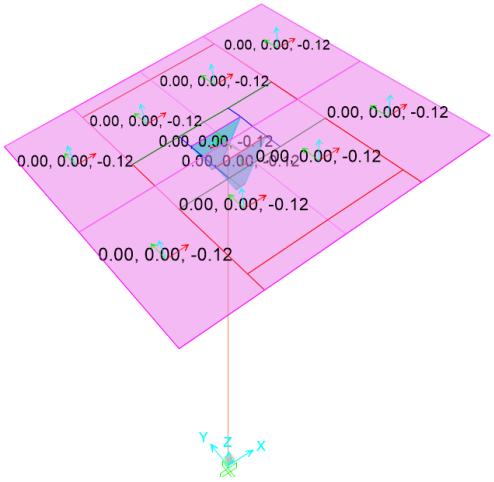


Figura 2. Carga muerta (DC)

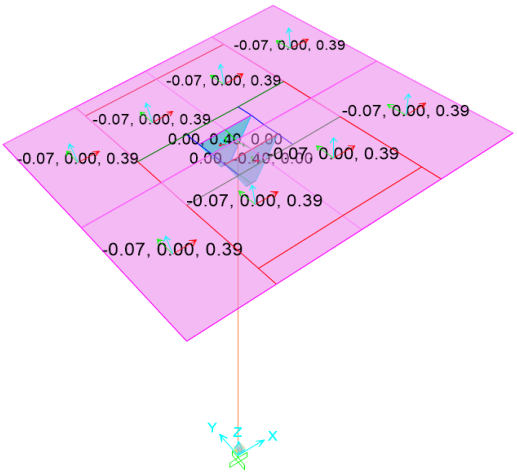


Figura 3. Carga viento (W) aplicada perpendicular a la superficie

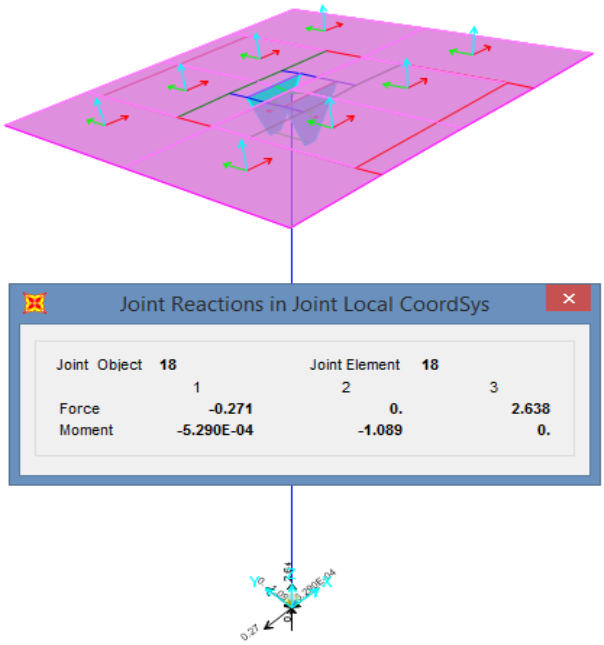


Figura 4. Reacciones Combo 9 (Servicio)

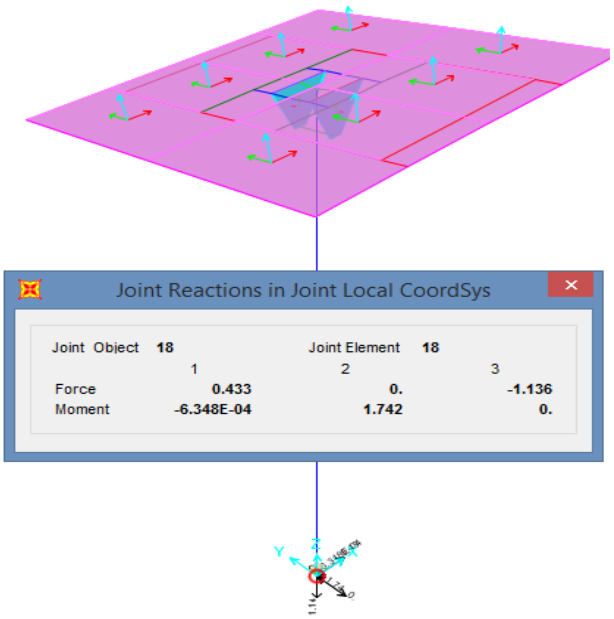
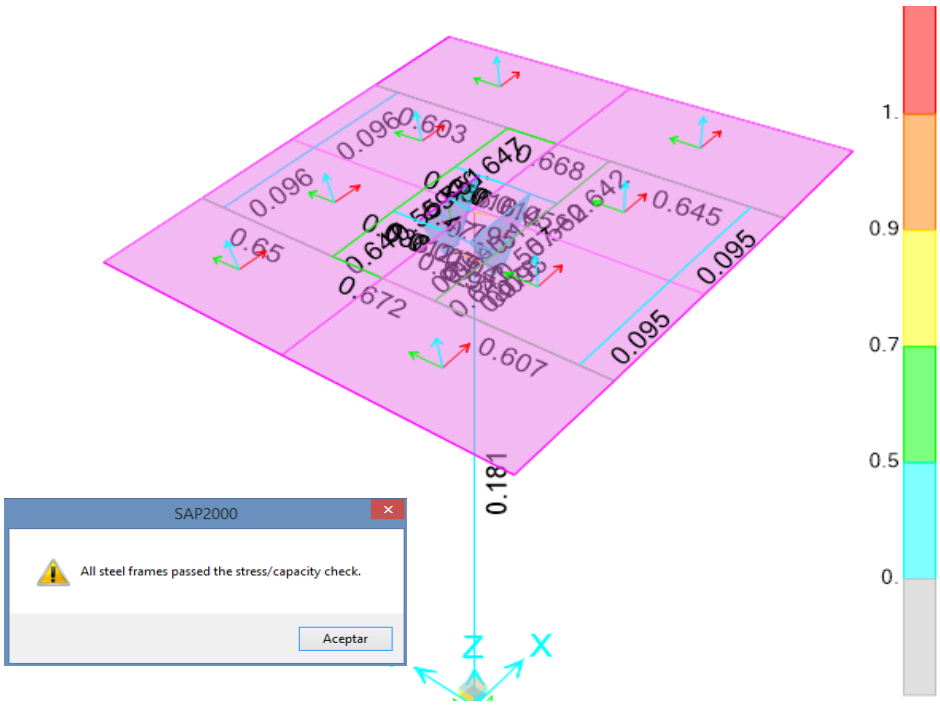


Figura 5. Reacciones Combo 4 (Resistencia ultima)



Los colores de los resultados indican que la estructura esta dentro de los limites estables de diseño para cada uno de los elementos tipo tubo y angulo metalico de acero, es decir la relacion capacidad/demanda es menor a 1.

Figura 6. Resultados de diseño estructura soporte

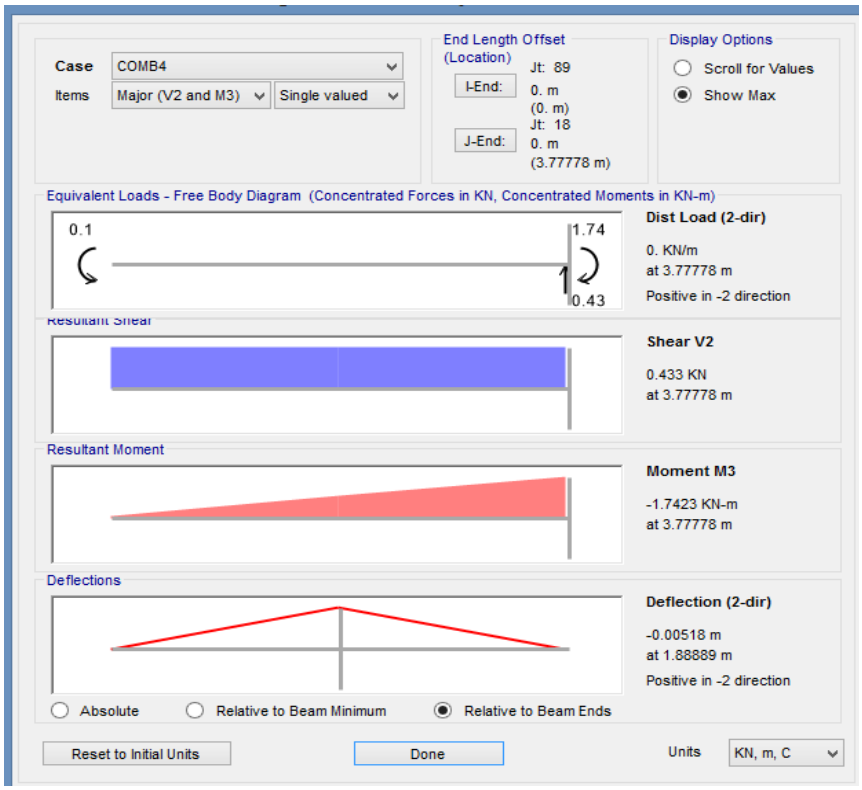


Figura 7. Graficas de cortante maximo carga ultima combo 4

Anexo: Modelo Soporte paneles con Tubo estructural metálico (Maicao-Guajira) -Datos de entrada programa SAP2000. (Los resultados se muestran gráficamente)

Table: Area Section Properties, Part 1 of 4

Table: Area Section Properties, Part 1 of 4

Section	Material	MatAngle	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick	Arc
		Degrees				m	m	Degrees
PANEL	MAT	0.	Shell	Membrane	Yes	0.01	0.01	
PIV	A36	0.	Shell	Shell-Thin	Yes	0.006	0.006	

Table: Area Section Properties, Part 2 of 4

Table: Area Section Properties, Part 2 of 4

Section	InComp	CoordSys	Color	TotalWt	TotalMass	F11Mod	F22Mod
				KN	KN-s2/m		
PANEL			16744703	0.	0.	1.	1.
PIV			Cyan	0.047	4.747E-03	1.	1.

Table: Area Section Properties, Part 3 of 4

Table: Area Section Properties, Part 3 of 4

Section	F12Mod	M11Mod	M22Mod	M12Mod	V13Mod	V23Mod	MMod	WMod
PANEL	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
PIV	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.

Table: Area Section Properties, Part 4 of 4

Table: Area Section Properties, Part 4 of 4

Section	GUID	Notes
PANEL		Added 11/01/2017 12:05:38 a. m.
PIV		Added 14/01/2020 0:31:39

Table: Auto Combination Option Data 01 - General

Table: Auto Combination Option Data 01 - General

DesignType	AutoGen
Steel	No

Table: Auto Seismic - User Coefficient, Part 1 of 2

Table: Auto Seismic - User Coefficient, Part 1 of 2

LoadPat	Dir	PercentEcc	EccOverride	UserZ	C	K	WeightUsed
							KN
QX	X	0.05	No	No	0.3125	1.	0.47
QY	X	0.05	No	No	0.3125	1.	0.47

Table: Auto Seismic - User Coefficient, Part 2 of 2

Table: Auto Seismic - User Coefficient, Part 2 of 2

LoadPat	BaseShear
	KN
QX	0.147
QY	0.147

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign
COMB1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.4	Strength
COMB2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB2			Linear Static	WIND	0.8	
COMB3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB3			Linear Static	WIND	-0.8	
COMB4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB4			Linear Static	WIND	1.6	
COMB5	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB5			Linear Static	WIND	-1.6	
COMB6	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB6			Linear Static	WIND	1.6	
COMB7	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB7			Linear Static	WIND	-1.6	
COMB8	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB8			Linear Static	WIND	1.	
COMB9	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB9			Linear Static	WIND	-1.	
COMB10	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB10			Linear Static	WIND	0.75	
COMB11	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB11			Linear Static	WIND	-0.75	
COMB12	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB12			Linear Static	WIND	1.	
COMB13	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB13			Linear Static	WIND	-1.	
COMB14	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB14			Linear Static	QX	0.7	
COMB15	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB15			Linear Static	QX	-0.7	
COMB16	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB16			Linear Static	QY	0.7	
COMB17	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB17			Linear Static	QY	-0.7	
COMB18	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB18			Linear Static	QX	0.7	
COMB19	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB19			Linear Static	QX	-0.7	
COMB20	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB20			Linear Static	QY	0.7	

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign
COMB21	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB21			Linear Static	QY	-0.7	
COMB22	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	Deflection
COMB8A	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB8A			Linear Static	QX	1.	
COMB8B	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB8B			Linear Static	QX	-1.	
COMB9A	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB9A			Linear Static	QY	1.	
COMB9B	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB9B			Linear Static	QY	-1.	
COMB10A	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB10A			Linear Static	QX	1.	
COMB10B	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB10B			Linear Static	QX	-1.	
COMB11A	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB11A			Linear Static	QY	1.	
COMB11B	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB11B			Linear Static	QY	-1.	

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
COMB1	DEAD	None	None	None
COMB2	DEAD	None	None	None
COMB2	WIND			
COMB3	DEAD	None	None	None
COMB3	WIND			
COMB4	DEAD	None	None	None
COMB4	WIND			
COMB5	DEAD	None	None	None
COMB5	WIND			
COMB6	DEAD	None	None	None
COMB6	WIND			
COMB7	DEAD	None	None	None
COMB7	WIND			
COMB8	DEAD	None	None	None
COMB8	WIND			
COMB9	DEAD	None	None	None
COMB9	WIND			
COMB10	DEAD	None	None	None
COMB10	WIND			
COMB11	DEAD	None	None	None
COMB11	WIND			
COMB12	DEAD	None	None	None
COMB12	WIND			
COMB13	DEAD	None	None	None
COMB13	WIND			
COMB14	DEAD	None	None	None

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
COMB14	QX			
COMB15	DEAD	None	None	None
COMB15	QX			
COMB16	DEAD	None	None	None
COMB16	QY			
COMB17	DEAD	None	None	None
COMB17	QY			
COMB18	DEAD	None	None	None
COMB18	QX			
COMB19	DEAD	None	None	None
COMB19	QX			
COMB20	DEAD	None	None	None
COMB20	QY			
COMB21	DEAD	None	None	None
COMB21	QY			
COMB22	DEAD	None	None	None
COMB8A	DEAD	None	None	None
COMB8A	QX			
COMB8B	DEAD	None	None	None
COMB8B	QX			
COMB9A	DEAD	None	None	None
COMB9A	QY			
COMB9B	DEAD	None	None	None
COMB9B	QY			
COMB10A	DEAD	None	None	None
COMB10A	QX			
COMB10B	DEAD	None	None	None
COMB10B	QX			
COMB11A	DEAD	None	None	None
COMB11A	QY			
COMB11B	DEAD	None	None	None
COMB11B	QY			

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
COMB1	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB2	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB2	WIND		
COMB3	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB3	WIND		
COMB4	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB4	WIND		
COMB5	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB5	WIND		

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
COMB6	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB6	WIND		
COMB7	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB7	WIND		
COMB8	DEAD	e0138957-1543-43b2-b6 1f-4adb43048da4	
COMB8	WIND		
COMB9	DEAD	e0138957-1543-43b2-b6 1f-4adb43048da4	
COMB9	WIND		
COMB10	DEAD	d3fcaab1-5951-4d67-a3b 0-1c881d12279f	
COMB10	WIND		
COMB11	DEAD	d3fcaab1-5951-4d67-a3b 0-1c881d12279f	
COMB11	WIND		
COMB12	DEAD	d3fcaab1-5951-4d67-a3b 0-1c881d12279f	
COMB12	WIND		
COMB13	DEAD	d3fcaab1-5951-4d67-a3b 0-1c881d12279f	
COMB13	WIND		
COMB14	DEAD	e7fa1e42-5310-40d2-a3a 6-48024c7e1a84	Dead + Live + Static Earthquake; Strength
COMB14	QX		
COMB15	DEAD	8c463f10-de18-4b65-b87 b-8a139ba47209	Dead + Live - Static Earthquake; Strength
COMB15	QX		
COMB16	DEAD	2baa7f90-a9ef-46d8-ad7 3-a19580d92e9f	Dead + Live + Static Earthquake; Strength
COMB16	QY		
COMB17	DEAD	99cc0925-493e-4996-9af 3-623ace690ae1	Dead + Live - Static Earthquake; Strength
COMB17	QY		
COMB18	DEAD	78d0f30f-360c-4426-a2f1 -c18bab641e7c	Dead (min) + Static Earthquake; Strength
COMB18	QX		
COMB19	DEAD	1a8a09f1-8eeb-4174-bf6 d-56eb5d942515	Dead (min) - Static Earthquake; Strength
COMB19	QX		
COMB20	DEAD	22783d03-3b03-41b7-8a 1e-f41a8353e82c	Dead (min) + Static Earthquake; Strength
COMB20	QY		
COMB21	DEAD	42606f01-a5be-49bb-a22 0-60a1014c2531	Dead (min) - Static Earthquake; Strength
COMB21	QY		
COMB22	DEAD	31cf8c25-a58e-4acd-933 7-41f92207a7ee	Dead Only; Deflection
COMB8A	DEAD	774879b6-1cda-4bbc-8c 8f-1f8cc0570dca	
COMB8A	QX		
COMB8B	DEAD	a0e8a1ae-2a3c-4ac0-a2 b6-bc785c8de447	

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
COMB8B	QX		
COMB9A	DEAD	524d7103-7622-43c0-9d4d-ca1209705d5f	
COMB9A	QY		
COMB9B	DEAD	524d7103-7622-43c0-9d4d-ca1209705d5f	
COMB9B	QY		
COMB10A	DEAD	bc4433fe-e332-4857-ad28-381dc96946e3	
COMB10A	QX		
COMB10B	DEAD	bc4433fe-e332-4857-ad28-381dc96946e3	
COMB10B	QX		
COMB11A	DEAD	bc4433fe-e332-4857-ad28-381dc96946e3	
COMB11A	QY		
COMB11B	DEAD	bc4433fe-e332-4857-ad28-381dc96946e3	
COMB11B	QY		

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 6

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 6

SectionName	Material	Shape	t3	t2	tf	tw
			m	m	m	m
L38x3	A572Gr50	Angle	0.038	0.038	0.003	0.003
L50X3	A572Gr50	Angle	0.05	0.05	0.003	0.003
L76X6	A572Gr50	Angle	0.076	0.076	0.006	0.006
MP	ALUMINIO	Angle	0.025	0.025	0.002	0.002
PAS	A36	Circle	0.016			
T4X3mm	A500GrB46	Pipe	0.1135			0.003

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 6

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 6

SectionName	Area	TorsConst	I33	I22	I23	AS2	AS3
	m2	m4	m4	m4	m4	m2	m2
L38x3	0.000219	6.372E-10	3.054E-08	3.054E-08	1.817E-08	0.000114	0.000114
L50X3	0.000291	8.532E-10	7.149E-08	7.149E-08	4.270E-08	0.00015	0.00015
L76X6	0.000876	1.019E-08	4.886E-07	4.886E-07	2.908E-07	0.000456	0.000456
MP	0.000096	1.241E-10	5.788E-09	5.788E-09	3.444E-09	0.00005	0.00005
PAS	0.000201	6.434E-09	3.217E-09	3.217E-09	0.	0.000181	0.000181
T4X3mm	0.001041	3.181E-06	1.591E-06	1.591E-06	0.	0.000521	0.000521

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 6

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 6

SectionName	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22	ConcCol
	m3	m3	m3	m3	m	m	
L38x3	1.115E-06	1.115E-06	2.008E-06	2.008E-06	0.011808	0.011808	No

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 6

SectionName	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22	ConcCol
	m3	m3	m3	m3	m	m	
L50X3	1.965E-06	1.965E-06	3.538E-06	3.538E-06	0.015674	0.015674	No
L76X6	8.919E-06	8.919E-06	0.000016	0.000016	0.023616	0.023616	No
MP	3.214E-07	3.214E-07	5.788E-07	5.788E-07	0.007765	0.007765	No
PAS	4.021E-07	4.021E-07	6.827E-07	6.827E-07	0.004	0.004	No
T4X3mm	0.000028	0.000028	0.000037	0.000037	0.039082	0.039082	No

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 6

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 6

SectionName	ConcBeam	Color	TotalWt	TotalMass	FromFile	AMod	A2Mod
			KN	KN-s2/m			
L38x3	No	Red	0.108	1.105E-02	No	1.	1.
L50X3	No	DarkGreen	0.045	4.639E-03	No	1.	1.
L76X6	No	Blue	0.066	6.738E-03	No	1.	1.
MP	No	Magenta	0.027	2.750E-03	No	1.	1.
PAS	No	Green	7.634E-03	7.785E-04	No	1.	1.
T4X3mm	No	Blue	0.321	3.270E-02	No	1.	1.

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 5 of 6

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 5 of 6

SectionName	A3Mod	JMod	I2Mod	I3Mod	MMod	WMod
L38x3	1.	1.	1.	1.	1.	1.
L50X3	1.	1.	1.	1.	1.	1.
L76X6	1.	1.	1.	1.	1.	1.
MP	1.	1.	1.	1.	1.	1.
PAS	1.	1.	1.	1.	1.	1.
T4X3mm	1.	1.	1.	1.	1.	1.

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 6 of 6

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 6 of 6

SectionName	GUID	Notes
L38x3		Added 14/01/2020 0:12:40
L50X3		Added 14/01/2020 1:10:44
L76X6		Added 14/01/2020 0:14:02
MP		Added 14/01/2020 0:10:08
PAS		Added 14/01/2020 0:35:36
T4X3mm		Added 14/01/2020 6:58:55

Table: Joint Reactions

Table: Joint Reactions

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
18	COMB1	Combination	3.285E-12	1.216E-13	1.543	-7.407E-04	-1.124E-04	-1.156E-12

Table: Joint Reactions

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
			KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
18	COMB2	Combination	0.217	-1.183E-12	0.093	-6.348E-04	0.8711	-5.577E-11
18	COMB3	Combination	-0.217	1.392E-12	2.551	-6.348E-04	-0.8713	5.379E-11
18	COMB4	Combination	0.433	-2.471E-12	-1.136	-6.348E-04	1.7423	-1.105E-10
18	COMB5	Combination	-0.433	2.679E-12	3.78	-6.348E-04	-1.7425	1.086E-10
18	COMB6	Combination	0.433	-2.497E-12	-1.466	-4.761E-04	1.7423	-1.103E-10
18	COMB7	Combination	-0.433	2.653E-12	3.45	-4.761E-04	-1.7424	1.088E-10
18	COMB8	Combination	0.271	-1.522E-12	-0.434	-5.290E-04	1.0889	-6.930E-11
18	COMB9	Combination	-0.271	1.696E-12	2.638	-5.290E-04	-1.0891	6.765E-11
18	COMB10	Combination	0.203	-1.120E-12	-0.05	-5.290E-04	0.8167	-5.218E-11
18	COMB11	Combination	-0.203	1.294E-12	2.254	-5.290E-04	-0.8168	5.053E-11
18	COMB12	Combination	0.271	-1.557E-12	-0.875	-3.174E-04	1.0889	-6.897E-11
18	COMB13	Combination	-0.271	1.661E-12	2.197	-3.174E-04	-1.089	6.798E-11
18	COMB14	Combination	-0.134	6.779E-13	1.102	-5.290E-04	-0.5255	-1.548E-04
18	COMB15	Combination	0.134	-5.041E-13	1.102	-5.290E-04	0.5254	1.548E-04
18	COMB16	Combination	-0.134	6.779E-13	1.102	-5.290E-04	-0.5255	-1.548E-04
18	COMB17	Combination	0.134	-5.041E-13	1.102	-5.290E-04	0.5254	1.548E-04
18	COMB18	Combination	-0.134	6.431E-13	0.661	-3.174E-04	-0.5255	-1.548E-04
18	COMB19	Combination	0.134	-5.389E-13	0.661	-3.174E-04	0.5254	1.548E-04
18	COMB20	Combination	-0.134	6.431E-13	0.661	-3.174E-04	-0.5255	-1.548E-04
18	COMB21	Combination	0.134	-5.389E-13	0.661	-3.174E-04	0.5254	1.548E-04
18	COMB22	Combination	2.346E-12	8.687E-14	1.102	-5.290E-04	-8.029E-05	-8.261E-13
18	COMB8A	Combination	-0.191	9.485E-13	1.322	-6.348E-04	-0.7507	-2.211E-04
18	COMB8B	Combination	0.191	-7.400E-13	1.322	-6.348E-04	0.7506	2.211E-04
18	COMB9A	Combination	-0.191	9.485E-13	1.322	-6.348E-04	-0.7507	-2.211E-04
18	COMB9B	Combination	0.191	-7.400E-13	1.322	-6.348E-04	0.7506	2.211E-04
18	COMB10A	Combination	-0.191	9.225E-13	0.992	-4.761E-04	-0.7507	-2.211E-04
18	COMB10B	Combination	0.191	-7.661E-13	0.992	-4.761E-04	0.7506	2.211E-04
18	COMB11A	Combination	-0.191	9.225E-13	0.992	-4.761E-04	-0.7507	-2.211E-04
18	COMB11B	Combination	0.191	-7.661E-13	0.992	-4.761E-04	0.7506	2.211E-04

Table: Load Case Definitions, Part 1 of 3

Table: Load Case Definitions, Part 1 of 3

Case	Type	InitialCond	ModalCase	BaseCase	MassSource	DesTypeOpt	DesignType
DEAD	LinStatic	Zero				Prog Det	Dead
MODAL	LinModal	Zero				Prog Det	Other
WIND	LinStatic	Zero				Prog Det	Wind
QX	LinStatic	Zero				Prog Det	Quake
QY	LinStatic	Zero				Prog Det	Quake

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 3

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 3

Case	DesActOpt	DesignAct	AutoType	RunCase	CaseStatus	GUID
DEAD	Prog Det	Non-Composite	None	Yes	Finished	
MODAL	Prog Det	Other	None	Yes	Finished	

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 3

Case	DesActOpt	DesignAct	AutoType	RunCase	CaseStatus	GUID
WIND	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	
QX	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	08b516f7-7b3b-4921-ad0e-4ad084440754
QY	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	e463777c-41df-4ec3-a41a-1abebd2fe386

Table: Load Case Definitions, Part 3 of 3

Table: Load Case Definitions, Part 3 of 3

Case	Notes
DEAD	
MODAL	
WIND	
QX	
QY	

Table: Load Pattern Definitions

Table: Load Pattern Definitions

LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad	GUID	Notes
DEAD	Dead	1.		e0f1e647-0346-4a1f-9519-c7718064fd69	
WIND	Wind	0.	None	dd4b912a-1bc5-41af-b9c3-0e03619765f2	
QX	Quake	0.	USER COEFF	83099353-4abd-424d-8556-d2f4dc5f813c	
QY	Quake	0.	USER COEFF	3eacf9ce-1b04-4544-87c9-beecee412a5e	

Table: Program Control, Part 1 of 2

Table: Program Control, Part 1 of 2

ProgramName	Version	ProgLevel	LicenseNum	LicenseOS	LicenseSC	LicenseHT	CurrUnits
SAP2000	20.2.0	Ultimate	3010*12F5SZM97Z4FVCP	Yes	Yes	No	KN, m, C

Table: Program Control, Part 2 of 2

Table: Program Control, Part 2 of 2

SteelCode	ConcCode	AlumCode	ColdCode	RegenHinge
AISC-LRFD93	ACI 318-14	AA-ASD 2000	AISI-ASD96	Yes

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Antes de comenzar la construcción se debe chequear el sitio donde se instalaran los postes, de ser necesario se deberá hacer algún mejoramiento.

Los postes irán instalados a 1.0 m de profundidad, esta sección será embebida dentro de concreto, formando una sección transversal redonda de diámetro 0.45m. El concreto será de resistencia a la compresión de f´c=21 Mpa (3000 PSI).

Debido a que el ambiente donde estarán instaladas estas estructuras es altamente corrosivo se recomienda que en el caso de los postes sean tratados con galvanizado de por lo menos de tres capas, pues un galvanizado simple no garantiza su durabilidad y estabilidad.

En el presente informe se chequeo la capacidad de resistencia del poste de acero y los elementos tipo Angulo utilizados para soportar los paneles solares, de igual forma algunos resultados del software se utilizan para el chequeo de estabilidad de la estructura ante fuerzas de viento, sismo y muerta..

De acuerdo con los resultados de diseño se concluye que la carga de sismo no influye sobre el tubo principal y menos sobre los ángulos de soporte, por lo tanto la fuerza que mas influye para el diseño es la de viento junto con la carga muerta.

Entre los modelos matemáticos y la realidad pueden haber diferencias en pesos y geometría puesto que los modelos matemáticos tienen algunas limitaciones, por lo tanto nunca serán iguales y son solo una aproximación a la realidad.

En líneas generales las fuerzas aplicada a la estructura son pequeñas, la estructura es liviana y ocupa un área casi despreciable.

Bajo las condiciones de empotramiento del poste, es decir enterrados a 1.0m de profundidad y encamisados con un concreto de diámetro 0.45m de sección son estables y pueden soportar la fuerza horizontal que tiende a volcarlos además de las fuerzas verticales de arrancamiento del conjunto y compresión sobre el poste y el suelo. "POR LO TANTO ES UNA ESTRUCTURA ESTABLE Y RESISTENTE"

*Este análisis y chequeo estructural solo aplica para el municipio en mención: **MAICAO** departamento de **La Guajira.***

ALFREDO M. PÉREZ JAIMES
Ing. Civil - E. Estructuras
M.P. 6820250673 STD