



FACULTAD DE ESTUDIOS EN AMBIENTES VIRTUALES

MAESTRÍA EN PROYECTOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

TRABAJO DE GRADO

**APLICACIÓN DE ESTRATEGÍAS BIOCLIMÁTICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE FUENTES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ESTACIÓN DE
POLICÍA FLORIDA VALLE DEL CAUCA**

AUTOR

ADRIANA CECILIA RINCÓN MARTÍNEZ

BOGOTÁ, D.C., JUNIO DE 2020



FACULTAD DE ESTUDIOS EN AMBIENTES VIRTUALES

MAESTRÍA EN PROYECTOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

TRABAJO DE GRADO

**APLICACIÓN DE ESTRATEGÍAS BIOCLIMÁTICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE FUENTES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ESTACIÓN DE
POLICÍA FLORIDA VALLE DEL CAUCA**

AUTOR

ADRIANA CECILIA RINCÓN MARTÍNEZ

DIRECTOR

DAGO HERNANDO BEDOYA ORTIZ

BOGOTÁ, D.C., JUNIO DE 2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

AGRADECIMIENTOS

Al pensar a quien agradecer por cada uno de los logros de la vida, las primeras personas que se me vienen a la cabeza, son mi familia, toda vez, que en los buenos y malos momentos del crecimiento personal están allí, impulsando y viendo como en ciertas ocasiones no solo vale la pena soñar con objetivos a corto, mediano y largo plazo, buscando que todos ellos se convierten en escalones para seguir construyendo la vida.

Gracias a la Universidad por cada uno de los momentos compartidos con los docentes que contribuyen al crecimiento profesional.

Contenido

CAPÍTULO 1	22
1. Introducción	23
CAPÍTULO 2.....	27
2. Formulación del problema	28
2.1 Antecedentes del Problema	28
2.2 Identificación del Problema	29
2.3 Objetivos	31
2.3.1 Objetivo General	31
2.3.2 Objetivos Específicos.....	31
2.4 Justificación.....	32
2.4.1 Relación de la propuesta con el programa de formación	33
2.4.2 Resultados esperados de la intervención.....	34
CAPÍTULO 3.....	36
3. Marco de referencia	37
3.1 Marco Conceptual	37
3.1.1 Fuentes de energía.....	38
3.1.2 ¿Qué tipos de energía solar existen?	41
3.1.3 Energía solar fotovoltaica	42
3.1.4 Energía Solar Térmica.....	42
3.1.5 Usos de la Energía Solar	42
3.2 Marco Teórico	44
3.2.1 ¿Cómo funcionan los sistemas fotovoltaicos?	44
3.2.2 Componentes básicos de los sistemas fotovoltaicos	45
3.2.3 Tipos de sistemas fotovoltaicos	46
3.3 Marco Jurídico	48
3.4 Marco Institucional	50
3.5 Marco Geográfico	51
3.5.1 Descripción General del Lugar de Ubicación del Proyecto.....	51
3.5.2 Información Geográfica	52
3.5.3 Localización en la Región.....	52

3.5.1 Instalación policial a intervenir	54
3.6 Estado del Arte	54
CAPÍTULO 4.....	57
4. Marco metodológico	58
4.1 Tipo de investigación	58
4.2 Fuentes de Información.....	58
4.3 Procedimientos y técnicas para recolectar la información.....	58
4.4 Enfoque Investigativo	59
4.5 Metodología	59
Fases de Investigación.....	59
CAPÍTULO 5.....	63
5. Análisis de viabilidad técnica	64
5.1 Análisis de cargas totales	65
5.1.1 Carga total piso 1 y 2 estación de policía convencional	65
5.1.2 Carga total piso 1 y 2 estación de policía bioclimática.....	65
5.2 Dimensionamiento	66
5.2.1 Parámetros de diseño.....	66
5.2.2 Análisis energético	68
5.2.3 Cálculos teóricos del sistema fotovoltaico.....	70
5.2.4 validación del diseño.....	75
5.3 Cálculo de Sistema Fovovoltaico Híbrido	76
5.3.1 Características de Panel Monocristalino	76
5.3.2 Elección de Conductores.....	78
5.4 Cálculo de Regulación	79
5.5 Análisis de Corto Circuito y Falla Tierra.....	80
5.6 Descripción de los Componentes	81
5.6.1 Panel Fovovoltaico 420wp.....	81
5.6.2 Regulador de Carga.....	81
5.6.3 Banco de Baterías.....	82
5.6.4 Inversor Híbrido	82
5.6.5 Módulo de Programación	83

5.6.6 Sistema De Protecciones (Arismendi Pineda, 2016).....	83
5.6.7 Sistema de puesta a tierra.....	86
CAPÍTULO 6.....	89
6. Análisis económico.....	90
CAPÍTULO 7.....	97
7. Proyecto tipo a través de un sistema solar fotovoltaico.....	98
7.1 Implementación Energía Cero en la Edificación.....	98
7.1.1 Arquitectura bioclimática.....	98
7.1.2 Reducción de cargas eléctricas.....	99
7.1.3 Optimización del diseño eléctrico para reducir las cargas eléctricas innecesarias.	99
7.1.4 Procedimiento efectuado.....	100
7.1.5 Implementación de sistemas de generación de energía disponibles.....	103
7.1.6 Energía solar fotovoltaica.....	103
7.2 Aplicación del Concepto EEC al Proyecto.....	104
7.2.1 Eficiencia energética.....	104
7.2.2 Arquitectura bioclimática.....	104
7.2.3 Reducción de cargas eléctricas.....	105
7.2.4 Implementación de sistemas de generación de energía disponibles.....	105
7.3 Paneles Fotovoltaicos.....	106
CAPÍTULO 8.....	108
8. Propuesta de intervención.....	109
8.1 Alternativa de ejecución con presupuesto de regalías.....	109
8.2 Alternativa de ejecución con presupuesto ministerio del interior.....	110
8.3 Alternativa De Ejecución Con Presupuesto Policía Nacional.....	111
9. Conclusiones.....	113
10. Recomendaciones.....	115
11. Referencias bibliográficas.....	116
12. Anexos.....	127
12.1 Análisis del Predio Florida Valle.....	127
12.1.1 Descripción y Datos Generales.....	127
12.1.2 Preexistencias del Lugar.....	128

12.1.3 Registro fotográfico	131
12.1.4 Normatividad Urbana.....	134
12.2 Diagnostico Bioclimático.....	135
12.2.1 Cálculo de Medias Horarias de Temperaturas y Humedades Relativas	135
12.2.2 Diagrama Psicrométrico.....	141
12.2.3 Rango de Confort	142
12.2.4 Comportamiento del Rango de Confort y Temperatura Exterior.....	143
12.2.5 Trayectoria Solar.....	145
12.2.6 Estrategias Bioclimáticas Recomendadas	152
12.2.6.1. Ventilación natural	152
12.2.6.2. Protección solar.....	152
12.2.6.3. Forma general de la edificación	153
12.2.6.4. Materiales y sistema constructivo de la envolvente.....	154
12.2.6.5. Zonificación espacial	155
12.2.6.6. Urbanismo bioclimático	155
12.2.7 Características del Proyecto	155
12.2.7.1. Descripción General del Proyecto.....	155
12.2.8 Programa de Espacios	156
12.2.9 Descripción de los Usuarios por Zona del Proyecto	158
12.2.10 Horario e Intensidad de Uso.....	161
12.2.11 Forma General de la Edificación.....	162
12.2.12 Zonificación Espacial.....	163
12.2.13 Distribución Interna	165
12.2.14 Ventilación Natural	169
12.2.15 Diseño de ventilación cruzada.....	172
12.2.16 Cálculo de ventilación natural y aberturas	178
12.2.16.1. Protección Solar	179
12.2.17 Protección solar fachada oriental en horas de la mañana.....	180
12.2.18 Protección solar fachada occidental en horas de la tarde	182
12.2.19 Protección solar fachada principal (sur) horas de la tarde	185
12.2.20 Protección solar fachada posterior (norte) horas de la mañana.....	188

12.2.21 Sistema Constructivo de la Envolvente y Balance Térmico	191
12.2.21.1. Sistema constructivo de la envolvente	191
12.2.21.2. Urbanismo Bioclimático	193
13. Análisis de carga.....	195
13.1 Cálculo de carga de Estación de Policía convencional y con estrategias bioclimáticas	195
13.1.1 Análisis de potencia de la carga – piso 1	195
13.1.2 Análisis de potencia de la carga – piso 2	199
13.1.1 Análisis de consumo	203
14. Estructura para campo fotovoltaico	206
14.1.1 características de la estructura.....	206
14.1.2 Distribución en cubierta	206
14.1.3 Cálculo De Sombras y Determinación De Distancia De Separación.....	209
14.1.4 cuarto eléctrico	212
15. Estudio de mercado (cotizaciones)	213

Listas de figuras

Figura 3-1 - Tres tendencias de la transformación.....	43
Figura 3-2 - La eficiencia energética	44
Figura 3-3 - Conexión de redes con sistema PV	46
Figura 3-4 - Sistema fotovoltaico conectado a la red con respaldo	47
Figura 3-5 - Sistema fotovoltaico autónomo.....	48
Figura 3-6 - Ubicación geográfica Municipio de Florida en Colombia.....	51
Figura 3-7 - Ubicación geográfica Municipio de Florida en Colombia. Paisaje natural de la región.....	53
Figura 3-8 - Paisaje natural de la región	53
Figura 3-9 - Estado actual de la instalación policial.	54
Figura 5-1 - Datos meteorológicos.....	68
Figura 5-2-(a) Irradiación global horizontal (b) Irradiación directa normal	69
Figura 5-3 - Promedio mensual de Brillo Solar en Cali – IDEAM (2014)	70
Figura 5-4 - Esquemático aplicación Híbrida	71
Figura 5-5-determinación de la potencia de la carga	71

Figura 5-6- determinación de inversor de corriente	74
Figura 5-7-Posibles configuraciones para inversor de inyección 27,6[kW]	76
Figura 5-8- Especificaciones técnicas panel fotovoltaicos.	76
Figura 5-9 - Especificaciones técnicas Controlador de carga	77
Figura 5-10 - Especificaciones técnicas Inversor.....	77
Figura 5-11 - Secciones de cable e intensidad de corriente para cables de corriente continua en instalaciones fotovoltaicas.	78
Figura 5-12 - Sistema de protecciones, lado DC, según norma IEC 62548.....	84
Figura 5-13- Sistema de protecciones, lado AC, según norma IEC 62548.....	85
Figura 13-1 Análisis de consumo y generación de un sistema “on-grid.....	205

Listas de tablas

Tabla 3-1- Componentes básicos de los sistemas fotovoltaicos	45
Tabla 3-2 Antecedentes de la política nacional de edificaciones sostenibles	49
Tabla 5-1 - Cargas totales.	65
Tabla 5-2 - cálculos consumo en el día.....	66
Tabla 5-5 - resultado del campo fotovoltaico conectado a un regulador de carga (18 unidades)	87
Tabla 5-6- Resultados del campo fotovoltaico conectado a un MPPT del inversor de corriente (36 unidades).....	87
Tabla 5-7- Generación de la planta	87
Tabla 5-8- rendimiento.....	87
Tabla 6-1 - valores referencia diseño - construcción	90
Tabla 6-2 - costos del proyecto	91
Tabla 6-3 - Estudio de mercado paneles	92
Tabla 6-4 - Cálculo para la estación convencional.	94
Tabla 6-5- cálculo de la TIR y VAN.....	94
Tabla 6-6 - cálculo para la estación bioclimática con paneles fotovoltaicos	95
Tabla 6-7- cálculos de la TIR y VAN	95
Tabla 7-1 Análisis de carga.....	100

Tabla 7-2 Cálculo de energía solar.....	106
Tabla 8-1 - Alternativa No. 1	110
Tabla 8-2 Alternativa No. 2	111
Tabla 8-3 - Alternativa No. 3	112

Glosario

Autonomía (Norma Técnica Colombiana, 2005). Tiempo durante el cual no hay luz solar disponible y los equipos consumidores de energía se alimentan de la batería, sin que ésta esté recibiendo carga.

Brillo Solar (Hidrometrología ETESA): “Representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer”. Esta cantidad permite caracterizar el clima de una región, estimar la nubosidad y la radicación solar.

Capacidad nominal (Norma Técnica Colombiana, 1991). Número total de amperios-hora que se puede obtener de una celda o de una batería plenamente cargada.

Ciclos de vida (Norma Técnica Colombiana, 1991): Número de ciclos, para una descarga especificada a una temperatura fija, que una celda o una batería puede experimentar antes de dejar de satisfacer los criterios especificados de capacidad o de eficiencia.

Condiciones Estándar (CREG, 2012): Conjunto de condiciones normalizadas para la prueba de dispositivos o sistemas fotovoltaicos. Estas condiciones son: Irradiancia $1000[\text{W}/\text{m}^2]$ incidencia normal, temperatura del dispositivo $25[^\circ\text{C}]$ y calidad de la luz correspondiente a una masa de aire de 1.5 (AM - Air Mass), correspondiente aproximadamente a la calidad de luz que se tiene a las 9 am. o 3 pm. en un lugar a nivel del mar.

Descarga Profunda (Norma Técnica Colombiana, 2005): Máximo nivel de descarga de una batería hasta un nivel permisible, especificado por el fabricante sin que sufra deterioro.

Eficiencia del panel o del módulo fotovoltaico (Norma Técnica Colombiana, 1998): Cociente entre la energía eléctrica a la salida del módulo fotovoltaico y la energía solar incidente

Etapas de acumulación (Norma Técnica Colombiana, 1998): Parte del sistema fotovoltaico que realiza la función de acumulación de carga (banco de acumuladores).

Inversor (Norma Técnica Colombiana, 2002, pág. 797): Equipo que se utiliza para variar el nivel de tensión, la forma de onda o ambas cosas de una fuente de energía eléctrica. En general, un inversor (también conocido como unidad de acondicionamiento de energía “PCU” o sistema de conversión de energía “PCS”) es un dispositivo que cambia una entrada de corriente continua en una salida de corriente alterna.

Irradiancia Solar (Norma Técnica Colombiana, 2009, pág. 5): Se define como la potencia radiante que incide sobre la superficie terrestre por unidad de área. La irradiancia permite conocer la cantidad de energía disponible por unidad de área que es susceptible de aprovechamiento en los sistemas solares en un día particular.

Kilovattios Pico (Gómez E. , 2011, pág. 20): Corresponde a la potencia máxima que puede generar una célula, panel o módulo fotovoltaico, a 25[°C] de temperatura y con una irradiancia de 1.000[W/m²].

Regulador de carga (Norma Técnica Colombiana, 1998): Dispositivo que controla la corriente eléctrica que entra al acumulador, la cual proviene del módulo o panel solar, para asegurar el correcto estado de tensión y carga del acumulador.

Régimen de carga (Norma Técnica Colombiana, 1998): Corriente aplicada a una celda o a una batería para restaurar su capacidad disponible. Este régimen suele ser estándar con respecto a la capacidad nominal de la celda o de la batería. $\text{Corriente de carga} = \text{Capacidad nominal} / \text{Tiempo de carga}$.

Régimen de descarga (Norma Técnica Colombiana, 1991): Corriente extraída a una celda o a una batería. Este régimen suele ser estándar con respecto a la capacidad nominal de la celda o de la batería. Por ejemplo, el régimen de descarga C/5 corresponde a una extracción de 20[A] con capacidad disponible de C=100[Ah].

Diagrama psicrométrico: es una representación de varias propiedades de una mezcla gas vapor, que proporciona, de forma concisa, una gran cantidad de datos de propiedades físicas de las mismas.

El confort térmico: es la sensación que expresa la satisfacción de los usuarios de los edificios con el ambiente térmico.

Estrategias bioclimáticas: La arquitectura bioclimática es aquella que se diseña para aprovechar el clima y las condiciones del entorno con el fin de conseguir una situación de confort térmico en su interior.

Energía cero (EEC) o edificio energía neta cero: es un término aplicado a edificios con un consumo de energía neta cercana a cero en un año típico. En otras palabras, la energía proviene del propio edificio mediante fuentes de energía renovable que deberá ser igual a la energía demandada por el edificio.

Eficiencia energética: es el objetivo de reducir la cantidad de energía requerida para proporcionar productos y servicios.

La energía solar fotovoltaica: es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo.

La energía eólica: es la energía que se obtiene del viento o, dicho de otro modo, es el aprovechamiento de la energía cinética de las masas de aire que puede convertirse en energía mecánica y a partir de ella en electricidad.

Baterías: Acumulan la energía que reciben de los paneles. Cuando hay consumo, la electricidad la proporciona directamente la batería y no los paneles.

Célula Fotovoltaica: Unidad básica del sistema fotovoltaico donde se produce la transformación de la luz solar en energía eléctrica.

Efecto Fotovoltaico: Conversión directa de la energía luminosa en energía eléctrica.

Eficiencia: En lo que respecta a células solares es el porcentaje de energía solar que es transformada en energía eléctrica por la célula. En función de la tecnología y la producción técnica, éste varía entre un 5% y un 30%.

Electrolito: En el caso de las baterías empleadas en sistemas fotovoltaicos, es una solución diluida de ácido sulfúrico en la que se verifican los distintos procesos que permiten la carga y descarga de la batería.

Módulo o Panel Fotovoltaico: Es el conjunto formado por las distintas células fotovoltaicas interconectadas, encapsuladas y protegidas por un vidrio en su cara anterior y por un marco por los laterales. El módulo está provisto de terminales para su conexión a la instalación.

Listado de abreviaturas

AIE	Agencia Internacional de la Energía
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CO2	Dióxido de Carbono
CGR	Contraloría General de la República.
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CORPES	Consejo Regional de Planificación Económica y Social.
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
DIRAF	Dirección Administrativa y Financiera.
DISEC	Dirección de Seguridad Ciudadana
DNP	Departamento Nacional de Planeación.
EEC	Energía cero.
ECDBC	Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono.
DNP	Departamento Nacional de Planeación.
GEI	Gases de efecto Invernadero.
IOT	Internet de las cosas.
ISO	Organización Internacional de Normalización
KW-H	Kilovatio hora anual.
LED	Diodo Emisor de Luz.
MGA	Metodología general Ajustada
NAU	Nueva Agencia Urbana.
NSR	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente
NTC	Norma Técnica Colombiana.

OCAD	Órgano Colegiado de Administración y Decisión.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio.
ONU	Organización de Naciones Unidas.
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PN	Policía Nacional
PDT	Plan de Desarrollo territoriales.
PIB	Proyecto Interno Bruto
PROURE	Programa uso racional y eficiente de energía y demás formas de energía no convencional
RCD	Residuos de demolición y construcción
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
RETILAP	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
RETIQ	Reglamento Técnico de Etiquetado
RUCOM	Registro único de comercializadores de materiales
SAC	Sello Ambiental Colombiano
SINA	Sistema Nacional Ambiental.
SGA	Sistema de Gestión Ambiental.
UMPE	Unidad de Planeación Minero Energética.
USAID	Agencia de los estados unidos para el desarrollo internacional.
VIP	Vivienda de Interés Prioritario.
VIS	Vivienda de Interés Social.

Resumen ejecutivo

Actualmente, las Estaciones de la Policía Nacional de Colombia, que se encuentran en servicio; carecen en su gran mayoría de condiciones básicas de bienestar térmico debido a que el diseño de las edificaciones no ha tenido en cuenta en su concepción las condiciones del clima, ni las determinantes físicas del sitio donde fueron implantadas, dando como resultado edificaciones poco eficientes en su ejecución térmica y obligando a sus ocupantes a desarrollar por sí mismos modificaciones sobre las edificaciones para contrarrestar el discomfort en el que se encuentran.

Es así como en el sector eléctrico en Colombia está dominado por generación de energía hidráulica (66% de la producción) y generación térmica (33%). Las grandes plantas de energía hidráulica y térmica dominan los planes de expansión actuales.

La Ley 697 del 3 de octubre de 2001, que fue diseñada para promover energías alternas, carece de disposiciones claves para lograr este objetivo, por ejemplo: tarifas de cobro, por lo cual hasta ahora ha tenido muy poco impacto.

La Policía Nacional desde el año 2008 ha venido desarrollando edificaciones con criterios de arquitectura sostenible y eficiencia energética. En este sentido, se vienen realizando esfuerzos conducentes para modernizar las edificaciones de la Institución, con el fin de elevar la calidad de vida de los funcionarios y al mismo tiempo, fomentar el ahorro en el consumo energético de las edificaciones.

La Policía Nacional ha efectuado la construcción de innumerables proyectos, y para tal fin la Dirección Administrativa y Financiera inicia un proceso de prospectiva institucional, encaminado al estudio e investigación de estrategias para mitigar impactos ambientales negativos en el ámbito de la construcción de las instalaciones policiales con principios de arquitectura sostenible y eficiencia energética. Asimismo, cuenta con un gran número de edificaciones con criterios

sostenibles al servicio de la comunidad, proyectándose como una entidad integrada a la comunidad, con la decisión de construir realidades, a partir de una convivencia solidaria y segura.

Palabras claves

Sostenibilidad, responsabilidad social, eficiencia energética, seguridad integral, corresponsabilidad social, condiciones de bienestar.

Abstract:

Currently, the Police Stations of the Colombian National Police, which are in service; the vast majority lack basic conditions of thermal well-being because the design of the buildings has not taken into account in its conception the weather conditions, nor the physical determinants of the site where they were implanted, resulting in inefficient buildings in their thermal execution and forcing its occupants to develop modifications on their own buildings to counteract the discomfort in which they are.

This is how in the electricity sector in Colombia it is dominated by hydraulic energy generation (66% of production) and thermal generation (33%). Large hydro and thermal power plants dominate current expansion plans.

Law 697 of October 3, 2001, which was designed to promote alternative energy, lacks key provisions to achieve this objective, for example: collection rates, for which until now it has had little impact.

The National Police since 2008 has been developing buildings with criteria of sustainable architecture and energy efficiency. In this sense, conducive efforts are being made to modernize the Institution's buildings, in order to raise the quality of life of officials and at the same time, promote savings in the energy consumption of buildings.

The National Police has carried out the construction of innumerable projects, and for this purpose the Administrative and Financial Directorate begins a process of institutional foresight, focused on the study and investigation of strategies to mitigate negative environmental impacts in the field of construction of police facilities. with principles of sustainable architecture and energy efficiency. Likewise, it has a large number of buildings with sustainable criteria at the service of

the community, projecting itself as an entity integrated into the community, with the decision to build realities, based on a solidary and safe coexistence.

Keywords

Sustainability, social responsibility, energy efficiency, comprehensive security, social coresponsibility, well-being conditions.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1. Introducción

La implementación de energías renovables inicio en Colombia en las zonas rurales donde los costos para contar con energía tradicional a través del operador de red eran muy altos, sin embargo, mediante la Ley 99 de 1993, donde se crea el Ministerio de Medio Ambiente y la conservación de los recursos renovables, siendo este un gran paso hacia la optimización de recursos y sostenibilidad ambiental. Ante la necesidad de seguir incentivando el uso racional y eficiente de energía y la utilización de otras alternativas, teniendo como premisa asegura el abastecimiento energético del país y la promoción de energías no convencionales se crea la Ley 697 del 3 de octubre del 2001, reglamentada por el Decreto 3683 de 2003.

Dando más amplitud y cobertura el Gobierno Nacional crea la ley 1715 de 2014 mediante la cual crea el marco legal e instrumento para el aprovechamiento de fuentes no convencionales de energía, destacando el desarrollo de la energía solar se destaca el uso de la energía fotovoltaica como forma de autogeneración, en el mismo camino el Ministerio de Minas y energía crea la Resolución 030 del 26 de febrero de 2018, la cual se enfoca en la auto generación a pequeña y gran escala, regulando aspectos operativos y comerciales.

A partir de la normatividad existente la Contraloría General de la República (CGR), realizó auditoria a la Policía Nacional (PN), dejando como hallazgo que no se tenía una política institucional frente al manejo del reciclaje, disposición integral de las basuras y desechos, recuperación y manejo de materiales, ahorro y uso eficiente de energía y agua potable, entre otros. Lo cual afectaba directamente el entorno laboral.

Es así como la PN en el año 2008, inicia la identificación de lineamientos ambientales adoptando en el 2009 la Norma Técnica Colombiana (NTC) ISO 14001, donde se establecieron pautas para dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en la Ley 99 de 1993. “por la cual se

crea el Ministerio de medio ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

Luego en el año 2010, se da paso a la implementación formal del cumplimiento de los requisitos establecidos en la NTC – ISO 14001, la cual se enfocó principalmente a la certificación del sistema de gestión ambiental, desarrollando diferentes planes que permitieran la estandarización de procedimientos a nivel nacional, en este sentido el 9 de junio de 2010 mediante Resolución No 01836, se adopta la política ambiental, objetivos y procesos que permitieran a la administración del sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Actualmente la Policía Nacional (PN) por medio de la Resolución No 03924 del 24 de julio de 2016, expide el Manual del Sistema de Gestión Ambiental (SGA), implementando ocho objetivos dentro del cual se destaca el objetivo No 2, que tiene como fin primordial mejorar la eficiencia en el consumo de energía eléctrica, así mismo, se despliegan lineamientos y responsabilidades con capacitaciones previas enfocadas en las buenas prácticas ambientales, lo cual conllevó a la recertificación de la Norma Técnica Colombiana (NTC) ISO 14001 para la PN.

Las instalaciones policiales son abastecidas energéticamente por operadores de red, generando altos costos recurrentes por cuenta del pago de servicios públicos, por lo cual se han adoptado medidas para el uso eficiente de energía, entre las que se destacan: programación automática de encendido y apagado de luces, equipos de cómputo e impresoras, política aplicada en todas las instalaciones policiales en el territorio nacional, realizando mediciones y controles por medio del consumo kilovatio hora (KW-H) anual.

Sin embargo, estas medidas resultan insuficientes por los altos costos recurrentes y el bajo impacto en la capacitación del talento humano, por tal motivo, se hace necesario la implementación

del uso de energías alternativas que permitan generar beneficios no solo a nivel técnico, económico y de bienestar, sino que indirectamente contribuyan a mejorar las condiciones del medio ambiente.

En este contexto, este trabajo tiene como objetivo general analizar la viabilidad de la implementación de un sistema solar fotovoltaico para la Estación de Policía Florida – Valle del Cauca, con el fin de optimizar el consumo energético con relación a la energía eléctrica suministrada por el operador de red.

Este trabajo se aborda a través de tres objetivos específicos: analizar la viabilidad técnica de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en una instalación policial, a través de diferentes estrategias bioclimáticas, de acuerdo a las condiciones propias del lugar. El segundo objetivo es analizar la viabilidad económica de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en una instalación policial, tomando como referencia el suministro de energía convencional suministrado a través del operador de red. Y el último objetivo es establecer la posibilidad de implementar un proyecto tipo a través de un sistema solar fotovoltaico en Estaciones de Policía, que no cuenten con suministro de energía continuo por parte del operador de red.

El desarrollo del proyecto se realizará utilizando la metodología descriptiva la cual está orientada a la implementación de energías alternativas a través de la utilización de paneles fotovoltaicos en las instalaciones policiales, analizando si es viable técnica, económica y de bienestar la propuesta en estudio.

El alcance de este proyecto pretende identificar las especificaciones y componentes técnicos que debe contener una Estación de Policía tipo, para el óptimo funcionamiento con paneles solares y algunas estrategias bioclimáticas, partiendo de las condiciones climáticas del lugar.

Donde se partió de la formulación del problema permitiendo la identificación de una necesidad para la cual se planteó un objetivo general y tres específicos, los cuales fueron desarrollados en ocho

capítulos que van desde la documentación del problema siguiendo un marco metodológico que conlleva a la evaluación de la viabilidad económica y técnica lo que permitió establecer lineamientos para un proyecto tipo generando un plan de intervención el cual puede ser ejecutado por diferentes tipos de financiación.

CAPÍTULO 2

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2. Formulación del problema

En este capítulo se describe la estructura del proyecto, inicia con los antecedentes del problema donde se hace referencia a los aspectos por los cuales la PN considerando la normatividad vigente, detecta falencias que conllevan a identificar la problemática presentada por ausencia de lineamientos y políticas claras, frente al uso eficiente de energía y las estrategias para concientizar a los integrantes de la PN para adoptar una cultura de protección al medio ambiente. De igual forma, con la intención de mejorar condiciones tradicionales de funcionamiento energético de las Estaciones de Policía a través del operador de red, se busca la implementación de paneles solares fotovoltaicos en una estación de Policía que servirá como prueba para la estandarización de lineamientos y un futuro proyecto tipo de acuerdo a las características del sitio y condiciones climáticas.

2.1 Antecedentes del Problema

Teniendo en cuenta el estado de vetustez de muchas instalaciones a nivel nacional las cuales fueron construidas con anterioridad a la NSR 98 y NSR 10, generó una sentencia bajo el expediente 1100133317092010-00082-00, de fecha 28/07/2014, proferida por el juzgado administrativo de Bogotá No. 10 y ratificada el 13/03/2015 por el tribunal administrativo de Cundinamarca, la cual hace referencia al reforzamiento o adecuación de instalaciones con el fin de garantizar el cumplimiento de la NSR 10.

Por otro lado, luego de auditoria por parte de la Contraloría General de la República (CGR), se evidencia la necesidad de que la institución cree su propia política ambiental, a partir de allí la PN despliega e implementa en el año 2008 lineamientos ambientales adoptando en el 2009 la Norma Técnica Colombiana (NTC) ISO 14001, alineándose con las exigencias de la Ley 99 de 1993.

Dado lo anterior, se evidencia que las instalaciones donde funciona la estación de Policía Florida, no cumplen con la norma sismo resistente, además de eso, el estado de vetustez no permite reforzamiento ni la adecuación de la edificación, por tal razón, es necesario demoler las instalaciones existentes y construir una nueva unidad policial cumpliendo con los parámetros técnicos y ambientales, implementando estrategias y nuevas tecnologías que permitan la disminución en los gastos recurrentes de energía.

2.2 Identificación del Problema

Una vez implementado los lineamientos se empieza evidenciar los altos costos recurrentes por servicios públicos y mantenimiento de instalaciones, el reto institucional es la optimización y uso racional de energía, por lo que la PN expide la Resolución 03924 del 24 de Junio de 2016, con el fin de implementar un Sistema de Gestión Ambiental, enfocado a la optimización de recursos, en este entendido, se empiezan a explorar alternativas de tipo cultural enfocando toda la responsabilidad en la acción humana, siendo controladas y medidas de forma periódica, aunque se evidencian avances, se requiere de una alternativa en cuanto a infraestructura, que permita el funcionamiento energético a través energías limpias en las instalaciones de la PN, realizando estudios cuidadosos en cuanto costo-beneficio.

Ante la identificación de los altos costos recurrentes la alta Dirección de la Policía Nacional, implementa estrategias enfocadas a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan las Estaciones de Policía, así como velar por la protección del medio ambiente frente al impacto por la construcción, operación y mantenimiento de las mismas.

Dada esta política institucional, se genera el interrogante de cómo, por medio de la Arquitectura, se puede satisfacer las necesidades encontradas, planteando para ello la integración de la

bioclimática a la arquitectura policial, y estudiando diferentes posibilidades de implementar sistemas de generación y bajo consumo energético, bajo la siguiente interpretación: tal y como lo expresa Rafael Serra, en su libro *Arquitectura y climas*, “Los edificios son barreras a la lluvia, al viento y, a veces, filtros sutiles a la luz y al calor. Rodeados de entornos variables, donde cambian el día y la noche, el calor y el frío, el viento y la calma, la lluvia y el sol; se convierten en refugios de artificiales condiciones, como islas de tranquilidad en un mundo incómodo”, es visible concluir que no debe ser posible concebir la arquitectura sin tener en cuenta el medio que la rodea, y se hace evidente que al existir una relación armónica entre el hombre, naturaleza y arquitectura, florece la finalidad de nuestra profesión, que es la de proporcionar al ser humano su bienestar mediante la búsqueda del confort, sin olvidar el medio natural y realizando propuestas estéticamente bellas.

Ahora bien, si el hombre olvida el medio natural, lo cambia o lo deteriora, se afecta de forma visible su equilibrio, produciéndose fenómenos físicos que alteran el bienestar humano, tales como el calentamiento global, toxicidad, entre otros, producidos por las grandes emisiones principalmente de CO₂ a la atmósfera causadas en gran medida por la generación de energía por medio de combustibles fósiles, lo que conlleva a la degradación de los recursos naturales no renovables.

De acuerdo a estudios efectuados se ha demostrado que los edificios usan gran cantidad de energía para operar y son una de las principales fuentes de emisiones contaminantes.

Bajo este marco, se crea la necesidad de que los edificios consuman la menor cantidad de energía posible para minimizar el impacto al medio ambiente, punto en el cual surge el término de Edificios Energía Cero EEC, cuya finalidad fundamental es la optimización de la demanda energética del edificio hasta el punto en que ésta se pueda suplir por él mismo. A partir de esta

definición, se crean las variables con diferentes enfoques tales como “Energía cero en sitio”, “Energía cero neta”, Emisiones de energía cero” o “Costo cero de energía”, lo cual será producto de estudio de acuerdo a las alternativas que se posean.

En este contexto, la tendencia de edificios energía cero EEC es clara con sus objetivos, sin embargo, es importante que además de enfocarse en la reducción de la demanda energética y la generación de energía, también debe reducir el consumo de agua potable y minimizar la generación de residuos y su disposición final, que en gran parte se facilita mediante una acertada gestión y aplicación de sistemas pasivos en la edificación.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Analizar la viabilidad técnica de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en la construcción de la Estación de Policía Florida – Valle del Cauca, aplicando estrategias bioclimáticas con el fin de optimizar el consumo de energía.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar la viabilidad técnica de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en una instalación policial, a través de diferentes estrategias bioclimáticas, de acuerdo a las condiciones propias del lugar.
- Realizar el análisis económico de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en la construcción de una estación de Policía para 20 hombres.

- Establecer la posibilidad de implementar un proyecto tipo a través de un sistema solar fotovoltaico en Estaciones de Policía, que no cuenten con suministro de energía continuo por parte del operador de red.

2.4 Justificación

Dadas las condiciones actuales de la Estación de Policía Florida – Valle del Cauca se evidencia la necesidad de demoler la edificación existente, la cual amenaza ruina, en este entendido, haciendo un análisis de las condiciones climáticas del sitio, se busca un diseño para la unidad policial, en el cual se incluyan estrategias bioclimáticas, las cuales están orientadas en disminuir la carga eléctrica y así permitir la implementación de un sistema solar fotovoltaico para suplir todas sus necesidades energéticas.

Dada la necesidad y la propuesta para suplirla, es necesario realizar una contextualización frente a este tipo de edificación, si se requiere un edificio de energía cero su característica principal es cubrir al 100% sus necesidades energéticas gracias a su diseño y sus materiales eficientes y a las fuentes renovables instaladas en el mismo, por lo que no emite dióxido de carbono (CO₂).

Las ventajas de estos edificios en la lucha contra el cambio climático y la dependencia energética de los combustibles fósiles han convencido a las autoridades de Reino Unido, que obligarán, a partir de 2016, a que todas las nuevas viviendas sean de este tipo. Asimismo, en otros países del mundo también se está invirtiendo en su desarrollo, aunque el elevado precio de construcción y el bajo desarrollo de estas tecnologías ecológicas frenan por el momento su generalización. Se habla de edificios de energía ultra-baja cuando no siendo cero tratan de gastar lo menos posible, y edificios de energía plus cuando son capaces incluso de generar más energía de la que necesitan, pudiéndola almacenar o vender a la red eléctrica. No obstante, los criterios

utilizados en los distintos países a la hora de lograr el balance energético son muy diversos, por lo que no hay una definición única ni un estándar que determine las características precisas que debe contar una construcción de energía cero. Por un lado, los sistemas activos para lograr electricidad y calor basados en energías renovables ofrecen varias posibilidades, como los paneles solares, los aerogeneradores, los biocombustibles, la biomasa o las células de combustible basadas en hidrógeno. Por ejemplo, un edificio que sólo incorpore paneles solares fotovoltaicos puede conseguir una reducción de sus necesidades energéticas entre un 15% y un 30%. Por otro lado, las técnicas pasivas, como el aislamiento térmico o el aprovechamiento del calor solar o incluso el metabólico, generado por sus ocupantes, pueden conseguir que el consumo energético destinado a climatizar el edificio se reduzca entre un 70% a un 90% sin necesidad de sistemas de generación eléctrica. En definitiva, un edificio de energía cero aglutina una serie de tecnologías medioambientales que para lograr sus objetivos puede hacer un mayor hincapié en los sistemas pasivos de eficiencia energética, o en sistemas más activos de generación eléctrica mediante fuentes renovables.

2.4.1 Relación de la propuesta con el programa de formación

A través de los conocimientos adquiridos en la asignatura GERENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD, específicamente en como liderar proyectos involucrando diferentes actores de la sociedad, a los cuales afecta o beneficia un proyecto directa o indirectamente. Así mismo, enfocando esfuerzos en la participación activa de toda la comunidad, lo cual permite obtener diferentes puntos de vista para la resolución de conflictos y toma de decisiones, partiendo de todos estos aspectos, se genera la planificación y desarrollo en este caso concreto implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la Estación de Policía Florida.

Por lo anterior, el desarrollo de este proyecto está directamente relacionado con los conocimientos adquiridos en el transcurso de la maestría, donde los conocimientos adquiridos en las demás asignaturas aportaron significativamente en la necesidad de aplicar estrategias amigables con el medio ambiente enfocadas en proyectos sostenibles y renovables, por lo que el funcionamiento energético inicialmente de una estación de Policía a través de paneles solares fotovoltaicos y sin depender del operador de red de la zona, significa un primer paso para una solución definitiva en cuanto a gastos recurrentes y contribución directa a las Políticas energéticas del país.

2.4.2 Resultados esperados de la intervención

Con la aplicación de estrategias que permitan optimizar el consumo de energía, impactando directamente no solo en el beneficio económico, sino también re

dunde en el beneficio a los funcionarios que prestan el servicio en estas instalaciones. Es por ello que la meta ambiciosa está orientada a estandarizar lineamientos tipo para aplicar en las instalaciones de policía que no cuentan con un suministro continuo de energía.

Con la implementación de este proyecto se esperan resultados inmediatos como la no dependencia de una empresa prestadora del servicio de energía, el ahorro en gastos recurrentes por consumo de energía al operador de red, por otro lado, y como resultado ambicioso es la implementación de este tipo de energía limpia en más instalaciones policiales, alineados con la Política energética y el reconocimiento a la integración de energía estipulado en la Ley 1715 del 13 de mayo de 2014.

Con el desarrollo del capítulo uno, se estableció la estructura principal del trabajo como aporte significativo al desarrollo de la investigación focalizada y estructurada, partiendo de lo general a lo particular como forma metodológica desarrollando el objetivo general a través de tres objetivos específicos.

CAPÍTULO 3

MARCO DE REFERENCIA

3. Marco de referencia

En el presente capítulo se realiza una descripción conceptual de la energía solar y su transformación en la energía renovable en busca de impactar positivamente el medio ambiente, así mismo se realiza una vinculación teórica con la arquitectura bioclimática, con la observancia de toda la normatividad existente a nivel nacional, enfocando el proyecto a las condiciones propias del sitio y la comunidad, partiendo de la actualidad de energías renovables en el país.

3.1 Marco Conceptual

La tendencia mundial se enfoca al uso de energías renovables, mismas que son amigables con el medio ambiente, aprovechando los recursos naturales para generarlas (Vega, 2010). Las fuentes de energías renovables se han convertido en un tema prioritario en las agendas energéticas, tanto en los países industrializados como en muchas economías en desarrollo, gracias a sus efectos beneficiosos en las esferas económicas, sociales y ambientales (Del Sol, 2008). Así, se destaca la importancia de disponer de fuentes alternativas de energía para satisfacer la demanda de las grandes naciones al proporcionar la expansión del crecimiento en las fuentes alternativas (Vilela y Araújo, 2006). De acuerdo a Bertinat (2004), esta tendencia requiere estar fundamentada en los siguientes pilares, condiciones y criterios:

- Seguridad en el abastecimiento de los diversos insumos energéticos.
- Reducción de la actual dependencia energética.
- Prevenir y revertir los impactos ambientales locales y globales, resultantes del actual sistema de producción y consumo de energía.

- Asegurar la cobertura y el acceso equitativo de toda la población a los recursos y servicios energéticos.
- Garantizar la participación democrática de la población en los procesos de decisión sobre las políticas y proyectos energéticos.

A partir de la gran importancia que ha tomado este tema, las políticas energéticas de los diferentes países se han enfocado en aumentar gradualmente el suministro de energía renovable, elaborándose para ello una estrategia de desarrollo que diversas regiones, tales como la Unión Europea, Sudamérica y Centroamérica busquen un modo de aprovechar los recursos naturales para la producción de energía, mismos que minimicen el impacto ambiental de la actividad humana sobre el ambiente natural (Bertinat, 2004).

3.1.1 Fuentes de energía

Las fuentes de energía se definen como “los recursos existentes en la naturaleza de los que la humanidad puede obtener energía utilizable en sus actividades” (Meléndez, 2008). A su vez, estas fuentes de energía, tienen su origen en las fuentes no renovables y renovables, esto de acuerdo al ritmo de consumo de energía que el ser humano requiere. Sin embargo, en la actualidad algunos problemas relacionados con el desarrollo económico mundial son concernientes con la capacidad energética de cada país (Hernández, 2006). Existen diferentes fuentes de energía, las cuales se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Fuentes no-renovables: las cuales están disponibles en cantidades limitadas y se agotan por su uso, como los combustibles fósiles (carbón mineral, petróleo, gas natural). Estas tienen

la característica de que, una vez utilizadas para la generación de energía, no se pueden volver a usar.

- Fuentes renovables: son todas aquellas que no se agotan por su uso, como la energía del viento y del sol. El agua y la biomasa también se incluyen en esta categoría, aunque son renovables bajo la condición de que la fuente se maneje en forma apropiada, por ejemplo, las cuencas hidrológicas y plantaciones de árboles.

Las fuentes de energía renovable, son aquellas que por sus características se convierte en inagotable, aunque sea intermitente su disponibilidad, y su aprovechamiento no causa alteraciones graves al medio ambiente. Este tipo de energía, se define como aquella que, administrada en forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente, es decir, su cantidad disponible no disminuye a medida que se aprovecha (Hermosillo, 1995). De acuerdo a un comunicado de prensa este tipo de energía, tiene características importantes destacando principalmente su naturaleza inagotable y renovable, así mismo, es limpia, inagotable y es una alternativa a la actual dependencia del petróleo y de otras alternativas menos seguras y más contaminantes (Procobre.Org., 2008). Existen varias fuentes de energía renovables, de las cuales se pueden mencionar las energías mareomotriz, hidráulica, eólica, y solar.

La energía solar como aquella energía que se obtiene directamente de los rayos del sol, produciendo la suficiente energía eléctrica como para poder utilizar los equipos y utensilios eléctricos que habitualmente necesitamos en nuestra casa.

El uso de la energía solar considerando el sol como fuente amplia o incluso como “ilimitada” de energía es, en teoría, infinito. Pero en hechos prácticos se condiciona a la capacidad de captación de la planta solar implementada, teniendo en cuenta que la cantidad de radiación solar que puede convertirse en energía eléctrica depende de la cantidad de paneles o módulos solares fotovoltaicos

que sean instalados, de igual manera influye la calidad de los diferentes elementos que conforman el sistema como los son los mismos módulos fotovoltaicos, el inversor, las baterías y el controlador de carga, sin olvidar las buenas prácticas de diseño y la ubicación y orientación correcta de los módulos solares (D´Addario, 2014).

La energía solar como servicio público se ha venido considerando aproximadamente 50 años se ha utilizado y aprovechado, aunque no en la magnitud que se debería, la energía solar en el país con el fin de ofrecer bienestar y confort en viviendas, hoteles, empresas e instituciones públicas y privadas; sabiendo que hoy día éste recurso favorece a grupos poblacionales que habitan muy lejos del perímetro urbano; entendiendo que de algún modo la legislación colombiana se ha pronunciado a favor de emplear ésta energía como una alternativa para contener el actual desmedido uso de los combustibles fósiles y el irracional abuso del recurso hídrico generador de energía; observando que el Decreto 2811 de 1974 en el numeral 6 del artículo 3 señala como objeto de regulación el manejo de los recursos naturales renovables, dentro de los que están las fuentes primarias de energía no agotables que incluyen, como lo estipula el artículo 167, a la energía solar. (Presidencia de la República de Colombia, 1974); apreciando asimismo que la Honorable Corte Constitucional en Sentencias C-514-94 y C-339-02 se pronunció sobre el desarrollo sostenible, de lo que se colige una tácita y quizás tangencial alusión al uso y aprovechamiento de la energía solar; desde la presente monografía se considera necesario, primordial, oportuno, pertinente y conveniente tomar tres medidas inmediatas o en el menor plazo posible para hacer viable.

El cambio climático que han generado daños en el ambiente y perjuicios en la salud, la economía y hasta las costumbres del hombre en los últimos años, han obligado a pensar en el uso de fuentes de energía renovables que no contaminen ni afecten negativamente. En consecuencia, Colombia ingresa a la Agencia Internacional de Energías Renovables, el 22 de julio de 2010,

ratificando su posición como país gestor de desarrollo de tecnologías de producción limpias y amigables con el ambiente. (Semana, 2010, 07, 22). Colombia cuenta con 6 megavatios instalados de energía solar, equivalente a unos 78000 paneles solares. El 57% está destinado a aplicaciones rurales, la mayoría en lugares donde la demanda de energía se encuentra muy alejada y el coste para conectarse a la red nacional resulta muy elevado. El otro 43% se encuentra distribuido en torres de comunicación y señalizaciones de tránsito. Entre las aplicaciones de la energía solar en el país, están los paneles solares para cubrir las necesidades energéticas en hogares y edificaciones y producciones en masa en granjas solares, como la que existe en Providencia. (Twenergy, 2013). En cuanto a lo mencionado puede decirse que las instalaciones existentes (paneles solares y colectores solares) representan un porcentaje muy bajo del potencial aprovechable de energía solar. (Consorcio Energético CORPOEMA, 2010).

3.1.2 ¿Qué tipos de energía solar existen?

Es importante que sepamos diferenciar los dos tipos de energía solar existentes: la energía solar térmica la energía solar fotovoltaica. Mientras que el funcionamiento principal de la energía solar térmica se basa en el calentamiento de un fluido gracias al calor que emana de los rayos del sol, produciendo así un vapor que posteriormente genera energía eléctrica al producir movimiento; la energía solar fotovoltaica tiene un funcionamiento simple basado en el calentamiento de la célula fotovoltaica de los paneles solares, produciendo energía eléctrica de forma directa.

3.1.3 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica tiene que ver con la transformación de la energía solar en energía eléctrica para consumo directo, almacenamiento en baterías o adaptación para ser incorporada a la red eléctrica (Agencia Andaluza de la Energía, s.f.).

3.1.4 Energía Solar Térmica

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía solar con el fin de calentar un fluido que circula por el interior de un dispositivo de captación; esta energía es empleada en la climatización de construcciones (viviendas, oficinas, colegios, etc.) y piscinas así como en la producción de agua caliente o para aplicaciones industriales (Agencia Andaluza de la Energía, s.f.); finalmente, la energía solar termoeléctrica es la que se recolecta en las centrales termo solares, de manera que empleando unos espejos como dispositivos de concentración, el sol calienta un fluido, y, usando un intercambiador de calor, el fluido en mención genera vapor de agua a presión que al pasar una turbina conectada a un alternados, produce electricidad la cual se inyecta a la red (Agencia Andaluza de la Energía, s.f.).

3.1.5 Usos de la Energía Solar

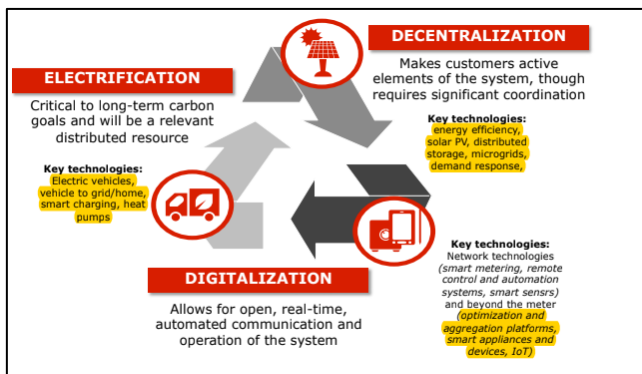
El Foro Económico Mundial sobre el futuro de la electricidad y digital, donde la transformación de Industrias, han generado tres tendencias principales que afectan la electricidad como son: Electrificación, Descentralización y Digitalización.

- Electrificación: amplios sectores de la economía tales como transporte y recalentamiento.

- **Descentralización:** causada por la reducción de costos de los recursos para la distribución energética, como almacenamiento de la energía distribuida, generación de dicha energía, flexibilidad de la demanda y la eficiencia energética.
- **Digitalización de la red eléctrica:** mediante sistemas de medición inteligente, sensores, automatización de procesos y otras tecnologías de monitoreo digital, que van más allá de la medida, mediante la interconexión de sistemas por medio del “internet of things” (IOT) y un incremento en la demanda energética de los dispositivos de alto consumo energético.

De igual manera, la descentralización permite que el cliente participe de manera activa dentro del sistema. de igual manera, la digitalización permite mayor control mediante la optimización automática, en tiempo real, del consumo y generación de la energía, así como la interacción directa con los clientes.

Figura 3-1 - Tres tendencias de la transformación



Fuente: Wef Future of Electricity

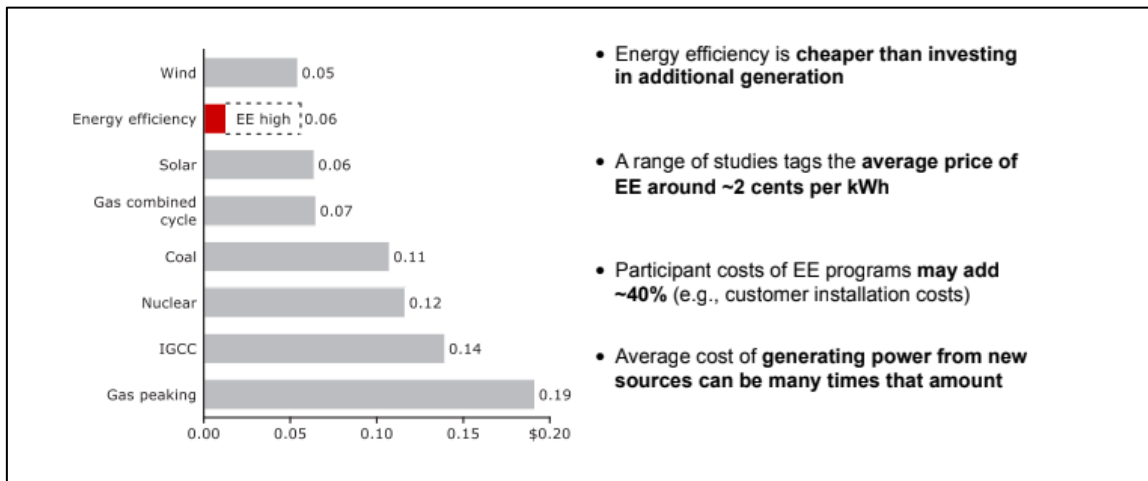
El propósito de la red eléctrica está evolucionando por encima de suministrar energía, a también ser una plataforma que optimiza los valores de los recursos energéticos.

- Oportunidades que ofrece la Descentralización

El ahorro mediante la eficiencia energética en el consumo de un kW/h es más económico que suplir esa demanda mediante cualquier otro recurso disponible. Con un costo promedio de alrededor de 2 a 3 centavos por KW/h incluyendo costos asociados, la eficiencia energética es un recurso optimo el cual es considerablemente más económico que invertir en generación energética adicional. (figura 3.2).

La eficiencia energética es más económica que invertir en fuentes adicionales de generación (en promedio utiliza costos de la energía sin subsidio para cada recurso de generación)

Figura 3-2 - La eficiencia energética



Fuente: Wef Future of Electricity

3.2 Marco Teórico

3.2.1 ¿Cómo funcionan los sistemas fotovoltaicos?

Los sistemas eléctricos solares también conocidos como fotovoltaicos (FV) convierten la luz solar en electricidad. Los paneles solares están constituidos de bloques de material semiconductor llamado celda solar. Cuando la luz del sol es absorbida por estos materiales, la energía solar libera electrones de sus átomos. Este fenómeno es llamado fenómeno fotoeléctrico. Estos electrones

libres, entonces, se desplazan dentro de un circuito formado en las celdas solares para crear corriente eléctrica.

Solo la luz a cierta longitud de onda funcionará eficientemente para crear electricidad. Los sistemas FV pueden aun producir energía en días nublados, no tanto como un día soleado.

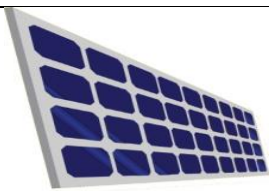
Una sola celda no puede producir suficiente energía. Para producir más, las celdas solares comúnmente 36 y 72, son interconectadas para formar paneles solares. Los rangos de paneles solares varían de 10 hasta 300 Watts. Si se requiere de más energía, varios módulos pueden ser conectados en serie y paralelo para crear un arreglo de paneles solares. Un arreglo de 10 o 20 paneles solares puede proveer energía suficiente para una casa.

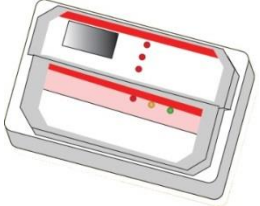

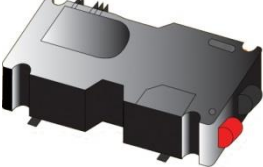
Según la latitud del sitio, los arreglos se instalan en estructuras inclinadas hacia el norte o al sur. También se pueden instalar con sistema de seguimiento solar para captar al máximo la energía conforme el sol se mueve en el cielo.

Por su modularidad, los sistemas FV pueden ser diseñados para satisfacer cualquier requerimiento energético. No importa cuanto sea. Se pueden también conectar a la red de distribución y bien funcionar independiente de ella.

3.2.2 Componentes básicos de los sistemas fotovoltaicos

Tabla 3-1- Componentes básicos de los sistemas fotovoltaicos

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
	Panel solar: Es el componente encargado de captar y generar la energía eléctrica a partir de la radiación solar.

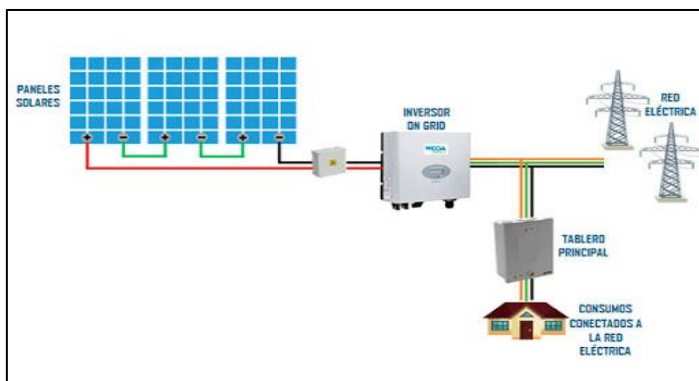
	<p>Regulador de carga: Es el componente encargado de proporcionar la regulación de carga y descarga de las baterías.</p>
	<p>Batería: Es el componente encargado de adaptar en el tiempo la disponibilidad y la demanda de energía.</p>
	<p>Inversor: Es el componente encargado de adaptar y trasladar la energía eléctrica generada a la carga AC.</p>

Fuente: elaboración propia.

3.2.3 Tipos de sistemas fotovoltaicos

Sistema fotovoltaico conectado a la red

Figura 3-3 - Conexión de redes con sistema PV

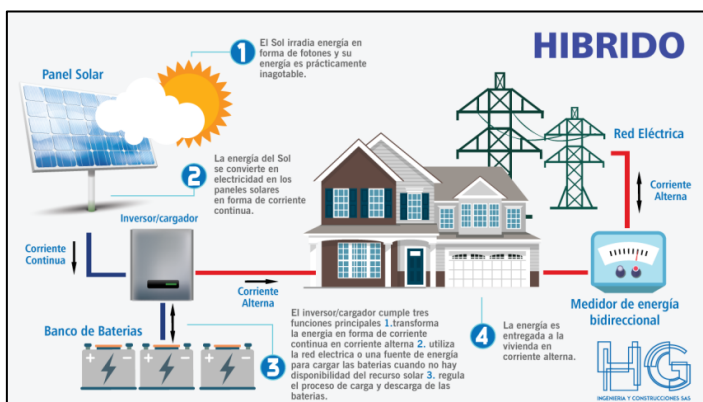


Fuente: <http://www.wega-lighting.com/energy/inversores/sistema-on-grid/>

Estos sistemas pueden ser usados en cualquier lugar que permita la medición de la energía producida por el arreglo FV. Esta energía de retorno da vuelta al medidor en sentido inverso al consumo cuando el sistema FV produce más de lo consumido. Estos sistemas no proveen de respaldo cuando la energía comercial falla.

Sistema fotovoltaico conectado a la red con respaldo.

Figura 3-4 - Sistema fotovoltaico conectado a la red con respaldo

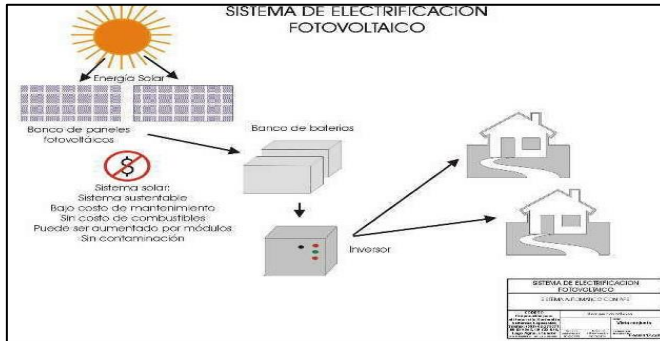


Fuente: <https://www.hgingenieria.com.co/tipos-de-instalacion-de-energia-solar-fotovoltaica/>

Estos sistemas con banco de baterías inyectan la energía solar extra a la red y respaldan cuando la red comercial se cae. La cantidad de energía de respaldo depende del tamaño del banco de baterías y las cargas eléctricas.

Sistemas fotovoltaicos alejados de la red

Figura 3-5 - Sistema fotovoltaico autónomo



Fuente: <https://www.elpatagonico.com/esquel-avanza-un-proyecto-energia-solar-n766508>

Estos sistemas son independientes de la red comercial. Pueden tener como fuente energía solar fotovoltaica, eólica, hidroeléctrica o bien una combinación de ellas para producir energía eléctrica. El dueño del sistema puede usar días de autonomía como reserva de energía en las baterías o bien un Marco Jurídico

3.3 Marco Jurídico

Partiendo de la normatividad vigente en el país, la cual aborda la implementación de instalaciones autosostenibles, así como la referenciación de diferentes textos citados, que permiten un estudio profundo frente a este tipo de edificaciones, implementando conceptos y prácticas, que dan cuenta de los beneficios de este tipo de proyectos, los cuales están directamente relacionados con el factor humano en lo que se refiere a cuidados y mantenimientos tanto preventivos como correctivos.

Tabla 3-2 Antecedentes de la política nacional de edificaciones sostenibles

	POLÍTICA PÚBLICA ACUERDOS LOCALES	AGENDA INTERNACIONAL COMPROMISOS Y REFERENCIA DE SOSTENIBILIDAD	HITOS PRINCIPALES
1973	Ley 23/1973: código de recursos naturales de protección del medio ambiente		Se define el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables. Lineamientos de protección y aprovechamiento del agua. Definición del uso adecuado del agua y medidas sanitarias de control. Derechos colectivos del ambiente. Constitución política 1991: todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.
1974	Decreto 2811/1974: por el cual se dicta el Código nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio ambiente.		
1977	Decreto 1449/1977: protección aprovechamiento y conservación de aguas y suelos.		
1979	Ley 9/1979: por la cual se dictan medidas sanitarias		
1994	Ley 142/1994: por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones		
1995	Acuerdo 20/1995: por la cual se adopta el Código de construcción del Distrito Capital de Bogotá.		
1996	Decreto 1791 de 1996: por la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal (min. Ambiente)		
1997	Ley 388/1997: la ley orgánica de ordenamiento territorial		Adopción del Código de construcción – base de desarrollo de los POT.
1997	Decreto 3102/1997: por la cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua		Programa para el uso eficiente y ahorro de agua.
1998	Ley 373/1997: por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	Leed certificación Consejo de construcción verde	Creación del Código de Minas.
2001	Ley 685/2001: por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones		Reglamentación del Salto Ambiental Colombiano (SAAC)
2009	Resolución 3957/2009 (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá)		Recaudo de recursos por la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico (CRA)
2010	Resolución 493/2010 (Min Ambiente)		Creación del reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP)
2011	Documento CONPES 3700 <i>Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia</i> Estrategias Colombianas de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) (Min Ambiente)		
2014	Política Nacional de Cambio Climático (PNCC) (Min Ambiente)		Creación del Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas (RETIE)
	Plan de acción sectorial de mitigación para el sector vivienda y desarrollo territorial (Min Vivienda)		
	Código Colombiano de fontanería NTC 1500		
	Ley 1715/2014: por la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema Energético Nacional		Misión de crecimiento verde
2015	Decreto 1285/2015 (Min. Vivienda)	Acuerdo de Paris COP 21	Definición de lineamientos de construcción sostenible (en ahorro de agua y energía)
	Resolución 0549/2015 (Min. Vivienda)	ODS 17 Naciones Unidas	

	Ley 1753/2015: por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018	HQE, Francia Certificación CERWAY NAU HABITAT III	Creación del Reglamento Técnico de Etiquetado (RETIQ)
2016	Acuerdo Municipal de Construcción sostenible del Valle de Aburra	Sello Ambiental Colombiano NTC 6112	
	Documento CONPES 3870 <i>programa nacional para la formulación y actualización de planes de ordenamiento territorial: POT Modernos</i>	CASA Certificación CCCS	Formulación NAMA HABITAT (Min. Vivienda) Programa de eficiencia energética en edificaciones (programa BEA para Bogotá y Medellín)
2016	Resolución 3348/2016 (DNP)	Certificación EDGE	
2017	Plan de acción indicativo PROURE 2017 – 2022 (UPME)		
	Ley 1844/2017: por la cual se aprueba el Acuerdo de Paris.		
	Resolución 0472/2017 (Min. Ambiente)		
	Resolución 1988/2017 (Min. Ambiente)		
	Resolución 585/2017 (UPME)		
2018	CONPES 3918 estrategia para la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible (ods)		

Fuente: elaboración propia

3.4 Marco Institucional

Misión

El fin primordial de la Policía Nacional es el mantenimiento de la convivencia como condición necesaria, para el ejercicio de los derechos y libertades públicas y para asegurar que los habitantes de Colombia convivan en paz fundamentada en el código de ética policial.¹

Visión

Al 2030 seremos una organización preparada para responder ante el cambio social a nivel local y global, como resultado de transformaciones estructurales que generen cultura y conciencia de futuro responsable en la ciudadanía.²

¹ <https://www.policia.gov.co/mision-vision-mega-principios-valores-funciones>

² <https://www.policia.gov.co/mision-vision-mega-principios-valores-funciones>

Funciones PN

Se encuentran establecidas en el Decreto 4222 del 23 de noviembre 2006, “por el cual se modifica parcialmente la estructura del Ministerio de Defensa Nacional”³

3.5 Marco Geográfico

En este capítulo se describe el lugar a intervenir, para lo cual se tuvieron en cuenta las necesidades institucionales y como componente principal las condiciones climáticas, como son caracterización del clima, datos meteorológicos, temperatura, humedad relativa, precipitaciones, brillo solar, radiaciones y vientos, los cuales son objeto de cálculo para la viabilización y ejecución del proyecto, siendo un sitio que se adecua a las necesidades generales del proyecto y cumple con factores exógenos necesarios para una edificación la cual se proyecta como modelo en autosostenibilidad.

3.5.1 Descripción General del Lugar de Ubicación del Proyecto.

El Municipio de Florida, se encuentra localizado en el valle geográfico del río Cauca, entre las cordilleras occidental y central, cerca al piedemonte de la última, a una distancia de aproximadamente 42 km de la Capital del Departamento, Santiago de Cali.

Figura 3-6 - Ubicación geográfica Municipio de Florida en Colombia

³ <https://www.policia.gov.co/mision-vision-mega-principios-valores-funciones>

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía Florida Valle del Cauca



Fuente: <https://www.google.com.co/maps/place/Colombia/>

3.5.2 Información Geográfica

Latitud: 3° 19' 37,22" Norte (3.32)

Longitud: 76° 14' 14,34" Oeste (-76.23)

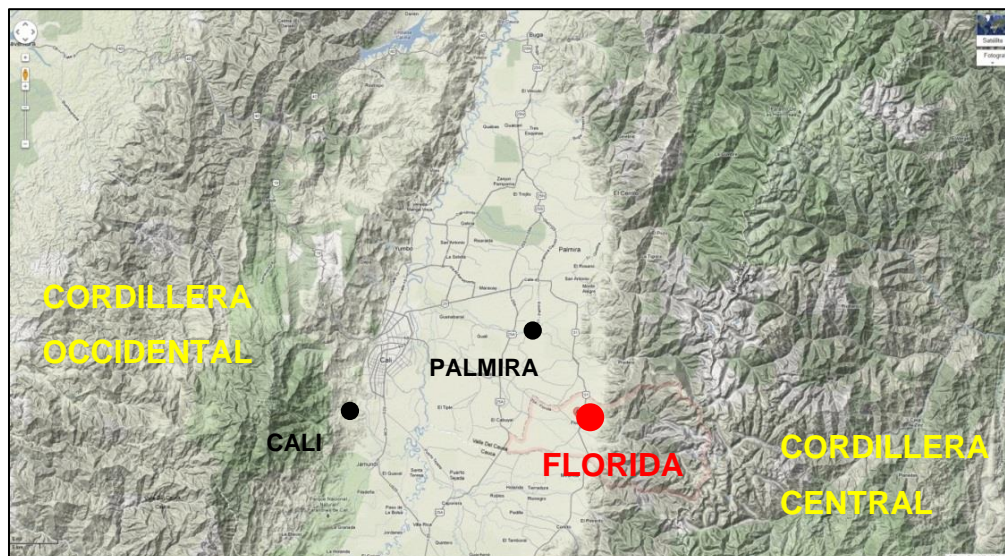
Altura sobre el nivel del mar: 1.038 MSNMM

Huso horario: GMT (-5:00)

3.5.3 Localización en la Región

El Municipio de Florida se encuentra localizado al sur-oriente de la ciudad de Palmira y de Santiago de Cali, actual Capital de Departamento.

Figura 3-7 - Ubicación geográfica Municipio de Florida en Colombia. Paisaje natural de la región.



Fuente: Adaptada a partir de <http://maps.google.com>

El valle de río Cauca es una planicie originada por una depresión que en el departamento tiene aproximadamente 200 km de largo, la cual presenta vegetación de tipo bosque seco; las especies arbóreas más comunes son el caracolí, guazumo, samán, chiminango, trupillo, chamburo, guadua, cabuya, totumo, entre otros. Como áreas protegidas se encuentran la Estación Biológica, El Vínculo y la reserva natural Laguna de Sonso. (Santana y Vásquez, 2002)

Figura 3-8 - Paisaje natural de la región



Fuente: Elaboración propia.

3.5.1 Instalación policial a intervenir

La Policía Nacional cuenta con instalaciones que por su estado de conservación requieren ser reconstruidas, así mismo, para este municipio se hace necesario aumentar el número de hombres y el nivel de seguridad de este tipo de instalación, de acuerdo a las condiciones de seguridad y convivencia de este territorio.

El predio tiene un área de 904 M2, actualmente se encuentra construida una edificación de 2 pisos donde funciona la Estación de Policía la cual se proyecta demoler en su totalidad para la nueva edificación. El predio es de tipo medianero con dimensiones por el frente de 15.5 m y 60 m de profundidad; topografía plana, no cuenta con arborización existente. Los predios vecinos presentan alturas de 1 y 2 pisos. El acceso al lote es sobre la calle 10.

Figura 3-9 - Estado actual de la instalación policial.



Fuente: Elaboración propia.

3.6 Estado del Arte

Durante todo el siglo XX se produjo un crecimiento continuo del gasto energético, junto con avances en el número de personas que tenían acceso a un nivel de vida más elevado, lo que, finalmente, desembocó en una situación como la del momento actual, caracterizada por la inquietud que despiertan problemas como el agotamiento de los combustibles fósiles, o el calentamiento global, aparentemente derivado de la emisión de gases con efecto invernadero,

como el dióxido de carbono, producidos por la combustión de los combustibles fósiles, o la generación de lluvia ácida, asociada a la emisión de otros productos de la combustión, como el SO₂ o los óxidos de nitrógeno, o la contaminación atmosférica, igualmente provocada por estos productos y por otros de origen orgánico y por partículas sólidas en suspensión provenientes de las cenizas, etc.

Los estudios realizados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) dictan que Colombia tiene una irradiación solar promedio de 194 W/m², vientos con velocidades medias de 9 m/s (a 80 m de altura) en el departamento de La Guajira, y potenciales energéticos de 450.000 TJ por año en residuos de biomasa, datos que convierten al territorio nacional en un sector con uno de los mejores potenciales para el desarrollo de energías renovables a nivel mundial (UPME, 2015)

Dentro del análisis realizado la UPME propone cinco áreas potenciales para el desarrollo de estos proyectos en el país, que son:

- Sistemas de autogeneración solar fotovoltaica a pequeña y mediana escala.
- Generación de proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables como solución a la escasez energética en zonas no interconectadas.

El uso de sistemas fotovoltaicos para generación de electricidad es una práctica cada vez más común en el ámbito internacional. Durante los últimos 30 años el desarrollo tecnológico en este campo ha permitido una reducción de 95 % en el costo de los módulos fotovoltaicos comerciales, a la par de un incremento cercano al 200% en su eficiencia. Un dato que puede servir como referencia para dimensionar el nivel de penetración de esta tecnología en estos últimos años son los más de 1200 MW de potencia pico instalada a nivel mundial, con un crecimiento anual del orden de 16 %.

Las fuentes donde se originan las energías renovables son el Sol, la gravedad, la rotación de la Tierra, y el calor interno de la Tierra. La mayor parte de los sistemas ideados, como procedimientos para la explotación de fuentes renovables, están relacionados con la radiación solar. La Tierra recibe del Sol unos 170000 TW (T = tera = 10¹²). De esa cantidad, 50000 TW son reflejados y de los 120000 restantes, 80000 llegan hasta la superficie en forma de radiación fotónica y 40000 son absorbidos por la atmósfera y los mares, dando lugar a procesos de evaporación que generan nubes y a un calentamiento diferencial, que genera vientos, y, estos, a su vez generan oleajes. Para aprovechar la radiación fotónica incidente sobre la Tierra se han ideado sistemas que transforman radiaciones visibles e infrarrojas en calor sensible, que es transferido a un fluido, aire o agua, en sistemas de baja temperatura, como los colectores solares, que producen calor para calefacción o agua caliente, o de temperatura más elevada por medio de la cual se puede generar vapor de agua o gas a presión capaz de hacer rotar a una turbina y, así, generar energía eléctrica, en sistemas de temperatura elevada en los denominados concentradores solares.

Parte de la radiación visible que alcanza la superficie de la Tierra puede ser transformada directamente en energía eléctrica en dispositivos fotovoltaicos, y en energía eléctrica y/o energía química en las denominadas células fotoelectroquímicas.

En el desarrollo de este capítulo se evidenciaron a fondo conceptos de energía solar y diseño bioclimático, teniendo las herramientas básicas para implementar estrategias basadas en documentación, normatividad existente y experiencias de la implementación de otros proyectos, partiendo siempre de la actualidad de la energía solar a partir de paneles fotovoltaicos.

CAPÍTULO 4

MARCO METODOLÓGICO

4. Marco metodológico

4.1 Tipo de investigación

Se toma la investigación descriptiva toda vez que es la encargada de puntualizar las características del lugar de intervención a través del análisis de datos, los cuales permiten realizar una comparación de una estación de policía convencional y una con estrategias bioclimática, realizando el cálculo de la implementación del sistema solar fotovoltaico, en este sentido la información recopilada permite identificar las ventajas y oportunidades que podrán ser utilizadas en el desarrollo del proyecto, para establecer las mejores estrategias de implementación en busca de alcanzar los objetivos propuestos.

4.2 Fuentes de Información

Fuentes primarias: Política pública a través de resoluciones y CONPES.

Fuentes secundarias: Documentos de energía fotovoltaica, arquitectura bioclimática y edificio cero energías.

4.3 Procedimientos y técnicas para recolectar la información

La recolección de información se realizó a través de revisión selectiva de libros, textos, contratos estatales y plataformas, en este sentido, se destaca el análisis de datos a partir de información histórica de la PN, como es el valor por metro cuadrado de la Estaciones y Comando de Policía, estudio de mercado, lo cual permitió un análisis frente a la viabilidad del proyecto, conllevando a comparar datos y realizar una comprobación y propuesta escrita.

4.4 Enfoque Investigativo

Gerencia de Proyectos.

4.5 Metodología

La metodología utilizada involucra la recolección documental que permitió la comparación de diferentes fuentes internas y externas, conllevando a obtener datos específicos basados en fundamentos teóricos obtenidos para dar solución a una problemática como es la optimización y suministro continuo de energía a través de la implementación de un sistema solar fotovoltaico.

Fases de Investigación

Revisión de información, normativa existente y Diagnostico.

Consiste en consultar el funcionamiento actual de las edificaciones de la Policía Nacional, revisando el consumo promedio con el sistema tradicional a operador de red, obteniendo bases de información propias de la PN que permitan identificar si es viable la implementación de energía a través de un sistema solar fotovoltaico, donde teóricamente se obtiene información que es la base del proyecto, en esta fase se realizará una revisión tanto del marco jurídico como de los documentos que la entidad y el sector público manejan actualmente frente a dicha actividad.

Recopilar información sobre proyectos en cuanto a gastos recurrentes como son servicios públicos y mantenimiento, que se llevan a cabo en la Policía Nacional de Colombia y las situaciones críticas que se presentan por falta del servicio de energía, para poder generar un diagnostico que involucre estrategias de solución a través de nuevas fuentes de energía.

Análisis, depuración y retroalimentación de la información.

Luego de revisar la información correspondiente y de hacer un análisis técnico frente a los resultados obtenidos, se evidencian los pro y los contra del proyecto, lo que conlleva a la clasificación de la información y a la utilización de otras fuentes para la integración y fortalecimiento, en esta etapa, es importante la referenciación con proyectos similares, haciendo énfasis en la capacidad que tiene la Policía para la implementación y sostenimiento de una edificación de estas características especiales.

Esta fase va en dos direcciones una enfocada al análisis de información conocida y retroalimentación de la misma y otra la integración de información nueva, con base en el diagnóstico lo cual genera inicialmente incertidumbre, pero que se convierte en el paso a paso o procedimiento para próximos proyectos.

Una vez surtida esta fase, se tiene información confiable para el desarrollo del proyecto, la cual debe estar en constante retroalimentación.

Redacción y Elaboración de la propuesta

Una vez determinadas las fases anteriores se documenta la propuesta, que indica el procedimiento utilizando los datos objeto de la recolección, lo cuales tienen una característica comparativa, realizando cálculos planamente verificables y completos que obedecen únicamente a la zona de estudio.

A continuación, se describe como se desarrollaron metodológicamente cada uno de los objetivos:

- Objetivo 1: Analizar la viabilidad técnica de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en una instalación policial, a través de diferentes estrategias bioclimáticas, de acuerdo a las condiciones propias del lugar.

Para el desarrollo de este objetivo se realizó el análisis de aspectos genéricos para la creación de energía a través de paneles solares fotovoltaicos, teniendo en cuenta el funcionamiento de una instalación policial con un sistema híbrido que le permita tener el respaldo suficiente para contar con el servicio de energía de manera continua, así mismo, analizar las condiciones meteorológicas del lugar, lo cual permite establecer estrategias bioclimáticas aproximándose a las condiciones de confort requerido en este tipo de instalaciones.

- Objetivo 2: Realizar el análisis económico de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en la construcción de una estación de Policía para 20 hombres.

El desarrollo de este objetivo consistió en estimar el costo beneficio del proyecto de acuerdo a la estandarización de programas arquitectónicos y valor por metro cuadrado de Comandos y Estaciones de Policía establecidos por el Grupo de infraestructura de la Policía Nacional, partiendo de una instalación tradicional con la implementación de un sistema solar fotovoltaico y estrategias bioclimáticas, que se reflejan en los estudios y diseños para el sitio, para así llegar a un valor aproximado de una edificación con un sistema alternativo de energía.

- Objetivo 3: Establecer la posibilidad de implementar un proyecto tipo a través de un sistema solar fotovoltaico en Estaciones de Policía, que no cuenten con suministro de energía continuo por parte del operador de red.

Para este objetivo se realiza el análisis de la implementación de edificaciones energía cero EEC, con base a la ubicación geográfica de la instalación policial, sin importar si la instalación cuenta o no con un operador de red, teniendo en cuenta que esto únicamente afecta si se realiza un diseño para un sistema híbrido o por el contrario para un sistema cero energía, el cual es abastecido únicamente por paneles solares y apoyado por las estrategias bioclimáticas.

CAPÍTULO 5

Análisis de la viabilidad técnica de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en una instalación policial, a través de diferentes estrategias bioclimáticas, de acuerdo a las condiciones propias del lugar.

5. Análisis de viabilidad técnica

La información suministrada en este capítulo se basa en los cálculos realizados para la Estación de Policía Florida, con el fin de establecer aspectos genéricos para la generación de energía vinculando la aplicación de estrategias bioclimáticas, en este sentido, se ejecuta un análisis completo haciendo una comparación de la potencia de carga para una estación de Policía con suministro de energía red pública (convencional), y el cálculo de potencia de carga con la implementación de estrategias bioclimáticas, estableciendo un factor diferencial que permita identificar la carga total para la estación de Policía, para luego aplicar las cargas establecidas en la NTC 2050 de 1998, lo cual permitirá identificar los parámetros de diseño para integrar y definir cargas de energía a través de paneles solares fotovoltaicos, realizando cálculos de consumo diurno y nocturno; de igual forma, todos los aspectos a tener en cuenta en el funcionamiento de una estación de Policía con un sistema híbrido y con un respaldo suficiente para contar con este servicio de manera interrumpida, así mismo, de acuerdo al estándar americano ASRAE 62.1. Del 2010, con el fin de calcular de manera adecuada, las aberturas de inyección y extracción de cada una de las zonas descritas más adelante, como también los niveles de iluminación natural teniendo en cuenta las recomendaciones y exigencias del Reglamento Técnico de iluminación y alumbrado público de Colombia RETILAP, para la evaluación de confort se tomará como referencia la zona de confort dada por el cuadro psicométrico de GIVONI.

Así mismo, se realiza el cálculo de cargas correspondiente a la estación de policía convencional con respecto a una instalación policía con estrategias bioclimáticas implementadas, que se pueden evidenciar en los anexos del presente documento.

5.1 Análisis de cargas totales

Luego del análisis realizados por espacios, se estiman las cargas totales que se requieren para una instalación convencional vs una con estrategias bioclimáticas implementadas, esta última en síntesis representa un ahorro significativo de un poco más del 50%, toda vez que entre la estrategia más significativa se garantiza la circulación cruzada de aire, reduciendo la necesidad de instalar aire acondicionado, el cual es remplazado por ventiladores, para lograr el confort térmico al interior de la edificación.

Tabla 5-1 - Cargas totales.

#	CARGAS	Potencia Total [W]
1	Piso 1 y 2 Estación convencional	51.911
2	Piso 1 y 2 Estación con estrategia Bioclimática	24.729

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Carga total piso 1 y 2 estación de policía convencional

CARGAS	Potencia Total [W]	Fuente de datos para diseño
Instalada	51.911	Carga resultada con estrategia bioclimática.
Cargas no continuas 104 tomacorriente	18.720	Aplicación NTC 1500
Primeros 10.000W al 100%	10.000	Aplicación NTC 2050
Resto 8720 al 35%	14.669	Criterio de diseño
TOTAL NO CONTINUAS	24.669	
Cargas Continuas+equipo bombeo+complementarios	6.277	
Cargas no continuas+continuas	30.946 DIVERSIFICADOS	

5.1.2 Carga total piso 1 y 2 estación de policía bioclimática

CARGAS	Potencia Total [W]	Fuente de datos para diseño
Instalada	24.729	Carga resultada con estrategia bioclimática.
Cargas no continuas 104 tomacorriente	18.720	Aplicación NTC 1500

Primeros 10.000W al 100%	10.000	Aplicación NTC 2050
Resto 8720 al 35%	3.052	Criterio de diseño
TOTAL NO CONTINUAS	13.052	
Cargas Continuas+equipo bombeo+complementarios	6.277	
Cargas no continuas+continuas	19.329 DIVERSIFICADOS	

Fuente: Elaboración propia

5.2 Dimensionamiento

A continuación, se presentan los pasos realizados en el diseño eléctrico para la definición de los componentes a integrar en la solución del sistema solar fotovoltaico.

5.2.1 Parámetros de diseño

- Tensión de la red : 220[V] L-L
- Área efectiva a ocupar : 308[m²]
- Factor de potencia : 0.90
- Horas de brillo solar multianual : 3[h]
- Potencia estimada de la carga : 20[kW]
- Reducción de emisiones de CO₂ : 29.8[kgCO₂/día] – Según calculadora UPME
- Consumo promedio en el día : Se concluye:

Tabla 5-2 - cálculos consumo en el día

ÍTEM	CONCEPTO	USO DIURNO		USO NOCTURNO	
		Potencia Total [W]	Energía [(W*h)/día]	Potencia Total [W]	Energía [(W*h)/día]
	BLOQUE DE GUARDIA				
1	Iluminación	199	1.836	199	891
2	Toma corriente	500	5.330	500	2.450
	BLOQUE SALÓN MÚLTIPLE				

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca

3	Iluminación	315	3.780	315	3.780
4	Toma corriente	850	10.200	850	10.200
BLOQUE ADMINISTRATIVO					
5	Iluminación	374	2.488	374	152
6	Toma corriente	1.005	7.505	1.005	0
BLOQUE CUARTO TÉCNICO Y ARMERILLO					
7	Iluminación	174	188	174	752
8	Toma corriente	2.010	8.020	2.010	4.020

ÍTEM	CONCEPTO	USO DIURNO		USO NOCTURNO	
		POTENCIA TOTAL [W]	ENERGÍA [(W*H)/DÍA]	POTENCIA TOTAL [W]	ENERGÍA [(W*H)/DÍA]
BLOQUE DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS					
9	Iluminación	234	702	234	1.134
10	Toma corriente	2.980	7.685	2.980	4.326
BL. PERIMETRAL, PASILLOS Y ESCALERAS					
11	Iluminación	385	0	385	1.533
TOTAL		9.026	47.734	9.026	29.238

ÍTEM	CONCEPTO (PISO2)	USO DIURNO		USO NOCTURNO	
		POTENCIA TOTAL [W]	ENERGÍA [(W*H)/DÍA]	POTENCIA TOTAL [W]	ENERGÍA [(W*H)/DÍA]
BLOQUE DE ALOJAMIENTO 1 Y 2					
1	Iluminación	204	348	204	492
2	TOMA CORRIENTE	580	4.000	580	1.760
BLOQUE DE ALOJAMIENTO 3, 4, 5 Y 6					
3	Iluminación	360	552	360	744
4	Toma corriente	1.160	8.000	1.160	3.520
BLOQUE APARTAMENTO FISCAL					
5	ILUMINACIÓN	214	356	214	730
6	Toma corriente	2.865	5.425	2.865	2.205
BL. DE PASILLOS Y ESCALERAS					
7	Iluminación	270	270	270	1.080
TOTAL		5.653	18.951	5.653	10.531

Fuente: Elaboración propia

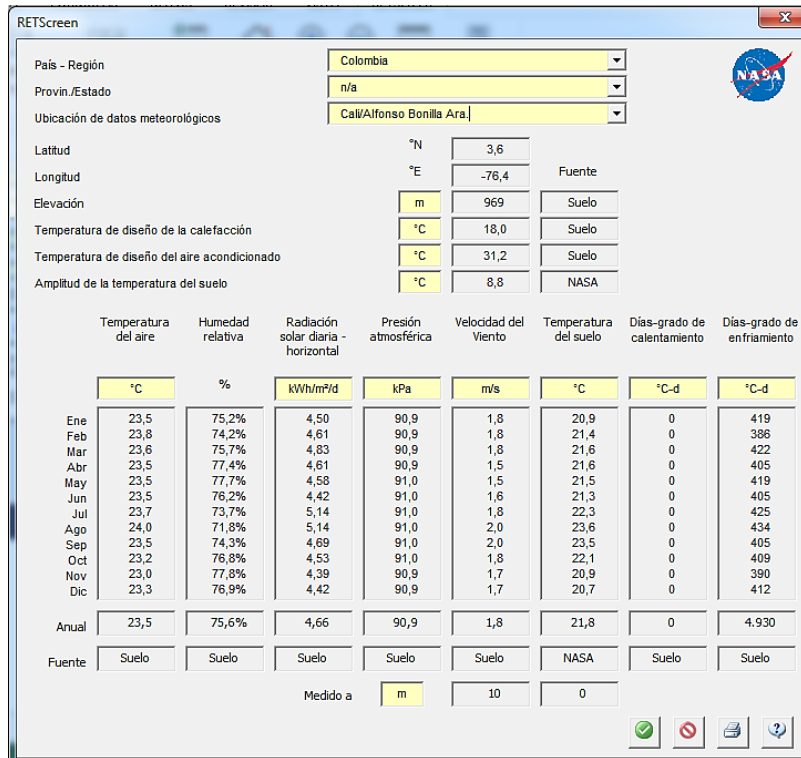
Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca

Al totalizar los ítems anteriores se concluye que la potencia de la carga del piso 1 y piso 2 es de 14,7[kW] y la demanda de energía en el día es de 66,7[kWh/día] y en la noche es de 39,8[kWh/día]. Cabe resaltar que falta por incluir la información del sistema de bombeo y la tolerancia del sistema.

5.2.2 Análisis energético

Con el fin de cuantificar el potencial energético de Florida, se inicia por consultar la información climatológica de un punto cercano de la base de datos de la NASA, dicho resultado se ilustra en la siguiente figura.

Figura 5-1 - Datos meteorológicos



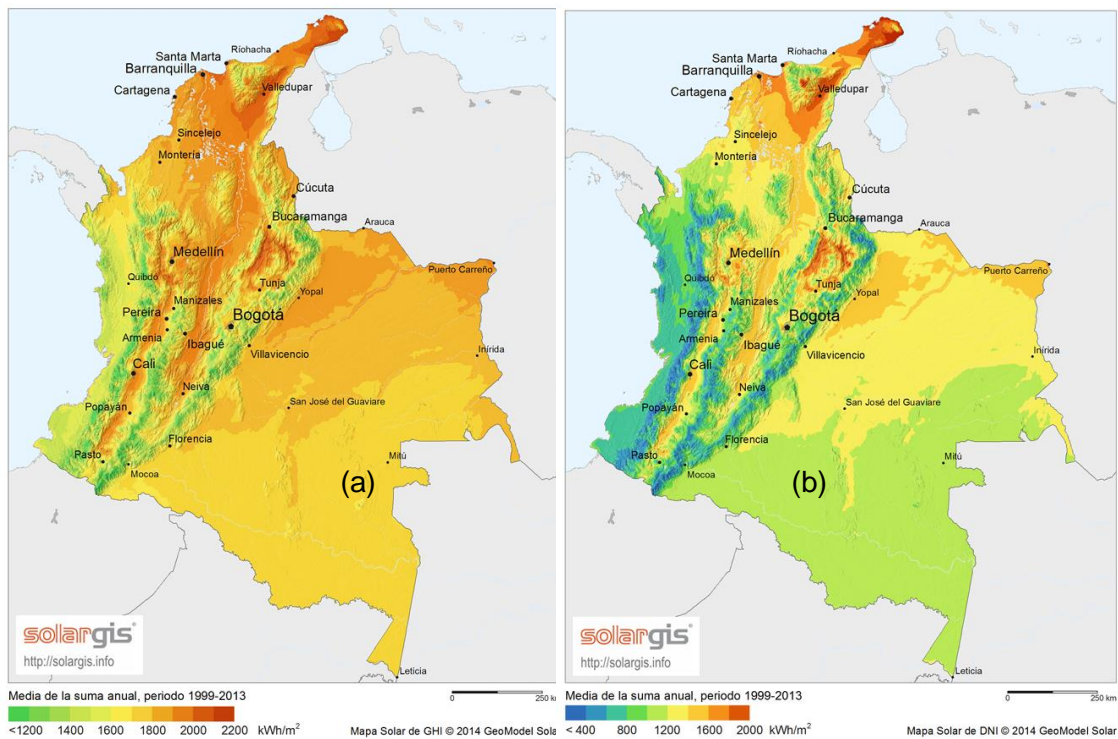
Fuente: programa RETScreen

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca

De la figura anterior se concluye que el potencial energético de una turbina eólica es muy baja comparado con la generación solar fotovoltaica, por tal razón se sugiere implementar un sistema 100% de generación con paneles fotovoltaicos.

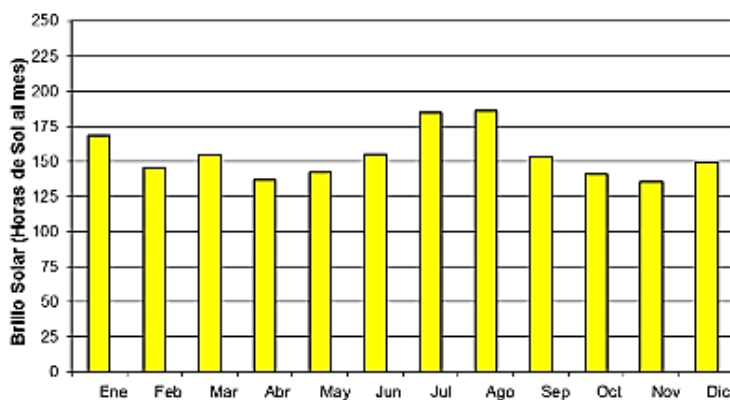
Así, un análisis más detallado del potencial solar fotovoltaico es proporcionado por bases de datos como la de Solargis, la cual se indica a continuación:

Figura 5-2-(a) Irradiación global horizontal (b) Irradiación directa normal



Fuente: Solargis

Figura 5-3 - Promedio mensual de Brillo Solar en Cali – IDEAM (2014)



Fuente: IDEAM

5.2.3 Cálculos teóricos del sistema fotovoltaico

El presente diseño pretende implementar una solución híbrida, tal como se indica en la figura 5,4, por lo cual, se identifican como principales componentes a dimensionar:

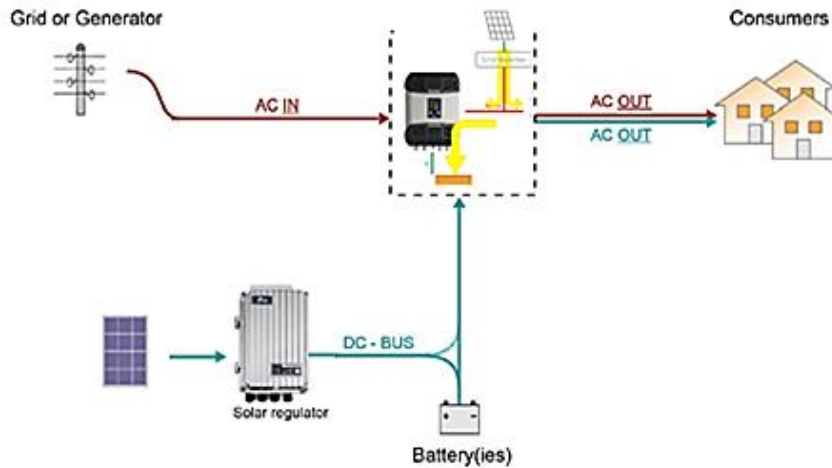
1. SISTEMA “OFF-GRID”

- Campo Fotovoltaico
- Regulador de carga
- Banco de baterías
- Inversor de tensión

2. SISTEMA “ON-GRID”

- Campo Fotovoltaico
- Inversor de corriente
- Transformador

Figura 5-4 - Esquemático aplicación Híbrida



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se ilustran los pasos de diseño:

Paso 1. Determinación de la potencia de la carga y la energía requerida por día

Figura 5-5-determinación de la potencia de la carga

ÍTEM	CONCEPTO	USO DIURNO		USO NOCTURNO	
		Potencia Total [W]	Energía [(W*h)/día]	Potencia Total [W]	Energía [(W*h)/día]
1	Total piso 1	9.026	47.734	9.026	15.258
2	Total piso 2	5.653	18.951	5.653	10.531
3	Visualización y monitoreo del sistema (Data logger + Smart TV)	150	1.200	0	144
4	Estación meteorológica - VSN800	0	14	0	14
5	Nevera (2 Unidades)	0	635	0	635
6	Sistema de bombeo	3.000	7.581	3.000	7.581
7	Sensores y equipos Complementarios	500	2.000	500	2.000
8	Tolerancia del sistema	1.000	3.000	1.000	3.000
	TOTAL	19.329	81.115	19.179	39.163

Fuente: Elaboración propia

$$C_p = \frac{P_t}{P_p} \times F_s$$

P_t=potencia Total

P_p= Potencia del panel

F_s= Factor de seguridad

C_p= cantidad de paneles

Ecuación 1- Cálculo paneles

DIURNO	NOCTURNO
$CP = \frac{19.329W}{330} = 58,5 * 1,25 = 73,2$	$CP = \frac{19.179W}{330} = 58,1 * 1,25 = 72,6$

Como factor de seguridad para el cálculo de la cantidad paneles solares se toma 1.25, por lo que dividimos la potencia total 19.329W entre 330W_p, obteniendo como resultado, 58.5 paneles, luego se aplica el factor de seguridad lo cual arroja un resultado de 73.21; sin embargo, por criterios de diseño con el fin de obtener una distribución homogénea del arreglo de strem, se opta por emplear 72 paneles, aplicando la operación para ambos sistemas.

Paso 2. Área disponible y configuración de equipos comerciales.

Se concluye que el máximo número de paneles a instalar es 144 unidades, se plantea dejar 72 unidades para el sistema de inyección y 72 unidades para el sistema de acumulación. Lo anterior teniendo presente que los posibles excedentes que se generen en cualquiera de los dos sistemas, se entregaran entre ellos.

Paso 3. Determinación del banco de baterías, para ello, se deben fijar las siguientes variables:

- Tensión DC : 48[V]
- Margen de seguridad : 20%
- Autonomía : 1[día]
- Porcentaje de descarga : 50%
- Carga total diurna : 81.115

Ahora se procede a calcular la carga eléctrica del banco de baterías, así:

$$Wh = \frac{81.115}{0,5} = 162.230$$

$$Ah = \frac{162.238}{48} = 3.379$$

Una vez calculada la potencia total del sistema y la carga eléctrica de las baterías se halla la cantidad de baterías, para este caso se toman baterías de 2 voltios (teniendo en cuenta que se superan los 1000 amperios).

$$3.379 \times 2 = 6.759,58 \text{ W}$$

Cantidad de baterías

$$Cb = \frac{162.230}{6.759} = 24 \text{ unidades}$$

Así, se determina un banco de baterías de 24 unidades, de 2[V] cada una, con carga eléctrica de 3380 [Ah] y profundidad de descarga C10.

Paso 4. Determinación del campo fotovoltaico

Teniendo en cuenta un brillo solar de 3[h] y la corriente en condiciones estándar de las referencias comerciales de paneles fotovoltaicos, se requieren 62 unidades y la potencia pico de cada uno debe ser de 340[Wp], tecnología de la célula monocristalino.

Ya que la tecnología permite entregar directamente a la carga la energía que se genere el campo fotovoltaico dedicado a cargar los acumuladores, se propone dejar la cantidad inicialmente planteada para dicho sistema.

Paso 5. Determinación del regulador de carga.

Dada la corriente a generar en el campo fotovoltaico y con el fin de evitar pérdidas en cableado, se propone utilizar 4 regulador de carga con integración de algoritmo de prueba del punto de máxima potencia (MPPT), de 600[V] a la entrada y 48[V] a la salida, con capacidad de 120[A].

Paso 6. Determinación del inversor de tensión.

Como lo indica la tabla resumen del paso 1, se requiere manejar una potencia mayor a 19[kW], por lo cual se plantea un sistema trifásico, creado por seis inversores, obteniendo un manejo por fase de 7[kW] en condiciones nominales.

Paso 7. Determinación del inversor de corriente.

Una vez validada la parte de acumulación, se concluye que al usar el mismo tipo de módulo y para el brillo solar indicado:

Figura 5-6- determinación de inversor de corriente

Fuente	Potencia Pico [Wp]	Energía necesaria [Wh/día]	Energía a generar [Wh/día]
Sistema solar fotovoltaico de inyección	24.480	81.115	73.440
Sistema solar fotovoltaico aislado de la red	24.480	46.996	73.440
TOTAL	48.960	128.111	146.880

Fuente: Elaboración propia

Así, la capacidad del inversor de inyección a la red debe soportar más de 25[kWp], por lo cual se propone una potencia comercial igual a 27,6[kW].

Paso 7. Determinación del transformador.

Por la potencia del inversor y teniendo en cuenta el 6% de pérdidas en el devanado, se debe usar un transformador seco de 30[kVA].

Cabe resaltar que la implementación de dicho equipo tiene la función de adaptación de la amplitud de onda de la red comercial, ya que las versiones trifásicas europeas o americanas del mercado vienen con tensiones de sincronismo de 400[V] y 480[V] respectivamente, y la red del sistema es de 220[V]. Adicionalmente, el tener el aislamiento galvánico, brinda una protección en caso de falla eléctrica.

5.2.4 validación del diseño

Además de los cálculos teóricos, se utilizó el paquete de software de simulación PVSOL Premium y la herramienta stringtool, de lo cual se obtuvo el óptimo la distribución de los módulos de la planta y los parámetros del diseño, como pérdidas por calibres de conductores, coordinación de protecciones, entre otros.

Para dicha simulación se tuvieron en cuenta factores como la radiación solar promedio en la zona, brillo solar, sombras incidentes en las áreas de la planta, obstáculos, rendimiento de los equipos utilizados.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de la planta solar fotovoltaica y de sus módulos sobre las cubiertas disponibles.

Con la herramienta stringtool se determinó la configuración óptima del sistema, es decir, el número de paneles conectados en serie, y el número de ramas conectadas en paralelo por cada MPPT. Dicho resultado se indica en la figura 7, en la cual, se indica en color verde las conexiones recomendadas.

Figura 5-7-Posibles configuraciones para inversor de inyección 27,6[kW]

Canales independientes																
Número de MPPTs independientes: 2																
Paneles en serie																
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
MPPT1	Ramas en paralelo	1	2275 (7)	2600 (8)	2925 (9)	3250 (10)	3575 (11)	3900 (12)	4225 (13)	4550 (14)	4875 (15)	5200 (16)	5525 (17)	5850 (18)	6175 (19)	6500 (20)
		2	4550 (14)	5200 (16)	5850 (18)	6500 (20)	7150 (22)	7800 (24)	8450 (26)	9100 (28)	9750 (30)	10400 (32)	11050 (34)	11700 (36)	12350 (38)	13000 (40)
		3	6825 (21)	7800 (24)	8775 (27)	9750 (30)	10725 (33)	11700 (36)	12675 (39)	13650 (42)						
	Notas	- Number of parallel strings compatible with inverter connections.														
Paneles en serie																
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
MPPT2	Ramas en paralelo	1	2275 (7)	2600 (8)	2925 (9)	3250 (10)	3575 (11)	3900 (12)	4225 (13)	4550 (14)	4875 (15)	5200 (16)	5525 (17)	5850 (18)	6175 (19)	6500 (20)
		2	4550 (14)	5200 (16)	5850 (18)	6500 (20)	7150 (22)	7800 (24)	8450 (26)	9100 (28)	9750 (30)	10400 (32)	11050 (34)	11700 (36)	12350 (38)	13000 (40)
		3	6825 (21)	7800 (24)	8775 (27)	9750 (30)	10725 (33)	11700 (36)	12675 (39)	13650 (42)						
	Notas	- Number of parallel strings compatible with inverter connections.														

Fuente: Elaboración propia

5.3 Cálculo de Sistema Fotovoltaico Híbrido

5.3.1 Características de Panel Monocristalino

La selección de los componentes a continuación se hará basándose en los resultados obtenidos, pero a la mitad de la energía considerada ya que el principio de funcionamiento buscado es un respaldo.

Figura 5-8- Especificaciones técnicas panel fotovoltaicos.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC								
Nominal Power (P _{max})	295W	300W	305W	310W	315W	320W	325W	330W
Open Circuit Voltage (V _{oc})	45.2V	45.3V	45.4V	45.5V	45.6V	45.7V	45.8V	45.9V
Short Circuit Current (I _{sc})	8.60A	8.68A	8.76A	8.85A	8.93A	9.00A	9.08A	9.16A
Voltage at Nominal Power (V _{mp})	36.6V	36.7V	36.8V	36.9V	37.0V	37.1V	37.2V	37.3V
Current at Nominal Power (I _{mp})	8.07A	8.18A	8.29A	8.41A	8.52A	8.63A	8.74A	8.85A
Module Efficiency (%)	15.20	15.46	15.72	15.98	16.23	16.49	16.75	17.01
Operating Temperature	-40°C to +85°C							
Maximum System Voltage	1000V DC							
Fire Resistance Rating	Type 1(UL1703)Class C(IEC61730)							
Maximum Series Fuse Rating	15A							

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5

Fuente: <https://solarmat.es/es/conexion-a-red/panel-solar-amerisolar-330w-72-celulas.html>

Como criterio de selección para el controlador de carga se tomó el nivel de tensión en DC de salida, el cual corresponde a 48V, corriente necesaria para cargar el banco, potencia pico a la entrada superior a 3.8kWp, con tecnología de seguidor del máximo punto de potencia y de conexión de cadena. Las características se ilustran en la figura 4.2.

Figura 5-9 - Especificaciones técnicas Controlador de carga

MODELO	SLC-GP2024	SLC-GP2048	SLC-GP3024	SLC-GP3048	SLC5024	SLC-GP5048	SLC-GP6024	SLC-GP6048
Tensión Nominal	12V/24V	48V	12V/24V	48	12V/24V	48V	12V/24V	48V
Corriente Nominal	20A		30A		50A		60A	
Voltaje de flotación	13.8V/27.6V	55.2V	13.8v/27.6v	55.2V	13.7v/27.4v	54.8V	13.7v/27.4v	54.8V
Desconexión de bajo Voltaje (LVD)	10.7V/21.4V	42.8V	10.7/21.4V	42.8V	10.7/21.4V	42.8V	10.7/21.4V	42.8V
Reconexión de bajo Voltaje(LVR)	12.5V/25.0V	50.0V	12.5V-25.0V	50.0V	12.6V/25.2V	50.4	12.6V/25.2V	50.4V
Autoconsumo	≤30Ma							
Caída de voltaje de Lazo	≤200Mv							
Modo de carga	Modo PWM							
Compensación de temperatura	-4mV/cell/°C							
Temperatura de funcionamiento	-10°C-60°C				-20°C-50°C			
Temperatura de almacenamiento	-30°C-70°C							
Humedad	≤90%, no condensación							
Tamaño	90mm x 188mm x 48mm				130mm x 188mm x 62mm		130mm x 188mm x 69mm	
Orificios para montaje	60mm x 178mm --Ø5				98mm x 178mm --Ø5			
Peso	360 g				590 g		775 g	

Fuente: http://www.agm.com.co/files/products/489/SLC-GP2024%20espa_ol.pdf

Para la selección de las baterías se evaluaron características de descarga profunda de baterías de 2V, con un número de ciclos de 2.500 para una descarga hasta el 50%. El resultado de la selección, el cual corresponde a una batería cuya carga eléctrica corresponde a 430Ah para un tiempo de trabajo de 10 horas continuas.

El inversor se seleccionó para crear una red monofásica, partiendo de la alimentación con un nivel en corriente directa de 48V, con potencia mínima de 3.500W, por lo cual se seleccionó el equipo indicado en la figura 4.4.

Figura 5-10 - Especificaciones técnicas Inversor

	12/500/20	12/800/35	12/1200/50	12/1600/70
24 voltios	24/500/10	24/800/16	24/1200/25	24/1600/40
48 voltios	48/500/6	48/800/9	48/1200/13	48/1600/20
PowerControl / PowerAssist	SI			
Funcionamiento en trifásico y en paralelo	SI			
Commutador de transferencia	16A			
INVERSOR				
Rango de tensión de entrada	9,5 - 17V	19 - 33V	38- 66V	
Salida	Tensión de salida: 230VCA ± 2%		Frecuencia: 50Hz ± 0,1% (1)	
Potencia cont. de salida a 25 °C (2)	500VA	800VA	1200VA	1600VA
Potencia cont. de salida a 25°C	430W	700W	1000W	1300W
Potencia cont. de salida a 40 °C	400W	650W	900W	1100W
Potencia cont. de salida a 65 °C	300W	400W	600W	800W
Pico de potencia	900W	1600W	2400W	2800W
Eficacia máxima	90 / 91 / 92%	92 / 93 / 94%	93 / 94 / 95%	93 / 94 / 95%
Consumo en vacío	6 / 6 / 7W	7 / 7 / 8W	10 / 9 / 10W	10 / 9 / 10W
Consumo en vacío en modo búsqueda	2 / 2 / 3W	2 / 2 / 3W	3 / 3 / 3W	3 / 3 / 3W
CARGADOR				
Entrada de CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA		Frecuencia de entrada: 45 - 65 Hz	
Tensión de carga de "absorción"	14,4 / 28,8 / 57,6V			
Tensión de carga de "flotación"	13,8 / 27,6 / 55,2V			
Modo de almacenamiento	13,2 / 26,4 / 52,8V			
Corriente de carga de la batería auxiliar (4)	20 / 10 / 6A	35 / 16 / 9A	50 / 25 / 13A	70 / 40 / 20A
Corriente de carga batería arranque	1A (solo modelos de 12V y 24V)			
Sensor de temperatura de la batería	SI			

Fuente: <https://autosolar.es/inversores-cargadores-48v/inversor-victron-multiplus-48v-1200va-1316a#!>

5.3.2 Elección de Conductores

Para la conexión del campo fotovoltaico, el conductor debe cumplir los niveles de aislamiento y de conductividad tales como:

- φ Conductor : cobre clase 5 para servicio móvil
- φ Aislamiento : elastómero termoestable libre de halógenos
- φ Cubierta : elastómero termoestable libre de halógenos
- φ Norma : Resistencia a la intemperie: IEC 60216, IEC 60811-1-4, UL 1581, IEC 60811-2-1, IEC 60811-1-3
- φ Resistencia mecánica: IEC 60811-1-4, EN 50305, IEC 61034-2
- φ Alta seguridad: EC 60754-1, IEC 60754-2, IEC EN 61034-2, IEC 60332-3

Así, en la figura 4.5 se ilustran valores teniendo en cuenta criterios de selección como lo es la máxima intensidad, la caída de tensión y de intensidad de corto circuito.

Figura 5-11 - Secciones de cable e intensidad de corriente para cables de corriente continua en instalaciones fotovoltaicas.

Code	Cross-Section	Colour (*)	Exterior diameter	Weight	Curvature min. radius	Max.conductor resistance at 20°C	Ampacity free air (1)	Voltage drop in DC
	mm ²		mm ²	kg/km	mm ²	Ω/km	A	V/A.km
1614106	1x1,5	■ ■	4,3	35	18	13,7	30	38,17
1614107	1x2,5	■ ■	5,0	50	20	8,21	41	22,87
1614108	1x4	■ ■	5,6	65	23	5,09	55	14,18
1614109	1x6	■ ■	6,3	85	26	3,39	70	9,445
1614110	1x10	■ ■	7,9	140	32	1,95	96	5,433
1614111	1x16	■ ■	8,8	200	35	1,24	132	3,455
1614112	1x25	■ ■	10,5	295	42	0,795	176	2,215
1614113	1x35	■ ■	11,8	395	47	0,565	218	1,574

Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>

5.4 Cálculo de Regulación

Los cables de conexión deben estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador, por lo tanto, los tramos de cableado deben diseñarse para soportar una intensidad I_{max} así:

Ecuación 2 - Cálculo de regulación

$I_{max} = I_{sc} * 125\%$; donde I_{sc} es la corriente de corto circuito en STC

$I_{max} = 10.79 * 1.25$ [A]

$I_{max} = 13.5$ [A]

La sección transversal del conductor será aquella cuya intensidad máxima admisible I_z sea mayor o igual que la I_{max} calculada ($I_{max} < I_z$). Las intensidades máximas admisibles para los conductores de aplicaciones solares se citan en la figura 5. Adicionalmente se debe tener presente el calibre del cable que trae cada panel, el cual para la instalación del Centro de Despacho de Buses de Sopó corresponde a 4mm^2

Además de contemplar la parte de corriente de cortocircuito de la instalación fotovoltaica, se debe considerar la caída de tensión para los conductores que conectan el generador fotovoltaico con el inversor, los conductores deberán tener la sección transversal suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1%. Normalmente, se dimensiona el conductor con un límite menor para así disminuir al máximo las pérdidas, pérdidas que sobre todo se hacen notar con longitudes largas del conductor.

Así, el cálculo de la caída de tensión se realizó de la siguiente forma:

Ecuación 3 - cálculo de la caída de tensión

$$\Delta V(\%) = \frac{2 * L * I_{sc}}{S_c * U_{mp} * \sigma}$$

$\Delta V(\%)$: es la caída de tensión máxima permitida

L : es la longitud del conductor [m]

σ : conductividad del elemento conductor [$m/\Omega * mm^2$]

U_{mp} : tensión en el punto de trabajo

$$\Delta V(\%) = \frac{2 * 8 * 10.27}{6 * 40.58 * 44}$$

$$\Delta V(\%) = 0.015\%$$

Por tanto, la caída de tensión en este tramo es de 0,015% evidentemente es muy inferior al 1%, y se sugiere usar el conductor de $4mm^2$.

5.5 Análisis de Corto Circuito y Falla Tierra

Siguiendo la norma UNE 20460-4-43 se puede calcular la corriente máxima de cortocircuito que puede soportar un cable según la fórmula siguiente:

Ecuación 4- fórmula corriente máxima de cortocircuito

$$I_{cc}^2 * t = k^2 * S^2$$

k: constante del conductor

S: sección transversal del conductor

t: duración del cortocircuito en segundos

$$I_{cc} = \sqrt{\frac{143^2 * 0.004^2}{5}}$$

$$I_{cc} = 8.1A$$

El conductor trabaja has 50A, por tanto, la selección del conductor para la acometida en corriente directa es de 4mm^2 .

Para la instalación, es necesario garantizar un punto equipotencial que permita conectar las partes conductivas de la instalación a tierra, incluyendo los equipos. El sistema de apantallamiento de la cubierta cubre el área dispuesta para el campo fotovoltaico, y el punto equipotencial por tratarse de un sistema de baja potencia (450W) es posible acoplarlo al sistema de puesta a tierra del edificio sin adicionar más electrodos.

5.6 Descripción de los Componentes

5.6.1 Panel Fotovoltaico 420wp

El panel fotovoltaico seleccionado es de 420[Wp], con 72 celdas tecnología monocristalina, con diodos de protección de 1.500[V], eficiencia del 19.6%. Cumplen normativa internacional IEC 61215 y IEC 61730. Las características eléctricas en condiciones estándar (250C y 1.000[W/m²]) son: tensión en circuito abierto (VOC) = 48.88[V], corriente de corto circuito (ISC) = 10.79[A], tensión en el punto de trabajo (VMP) = 40.89[V], y corriente en el punto de trabajo (IMP=10.27[A]).

La caja de conexión tiene un grado de protección IP67 y el esquema se presenta en la figura 4.7. En ésta, se aprecia estándares de calidad en la PCB sobre la cual están soldados los diodos de protección.

5.6.2 Regulador de Carga

El regulador de carga seleccionado tiene un seguidor del punto de máxima potencia (MPPT) y permite una conexión de paneles en serie de máximo 900V (lado del campo fotovoltaico), y de 48V en la conexión del banco de baterías. La eficiencia de cada MPPT es mayor al 99.8%.

Este equipo dispone de un botón de mando “Set” y de indicadores luminosos en el frontal del equipo para identificar con claridad su modo de funcionamiento.

5.6.3 Banco de Baterías

Se requiere un banco con 24 baterías selladas, libres de mantenimiento, monoblock de válvula regulada, de 2[V] con placa tubular, de 433[Ah] en C24 y 411[Ah] en C10, dimensiones aproximadas: 183x310x155[mm], el peso de cada una es de 38kg, y para un funcionamiento en un ambiente de 25°C cuenta con una expectativa de vida de 2.500 ciclos al 50% de descarga (ver figura 4.3)

5.6.4 Inversor Híbrido

El equipo debe integrar un inversor de altas prestaciones que entrega una onda perfectamente sinusoidal y de gran precisión. Está diseñado para conectarse junto con la red eléctrica pública 120V/60Hz sin ningún problema si su potencia es menor o igual a la nominal. El inversor debe estar protegido contra sobrecargas y corto-circuitos.

El equipo debe contar con un nivel de potencia sobre dimensionado, el cual permita alimentar sin interrupción cargas de hasta tres veces superiores a la potencia nominal del Xtender durante un período de 5 segundos, permitiendo así el arranque de motores.

Asimismo, el inversor debe poder conectarse a un generador o la red pública, para lo cual se debe ajustar la parametrización correspondiente. El equipo debe contar con un relé de transferencia el cual permite controlar los tiempos necesarios para permitir al generador establecer un régimen estabilizado o un precalentamiento antes de la transferencia.

Dentro de las funciones, el equipo debe incorporar el modo de detección de pérdida de red (ASI/UPS), así, cuando el inversor se conecta a la red pública o a un generador que entrega una tensión estable y poco perturbada, se puede seleccionar el modo de detección { 1552 } "rápido". En este modo, se pueden detectar defectos de tensión de duración inferior al milisegundo y el inversor pasa entonces en modo inversor. Este modo de funcionamiento garantiza un tiempo de interrupción de tensión nulo o inferior a 15 milisegundos.

5.6.5 Módulo de Programación

El inversor híbrido y el regulador de carga se parametrizan a través del módulo de programación. Las principales funciones de este equipo se listan a continuación:

- λ Visualización sinóptica de funcionamiento
- λ Visualización de las medidas de funcionamiento (Corriente/tensión/potencia etc.)
- λ Actualización de los programas o implementación de programas sobre medida
- λ Almacenamiento de los parámetros del inversor
- λ Actualización de los parámetros del inversor
- λ Almacenamiento del histórico de los mensajes de error
- λ Adquisición de los datos del/de los Xtender y demás participantes conectados al bus de comunicación como el BSP (monitor de batería) o regulador de carga compatible.

5.6.6 Sistema De Protecciones (Arismendi Pineda, 2016)

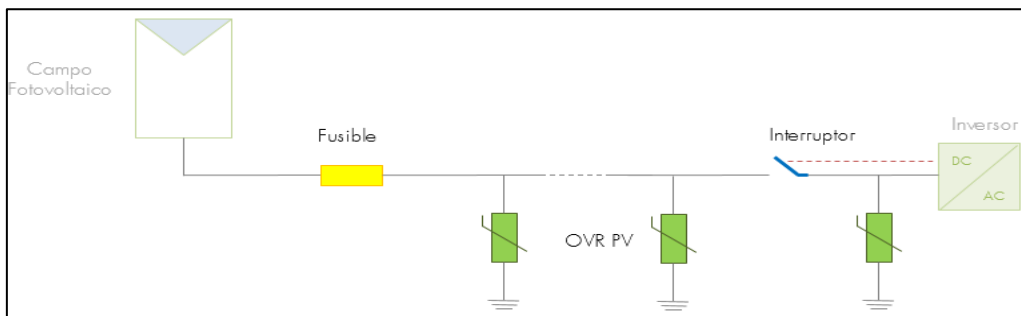
Red Eléctrica en corriente directa (D.C.)

Se tienen tres tipos de protecciones:

- i. Dispositivos para proteger los “strings”
 - η Protección contra sobretensiones transitorias.
 - η Protección contra corrientes inversas y de corto circuito.
- ii. Dispositivos de protección del inversor
 - η Protección contra sobre tensiones transitorias.
 - η Protección contra polaridad inversa.
 - η Protecciones de sobre corriente.
- iii. Dispositivos para desconectar el campo fotovoltaico

Por tanto, en la parte DC, se identifican tres tipos de protecciones (tal como lo indica la figura 4.7): los fusibles de desconexión para las sobre corrientes los cuales para la instalación se emplearon interruptores termomagnéticos, los supresores de transientes para sobretensiones transitorias (ocasionadas por descargas atmosféricas), y el interruptor de desconexión en D.C., para abrir el circuito (funciona de manera automática o manual) de entrada al inversor.

Figura 5-12 - Sistema de protecciones, lado DC, según norma IEC 62548



Fuente: Norma IEC 62548

Por normativa internacional (IEC 60364-7-712 e IEC 62548) es necesario replicar las protecciones contra sobretensiones transitorias en D.C. cada diez metros, en casos donde la distancia entre el inversor y la cadena de paneles (“String”) sea mayor a dicha medida. Con lo anterior, se logra incluso la protección de los paneles.

Dicha protección, es de la gama DPS (Dispositivo de Protección contra Sobretensiones), también se debe colocar en el lado de A.C. y se caracteriza por la configuración de red trifásica, protegiéndose tres fases y el neutro.

Los DPS se clasifican en:

- λ Tipo 1: explosores o tubos de gas (diodos controlados), cuando la tensión excede un valor dado instantáneamente reduce su impedancia.
- λ Tipo 2: basado en varistores o diodos Zener, decrece gradualmente la impedancia cuando la tensión aumenta.
- λ Tipo 1+2: combinado incluye los dos tipos anteriores conectados en serie o en paralelo.

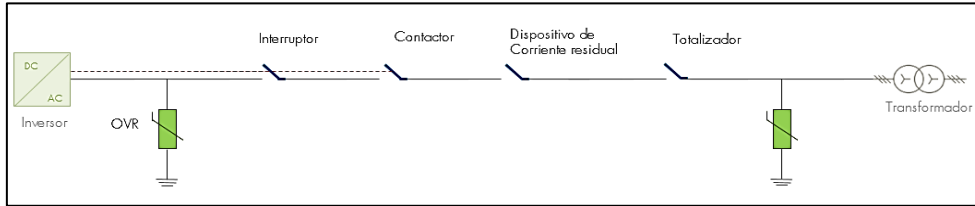
Cabe resaltar la importancia del análisis de riesgo del punto de montaje de la instalación, para establecer la necesidad de instalar un DPS para proteger contra impacto directo de rayo, y así lograr la extinción de la subsecuente corriente superior a la de corto circuito en el punto de instalación.

Red Eléctrica en corriente alterna (A.C.)

Sistema de protecciones y conexiones lado AC

Figura 5-13- Sistema de protecciones, lado AC, según norma IEC 62548

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca



Fuente: Norma IEC 62548

Tal como se indica en la figura 4.8, en el lado de A.C., se implementaron las siguientes protecciones:

- a) Interruptor automático: presente al interior del inversor y su principal función es el control de aislamiento y conexión, del equipo en condiciones de falla y validación de los parámetros de funcionamiento.
- b) Protección contra sobretensiones: actúa ante cambios súbitos originados por un transitorio de tensión, con el fin de proteger el inversor en el lado de carga.
- c) Interruptor termomagnético: la protección térmica para los casos de sobre cargar y contra corto circuito, el actuará, principalmente por aporte de la red.

5.6.7 Sistema de puesta a tierra

Para la instalación, se garantiza un punto equipotencial que permite conectar las partes conductivas de la instalación a tierra, incluyendo los equipos, y contrarrestar los posibles afloramientos. Por ello, se calcula el sistema de puesta a tierra cumpliendo con los parámetros del RETIE y la NTC 2050.

Así, el análisis concluye con los siguientes resultados para la generación del sistema, así:

Tabla 5-3 - resultado del campo fotovoltaico conectado a un regulador de carga (18 unidades)

Superficie a ocupar Noroeste		
1	Potencia Generador FV	6.12 kwp
2	Superficie Generador FV	35,4 m ²
3	Irradiación global sobre módulo	1658,2 kWh/m ²
4	Energía de generador FV (Red CA)	8300,3 kWh/año
5	Rendimiento anual espec	1356,3 kwh/KWp
6	Coeficiente de rendimiento de la instalación (PR)	81.9 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-4- Resultados del campo fotovoltaico conectado a un MPPT del inversor de corriente (36 unidades)

Superficie a ocupar Noroeste		
1	Potencia Generador FV	12.24 kwp
2	Superficie Generador FV	70.8 m ²
3	Irradiación global sobre módulo	1675,8 kWh/m ²
4	Energía de generador FV (Red CA)	16523,3 kWh/año
5	Rendimiento anual espec	1349,9 kwh/KWp
6	Coeficiente de rendimiento de la instalación (PR)	80,70 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-5- Generación de la planta

Generación de la Planta en general		
Sistema FV conectado a la red		
1	Datos climáticos	Cali/Alfonso Bonilla
2	Potencia generador FV	48,96 KWP
3	Superficie generador FV	283.3 m ²
4	Número de módulos FV	144
5	Números de inversores	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-6- rendimiento

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía Florida Valle del Cauca

Generación de la Planta en general		
Rendimiento		
1	Energía entrega al generador FV a la red (CA) en el primer año	66.449 KWH/año
2	Rendimiento anual espec	1.358,20 KWH/KWP
3	Coficiente de rendimiento de la instalación (PR)	81.6%
4	Calculación de las perdidas por sombreado	1.2 %/AÑO
5	Emisiones de CO ₂ evitadas	10.877KG/AÑO

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 6

Realizar el Análisis económico de la implementación de un sistema solar fotovoltaico en una instalación policial, tomando como referencia el suministro de energía convencional suministrado a través del operador de red.

6. Análisis económico

En este capítulo se establece el análisis económico de la instalación de un sistema solar fotovoltaico con el análisis de datos y costos frente a edificaciones que funcionan con energía tradicional suministrada por operador de red, los pasos para la implementación utilizando la arquitectura bioclimática como base fundamental para establecer un rango de confort, explorando estrategias que permitan la reducción de cargas eléctricas, optimizando energía a través del diseño eléctrico del proyecto.

Así mismo, la Policía Nacional establece anualmente un valor histórico de edificaciones de acuerdo a los proyectos ejecutados el año inmediatamente anterior, este valor se da por metro cuadrado, especificando área construida cubierta y descubierta, tanto para diseño como para construcción, esto teniendo en cuenta las especificaciones técnicas especiales que tienen las unidades policiales, por tal motivo, para el presente proyecto se calcula el valor de la Estación de Policía Florida, teniendo en cuenta los siguientes parámetros estandarizados:

Tabla 6-1 - valores referencia diseño - construcción

1. DISEÑO				
VALOR ADOPTADO EN PESOS POR M2				
RANGO EN M2	CUBIERTO \$ M2	DESCUBIERTO \$ M2 (50% de área cubierta)	INTERVENTORÍA 60% del valor de consultoría por metro cuadrado	
RANGO 0 A 1,000 M2	\$ 235.009,04			
RANGO 1,000 M2 A 4,000 M2	\$ 182.501,11			
RANGO 4,000 M2 A 10,000 M2	\$ 129.994,45	50%	60%	
RANGO 10,000 M2 A 20,000 M2	\$ 93.303,23			
RANGO 20,000 M2 ADELANTE	\$ 71.277,69			
2. CONSTRUCCIÓN				
VALOR ADOPTADO EN PESOS POR M2				
NIVEL	CUBIERTO \$ M2	DESCUBIERTO \$ M2 (30% de área cubierta)	INTERVENTORÍA POR M2	%
NIVEL 1	\$ 2.041.772,99			6,5%
NIVEL 2	\$ 2.807.438,12			7,5%
NIVEL 3	\$ 3.573.103,25	30%		8,5%
NIVEL 4	\$ 4.083.547,01			10,0%

Fuente: Policía Nacional (documento anexo)

Para el análisis de costos del proyecto, se tomaron los siguientes valores de la tabla 6.1, así:

Tabla 6-2 - costos del proyecto

NIVEL	ÁREA	CUBIERTO \$ M2	DESCUBIERTO \$ M2 (30% de área cubierta)	VALOR CUBIERTO	VALOR DESCUBIERTO
NIVEL 3	904,00	\$ 3.573.103,25	1.071.930,97	3.230.085.336	969.025.601
VALOR TOTAL DEL PROYECTO					4.199.110.937

Fuente: elaboración propia.

El valor total de la Estación de Policía, estaría alrededor de \$4.199.110.937,00, lo cual es directamente proporcional al nivel de seguridad de esta instalación, el cual es establecido por la Dirección de Seguridad Ciudadana de la Policía Nacional, de acuerdo a un estudio de seguridad minucioso de cada ciudad.

Estos valores por metro cuadrado son suministrados por la Directora Administrativa y Financiera de la Policía Nacional a todas las unidades de infraestructura a nivel nacional, los cuales deben ser tomados como referencia para la contratación estatal, de igual forma, es suministrada a entes territoriales (Alcaldías y Gobernaciones) como valores de referencia.

En este entendido, se realizó un estudio de mercado con el fin de obtener los valores aproximados de la implementación del sistema híbrido, para la generación de energía, a través de dos empresas del sector, tomando como referencia el menor valor para integrarlo al valor total de la instalación así: \$ 764.673.021,07, de igual forma las especificaciones técnicas con las que se solicitó cotización, se definieron de la siguiente forma:

Tabla 6-3 - Estudio de mercado paneles

ESPECIFICACION TÉCNICA
Suministro e instalación de protección contra sobretensiones tipo T1 + T2, configuración de red en tres fases más neutro, con cartuchos desenchufables, indicación remota con contacto auxiliar, corriente nominal de descarga 15[kA] (onda 8/20[us]) y corriente de impulso 60[kA] (onda 10/350[us]).
Sistema de adquisición de datos tipo "data logger", capacidad de procesamiento de datos hasta de 10 inversores de cadena y una estación meteorológica, dos puertos de entrada RS485 y dos para Ethernet, almacenamiento de datos local autónomo por 30 días. Permite la integración a sistemas SCADA - "Modbus TCP gateway" y cuenta con libre acceso para visualización de informes avanzados de generación de energía, monitoreo local y remoto, a través de cualquier navegador web estándar en un dispositivo conectado a Internet.
Suministro e instalación de sistema de iluminación perimetral con energía solar, incluye poste tipo arco (galvanizado en caliente en su totalidad y pintura polvo poliéster aplicado de manera electrostática), El diseño del poste según anexo en especificaciones técnicas. Luminaria a 12/24[Vdc] 52W vida útil 50.000 horas. eficiencia 105lm/w, color de temperatura blanco frio 6500K, Índice de reproducción de color IRC 75% , IP65, peso 10,5Kgs, Vidrio 5mm, clasificación I. Banco de baterías (2 unidades 12v 105Ah C100) para cada poste tecnología AGM con 3000 ciclos al 50%DoD, de ciclo profundo, libre de mantenimiento, certificado EUROBAT: IEC 60896-21 e IEC 61427. Panel fotovoltaico policristalino de 325[Wp] 72 celdas 72 celdas, eficiencia del 19%, tres didos de protección de 800[V], Fabricado Conforme según IEC 61730 y IEC 61215, resistencia a 5400[Pa], debe estar con certificado RETIE, vidrio templado en EVA-vidrio 4mm2 Marco en aluminio anodizado, Conforme según IEC 61730 y IEC 61215, resistencia HL Test 5400[Pa], certificado RETIE. Regulador de carga con display de 15Ah, el estado de carga se representa de forma visual como si de indicadores de nivel se tratasen, datos como por ejemplo la tensión, el corriente y el estado de carga se pueden visualizar también en el display con números de forma digital, con funciones de protecciones electrónicas contra sobrecarga, protección contra descarga total, Protección contra polaridad inversa de los módulos, la carga y la batería, Fusible electrónico automático, protección contra cortocircuito de la carga y los módulos solares, protección contra sobretensión en la entrada del módulo, protección contra circuito abierto sin batería, protección contra corriente inversa por la noche, protección contra sobre temperatura y sobrecarga, desconexión de carga por sobretensión en la batería. Incluye accesorios de instalación
Suministro e instalación de un sistema de transferencia automática trifásica, corriente nominal de empleo de 80[A] en AC3 y tensión de 208[V]. Está compuesta por dos contactores tripolares de 80[A], enclavamiento mecánico para uso con contactor, contactos auxiliares para uso con contactor y montaje frontal, dos contactores tripolares de 9[A], controlador de la transferencia automática para alimentación y análisis de desequilibrio de frecuencia y de fase, y pérdida de fase, seis mininterruptores de 6[A], dos selectores de tres posiciones y dos pilotos LED.
Suministro e instalación de panel fotovoltaico de 340[Wp] de potencia, 72 celdas, eficiencia del 19%, tipo de célula: monocristalino, tres didos de protección de 800[V], vidrio templado en EVA-vidrio 4mm2, marco en aluminio anodizado, fabricado según normas IEC 61730 e IEC 61215, resistencia HL Test 5400[Pa], clase de protección II, certificado RETIE. Incluye accesorios de instalación.
Suministro e instalación de regulador de carga solar MPPT. Está compuesto por dos entradas MPPT (entradas tipo SUNCLIX - "Phoenix Contact Tool Free") para manejo de tensión de cadena entre 500[V]-750[V] para configuración en serie y 250[V]-500[V] para configuración en paralelo, potencia pico por MPPT recomendada de 3.500[Wp]. La tensión de manejo al banco de baterías es de 48[V] y corriente máxima de carga de 120[A], con cuatro etapas de carga programables de manera local o remota. Eficiencia de conversión mayor al 98% y por MPPT mayor al 99,8%. Permite el control de la fuente (campo fotovoltaico) a través de la selección independiente de generación y el manejo de la información de la red. Protecciones electrónicas contra polaridad inversa, fallo a tierra, sobre temperatura, sobre tensión, IP20, con posibilidad de puesta a tierra de batería. Incluye materiales y accesorios de instalación (cable solar, conectores MC4, terminales, entre otros).

Suministro e instalación de banco de baterías tipo OPZV- GEL 3.089[Ah] / 2[V] / C10, C5: 2744Ah, C100: 3910 Ah. Batería con plato tubular, diseñado conforme DIN 40742, profundidad de descarga 10[h], tecnología gel, 3.000 ciclos de descarga al 50%, de ciclo profundo, libre de mantenimiento, certificado EUROBAT. Incluye sistema de protecciones y accesorios de instalación. Peso 222,3kgs, certificado IEC 60896-21, IEC 61427, vida útil superior a 18 años según EUROBAT. Incluye rack de baterías (diseño anexo a especificación técnica), aire acondicionado y accesorios de instalación.

Suministro e instalación de inversores para sistema fotovoltaico: compuesto por seis inversores híbridos: inversor-cargador-transferencia de 3,5[kVA] (40[°C]), monofásicos (120[V] L-N), 60[Hz], y un inversor trifásico de inyección de 27,6[kW]/FP>0,995/THD < 3,5%, con disponibilidad de dos seguidores de punto de máxima potencia (2 MPPT). Los inversores híbridos permiten la inyección de excedentes a la red comercial, la asistencia a la fuente y la posibilidad de configuración de arranque y control de trabajo con un grupo electrógeno, la tensión de batería es de 48[V], la corriente de transferencia es de 50[A], tiempo de transferencia de 15[ms], la corriente de cargador de 90[A], capacidad de sobrecarga hasta 10,5[kVA], dos contactos auxiliar que permiten hasta nueve modos de funcionamiento, control por procesador de señal digital con acceso remoto, protecciones internas electrónicas y función de reducción de picos. El inversor de inyección permite la generación de reactivos para compensación de reactivos y cuenta con características en la entrada (parte de corriente directa - DC): 950[V DC]/2X40[A]/protecciones contra polaridad inversa y contra sobretensiones (dos varistores y tres tipo "plug-in" clase II por cada MPPT), interruptor de desconexión de 40[A]/1.000[V] y control de aislamiento para los arreglos fotovoltaicos. Características en la salida (parte de corriente alterna - CA): 400[V AC]/45[A]/protecciones contra sobrecorrientes (40[A]), sobretensiones (varistores: L-N y N-G), de ausencia de red y contra sobretensiones (cuatro tipo varistor y cuatro tipo "plug-in" clase II). Grado de protección: IP65. Incluye transformador de aislamiento trifásico de 30[kVA], seco, estrella- estrella, tensión en el primario de 400[V] y tensión en el secundario de 208[V]/2015[V], conmutador de transferencia motorizado, set de comunicación por internet con puerto Ethernet, centro de programación y control remoto, televisor LED de 40" - "Full HD Smart TV" y accesorios de instalación (cable solar, distribuidores de bloques, terminales, tubería)

Sistema de protecciones en corriente continua compuesto por seccionadores tetrapolares de 660[Vdc] con cinco cajas de de combinación para dos cadenas, dos cajas de de combinación para una cadena, trece protecciones contra sobretensiones de tensión nominal de 660[Vdc] y corriente de desacarga 40[kA], cuatro protecciones contra sobretensiones de tensión nominal de 1.000[Vdc] y corriente de desacarga 40[kA], tres fusible en DC de 125[A] con portafusible, interruptor tetrapolar de 250[Adc]/750[Vdc], y ocho interruptores monopolares de 1250[Vdc]/250[Adc]. Incluye dispositivos de corriente residual tipo AC 63[A]/0,3[A], contactor de 65[A], mininterruptores de 63[A] y de 10[A], totalizador de 100[A].

Fuente: elaboración propia.

Luego de definir las especificaciones técnicas para el estudio de mercado, se obtiene el valor total del proyecto que surge de la suma del costo total de la estación con suministro de energía convencional el cual asciende a \$4.199.110.937,00 a este se le suma el valor obtenido en el estudio de mercado por \$764.673.021,07.

Para la implementación de esta Estación de Policía en el Municipio de Florida se requiere solicitar un presupuesto por \$4.963.783.958,07 con el cual se garantiza el funcionamiento óptimo ininterrumpido del servicio de energía, orientado indirectamente a la reducción de los gastos

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca

recurrentes por pago de servicios públicos. De igual forma es claro indicar que a pesar que se disminuyeron las carga para la instalación de los paneles fotovoltaicos, esto no quiere decir que se afecte el normal funcionamiento de la edificación puesto que con las estrategias bioclimáticas analizadas e implementadas se mantiene la calidad del servicio, con el valor agregado que este será constante. Por lo anterior, se realiza el análisis de la tasa de retorno a la inversión, con el fin de evidenciar la viabilidad financiera del proyecto, así:

Por otro lado, para el cálculo de la TIR, se tomo como referencia el valor de kilovatio hora estandarizado para las estaciones de policía de acuerdo a cálculos realizados por ingenieros eléctricos de la institución, siendo estos la base para el diseño de unidades policiales. El cual se describe en los anexos del presente trabajo. Donde se define el consumo kilovatio hora, el consumo anual y su valor.

Tabla 6-4 - Cálculo para la estación convencional.

PARÁMETROS DE ENTRADA		
Tasa de mantenimiento	2,5	%
Tasa de descuento (costo de capital=wacc)	10	%/anual
IPC anual para: canon arrendamiento y administración, operación y mantenimiento	3	%/año
Tasa de valorización de los activos de infraestructura	10	%/año
Metros cuadrados del nuevo edificio	904	m2
Canon arrendamiento primer año por metro cuadrado	6500	\$/m2

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6-5- cálculo de la TIR y VAN

	valores presentes o actuales	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2035
	2019-2020	año 0	2	4	6	8	10	12	14	15
Beneficio por ahorro del pago canon arrendamiento	\$ 574.201.182	\$ -	\$ 72.627.360	\$ 77.050.366	\$ 81.742.734	\$ 86.720.866	\$ 92.002.167	\$ 97.605.099	\$ 103.549.249	\$ 106.655.727
Valor Residual del activo	\$ 3.817.373.579	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 17.540.728.475
BENEFICIOS TOTALES	\$ 4.391.574.761	\$ -	\$ 72.627.360	\$ 77.050.366	\$ 81.742.734	\$ 86.720.866	\$ 92.002.167	\$ 97.605.099	\$ 103.549.249	\$ 17.647.384.201
Costo inversión	\$ 3.817.373.579	\$ 4.199.110.937	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo AOM	\$ 854.866.712	\$ -	\$ 108.127.107	\$ 114.712.047	\$ 121.698.011	\$ 129.109.420	\$ 136.972.184	\$ 145.313.790	\$ 154.163.399	\$ 158.788.301
COSTOS TOTALES	\$ 4.672.240.291	\$ 4.199.110.937	\$ 108.127.107	\$ 114.712.047	\$ 121.698.011	\$ 129.109.420	\$ 136.972.184	\$ 145.313.790	\$ 154.163.399	\$ 158.788.301
Valor Neto Actual	-\$ 280.665.530									
TASA INTERNA DE RETORNO	9%	\$ 4.199.110.937	\$ 35.499.747	\$ 37.661.681	\$ 39.955.278	\$ 42.388.554	\$ 44.970.017	\$ 47.708.691	\$ 50.614.150	\$ 17.488.595.900
RELACION BENEFICIO A COSTO	0,94									

Fuente: elaboración propia

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca

Con lo anterior se evidencia que, con la estación convencional proyectada a 15 años, rendirá a una tasa de interés del 9% durante el periodo calculado, sin embargo, para este proyecto únicamente se estaría buscando el retorno del pago por el canon de arrendamiento, lo cual financieramente nos llevaría más de 15 años.

Tabla 6-6 - cálculo para la estación bioclimática con paneles fotovoltaicos

PARÁMETROS DE ENTRADA		
Tasa de mantenimiento	0,5	%
Tasa de descuento (costo de capital=wacc)	10	%/año
IPC anual para: canon arrendamiento y administración, operación y mantenimiento	3	%/año
IPC anual para el costo de la energía	5	%/año
Tasa de valorización de los activos de infraestructura	10	%/año
Energía anual ahorrada con la estación bioclimática	72562	kWh/año
Precio de energía eléctrica	523	\$/KWh
Costo de la energía por confiabilidad del servicio	50	\$/KWh
Metros cuadrados del nuevo edificio	904	m2
Canon arrendamiento primer año por metro cuadrado	6500	\$/m2

Fuente: elaboración propia

Tabla 6-7- cálculos de la TIR y VAN

	valores presentes o actuales	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2035
	2019-2020	año 0	2	4	6	8	10	12	14	15
Beneficio por ahorro del pago canon arrendamiento	\$ 574.201.182	\$ -	\$ 72.627.360	\$ 77.050.366	\$ 81.742.734	\$ 86.720.866	\$ 92.002.167	\$ 97.605.099	\$ 103.549.249	\$ 106.655.727
Beneficios por reducción consumo energía	\$ 847.790.191	\$ -	\$ 97.467.300	\$ 107.457.698	\$ 118.472.112	\$ 130.615.504	\$ 144.003.593	\$ 158.763.961	\$ 175.037.267	\$ 183.789.131
Valor Residual del activo	\$ 4.512.530.871	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 20.734.957.462
BENEFICIOS TOTALES	\$ 5.934.522.244	\$ -	\$ 170.094.660	\$ 184.508.064	\$ 200.214.846	\$ 217.336.370	\$ 236.005.760	\$ 256.369.060	\$ 278.586.516	\$ 21.025.402.309
Costo inversión	\$ 4.512.530.871	\$ 4.963.783.958	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo AOM	\$ 202.108.196	\$ -	\$ 25.563.487	\$ 27.120.304	\$ 28.771.930	\$ 30.524.141	\$ 32.383.061	\$ 34.355.189	\$ 36.447.420	\$ 37.540.843
COSTOS TOTALES	\$ 4.714.639.066	\$ 4.963.783.958	\$ 25.563.487	\$ 27.120.304	\$ 28.771.930	\$ 30.524.141	\$ 32.383.061	\$ 34.355.189	\$ 36.447.420	\$ 37.540.843
Valor Neto Actual	\$ 1.219.883.178									
TASA INTERNA DE RETORNO	12%	\$ 4.963.783.958	\$ 144.531.173	\$ 157.387.761	\$ 171.442.916	\$ 186.812.229	\$ 203.622.699	\$ 222.013.871	\$ 242.139.096	\$ 20.987.861.466
RELACION BENEFICIO A COSTO	1,26									

Fuente: elaboración propia

Frente a la inversión realizada en los paneles para el sistema solar fotovoltaico el cual de acuerdo al estudio de mercado está por un valor de \$764.673.021,07, el retorno a la inversión se estaría garantizando en 13 años, con una tasa interna de retorno del 12%, lo cual sería inviable para cualquier proyecto que buscara una fuente de financiación, en este entendido es importante

mencionar que los proyectos de estaciones de policía se toman como proyectos de inversión, por lo cual el enfoque que tiene es el impacto y beneficio a la comunidad garantizando condiciones óptimas de habitabilidad a los funcionarios que prestan el servicio de policía, cumpliendo con el Plan de Desarrollo del Gobierno Nacional.

Finalmente, la implementación de un sistema híbrido en una instalación policial es viable técnica y económicamente toda vez que impacta positivamente el servicio de policial. De igual forma se aplican estrategias amigables con el medio ambiente, que si se quiere con un seguimiento y monitoreo adecuado se puede identificar a futuro, los beneficios reales en cuanto a costos que genera este tipo de proyectos.

CAPÍTULO 7

Implementación de un proyecto tipo a través de un sistema solar fotovoltaico en Estaciones de Policía, que no cuenten con suministro de energía continuo por parte del operador de red.

7. Proyecto tipo a través de un sistema solar fotovoltaico

7.1 Implementación Energía Cero en la Edificación

De acuerdo a la clasificación de las edificaciones energía cero EEC, para el diseño del proyecto se determinó la denominada “Energía cero en sitio”, ya que en la región no se dispone de entidades ni empresas que suministren energía proveniente de fuentes renovables.

Con el fin de lograr la mayor eficiencia energética en el proyecto, a continuación, se describen los aspectos que se tuvieron en cuenta para dar aplicación efectiva del concepto EEC en el proyecto:

7.1.1 Arquitectura bioclimática

Tal y como se ha descrito en el presente documento, es importante mencionar que la eficiencia energética es más eficaz, cuando se aplican conceptos bioclimáticos en la arquitectura. Con la implementación de sistemas pasivos de climatización en este proyecto, se está consiguiendo bajar considerablemente las cargas eléctricas que un proyecto convencional requeriría.

- Mediante la ventilación natural diseñada, se está logrando que en el interior de la edificación se mantengan temperaturas estables dentro de un rango de confort, sin tener que utilizar medios mecánicos de alto consumo como el aire acondicionado, y se ahorran costos tanto en equipos como en la energía utilizada durante la vida útil del proyecto.
- Mediante los sistemas de protección solar propuestos de la envolvente, ya sea en muros o cubiertas por conductividad térmica o radiación solar directa por ventanas, se minimizan

las cargas térmicas adicionales que tengan que ser extraídas por medios mecánicos, evitando el uso de energía eléctrica para ese fin.

- Mediante el diseño de iluminación natural propuesto, se minimiza el uso de iluminación artificial durante el día, evitando el uso de energía eléctrica para ese fin.

7.1.2 Reducción de cargas eléctricas

Al reducir las cargas de la edificación, se reduce el consumo eléctrico general y a su vez la cantidad de energía que debe ser generada por medios renovables. A continuación, se describen la metodología utilizada en el proyecto.

7.1.3 Optimización del diseño eléctrico para reducir las cargas eléctricas innecesarias.

El punto de partida para realizar el procedimiento de optimización de la carga es disminuir al máximo la demanda energética de la edificación sin que esto conlleve a afectar el normal funcionamiento de la edificación y que supla las necesidades de sus ocupantes. A continuación, se describen los criterios que se utilizaron:

1. Optimización de los espacios requeridos
2. Optimización del sistema de iluminación artificial.
3. Definición precisa de las funciones que van a realizarse en cada espacio para determinar la cantidad de aparatos eléctricos o electrónicos a utilizar.
4. Utilización de equipos eléctricos o electrónicos con política de bajo consumo.
5. Utilización de sistemas de climatización pasiva.

7.1.4 Procedimiento efectuado

Con la asesoría y acompañamiento de un profesional en ingeniería eléctrica y como punto de partida para el presente análisis, se tomó como comparación los proyectos convencionales que se ejecutan en la Policía Nacional de Colombia, donde con un área de 791 M2, se construye una edificación para 40 personas con un cuadro de cargas eléctricas para clima cálido de 22 KVA.

En este proyecto, con la optimización de espacios mediante la implementación de plantas libres en áreas administrativas y sociales, se lograron las mismas necesidades, pero en un área de 651.26 M2 con un cuadro de cargas eléctricas de 15.1 KVA.

Seguido a lo anterior, y como se observa en la tabla siguiente, se continuó el procedimiento de optimización de cargas eléctricas mediante la implementación de un sistema de iluminación con lámparas LED con características de bajo consumo y alta duración; se determinaron de manera general los equipos eléctricos y electrónicos ya sea en cantidad y sus características de consumo; y se eliminan definitivamente los equipos de aire acondicionado teniendo en cuenta el sistema de ventilación natural diseñado.

Tabla 7-1 Análisis de carga

DESCRIPCION	AREA (M2)	CARGA STANDARD (VATIOS)	CARGA OPTIMIZADA (VATIOS)
PISO 1			
BLOQUE GUARDIA			
GUARDIA-RADIO	8,95	580,00	395,00
W.C. MINUSVALIDOS	3,24	100,00	23,00
SALON MÚLTIPLE	35,61	904,00	648,00
ESPERA Y CIRCULACIONES	25,20	378,00	242,00
AREA MUROS	8,58		
TOTAL	81,58	1.962,00	1.308,00
BLOQUE ADMINISTRATIVO			
OFICINA DENUNCIAS	Y 5,97	248,00	254,00
CONTRAVENCIONES			
OFICINA VIGILANCIA COMUNITARIA	- 19,35	774,00	531,00
INFANCIA Y ADOLESCENCIA			

Análisis de viabilidad para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica para la estación de policía
Florida Valle del Cauca

OFICINA COMANDANTE	14,49	579,60	441,00
W.C. COMANDANTE	2,00	30,00	23,00
SECRETARIA	4,10	248,00	254,00
ESPERA Y CIRCULACIONES	21,51	860,40	249,00
AREA MUROS	7,60		
TOTAL	75,02	2.740,00	1.752,00
BLOQUE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS			
CUARTO ELECTRICO GENERAL Y GENERACION DE ENERGIA	10,28	411,20	216,00
ARCHIVO	6,12	244,80	18,00
ARMERILLO	10,92	436,80	36,00
W.C.	3,36	50,40	23,00
RETENIDOS HOMBRES	6,71	100,65	0,00
RETENIDOS MUJERES	6,82	102,30	0,00
W.C. RETENIDOS	4,26	63,90	46,00
HALL RETENIDOS	3,57	35,70	23,00
CIRCULACIONES	10,77	161,55	36,00
AREA MUROS	12,21		
TOTAL	75,02	1.607,30	398,00
BLOQUE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS			
COCINA-COMEDOR	25,73	643,25	1.018,00
POLICAFE	9,40	376,00	812,00
ESTAR TV	27,96	419,40	438,00
HALL ACCESO	9,10	136,50	46,00
TERRAZA	11,50	172,50	249,00
AREA MUROS	12,78		
TOTAL	96,47	1.747,65	2.563,00
PISO 2			
BLOQUE ALOJAMIENTOS 1 Y 2			
ALOJAMIENTO 1	18,08	630,00	399,00
VESTIER	5,10	100,00	16,00
W.C.	10,06	150,90	32,00
HALL ACCESO	1,44	21,60	23,00
ALOJAMIENTO 2	18,08	271,20	399,00
VESTIER	5,10	76,50	16,00
W.C.	10,06	150,90	32,00
HALL ACCESO	1,44	21,60	23,00
AREA MUROS	12,22		
TOTAL	81,58	1.422,70	940,00
BLOQUE ALOJAMIENTOS 3 Y 4			
ALOJAMIENTO 3	15,12	630,00	399,00
VESTIER	5,10	100,00	16,00
W.C.	10,06	150,90	32,00
HALL ACCESO	1,44	21,60	23,00
ALOJAMIENTO 4	15,12	226,80	399,00
VESTIER	5,10	76,50	16,00
W.C.	10,06	150,90	32,00
HALL ACCESO	1,44	21,60	23,00
AREA MUROS	11,58		
TOTAL	75,02	1.378,30	940,00
BLOQUE ALOJAMIENTOS 5 Y 6			
ALOJAMIENTO 5	15,12	630,00	399,00
VESTIER	5,10	100,00	16,00
W.C.	10,06	150,90	32,00

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía Florida Valle del Cauca

HALL ACCESO	1,44	21,60	23,00
ALOJAMIENTO 6	15,12	226,80	399,00
VESTIER	5,10	76,50	16,00
W.C.	10,06	150,90	32,00
HALL ACCESO	1,44	21,60	23,00
AREA MUROS	11,58		
TOTAL	75,02	1.378,30	940,00
BLOQUE APARTAMENTO FISCAL			
HABITACION PRINCIPAL	12,73	190,95	376,00
W.C.	3,73	55,95	16,00
HABITACION	11,75	176,25	376,00
HALL	10,84	162,60	23,00
SALA-COMEDOR-COCINA	33,73	2.200,00	1.500,00
TERRAZA	7,92	118,80	180,00
AREA MUROS	10,85		
TOTAL	91,55	2.904,55	2.471,00

RESUMEN

DESCRIPCION	AREA (M2)	CARGA STANDARD (VATIOS)	CARGA OPTIMIZAD A (VATIOS)
PISO 1			
BLOQUE GUARDIA	81,58	1.962,00	1.308,00
BLOQUE ADMINISTRATIVO	75,02	2.740,00	1.752,00
BLOQUE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	75,02	1.607,00	398,00
BLOQUE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	96,47	1.747,65	2.563,00
TOTAL PISO 1	328,09	8.056,65	6.021,00
PISO 2			
BLOQUE ALOJAMIENTOS 1 Y 2	81,58	1.422,70	940,00
BLOQUE ALOJAMIENTOS 3 Y 4	75,02	1.378,30	940,00
BLOQUE ALOJAMIENTOS 5 Y 6	75,02	1.378,30	940,00
BLOQUE APARTAMENTO FISCAL	91,55	2.904,55	2.471,00
TOTAL PISO 2	323,17	7.083,85	5.291,00
TOTAL AREA CONSTRUIDA CUBIERTA	651,26		
TOTAL		15.140,50	11.312,00

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de este proceso de optimización de cargas se obtiene que la carga total de la edificación disminuyó a 11.3 Kva, cantidad con la cual se debe calcular el sistema de generación de energía.

7.1.5 Implementación de sistemas de generación de energía disponibles

Teniendo en cuenta que el concepto de Edificios Energía Cero EEC se fundamenta en la generación de energía por medio de recursos naturales renovables, se efectuaron diferentes visitas a eventos y empresas especializadas en generación de energía tales como la Feria Internacional del Medio Ambiente FIMA, la firma OPA Engineering de Italia y la firma Eco Energy Renovables de Colombia, con quienes se determinó que en Colombia y para esta clase de proyectos se tiene la posibilidad de generar energía por los sistemas de energía solar fotovoltaica, energía solar térmica y energía eólica, los cuales serán efectivos de acuerdo a las cargas eléctricas finales tras el proceso de reducción y optimización de cargas.

Para el proyecto, se determina que es viable la utilización de energía solar fotovoltaica y energía eólica con los siguientes parámetros:

7.1.6 Energía solar fotovoltaica

Implementación de paneles solares fotovoltaicos fabricados de elementos semiconductores en silicio en la modalidad de acumulación de energía por medio de baterías con el fin de mantener una autonomía de alrededor de 1.5 días.

De acuerdo al cuadro de optimización de cargas, es necesario generar 11.3 kva correspondientes a la totalidad del proyecto en funcionamiento pleno, es decir, con todos los equipos, lámparas y demás aparatos encendidos. Sin embargo, si se analiza los horarios de uso de la edificación durante el ciclo de un día, no todo el sistema estará activo produciéndose una subutilización del sistema; de esta forma, se plantea realizar un proceso de diversificación de la carga donde técnicamente es posible que de los 11.3 kva de carga total, el proyecto funcione con 3 Kva al 100% y los 8.3kva restantes al 50%, dando como resultado final una carga a generar de 7 kva.

Como conclusión se obtiene que el sistema de energía solar fotovoltaica se compone de 116 paneles solares de 1.64 M2 para su correcto funcionamiento y autonomía total.

7.2 Aplicación del Concepto EEC al Proyecto

De acuerdo a la clasificación de las edificaciones energía cero EEC, para el diseño del proyecto se determinó la denominada “Energía cero en sitio”, ya que en la región no se dispone de entidades ni empresas que suministren energía proveniente de fuentes renovables.

A continuación, se describen y los aspectos que se tienen en cuenta para la aplicación del concepto EEC en el proyecto:

7.2.1 Eficiencia energética

Tal y como se describe en los numerales anteriores, es importante que el proyecto contenga características de eficiencia energética con el fin de minimizar las cargas eléctricas, ya que estas tendrán que ser generadas en la misma edificación por medios renovables, y, por consiguiente, será menor la energía que se debe generar en el sitio.

Para lograr la mayor eficiencia energética se aplicarán las siguientes estrategias en el proyecto:

7.2.2 Arquitectura bioclimática

Aplicación de conceptos de arquitectura bioclimática determinados por los sistemas pasivos de climatización que se implementen, en concordancia con las ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS RECOMENDADAS del presente documento y que se desarrollarán en el siguiente capítulo, así:

- Diseño de ventilación natural apropiado que minimice la utilización de medios mecánicos y por ende reduzca las cargas de consumo eléctrico en la edificación.
- Sistema de protección solar de la envolvente que minimice en la mayor medida la entrada de radiación solar al interior de la edificación, y por ende impidiendo cargas térmicas

adicionales que tengan que ser extraídas por medios mecánicos, evitando el uso de energía eléctrica para ese fin.

- Diseño de iluminación natural, que permita minimizar en mayor medida el uso de iluminación artificial durante el día, evitando el uso de energía eléctrica para ese fin.

7.2.3 Reducción de cargas eléctricas

Al reducir las cargas de la edificación, se reduce el consumo eléctrico general y a su vez la cantidad de energía que debe ser generada por medios renovables. A continuación, se describen las estrategias para tal fin:

- Optimización del diseño eléctrico, en el cual se reduzcan las cargas eléctricas innecesarias.
- Sistema de iluminación artificial eficiente, el cual contenga características de bajo consumo de energía y que se encuentre automatizado para mayor efectividad, minimizando el consumo eléctrico para tal fin.
- Uso de aparatos eléctricos que contengan características de bajo consumo energético.

7.2.4 Implementación de sistemas de generación de energía disponibles

Teniendo en cuenta que el concepto de Edificios Energía Cero EEC se fundamenta en la generación de energía por medio de recursos naturales renovables, se efectuaron diferentes visitas a eventos y empresas especializadas en generación de energía tales como la Feria Internacional del Medio Ambiente FIMA, la firma OPA Engineering de Italia y la firma Eco Energy Renovables de Colombia, con quienes se determinó que en Colombia y para esta clase de proyectos se tiene la posibilidad de generar energía por los sistemas de energía solar fotovoltaica, energía solar térmica

y energía eólica, los cuales serán efectivos de acuerdo a las cargas eléctricas finales tras el proceso de reducción y optimización de cargas.

7.3 Paneles Fotovoltaicos

- **Dimensionamiento**

A continuación, se ilustra el procedimiento de diseño tomado del libro Photovoltaics for Professionals Solar Electric Systems, Marketing, design and installation. Autor Falk Antony, Christian Durschner, Karl-Heinz Remmrs. Editorial Solarpraxis AG, Berlin, 2007/Earthscan, London, 2007. Página 164 a la página 198.

Tabla 7-2 Cálculo de energía solar.

DESCRIPCIÓN PROCESO		CÁLCULO		UNIDADES
Energía total a suplir dimensionada al 1.2 para garantizar suplir las pérdidas por los equipos.	=	$10942 * 1.2$	=	13.128 (Wh/Día)
Tensión del sistema	=	48		(V)
Corriente del sistema	=	$\frac{13.128}{48}$	=	273.5 (Ah/Día)
Días de Autonomía	=	1		Día
Capacidad de baterías	=	$273.5 * 3$	=	820.5 (Ah)
Brillo solar multianual*	=	3.5		(h)
Corriente a suplir	=	$\frac{273.5}{3.5}$	=	78.1 (A)
Corriente Panel MPP	=	10.27		(A)
Números de paneles ⁺	=	$\frac{78.1}{10.27}$	=	16 Unidades
Controlador de carga	=	$16 * 420$	=	6.720 Vatios

Fuente: Brillo solar multianual tomado del IDEAM + El resultado se debe multiplicar por dos, ya que los paneles de 72 celdas se les asigna una tensión nominal de 24V.

Así, la selección del módulo fotovoltaico se realizó teniendo en cuenta la corriente de trabajo por panel (en condiciones estándar) de referencias comerciales, en la cual, la corriente de 10.27A corresponde a un panel monocristalino de 420Wp.

En este sentido, es indispensable precisar que las condiciones climáticas de cada sitio van a incidir directamente en el diseño de este tipo de estaciones, lo cual puede aumentar o disminuir la cantidad de paneles y el tiempo de autonomía. Por tal motivo, lo que se evidencio en el desarrollo del presente trabajo es la estandarización de una metodología que puede llevar a una estación de policía con paneles fotovoltaicos de forma hibrida hasta convertirla en un proyecto de consumo de energía cero, esto con la implementación de estrategias bioclimáticas y los cálculos realizados de acuerdo a las condiciones meteorológicas de Florida.

CAPÍTULO 8

PLAN DE INTERVENCIÓN

8. Propuesta de intervención

Una vez obtenidos los lineamientos de diseño, el proyecto iniciará con la etapa de planeación dependiendo la alternativa de financiación aprobada, en este sentido, se presentan los posibles escenarios de intervención, para lo cual, en la vigencia 2020 se tiene proyectado realizar toda la presentación de documentación y la ejecución se realizará en el año 2021, previa aceptación y financiación del proyecto tipo.

En este entendido se tomará como proyecto piloto la Estación de Policía Florida -Valle la cual contará con el suministro de energía con paneles solares fotovoltaicos, que contará con el respaldo del operador de red, es decir un sistema híbrido.

El objetivo principal es garantizar un servicio de energía continuo en la instalación policial, lo cual transversalmente impactará positivamente a la disminución de gastos recurrentes en el pago de servicios públicos. Para establecer con total certeza los cambios surgidos en una estación de este tipo, se hace necesario medir de manera periódica (mensual) el gasto de energía estimando porcentualmente el ahorro, sin perder de vista el mantenimiento preventivo y correctivo que necesiten los paneles solares.

El valor estimado para el desarrollo de este proyecto con un costo total de \$ 2.126'146.450.79 (US 1'119.024.44) para un área de 651.26 M².

Para las alternativas de financiación el proyecto será presentado por el Área de Infraestructura de la Dirección Administrativa y Financiera con el fin de poderlo ejecutar en la vigencia 2021.

8.1 Alternativa de ejecución con presupuesto de regalías

La Policía Nacional a través de la Dirección Administrativa y Financiera presentará la propuesta ante el Departamento de Planeación Nacional – Regalías, con el fin de establecer lineamientos de

diseño para instalaciones de Policía cero energía con capacidad de 20 hombres, con un nivel de seguridad III, resaltando que este tipo de edificaciones están enfocadas a lugares donde no se cuenta con disponibilidad de servicios públicos o intermitencia de los mismos por parte del operador de red.

Tabla 8-1 - Alternativa No. 1

ACTIVIDADES PRINCIPALES	RECURSOS	SEGUIMIENTO	PERIODO 2021								
			2020				2021				
			MESES				SEMESTRE				
			6	7	8	9	10	11	12	1	2
Mesas de trabajo PN y DNP	Construir documento de lineamientos de diseño, a través de árbol de problemas y objetivos y MGA diligenciada	Publicación en página proyecto tipo DNP									
Avales (operativo y técnico) PN	Concepto de planeación. (DISEC) Aval técnico jurídico del predio. (DIRAF) Aval comité de diseño (DIRAF)	Bitácora del proyecto									
Convenio interadministrativo de cofinanciación (Regalías)	Presentación proyecto al Consejo Regional de Planificación Económica y Social (CORPES)	Órgano Colegiado de Administración y Decisión OCAD									
	Contratación obra	Ente territorial									
	Ejecución obra e interventoría	Ente territorial contratista y supervisor									
Recibo final del proyecto	Ente territorial contratista y supervisor	PN									

Fuente: Elaboración propia

8.2 Alternativa de ejecución con presupuesto ministerio del interior

Para ejecutar el proyecto con esta alternativa, mínimo se requiere que la PN o ente territorial apalanquen el 15% del valor de la instalación policial, en este entendido se requiere el

diligenciamiento de unos formatos para la presentación ante el Ministerio del Interior justificando la necesidad, desarrollando la siguiente metodología:

Tabla 8-2 Alternativa No. 2

ACTIVIDADES PRINCIPALES	RECURSOS	SEGUIMIENTO	PERIODO 2020 – 2021									
			2020				2021					
			MESES				SEMESTRE					
			6	7	8	9	10	11	12	1	2	
Avales (operativo y técnico)	Concepto de planeación. (DISEC) Aval técnico jurídico del predio. (DIRAF) Aval Comité de diseño (DIRAF)	Bitácora del proyecto										
Convenio interadministrativo de cofinanciación (Ministerio del Interior)	Presentación proyecto para la seguridad y convivencia (formato Anexo 01)	Alcaldía y Policía Nacional										
	Contratación obra	Fonsecon										
	Ejecución obra e interventoría	Fonsecon, contratista y supervisor										

Fuente: Elaboración propia

8.3 Alternativa De Ejecución Con Presupuesto Policía Nacional

Para ejecutar el proyecto con esta alternativa, se requiere realizar la presentación en el comité de inversión con el fin de que sea priorizado para la vigencia 2021, para el desarrollo de este proyecto ya se cuenta los estudios y diseños, por esta metodología los recursos serán aportados por la PN en un 100%.

Tabla 8-3 - Alternativa No. 3

ACTIVIDADES PRINCIPALES	RECURSOS	SEGUIMIENTO	PERIODO 2020 – 2021														
			2020						2021								
			MESES						TRIMESTRE								
			6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4				
Comité de Inversión	Presentación de la necesidad ante comité de inversión Policía Nacional para priorizar las necesidades	Acta de Inversión															
Avales (operativo y técnico)	Concepto de planeación. (DISEC) Aval técnico jurídico del predio. (DIRAF) Aval Comité de diseño (DIRAF)	Bitácora del proyecto															
Precontractual	Estudio previo obra e interventoría	DIRAF															
	Publicación Pliego Borrador																
	Publicación Pliego Definitivo																
Contractual	Adjudicación	DIRAF															
	Ejecución																

Fuente: Elaboración propia

Por lo anterior, es claro que la parametrización de lineamientos para el diseño debe contemplar aspectos transversales como el estudio de las condiciones climáticas de cada sitio y las del suelo que apliquen, con el fin de determinar estrategias bioclimáticas a utilizar.

Así mismo, la implementación por cualquiera de las metodologías descritas dependerá de la priorización de necesidades de cada entidad. Sin embargo, este proyecto está encaminado al mejoramiento de calidad de vida de los funcionarios de policía, lo cual impacta positivamente en la prestación del servicio de policía.

9. Conclusiones

Es indispensable crear alternativas de eficiencia energética, teniendo en cuenta, que los gastos recurrentes de las Estaciones de Policía (servicios públicos) están desbordando los recursos asignados por el Gobierno Nacional para cada anualidad, en este sentido, en el desarrollo del siguiente proyecto, se evidenció que tanto en la parte técnica como económica, es viable la implementación de proyectos de suministro de energía a través de paneles fotovoltaicos, lo cual depende específicamente del estudio y condiciones climáticas de cada lugar.

La viabilidad en cuanto a la comparación de la energía suministrada a través del operador de red y la generada a través de paneles solares fotovoltaicos, no solo impacta positivamente en las practicas amigables con el medio ambiente disminuyendo significativamente en las emisiones contaminantes, sino que también en el costo-beneficio, lo cual se ve reflejado desde la obra en lo que tiene que ver con los costos de la instalación de redes eléctricas, equipos de respaldo y también en la reducción de los gastos recurrentes de servicios públicos ante las empresas prestadoras de servicios.

La generación de energía por medio de recursos renovables, es viable para ser aplicada en estaciones de policía tipo con capacidad para 20 hombres, sin embargo, los estudios y diseños deben incluir conceptos de energía cero (EEC), criterios de arquitectura bioclimática y como aspecto fundamental, la sensibilización que se debe inculcar a los ocupantes del proyecto, con el fin de generar una optimización en el gasto de energía.

Mediante el desarrollo de esta tesis fue posible identificar alternativas desde la implementación de paneles solares para suplir energía y aplicación de algunas estrategias bioclimáticas que garantizan instalaciones optimas en cuanto a seguridad, confort y un alto sentido de

responsabilidad ambiental, lo cual permitirá mejorar falencias en cuanto a la prestación del servicio de energía y cobertura en el territorio nacional, más aún con la ubicación de las unidades policiales en zonas rurales.

Finalmente, el desarrollo del proyecto permitió dar solución a los objetivos planteados, desde la viabilidad técnica y económica dependiendo de las características específicas del lugar, hasta establecer lineamientos para el suministro de energía a través de paneles solares fotovoltaicos, en estaciones de Policía para 20 hombres.

10. Recomendaciones

Frente a la implementación de alternativas para la optimización de energía a través paneles solares en la Policía Nacional (PN), es indispensable la introducción de normatividad que plantee lineamientos que estandaricen la inclusión de nuevas alternativas de eficiencia energética, las cuales deben establecerse desde la etapa de diseño de acuerdo a las necesidades institucionales y condiciones climáticas del sitio.

En el desarrollo de este proyecto, se realizaron todos los cálculos previsible en el diseño eléctrico orientado a la optimización de energía; sin embargo, una vez implementado se debe iniciar un plan piloto de seguimiento y control, con el fin de identificar imprevistos o actividades que no hayan sido contempladas y que se requieran documentar para próximas edificaciones.

Teniendo en cuenta que es imposible estandarizar una estación tipo para funcionamiento a través de paneles fotovoltaicos, ya que depende directamente de las condiciones meteorológicas de cada sitio, es evidente que la importancia está en el procedimiento de cálculo de acuerdo a la información de entrada para el diseño, por tal motivo, En los estudios y diseños es indispensable la recolección de datos de entrada, que a futuro permita una zonificación y estandarizar estaciones tipo por regiones que cuenten con condiciones climáticas similares.

Al implementar el plan propuesto podemos garantizar el fortalecimiento de cuatro aspectos relevantes, como son: garantizar el funcionamiento de instalaciones de policía apropiadas en cualquier parte del territorio nacional, específicamente donde no se cuenta con disponibilidad de servicios públicos, disminuir los gasto recurrentes (servicios públicos), garantizar la prestación del servicio de energía de forma ininterrumpida lo cual representa un plus en la seguridad y defensa de las instalaciones y construir edificaciones amigables con el medio ambiente.

11. Referencias bibliográficas

- Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2015). Integración de las Energías Renovables No Convencionales en Colombia. Bogotá D.C.: La Imprenta Editores S.A.
- AB PROYECTOS S.A. (9 de Octubre de 2016). <http://www.abprocol.com/>. Obtenido de http://www.abprocol.com/?page_id=20
- ABB. (2015). *ABB review - Energía Solar*. Recuperado el 07 de 2016, de [www.http://new.abb.com/solar](http://new.abb.com/solar)
- ABB. (2016). *Solar power - low voltage solutions for a safe and reliable photovoltaic system*. Recuperado el Julio de 2016, de <http://new.abb.com/solar>
- ABB Solar Inverter. (2013). *TRIO-20.0-27.6-TL-OUTD-Product manual*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2016, de <https://library.e.abb.com/public/83a5ff10f54be0f685257e20005db532/TRIO-20.0-27.6-TL-OUTD-Product%20manual%20EN-RevE%28M000001EG%29.pdf>
- Acciona. (02 de 02 de 2017). *acciona* . Obtenido de <http://www.acciona.com/es/>
- Acosta, J., Avendaño , R., Guanipa , M., Morales, M., Padilla, Y., & Toro, Y. (2010). Importancia de la construcción de escenario para el liderazgo transformacional en la gerencia social. *Multiciencias*, 159-164.
- Acosta, J., Avendaño, R., Guanipa, M., Morales , M., Padilla , Y., & Toro, Y. (2010). Importancia de la construcción de escenario para el liderazgo transformacional en la gerencia social. *Multiciencias*, 159-164.
- Acosta, S. M. (Octubre de 2014). *You tube*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=8RZz6q_vYAs
- Acuerdo No.198. (17 de diciembre de de 2001). *Por medio del cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Florida*. Florida, Valle del Cauca.
- Acuña, I. T. (2007). Ambientalismos y ambientalistas: una expresión del ambientalismo en Colombia . *Ambiente y sociedades* , <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31710204>.
- Agencia Andaluza de la Energía. (s.f.). *Energía solar*. (A. A. Energía., Ed.) Obtenido de <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/ciudadania/energia-solar>
- Amador. (2011). Los servicios públicos frente a las reformas económicas en Colombia. . Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.

- Arango, R. N. (2015). Habilidades gerenciales en los líderes de las medianas empresas de Colombia. *Pensamiento y gestión*, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64639792008>.
- Arcila, N. D. (2011). La naturaleza obliga a administrar. *Portafolio*, <https://search.proquest.com/docview/848536117?accountid=34925>.
- Arismendi Pineda, L. (Abril de 2016). *ABB SOLAR INVERTERS*. Recuperado el 20 de Julio de 2016
- Auliciem. (1981). Towards a psycho-physiological model of thermal perception. *International Journal Biometeorology*(25), 109-122.
- Auliciems. (1981). Towards a psycho-physiological model of thermal perception. *International Journal Biometeorology*.(25), 109-122.
- Baez, C. E. (2006). *Misredes*. Obtenido de http://misredes.com.ve/v2.0/wp-content/uploads/2016/05/guia_4_gerencia_ambiental.pdf
- Brachet, V. (2006). La gerencia social ante los nuevos retos del desarrollo social en América latina. *Estudios sociológicos*, 501-503.
- Brachet, V. (2006). La gerencia social ante los nuevos retos del desarrollo social en América latina. *Estudios sociológicos*, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=598071110>.
- Burgos, M. P. (2010). Gerencia con pertinencia social: hacia la transformación de las organizaciones. *Revista venezolana de gerencia*, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29012358001>.
- Camargo, S. R. (29 de Octubre de 2016). <http://www.unilibre.edu.co/>. Obtenido de <http://www.unilibre.edu.co/dialogos/admin/upload/uploads/Art%C3%ADculo%201%20Matias.pdf>
- Cancillería. (Septiembre de 2015). *Cancillería*. Obtenido de <http://www.cancilleria.gov.co/international/politics/cooperation>
- Cardenas, R. M. (2008). Poco ruido muchas nueces. *Portafolio*, <https://search.proquest.com/docview/334432933?accountid=34925>.
- caribe, C. e. (2016). *CEPAL*. Obtenido de <http://www.cepal.org/es/areas-de-trabajo/desarrollo-economico>
- Carvajal, A. (2009). Experto brinda lecciones de alta gerencia en encuentro empresarial. *Noticias financieras*, <https://search.proquest.com/docview/466726389?accountid=34925>.
- castañeda, O. g. (2004). *Eumed*. Obtenido de <http://www.eumed.net/ce/2004/orgc-ger.htm>

- Castillo, J. O. (2005). Gerencia del siglo XXI. *Revista Ean*, 59-83.
- Catarina. (29 de Octubre de 2016). www.catarina.udlap.mx/. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lcp/cisneros_t_c/capitulo1.pdf
- Centro nacional de memoria historica . (2015). *Centro nacional de memoria historica* . Obtenido de <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/noticias/noticias-cmh/15-lecciones-del-proceso-de-paz-con-el-m19>
- Cervantes, G. (2010). *Desarrollo Sostenible*. Torre Marin.
- Chacin, M., Briceño , M., & Zavarce , C. (2009). La gerencia de las organizaciones sociales. *Negotium*, 86-99.
- Chavez, M. G., & Macías Manzanares, C. H. (2001). El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. el caso de san luis potosí, México. *Estudios sociales* , 237-261.
- Colmenares, I. R. (2003). La multidimensionalidad del conocimiento gerencial en tiempo de crisis. *Revista venezolana de gerencia* , <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29002201>.
- Congreso de la República de Colombia. (3 de Octubre de 2001). LEY 697 de 2001. Bogotá D.C., Colombia: Diario Oficial 44573.
- Consortio Energético CORPOEMA. (2010). Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia . Bogotá, D.C.: CORPOEMA.
- CREG. (Diciembre de 2012). *Comisión de Regulación de Energía y Gas*. Obtenido de Determinación de inversiones y gastos de administración, operación y mantenimiento para la actividad de generación en zonas no interconectadas utilizando recursos renovables: http://www.corpoema.com/web/IMG/pdf/informe_zni_renovables.pdf
- D´Addario. (2014). Manual de Energía Solar Fotovoltaica. Comunidad Europea: Lulu-Zafe Creativa.
- Den Berghe, E. V. (2009). *Gestión y gerencia empresariales: aplicada al siglo XXI*. Colombia: Ecoe ediciones.
- Departamento Nacional de Planeación . (2015). *DNP*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Que-es-el-Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>
- Desso. (24 de 02 de 2017). *Desso*. Obtenido de <http://www.desso.es/responsabilidad-empresarial-y-c2c/cradle-to-cradle/>

- Dotfanny. (2012). *You tube* . Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=l5ykXYWwEAo>
- EAFIT. (29 de Octubre de 2016). *www.eafit.edu.co*. Obtenido de <http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/consultorio-contable/Documents/nota%20de%20clase%2073%20fusion%20y%20escision.pdf>
- EPEA. (2016). *EPEA*. Obtenido de <http://epea-hamburg.org/en/content/cradle-cradle%C2%AE>
- Escorihuela, A. (2014). *Cigac*. Obtenido de <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/article/viewArticle/3679/4837>
- evaluamos.com. (29 de Octubre de 2016). *www.evaluamos.com*. Obtenido de www.evaluamos.com/2006/docs/AnalisisdeUNEaLeyEcheverry.doc
- Fernández, G. C. (2008). La gerencia ambiental como metodología integradora del conocimiento para la administración y gestión del ambiente . *Fermentum*, 148-173.
- Franco, S. (2015). Salud para la paz y paz para la salud. *Gerencia y politicas de salud; Bogotá*, 5-8.
- Franco, S. (2015). Salud para la paz y paz para la salud . *Gerencia y politicas de salud; Bogotá* , 5-8.
- FUPAD. (9 de Octubre de 2016). *http://www.fupad.org/*. Obtenido de <http://www.fupad.org/nosotros>
- Galeano, J. D., Parra Gonzalez, A. D., & Pineda Neisa , A. S. (2003). *universidad javeriana*. Obtenido de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/derecho/dere5/TESIS47.pdf>
- Garcia, A. O., & Soto Cabezas , M. (2013). La gerencia de la salud: pública y social. *Revista peruana la epidemiologia*, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203129459012>.
- Garcia, D., & Valles, L. (2012). Aprendizaje organizacional, estrategias de negociación en la gerencia social. *Multiciencias*, 126-132.
- Garcia, D., & Valles, L. (2012). Aprendizaje organizacional, estrategia de negociacion en la gerencia social. *Multiciencias* , <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467646131002>.
- Garzón, A. N., Solarte-Pazos, L., & Lopez, O. (2015). Evaluación y seguimiento de planes de ordenamiento territorial en los municipios de colombia . *Sociedad y economia* , <https://search.proquest.com/docview/1683987666?accountid=34925>.
- German. (2016). *You tube* . Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=cbpzwBRTMaU>

- Gestiopolis. (2016). *Gestiopolis* . Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/que-son-crecimiento-economico-y-desarrollo-economico-se-relacionan/>
- Gil, R. E., Galvan Rico, L. E., & Aguiar Serra, M. (2005). El precio de la contaminación como herramienta económica e instrumento de política ambiental. *Interciencia* , <https://search.proquest.com/docview/210143843?accountid=34925>.
- Giraldo, M. R. (2015). La cognición social: ¿una aliada para el posconflicto? *Psicología desde el Caribe* , <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21342681001>.
- Giuliano, G. (2014). De la cuna a la cuna: una crítica al diseño ecoeficiente. *Revista argentina de ingeniería* , 77-83.
- Gómez. (2005). Temperaturas y Humedades Relativas, Cálculo de Medias horarias. *Hoja de cálculo de Microsoft Excel ® desarrollada a partir del procedimiento de Tejada*. México: Universidad Veracruzana.
- Gómez, E. (2011). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de Energización de las zonas no interconectadas a partir de las energías renovables solar y eólica: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/6078/1/tesis121.pdf>
- Gómez, H. (1999). Gestión social: nuevos retos para las escuelas de gerencia. *Latinoamericana de administración* , 6-14.
- Hasbun, D. P. (2004). El ambiente pensamiento estratégico de la gerencia postmoderna . *CIGAC*, <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/article/view/566>.
- Hidrometrología ETESA. (s.f.). *Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.* Obtenido de Brillo Solar: http://www.hidromet.com.pa/brillo_solar.php
- IESA. (2014). *IESA*. Obtenido de <http://www.iesa.edu.ve/profesores-e-investigacion/2013-febrero-04/1149=cuales-son-las-realidades-y-retos-del-manejo-de-residuos-solidos>
- Joshig. (2015). Hoy la tendencia está en reinventarse y trascender . *Portafolio* , <https://search.proquest.com/docview/1666951986?accountid=34925>.
- Juvinao, D. D. (2013). Gerencia pública y gestión ambiental en las actividades económicas de los mercados colombo-venezolanos. *Panorama económico*, <http://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/panoramaeconomico/article/view/818>.
- Kammerbauer, J. (2001). Las dimensiones de la sostenibilidad: fundamentos ecológicos, modelos paradigmáticos y senderos. *Interciencias* , <https://search.proquest.com/docview/210128492?accountid=34925> .

- Kliksberg, B. (2003). Ética y gerencia de organizaciones . *Innovar* , 39-42.
- La guía . (2007). *La guía* . Obtenido de <http://www.laguia2000.com/guatemala/el-proceso-de-paz-en-guatemala>
- Laverde, J. V. (2015). *Etica empresarial y sostenibilidad*. Bogotá: Mc Graw Hill Education.
- Leiteritz, R., Nasí , C., & Restrepo, A. (2009). Para desvincular los recursos naturales del conflicto armado en Colombia: recomendaciones para formuladores de políticas y activistas . *Colombia internacional* , 215-229.
- Leiteritz, R., Nasi, C., & Retsberg, A. (2009). Para desvincular los recursos naturales del conflicto armado en Colombia. Recomendaciones para formuladores de políticas y activistas. *Colombia internacional*, 215-229.
- Loja, M. d. (2009). *You tube* . Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=a0TIRg3Gd54>
- Londoño, C. J. (2005). La gerencia social: una alternativa para el sector social. *Revista Universidad Eafit*, 65-72. Obtenido de http://www.grupo-epm.com/Portals/1/biblioteca_epm_virtual/tesis/gerencia_social.pdf
- Macdonoug, W. (2005). *TED*. Obtenido de https://www.ted.com/talks/william_mcdonough_on_cradle_to_cradle_design?language=es
- Macdonoug, W., & Braungart, M. (2005). *Cradle to credle*. España: Mc graw hill.
- Madrid, J. L. (2016). Competencias personales y profesionales aplicadas por gerentes bajo escenarios de incertidumbre economica. *Negotium* , <http://ojs.revistanegotium.org.ve/index.php/negotium/article/view/131>.
- Mariela elgengen, Tiravanti, G., Ortiz, B., Otero, M., Florian , W., Cerrón , D., & Nakamatsu, J. (2012). Reciclaje quimico de desechos plasticos. *Sociedad quimica del peru*, 105-109.
- Marín, N. Á. (2013). Retrospectiva y reflexiones aproximadas acerca de la degradación del medio ambiente . *Dimensión empresarial*, 26-35.
- Medina, A. (Abril- Junio de 2003). Competencias centrales y ventaja competitiva: el concepto, su evolucion y su aplicabilidad. *Revista contaduria y administración*, 1-18.
- Mila G., Pérez H. y Acoltzi H. (octubre-diciembre de -2011). Avances tecnológicos en edificios de energía cero. Tendencia tecnológica. *Boletín IIE* , 150. México: Instituto de Investigaciones Eléctricas.

- Milan, P. M., Avalos Lozano, J. A., & Nieto Caraveo, L. M. (2011). Más allá de la economía ecológica. *Polis*, 2-21.
- Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda. (2016). *Guía de Supervisión de Obras*. La Paz.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2016). *Guía para la Administración de Contratos de Obras de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento*. Lima.
- Mokate, K., & Saavedra, J. J. (03 de 2006). *Inter-American Development Bank*. Obtenido de <http://www.iadb.org/wmsfiles/products/publications/documents/2220394.pdf>
- Molina, L. M., & Morera Guillén, N. E. (2010). *Gerencia social: elementos para un paradigma en construcción*. Obtenido de <http://www.ts.ucr.ac.cr/>: <https://goo.gl/JqqtNO>
- Montealegre. (2008). *Dinámica Atmosférica en la Ciudad de Palmira, Valle del Cauca. Informe Final Convenio 063 de 2007 Avance de los Temas de Investigación Clima, Biodiversidad y Calidad del Hábitat*. Palmira, Valle del Cauca.
- Montoya, G. (2010). Sostenibilidad del software. *Reicis*, 36-40.
- Naimen, I. V., & Rodríguez Monroy, C. (2014). Percepción de la gerencia sobre los factores que afectan la productividad en la PYME del sector metalúrgico y minero en Venezuela. *Interciencias*, 704-711.
- Norma Técnica Colombiana. (18 de Septiembre de 1991). NTC 2959 - Energía fotovoltaica. Guía para caracterizar las baterías de almacenamiento para sistemas fotovoltaicos.
- Norma Técnica Colombiana. (24 de Junio de 1998). NTC 4405 - Eficiencia energética. Evaluación de la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos y sus componentes.
- Norma Técnica Colombiana. (2002). NTC 2050 - Sistemas solares fotovoltaicos.
- Norma Técnica Colombiana. (24 de Agosto de 2005). NTC 2775 - Energía solar fotovoltaica. Terminología y definiciones.
- Norma Técnica Colombiana. (2009). NTC 5709 - *Expresión Analítica para los perfiles solares diarios*. Obtenido de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5709.pdf>
- Nussio, E. (2013). Desarme, desmovilización y reintegración de excombatiente: políticas y actores del postconflicto. *Colombia internacional*, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81226288001>.

- Observatorio del caribe colombiano . (2013). *Observatorio del caribe colombiano* . Obtenido de http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/11/PER_CARIBE_-_para_web.pdf
- oliveira, M. F. (2016). Los consejos comunales y la gerencia social comunitaria . *Apuntes universitarios* , <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467646131002>.
- Optimización de la ley para el uso y aprovechamiento de la energía solar. (12 de Noviembre de 2015). *Monografía*. Universidad Javeriana.
- pardo, D. a. (2015). *Universidad Militar* . Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6580/1/DANIEL%20ALEXANDER%20MARTINEZ%20PARDO%20%202015.pdf>
- paz, F. I. (2016). *Ideas para la paz* . Obtenido de <http://www.ideaspaz.org/foundation/work-areas/4>
- Peleikas, C. d. (2008). Alineación de los valores de la gerencia como plataforma de la responsabilidad social y ambiental . *Omnia*, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73711121010>.
- Pelekais, C. d. (2008). Alineación de los valores de la gerencia como plataforma de la responsabilidad social y ambiental. *Omnia*, 184-196.
- Plata, D. (2001). La gerencia ambiental en el desarrollo sostenible. *CICAG*, <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/article/view/502>.
- Portillo, G. (2009). Una mirada política, ambiental, ética y social de la gerencia . *Laurus* , 53-75.
- Post-conflicto en colombia (11): Visiones y recursos territoriales para la paz. (2016). *OpenDemocracy* Retrieved from , <https://search.proquest.com/docview/1778093870?accountid=34925> .
- Postconflicto en colombia (20): Paz territorial, descentralización y participación . (2016). *OpenDemocracy* Retrieved from , <https://search.proquest.com/docview/1828239172?accountid=34925> .
- Prandi, M., & Lozano , J. (2010). *Escola de cultura de pau*. Obtenido de <http://escolapau.uab.cat/img/programas/derecho/webRSE.pdf>
- Presidencia de Colombia. (2016). *Acuerdo de Paz* . Obtenido de <http://www.acuerdodepaz.gov.co/>

- Quijano, B. G. (1997). *El tiempo*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-634802>
- Ramirez, J. m. (Mayo de 2012). *You tube* . Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=9XUSPeUAHzw>
- reconciliación, F. p. (Marzo de 2016). *Fundación Paz y Reconciliación*. Obtenido de <http://www.pares.com.co/home-noticias/m-19-memorias-de-un-proceso-de-paz-exitoso/>
- Restrepo, I. A., & Montoya restrepo, L. A. (2003). El direccionamiento estratégico y su aplicación en los sistemas complejos y en la gerencia ambiental. *Innovar* , 81-103.
- Restrepo, I. A., & Montoya Restrepo, L. A. (2003). El direccionamiento estratégico y su aplicación en los sistemas complejos y en la gerencia ambiental. *Innovar* , 81-104.
- Restrepo, S. M., Giraldo Vasquez , D. H., & Vasquez Cardona, N. (2015). Reciclaje de residuos de cuero: una revisión de estudios experimentales. *Informador tecnico*, <https://search.proquest.com/docview/1805468028?accountid=34925>.
- Rettberg, A. (2003). Diseñar el futuro: una revisión de los dilemas de la construcción de paz para el postconflicto. *Estudios sociales*, 15-28.
- Rizo, E. A. (2014). Gerencia ambiental en Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 43-55.
- Rizo, E. Q. (2008). *Vlex Colombia* . Obtenido de <http://doctrina.vlex.com.co/vid/gerencia-ambiental-empresarial-colombia-426912634>
- robles, H. v. (2007). *Esap*. Obtenido de [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/a6566%20-%20propuesta%20de%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20%20para%20%20sibunday,%20putumayo%20\(pag%2045%20-%201,3%20mb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/a6566%20-%20propuesta%20de%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20%20para%20%20sibunday,%20putumayo%20(pag%2045%20-%201,3%20mb).pdf)
- Roscar. (2015). Gerencia en crisis. *Portafolio* , <https://search.proquest.com/docview/1666066613?accountid=34925>.
- Roscar. (2015). Gerencia en crisis. *Portafolio*, Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1666066613?accountid=34925>.
- S, C. H. (2014). El papel del sector empresarial en la construcción de la paz. *Bioetica*, 125-126.

- Salas, O. M., Gonzalez Bonilla , O., & Gonzalez , J. (2010). la visión gerencial como factor de competitividad . *Escuela de administración de negocios* , <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20619966003>.
- Sanchez, J. E. (2007). Las amenazas a la democracia y la transición al postconflicto. *Relaciones internacionales* , <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92720109>.
- Sandrea, M., & Boscán , M. (2010). Gerencia ambiental en el sector zuliano de manufacturas plasticas. *Espacio abierto*, 555-571.
- Sandrea, M., & Boscán , M. (2010). Gerencia ambiental en el sector zuliano de manufacturas plásticas. *Espacio abierto*, 555-571.
- Santana, L.M. y Vásquez, J. (2002). *Características geográficas del Valle del Cauca. Entorno Geográfico*. Universidad del Valle.
- Santos, M. J. (2008). Evaluación de experiencias locales urbanas desde el concepto de sostenibilidad: el caso de los desechos sólidos del municipio de los patios (norte de santander). *Trabajo social*, <https://search.proquest.com/docview/1677642938?accountid=34925>.
- SENA. (9 de Octubre de 2016). <https://senaintro.blackboard.com>. Obtenido de https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/621127_1_VIRTUAL/Contenidos/Documentos/Material%20Complementario/Mat.%20Apoyo%20Guia%2014/GU%C3%8DA%20PARA%20ELABORAR%20CORRECTAMENTE%20LA%20VISI%C3%93N%20Y%20MISI%C3%93N%20DE%20UNA%20EMPRES
- Sepulveda, L. M. (2014). *You tube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Anikh5i9tac>
- Serra. (1999). *Arquitectura y climas*. Barcelona, España: Gustavo Gili S.A.
- SESTRA Consulting. (9 de Octubre de 2016). <http://www.sestra.co/>. Obtenido de <http://www.sestra.co/empresa/>
- Sistema de Información sobre Biodiversidad en Colombia. (2014). *SiB*. Obtenido de <http://www.sibcolombia.net/web/sib/cifras>
- social, M. d. (03 de 2008). *Ministerio de la Protección social*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GERENCIA%20SOCIAL.pdf>

- Terra. (Octubre de 2014). *Terra* . Obtenido de <https://noticias.terra.com.co/pregrado-en-colombia/que-es-la-administracion-ambiental-y-que-papel-juega-hoy,b39ffb5a0ea19410VgnVCM20000099cceb0aRCRD.html>
- Timarue Jimenez, C. G. (2011). Gerencia participativa y sostenibilidad en comunidades agrícolas. *CICAG*, <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/cicag/article/view/692>.
- Tovar, C. A. (2015). Ciudad y hábitat en el postconflicto en Colombia y el mundo. *Bitacora Urbano territorial*, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74841604001>.
- Tripier, B. (2017). *Repaveca*. Obtenido de <http://www.repaveca.com.ve/index.php/biblioteca/item/408-gerencia-ambiental>
- Ugarriza, J. E. (2013). La dimensión política del postconflicto: discusiones conceptuales y avances empíricos. *Colombia internacional*, 141-176.
- valle, U. d. (1965). Ponencia de la facultad de economía de la universidad del valle al tercer congreso de facultades de economía . *Investigación económica* , 687-786.
- Villareal, S. M. (1998). La política económica en México. *Investigación Económica* , 19-57.

12. Anexos

12.1 Análisis del Predio Florida Valle

12.1.1 Descripción y Datos Generales

El predio donde se desarrolla el proyecto se encuentra localizado a una calle del parque principal del Municipio, Calle 10 No. 20-42. Está localizado en área urbana hacia el centro del casco urbano en el Barrio denominado La Esperanza.

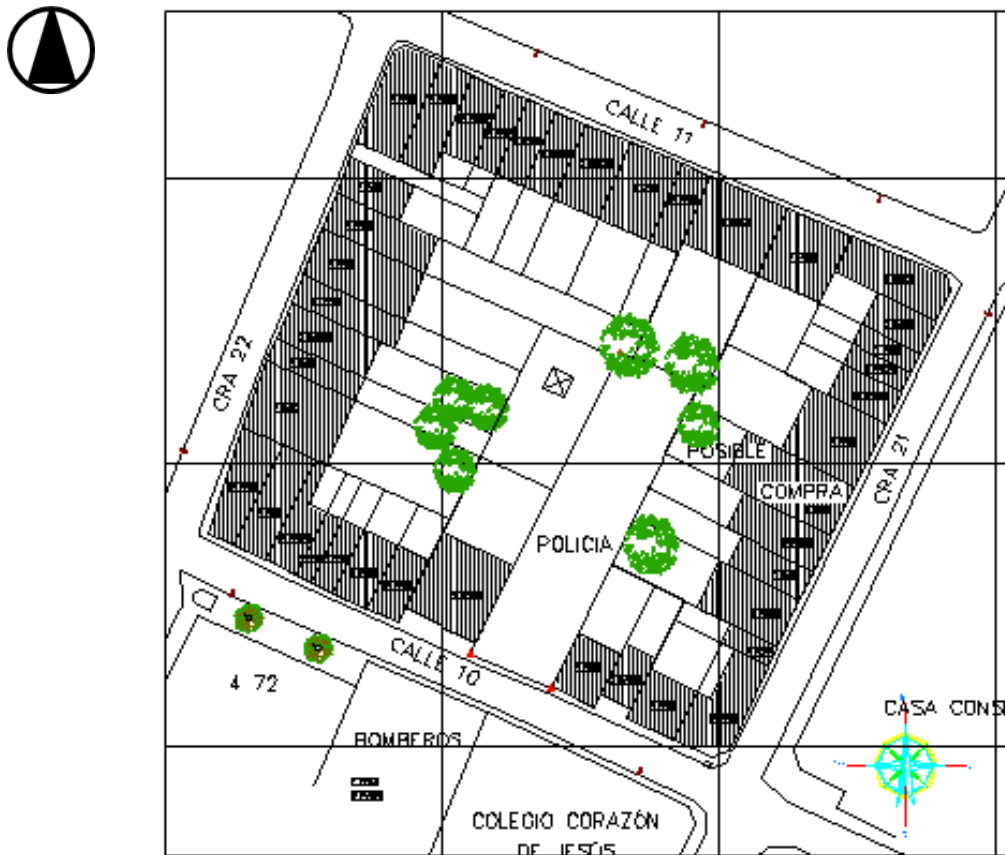
Figura 1: Localización del predio en el plano del casco urbano Municipio de Florida



Fuente: Adaptada a partir de <http://maps.google.com>

El predio tiene un área de 904 M2, actualmente se encuentra construida una edificación de 2 pisos donde funciona la Estación de Policía la cual se proyecta demoler en su totalidad para la nueva edificación. El predio es de tipo medianero con dimensiones por el frente de 15.5 m y 60 m de profundidad; topografía plana, no cuenta con arborización existente. Los predios vecinos presentan alturas de 1 y 2 pisos. El acceso al lote es sobre la calle 10.

Figura 2: Localización del predio en la manzana.



Fuente: Plano topográfico elaborado por el Grupo Infraestructura Policía Nacional de Colombia.

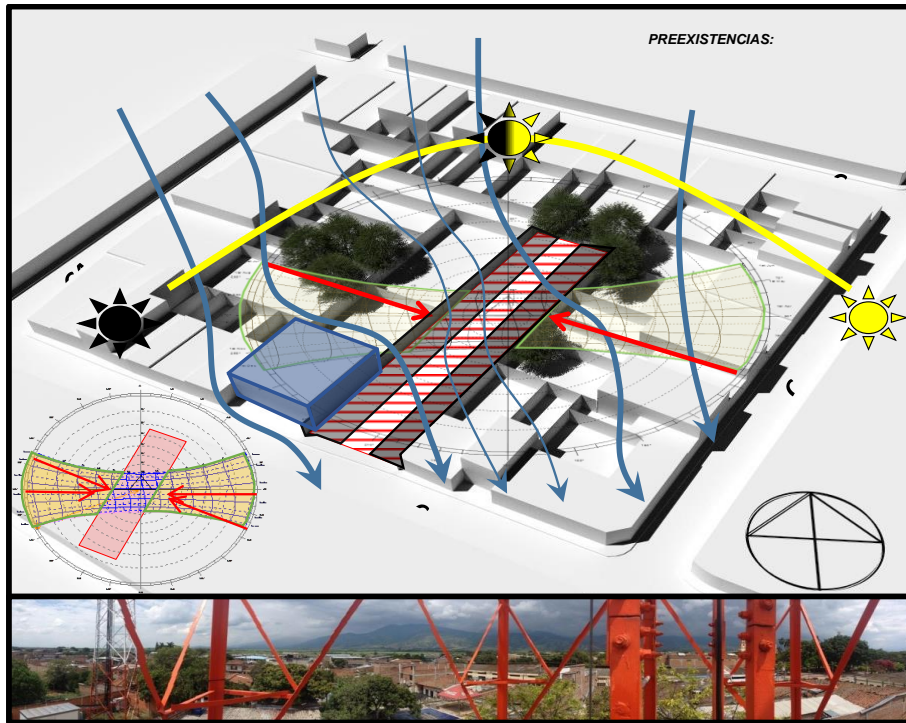
12.1.2 Preexistencias del Lugar

De acuerdo al diagrama siguiente, entre las condiciones preexistentes de tipo local que afectan el predio, se encuentran las siguientes:

- Los vientos predominantes que provienen del norte y nor-oeste, con velocidad promedio de 1.5 m/s.
- La orientación del predio se encuentra a 27° oriente respecto al eje norte, donde mediante el diagrama de trayectoria solar se encuentra que el predio es afectado durante todo el año por el entorno circundante tanto de edificaciones como vegetación existente, por ambos costados laterales: oriental y occidental.
- Obstrucción sobre el lote de los vientos predominantes y la radiación solar, debido a las alturas de las edificaciones vecinas que oscilan entre uno y dos pisos, con dimensiones entre los 4 y los 8 mts. La mayor obstrucción es producida por la edificación de dos pisos localizada sobre el costado occidental y la zona frontal del lote. Así mismo los muros de cerramiento lateral con altura de 3 mts.
- Obstrucción sobre el lote de los vientos predominantes y la radiación solar, debido a las masas de árboles de los predios vecinos los cuales tienen una altura aproximada de 7 a 10 metros y ancho entre los 5 y 6 metros.

Figura 3: Esquema de preexistencias del lote.

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía Florida Valle del Cauca



Fuente: Elaboración propia.

12.1.3 Registro fotográfico

Figura 4: Vista frontal de acceso sobre calle 10.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5: Vista predio colindante occidental



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Vista predio colindante oriental



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7: Vista aérea predios colindantes costado oriental



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8: Vista aérea predios colindantes costado norte



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9: Vista interna del predio costado sur construcción existente



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10: Vista de la calle 10 dirección Oeste-Este



Fuente: Elaboración propia.

12.1.4 Normatividad Urbana

De acuerdo al Acuerdo No.198 (diciembre 17 de 2001), por medio del cual se adopta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Florida, el predio se ubica sobre la calle 10 denominada “vía arteria principal” VAP; el uso del suelo corresponde al denominado Área de Actividad Múltiple M-1, cuya norma general se anota a continuación:

Alturas: Hasta tres (3) pisos (8.40 m.) con cubierta en techo.

Altura de piso: mínimo 2.50 m, máximo 3.20 m, libre 2.20 m.

Aislamientos: posterior 3 m, lateral no aplica.

Línea de Paramento: tendrá un retroceso respecto al borde externo del andén de acuerdo a construcciones ya consolidadas.

Voladizo: se permite voladizo solamente en la primera losa con una longitud de 0.30 Mts o el 30% del andén conservando el paramento de edificaciones vecinas.

Anden: Tendrá una sección mínima de 1.25 m. y una altura máxima de 20 cm. Con superficie antideslizante.

Estacionamientos: para propietarios 1 unidad por cada 20 M2 de construcción, para visitantes, 1 unidad por cada 15 M2 de construcción.

En este capítulo se establecen los parámetros para la implementación de un proyecto de cero energía en cualquier lugar del país; sin embargo, se hacen necesarios unos datos de entrada que están directamente relacionados con el lugar y condiciones climáticas, con el fin de establecer viabilidad técnica a partir del análisis de datos y las condiciones naturales orientadas a generar energía renovable, donde se abarcan alternativas de energía híbrida, es decir con posibilidad de conectar al operador de red, aumentando la eficiencia energética y reduciendo cargas eléctricas, en este entendido, se presentan de forma genérica todas las alternativas ahondando y realizando los cálculos para el desarrollo de la Estación de Policía de Florida Valle.

12.2 Diagnostico Bioclimático

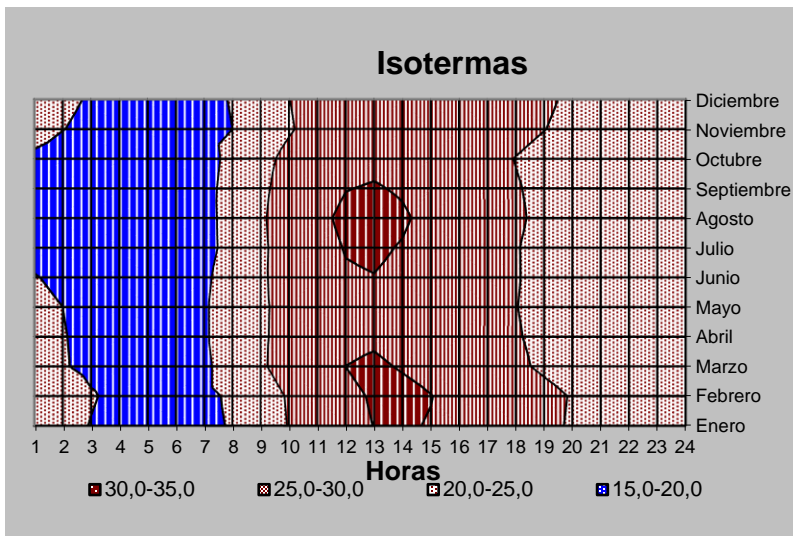
12.2.1 Cálculo de Medias Horarias de Temperaturas y Humedades Relativas

Con los datos meteorológicos obtenidos de temperatura y humedad relativa, se efectuó el cálculo del promedio mensual de las temperaturas y humedades relativas horarias de acuerdo la hoja de cálculo de Microsoft Excel ® desarrollada por Gómez (2005), y de esta forma identificar su comportamiento durante las 24 horas del día mes a mes. A partir de esta información, podemos identificar los meses y horas críticas de diseño que se tomarán como el límite extremo de las

condiciones climáticas del lugar, y sobre cuyos parámetros se desarrollará el diseño y cálculo bioclimático de la edificación a proyectar.

De acuerdo a la tabla y figuras siguientes, en las cuales se describe las medias horarias de temperatura, se puede identificar que las mayores temperaturas del sitio se presentan en dos periodos del año: Enero a marzo y junio a septiembre. Así mismo, se puede observar que en el mes de agosto entre las 11:00 y las 15:00 horas, se presentan las mayores temperaturas del lugar.

Figura 11: Isotermas comportamiento medias horarias de temperatura durante el año.



Fuente: Elaboración propia a partir de la hoja de cálculo de Microsoft Excel ® desarrollada por Gómez (2005), Universidad de Colima, México, y datos meteorológicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM para el Municipio de Florida.

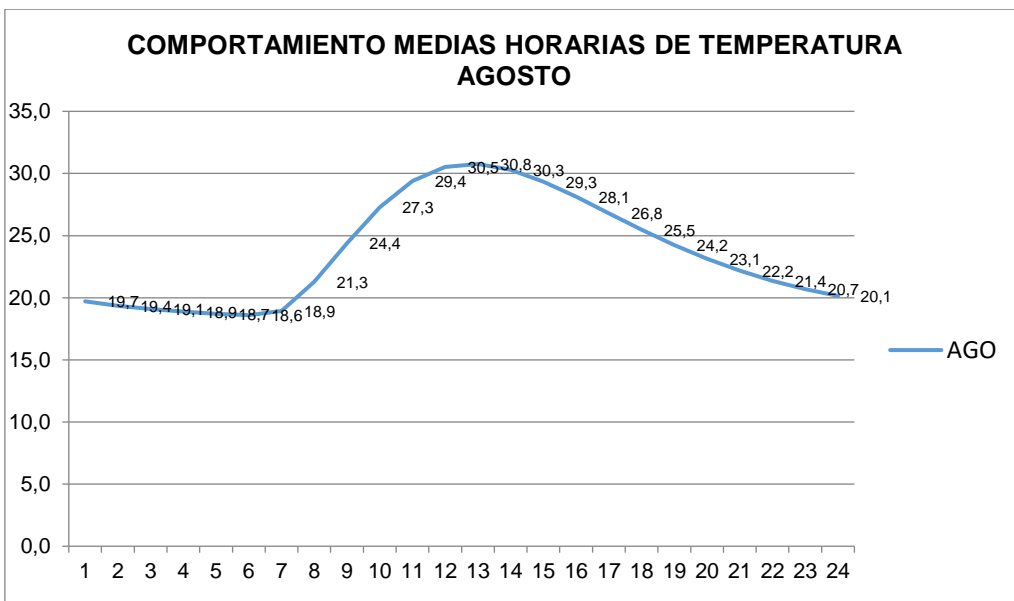
Tabla 1: Cálculo de medias horarias de temperatura en °C.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	20,8	20,9	20,4	20,3	20,3	20,1	19,6	19,7	19,8	19,8	20,4	20,7
2	20,3	20,4	20,1	20,0	20,0	19,8	19,3	19,4	19,5	19,5	20,0	20,2
3	20,0	20,1	19,8	19,8	19,8	19,5	19,0	19,1	19,2	19,2	19,7	19,9
4	19,7	19,8	19,6	19,6	19,6	19,3	18,8	18,9	19,0	19,0	19,4	19,6
5	19,4	19,6	19,5	19,5	19,5	19,2	18,6	18,7	18,9	18,9	19,2	19,4
6	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,1	18,5	18,6	18,8	18,8	19,1	19,2
7	19,3	19,4	19,4	19,6	19,7	19,4	18,9	18,9	19,0	18,8	19,0	19,2
8	20,3	20,4	21,6	21,6	21,6	21,5	21,2	21,3	21,2	20,9	20,0	20,2
9	22,6	22,8	24,4	24,3	24,2	24,3	24,2	24,4	24,1	23,6	22,1	22,4
10	25,2	25,4	27,0	26,8	26,7	26,9	27,0	27,3	26,8	26,2	24,5	24,9
11	27,5	27,7	28,9	28,6	28,4	28,8	29,1	29,4	28,8	28,1	26,7	27,1
12	29,1	29,4	30,0	29,5	29,3	29,8	30,1	30,5	29,9	29,2	28,2	28,8
13	30,0	30,3	30,3	29,8	29,5	29,9	30,3	30,8	30,2	29,4	29,0	29,6
14	30,2	30,4	29,9	29,4	29,1	29,5	29,9	30,3	29,8	29,1	29,2	29,8
15	29,9	30,1	29,0	28,6	28,3	28,7	28,9	29,3	28,9	28,3	28,9	29,5
16	29,1	29,3	28,0	27,5	27,3	27,6	27,7	28,1	27,7	27,2	28,2	28,7
17	28,1	28,2	26,8	26,4	26,2	26,4	26,5	26,8	26,5	26,1	27,2	27,7
18	26,9	27,1	25,6	25,3	25,1	25,2	25,2	25,5	25,3	24,9	26,2	26,6
19	25,8	25,9	24,5	24,2	24,1	24,1	24,0	24,2	24,1	23,8	25,1	25,5
20	24,7	24,8	23,5	23,3	23,1	23,1	22,9	23,1	23,1	22,8	24,1	24,4
21	23,7	23,8	22,6	22,4	22,3	22,2	22,0	22,2	22,2	22,0	23,1	23,5
22	22,8	22,9	21,9	21,7	21,7	21,5	21,2	21,4	21,4	21,3	22,3	22,6
23	22,0	22,1	21,3	21,2	21,1	20,9	20,6	20,7	20,8	20,7	21,6	21,8
24	21,3	21,4	20,8	20,7	20,6	20,4	20,0	20,1	20,2	20,2	20,9	21,2

Fuente: Elaboración propia a partir de la hoja de cálculo de Microsoft Excel ® desarrollada por Gómez (2005). Universidad de Colima, México.

Por otro lado, tal y como lo indica la figura 4.30, se puede observar el comportamiento de la temperatura en el mes más cálido del año correspondiente a agosto, donde hacia las 13:00 horas se presenta la temperatura más alta de 30.8 °C y a las 6:00 horas, se presenta la temperatura más baja de 18.6°C, encontrándose una diferencia de 12.2°C, punto que se tomará como crítico para el diseño y definición de las estrategias de diseño bioclimático a implementar.

Figura 12: Comportamiento medias horarias de temperatura para el mes de agosto.

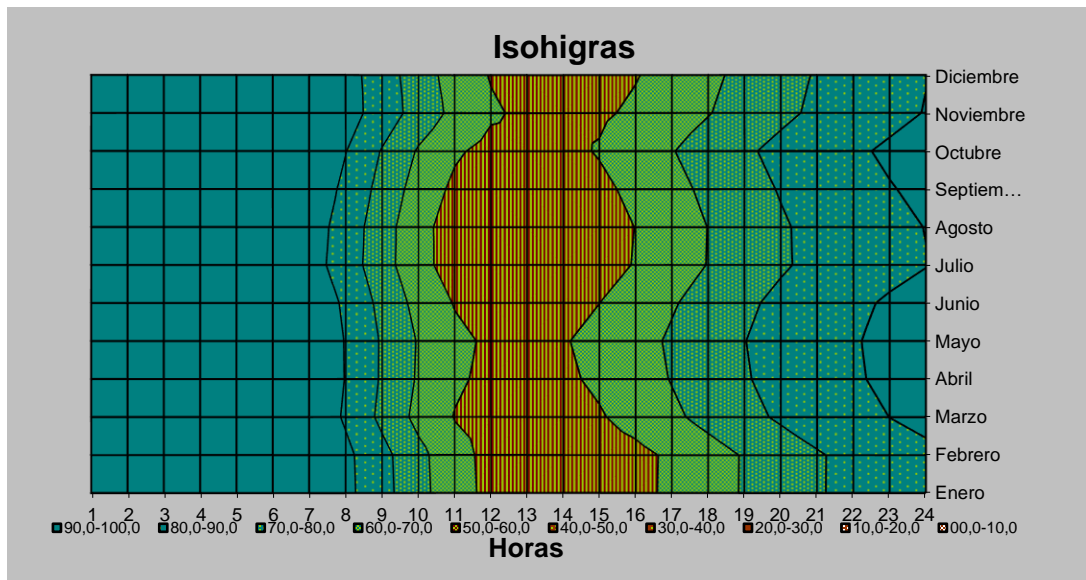


Fuente: Elaboración propia a partir de la hoja de cálculo de Microsoft Excel ® desarrollada por Gómez (2005).

El mismo ejercicio se realizó con las datos de las medias horarias de humedad relativa, que de acuerdo con la tabla y figuras siguientes se puede observar que los porcentajes de humedad se mantienen homogéneos durante la totalidad del año, con ligeras diferencias hacia los meses de Enero a Marzo y Junio a Septiembre, correspondientes a las temporadas de más altas temperaturas,

donde en las horas del mediodía (entre las 11:00 y las 15:00 horas), se presentan los porcentajes de humedad más bajos.

Figura 13: Isohigras comportamiento medias horarias de humedad relativa durante el año.



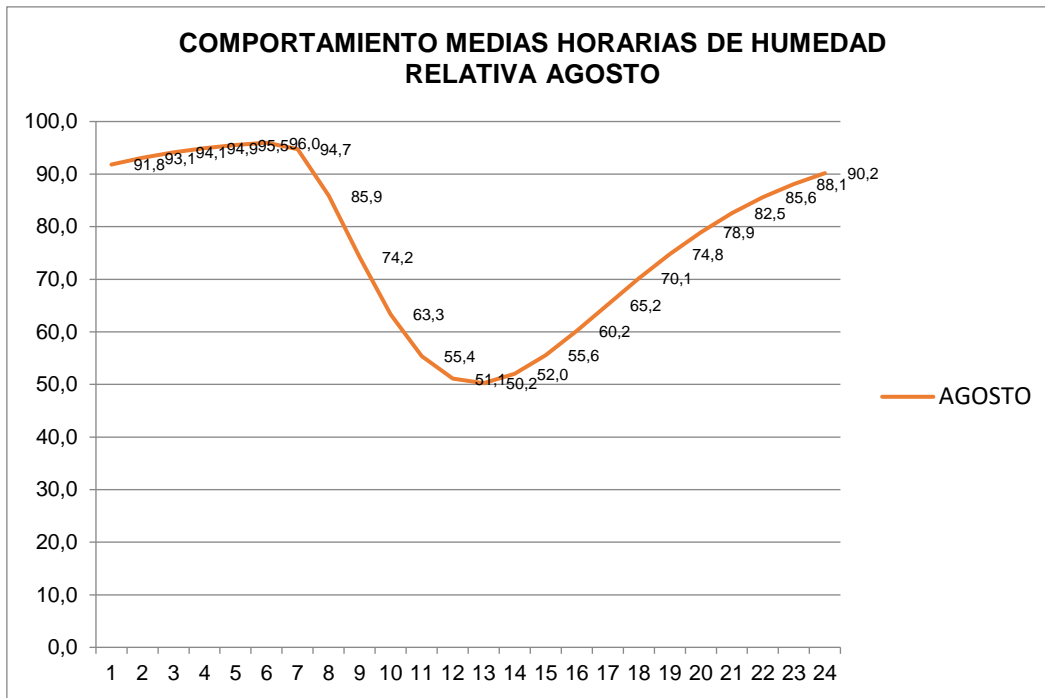
Fuente: Elaboración propia a partir de la hoja de cálculo de Microsoft Excel ® desarrollada por Gómez (2005), Universidad de Colima, México, y datos meteorológicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM para el Municipio de Florida.

Tabla 2: Cálculo de medias horarias de humedad relativa en %.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	90,5	90,5	93,6	94,9	95,0	94,4	91,4	91,8	93,2	94,7	92,3	91,9
2	92,3	92,3	94,8	96,1	96,2	95,6	92,6	93,1	94,5	95,9	94,0	93,6
3	93,7	93,7	95,8	97,0	97,1	96,6	93,6	94,1	95,5	96,9	95,3	95,0
4	94,9	94,8	96,6	97,8	97,8	97,4	94,4	94,9	96,3	97,7	96,4	96,2
5	95,8	95,7	97,2	98,3	98,4	97,9	95,0	95,5	96,9	98,2	97,2	97,1
6	96,5	96,4	97,6	98,7	98,8	98,3	95,4	96,0	97,3	98,7	97,9	97,8
7	96,5	96,4	97,6	97,7	97,5	97,0	94,0	94,7	96,4	98,7	97,9	97,8
8	92,5	92,2	88,7	89,7	89,6	88,4	85,3	85,9	88,0	90,2	94,1	93,9
9	83,4	83,0	77,7	78,9	79,0	77,3	73,9	74,2	76,6	79,4	85,6	85,0
10	73,1	72,7	67,3	68,9	69,3	66,9	63,3	63,3	65,9	69,0	76,0	74,8
11	64,0	63,6	59,6	61,6	62,3	59,5	55,6	55,4	58,1	61,3	67,4	65,9
12	57,4	57,1	55,3	57,6	58,5	55,5	51,6	51,1	53,8	57,1	61,3	59,4
13	53,9	53,6	54,3	56,8	57,7	54,8	50,8	50,2	52,8	56,0	58,0	55,9
14	53,1	52,8	55,9	58,4	59,4	56,5	52,6	52,0	54,4	57,5	57,3	55,1
15	54,5	54,4	59,2	61,6	62,6	59,9	56,1	55,6	57,8	60,7	58,7	56,5
16	57,6	57,5	63,5	65,8	66,7	64,3	60,6	60,2	62,3	64,9	61,5	59,5
17	61,6	61,5	68,2	70,4	71,2	69,1	65,5	65,2	67,2	69,6	65,3	63,5
18	66,1	66,1	72,9	75,0	75,7	73,8	70,3	70,1	72,0	74,2	69,5	67,9
19	70,7	70,7	77,3	79,2	79,8	78,3	74,8	74,8	76,5	78,6	73,8	72,4
20	75,1	75,1	81,3	83,1	83,5	82,2	78,9	78,9	80,6	82,5	77,9	76,7
21	79,1	79,1	84,7	86,4	86,8	85,6	82,4	82,5	84,1	85,9	81,7	80,7
22	82,7	82,7	87,6	89,2	89,5	88,5	85,3	85,6	87,1	88,8	85,0	84,2
23	85,8	85,7	90,1	91,5	91,7	90,9	87,8	88,1	89,6	91,2	87,9	87,2
24	88,4	88,3	92,0	93,4	93,6	92,9	89,8	90,2	91,6	93,1	90,3	89,8

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de la hoja de cálculo de Microsoft Excel ® desarrollada por Gómez (2005), Universidad de Colima, México.

Figura 14: Comportamiento medias horarias de humedad relativa para el mes de agosto.



Fuente: Elaboración propia a partir de la hoja de cálculo de Microsoft Excel ® desarrollada por Gómez (2005).

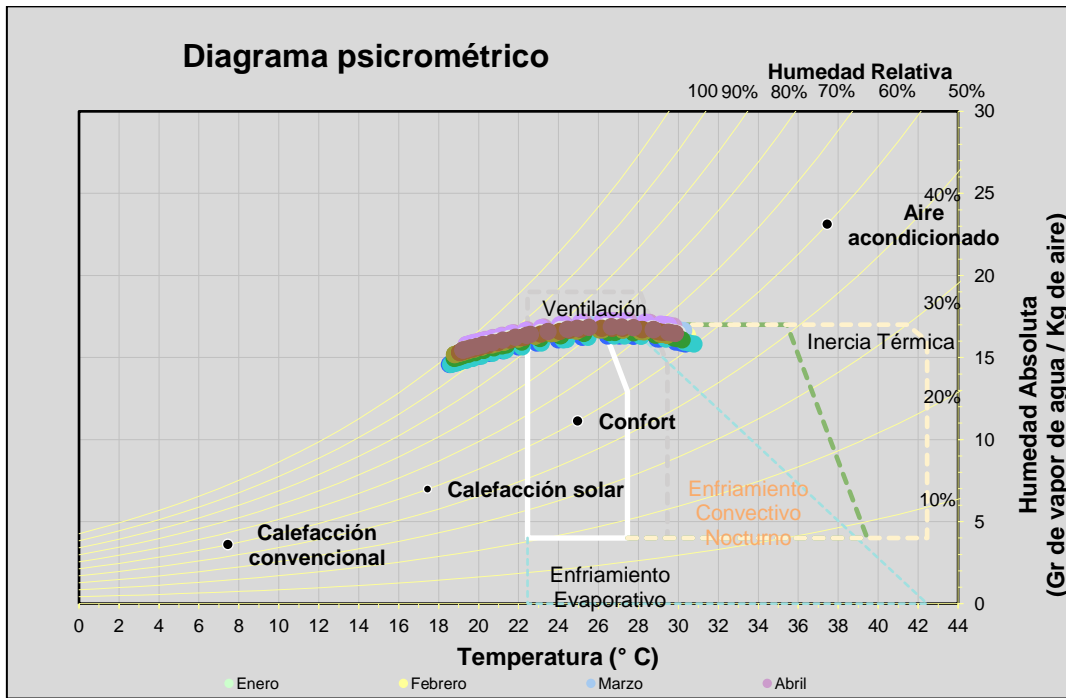
12.2.2 Diagrama Psicrométrico

Teniendo como base la información del cálculo de medias horarias de temperaturas y humedades relativas, se elabora el diagrama psicrométrico, el cual permite establecer las estrategias bioclimáticas de acuerdo al clima del sitio con el fin de aproximarse a las condiciones de confort requerido. En este diagrama se puede observar que se presenta un periodo del día en las cuales las condiciones ambientales se encuentran en confort; sin embargo, teniendo en cuenta que el cálculo de medias horarias muestra una diferencia de temperatura de 12.2°C entre la hora más cálida y la hora más fría, el diagrama indica que debe ventilarse y protegerse de la radiación solar en la horas de mayor temperatura y debe calentarse en la horas de menor temperatura, situación

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía Florida Valle del Cauca

que se verificará con exactitud en el análisis del rango de confort, que se describirá en el punto siguiente.

Figura 15: Diagrama psicrométrico Municipio de Florida – Valle del Cauca.



Fuente: Elaboración propia a partir de la hoja de cálculo de Microsoft Excel ® desarrollada por Gómez (2005), Universidad de Colima, México, basada en Givoni con los datos meteorológicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM para el Municipio de Florida.

12.2.3 Rango de Confort

Con el fin de determinar el rango de confort, se tomó como referencia lo propuesto por Auliciems (1981) y Humphreys y Nicol (2000), basados en el modelo adaptativo para establecer una “temperatura neutral” a partir de la temperatura media del sitio. Sobre la “temperatura neutral”

obtenida, se determina una franja de 2.0°C por encima y 2.0°C por debajo, obteniéndose los siguientes resultados, así:

Modelo Auliciems (1981)

$$T_n = 17.6 + 0.31 \times T_m$$

Donde:

T_n = Temperatura neutral

T_m = Temperatura media

$$T_n = 24.9^\circ\text{C}$$

Modelo Humphreys y Nicol (2000)

$$T_n = 13.5 + 0.54 \times T_m$$

Donde:

T_n = Temperatura neutral

T_m = Temperatura media

$$T_n = 26.1^\circ\text{C}$$

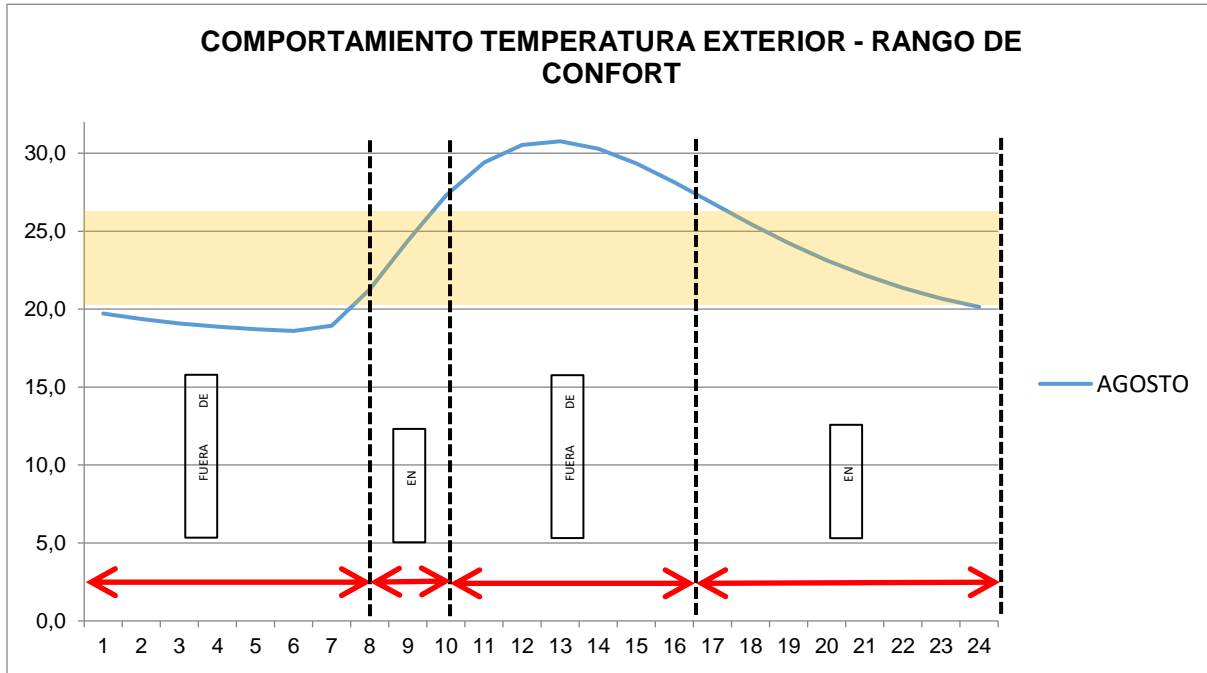
Teniendo en cuenta que las condiciones climatológicas del sitio presentan altos porcentajes de humedad relativa (77% promedio anual), se toma para el proyecto el modelo de Auliciems (1981), el cual arroja una temperatura neutral menor que en el modelo de Humphreys y Nicol (2000), ya que, a mayor temperatura sumada al alto porcentaje de humedad, es mayor la sensación térmica de discomfort.

12.2.4 Comportamiento del Rango de Confort y Temperatura Exterior

Para establecer el rango de confort, se determinó una franja de 2.5 °C por encima y 2.5°C por debajo de la temperatura neutral (T_n) obtenida en el punto anterior, obteniendo un rango entre los

22.4°C y los 27.4°C. En la siguiente figura se muestra el comportamiento horario de la temperatura exterior en el mes crítico correspondiente a agosto respecto al rango obtenido.

Figura 16: Comportamiento del rango de confort y temperatura exterior



Fuente: Elaboración propia

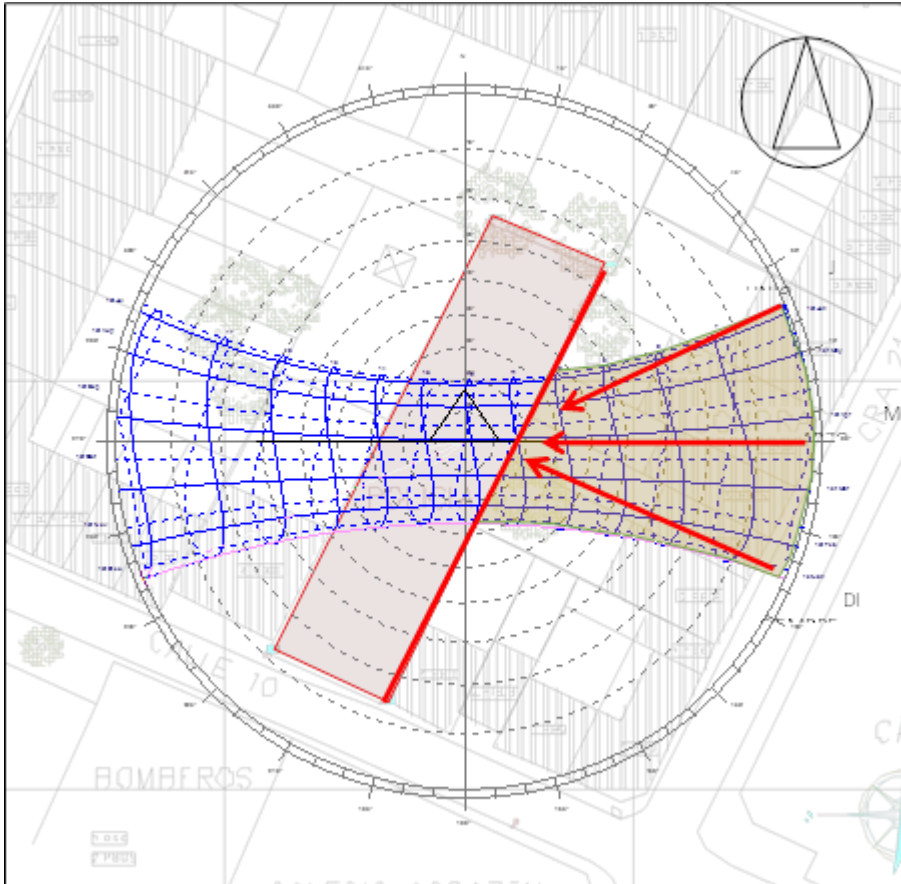
Como se observa, entre la 1:00 y las 8:00 horas, la línea de temperatura exterior se encuentra fuera del rango de confort, sin embargo es muy cercana al límite inferior del mismo, por tanto es necesario mantener el calor del interior de la edificación; entre las 8:00 y las 10:00 horas, la línea de temperatura exterior se encuentra dentro del rango de confort, por tanto se considera un ambiente estable; entre las 10:00 y las 16:00 horas, la línea de temperatura exterior se encuentra fuera del rango de confort y por tanto es necesario enfriar; entre las 16:00 y las 24:00 horas, la

línea de temperatura exterior se encuentra dentro del rango de confort, por tanto se considera un ambiente estable.

12.2.5 Trayectoria Solar

Con el fin de realizar el análisis de asoleación sobre el lote, se realizó el diagrama estereográfico de trayectoria solar con los datos de ubicación geográfica en el Municipio de Florida, encontrando que el predio se encuentra afectado durante todo el año tanto por el costado tanto oriental como occidental, en unas épocas del año con mayor magnitud que en otras. Tal y como se muestra en las siguientes figuras, en el mes de enero, se presenta la mayor exposición por el costado oriental del lote durante las mañanas, disminuyendo su magnitud hacia el mes de marzo y minimizándose sucesivamente hacia el mes de junio.

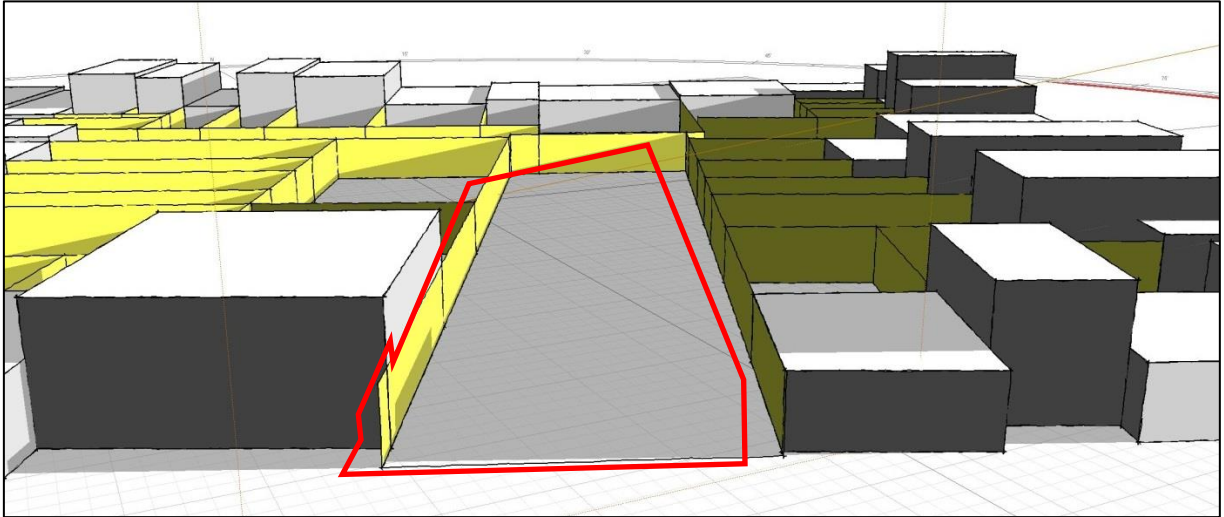
Figura 17: Diagrama estereográfico de trayectoria solar sobre el lote Florida, exposición costado oriental.



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

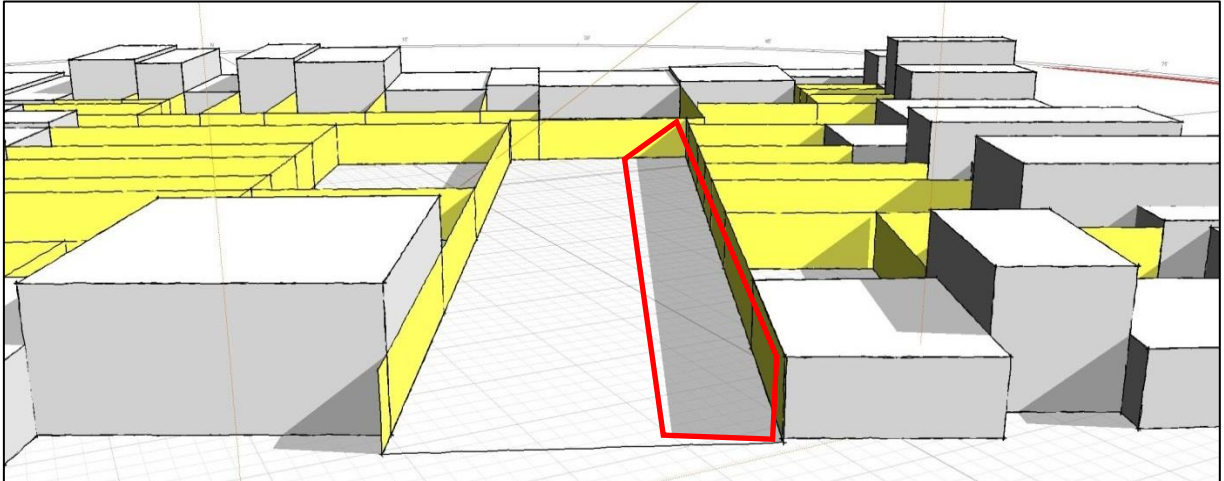
En las siguientes figuras se observa las sombras arrojadas sobre el predio a diferentes horas de la mañana del mes de diciembre donde se observa las obstrucciones causadas por los predios vecinos. Entre las 6:00 horas y las 9:00 horas se presenta la mayor obstrucción a nivel de primer piso.

Figura 18: Simulación recorrido solar para diciembre a las 7:00 horas costado oriental.



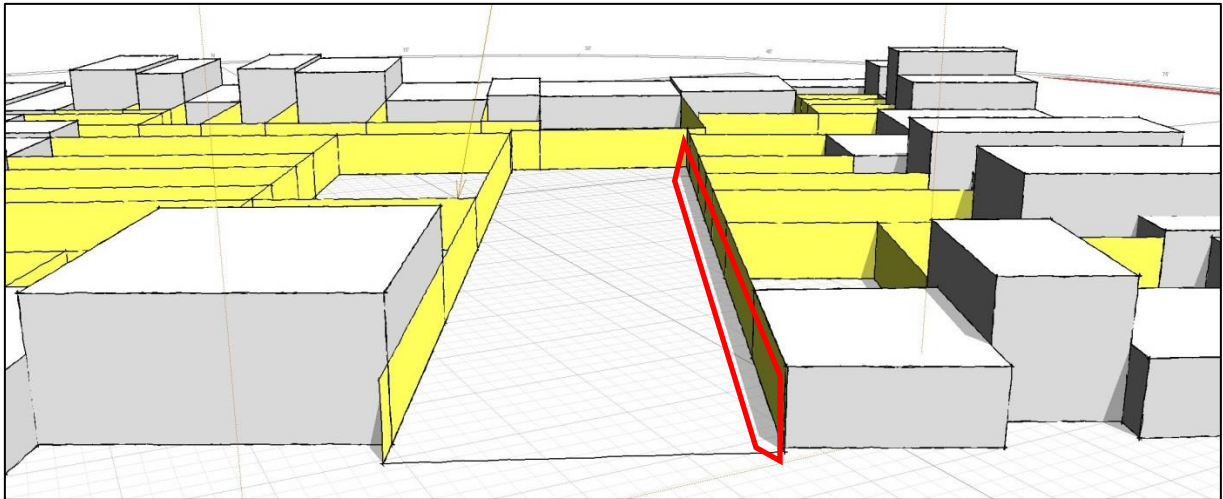
Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Figura 19: Simulación recorrido solar para diciembre a las 9:00 horas costado oriental



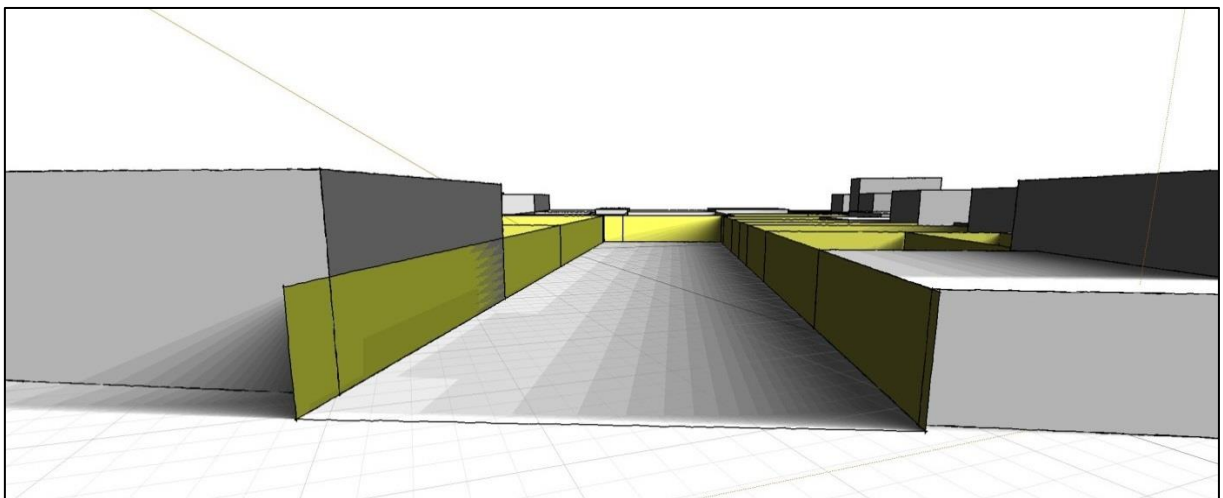
Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Figura 20: Simulación recorrido solar para diciembre a las 12:00 horas costado oriental.



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

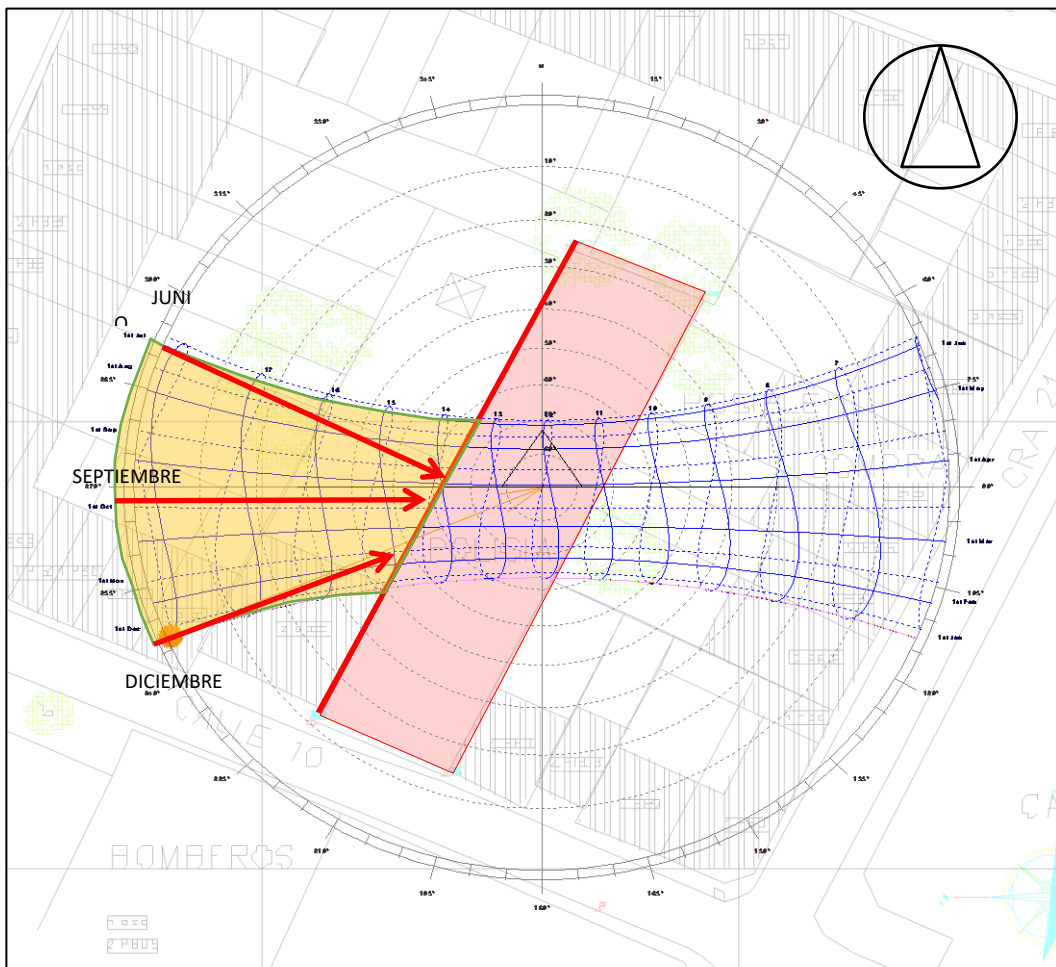
Figura 21: Simulación recorrido solar para diciembre horas del mañana costado oriental.



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Respecto al costado occidental del lote, desde el mes de julio se presenta la mayor exposición solar durante las tardes, e igualmente disminuyendo su magnitud hacia el mes de septiembre minimizándose sucesivamente hacia el mes de diciembre, como se muestra a continuación:

Figura 22: Diagrama estereográfico de trayectoria solar sobre el lote Florida, exposición costado occidental.

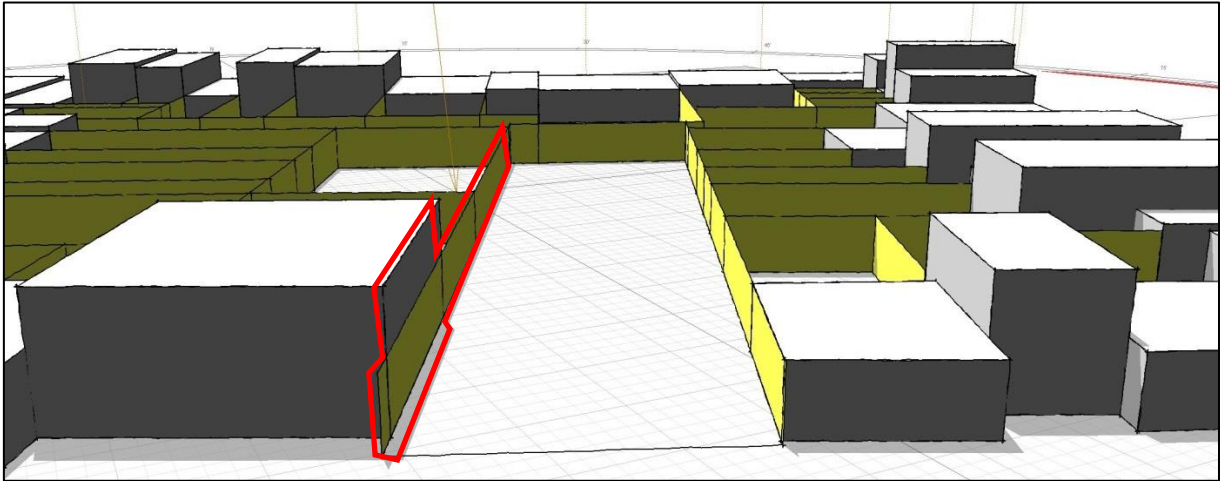


Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

En las siguientes figuras se observa las sombras arrojadas sobre el predio a diferentes horas de la tarde del mes de julio donde se observa las obstrucciones causadas por los predios vecinos. Entre

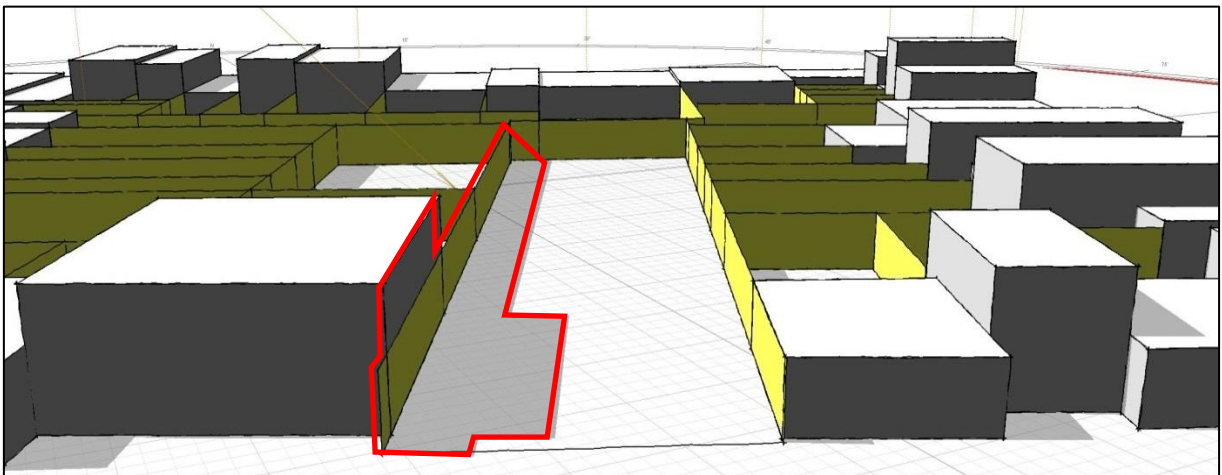
las 15:00 horas y las 17:00 horas se presenta la mayor obstrucción a nivel de primer piso, con mayor dimensión sobre la zona frontal del lote.

Figura 23: Simulación recorrido solar para junio a las 12:00 horas costado occidental.



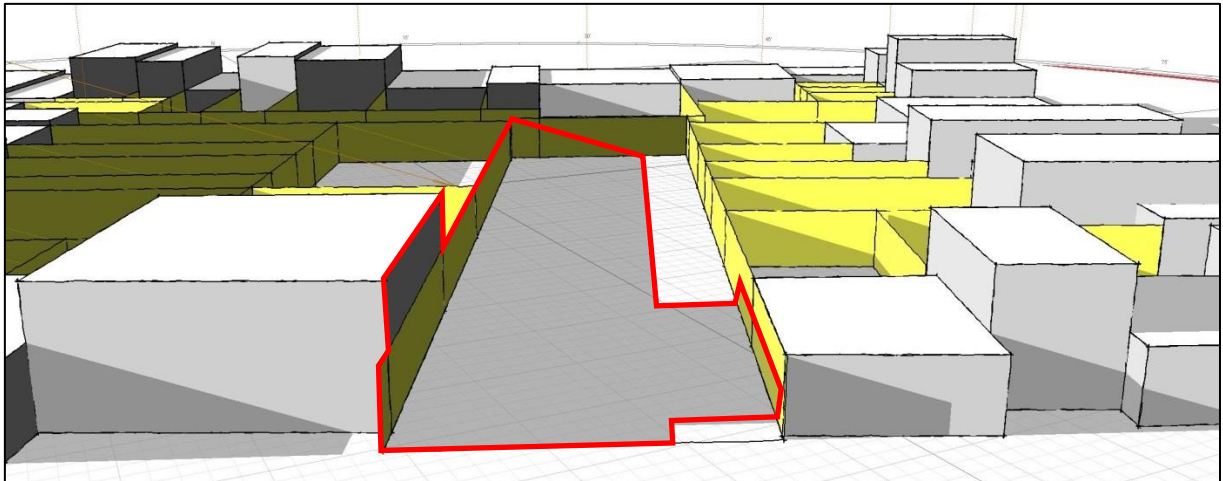
Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Figura 24: Simulación recorrido solar para junio a las 15:00 horas costado occidental.



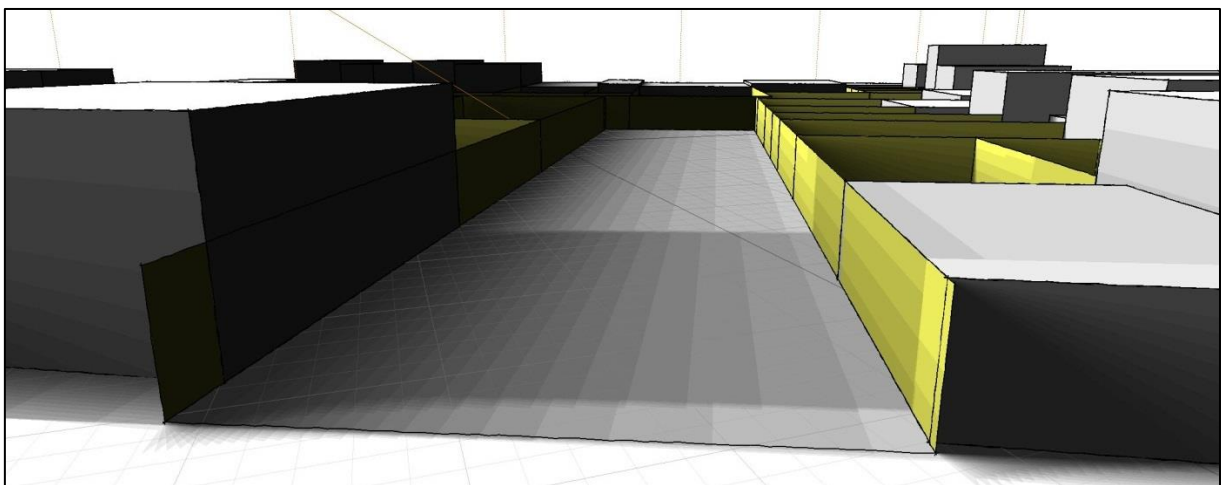
Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Figura 25: Simulación recorrido solar para junio a las 17:00 horas costado occidental.



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Figura 26: Simulación recorrido solar para junio, horas de la tarde costado occidental.



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

12.2.6 Estrategias Bioclimáticas Recomendadas

Tomando como base el análisis efectuado en el diagnóstico realizado y obtener las mejores condiciones de confort y bienestar personal, se determinan las estrategias bioclimáticas que deberán implementarse con el fin de lograr un proyecto funcional y que responda a las condiciones climáticas del lugar, así:

12.2.6.1. Ventilación natural

Por tratarse de un clima cálido húmedo, donde las temperaturas altas son homogéneas durante la mayor parte del año, presentándose la mayor temperatura en el mes de agosto a las 13:00 horas con 30.8 °C, y comparando esta temperatura con el límite máximo de confort que se encuentra en los 27.4°C, es necesario implementar sistemas de ventilación natural, con el fin de mejorar la calidad del ambiente interior y disminuyendo la humedad acumulada hacia el interior de la edificación.

En las noches, cuando la temperatura disminuye hacia los 18.6 °C por debajo de límite inferior de confort establecido en los 22.4°C, será necesario disminuir la ventilación natural donde se mantenga un número de renovaciones mínimo con el fin de mantener estable la calidad del aire interior.

12.2.6.2. Protección solar

De acuerdo al diagrama de trayectoria solar y la orientación del predio, este último se encuentra afectado por los costados tanto oriental como occidental, a excepción de las obstrucciones producidas por la altura del cerramiento del lote y las edificaciones vecinas. Teniendo en cuenta la temperatura exterior durante el día, la cual es homogénea durante la mayor parte del año,

llegando a una temperatura máxima en el mes de agosto de alrededor de los 30.8 °C, es necesario plantear sistemas de protección solar a nivel de las fachadas ubicadas en los costados mayormente expuestos y en cubiertas, con el fin de evitar ganancias térmicas por radiación solar directa que se acumulen en el interior de la edificación.

12.2.6.3. Forma general de la edificación

Se define que la forma general de la edificación debe ser con características de porosidad, con volúmenes llenos y vacíos que permitan generar espacios intermedios por donde fluya fácilmente la ventilación. Así mismo, se deberá propender en mayor medida por una implantación de volúmenes de forma lineal en dirección oriente – occidente donde las fachadas más cortas sean las expuestas a la radiación solar, ya que se tiene bastante limitación por las dimensiones, la forma y la orientación del lote a edificar.

El tratamiento de la piel de la edificación deberá ser de tipo perforado, con el fin de asegurar adecuados niveles de la ventilación natural, orientando las fachadas perforadas hacia la dirección de los vientos predominantes generando en lo posible la mayor cantidad de presión positiva y negativa, mejorando de esta forma la fluidez del aire en el interior de los recintos.

El sistema de ventanería, se recomienda que sea de manipulación activa donde el usuario pueda abrir o cerrar ventanas de acuerdo a su necesidad de confort y se utilicen rejillas para mantener una ventilación mínima de los espacios interiores. La cubierta deberá plantearse con aislamiento térmico con el fin de evitar al máximo ganancias térmicas por radiación solar en las horas de mayor exposición.

Adicional a lo anterior, y con el fin de minimizar ganancias térmicas por radiación solar, se recomienda que la envolvente arquitectónica sea con acabados de color blanco o muy cercano al blanco, con el fin se produzca el efecto de reflexión lo máximo posible.

El diseño de distribución espacial en el interior de la edificación, deberá ser encaminada a minimizar al máximo el uso de particiones interiores, con espacios de dimensiones amplias, con el fin de facilitar el flujo de la ventilación, así como la utilización de espacios altos, minimizando la acumulación de calor en los sectores superiores internos de cielo rasos y cubiertas.

12.2.6.4. Materiales y sistema constructivo de la envolvente.

Teniendo en cuenta que el proyecto a desarrollar corresponde a una Estación de Policía, los materiales y sistema constructivo se encuentran predeterminados por niveles de seguridad que se adoptan por la Policía Nacional de Colombia de acuerdo al orden público de la región. Para este caso, el nivel de seguridad asignado por la Institución corresponde al denominado IV, en el cual se define que la edificación debe ser reforzada con fortaleza defensiva en su cubierta y muros de fachada en concreto reforzado, resistencia integral a munición de arma convencional y parcial a arma no convencional con vulnerabilidad mínima. Es decir, que los componentes del sistema constructivo de la envolvente arquitectónica serán muros perimetrales en concreto reforzado con espesores entre los 12 y 15 cms; y cubierta maciza en placa de concreto reforzado de aproximadamente 12 cms de espesor. De tal forma que se tendrá que estudiar el comportamiento térmico del sistema constructivo preestablecido, con el fin de complementarlo o ajustarlo de acuerdo a los requerimientos de confort establecidos.

En cuanto a los materiales a utilizar en espacios abiertos, el proyecto deberá contemplar aquellos que contengan características térmicas que minimicen el efecto de isla de calor.

12.2.6.5. Zonificación espacial

A nivel de zonificación espacial, se recomienda que las diferentes zonas del proyecto se implanten de acuerdo a las condiciones preexistentes del clima. Por tanto, se deberá estudiar la ubicación de los espacios de acuerdo a su uso y horario, con el fin de evitar en mayor medida la radiación solar directa por aberturas o ventanas, así como evitar al máximo la transmitancia de calor a través de muros o cubierta hacia el interior de la edificación.

12.2.6.6. Urbanismo bioclimático

En la actualidad, el predio se encuentra totalmente construido incluyendo la edificación existente y el espacio abierto con placa en concreto. Como estrategia de urbanismo se plantea disminuir la cantidad de piso duro para crear áreas verdes de vegetación, jardines y un sistema de recolección de aguas lluvias por cubiertas e hilos de agua en zonas abiertas.

12.2.7 Características del Proyecto

12.2.7.1. Descripción General del Proyecto

El proyecto a desarrollar es una edificación para el funcionamiento de una Estación de Policía, en la cual se desarrollan actividades principalmente de administración y alojamiento. Consta de 5 grandes zonas determinadas por su función, así:

- Administrativa: oficinas de atención al público, privadas y servicios.
- Restringida: bodegas de armamento, archivo y áreas de retención de personas.
- Alojamientos: áreas de alojamientos del personal y servicios.
- Social: áreas de alimentación y descanso.

- Exteriores: Plaza de formación.

12.2.8 Programa de Espacios

Zona administrativa

Cumple funciones de oficina, la cual consta de los siguientes espacios:

- Guardia – comunicaciones.
- Comando de Estación.
- Denuncias y contravenciones.
- Vigilancia comunitaria.
- Infancia y Adolescencia.
- Oficina Disponible.
- Servicios.

Zona restringida

Cumple funciones de apoyo a la Administración, la cual consta de los siguientes espacios:

- Bodega de armamento.
- Bodega de archivo documental.
- Celdas de retenidos.
- Servicios.

Zona alojamientos

Cumple funciones de hospedaje del personal asignado a la Estación de Policía, la cual consta de los siguientes espacios:

- Alojamientos independientes con capacidad para 3 camarotes, 6 personas.
- Baterías de baños.
- Apartamento comandante, que consta de dos habitaciones, salón comedor y servicios.

Zona social

Cumple funciones de apoyo a la zona de alojamientos, la cual consta de los siguientes espacios:

- Salón comedor.
- Salón de Televisión y descanso.
- Cocina y despensa.
- Servicios.

Zona exterior.

Cumple funciones de apoyo a la administración, la cual consta de los siguientes espacios:

- Plaza de formación.
- Pabellón de banderas.
- Parqueaderos.

12.2.9 Descripción de los Usuarios por Zona del Proyecto

Zona administrativa

Comprendida por oficinas con 6 personas fijas que atiende a 6 personas del público con frecuencia, las personas son adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme de acuerdo al clima (uniforme policial de clima cálido).

Tabla 3: Descripción de los usuarios zona administrativa.

ESPACIO	CANTIDAD FIJA (N°. PERSONAS)	CANTIDAD FLOTANTE (N°. PERSONAS)	TIPO	ACTIVIDAD
GUARDIA	1	0	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Oficina
COMANDO DE ESTACION	1	1	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Oficina
DENUNCIAS Y CONTRAVENCIONES	1	2	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Oficina
VIGILANCIA COMUNITARIA	1	1	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Oficina
INFANCIA Y ADOLESCENCIA	1	1	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Oficina
OFICINA DISPONIBLE	1	1	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Oficina
TOTAL	6	6	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Oficina

Fuente: Elaboración propia.

Zona restringida

Comprendida por bodegas de oficinas sin personal fijo, y las celdas de retenidos con ocupación aproximada de 6 personas de tipo flotante, las personas son adultos de 18 años en adelante con vestimenta de acuerdo al clima de la región.

Tabla 4: Descripción de los usuarios zona restringida

ESPACIO	CANTIDAD FIJA (N°. DE PERSONAS)	CANTIDAD FLOTANTE (N°. DE PERSONAS)	TIPO	ACTIVIDAD
BODEGA DE ARMAMENTO	0	0	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Oficina
BODEGA DE ARCHIVO DOCUMENTAL	0	0	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Oficina
CELDAS DE RETENIDOS	0	6	Adultos de 18 años en adelante	Reposo
TOTAL	0	6	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	

Fuente: Elaboración propia.

Zona alojamientos

Comprendida por habitaciones colectivas con personal fijo en estado de reposo, las personas son adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme de acuerdo al clima.

Tabla 5: Descripción de los usuarios zona alojamientos

ESPACIO	CANTIDAD FIJA (N°. DE PERSONAS)	CANTIDAD FLOTANTE (N°. DE PERSONAS)	TIPO	ACTIVIDAD
6 ALOJAMIENTOS PATRULLEROS (POR UNIDAD)	36	0	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Reposo
1 ALOJAMIENTO SUBOFICIALES	4	0	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Reposo
APARTAMENTO COMANDANTE	3	0	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Reposo
TOTAL	43	0	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	

Fuente: Elaboración propia.

Zona social

Comprendida por espacios de apoyo a los mismos usuarios o habitantes flotantes de la Estación de Policía. Las personas son adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme de acuerdo al clima (uniforme policial de clima cálido).

Tabla 6: Descripción de los usuarios zona social

ESPACIO	CANTIDAD FIJA (N°. DE PERSONAS)	CANTIDAD FLOTANTE (N°. DE PERSONAS)	TIPO	ACTIVIDAD
SALON - COMEDOR	0	12	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Ligera
SALON DE TELEVISION Y DESCANSO	0	8	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Ligera
COCINA Y DESPENSA	0	1	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Moderada
TOTAL	0	21	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	

Fuente: Elaboración propia.

Consolidado total por zonas

En resumen, se obtiene que en la edificación habitan 43 personas, de las cuales 6 personas trabajan en la misma edificación, 21 personas se consideran flotantes en los espacios sociales. Se consideran 12 personas flotantes que no habitan la edificación.

Tabla 7: Consolidado total de usuarios por zonas

ESPACIO	CANTIDAD FIJA (N°. DE PERSONAS)	CANTIDAD FLOTANTE (N°. DE PERSONAS)	TIPO	ACTIVIDAD
ADMINISTRATIVA	6	6	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Oficina

RESTRINGIDA	0	6	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Reposo
ALOJAMIENTOS	43	0	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Reposo
SOCIAL	0	21	Adultos de 20 a 45 años con vestimenta uniforme	Ligera-Moderada

Nota. Fuente: Elaboración propia.

12.2.10 Horario e Intensidad de Uso

En la tabla siguiente se describe el horario e intensidad de uso de cada una de las zonas, con el fin de establecer el horario de funcionamiento:

Tabla 8: Horario e intensidad de uso

ZONA	actividad	Personas Fijas	Personas Flotantes	Horario																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ADMINISTRATIVA	OFICINA	6	6							X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X					
RESTRINGIDA	REPOSO	0	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
ALOJAMIENTOS	REPOSO	43	0	X	X	X	X	X	X															X	X	X	
SOCIAL	LIGERA-MODERADA	0	21													X	X						X	X			

Fuente: Elaboración propia.

En este capítulo luego de realizar un análisis del sitio del proyecto en cuanto a clima, temperatura, humedad, precipitaciones, radicación solar, entre otros, se realiza una diagnostico que obedece a las necesidades del proyecto, realizando el cálculo para la estación de policía florida con la implementación de paneles fotovoltaicos, observando su viabilidad, de igual forma, se establecieron estrategias bioclimáticas que van desde la utilización de materiales hasta la ubicación de las edificaciones teniendo en cuenta el comportamiento de variables naturales en el sitio.

12.2.11 Forma General de la Edificación

Teniendo en cuenta las dimensiones del predio y el programa de necesidades, se plantea un volumen de forma rectangular que se implanta a lo largo del lote (figura 50), el cual se particiona en cuatro bloques independientes generando patios intermedios o aberturas (figura 51), con el fin de permitir el flujo del viento predominante hacia los interiores de la edificación, creando mayor número de fachadas tanto en presión positiva de viento, como negativa (figura 52) y de esta forma ventilar el proyecto naturalmente. Así mismo, con esta estrategia, se está permitiendo en cada uno de los bloques generar mayor iluminación natural sobre las fachadas que están localizadas en los patios interiores.

Figura 27: Implantación



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28: Implantación



Fuente: Elaboración propia.

12.2.12 Zonificación Espacial

A partir de las necesidades del programa de áreas, a nivel de primer piso se ubican los espacios de uso administrativo y social; y en segundo piso se ubica toda la zona de alojamientos y descanso.

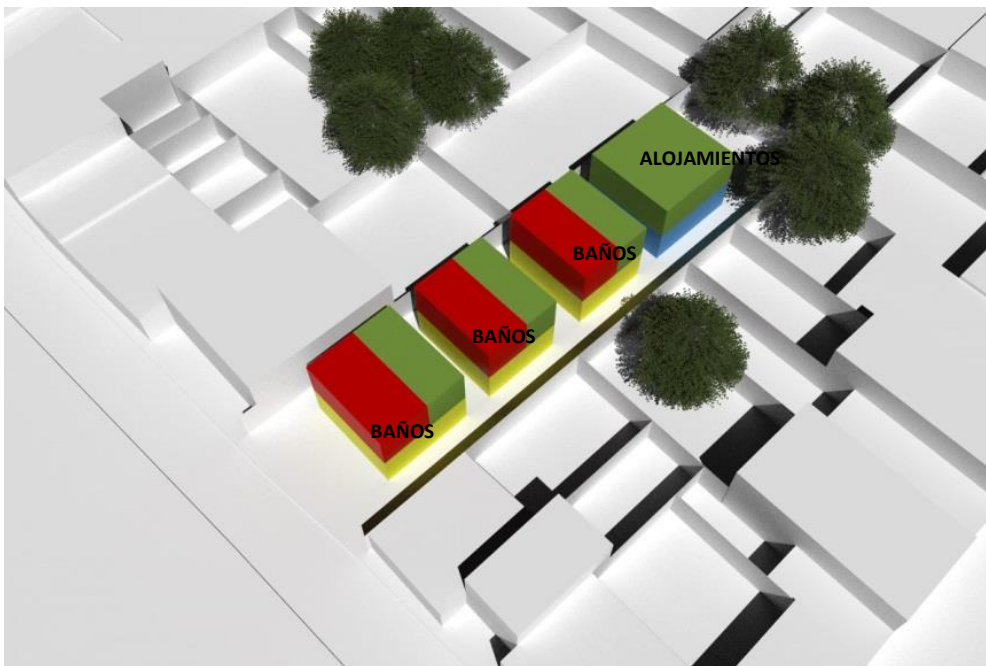
Figura 29: Zonificación primer piso



Fuente: Elaboración propia

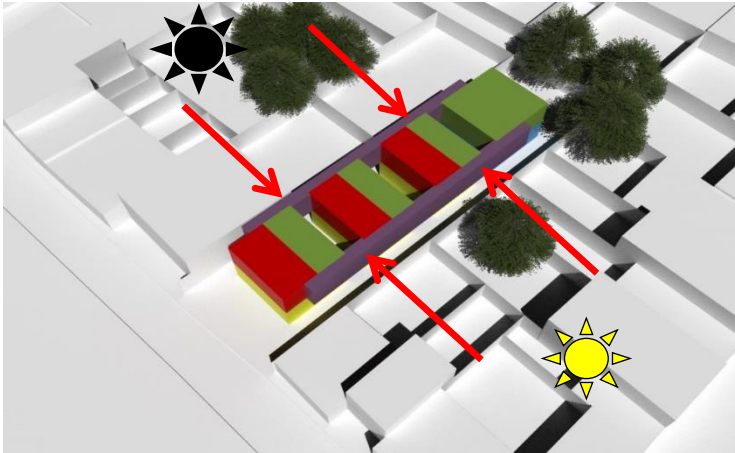
Respecto al segundo piso, (figura 30) se ubicaron los baños sobre las fachadas sur y alojamientos sobre fachadas norte con el fin de aprovechar las presiones positivas de viento predominantes sobre las mismas. Así mismo, se ubicaron las circulaciones sobre los costados laterales de la edificación (figura 34), con el fin de generar protección solar sobre las fachadas tanto del primer piso como en segundo formando un alero; y conformándose un espacio con una volumetría porosa con el fin de permitir el ingreso de la ventilación hacia los interiores.

Figura 30: Zonificación segundo piso



Fuente: Elaboración propia

Figura 31: Circulación lateral



Fuente: Elaboración propia

12.2.13 Distribución Interna

Teniendo en cuenta que el proyecto debe cumplir lineamientos y estrategias de carácter defensivo estipuladas por la Policía Nacional Colombiana, se deben proteger todas las zonas laterales del proyecto que se encuentran vulnerables, razón por la cual, los muros laterales oriental y occidental, se plantean en concreto reforzado con un espesor de 20 cms., al igual que la cubierta.

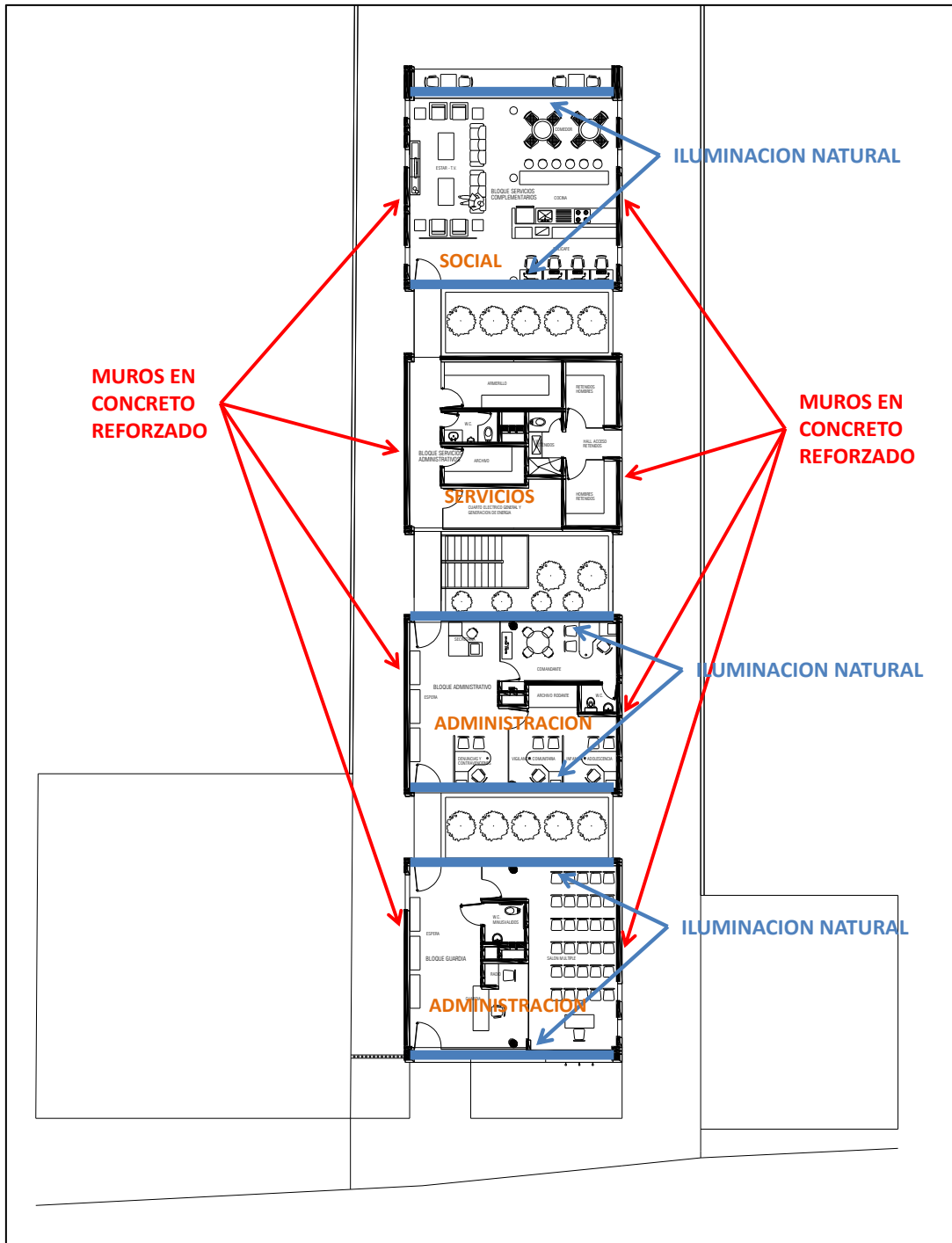
Al haber particionado el proyecto en diferentes bloques, además de mejorar la ventilación, se aprovechan los patios interiores para iluminación de todos los interiores de forma natural, generándose grandes ventanales que permitirán reducir el uso de lámparas durante el día, ya que se localizan por los costados norte y sur de cada uno de los bloques implantados.

A nivel de primer piso se ubica la zona de administración repartida en dos bloques, uno de atención al público, y otro de la zona administrativa privada; un bloque de servicios donde se ubica

las celdas de retenidos, cuartos técnicos y bodegas; y un último bloque de la zona social y televisión.

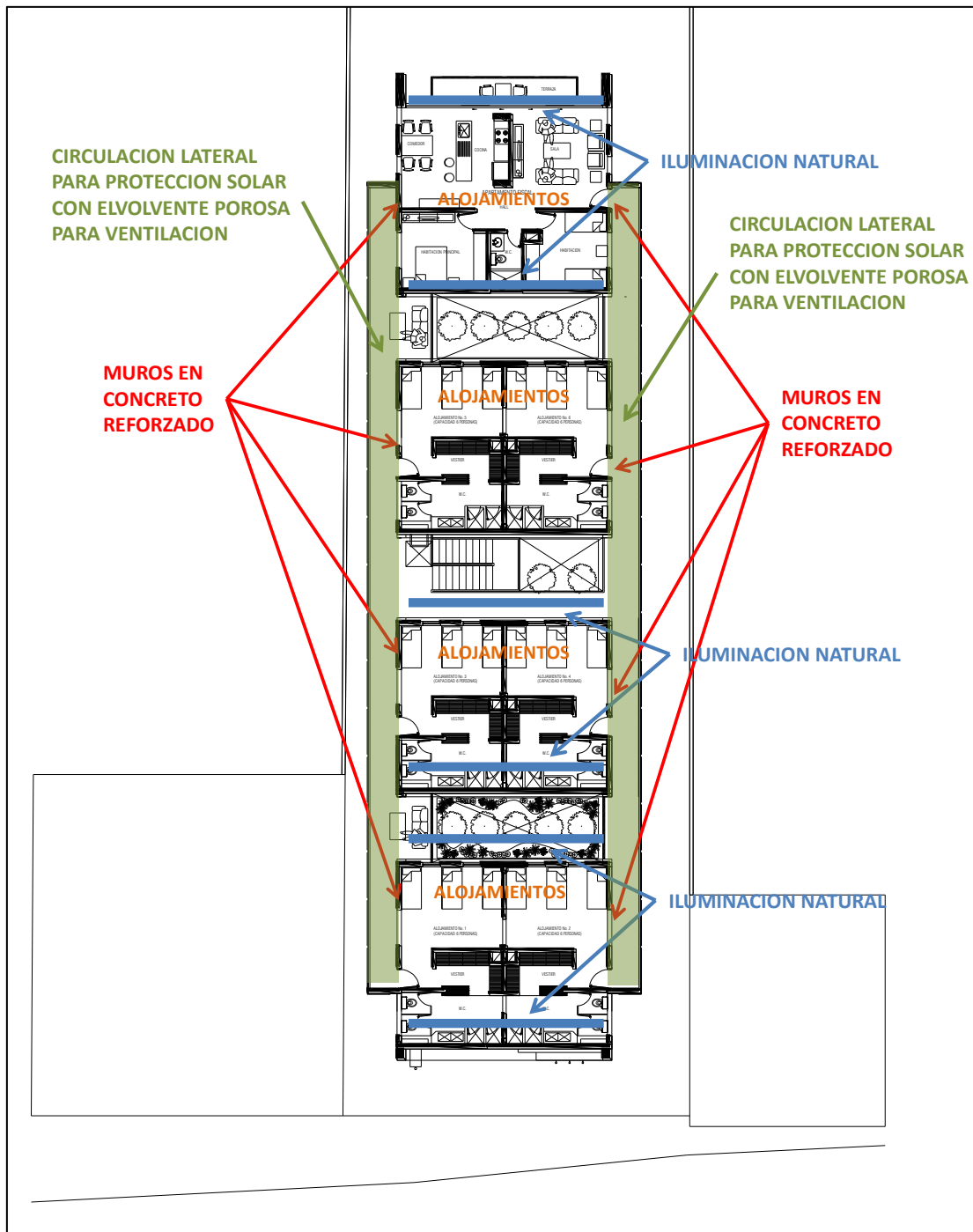
A nivel de segundo piso, se ubican en los diferentes bloques implantados los módulos de alojamientos con baño privado y un apartamento para el comandante, relacionados mediante una circulación longitudinal que actuará como alero de protección solar tanto para el primer piso como para el segundo, con una envolvente de tipo poroso para permitir el flujo de los vientos predominantes hacia el interior.

Figura 32: Planta primer piso



Fuente: Elaboración propia

Figura 33: Planta segundo piso

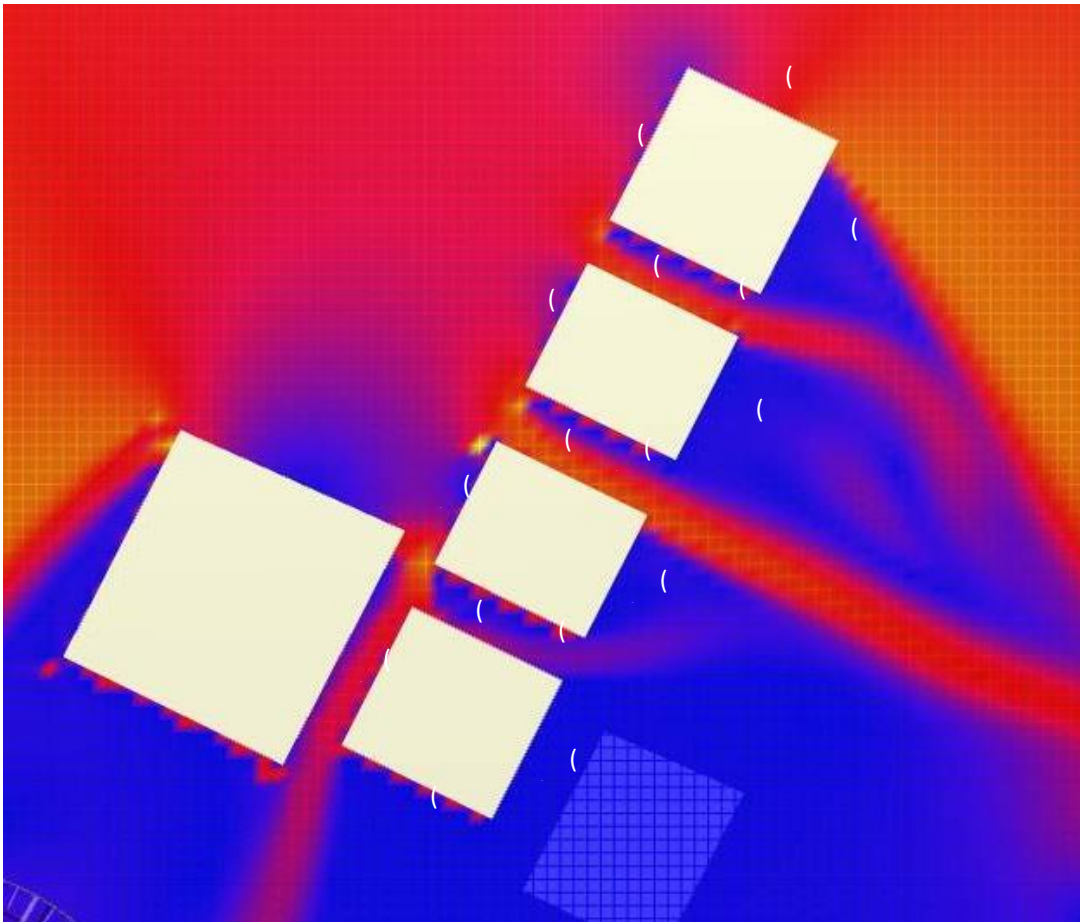


Fuente: Elaboración propia

12.2.14 Ventilación Natural

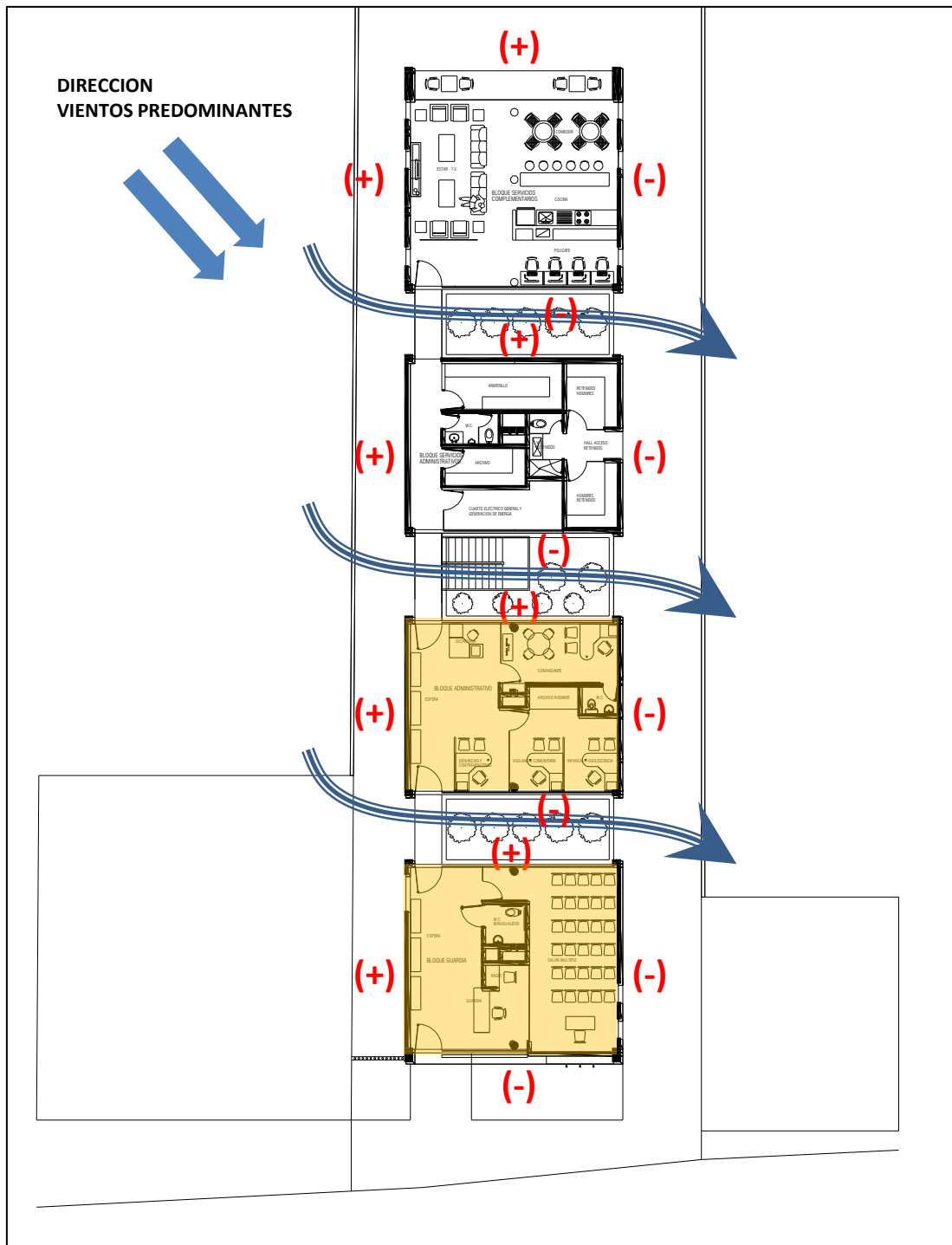
Teniendo en cuenta la simulación efectuada de los vientos predominantes a partir de la estrategia de forma de la edificación, con la que se particionó el volumen de la edificación en bloques independientes, permitiendo así el ingreso de la ventilación por patios interiores (figura 35 y 36), se creó mayor número de fachadas en presión de viento positiva y negativa, con el fin de facilitar de forma importante el ingreso y salida del viento en los interiores.

Figura 34: Simulación vientos predominantes



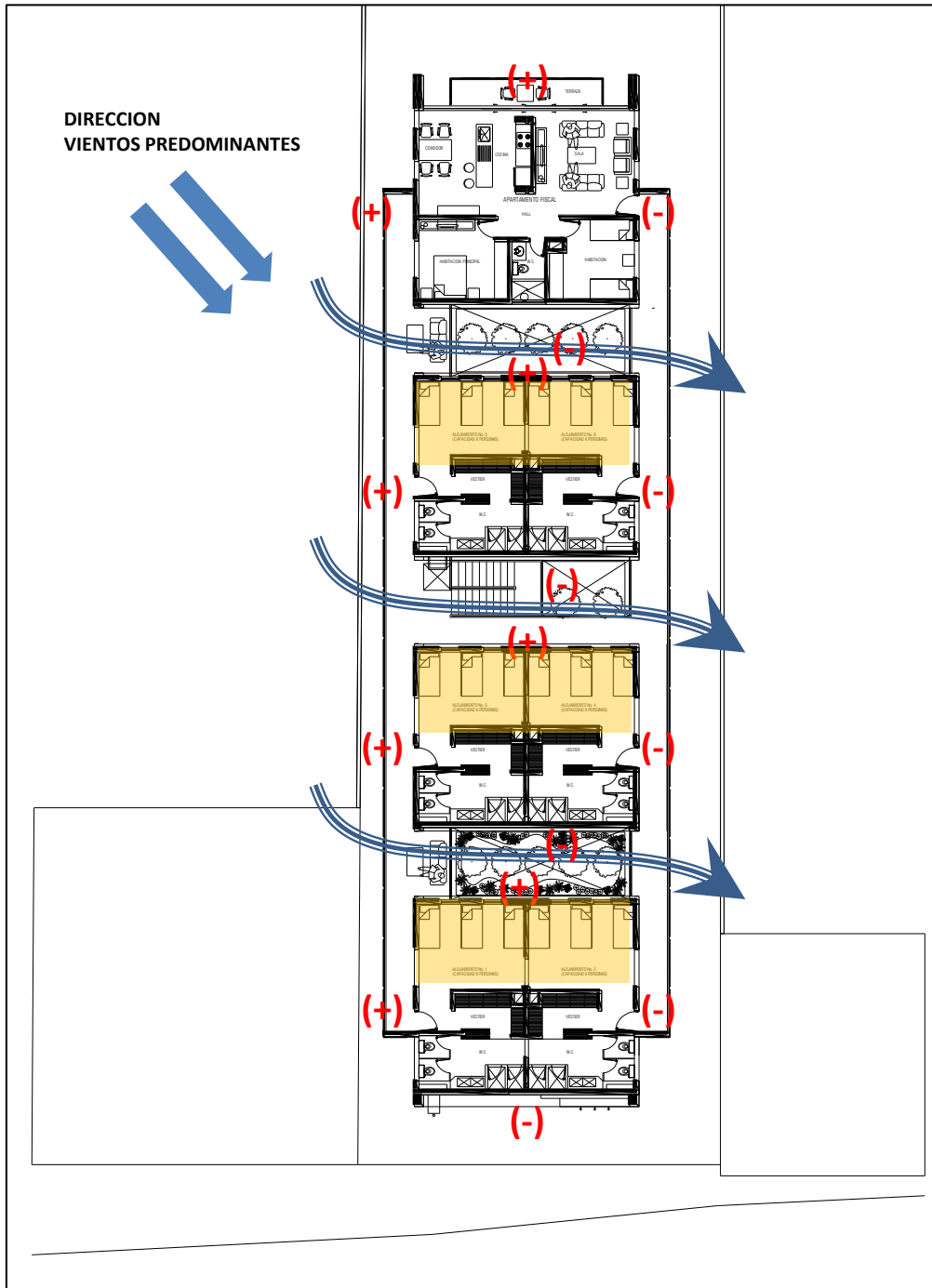
Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Vasari Beta 3 [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Figura 35: Implementación de patios interiores para ventilación Piso 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 36: Implementación de patios interiores para ventilación Piso 2

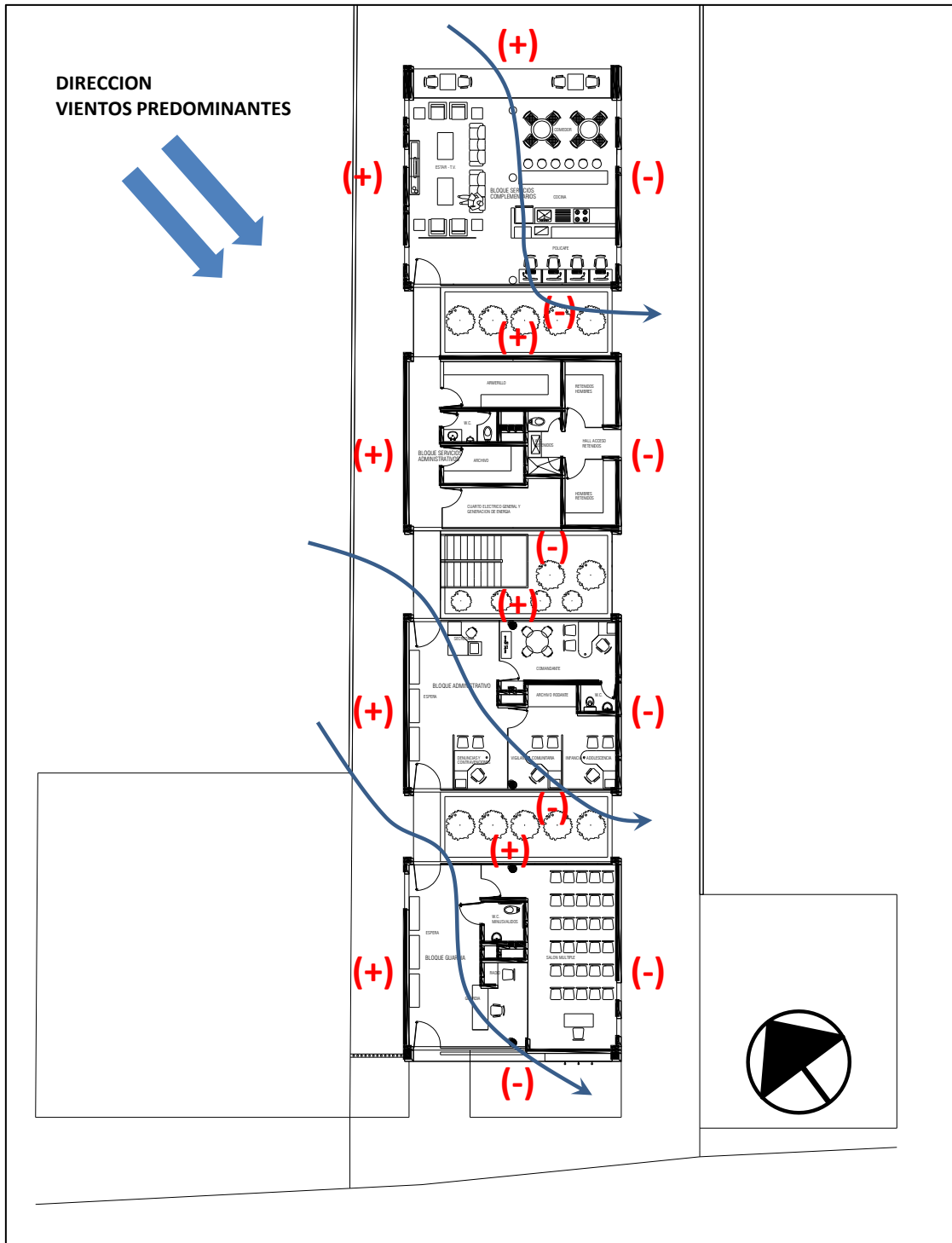


Fuente: Elaboración propia

12.2.15 Diseño de ventilación cruzada

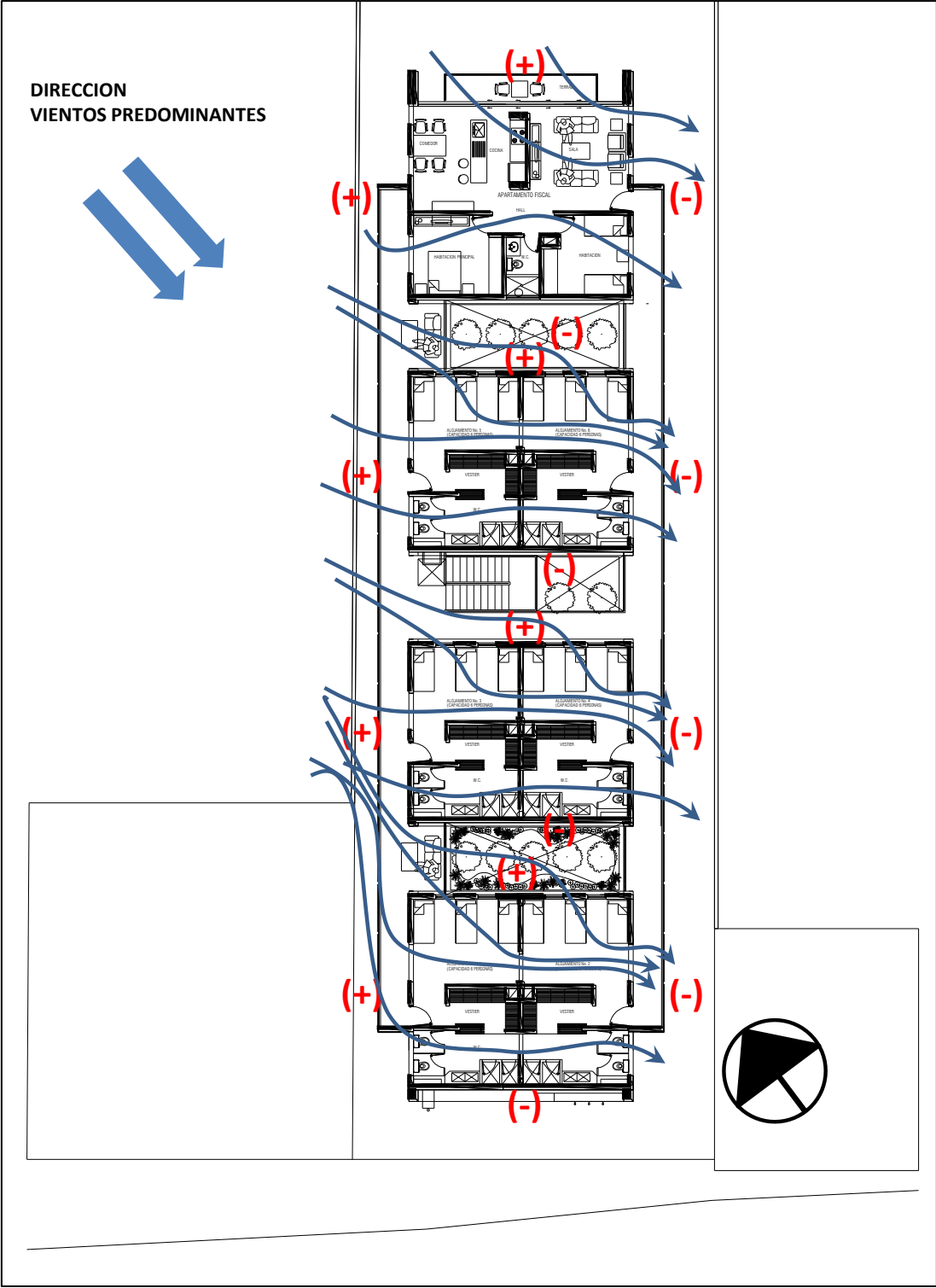
Aprovechando la dirección de los vientos predominantes del norte y noroeste con unos ángulos de incidencia sobre las fachadas este y oeste de 26° y 71° respectivamente, se facilitan las condiciones para la implementación de ventilación cruzada en los interiores. Para este efecto, se ubicaron entradas de ventilación sobre las fachadas que se encuentran en presión positiva de viento principalmente las ubicadas sobre los patios interiores donde, por el aprisionamiento del flujo de ventilación, se produce un aumento de la velocidad del viento. Así mismo, se ubicaron salidas de ventilación por las fachadas que se encuentran en presión de viento negativa localizándose en forma diagonal a las entradas con el fin que se produzca una mejor distribución de la ventilación hacia el interior de los espacios. (Ver figuras 37 y 38).

Figura 37: Diseño de ventilación cruzada piso 1



Fuente: Elaboración propia

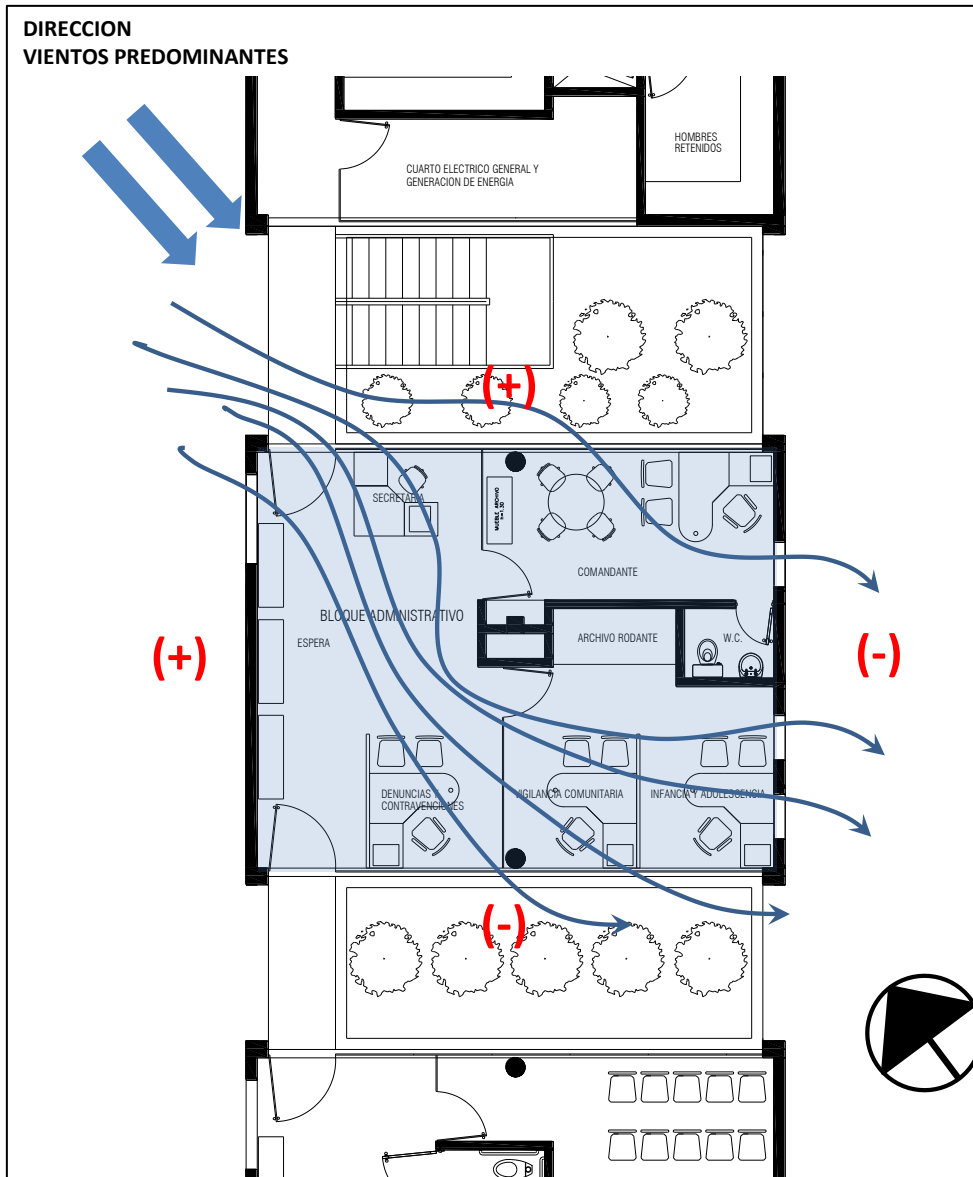
Figura 38: Diseño de ventilación cruzada piso 2



Fuente: Elaboración propia

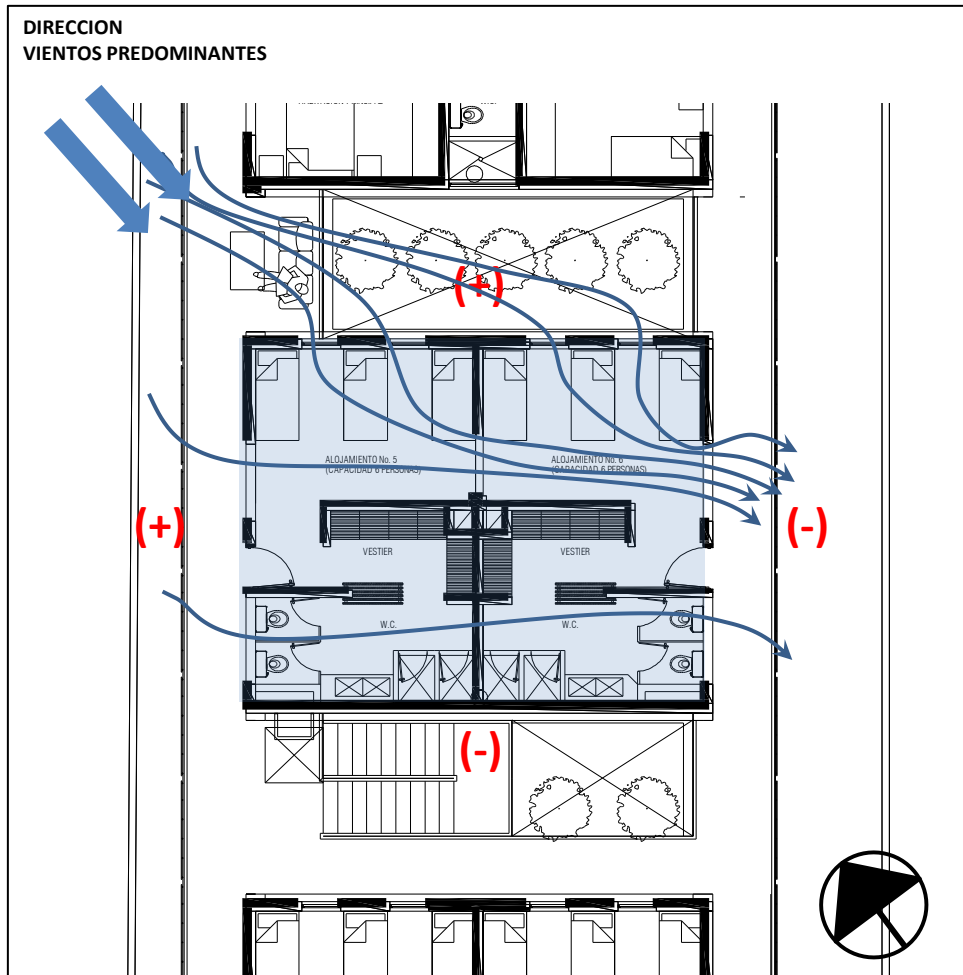
En las siguientes figuras (39 y 40), se detalla el sistema de ventilación natural cruzada, donde se indica el ingreso del viento tanto por la fachada oeste, como por la fachada ubicada en el patio interior que se encuentran en presión de viento positiva, por intermedio de persianas ubicadas en las zonas inferiores de las ventanas distribuyéndose uniformemente por el espacio y siendo succionado por las persianas ubicadas sobre las fachadas que se encuentran en presión negativa de viento por la zona superior de las ventanas.

Figura 39: Detalle diseño de ventilación cruzada oficinas piso 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 40: Detalle diseño de ventilación cruzada alojamientos piso 2



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, y con el fin de extraer el calor almacenado hacia el interior de los espacios, se implementó un sistema de ventilación cruzada en el plénum del cielo raso con rejillas de entrada y salida ubicadas sobre fachadas en presión de viento positiva y negativa (figura 64), el cual permite que cuando el calor ascienda por el efecto convectivo, ingrese al plénum a través del cielo raso de tipo perforado y sea evacuado con facilidad. Así mismo, este sistema servirá, para que, en

las noches, la estructura de la edificación libere el calor almacenado, permitiendo que en la mañana siguiente la estructura se encuentre mayormente fresca.

Figura 41: Detalle diseño de extracción de calor por efecto de ventilación cruzada por plénum de cielo raso.



Fuente: Elaboración propia

12.2.16 Cálculo de ventilación natural y aberturas

Para el cálculo de ventilación natural y aberturas en el proyecto, se utilizó el método y fórmulas de García y Fuentes (1995), donde se determinó la tasa de ventilación requerida de acuerdo a los espacios analizados en correspondencia con el análisis de balance térmico que se desarrollará más adelante.

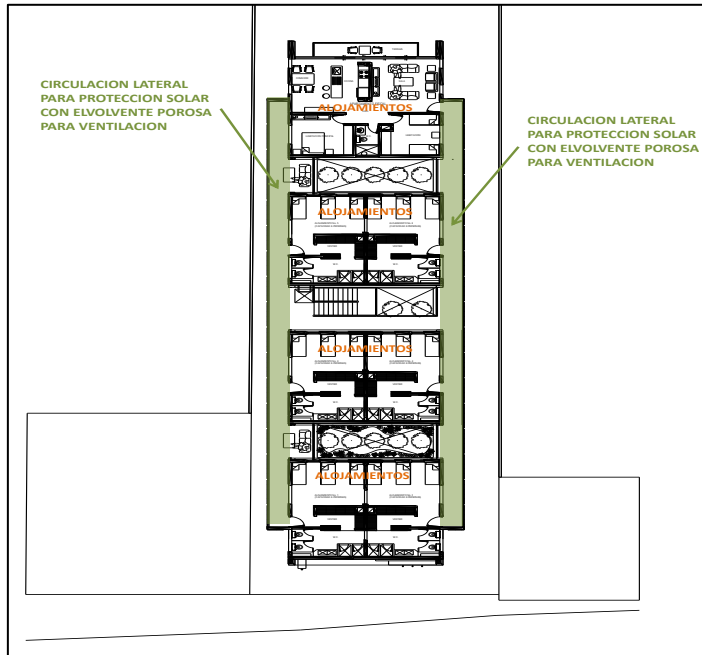
Se realiza este procedimiento así, ya que, para el cálculo de ventilación y aberturas, es necesario tener claro la cantidad final de calor almacenado en cada uno de los espacios de acuerdo al sistema

constructivo propuesto. Este calor almacenado deberá disiparse mediante la ventilación y tamaño de aberturas de entrada y salida en ventilación cruzada. Por esta razón, el cálculo de ventilación y aberturas se describirá en el **Balance térmico y cálculo de disipación de calor final almacenado.**

12.2.16.1. Protección Solar

Con el fin de proporcionar la mayor protección solar sobre las fachadas oriental y occidental correspondiente a la mayor longitud de la edificación, se plantean halles de circulación cubiertos que unen los accesos de los diferentes alojamientos en segundo piso (figura 65), para que funcionen como aleros de protección tanto para el primer piso como para el segundo. A continuación, se realiza un análisis de cada una de las fachadas a estudiar:

Figura 42: Circulación lateral para protección solar



Fuente: Elaboración propia

12.2.17 Protección solar fachada oriental en horas de la mañana

Teniendo en cuenta que el ancho del lote es limitado, se diseñó un alero con dimensiones de 1.30 m sobre el primer piso con el fin de proteger la fachada de la radiación solar directa y permitir un aislamiento lateral con las construcciones vecinas por motivos de seguridad militar. Respecto al segundo piso, se plantea una circulación cubierta que sirve como alero de protección solar a los muros interiores de alojamientos durante todo el año a partir de las 9:30 de la mañana cuando la cantidad de radiación solar comienza a aumentar considerablemente; adicional a lo anterior, se plantea una envolvente de tipo poroso en madera con un porcentaje de sombreado del 70 % que mantendrá sombreado el hall mencionado. Así mismo, para efectos de disminuir ganancias térmicas por conducción hacia el interior de la edificación, y teniendo en cuenta que el sistema constructivo debe ser en concreto reforzado debido a condiciones de seguridad militar, se propone que el concreto sea de color blanco con un revestimiento interior en lámina de poliestireno de 2” con acabado en dry-wall.

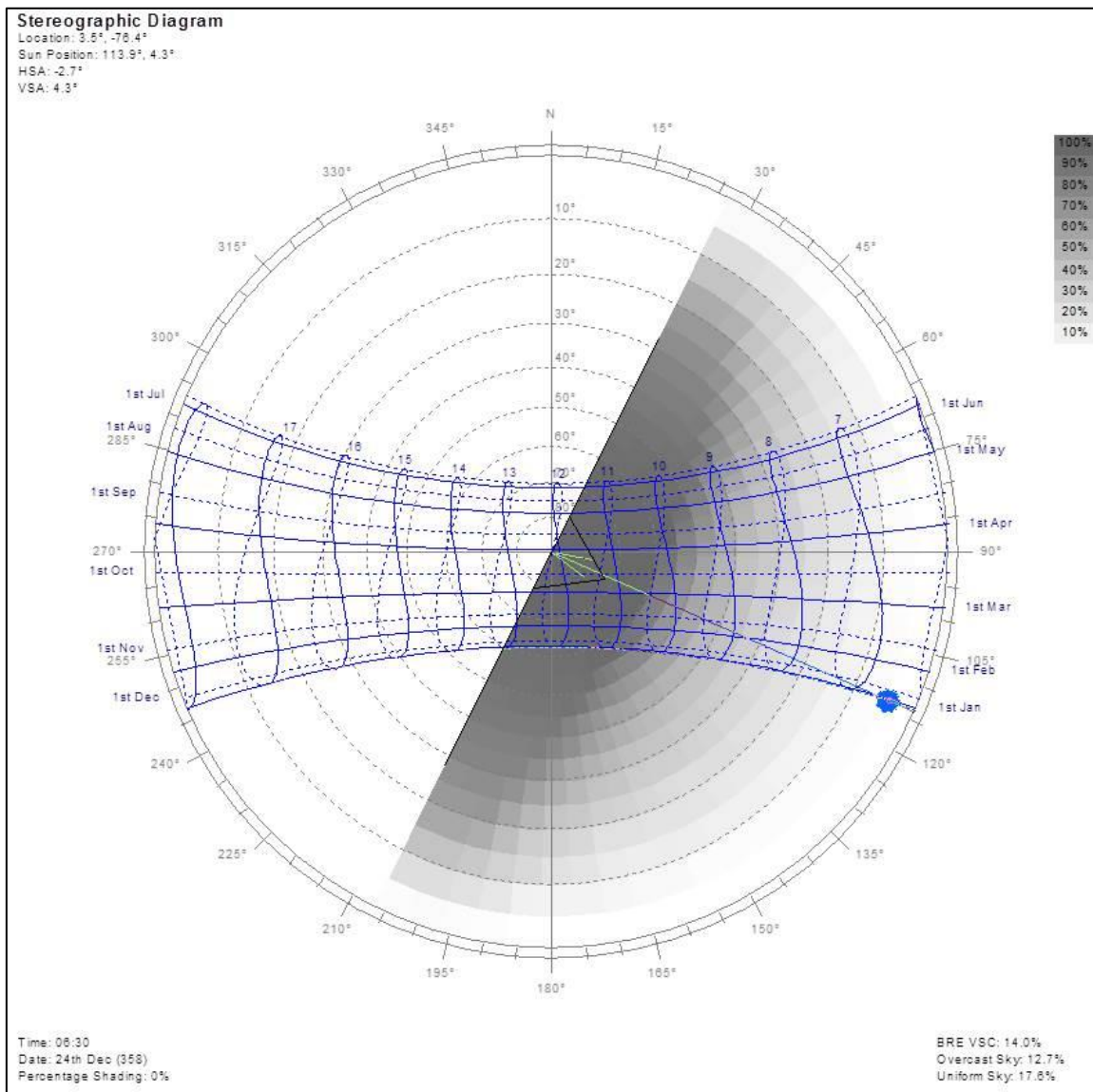
Figura 43: Protección solar fachada oriental



Fuente: Elaboración propia

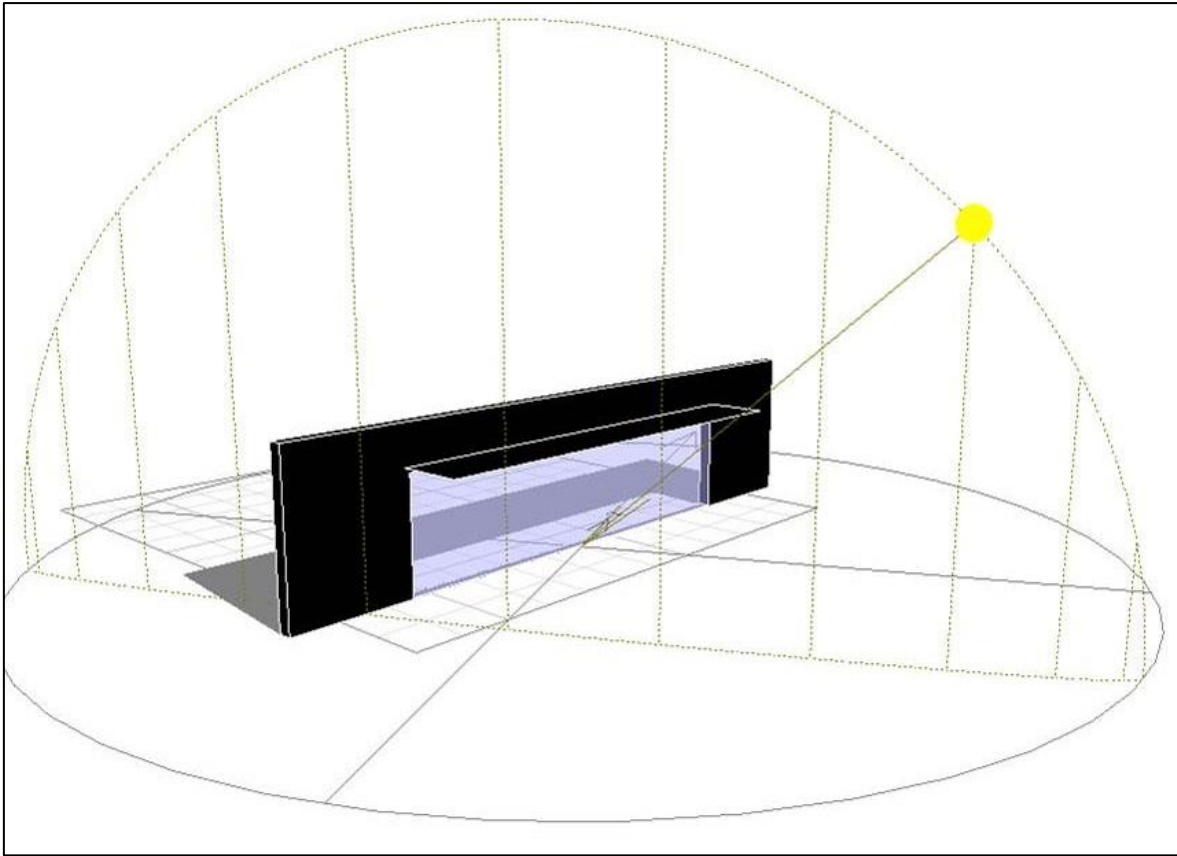
En las siguientes figuras (44 al 46), se indica la eficiencia de la protección solar sobre la fachada oriental donde se muestra que a partir de las 9 de la mañana comienza a aumentar el porcentaje de protección.

Figura 44: Eficiencia protección solar fachada oriental



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Figura 45: Diseño protección solar fachada oriental



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc

12.2.18 Protección solar fachada occidental en horas de la tarde

Se plantea la misma estrategia que la fachada oriental, de mantener una circulación lateral que sirva de protección solar. Teniendo en cuenta que esta fachada es la más crítica por recibir radiación solar durante la tarde, se decidió implantar la edificación lo más cercano posible al muro de cerramiento por este costado manteniendo un aislamiento mínimo lateral. Así mismo, se cuenta con vegetación y las edificaciones vecinas que colaboran a la protección produciendo sombra en parte de la edificación.

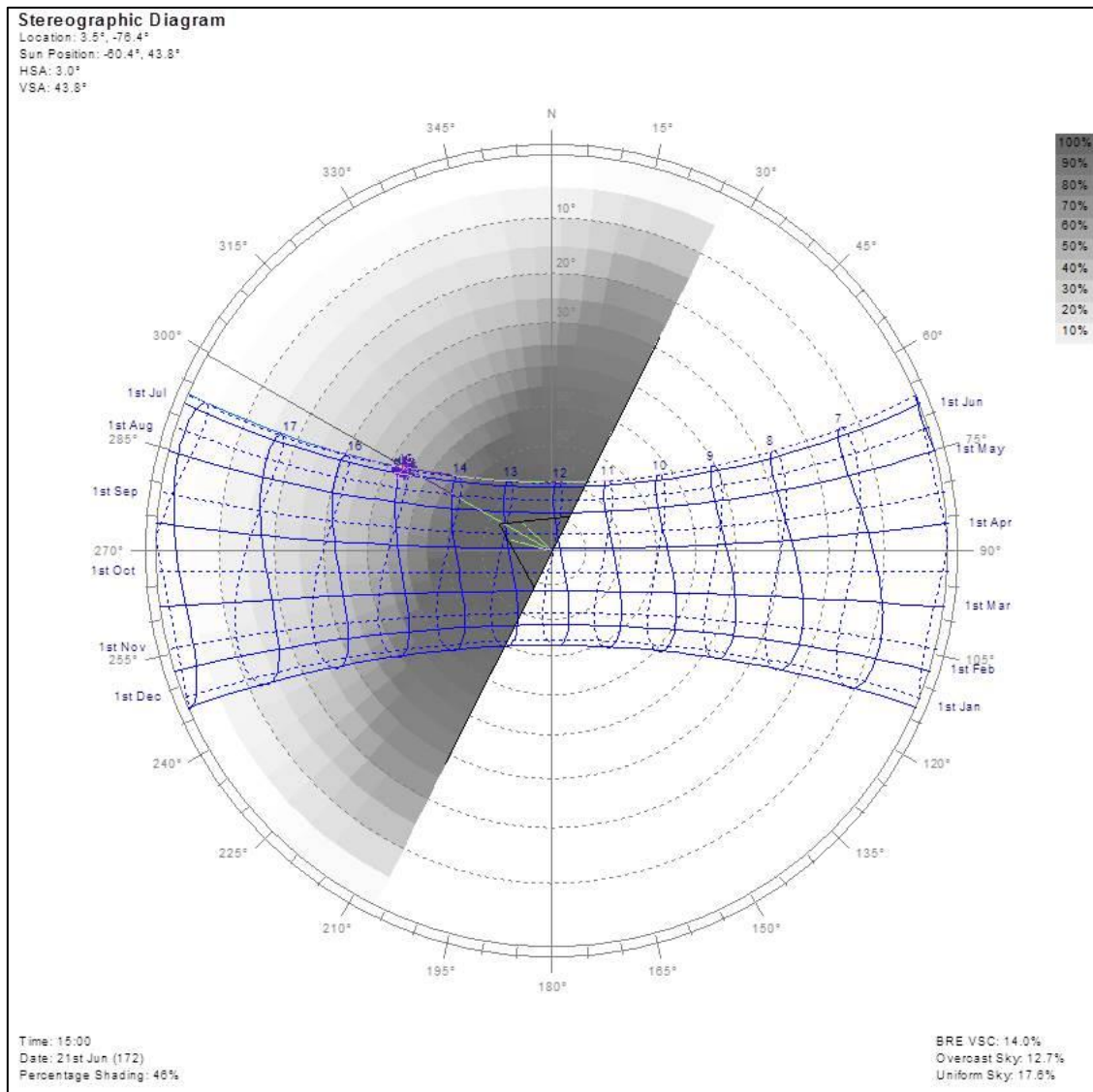
Figura 46: Protección solar fachada occidental



Fuente: Elaboración propia

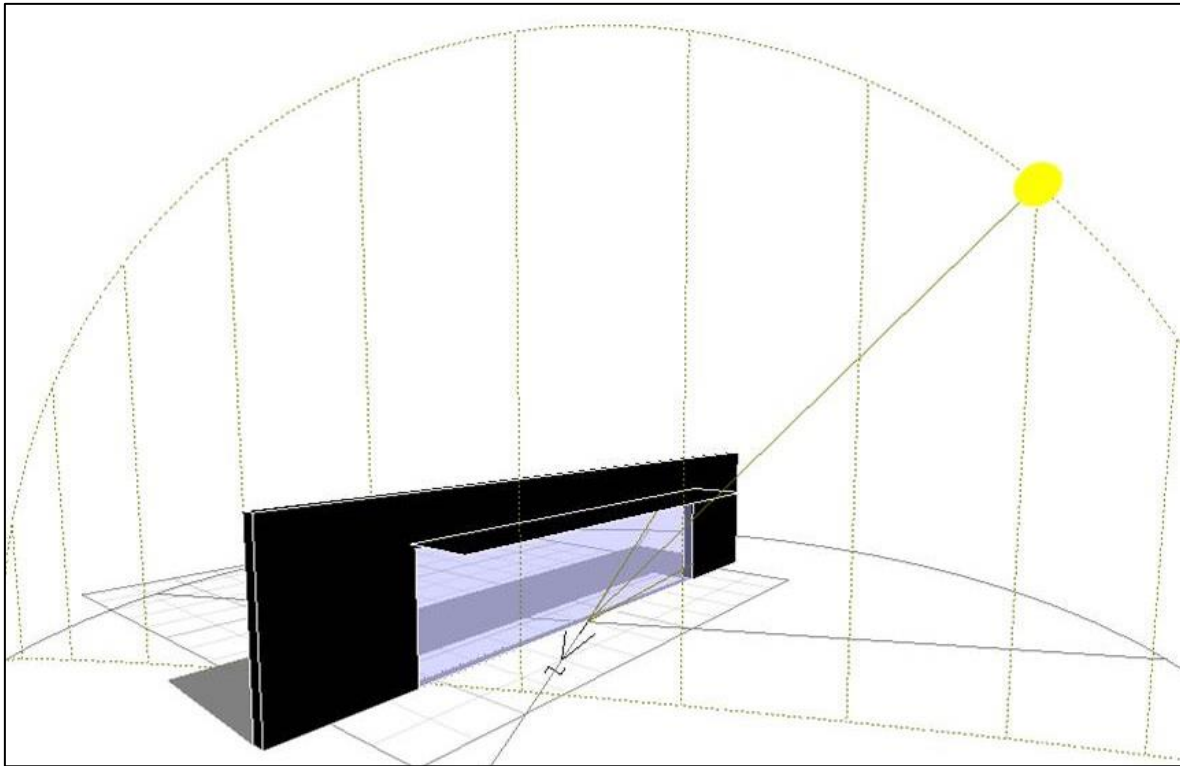
En las siguientes figuras (47 y 48), se indica la eficiencia de la protección solar sobre la fachada oriental donde se muestra la eficiencia hasta 3:30 de la tarde, cuando el nivel de radiación solar comienza a disminuir hasta la noche.

Figura 47: Eficiencia protección solar fachada occidental



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Figura 48: Diseño protección solar fachada occidental



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc

12.2.19 Protección solar fachada principal (sur) horas de la tarde

Teniendo en cuenta el diagrama de trayectoria solar del sitio, esta fachada se encuentra expuesta en su mayor nivel en el mes de diciembre, disminuyendo su ángulo de azimut en forma gradual hasta el siguiente equinoccio de marzo y solsticio de junio. El sistema de protección solar de esta fachada está compuesto por cuatro elementos que a su vez forman parte de la composición formal de la misma: un alero general de la fachada formado por un gran pórtico a lo largo de los dos niveles de la edificación, un engrosamiento de la fachada revestido en madera teca como

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía Florida Valle del Cauca

aislamiento del muro, un alero sobre la ventana de acceso en primer piso que también sirve de protección contra la lluvia y finalmente unas persianas en la zona exterior de la misma ventana.

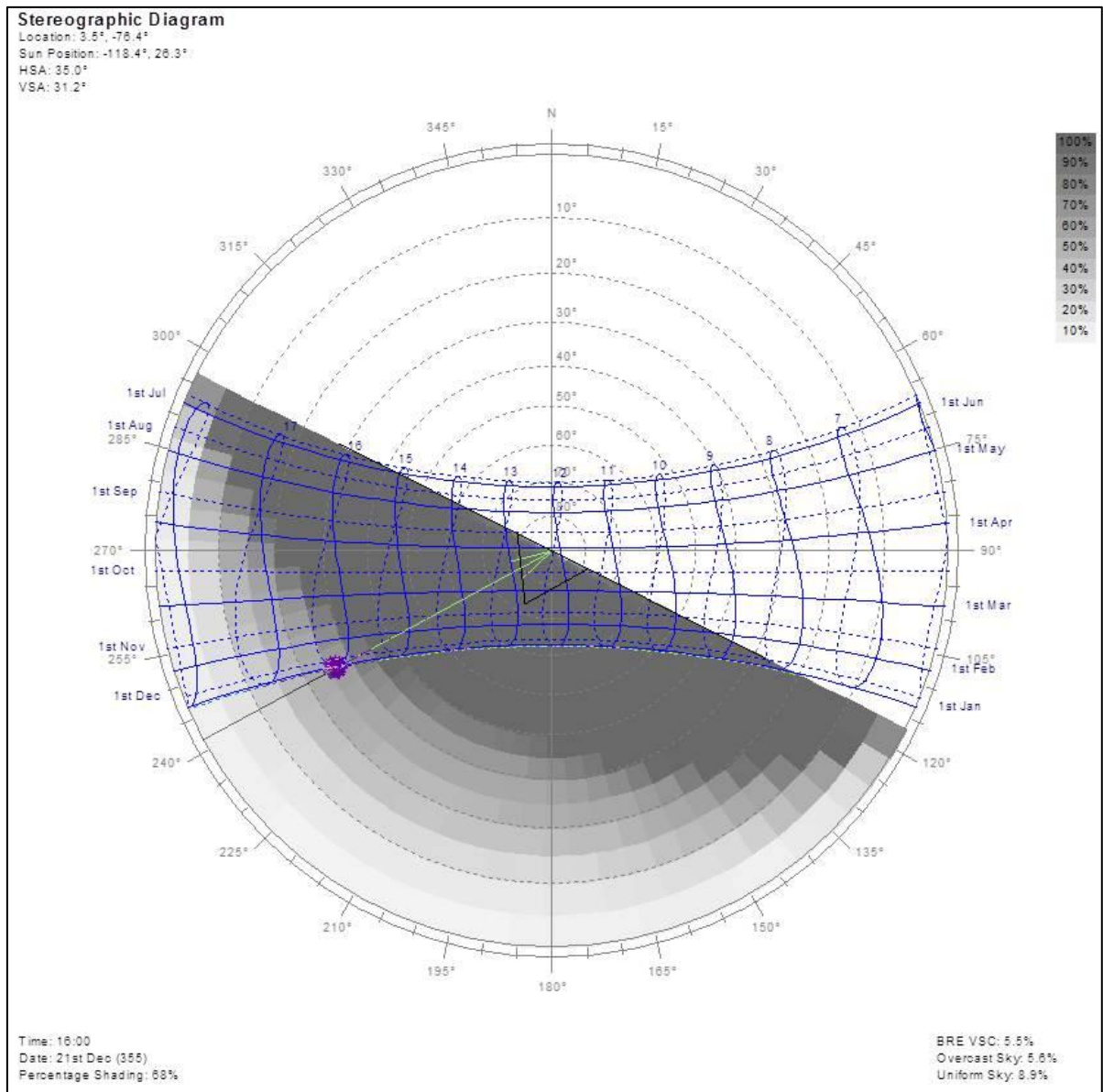
Figura 49: Protección solar fachada occidental



Fuente: Elaboración propia

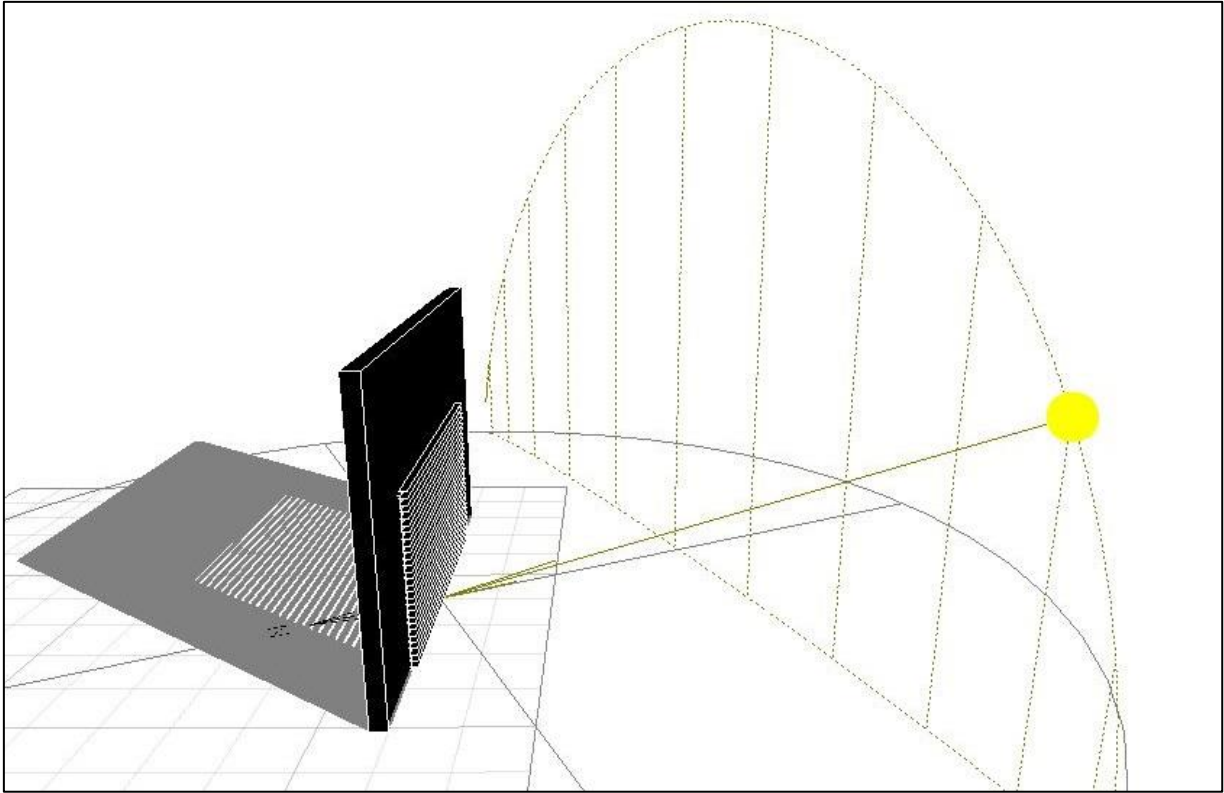
En las siguientes figuras (50 y 51), se indica la eficiencia de la protección solar sobre la fachada sur donde se muestra la eficiencia hasta 3:30 de la tarde, cuando el nivel de radiación solar comienza a disminuir hasta la noche.

Figura 50: Eficiencia protección solar fachada sur



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Figura 51: Diseño protección solar fachada sur

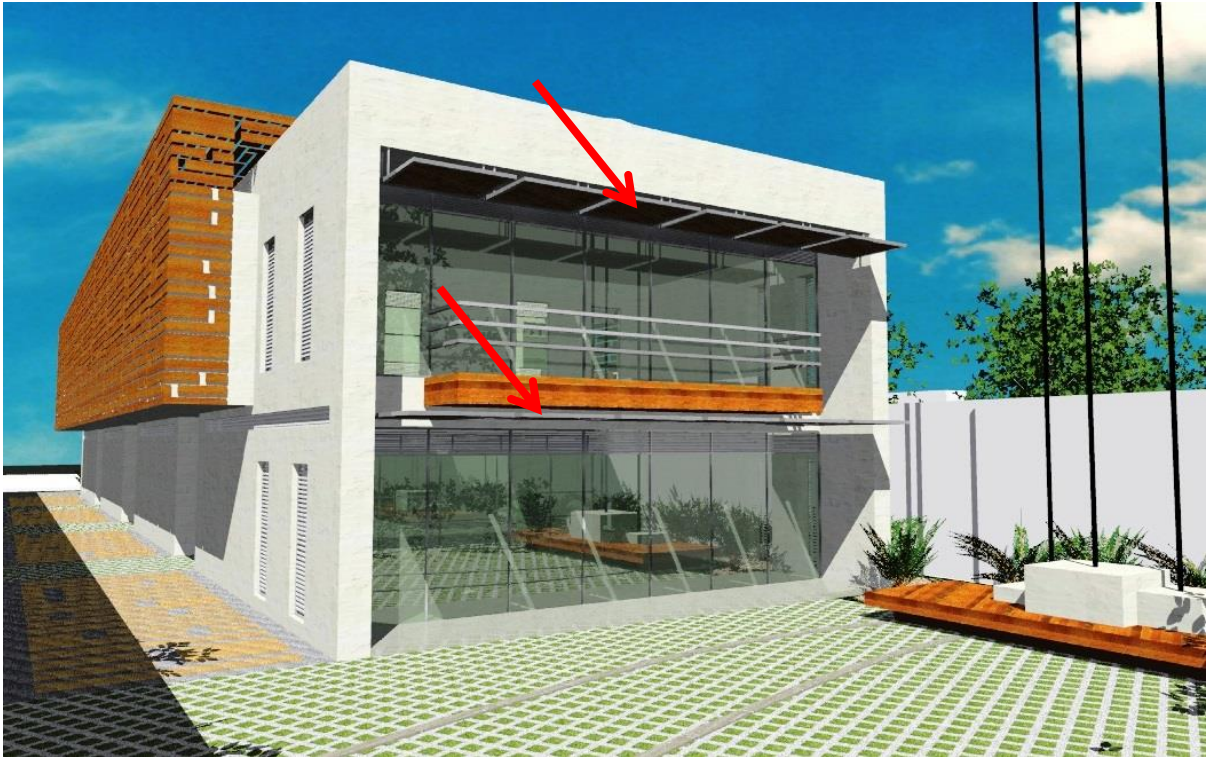


Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc

12.2.20 Protección solar fachada posterior (norte) horas de la mañana

Teniendo en cuenta el diagrama de trayectoria solar del sitio, esta fachada se encuentra expuesta en su mayor nivel en el mes de junio, disminuyendo su ángulo de azimut en forma gradual hasta el siguiente equinoccio de septiembre y solsticio de diciembre. El sistema de protección solar de esta fachada está compuesto por dos elementos que a su vez forman parte de la composición formal de la misma: un alero general de la fachada formado por un gran pórtico a lo largo de los dos niveles de la edificación y dos aleros de protección en cada uno de los pisos que igualmente sirven de protección contra la lluvia.

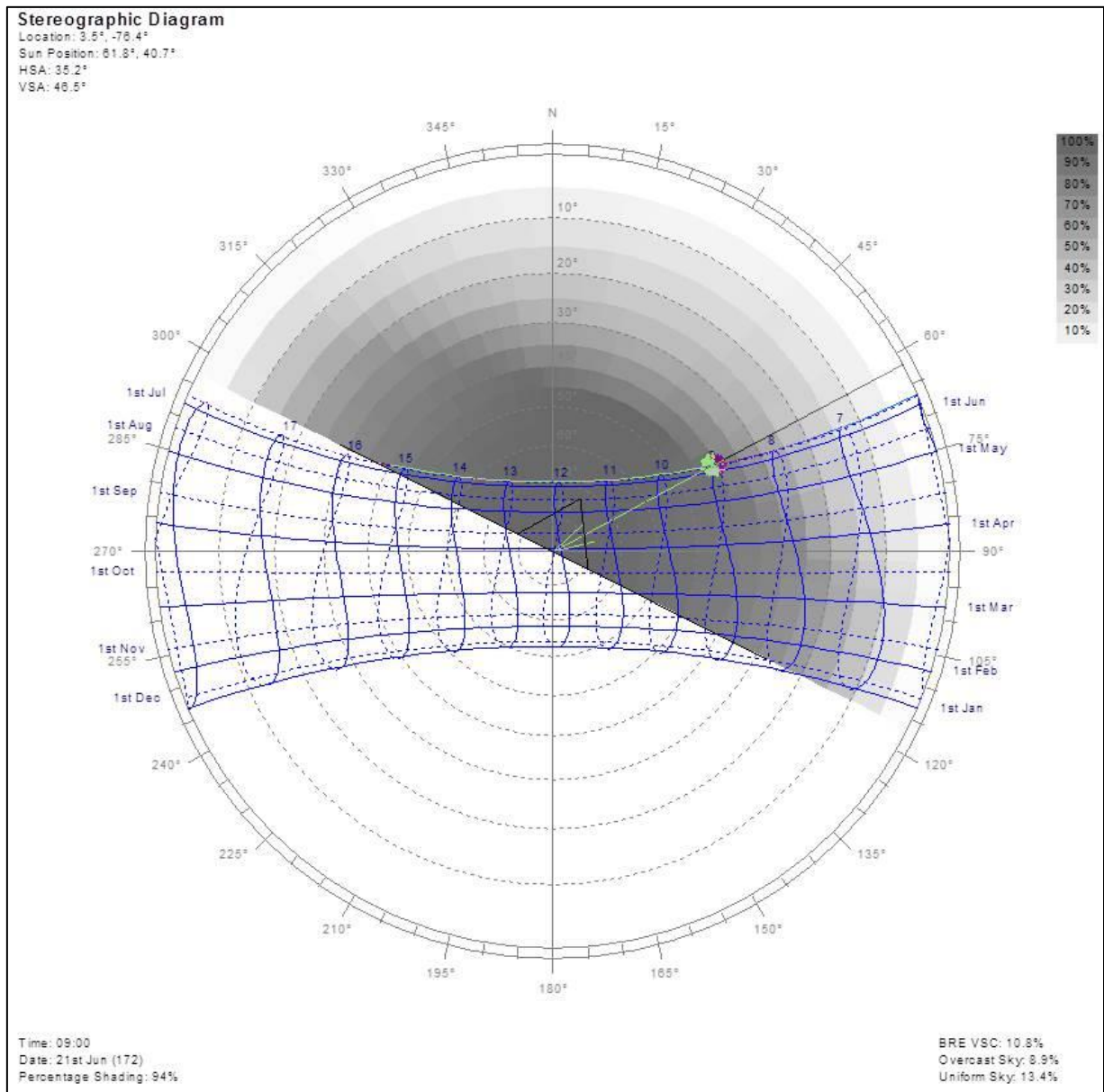
Figura 52: Protección solar fachada norte



Fuente: Elaboración propia

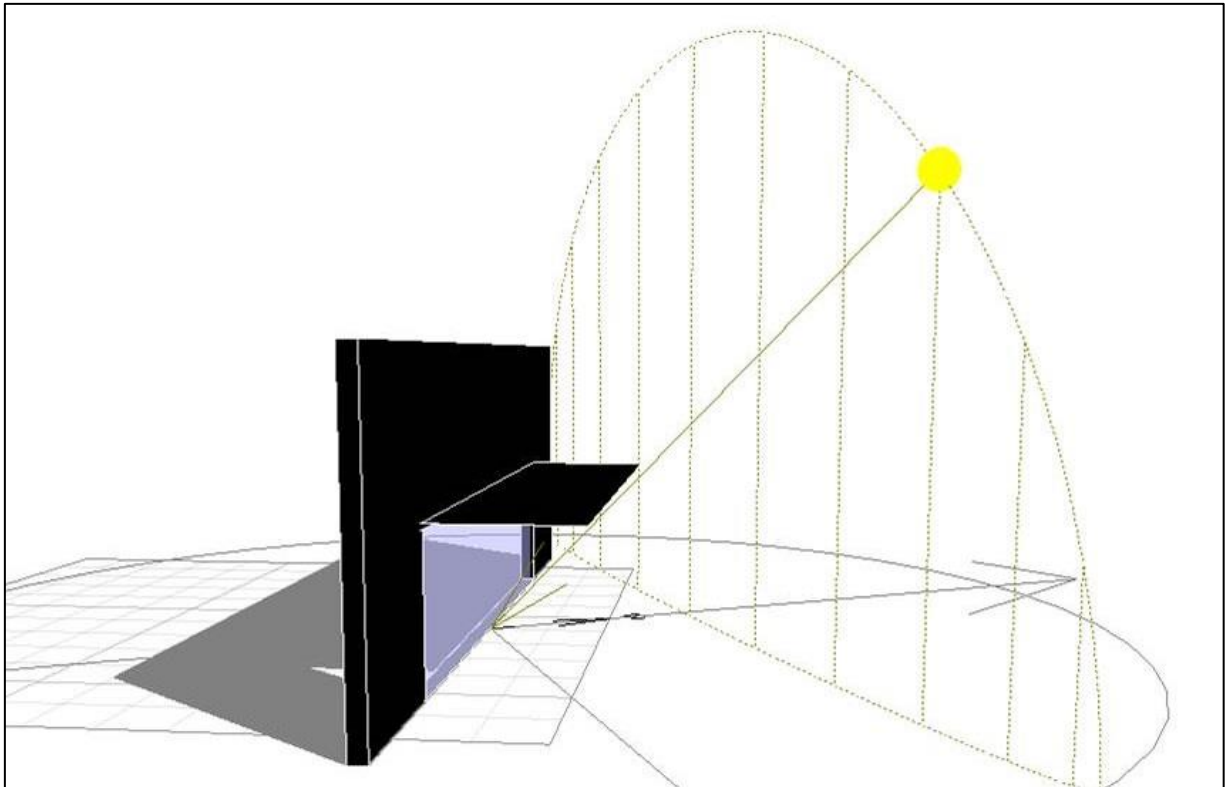
En las siguientes figuras (53 y 54), se indica la eficiencia de la protección solar sobre la fachada norte donde se muestra que a partir de las 9 de la mañana comienza a aumentar el porcentaje de protección.

Figura 53: Eficiencia protección solar fachada norte



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc.

Figura 54: Diseño protección solar fachada norte



Fuente: Elaboración propia a partir de Autodesk Ecotect Analysis (Versión 2011) [Software de cómputo]. Bogotá, Colombia: Autodesk, Inc

12.2.21 Sistema Constructivo de la Envolvente y Balance Térmico

12.2.21.1. Sistema constructivo de la envolvente

Tal y como se ha descrito anteriormente, por tratarse de una edificación policial, el sistema constructivo debe seguir los parámetros de seguridad establecidos por la Policía Nacional de Colombia, que para este caso corresponde a un nivel de seguridad 4, donde los muros y cubierta, es decir la envolvente arquitectónica, debe ser en concreto reforzado. Para el caso de los muros

debe ser de un espesor de 20 cms de espesor, y la cubierta debe tener un espesor de mínimo 20 cms macizos.

De acuerdo a las estrategias bioclimáticas planteadas, se debe buscar que la envolvente arquitectónica posea características donde se disminuya al máximo el flujo térmico al interior de la edificación ya sea por radiación solar directa o por conductividad térmica. Por tal razón se debe buscar que el sistema constructivo tenga un bajo coeficiente de transmitancia térmica, que para este caso debe ser menor a $1 \text{ W/M}^2\text{°C}$.

Como ya se tiene predefinido que los muros deben ser en concreto reforzado de espesor 20 cms, se plantea que en el interior se instale un revestimiento sobre el muro con material aislante térmico y disminuir el flujo de calor de forma importante, que, transcurrido el medio día de radiación solar directa sobre el elemento, este comience a restituir el calor almacenado hacia el exterior. Como acabado final del muro interior, se propone un revestimiento en dry-wall con su respectiva estructura. Así mismo, se plantea que se utilice concreto a la vista de color blanco con el fin de disminuir lo máximo posible la absorción térmica por el color del material.

Respecto a la cubierta, se siguen los parámetros de seguridad ya comentados, y se plantea una placa en concreto macizo con acabado en elastómero de uretano como impermeabilizante. Sin embargo, como es necesario construir una estructura de soporte para el sistema de paneles fotovoltaicos, se aprovechará dicha estructura para instalar una teja tipo sándwich con poliuretano, dejando un espacio entre la placa y la cubierta mencionada creando una cámara de aire ventilada.

Referente al sistema de ventanería, se utilizará vidrio claro común de 6 mm de espesor, sin ninguna característica térmica especial, ya que se optó para que, dentro del diseño, toda fachada que se encuentra expuesta a la radiación solar directa contenga su respectivo sistema de protección solar.

12.2.21.2. Urbanismo Bioclimático

Con el fin de crear espacios verdes en el proyecto que restituyan la vegetación que tenía el predio, se propone la construcción de pisos en adoquín ecológico para la plaza de armas, se crean jardines en el acceso del proyecto y en el aislamiento lateral del costado occidental. Así mismo, mediante el fraccionamiento de la edificación en los diferentes bloques, se crearon patios interiores vegetados que igualmente servirán como visuales de interés y descanso para los usuarios de la edificación.

Figura 55: Plaza de armas en adoquín ecológico



Fuente: Elaboración propia.

Figura 56: Jardines internos vegetados



Fuente: Elaboración propia.

Figura 57: Jardines internos vegetados, adoquín ecológico



Fuente: Elaboración propia.

13. Análisis de carga

13.1 Cálculo de carga de Estación de Policía convencional y con estrategias bioclimáticas

13.1.1 Análisis de potencia de la carga – piso 1

Tabla 9: Puntos eléctricos - Bloque Guardia Estación de Policía convencional

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Sala de Espera	3	35	105
2	Iluminación – Guardia	1	35	35
3	Iluminación – Radio	1	12	12
4	Iluminación - Baño de minusválidos	1	12	12
5	Iluminación - Banderas - bañar fachada	4	7	28
6	Iluminación - plafón de pared	1	7	7
7	Tomas corriente – PC	1	180	180
8	Aire acondicionado	1	2700	2700
9	Tomas corriente – celular	2	180	360
10	Tomas corriente - sala de radio – ventilador	1	180	180
11	Tomas corriente - cargador de baterías - radio	1	180	180
			SUBTOTAL	3.799

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Puntos eléctricos Bloque Guardia Estación de Policía Bioclimática

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Sala de Espera	3	35	105
2	Iluminación - Guardia	1	35	35
3	Iluminación – Radio	1	12	12
4	Iluminación - Baño de minusvalidos	1	12	12
5	Iluminación - Banderas - bañar fachada	4	7	28
6	Iluminación - plafón de pared	1	7	7
7	Tomas corriente – PC	1	180	180
8	Ventilador de pared	1	180	180
9	Tomas corriente – celular	2	180	360
10	Tomas corriente - sala de radio - ventilador	1	180	180
11	Tomas corriente - cargador de baterías - radio	1	180	180
			SUBTOTAL	1279

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 - Puntos eléctricos Salón Múltiple Estación de Policía convencional

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación	9	35	315
2	AIRE ACONDICIONADO 24000	1	2700	2700
3	Toma corriente - 3 PC	3	180	540
4	Toma corriente - 4 pantallas	4	180	720
			SUBTOTAL	4.275

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 - Puntos eléctricos Salón Múltiple Estación de Policía Bioclimática

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación	9	35	315
2	Ventilador de Pared	2	180	360
3	Toma corriente - 3 PC	3	180	540
4	Toma corriente - 4 pantallas	4	180	720
			SUBTOTAL	1.935

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: - Puntos eléctricos Bloque Administrativo Estación de Policía convencional

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Archivo Rodante - Pasillo	1	12	12
2	Iluminación - Sala de Espera	4	35	140
3	Iluminación - Secretaría - Comandante	1	35	35
4	Iluminación - Infancia y Adolescencia	1	35	35
5	Iluminación - Vigilancia Comunitaria	1	35	35
6	Iluminación - Denuncias y Contravenciones	1	35	35
7	Iluminación -Oficina Comandante	2	35	70
8	Iluminación - Baño Comandante	1	12	12
9	Aire Denuncia y Contravenciones, Vigilancia Comunitaria	3	1350	4050
10	Aire Comandante	1	1350	1350
11	Toma corriente – PC	5	180	900
12	Toma corriente – celulares	5	180	900
			SUBTOTAL	7.574

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 - Puntos eléctricos Bloque Administrativo Estación de Policía Bioclimática

#	Concepto	Q	Consumo componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Archivo Rodante - Pasillo	1	12	12
2	Iluminación - Sala de Espera	4	35	140
3	Iluminación - Secretaría - Comandante	1	35	35
4	Iluminación - Infancia y adolescencia	1	35	35
5	Iluminación - Vigilancia Comunitaria	1	35	35
6	Iluminación - Denuncias y contravenciones	1	35	35
7	Iluminación -Oficina Comandante	2	35	70
8	Iluminación - Baño Comandante	1	12	12
9	Toma corriente – ventiladores	4	180	720
10	Toma corriente - ventiladores - comandante	1	180	180
11	Toma corriente – PC	5	180	900
12	Toma corriente – celulares	5	180	900
			SUBTOTAL	3.074

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 - Puntos eléctricos Bloque Cuarto Técnico y Armerillo Estación de Policía convencional

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación – Pasillo	3	12	36
2	Iluminación - Cuarto técnico	2	23	46
3	Iluminación Armerillo	1	23	23
4	Iluminación – Baño	2	12	24
5	Iluminación - Retenidos - Antibandálica	1	45	45
6	Toma celular Armerillo	2	180	360
7	Aire acondicionado 24.000 BTU	1	2700	2700
			SUBTOTAL	3.234

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 - Puntos eléctricos Bloque Cuarto Técnico y Armerillo Estación de Policía Bioclimática

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación – Pasillo	3	12	36
2	Iluminación - Cuarto técnico	2	23	46
3	Iluminación Armerillo	1	23	23
4	Iluminación – Baño	2	12	24
5	Iluminación - Retenidos - Antibandálica	1	45	45
6	Toma celular Armerillo	2	180	360
			SUBTOTAL	534

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 - Puntos eléctricos Bloque Servicios Complementarios Estación de Policía convencional

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación – Policafe	3	12	36
2	Iluminación - Comedor y cocina	6	12	72
3	Iluminación - Sala de estar	8	12	96
4	Iluminación – Balcón	3	10	30
5	Licuada	1	450	450
6	Horno microondas	1	1500	1500
7	TV - Sala de estar	1	180	180
8	Tomas – pc	4	180	720
9	Ventilador policafé – pared	1	180	180
10	Aire acondicionado sala de estar - techo	1	2700	2700
11	Ventilador comedor	1	180	180
			SUBTOTAL	6.144

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 - Puntos eléctricos Bloque Servicios Complementarios Estación de Policía Bioclimática

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación – Policafe	3	12	36
2	Iluminación - Comedor y cocina	6	12	72

Análisis de viabilidad para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica para la estación de policía
Florida Valle del Cauca

3	Iluminación - Sala de estar	8	12	96
4	Iluminación – Balcón	3	10	30
5	Licuada	1	450	450
6	Horno microondas	1	1500	1500
7	TV - Sala de estar	1	180	100
8	Tomas – pc	4	180	720
9	Ventilador policafé – pared	1	180	180
10	Ventilador sala de estar – techo	1	180	180
11	Ventilador comedor	1	180	180
			SUBTOTAL	3.544

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 - Puntos eléctricos Bloque Perimetral, Pasillos y Escaleras Estación de Policía convencional

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Perímetro Izquierdo - ext	4	29	116
2	Iluminación - Perímetro – Vial	7	29	203
3	Iluminación - Perímetro Izquierdo - int	3	12	36
4	Iluminación – Escaleras	1	30	30
			SUBTOTAL	385

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20- Puntos eléctricos Bloque Perimetral, Pasillos y Escaleras Estación de Policía Bioclimática

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Perímetro Izquierdo - ext	4	29	116
2	Iluminación - Perímetro – Vial	7	29	203
3	Iluminación - Perímetro Izquierdo - int	3	12	36
4	Iluminación – Escaleras	1	30	30
			SUBTOTAL	385

Fuente: Elaboración propia

13.1.2 Análisis de potencia de la carga – piso 2

Tabla 21 - Puntos eléctricos Bloque Alojamiento 1 y 2 Estación de Policía convencional

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Alojamiento 1 y 2	6	12	72
2	Iluminación - Vestier 1 y 2	6	10	60
3	Iluminación - Baño 1 y 2	6	12	72
4	Aire acondicionado, alojamiento 1 y 2	2	2025	4050
5	Tomas celulares	8	180	1440
6	Tomas PC – Alojamiento	4	180	720
			SUBTOTAL	6.414

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 - Puntos eléctricos Bloque Alojamiento 1 y 2 Estación de Policía Bioclimática

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Alojamiento 1 y 2	6	12	72
2	Iluminación - Vestier 1 y 2	6	10	60
3	Iluminación - Baño 1 y 2	6	12	72
4	TOMAS – VENTILADORES	4	180	720
5	Tomas celulares	8	180	1440
6	Tomas PC – Alojamiento	4	180	720
			SUBTOTAL	3084

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23- Puntos eléctricos Bloque Alojamiento 3-4-5 y 6 Estación de Policía convencional

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Alojamiento 3, 4, 5 y 6	8	12	96
2	Iluminación - Vestier 3, 4, 5 y 6	12	10	120
3	Iluminación - Baño 3, 4, 5 y 6	12	12	144
4	Aire acondicionado, alojamiento 3-4-5-6	4	2025	8100
5	Tomas celulares	16	180	2880
6	Tomas PC – Alojamiento	8	180	1440
			SUBTOTAL	12.780

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 - Puntos eléctricos Bloque Alojamiento 3-4-5 y 6 Estación de Policía Bioclimática

	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Alojamiento 3, 4, 5 y 6	8	12	96
2	Iluminación - Vestier 3, 4, 5 y 6	12	10	120
3	Iluminación - Baño 3, 4, 5 y 6	12	12	144
4	TOMAS – VENTILADORES	8	180	1440
5	Tomas celulares	16	180	2880
6	Tomas PC – Alojamiento	8	180	1440
			SUBTOTAL	6.120

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 - Puntos eléctricos Bloque Apartamento Fiscal Estación de Policía convencional

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Habitación principal	4	10	40
2	Iluminación – Baño	1	12	12
3	Iluminación - Habitación secundaria	2	12	24
4	Iluminación – Sala	4	12	48
5	Iluminación - Cocina y comedor	6	10	60
6	Iluminación - Balcón - 2do piso	3	10	30
7	Tomas - TV – principal	1	180	180
8	Tomas – celular	1	180	180
9	Tomas TV – secundaria	1	180	180
10	Tomas – celular	1	180	180
11	Sala TV	1	180	180
12	Tomas – celular	1	180	180
13	Cocina – Licuadora	1	450	450
14	Microondas	1	1500	1500
15	Comedor – celular	1	180	180
16	Comedor - equipo de sonido	1	80	180
17	Comedor – portátil	1	180	180
18	Aire habitación principal	1	1350	1350
19	Aire habitación secundaria	1	1350	1350
20	Ventilador de pared – sala	1	180	180
21	Ventilador- Comedor	1	180	180
			SUBTOTAL	6.844

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26- Puntos eléctricos Bloque Apartamento Fiscal Estación de Policía Bioclimática

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Habitación principal	4	10	40
2	Iluminación – Baño	1	12	12
3	Iluminación - Habitación secundaria	2	12	24
4	Iluminación – Sala	4	12	48
5	Iluminación - Cocina y comedor	6	10	60
6	Iluminación - Balcón - 2do piso	3	10	30
7	Tomas - TV – principal	1	180	180
8	Tomas – celular	1	180	180
9	Tomas TV – secundaria	1	180	180
10	Tomas – celular	1	180	180
11	Sala TV	1	180	180
12	Tomas – celular	1	180	180
13	Cocina – Licuadora	1	450	450
14	Microondas	1	1500	1500
15	Comedor – celular	1	180	180
16	Comedor - equipo de sonido	1	180	180
17	Comedor – portátil	1	180	180
18	Ventiladores – principal	1	180	180
19	Ventiladores – secundaria	1	180	180
20	Ventilador de pared – sala	1	180	180
21	Ventilador- Comedor	1	180	180
			SUBTOTAL	4.504

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27- Puntos eléctricos Bloque Pasillos y Escaleras Estación de Policía convencional

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Perímetro Izquierdo	12	18	216
2	Iluminación - Perímetro derecho	12	18	216
3	Iluminación Escaleras	1	30	30
			SUBTOTAL	462

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28 -Puntos eléctricos Bloque Apartamento Fiscal Estación de Policía Bioclimática

#	Concepto	Q	Consumo del componente [W]	Potencia Total [W]
1	Iluminación - Perímetro Izquierdo	12	10	120
2	Iluminación - Perímetro derecho	12	10	120
3	Iluminación Escaleras	1	30	30
			SUBTOTAL	270

Fuente: Elaboración propia

13.1.1 Análisis de consumo

El dimensionamiento del sistema debe considerar la demanda de energía diaria según la potencia de los equipos a instalar y el tiempo de funcionamiento. Dicha información se modeló considerando un escenario crítico, incluyendo tolerancias y se concluyó un comportamiento para las 24 horas, tal como se ilustra a continuación:

Tabla 29- análisis de consumo

Hora	Energía [(W*h)/día]				
	1er PISO	2do PISO	Sistema de Bombeo	OTROS CONSUMOS	LÍNEA 123
0	327	0	0	482,8	1165
1	292	0	0	482,8	1165
2	292	0	0	482,8	1165
3	292	0	0	482,8	1165
4	302	0	0	482,8	1165
5	467	436	3790,4	482,8	1165
6	3416	1056	0	570,8	1.165
7	850	761	1895,2	570,8	1.165
8	1754	1420	0	570,8	1.165
9	1884	2180	0	570,8	1.165
10	4149	1940	1895,2	570,8	1.165
11	2809	1405	0	570,8	1.165

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca

12	4174	1300	0	570,8	1.165
13	1652	1300	1895,2	570,8	1.165
14	4809	1365	0	570,8	1.165
15	2679	1340	0	570,8	1.165
16	4506	2357	1895,2	570,8	1.165
17	1072	2527	0	570,8	1.165,0
18	3275	896	3790,4	482,8	1165
19	1337	3562	0	482,8	1165
20	4816	2740	0	482,8	1165
21	2744	1775	0	482,8	1165
22	575	1122	0	482,8	1165
23	539	0	0	482,8	1165
TOTAL	49.012	29.482	15.162	12.643	27.960

Fuente: Elaboración propia

NOTA. Otros consumos hacen referencia a equipo de monitoreo y visualización, sensores y equipo complementario, y tolerancia del sistema de 6[kWh/día].

De lo anterior, se concluye que el sistema puede modelarse para tres perfiles de consumo, no obstante, el presente diseño contempla incluir la línea 123 de día y quitarlo del sistema fotovoltaico en la noche. Así, en total requiere en el día 81,1[kWh] y en la noche 39,2[kWh].

Tabla 30 - análisis de consumo - 123

Hora	Energía [(W*h)/día]		
	CON 123	SIN 123	CON 123 DE DÍA & SIN 123 DE NOCHE
0	1.975	810	810
1	1.940	775	775
2	1.940	775	775
3	1.940	775	775
4	1.950	785	785
5	6.341	5.176	5.176
6	6.208	5.043	6.208
7	5.242	4.077	5.242
8	4.910	3.745	4.910

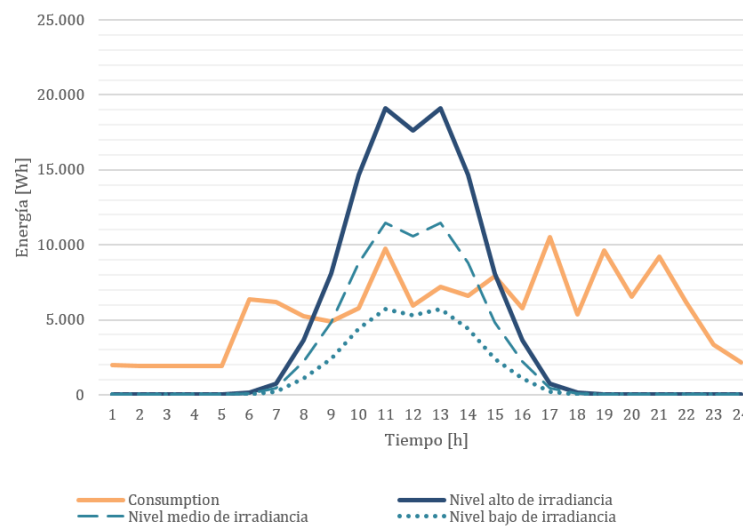
Análisis de viabilidad para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica para la estación de policía
Florida Valle del Cauca

9	5.800	4.635	5.800
10	9.720	8.555	9.720
11	5.950	4.785	5.950
12	7.210	6.045	7.210
13	6.583	5.418	6.583
14	7.910	6.745	7.910
15	5.755	4.590	5.755
16	10.494	9.329	10.494
17	5.335	4.170	5.335
18	9.609	8.444	8.444
19	6.547	5.382	5.382
20	9.204	8.039	8.039
21	6.167	5.002	5.002
22	3.345	2.180	2.180
23	2.187	1.022	1.022
	134.258	106.298	120.278

Fuente: Elaboración propia

Gráficamente se tiene el siguiente comportamiento, en el cual se ha superpuesto el modelo teórico de generación de energía de un sistema fotovoltaico.

Figura 13-1 Análisis de consumo y generación de un sistema “on-grid



Fuente: Elaboración propia

Dicha gráfica permite realizar una primera estimación del tamaño del sistema solar fotovoltaico de conexión a red. Además, se puede inferir la orientación requerida teniendo en cuenta el comportamiento ante tres posibles escenarios de irradiancia.

14. Estructura para campo fotovoltaico

14.1.1 características de la estructura

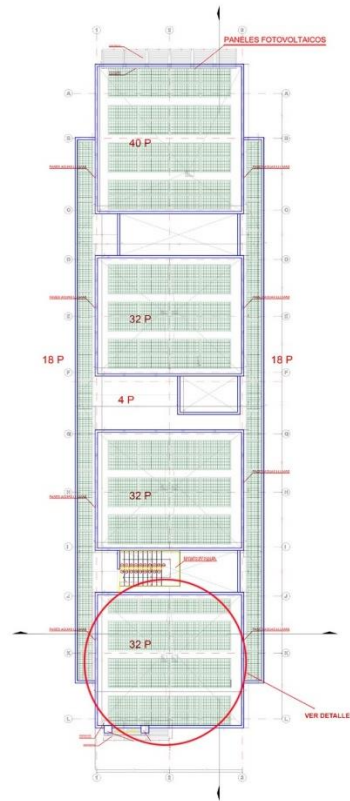
La estructura propuesta para el campo fotovoltaico, no requiere anclaje a la cubierta, ella lleva un sistema de contrapeso y de fricción, el cual está certificado en túnel viento para alturas hasta de 20[m], por lo cual se puede establecer su correcto funcionamiento, para la aplicación del proyecto en cuestión.

Con el fin de ilustrar el modo de fijación, a continuación, se ilustran algunas imágenes de montajes de sistemas con disposición similar:

14.1.2 Distribución en cubierta

A continuación, se muestran vista del montaje del campo fotovoltaico:

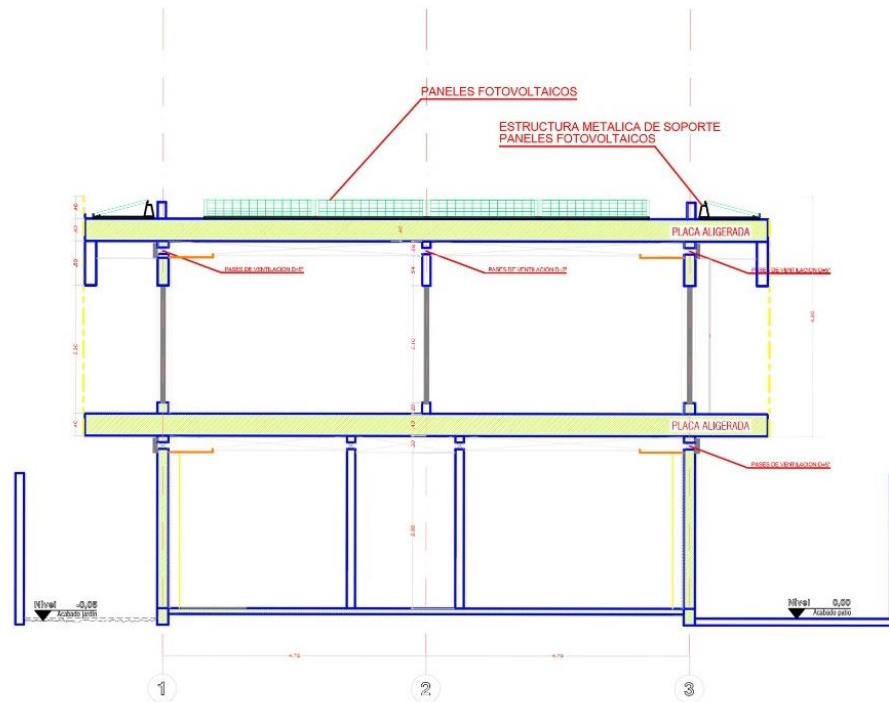
Figura 58: Planta de cubierta con paneles



Fuente: Elaboración propia.

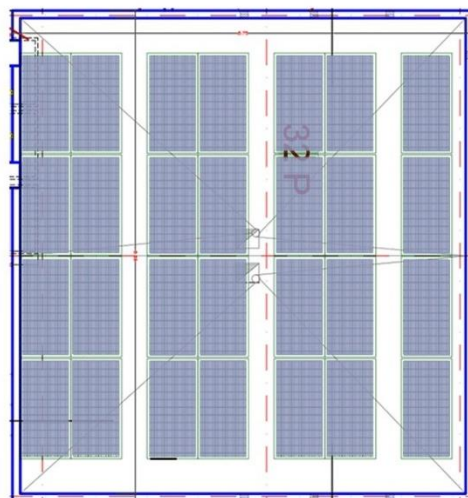
Figura 59: Corte

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca



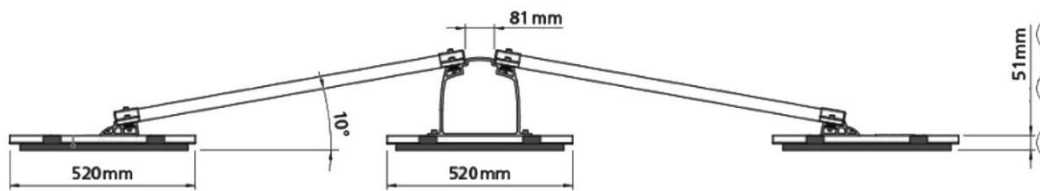
Fuente: Elaboración propia.

Figura 60: Detalle



Fuente: Elaboración propia.

Figura 61. Detalle 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura 62. Axonometría

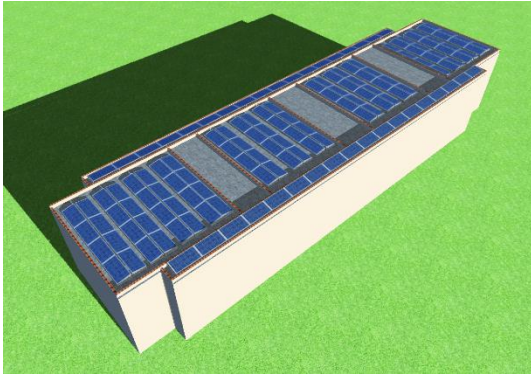


Fuente: Elaboración propia.

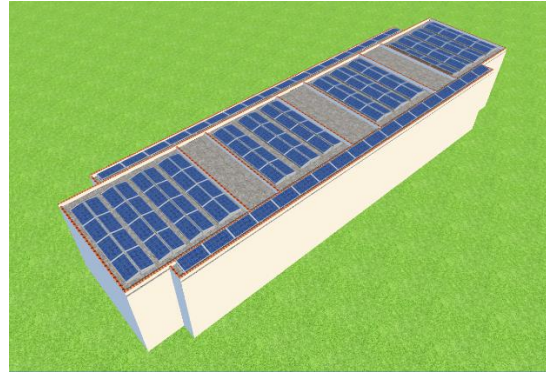
14.1.3 Cálculo De Sombras y Determinación De Distancia De Separación

A continuación se indica el estudio solar del sistema:

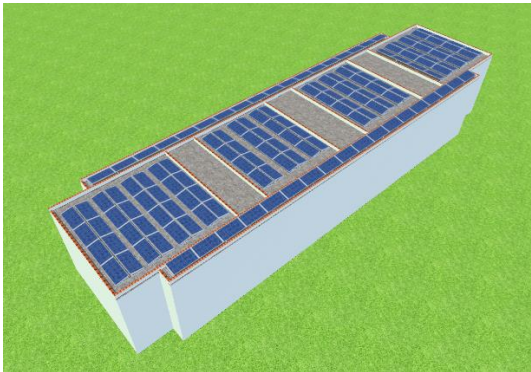
Figura 63. Espacialidad de la estructura



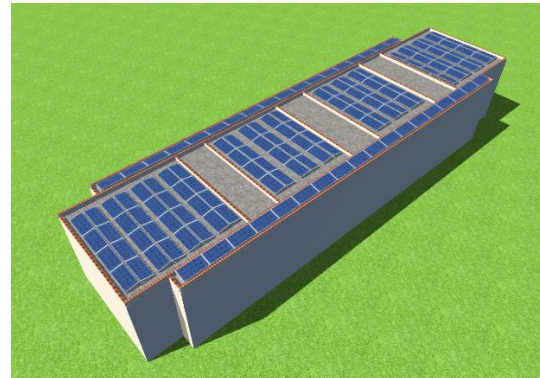
07:30



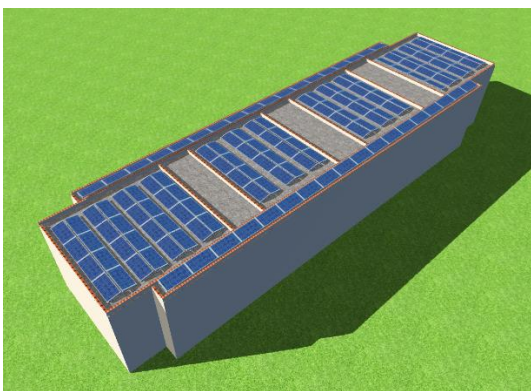
09:30



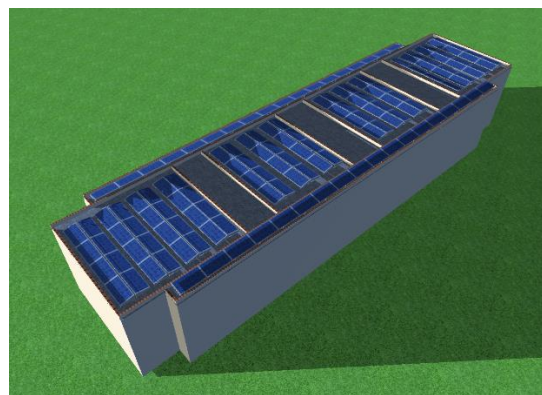
11:30



13:30



15:30



17:30

Figura 64. Espacialidad de la estructura

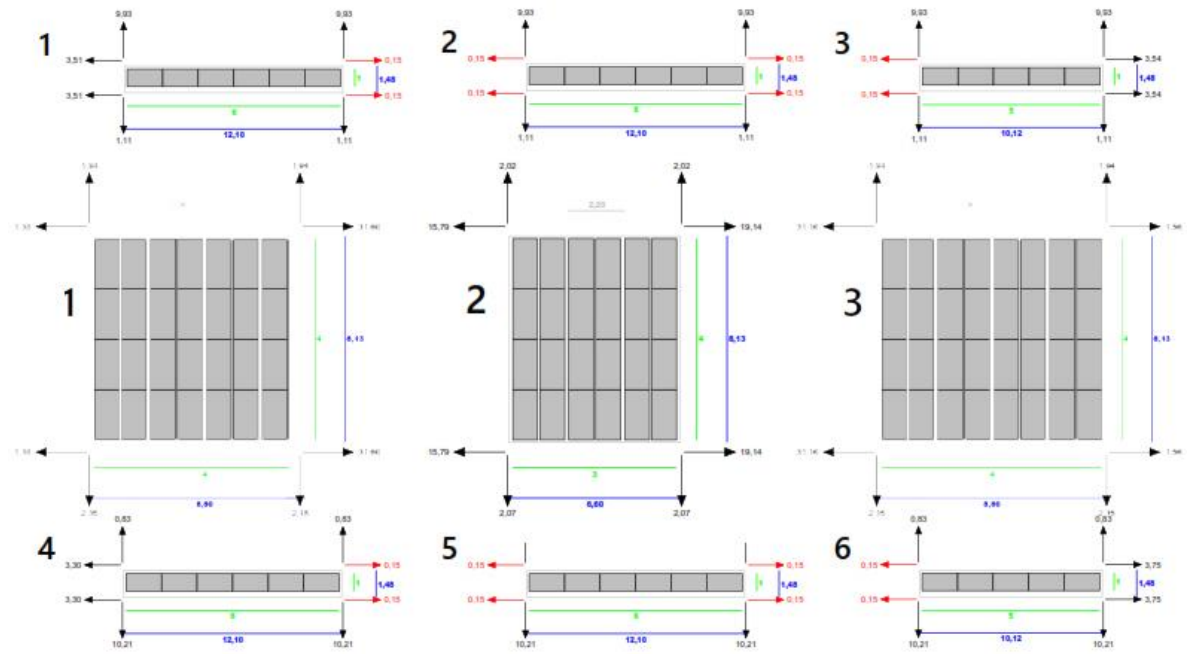
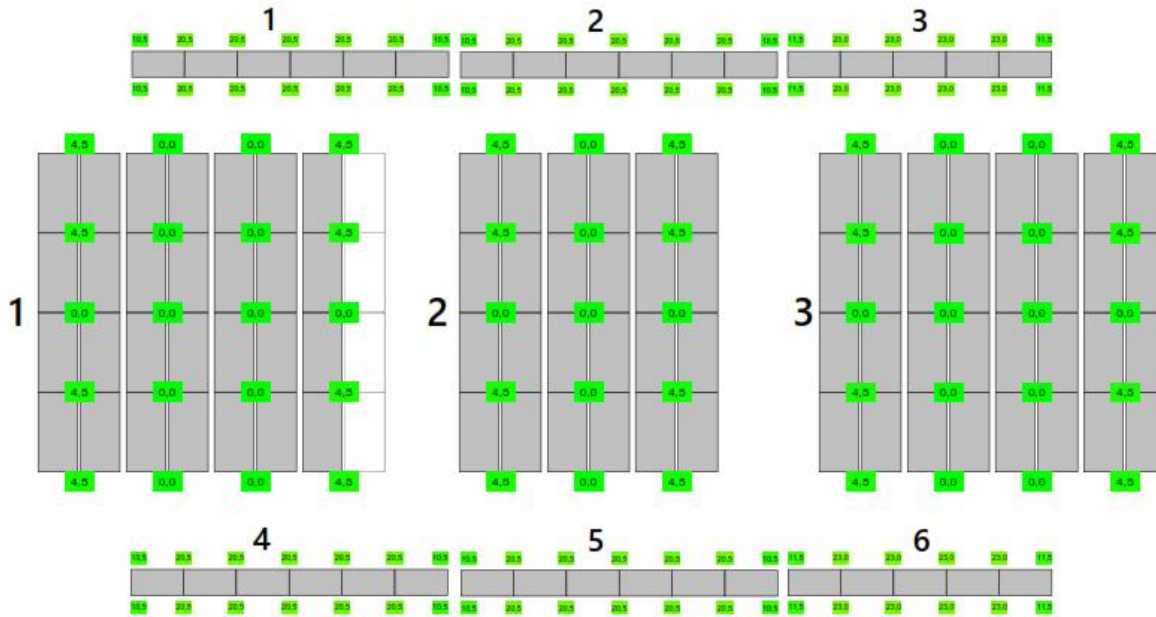


Figura 65. Distribución de cargas

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca



14.1.4 cuarto eléctrico

Conexión eléctrica del sistema

Conexión en cubierta

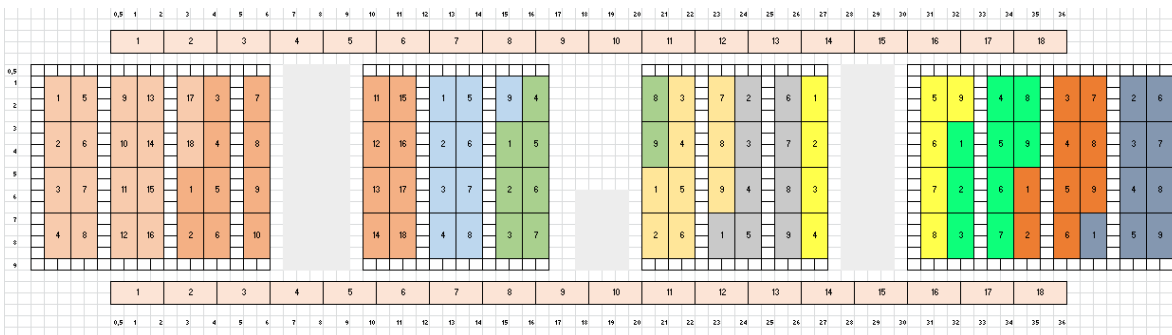


Figura 65. Esquema de conexión, cadenas de 9 paneles en serie para regulador de tensión y de 18 para inductor de inyección a red

15. Estudio de mercado (cotizaciones)

COTIZACION 1

Aplicación de estrategias bioclimáticas para la implementación de fuentes de energía solar fotovoltaica en la estación de policía florida Valle del Cauca

	distribuidores de bloques, terminales, tubería)			\$ 142.500.000,00	\$ 142.500.000,00
9	Sistema de protecciones en corriente continua compuesto por seccionadores tetrapolares de 660[Vdc] con cinco cajas de de combinación para dos cadenas, dos cajas de de combinación para una cadena, trece protecciones contra sobretensiones de tensión nominal de 660[Vdc] y corriente de desacarga 40[kA], cuatro protecciones contra sobretensiones de tensión nominal de 1.000[Vdc] y corriente de desacarga 40[kA], tres fusible en DC de 125[A] con portafusible, interruptor tetrapolar de 250[Adc]/750[Vdc], y ocho interruptores monopolares de 1250[Vdc]/250[Adc]. Incluye dispositivos de corriente residual tipo AC 63[A]/0,3[A], contactor de 65[A], mininterruptores de 63[A] y de 10[A], totalizador de 100[A].	UN	1,00	\$ 62.352.200,00	\$ 62.352.200,00
VALOR TOTAL					\$ 828.965.200,00

Forma de pago:

PAGOS PARCIALES:

El pago se realizará 50% del valor total a la firma del contrato y el 50% restante a la entrega del trabajo.

1DS – OF – 0001
VER: 2

Página 3 de 4

Aprobación: 07/04/2014

Nota: Se acepta las condiciones técnicas, obligaciones generales y específicas establecidas en la cotización.

PROPONENTE: TECCIS INGENIERIA & SOLUCIONES SAS
FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL: FELIPE HUERTAS O.
NIT 900102946-5
TELEFONO +57 1 4 75 77 93
DIRECCIÓN Cra. 13 No. 98-61

COTIZACION 2

9	protecciones contra sobretensiones de tensión nominal de 1.000[Vdc] y corriente de descarga 40[kA], tres fusible en DC de 125[A] con portafusible, interruptor tetrapolar de 250[Adc]/750[Vdc], y ocho interruptores monopolares de 125[Vdc]/250[Adc]. Incluye dispositivos de corriente residual tipo AC 63[A]/0.3[A], contactor de 65[A], mininterruptores de 63[A] y de 10[A], totalizador de 100[A].	UN	1,00		
				\$ 57.826.575,18	\$ 57.826.575,18
VALOR TOTAL					\$ 764.673.021,07

Forma de pago:

PAGOS PARCIALES:

El pago se realizará 50% del valor total a la firma del contrato, 30 % a la llegada del material al sitio y 20% contra entrega a satisfacción del cliente.

La presente cotización tiene una vigencia de tres meses.

Nota: Se acepta las condiciones técnicas, obligaciones generales y específicas establecidas en la cotización.

1DS - OF - 0001
VER: 2

Página 3 de 4

Aprobación: 07/04/2014

PROPONENTE: CAMILO DAVID CAÑÓN TAMAYO
C.C 80.198.752 de Bogotá
NIT. 900 535 180 - 9
www.colenergy.co
Carrera 23 No 80 - 90
Tel: 6703788

