



**ALCALDIA MAYOR
BOGOTÁ D.C.**

**Instituto
DESARROLLO URBANO**

**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y
LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,
EN BOGOTÁ D.C.”**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

INF-RSG--CASC-191-22

MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano
**Informe Etapa de Diseños
Componente Redes Secas**

**Informe Sistema solar fotovoltaico interactivo con la red
Estación Victoria**

CONSORCIO CS



CONSORCIO CS

Cal y Mayor
Colombia S.A.S.



Supering
Supervisión e Ingeniería de Proyectos

BOGOTÁ, enero 25 de 2022

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>
--	--	--

PRODUCTO DOCUMENTAL

INF-RSG--CASC-191-22

Informe Etapa Diseño Componente Redes Secas Informe Sistema solar fotovoltaico interactivo con la red Estación Victoria

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	05/01/2022	Versión inicial	20
Versión 01	25/01/2022	Versión 01 - Solución observaciones de interventoría	19

EMPRESA CONTRATISTA

VALIDADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Juan Carlos Echeverry Especialista Redes Secas	Ing. Alexander Uribe Especialista Redes Secas	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
Ing. José Norberto Velandia Especialista en redes eléctricas, gas, teléfono, fibra óptica	Ing. Wilmer Alexander Roza Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2	LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	4
3	NORMATIVIDAD APLICADA	5
4	MEMORIA DE CALCULO.....	6
4.1	IDENTIFICACION DEL PROYECTO.....	6
4.2	DEMANDA DE ENERGIA.....	6
4.3	FUENTE DE IRRADIACION SOLAR.....	7
4.4	CALCULO Y SELECCIÓN DE PANELES	8
4.5	SELECCIÓN DE INVERSORES	9
4.6	CALCULO DE CONDUCTORES.....	9
4.7	CALCULO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELECTRICAS.....	9
4.8	CALCULO DE REGULACION	12
4.9	SISTEMA DE MEDICION	12
4.10	SISTEMA DE COMUNICACION	13
4.11	PLANOS UNIFILARES Y ESQUEMAS	15
4.12	RESUMEN DE CANTIDADES.....	15
4.13	RETORNO DE INVERSION	15
4.14	EMISIONES REDUCIDAS CO2 EN TONELADAS.....	16
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Proyección de energía generada</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 2. Cálculo de conductores</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3. Cálculo de regulación.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 4. Características sistema de medición</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 5. Resumen de cantidades</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 6. Retorno de inversión</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 7. Emisiones reducidas de CO2.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 8. Reducción de huella de carbono.....</i>	<i>18</i>

Tabla de figuras

Figura - 1 - Localización General del Proyecto.....	5
Figura - 2 – Cargas transformador 250 kVA	6
Figura - 3 – Esquemático inversor 50 kW	10
Figura - 4 – Caja de conexiones inversor 50 kW.....	11
Figura - 5 – Modulo de comunicaciones inversor.....	14
Figura - 6 – Diagrama Emisiones CO2 reducidas.....	18

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>
---	--	---

1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene el informe del SSFV interactivo con la red 150 kWp para la estación Victoria como parte de la etapa de diseños del contrato “Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, En Bogotá D.C.”.

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar el diseño del sistema solar fotovoltaico interactivo con la red de 150 kW para la estación Victoria de la futura línea del Cable Aéreo San Cristóbal, ubicado en la cubierta de la estación.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar los cálculos de regulación de tensión para los conductores seleccionados en el diseño del SSFV interactivo con la red.
- Presentar los cálculos de la canalización de los circuitos alimentadores tanto en corriente directa como en corriente alterna.
- Relacionar las características técnicas tanto de los paneles solares diseñados como de los inversores centrales seleccionados.
- Establecer el potencial solar del lugar de instalación del SSFV interactivo con la red de 150 kWp.

2 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto del Cable San Cristóbal se desarrolla en la localidad de San Cristóbal, el cual contemplan dos tramos. El primer tramo inicia desde la estación 20 de Julio ubicada en la Calle 30A sur con carrera quinta y finaliza en la estación motriz ubicada en el barrio la Victoria entre las calles 40 y 41 Sur, y carreras 3A Este y 3C Este. El segundo tramo inicia en la estación motriz y finaliza en la estación retorno, ubicada en el barrio la Altamira en la calle 42B sur y 43A sur, entre las carreras 12A y 12B este.

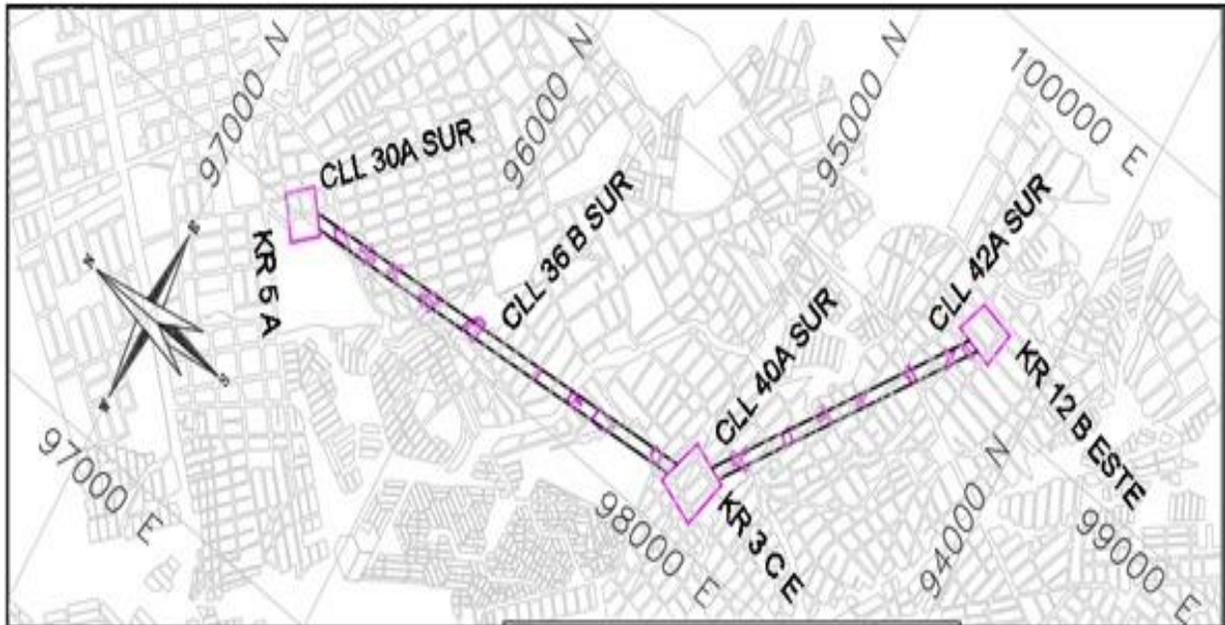


Figura - 1 - Localización General del Proyecto

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

3 **NORMATIVIDAD APLICADA**

- NTC 2050 “Norma Técnica Colombiana”
- Normas ENEL-CODENSA.
- RETIE “Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas”
- Ley 1715

4 MEMORIA DE CALCULO

4.1 IDENTIFICACION DEL PROYECTO

El sistema solar fotovoltaico interactivo con la red de la estación Victoria consta de 345 paneles solares marca Jinko de 535 W cada uno y 3 inversores centrales de 50 kW marca CPS. Se agruparon arreglos de 15 paneles solares que formaron los 23 String distribuidos en los 3 inversores y en los 3 MPPT con los que cuenta cada inversor en su caja de conexiones que permite su conexión al tablero general de distribución. El sistema es interactivo con la red a través de un medidor bidireccional que permitirá su lectura remota.

4.2 DEMANDA DE ENERGIA

El sistema solar fotovoltaico interactivo con la red de 150 kWp tendrá una potencia pico instalada del 60% de la carga total del transformador de 250 kVA instalado en la estación Victoria.

El sistema solar fotovoltaico interactivo con la red de 150 kVA se diseñó teniendo en cuenta la demanda de energía de las cargas asociadas a Transmilenio como se puede observar en la siguiente imagen.

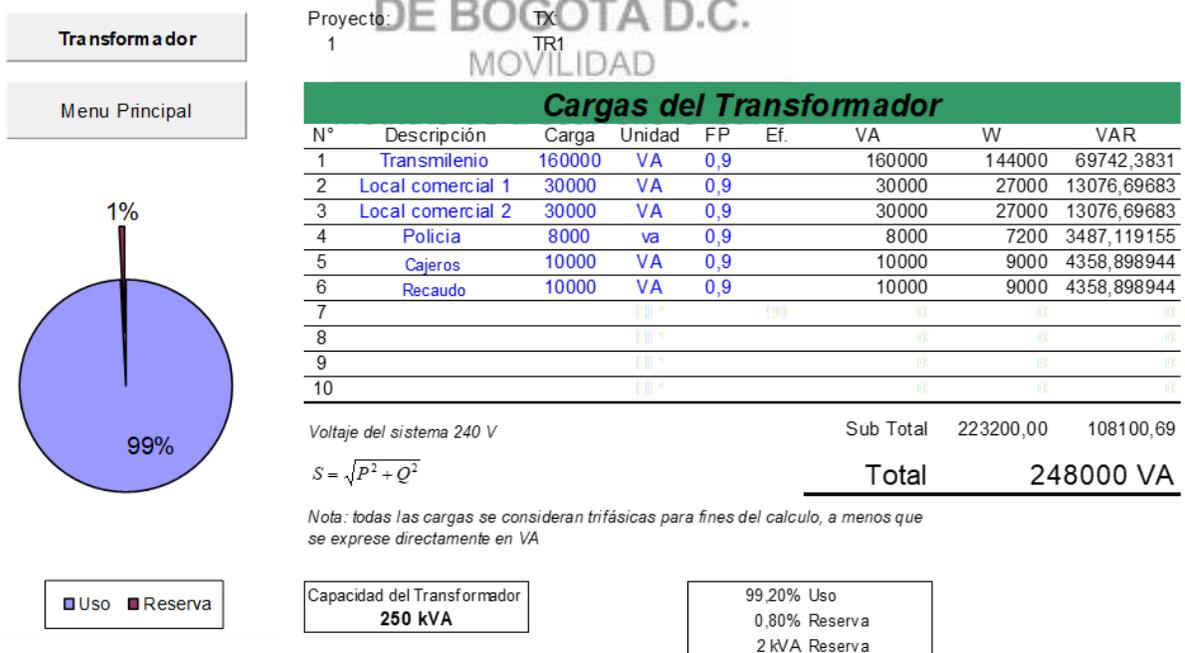


Figura - 2 – Cargas transformador 250 kVA

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

4.3 FUENTE DE IRRADIACION SOLAR

Como fuente para calcular la irradiación solar del lugar de instalación de los paneles solares se empleó la base de datos y mapa del IDEAM-UPME a través del ingreso al link publico <http://atlas.ideam.gov.co/presentacion/> y <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. A continuación, se presentan las proyecciones de energía que se obtuvieron luego de analizar esta herramienta.

Proyección de la energía generada por el sistema para consumo interno por mes (kWh-mes)				
Mes	Horas de sol aprovechables (horas/día)	Potencia (kW)	Días del mes (día/mes)	Energía mes generada (kWh/mes)
Enero	4,5	150	31	20925
Febrero	4,2	150	28	17640
Marzo	4,2	150	31	19530
Abril	3,6	150	30	16200
Mayo	3,5	150	31	16275
Junio	3,6	150	30	16200
Julio	3,7	150	31	17205
Agosto	4,1	150	31	19065
Septiembre	3,9	150	30	17550
Octubre	3,9	150	31	18135
Noviembre	4,0	150	30	18000
Diciembre	4,1	150	31	19065
Total energía generada año				215790

Tabla 1. Proyección de energía generada

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

Como se puede observar en los cuadros anteriores se obtiene un total de energía generada por el sistema solar fotovoltaico de 215.790 kWh-año aproximadamente en condiciones ideales.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

4.4 CALCULO Y SELECCIÓN DE PANELES

Se seleccionaron paneles de la marca Jinko solar de 535 Wp cada uno de la referencia Tiger PRO 72HC Mono-facial que tiene las siguientes características:

Peso: 29 kg

Dimensiones: 2.27*1.13*0.035 m

Tipo de cristal: 3,2 mm, revestimiento antirreflejos, alta transmisión, bajo contenido de hierro, vidrio templado.

Vmp: 40.63 V

Imp: 13.17 A

Voc: 49.34 V

Isc: 13.79 A



Para el sistema solar fotovoltaico se diseñaron 345 paneles con las características mencionadas anteriormente para cada panel arrojando una potencia total de paneles de 184.57 kWp.

$$345 * 535 \text{ Wp} = 184.575 \text{ Wp}$$

Con los 345 paneles se realizaron arreglos de 15 paneles para cada string para un total de 23 strings como se muestra:

$$345 \text{ paneles} / 15 \text{ paneles} = 23 \text{ string}$$

$$15 \text{ paneles} * 49.34 \text{ V} = 750 \text{ V tensión total de cada string}$$

Dado que los paneles se van a conectar en serie la corriente es la misma de un solo panel 13.79 A.

4.5 SELECCIÓN DE INVERSORES

Debido al comportamiento de la curva de demanda se seleccionan 4 inversores centrales de 50 kW 480V 72.2 A en la salida y que cuenta con 3 módulos MPPT y 15 entradas 5 por cada módulo MPPT para la llegada en DC de los paneles solares.

23 string / 3 inversores = 7.66 string repartidos en 2 inversores con 8 string y 1 inversor con 7 string.

Dado que la tensión de salida de los inversores es de 440 V se contará con un transformador baja-baja de 150 kVA 440-208 V para la alimentación del barraje del tablero de distribución principal.

4.6 CALCULO DE CONDUCTORES

Se tienen 23 string de 15 paneles solares en serie por lo cual cada string presenta una corriente total de 13.79 A. El cable a usar en cada uno de los arreglos es cable fotovoltaico PV XLPE 90° 2000 V calibre 12 AWG como se muestra a continuación:

Calibre AWG	Longitud m	Corriente A	Seccion cable mm ²	Resistencia	Tension V	Regulacion %
12	80	9,6	4	0,0053	698	0,291575931

Tabla 2. Cálculo de conductores

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

4.7 CALCULO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES ELECTRICAS

El diagrama esquemático eléctrico básico del inversor CPS de 50 kW se muestra en la figura a continuación. Los circuitos fuente pasan a través de circuitos de protección contra sobretensiones, filtros de ondas DC EMI, y circuitos de refuerzo DC-DC independientes para lograr el punto de máxima potencia seguimiento y aumento de los voltajes a un bus de CC común. El inversor utiliza línea Mediciones de voltaje y frecuencia para sincronizar con la red y convertir la energía fotovoltaica disponible a la alimentación de CA mediante

la inyección de corriente CA trifásica equilibrada a la red eléctrica. Cualquier componente de CA de alta frecuencia se elimina pasando a través de un relé de dos etapas y un filtro de onda EMI para producir alta calidad Alimentación de CA.

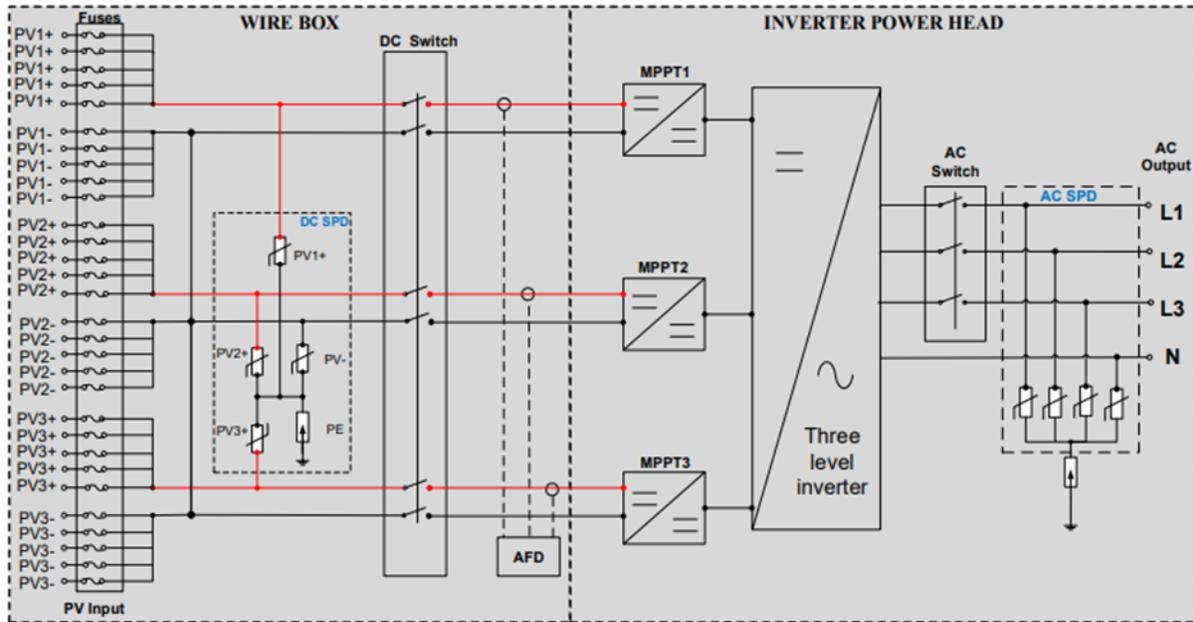


Figura - 3 – Esquemático inversor 50 kW

Fuente – Ficha técnica inversor CPS

Los inversores CPS 50 kW cumplen con todo el esquema de protecciones del estándar para inversores, convertidores, controladores y equipos de sistemas de interconexión para su uso con recursos energéticos distribuidos UL 1741 (UL 1741 SA) / IEEE 1547 y su distribución física se puede observar en la siguiente imagen:

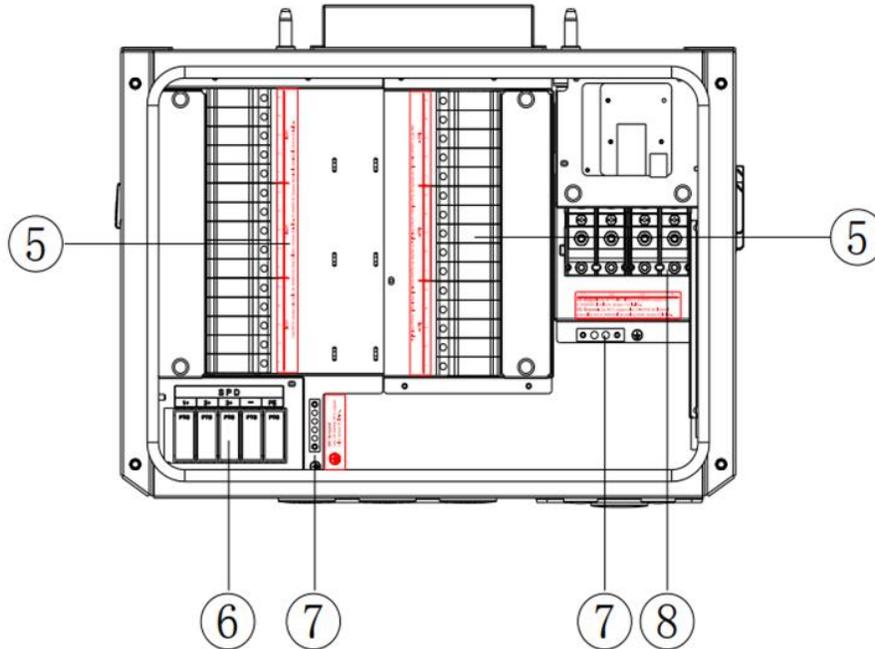


Figura - 4 – Caja de conexiones inversor 50 kW

Fuente – Ficha técnica inversor CPS

- ⑤ Terminal / portafusibles de entrada CC
- ⑥ DC SPD (Dispositivo de protección contra sobretensiones)
- ⑦ Terminal de tierra interno
- ⑧ Bloque de terminales de salida de CA

La caja de conexiones incluye de fabrica portafusibles y fusibles de 15 A para cada uno de los string de los 3 MPPT por lo cual, si la corriente de cada arreglo no excede la corriente de fabrica permitida, estos cumplen con las condiciones técnicas y normativa de funcionamiento. Como se mencionó anteriormente la corriente de cada uno de los 33 string que conforman el SSFV es de 13.79 A por lo cual se tiene:

$$13.79 \text{ A} \times 1,25 \times 1,25 = 21 \text{ A}$$

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>
--	--	--

Como se puede observar, es necesario realizar el cambio de fusible por uno de valor nominal 20 A para soportar la corriente máxima de cada uno de los string.

4.8 CALCULO DE REGULACION

A continuación, se presenta el cálculo de regulación de las acometidas en baja tensión según su ubicación dentro del sistema solar fotovoltaico y como se puede apreciar en el diagrama unifilar y diagrama de conexiones.

CALCULO REGULACION ACOMETIDAS																
ALIMENTADORES		Total Carga kVA	Tension	Servicio	DISTANCIA		MOMENTO kVA-M	K Reg.	REGULACIÓN %		OHM/KM	CABLES EN COBRE			CORRIENTE Amperios	PROTECCIÓN Proteccion
Desde	Hasta				Metros	Momentos			Tramo	Acumulada		Fase	Neutro	Tierra		
Inversores 50 kW	Tablero de conexión 3 inversores de 50 kW	50	440 V	3Ø	10	500	0,000389	0,10	0,10	0,13	4	4	8	66	64-80A	
Tablero de conexión 3 inversores de 50 kW	Transformador 150 kVA	150	440 V	3Ø	40	6000	0,000137	0,82	0,92	0,09	4/0	4/0	6	190	140-200A	
Transformador 150 kVA	Tablero general baja tension 208V	150	208 V	3Ø	20	3000	0,000241	0,72	1,64	1,09	2(4/0)	2(4/0)	2	417	400-500A	

Tabla 3. Cálculo de regulación

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS
Instituto de Desarrollo Urbano

4.9 SISTEMA DE MEDICION

MEDIDA INDIRECTA TIPO INTERIOR

Medidor de energía BIDIRECCIONAL ELSTER A1800 4 puntos de medición Calibrado en los 4 cuadrantes. Burden TC's 2.5 VA Calibración 25% Clase de exactitud 0.5S

MEDIDOR ELECTRONICO	
MEDIDOR ELECTRONICO DE ENERGIA BIDIRECCIONAL	
ACTIVA <small>WATT REACTIVA VARABE</small>	
DEMANDA MAXIMA	
FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	
TENSION DE OPERACION 3x208/120 V.	
CORRIENTE MAXIMA 6 A.	
RANGO DE CORRIENTE 1,5/6 A	

EQUIPO DE MEDIDA INDIRECTA MEDIA TENSION	
TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	
TENSION DE SERVICIO	13,2 kV
TENSION NOMINAL	15 kV
FRECUENCIA	60 Hz.
CLASE	0,5 s.
USO	EXTERIOR
NUMERO DE NUCLEOS	1
CARGA	2,5 - 5 VA
TENSION DE ENSAYO A 60 Hz.	34 kV.
TENSION DE ENSAYO AL IMPULSO	95 kV.
CORRIENTE PRIMARIA	10 A.
CORRIENTE SECUNDARIA	5 A.
CORRIENTE TERMICA <small>Im</small>	12 kA
CORRIENTE DINAMICA <small>Ith</small>	30 kA
FACTOR DE SEGURIDAD	< 5

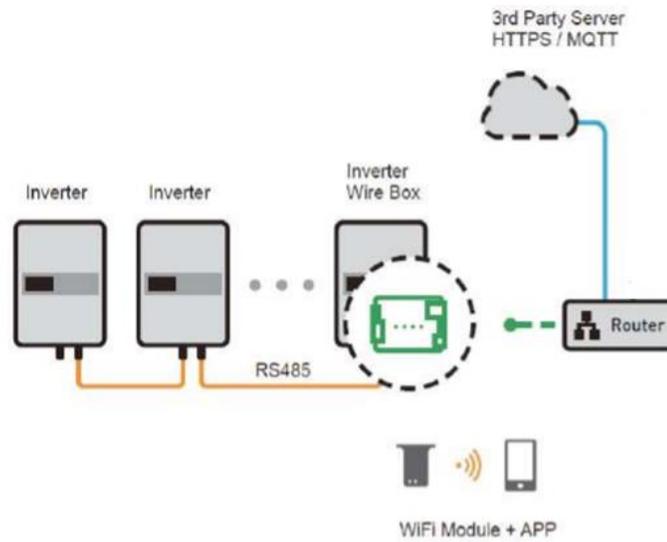
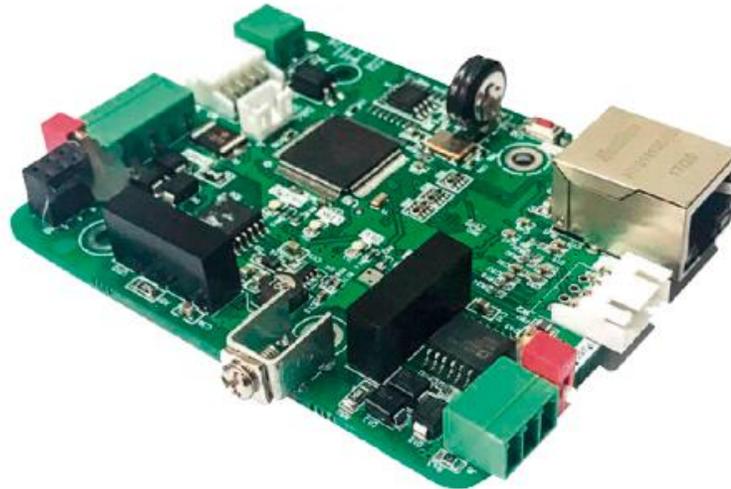
Tabla 4. Características sistema de medición

Fuente: Elaboración propia Consorcio CS

MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

4.10 SISTEMA DE COMUNICACION

Cada uno de los 4 inversores centrales contarán con el CPS Flex Gateway como solución de comunicación y control para los inversores. El gateway es un registrador de datos maestros Modbus y un dispositivo de comunicaciones. Esta solución permite 3 opciones de comunicación: (1) transmisión local de datos Modbus RS485 a soluciones de terceros, (2) comunicaciones basadas en Ethernet para operaciones de servicio CPS, y (3) una conexión programable basada en Ethernet a una ubicación elegida. El Flex Gateway permite la carga remota de firmware.



Flex Gateway Installed in WireBox

Figura - 5 – Modulo de comunicaciones inversor

Fuente – Ficha técnica modulo comunicación CPS

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>
--	--	--

4.11 PLANOS UNIFILARES Y ESQUEMAS

Se adjuntan los siguientes planos:

- Diagrama Unifilar del sistema solar fotovoltaico interactivo con la red
- Diagrama de conexiones solar fotovoltaico interactivo con la red

4.12 RESUMEN DE CANTIDADES

Se presenta un cuadro de resumen de cantidades y especificaciones técnicas de los principales equipos seleccionados para la instalación.

RESUMEN DE CANTIDADES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO		
Equipo o material	Especificaciones generales	Cantidad
Paneles solares	Panel Jinko Solar 535 W Tiger Pro	345
Inversores de corriente	Inversor CPS 50 kW trifásico 480V	3
Conductores	cable fotovoltaico PV XLPE 90° 2000 V calibre 12 AWG	4500
Gabinetes	Gabinete en acero inox con protección IP 68	1
Otros accesorios	Conector MC4 certificado macho-hembra	66
Medidores	Medidor de energía bidireccional con lectura remota	1
Equipos de comunicación	CPS FLEX GATEWAY	1

Tabla 5. Resumen de cantidades
Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

4.13 RETORNO DE INVERSION

Teniendo en cuenta que el ciclo de vida de una planta solar fotovoltaica está alrededor de los 25 años y que su principal componente los módulos fotovoltaicos tienen una degradación de su potencia nominal lineal sobre los 25 años. En la tabla siguiente se muestra la energía que sería generada aproximadamente desde el año 1 hasta el año 25 año teniendo en cuenta las pérdidas inherentes a los sistemas solares fotovoltaicas, con retorno de inversión a partir del año 8 aproximadamente con un costo de kWh aproximado de \$580 para el año 1 y un aumento anual estimado para los años siguientes.

CONCEPTO	VALOR	ENERGIA kWh	ACUMULADO
COSTO INICIAL	\$ 1.024.988.561		
AÑO 1	\$ 112.642.380	194211	-\$ 912.346.181
AÑO 2	\$ 117.663.527	192657	-\$ 794.682.654
AÑO 3	\$ 122.900.503	191104	-\$ 671.782.152
AÑO 4	\$ 128.362.081	189550	-\$ 543.420.071
AÑO 5	\$ 134.057.359	187996	-\$ 409.362.711
AÑO 6	\$ 139.995.768	186443	-\$ 269.366.944
AÑO 7	\$ 146.187.081	184889	-\$ 123.179.863
AÑO 8	\$ 152.641.425	183335	\$ 29.461.562
AÑO 9	\$ 159.369.289	181781	\$ 188.830.851
AÑO 10	\$ 166.381.538	180228	\$ 355.212.389
AÑO 11	\$ 173.689.417	178674	\$ 528.901.806
AÑO 12	\$ 181.304.565	177120	\$ 710.206.371
AÑO 13	\$ 189.239.025	175567	\$ 899.445.397
AÑO 14	\$ 197.505.254	174013	\$ 1.096.950.651
AÑO 15	\$ 206.116.130	172459	\$ 1.303.066.781
AÑO 16	\$ 215.084.967	170906	\$ 1.518.151.748
AÑO 17	\$ 224.425.521	169352	\$ 1.742.577.269
AÑO 18	\$ 234.151.999	167798	\$ 1.976.729.269
AÑO 19	\$ 244.279.073	166245	\$ 2.221.008.342
AÑO 20	\$ 254.821.884	164691	\$ 2.475.830.227
AÑO 21	\$ 265.796.053	163137	\$ 2.741.626.280
AÑO 22	\$ 277.217.689	161584	\$ 3.018.843.969
AÑO 23	\$ 289.103.398	160030	\$ 3.307.947.367
AÑO 24	\$ 301.470.287	158476	\$ 3.609.417.654
AÑO 25	\$ 314.335.975	156922	\$ 3.923.753.628

Tabla 6. Retorno de inversión

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

4.14 EMISIONES REDUCIDAS CO2 EN TONELADAS

El uso continuado de combustibles fósiles genera elevados niveles de dióxido de carbono y contaminación. Esta contaminación por CO2 provoca peligrosos problemas sanitarios y contribuye al cambio climático. El CO2 tiene un impacto nocivo para el medio ambiente ya que modifica los patrones climáticos, eleva el nivel del mar y aumenta el daño ecológico.

La luz solar es gratis, infinita y fácilmente accesible, a diferencia de los combustibles fósiles que deben explotarse, extraerse y transportarse. Estos procesos provocan una importante degradación geológica y ecológica, además de entrañar un riesgo de desastre ecológico como suponen, por ejemplo, los vertidos de petróleo.

Tal como su nombre lo indica el Factor de Emisión del Sistema Interconectado Nacional SIN puede ser empleado para proyectos y mediciones específicas de emisiones de GEI, para estimación de GEI por consumo de energía eléctrica, para calcular inventarios de emisiones de GEI y para calcular la huella de carbono empresarial o corporativa (mediante la cual se cuantifican las emisiones de GEI de una organización y se identifican las acciones específicas con el fin de mejorar la gestión de los GEI). Todo esto en concordancia con lo establecido en la norma ISO 14067, el Protocolo GHG y la cuantificación de emisiones GEI por unidad generada promedio.

EL cálculo de reducción de emisiones se realizó tomando como base el factor de emisiones de 0.380 TonCO₂/MWh adoptado por la UPME.

Años	Energía anual solar kWh	Emisiones reducidas CO ₂ Toneladas
1	194211	75,35
2	192657	74,75
3	191104	74,15
4	189550	73,55
5	187996	72,94
6	186443	72,34
7	184889	71,74
8	183335	71,13
9	181781	70,53
10	180228	69,93
11	178674	69,33
12	177120	68,72
13	175567	68,12
14	174013	67,52
15	172459	66,91
16	170906	66,31
17	169352	65,71
18	167798	65,11
19	166245	64,50
20	164691	63,90
21	163137	63,30
22	161584	62,69
23	160030	62,09
24	158476	61,49
25	156922	60,89
TOTAL	4389169	1703

Tabla 7. Emisiones reducidas de CO₂

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

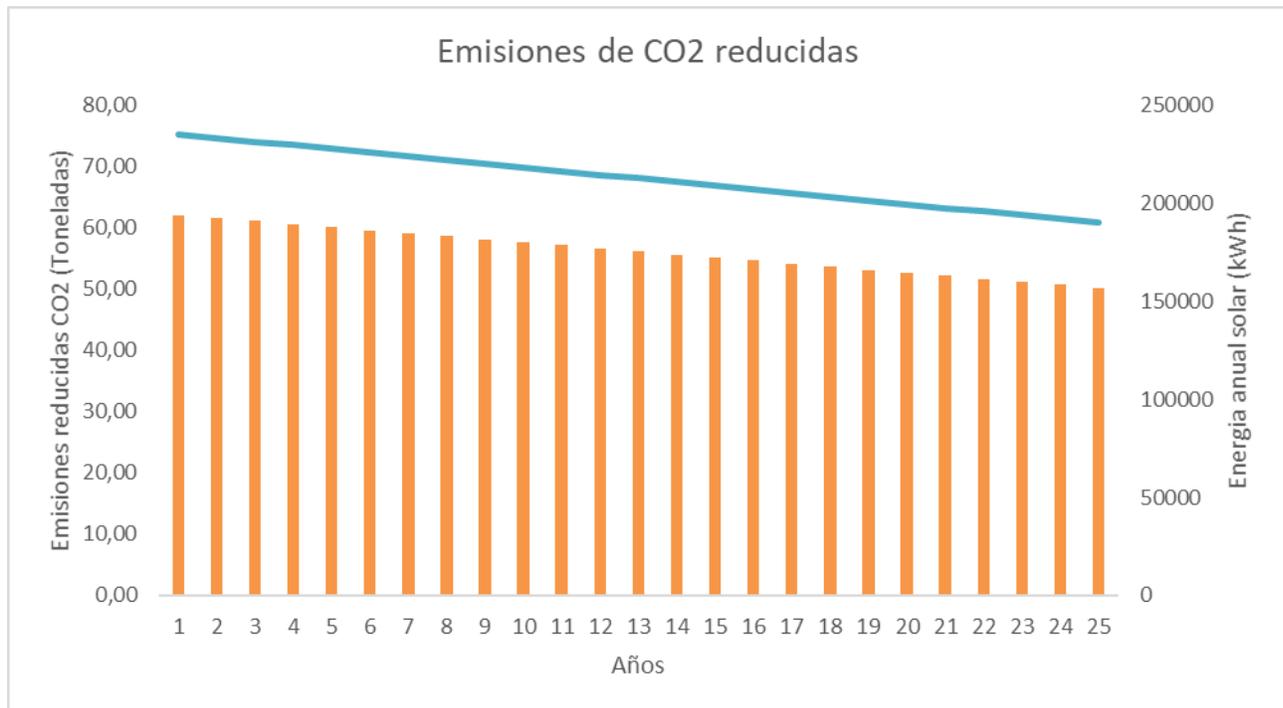


Figura - 6 – Diagrama Emisiones CO2 reducidas

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

Instituto de Desarrollo Urbano

REDUCCIÓN DE HUELLA DE CARBONO

La reducción de la huella de carbono está directamente relacionada con la vida útil del sistema que son 25 años y la generación del sistema fotovoltaico.

Generación Esperada x 25 Años	4.389	MWh
Factor de Emisión CO2	0,37	Tn de CO2 eq/Mwh
Huella de Carbono	1.610	Tn de CO2 eq

Tabla 8. Reducción de huella de carbono

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>
--	--	--

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizaron los cálculos de regulación de tensión para los conductores seleccionados en el diseño del SSFV interactivo con la red cumpliendo con la normatividad vigente.
- En desarrollo del presente documento de desarrollaron los cálculos de la canalización de los circuitos alimentadores tanto en corriente directa como en corriente alterna.
- Se indicaron las características técnicas tanto de los paneles solares diseñados como de los inversores centrales seleccionados.
- Se estableció el potencial solar del lugar de instalación del SSFV interactivo con la red de 150 kWp.

