

REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ESTABLECIDOS EN EL RETIE

DISEÑO ELÉCTRICO SISTEMA FOTOVOLTAICO – CASA 31 PEÑOL DEL LAGO

MEMORIAS DE CÁLCULO DE LA A-W

INGENIERA ELECTRICISTA, LINA GABRIELA CLARO
RODRÍGUEZ
TP SN205-162833

Firma:

Lina G. Claro R.

CONTENIDO

1. DATOS DEL PROYECTO

2. MATRIZ RESUMEN DE REQUERIMIENTOS GENERALES

3. MEMORIAS DE CÁLCULO

- a) Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
- b) Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.
- e) Análisis de cortocircuito y falla a tierra.
- d) Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
- e) Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- f) Análisis del nivel tensión requerido.
- g) Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1
- h) Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.
- i) Cálculo del sistema de puesta a tierra.
- j) Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
- k) Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.
- l) Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos
- m) Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.
- n) Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).
- o) Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
- p) Cálculos de regulación.
- q) Clasificación de áreas.
- r) Elaboración de diagramas unifilares.
- s) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción
- t) Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
- u) Indicar las distancias de seguridad requeridas.
- v) Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.
- w) Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

1. DATOS DEL PROYECTO

DATOS DEL PROYECTO	
Propietario	Luis Rangel Quiñonez
NIT	
Nombre	Casa 31 Peñon del Lago
Dirección	Ruitoque Condominio
Municipio	Piedecuesta
Departamento	Santander
Nivel de tensión	Nivel 1
Tensión [V]	220
Capacidad Proyectada	10 [kVA]
Capacidad Total disponible	-- [kVA]

Tabla 1. Datos del proyecto.

2. MATRIZ RESUMEN DE REQUERIMIENTOS

ítem	Requerimiento técnico	Aplica	No aplica
a	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	X	
b	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.		X
e	Análisis de cortocircuito y falla a tierra.		X
d	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.		X
e	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	X	
f	Análisis del nivel tensión requerido.	X	
g	Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1		X
h	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.		X
i	Cálculo del sistema de puesta a tierra.		X
j	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	X	
k	Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.	X	
l	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.	X	
m	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.	X	
n	Cálculos de canalizaciones (tubo, duetos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).	X	
o	Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	X	
p	Cálculos de regulación.	X	
q	Clasificación de áreas.		X
r	Elaboración de diagramas unifilares.	X	
s	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	X	
t	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	X	
u	Indicar las distancias de seguridad requeridas.	X	
v	Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.		X
w	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.		X

Tabla 2. Matriz resumen.

3. MEMORIAS DE CÁLCULO

a) *Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.*

Las cargas características de la casa son básicamente tomas para alimentación de los diferentes equipos (computadores y equipos básicos de consumo residencial) e iluminación. Estas cargas son existentes y se tuvieron en cuenta para suplir parcialmente la demanda de consumo del cliente directamente del sistema fotovoltaico para las horas del día.

La cantidad de distribución de los módulos fotovoltaicos en los inversores a instalar en el sistema eléctrico interno de la vivienda para satisfacer dicho consumo es:

POTENCIA A ENTREGAR A LA CASA							
INVERSOR	#PANELES	P DC [kWp]	P AC [kVA]	Imáx [A]	Protección [A]	Conductor	Calibre
INVERSOR	12	6.84	10	45.9	2X50	SINTOX Cu90°C600V PELHFR-LS CT	6 AWG

Tabla 3. Potencia entregada por el inversor a la casa.

Los datos relevantes para los paneles solares instalados en el sistema y el inversor se anexan en las fichas técnicas, adicional a esto cumplen con toda la normatividad internacional y nacional como lo son UL61730, IEC61215, IEC61730, ISO9001, ISO14001, EN62109-1/-2, IEC62109-1/-2, EN50530, IEC62116, IEC600068 y IEC61683.

Para el análisis de los armónicos, se toma en consideración lo dispuesto en la NTC 5001 y el IEEE519 de 2014 donde se indican las metodologías de evaluación y valores de referencia de los parámetros asociados a la calidad de la potencia eléctrica en el punto de conexión para el nivel de tensión de inyección, bajo condiciones normales de operación. Estos valores de referencia determinan las condiciones dentro de las cuales se espera que haya una calidad de la potencia aceptable.

En este contexto, los Armónicos son ondas sinusoidales cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental (60 Hz). La presente definición cubre armónicos de larga duración o estado estable, excluyendo fenómenos transitorios aislados. La norma clasifica los armónicos en tensión y corriente de la siguiente manera:

Armónicos de tensión: Estos son causados por dispositivos cuya características tensión/corriente es no lineal y sus efectos se ven reflejados en pérdidas. La norma NTC 5001 propone un periodo de evaluación para este armónico de una semana, efectuando las mediciones en el PCC. En condiciones normales de operación se deben calcular los percentiles al 95% de los parámetros presentados a continuación. Cabe aclarar que estos percentiles calculados deberán ser menores o iguales a los valores de referencia.

Distorsión armónica individual de tensión:

$$D_v = \frac{V_h}{V_1} \times 100\%$$

Distorsión armónica de tensión:

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_1} \times 100\%$$

En donde,

V_h Magnitud de la componente armónica individual [Volts rms]

h Orden del armónico

V_1 Magnitud de la componente fundamental [Volts rms]

Los valores de D_v y THD_v calculados para cada fase no deben sobrepasar los valores presentados en la Tabla 1 del IEEE 519 de 2014.

Table 1—Voltage distortion limits

Bus voltage V at PCC	Individual harmonic (%)	Total harmonic distortion THD (%)
$V \leq 1.0 \text{ kV}$	5.0	8.0
$1 \text{ kV} < V \leq 69 \text{ kV}$	3.0	5.0
$69 \text{ kV} < V \leq 161 \text{ kV}$	1.5	2.5
$161 \text{ kV} < V$	1.0	1.5 ^a

Imagen 1. Límites de distorsión de tensión.

Fuente: IEEE 519 de 2014.

Armónicos de corriente: Las cargas no lineales conectadas al sistema de suministro eléctrico producen corrientes armónicas que se propagan al sistema de potencia y causan distorsiones armónicas de tensión que afectan a otros usuarios. Estas perturbaciones las producen por ejemplo convertidores electrónicos de potencia para variadores de velocidad de motores, rectificadores, hornos de arco, entre otros. Esto se refleja en fallas, sobrecalentamientos y daños en transformadores, generadores, entre otros efectos.

Según NTC 5001, el periodo de evaluación de estos armónicos es de una semana, con un intervalo de agregación de 10 minutos, para realizar un análisis se debe calcular los percentiles para los siguientes parámetros (en condiciones normales de operación calculados no deben pasar los valores de referencia).

Distorsión armónica individual de corriente:

$$D_v = \frac{I_h}{I_1} \times 100\%$$

Distorsión total de demanda:

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \times 100\%$$

Distorsión armónica de corriente:

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \times 100\%$$

En donde,

I_h Magnitud de la componente armónica individual [Amp rms]

h Orden del armónico

I_1 Magnitud de la componente fundamental [Amp rms]

I_L Corriente de carga de demanda máxima en el PCC (componente de frecuencia fundamental) [Amp rms]

Los posibles efectos de la conexión de los sistemas FV a la red de distribución eléctrica pública sobre la calidad del servicio suelen ser una preocupación de la empresa distribuidora y los entes de regulación. Ya que esta tecnología ha tenido un incremento considerable en su utilización, ha sido de suma importancia demostrar que los inversores FV de conexión a red cumplen con los requerimientos de seguridad y calidad de la energía inyectada.

En este sentido, se puede afirmar que la conexión a la red de distribución eléctrica de baja tensión de los sistemas FV basados en inversores de conexión a red, que cumplen con las normas aceptadas internacionalmente, no afectan la calidad del servicio eléctrico en cuanto a armónicos ya que las distorsiones que inyectan a la red son significativamente menores que las inyectadas por las cargas de los usuarios.

Para el caso específico de los inversores modelo **Solis-1P10K-4G**, marca **SOLIS** proporcionan una distorsión armónica total menor al 1.5% (imagen 2). Lo que se hace despreciable en el sistema en general. Esta información se encuentra en la ficha técnica anexada.

Potencia nominal de salida	7 kW	8 kW	9 kW	10 kW
Potencia máxima de salida aparente	7 kVA	8 kVA	9 kVA	10 kVA
Potencia máxima de salida	7 kW	8 kW	9 kW	10 kW
Voltaje nominal de la red	1/N/PE, 220 V			
Frecuencia nominal de la red	60 Hz			
Corriente nominal de salida de red	31.8 A	36.4 A	40.9 A	45.5 A
Corriente máxima de salida	33.7 A	36.6 A	41.3 A	45.9 A
Factor de potencia	>0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso)			
THDi	<1.5%			

Imagen 2. Distorsión armónica total de corriente del inversor.

b) Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

Según el artículo 12, literal d del RETIE, la tensión a la que se conectará el sistema fotovoltaico será en baja tensión. Por consiguiente, el nivel de aislamiento se normaliza a 600 volts en el diseño para los dispositivos de protección, conductores y en general, los elementos que hacen parte del sistema en baja tensión. Teniendo en cuenta los factores de seguridad, tendremos que la mayor probabilidad de falla en el nivel de aislamiento se presenta en los cables de Baja Tensión:

Conductores en DC: Se seleccionó la referencia **CENTELSA H1Z2Z2-K 1.0 KVAC (1.5 KV DC) 90°C HF FR 4 mm²**, el cual es un conductor flexible de cobre estañado (CuSn), con tensión nominal de 1000 Vac y 1500 Vdc (H1), con aislamiento y cubierta flexible termoestable **libre de halógeno (Z2Z2)**. Diseñado para una temperatura máxima de operación de 90°C.

Está diseñado para alimentar circuitos de baja tensión en instalaciones de energía solar fotovoltaica, en donde se requieren características de resistencia a la intemperie. Resistente a rayos UV, al ozono y humedad, con propiedades de no propagación de incendio (se agrega por seguridad, por tratarse de una institución educativa

con alta concentración de personas) y baja emisión de humos densos, tóxicos y corrosivos. Cumple con la norma UNE EN-50618 para cables eléctricos para Sistemas Fotovoltaicos.

Conductores en AC: Se seleccionó la referencia **CENTELSA SINTOX Cu 90°C 600V PE LHFR-LS CT**, que es un conductor de cobre suave, aislado con Poliolefina (PE) de bajo halógeno (LH), retardante ala llama (FR), y de baja emisión de humos (LS) opacos, densos, tóxicos y corrosivos. Apto para uso en bandeja tipo CT.

c) *Análisis de cortocircuito y falla a tierra.*

Para el caso del proyecto solar fotovoltaico, no se es necesario hacer el análisis de cortocircuito y falla a tierra ya que el inversor a instalar la trae calculada por el fabricante (ver especificaciones del inversor).

Para la falla a tierra del lado DC del inversor, el modelo **Solis-1P10K-4G**, marca **SOLIS** tiene integrada la protección de falla a tierra (**GFCI**) de conformidad con la NEC 2014/2017 (Verificar en el manual de instalación y ficha técnica).

d) *Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.*

No aplica, debido a que la vivienda es existente y hace parte de un conjunto residencial, el cual ya cuenta con el sistema de protección contra rayos.

e) *Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.*

Según Art. 9.2 "Evaluación del Nivel de Riesgo" del RETIE, se debe tener en cuenta los criterios establecidos en las normas sobre la soportabilidad de la energía eléctrica para seres humanos tomados de la gráfica de la norma NTC 4120, con referente a la IEC 60479-2, que detalla las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.

El umbral de fibrilación ventricular depende de parámetros fisiológicos y eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales de corriente de menos de 0,2 segundos, se aplican solamente durante el período vulnerable del ciclo cardíaco.

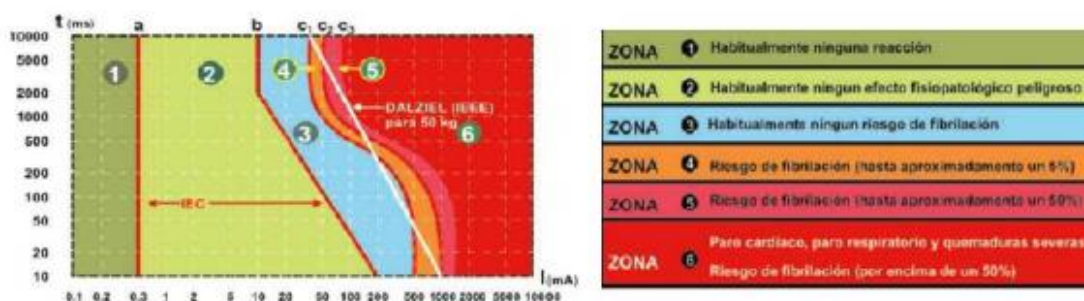


Imagen 3. Figura 9.1 Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100Hz (según RETIE).

Según la figura 9.1 del RETIE, los equipos de protección y aislamiento utilizados al nivel de tensión 13.2 kV (aprobado mediante factibilidad de servicio N° ZM1493431 MT), se encuentran operando en la Zona 6 "Paro cardíaco, paro respiratorio y quemaduras severas, riesgo de fibrilación (por encima de un 50 %)".

Los equipos del sistema fotovoltaico se encuentran debidamente identificados como sitio de riesgo eléctrico, símbolo de riesgo eléctrico para advertir a personal técnico no calificado que es área clasificada y únicamente

puede tener acceso a personal técnico calificado y autorizado por el propietario y el operador de red. Personal técnico calificado demostrará los certificados que lo acrediten como personal competente para acceder a ellos.

En la carpeta de anexos "ANEXO E- MATRIZ DE RIESGOS" se incluye el análisis de riesgo evaluado para los siguientes eventos:

1. Riesgo por arco eléctrico
2. Riesgo por contacto directo
3. Riesgo por contacto indirecto
4. Riesgo por cortocircuito
5. Riesgo por rayos
6. Riesgo por sobrecarga
7. Riesgo por tensión de contacto
8. Riesgo por tensión de paso
9. Riesgo por electricidad estática
10. Riesgo por equipo defectuoso
11. Riesgo por contacto ausencia de electricidad

f) Análisis del nivel de tensión requerido.

Para el nivel de tensión requerido se tienen dos puntos a analizar, tensión en corriente continua y tensión en corriente alterna:

Tensión en corriente continua: Para el proyecto de la casa, el voltaje máximo en DC permitido a conectarse al inversor se calcula con la suma del voltaje a circuito abierto (V_{oc}) de los módulos conectados serie (strings), pero ajustada a la menor temperatura ambiente registrada donde se instala el proyecto solar fotovoltaico.

Para el caso de la ubicación de la casa 31 Peñón del Lago en la ciudad de Floridablanca, Santander se toma como referencia los datos de temperatura del IDEAM, siendo la temperatura registrada mínima de 20°C. Con este dato y la ecuación siguiente se calcula la tensión máxima que se podría conectar a las entradas de los inversores **Solis-1P10K-4G SOLIS**.

$$V_{oc_{T_{amb}}} = V_{oc} * (1 + (\text{Coeficiente térmico}) * (T_{min} - T_{stc}))$$

Según la hoja técnica del módulo fotovoltaico Hi-Mo de 570 W, la tensión V_{oc} es de 51.91V a condiciones estándar (irradiancia de 1000 W/m²), tiene un coeficiente térmico de -0,230% y una temperatura de célula de 25°C. Con estos datos se calcula la tensión ajustada por temperatura del módulo.

$$V_{oc_{T_{amb}}} = 51,91 * (1 + (-0.0023) * (20 - 25)) = 52,51 \text{ [V]}$$

$$I_{sc_{T_{amb}}} = 14.07 * (1 + (+0.00050) * (20 - 25)) = 14,03 \text{ [A]}$$

Luego, se multiplica por el número de módulos conectados por string para verificar que no se supere la tensión máxima (500 Vcc) de entrada permitida por el inversor en cc, garantizando así mismo que la tensión V_{mpp} esté dentro del rango del funcionamiento del inversor (100-500Vdc),

$$V_{máxDC} = V_{oc(T_{min})} * N_s = 52,51 * 6$$

$$V_{máxDC} = 315.06 \text{ [V]}$$

Esta operación se repite también para calcular la strings más pequeña que sería recomendable usar según el rango de tensión mínima de funcionamiento del inversor modelo **Solis-1P10K-4G**, marca **SOLIS**, como se muestra en la siguiente tabla.

Temperatura	Tmin [oC]	Tstc [oC]	TC Voc [%]	Voc [V]	Voc Tamb [V]	# Paneles	Vstrings [V]	Obs
Tmin	20	25	-0,230	51.91	52,51	2	105.02	Min. permitido
Tmin	20	25	-0,265	49.8	52,51	6	315.06	Permitida
Tmáx	20	25	-0,265	49.8	52,51	9	472.59	Máx. Permitida

Tabla 4. Cálculo de tensión Voc máx y mín a temperatura mínima para strings.

Tensión en corriente alterna: Para este caso el nivel de tensión será impuesto por el OR RUITOQUE ESP. Para el caso específico de los inversores, según su ficha técnica estarán entregando una tensión de salida de **208 Vac**. En este sentido, se deberá adaptar la tensión a la requerida por la necesidad del tablero de distribución del cliente.

- g) *Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1.*

No aplica, por el nivel de tensión requerido.

El área de ubicación del inversor no contendrá personal permanente, únicamente ingresará personal técnico calificado durante maniobras de trabajo programadas y supervisadas.

- h) *Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.*

No aplica, debido a que el sistema fotovoltaico no cuenta con un transformador propio y la casa cuenta con una acometida existente en baja tensión.

- i) *Cálculo del sistema de puesta a tierra.*

El sistema de puesta a tierra es existente de la instalación, para el proyecto tomamos como referencia la puesta a tierra acorde a la Tabla 250-95.

Tabla 250-95. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0

Tabla 5. Cálculo de tensión Voc máx y mín a temperatura mínima para strings.

Adicionalmente, se conecta la tierra física del sistema solar fotovoltaico al sistema de puesta a tierra existente, de acuerdo con la sección 690-47-C3 de la NEC 2014.

"Un conductor que sirva tanto como conductor de puesta a tierra de equipos y como parte de la unión entre los sistemas de c.c. y de c.a. para un inversor que incorpora protección contra fallas a tierra en c.c. debe cumplir los requisitos para los puentes de unión de los equipos de la sección 250.102, pero no debe estar sujeto a los requisitos para los puentes de unión de acuerdo con la sección 250.28. Se permitirá usar un solo conductor para realizar la función múltiple de puesta a tierra de c.c., puesta a tierra de c.a. y unión entre los sistemas de c.c. y de c.a.

Para el caso de la puesta tierra de la instalación solar fotovoltaica, se utilizará cable de cobre aislado **No 10 AWG** con el fin de equipotencializar la estructura, la bandeja y los paneles en el exterior y se registrará el dimensionamiento instalación con lo que se indica en la sección 250 de la NTC 2050 segunda actualización.

- j) *Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.*

Se realiza el cálculo económico de conductores con respecto al factor de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía, como se muestra en la carpeta de Anexo "ANEXO O. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA".

- k) *Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.*

En el Anexo "ANEXO M. COORDINACIÓN Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES" se verifica que las protecciones seleccionadas cumplen con los requerimientos del sistema fotovoltaico.

Calculo Ampacidad Circuitos DC: La corriente de los cables se calcula de la siguiente manera:

La corriente máxima en DC del sistema fotovoltaico que se podría presentar en una instalación corresponde al 125% de la corriente de cortocircuito de la correspondiente string, como se denota en la sección 690.8(A)(1) de la NTC 2050 segunda actualización. La corrección o ajuste de corriente al 125% se puede producir debido a que los circuitos del generador fotovoltaico pueden generar corrientes mayores a la nominal, con una duración de más de 3 horas cerca al medio día.

$$I_{máxFV} = 1,25 * I_{SC} = 1,25 * 14,07 = 17,58 \text{ [A]}$$

Para calcular la corriente que debe soportar el conductor, se debe multiplicar la $I_{máxFV}$ por el factor de ajuste del 125%, tal como se indica en la sección 690.8 (B)(1) de la NTC 2050 segunda actualización:

$$I_{cond} = 1,25 * I_{máxFV} = 1,25 * 17,58 = 21,97 \text{ [A]}$$

La temperatura máxima presentada en la ciudad de Floridablanca, Santander según el IDEAM es de 36 °C, la cual será de base para hacer los cálculos de acuerdo con el factor de corrección por temperatura de la tabla 690.31 (A) de la NTC 2050 segunda actualización:

Tabla 690-31.c) Factores de corrección para cables de sistemas fotovoltaicos

Temperatura ambiente °C	Temperatura nominal de los conductores			
	60 °C	75 °C	90 °C	105 °C
30	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35	0,91	0,94	0,96	0,97
36-40	0,82	0,88	0,91	0,93
41-45	0,71	0,82	0,87	0,89
46-50	0,58	0,75	0,82	0,86
51-55	0,41	0,67	0,76	0,82
56-60	—	0,58	0,71	0,77
61-70	—	0,33	0,58	0,68
71-80	—	-	0,41	0,58

Tabla 6. Factores de corrección según la NTC 2050 segunda actualización.

Asimismo, se debe tener presente el factor de corrección por agrupamiento de acuerdo con la tabla 310.15 (8)(3)(a) de la NTC 2050 segunda actualización para la característica específica de los conductores en dueto y lo especificado en la sección 392 de la NTC 2050 segunda actualización para la característica específica de la instalación en bandeja portacables).

Con el valor obtenido de la corriente que deberá soportar el conductor, los factores de corrección por temperatura, de agrupamiento y la ampacidad de conductores presentada en la tabla 310.15 (8)(16) a 90 °C se selecciona un conductor calibre 4 mm², el cual cumple con la necesidad de corriente y la caída de tensión.

Calculo Ampacidad Circuitos AC: La corriente de los conductores en AC se calcula según la sección 310 de la NTC 2050 segunda actualización, estos conductores irán dentro del cuarto técnico por medio de tubería metálica. En la carpeta de Anexo "ANEXO P- CÁLCULO DE REGULACIÓN", se muestra la selección de los conductores para la capacidad de corriente del circuito.

l) Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.

El sistema de montaje debe cubrir un desempeño y vida útil igual al de los módulos e inversores (25 años) y debe contar con las certificaciones correspondiente para su uso. El material idóneo para construir los diferentes perfiles para el montaje deberá tener alta resistencia a la corrosión y con accesorios en acero inoxidable y de tener los certificados correspondientes para esfuerzos, continuidad, rigidez, entre otros más.

La estructura para instalar es suministrada por los fabricantes ALURACK. Esta estructura cuenta con la certificación UL2703 y ASTM 8 221 de 2008 y está regida su fabricación bajo la norma ANSI 35.2. La está fabricada en Aluminio 6005 con tratamiento térmico T6 y es totalmente apta para resistir la vida útil del proyecto solar fotovoltaico.

Entre los diferentes elementos se tienen gráficamente:



Imagen 4. Elementos de la estructura ALURACK.

La estructura cuenta con un sistema capaz de equipotencializar los módulos fotovoltaicos gracias a su pin de cobre en los Eclamp y Mclamp que genera continuidad entre ellos y para luego, mediante los Ground-Clamp se hace la continuidad entre rieles para la puesta a tierra de todo el conjunto de la estructura. Ver plano de instalación del sistema fotovoltaico.

m) Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.

El cálculo y coordinación de protecciones realizado establece los valores para las protecciones del sistema eléctrico y la curva de coordinación se anexa en la carpeta Anexos "ANEXO M- CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES".

En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.

En caso de existir una sobrecorriente, este sistema no sería capaz de aportar más de su corriente nominal, por lo que se puede omitir este ítem; además, los inversores cuentan con un esquema de protecciones que en caso de existir sobre o sub-tensiones o bien sobre o sub-frecuencias (características cuando se presenta una sobre corriente por falla), desconecta y aísla el equipo del sistema. Esta información se encuentra más detallada en los certificados del equipo.

n) Cálculos de canalizaciones (tubo, duetos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).

Tanto para canalizaciones exteriores, como interiores, se debe cumplir que el porcentaje de área de ocupación utilizado de la misma no debe superar el 40%. Este cálculo de canalización se encuentra en la Tabla 7 que se muestra a continuación:

RED	TRAMO		DETALLE DE LA RED				CTOS PARALELO	CORAZA	Seccion transversal de la coraza	Sumatoria de las secciones transversales del cable	Porcentaje de ocupación
	Inicio	Fin	CONDUCTOR	No. conductores	CALIBRE	AREA (mm2)					
2x4mm^2 F + 1x12Cu T	Arreglo de paneles	Caja de paso	FASE	2	4mm^2	13.1	2	1"	551.5	52.30	12.6
			NEUTRO								
			TIERRA	1	12	8.6				17.2	

RED	TRAMO		DETALLE DE LA RED				CTOS PARALELO	TUBERIA	Seccion transversal del tubo	Sumatoria de las secciones transversales del cable	Porcentaje de ocupación
	Inicio	Fin	CONDUCTOR	No. conductores	CALIBRE	AREA (mm2)					
2x4mm^2 F + 1x12Cu T	Caja de paso	Tablero DC	FASE	2	4mm^2	13.1	2	1"	870.9	52.30	8.0
			NEUTRO								
			TIERRA	1	12	8.6				17.2	

RED	TRAMO		DETALLE DE LA RED				CTOS PARALELO	TUBERIA	Seccion transversal del tubo	Sumatoria de las secciones transversales del cable	Porcentaje de ocupación
	Inicio	Fin	CONDUCTOR	No. conductores	CALIBRE	AREA (mm2)					
2x4mm^2 F + 1x12Cu T	Tablero DC	Caja de paso	FASE	2	4mm^2	13.1	2	1"	870.9	52.30	8.0
			NEUTRO								
			TIERRA	1	12	8.6				17.2	

RED	TRAMO		DETALLE DE LA RED				CTOS PARALELO	CORAZA	Seccion transversal de la coraza	Sumatoria de las secciones transversales del cable	Porcentaje de ocupación
	Inicio	Fin	CONDUCTOR	No. conductores	CALIBRE	AREA (mm2)					
2x4mm^2 F + 1x12Cu T	Caja de paso	Inversor	FASE	2	4mm^2	13.1	2	1"	551.5	52.30	12.6
			NEUTRO								
			TIERRA	1	12	8.6				17.2	

RED	TRAMO		DETALLE DE LA RED				CTOS PARALELO	CORAZA	Seccion transversal de la coraza	Sumatoria de las secciones transversales del cable	Porcentaje de ocupación
	Inicio	Fin	CONDUCTOR	No. conductores	CALIBRE	AREA (mm2)					
2x4mm^2 F + 1x12Cu T	Inversor	Caja de paso	FASE	2	4mm^2	13.1	2	1"	551.5	52.30	12.6
			NEUTRO								
			TIERRA	1	12	8.6				17.2	

RED	TRAMO		DETALLE DE LA RED				CTOS PARALELO	TUBERÍA	Seccion transversal del tubo	Sumatoria de las secciones transversales del cable	Porcentaje de ocupación
	Inicio	Fin	CONDUCTOR	No. conductores	CALIBRE	AREA (mm2)					
2X6Cu F + 1X10Cu T	Caja de paso	Tablero General	FASE	2	6	13.3	2	1"	870.9	53.20	7.3
			NEUTRO								
			TIERRA	1	10	5.3				10.52	

Tabla 7. Cálculo de llenado de ductos.

o) Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

El cálculo de las pérdidas relacionadas al dimensionamiento se encuentra en la carpeta de Anexo "ANEXO O- CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA".

p) Cálculos de regulación.

La regulación es la disminución de tensión en un circuito debido a la resistencia que tiene todo conductor. La caída de tensión máxima no puede sobrepasar el 3% entre los conductores alimentadores y el tomacorriente más alejado y el 5% entre los alimentadores y circuitos ramales al tomacorriente más alejado. (NTC 2050 artículo 210-19 a) 4) y la nota 2 del artículo 215-2 b)).

Los cálculos de regulación para los diferentes tramos en el proyecto se pueden visualizar en la como se muestra en la carpeta de Anexo "ANEXO P- CÁLCULO DE REGULACIÓN".

q) Clasificación de áreas

No se presenta clasificación de áreas.

r) Elaboración de diagramas unifilares

En la carpeta Anexos "UNIFILAR" se incluyen los planos de diseño y construcción para el proyecto.

s) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción

En la carpeta Anexos "PLANO DE DISEÑO" se incluyen los planos de diseño y construcción para el proyecto.

t) Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.

En la carpeta Anexos "PLANO DE DISEÑO" se incluyen los planos de diseño y construcción para el proyecto.

u) Indicar las distancias de seguridad requeridas.

Las distancias mínimas de seguridad cumplen una doble función:

- Limitar la posibilidad de contacto entre personas y circuitos o equipos.
- Impedir que las instalaciones de un distribuidor entren en contacto con las instalaciones de otro o con la propiedad pública o privada.

Según RETIE Artículo 13. Distancias de seguridad, ítem 13.4 Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas "j". Distancia mínima de aproximación a equipos energizados. Estas distancias son barreras que buscan prevenir lesiones al trabajador y son básicas para la seguridad eléctrica", en las siguientes tablas:

Tomada del RETIE (tabla 13.7)

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV – 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV – 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV – 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV – 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV – 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Tabla 8. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna.

Fuente: RETIE 2013.

Tomada del RETIE (tabla 13.8)

Tensión nominal	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
100 V – 300 V	3,0 m	1,0 m	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 1 kV	3,0 m	1,0 m	0,3 m	25 mm
1,1 kV – 5 kV	3,0 m	1,5 m	0,5 m	0,1 m
5,1 kV – 15 kV	3,0 m	1,5 m	0,7 m	0,2 m
15,1 kV – 45 kV	3,0 m	2,5 m	0,8 m	0,4 m
45,1 kV – 75 kV	3,0 m	2,5 m	1,0 m	0,7 m
75,1 kV – 150 kV	3,3 m	3,0 m	1,2 m	1,0 m
150,1 kV – 250 kV	3,6 m	3,6 m	1,6 m	1,5 m
250,1 kV – 500 kV	6,0 m	6,0 m	3,5 m	3,3 m
500,1 kV – 800 kV	8,0 m	8,0 m	5,0 m	5,0 m

Tabla 9. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente continua.

Fuente: RETIE 2013.

En la siguiente imagen se presentan las distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas, imagen extraída del RETIE

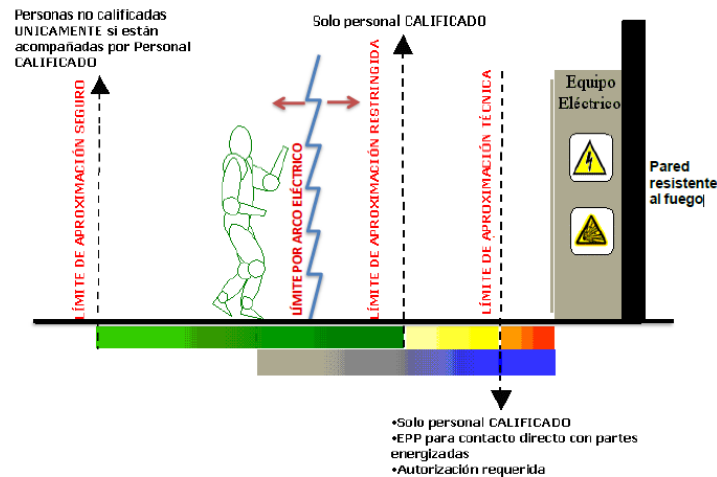


Imagen 5. Límites de aproximación.

Fuente: RETIE 2013.

El proyecto del sistema fotovoltaico del Lote 16-17 del Conjunto Residencial Náutica Bay ubicado en Ruitoque Condominio cumple con las distancias establecidas en el Reglamento técnico vigente.

- v) *Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.*

No aplica para el proyecto.

El diseño eléctrico del proyecto se realizó con base en la normatividad colombiana vigente.

- w) *Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.*

No aplica para el proyecto.



SISTEMA SOLAR - CASA 31 PEÑON DEL LAGO
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
ANEXO J-O-P - CÁLCULO DE REGULACION DC

FIRMA DISEÑADOR: Lina P. Claro R.

MATRICULA PROFESIONAL: SN205-162833

Inversor	String	I _{max} [A]	Longitud [m]	V _{mpp} [V]	#Modulos en serie	V _{mpp} strings[V]	Referencia conductor FV	Resistencia [Ohm/km]	Regulación [%]	P _p [kW]
1	1	13.03	25	43.76	6	262.56	CENTELSA H1Z2Z2-K 1.0 KV AC (1.5 KV DC) 90°C HF FR 4 mm2	4.9408	0.644	0.021
1	1	13.03	35	43.76	6	262.56	CENTELSA H1Z2Z2-K 1.0 KV AC (1.5 KV DC) 90°C HF FR 4 mm3	4.9408	0.901	0.029



SISTEMA SOLAR - CASA 31 PEÑON DEL LAGO
DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
ANEXO J-O-P - CÁLCULO DE REGULACION AC

FIRMA DISEÑADOR: Lina G. Claro R.
MATRICULA PROFESIONAL: SN205-162833

PROYECTO: SISTEMA SOLAR CASA 31 PEÑON DEL LAGO																							
LONGITUDES			CARACTERISTICAS DE LA CARGA							VALORES NOMINALES			MOMENTO ELÉCTRICO			PÉRDIDAS DE ENERGÍA [%]			REGULACIÓN [%]		CALIBRE Y PROTECCIÓN		
TRAMO		LONG. [m]	P [W]	DEMANDA SISTEMA SOLAR [kVA]	SB FASES	FP	TIPO	MAT.	FS	V	CTE [A]	CAL INICIAL	MOMENTO [kVA*m]	KG	K	R [Ohm/km]	Pp [kW]	Pp [%]	CALCULADA		CONDUCTOR		PROTECCIÓN
																					CALIBRE		
Inicio	Fin																		PARCIAL	TOTAL	FASE	TIERRA	
Inversor	Tablero General	3	9000	10.0	FFN	0.9	Circuito ramal	Cu (BT)	1	208	27.757	Cu 6	30	138.86	0.0032	1.61	0.011	0.124	0.096	0.096	Cu 6	Cu 10	2x50

ANEXO ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

Para realizar el análisis del nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos se usarán los parámetros establecidos en la NTC 4552.

Como primera medida se evalúa el indicador de parámetros del rayo, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Indicador de parámetros del rayo

Densidad de descargas a tierra [Descargas/km ² - año]	Corriente pico absoluta promedio [kA]		
	40 ≤ I _{abs}	20 ≤ I _{abs} < 40	I _{abs} < 20
30 ≤ DDT			
15 ≤ DDT < 30			
5 ≤ DDT < 15			
DDT < 5			

	Severos		Altos
	Medios		Bajos

La Casa 31 del conjunto residencial Peñon del Lago se encuentra ubicado en Ruitoque condominio en el Municipio de Piedecuesta. La densidad de descargas a tierra (DDT) para el municipio de Piedecuesta es de 3.6 y presenta una corriente pico absoluto menor a 20 kA.

Densidad de descargas a tierra [Descargas/km ² - año]	Corriente pico absoluta promedio [kA]		
	40 ≤ I _{abs}	20 ≤ I _{abs} < 40	I _{abs} < 20
30 ≤ DDT			
15 ≤ DDT < 30			
5 ≤ DDT < 15			
DDT < 5			

	Severos		Altos
	Medios		Bajos

Por consiguiente, el indicador de parámetros de rayo será **bajo**.

Ahora se procede a evaluar el indicador de gravedad a partir de la siguiente ecuación:

$$I_G = I_{USO} + I_T + I_{AA}$$

en donde

- I_{USO} = Subindicador relacionado con el uso de la estructura
 I_T = Subindicador relacionado con el tipo de estructura
 I_{AA} = Subindicador relacionado con la altura y el área de la estructura

A partir de las siguientes tablas se da valor a las variables de la ecuación:

Subindicador relacionado con el uso de estructura

Clasificación de estructuras	Ejemplos de estructuras	Indicador
A	Teatros, centros educativos, iglesias, supermercados, centros comerciales, áreas deportivas al aire libre, parques de diversión, aeropuertos, hospitales, prisiones	40
B	Edificios de oficinas, hoteles, viviendas, grandes industrias, áreas deportivas cubiertas	30
C	Pequeñas y medianas industrias, museos, bibliotecas, sitios históricos y arqueológicos	20
D	Estructuras no habitadas	0

$$I_{USO} = 30$$

Subindicador relacionado con el tipo de estructura

Tipo de estructura	Indicador
No metálica	40
Mixta	20
Metálica	0

$$I_T = 20$$

Subindicador relacionado con la altura y el área de estructura

Altura y área de la estructura	Indicador
Área menor a 900 m ²	5
Altura menor a 25 m	20
Altura mayor o igual a 25 m	10
Área mayor o igual a 900 m ²	20
Altura menor a 25 m	10
Altura mayor o igual a 25 m	20

$$I_{AA} = 5$$

El indicador de gravedad será:

$$I_G = 30 + 20 + 5 = 55$$

Indicador de gravedad

Resultado de la suma de subindicadores de estructura	Indicador de Gravedad
0 a 35	Leve
36 a 50	Baja
51 a 65	Media
66 a 80	Alta
81 a 100	Severa

A partir de los valores obtenidos previamente se determina el nivel de riesgo:

Matriz de niveles de riesgo

GRAVEDAD \ PARÁMETROS	Severa	Alta	Media	Baja	Leve
Severo					
Alto					
Medio					
Bajo					

Nivel de Riesgo de la estructura

	ALTO
	MEDIO
	BAJO

En la matriz de riesgos se obtiene un nivel de riesgo **bajo** por lo tanto no se realiza un sistema de protección contra rayos externa.

Lina G. Claro R.

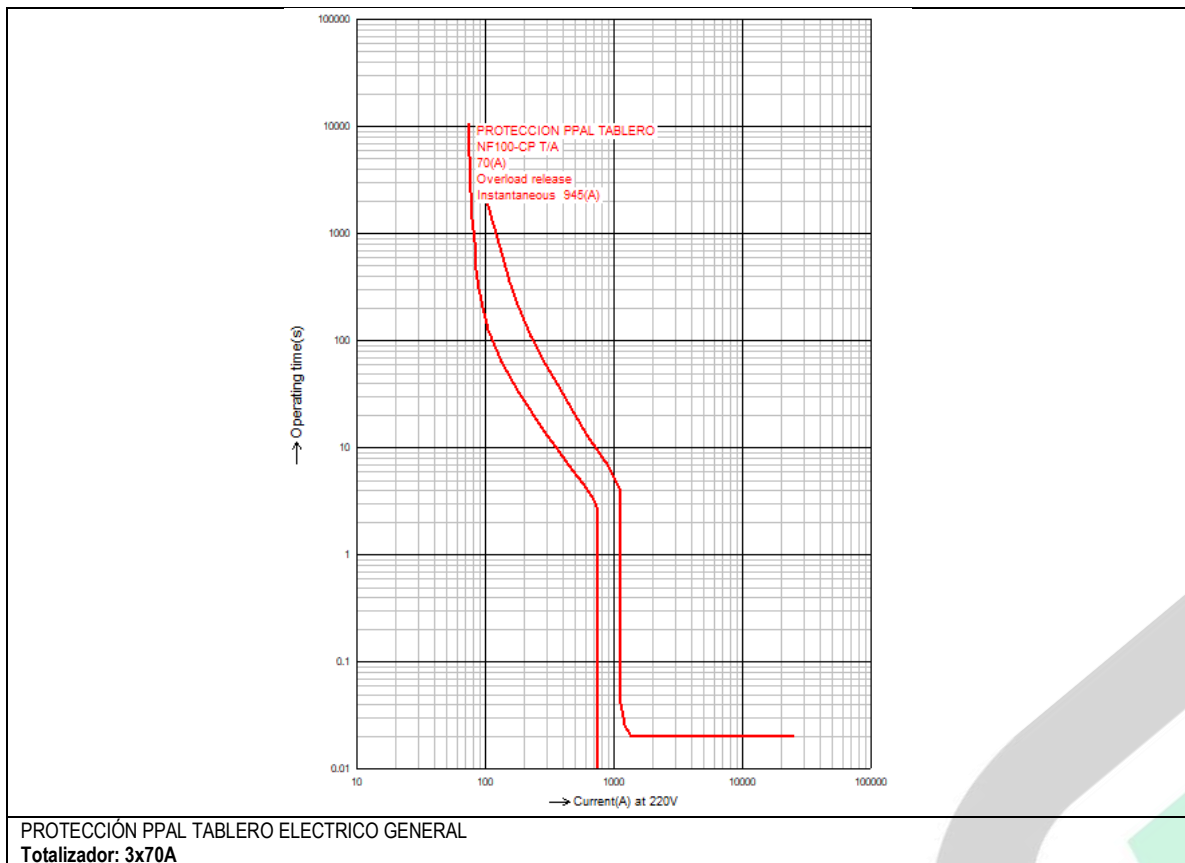
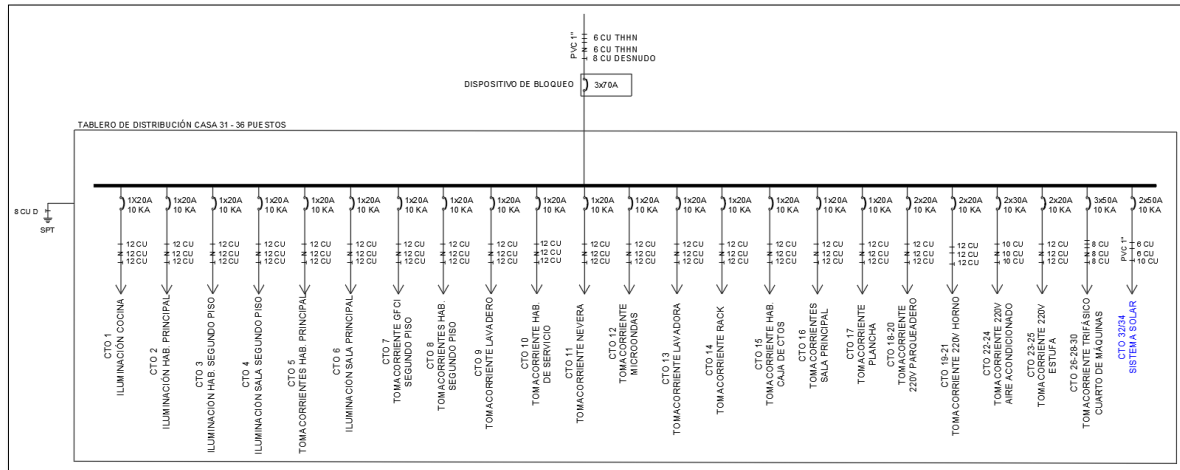
REALIZO: Lina Gabriela Claro Rodríguez

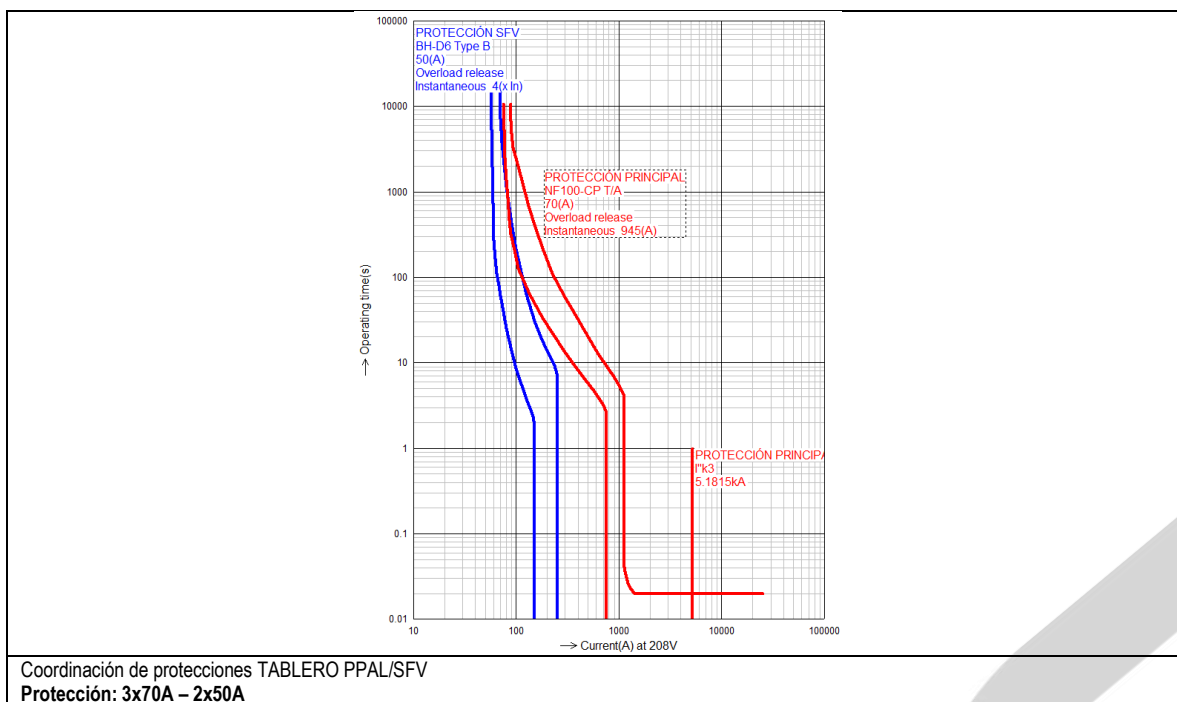
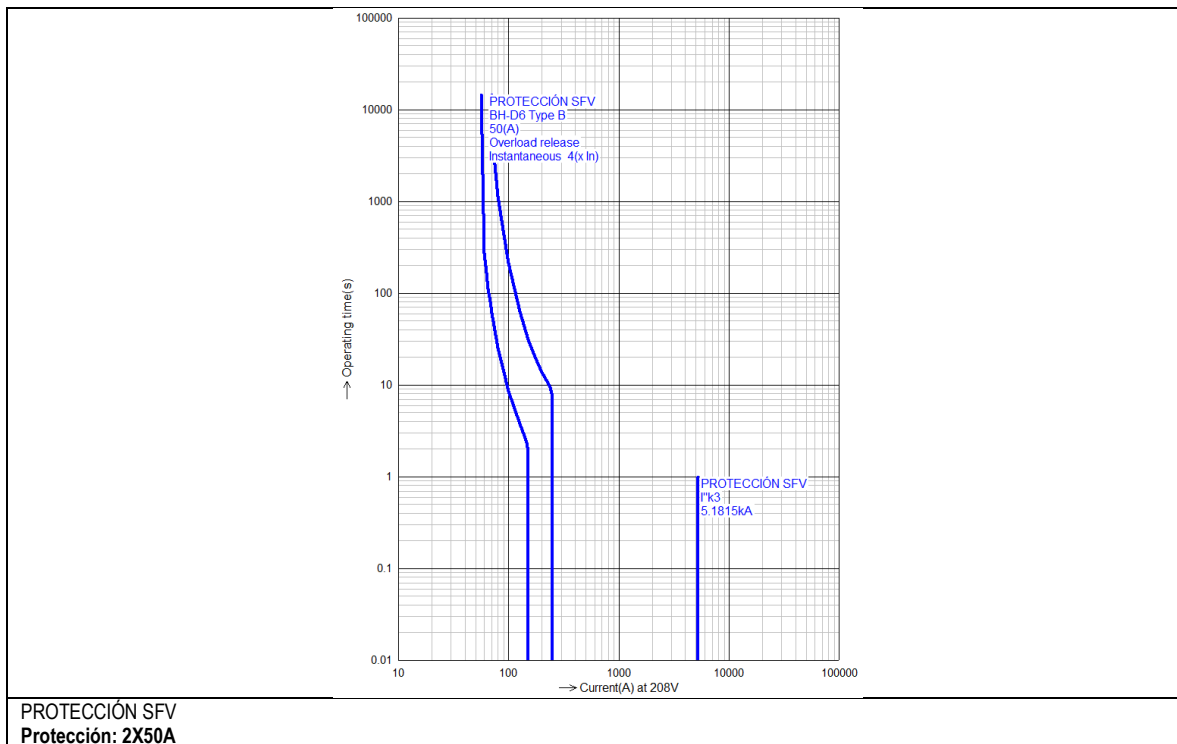
CARGO: Ingeniera electricista

MATRICULA PROFESIONAL: SN 205-162833

ANEXO M. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES

La coordinación de protecciones de este proyecto se realizó utilizando el software de cálculo de protecciones MELSHORT_2.







PROYECTO: SISTEMA SOLAR CASA 31 PEÑON DEL LAGO

MATRIZ DE RIESGO

RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCIÓN		por		ARCOS ELÉCTRICOS		(al) o (en)		EQUIPOS Y RED DE BT		
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO O CAUSA				FUENTE		
POTENCIAL		X	REAL				FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa	
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5						
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4						
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3						
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	X					
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	X					

Evaluador: ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ M.P.: SN205-162833 Fecha: 1/10/2023

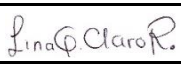
Lina G. Claro R.

POSIBLES CAUSAS	Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E2	BAJO
	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	El líder del trabajo debe verificar: ¿Qué puede salir mal o fallar? ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?		

MATRIZ DE RIESGO

RIESGO A EVALUAR		ELECTROCUCIÓN O QUEMADURA EVENTO O EFECTO		por CONTACTO DIRECTO (al) o (en) FACTOR DE RIESGO O CAUSA		EQUIPOS Y RED DE BT FUENTE				
POTENCIAL		X	REAL	FRECUENCIA						
						E	D	C	B	A
CONSUELOS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5					
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	X				
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3					
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	X				
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	X				

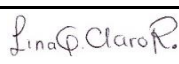
Evaluador: ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ M.P.: SN205-162833 Fecha: 1/10/2023


POSIBLES CAUSAS	Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E4	MEDIO
	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.		

MATRIZ DE RIESGO

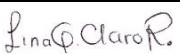
RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCIÓN O QUEMADURA EVENTO O EFECTO		por CONTACTO INDIRECTO (al) o (en) FACTOR DE RIESGO O CAUSA		EQUIPOS Y RED DE BT FUENTE					
	POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA					
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
C O N S E C U E N C I A S	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4					
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3					
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	X				
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	X				

Evaluador: ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ M.P.: SN205-162833 Fecha: 1/10/2023


POSIBLES CAUSAS	Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E2	BAJO
	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	El líder del trabajo debe verificar: ¿Qué puede salir mal o fallar? ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?		

MATRIZ DE RIESGO

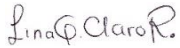
RIESGO A EVALUAR		QUEMADURAS		por		CORTOCIRCUITO		(al) o (en)		EQUIPOS Y RED DE BT	
		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO O CAUSA		FUENTE					
		POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA					
						E	D	C	B	A	
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa	
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5						
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	X					
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3						
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	X					
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	X					
Evaluador:		ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ				M.P:		SN205-162833		Fecha: 1/10/2023	
											

POSIBLES CAUSAS	Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E4	MEDIO
	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.		



MATRIZ DE RIESGO

RIESGO A EVALUAR	QUEMADURAS		por		RAYOS		(al) o (en)		EQUIPOS Y RED DE BT		
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO O CAUSA				FUENTE		
CONSECUENCIAS	POTENCIAL	X	REAL				FRECUENCIA				
							E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa			No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5		X				
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4						
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3						
Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2		X					
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1		X					
Evaluador: ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ M.P.: SN205-162833 Fecha: 1/10/2023 											

POSIBLES CAUSAS	Fallas en: el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E5	MEDIO
	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.		

MATRIZ DE RIESGO

RIESGO A EVALUAR		DAÑO DE EQUIPOS		por		SOBRECARGA		(al) o (en)		EQUIPOS Y RED DE BT	
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO O CAUSA				FUENTE	
POTENCIAL		X	REAL				FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa	
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5						
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4						
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3						
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	X					
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	X					

Evaluador: ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ
 M.P.: SN205-162833
 Fecha: 1/10/2023

Lina G. Claro R.

POSIBLES CAUSAS	Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Uso de Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E2	BAJO
	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	El líder del trabajo debe verificar: ¿Qué puede salir mal o fallar? ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?		



PROYECTO: SISTEMA SOLAR CASA 31 PEÑON DEL LAGO

MATRIZ DE RIESGO

RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCIÓN		por		TENSIÓN DE CONTACTO		(al) o (en)		EQUIPOS Y RED DE BT		
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO O CAUSA				FUENTE		
POTENCIAL		X	REAL				FRECUENCIA				
							E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa			No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5						
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	X					
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3						
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	X					
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1						

Evaluador: ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ M.P.: SN205-162833 Fecha: 1/10/2023

Lina G. Claro R.

POSIBLES CAUSAS	Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E4	MEDIO
	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.		



PROYECTO: SISTEMA SOLAR CASA 31 PEÑON DEL LAGO

MATRIZ DE RIESGO

RIESGO A EVALUAR	ELECTROCUCIÓN		por		TENSIÓN DE PASO		(al) o (en)		EQUIPOS Y RED DE BT		
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO O CAUSA				FUENTE		
POTENCIAL		X	REAL				FRECUENCIA				
							E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa			No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5						
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4						
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	X					
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2						
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	X					

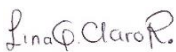
Evaluador: ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ M.P.: SN205-162833 Fecha: 1/10/2023

Lina G. Claro R.

POSIBLES CAUSAS	Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla,
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E3	MEDIO
	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.		

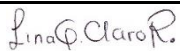
MATRIZ DE RIESGO

RIESGO A EVALUAR		ELECTROCUCIÓN		por		ELECTRICIDAD ESTÁTICA		(al) o (en)		EQUIPOS Y RED DE BT	
		EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO O CAUSA				FUENTE	
		POTENCIAL	X	REAL		FRECUECIA					
							E	D	C	B	A
		En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
C O N S E C U E N C I A S	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5						
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4						
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3						
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2						
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	X					
Evaluador: <u>ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ</u> M.P.: <u>SN205-162833</u> Fecha: <u>1/10/2023</u> 											

POSIBLES CAUSAS	Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E1	MUY BAJO
	Vigilar posibles cambios		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	No afecta la secuencia de las actividades.		

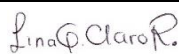
MATRIZ DE RIESGO

RIESGO A EVALUAR	DAÑO DE EQUIPOS		por EQUIPO DEFECTUOSO (al) o (en)		EQUIPOS Y RED DE BT				
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO O CAUSA		FUENTE				
	POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
					E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
C O N S E C U E N C I A S	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5				
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4				
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3				
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2				
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	X			
Evaluador: ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ M.P.: SN205-162833 Fecha: 1/10/2023 									

POSIBLES CAUSAS	Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E1	MUY BAJO
	Vigilar posibles cambios		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	No afecta la secuencia de las actividades.		

MATRIZ DE RIESGO

RIESGO A EVALUAR	AUSENCIA DE ENERGÍA		por		AUSENCIA DE ELECTRICIDAD		(al) o (en)		EQUIPOS Y RED DE BT		
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO O CAUSA				FUENTE		
CONSECUENCIAS	POTENCIAL	X	REAL				FRECUENCIA				
							E	D	C	B	A
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa			No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces al año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5						
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores. Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4						
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3						
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2						
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1		X					
Evaluador: ING. LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ M.P.: SN205-162833 Fecha: 1/10/2023 											

POSIBLES CAUSAS	Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN	Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.

DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	NIVEL DE RIESGO	E1	MUY BAJO
	Vigilar posibles cambios		
PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS	No afecta la secuencia de las actividades.		

DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA SOLAR CASA 31 PEÑON DEL LAGO

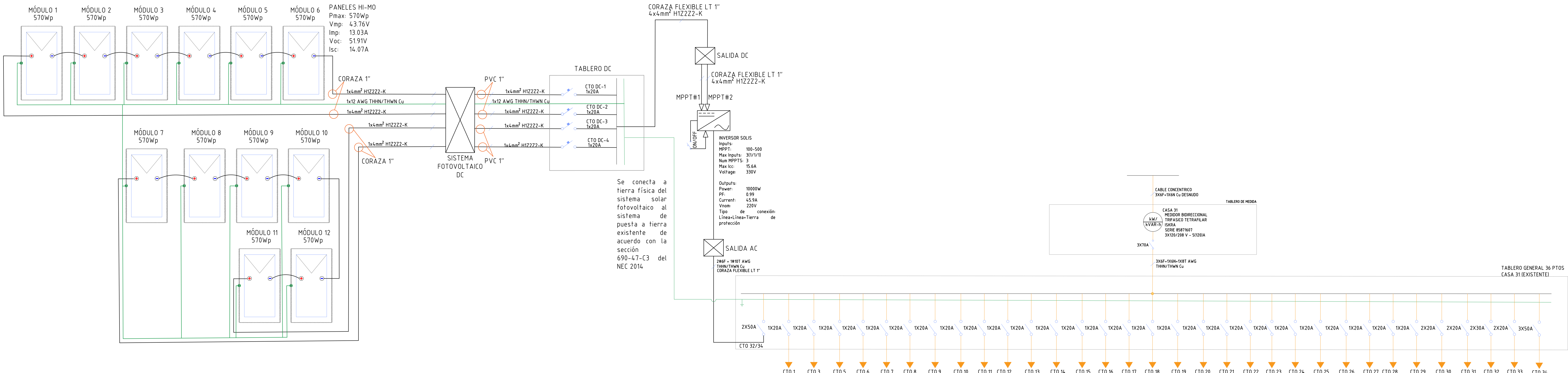
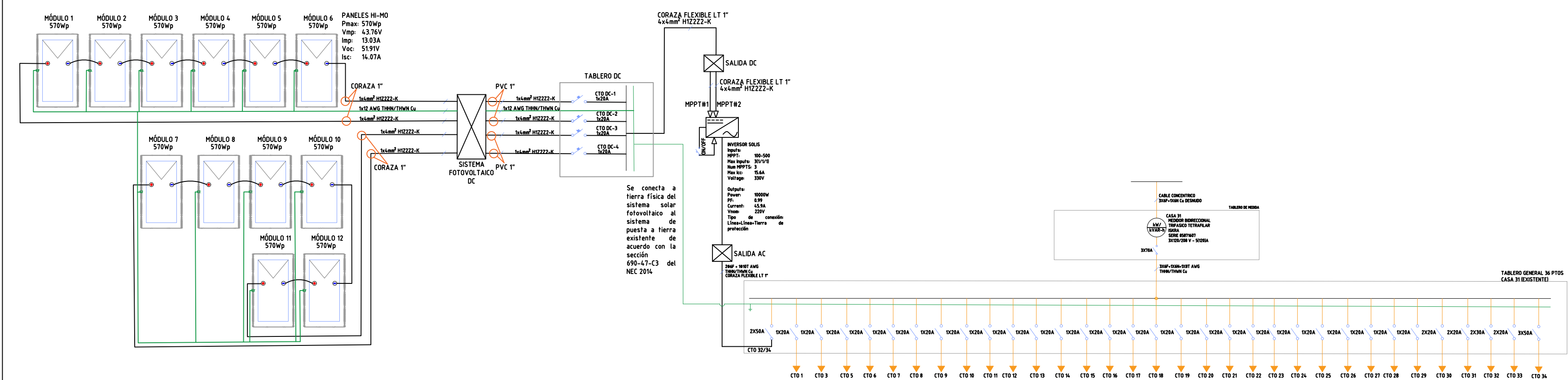
[illegible]

DIAGRAMA UNIFILAR



CÁLCULO DE REGULACIÓN DC

greenpower®

SISTEMA SOLAR - CASA 31 PEÑON DEL LAGO

DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

ANEXO J-O-P - CÁLCULO DE REGULACION DC

FIRMA DISEÑADOR:

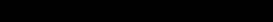
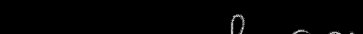
Lina P. Claro R.

MATRICULA PROFESIONAL :

SN205-162833

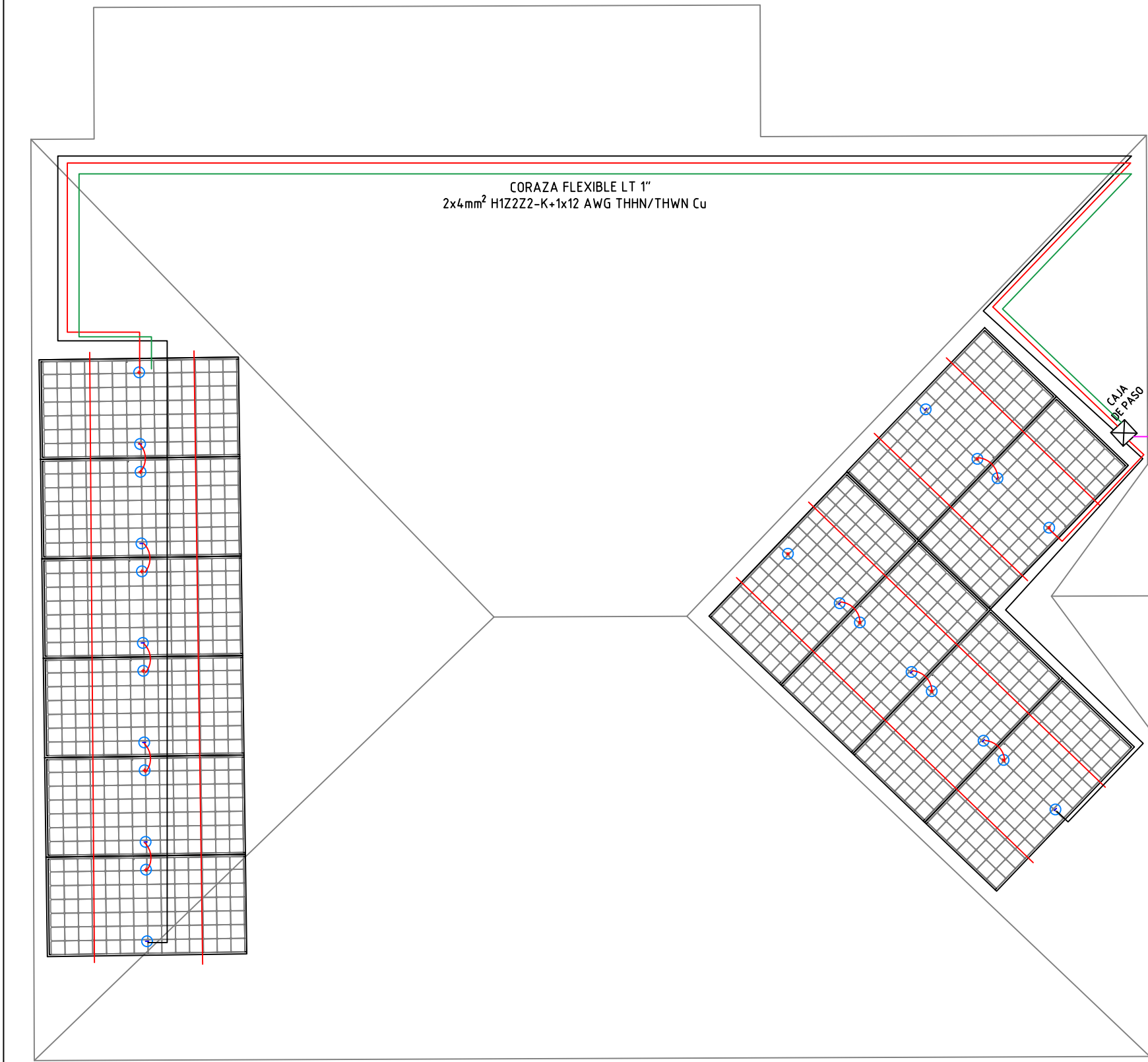
Inversor	String	I _{max} [A]	Longitud [m]	V _{mpp} [V]	#Modulos en serie	V _{mpp} strings[V]	Referencia conductor FV	Resistencia [Ohm/km]	Regulación [%]	P _p [kW]
1	1	13.03	25	43.76	6	262.56	CENTELSA H1Z2Z2-K 1.0 KV AC (1.5 KV DC) 90°C HF FR 4 mm2	4.9408	0.644	0.021
1	1	13.03	35	43.76	6	262.56	CENTELSA H1Z2Z2-K 1.0 KV AC (1.5 KV DC) 90°C HF FR 4 mm3	4.9408	0.901	0.029

CÁLCULO DE REGULACIÓN AC

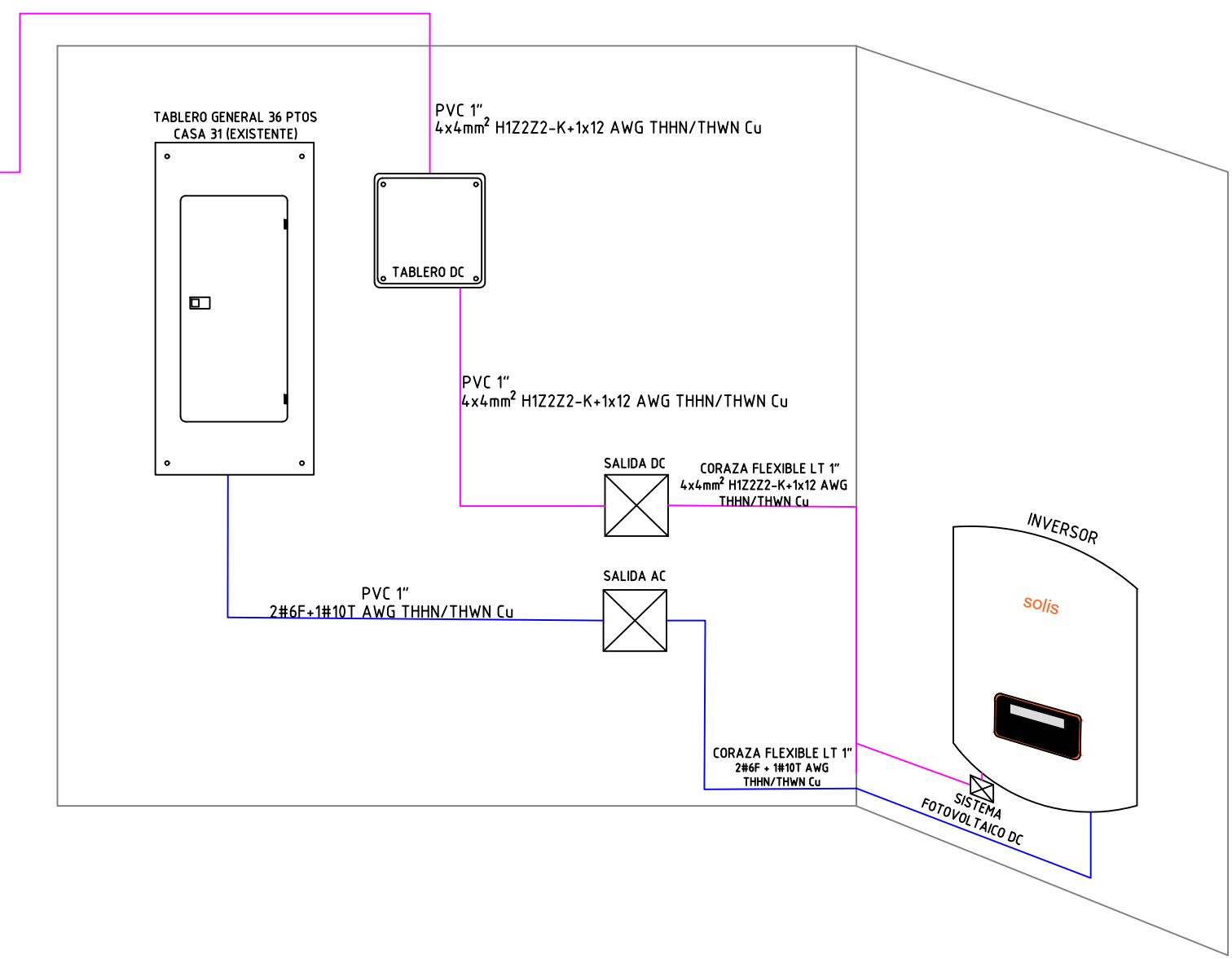
		SISTEMA SOLAR - CASA 31 PEÑON DEL LAGO DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS ANEXO J-O-P - CÁLCULO DE REGULACION AC														FIRMA DISEÑADOR:  MATRICULA PROFESIONAL: SN205-162833								
PROYECTO:		SISTEMA SOLAR CASA 31 PEÑON DEL LAGO																						
LONGITUDES				CARACTERISTICAS DE LA CARGA							VALORES NOMINALES			MOMENTO ELÉCTRICO			PÉRDIDAS DE ENERGÍA [%]			REGULACIÓN [%]		CALIBRE Y PROTECCIÓN		
TRAMO		LONG. [m]	P [W]	DEMANDA SISTEMA SOLAR [kVA]	SB FASES	FP	TIPO	MAT.	FS	V	CTE [A]	CAL INICIAL	MOMENTO [kVA*m]	KG	K	R [Ohm/km]	Pp [kW]	Pp [%]	CALCULADA		CONDUCTOR		PROTECCIÓN	
Inicio	Fin																		PARCIAL	TOTAL	FASE	TIERRA		
Inversor	Tablero General	3	9000	10.0	FFN	0.9	Circuito ramal	Cu (BT)	1	208	27.757	Cu 6	30	138.86	0.0032	1.61	0.011	0.124	0.096	0.096	Cu 6	Cu 10	2x50	

LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS EN VISTA SUPERIOR Y VISTA FRONTAL DE CUARTO ELÉCTRICO

VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL CUARTO ELÉCTRICO



UBICACIÓN DEL PROYECTO



CONVENCIONES		CONVENCIONES		CONVENCIONES		OBSERVACIONES		RESUMEN DEL PROYECTO		Presenta: LINA GABRIELA CLARO RODRIGUEZ M.P. SN205-162833			
SÍMBOLO	DESCRIPCION	SÍMBOLO	DESCRIPCION	SÍMBOLO	DESCRIPCION	1. LAS PROTECCIONES DC DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO SON DOS FUSIBLE DE 1X20A. 2. LA PROTECCIÓN AC DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO ES DE 2X50A. 3. USO DE CORAZA FLEXIBLE LT 1".		PANELES SOLARES		Propietario: LUIS FERNANDO RANGEL QUIÑÓNEZ			
	PANEL SOLAR							NUMERO DE PANELES: 12		Proyecto: CASA 31 CONJUNTO RESIDENCIAL PEÑON DEL LAGO			
	MEDIDOR BIDIRECCIONAL							CAPACIDAD: 570 W		Direccion: PEÑON DEL LAGO RUITOQUE CONDOMINIO			
	PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA							MARCA: LONGI		Contiene: SISTEMA SOLAR			
	INVERSOR							REFERENCIA: HI-MO LR5-72HPH-540M		Diseño: LINA GABRIELA CLARO R. Fecha: OCTUBRE-2023			
	TABLERO GENERAL 36P							INVERSOR		Digitalizado: LINA GABRIELA CLARO R.			
	TABLERO DC							NUMERO DE INVERSORES: 1		Revisó: FERLEIN ARDILA MEDINA Escala:			
	2X4MM2* H1Z2Z2-K + 12T CU AWG							CAPACIDAD: 10 KW		Versión: 01			
	2#6 F +1#10 T CU AWG							MARCA: SOLIS		Aprobación :			
	2#6 F +1#10 T CU AWG							REFERENCIA: SOLIS-1P(7-10)K-4G					
								ESTRUCTURA					
								MATERIAL DE LA ESTRUCTURA: ALUMINIO					
								NUMERO DE ARREGLOS: 2					