

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO
ALTERNATIVA PARA SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD EN LA
ILUMINACIÓN EXTERIOR DEL CONJUNTO RESIDENCIAL ARBOLEDA DE
SAN CARLOS – BOGOTÁ.**

DIANA KATHERINE CRUZ RODRÍGUEZ

CC 53.907.162

FRANCY LILIANA LÓPEZ ROJAS

CC 52.975.701

ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS CONTABLES,

ECONÓMICAS Y DE NEGOCIOS

ESPECIALIZACIÓN GESTIÓN DE PROYECTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

BOGOTÁ

2017

TITULO DEL PROYECTO

Diseño e implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa para suministro de electricidad en la iluminación exterior del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos – Bogotá.

RESUMEN

El diseño y la implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa para suministro de electricidad en la iluminación exterior del conjunto residencial arboleda de San Carlos en Bogotá, pretende establecer parámetros técnicos y económicos aceptables que permitan en una posterior ejecución reducir los costos en el consumo de energía en el alumbrado perimetral del conjunto. La implementación de un sistema solar fotovoltaico es una alternativa que permitirá aprovechar la energía proveniente del sol disminuyendo el impacto ambiental; es importante entonces comprender que la fuente de energía del sistema es inagotable y que las condiciones de operación y mantenimiento impactan de manera positiva en la comunidad.

ABSTRACT

The design and implementation of photovoltaic solar energy as an alternative to supply electricity in the exterior lighting of the residential complex of San Carlos in Bogotá, aims to establish acceptable technical and economic parameters that allow a subsequent implementation to achieve the reduction of costs in the energy consumption in the perimeter lighting of the whole. The implementation of a photovoltaic solar system is an alternative that will allow to take advantage of the energy coming from the sun diminishing the environmental impact; It is important to understand that the energy source

of the system is inexhaustible and that the conditions of operation and maintenance have a positive impact on the community.

TABLA DE CONTENIDO

TITULO DEL PROYECTO	2
RESUMEN	2
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	11
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO	11
1.1. Antecedentes del programa	11
1.2. Contexto donde se presenta el conflicto	13
1.3. Conflicto que da lugar al desarrollo del proyecto.....	14
1.4. Descripción del problema.....	14
1.5. Stakeholders del proyecto.....	15
1.6. Establezca las posibles modalidades de solución del problema	16
1.7. Establezca las constricciones y restricciones del proyecto.....	17
1.8. Formule y sistematice el problema por medio de preguntas sistematizadoras	17
2. JUSTIFICACIÓN.....	18
3. OBJETIVOS.....	19

3.1. Objetivo general	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
4. INTEGRACIÓN.....	20
4.1. Desarrollo del título del proyecto - Acta de constitución.....	20
4.1.1. Entradas.....	20
4.1.1.1. Enunciado del trabajo del proyecto	20
4.1.1.2. Acuerdos.....	21
4.1.1.3. Factores ambientales de la empresa	21
4.1.1.4. Activos de los procesos de la organización.....	25
4.1.2. Herramientas y técnicas	28
4.1.3. Salidas	28
4.1.3.1. Acta de constitución del proyecto	28
4.2. Desarrollo un plan de gestión de proyectos.....	31
4.2.1. Entradas.....	31
4.2.1.1. Acta de Constitución del Proyecto	31
4.2.1.2. Salidas de otros procesos.....	31
4.2.1.3. Factores ambientales de la empresa	31
4.2.1.4. Activos de los procesos de la organización.....	31
4.2.2. Herramientas y técnicas	32
4.3. Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto.....	32

4.3.1.	Entradas.....	32
4.3.2.	Herramientas y técnicas	33
4.3.2.1.	Juicio de expertos.....	33
4.3.2.2.	Sistema de información para la dirección de proyectos.....	33
4.3.3.	Salidas.....	33
4.3.3.1.	Entregables.....	33
4.3.3.2.	Datos del desempeño del trabajo.....	34
4.4.	Actualizaciones del plan para la dirección del proyecto	34
4.4.1.	Actualizaciones a los documentos del proyecto	35
4.4.2.	Herramientas y técnicas	35
4.4.2.1.	Juicio de expertos.....	35
4.4.3.	Salidas.....	35
4.4.3.1.	Informes de desempeño del trabajo.....	35
4.5.	Realizar el control integrado de cambios	36
4.5.1.	Herramientas.....	36
4.5.1.1.	Juicio de expertos.....	36
4.5.1.2.	Reuniones.....	36
4.5.2.	Salidas.....	36
4.5.2.1.	Registro de cambios.....	36
5.	ALCANCE	38

5.1.	Plan de gestión del alcance.....	38
5.1.1.	Herramientas.....	38
5.1.1.1.	Juicio de expertos.....	38
5.1.1.2.	Reuniones.....	38
5.1.2.	Salidas.....	38
5.1.2.1.	Plan de Gestión del Alcance.....	38
5.2.	Plan de Gestión de los Requisitos.....	39
5.2.1.	Herramientas y técnicas.....	39
5.2.1.1.	Grupos Focales.....	40
5.2.1.2.	Estudios Comparativos.....	40
5.2.2.	Salidas.....	40
5.2.2.1.	Documentación de Requisitos.....	40
5.2.2.2.	Matriz de Trazabilidad de requisitos.....	41
5.3.	Definición del alcance.....	41
5.3.1.	Herramientas y técnicas.....	41
5.3.1.1.	Juicio de expertos.....	41
5.3.1.2.	Generación de Alternativas.....	41
5.3.2.	Salidas.....	42
5.3.2.1.	Enunciado del Alcance del Proyecto.....	42
5.4.	Crear la EDT/WBS.....	42

5.4.1.	Herramientas y técnicas	42
5.4.1.1.	Descomposición	42
5.4.1.2.	Juicio de expertos	42
5.4.2.	Salidas	43
5.4.2.1.	Línea Base del Alcance	43
5.5.	Validar el alcance	43
6.	TIEMPO	44
6.1.	Plan de gestión del cronograma.....	44
6.2.	Estimar los recursos de la actividad	44
6.3.	Desarrollar el cronograma	45
6.3.1.	Entradas.....	45
6.3.1.1.	Línea Base del Cronograma	45
6.4.	Control del calendario	45
7.	COSTOS	46
7.1.	Estimación de costos	46
8.	CALIDAD	46
8.1.	PLAN DE MEJORAS DEL PROCESO	47
8.2.	REQUISITO DE CONTROL DE DOCUMENTOS Y ACTUALIZACIÓN.	49
9.	RECURSOS HUMANOS	50
9.1.	Plan De Gestión De Los Recursos Humanos	50

9.1.1.	Entradas.....	50
9.1.1.1.	Factores Ambientales De La Empresa	50
9.1.1.2.	Proceso En La Empresa.....	50
9.1.2.	Salidas	51
9.1.2.1.	Necesidades de Capacitación.	52
10.	COMUNICACIONES DEL PROYECTO	53
10.1.	Análisis de Requisitos de Comunicación.....	53
10.2.	Tecnología de la Comunicación.....	55
10.3.	Técnica en el Proceso Gestionar Comunicaciones en el proyecto:	56
10.4.	Métodos de Comunicación empleados en el proyecto	56
10.5.	Reuniones.....	57
11.	RIESGOS.....	57
11.1.	Plan de gestión del riesgo	57
11.1.1.	Entradas.....	57
11.2.	Identificación del riesgo.....	57
11.2.1.	Herramientas y técnicas	58
11.2.1.1.	Análisis FODA.....	58
11.2.1.2.	Juicio de expertos.....	59
11.2.2.	Salidas	59
12.	ADQUISICIONES	62

12.1.	Plan de gestión de adquisiciones.....	62
12.2.	Herramientas y técnicas	63
12.2.1.	Determinar el Tipo de Contrato:	63
12.2.2.	Juicio de Expertos:	64
12.2.3.	Investigación del mercado:.....	64
12.2.4.	Reuniones:	64
12.3.	Salidas	64
13.	INTERESADOS - STAKEHOLDERS	67
14.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	68
	CONCLUSIONES.....	69
	BIBLIOGRAFÍA	70

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Componentes de un sistema fotovoltaico	12
<i>Figura 2.</i>	Mapa de ubicación del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos.	13
<i>Figura 3.</i>	Estructura Organizacional del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos....	25
<i>Figura 4.</i>	Acta de reuniones.	28
<i>Figura 5.</i>	Matriz de trazabilidad.....	41

<i>Figura 6.</i> Estructura de descomposición del trabajo - EDT	43
<i>Figura 7.</i> Cronograma del proyecto.	45
<i>Figura 8.</i> Presupuesto del proyecto.	46
<i>Figura 9.</i> Pasos para el plan de mejora del proyecto.....	49
<i>Figura 10.</i> Departamento de recursos humanos.....	52
<i>Figura 11.</i> Organigrama parcial del proyecto.	55

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Formato lecciones aprendidas	27
<i>Tabla 2.</i> Acta de constitución del proyecto.	28
<i>Tabla 4.</i> Formato de solicitud de cambios.....	32
<i>Tabla 5.</i> Entregables del proyecto.	33
<i>Tabla 6.</i> Datos de la solicitud de cambio.....	37
<i>Tabla 7.</i> Categoría de cambio.....	37
<i>Tabla 9.</i> Análisis FODA del proyecto	58
<i>Tabla 10.</i> Plan de gestión del riesgo.....	59

INTRODUCCIÓN

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉCNICO

1.1. Antecedentes del programa

Alrededor del mundo y con el paso del tiempo, el uso de energías alternativas cada vez es más frecuente y le permite a la humanidad disminuir el impacto ambiental por generar energía eléctrica a partir de una fuente inagotable que es el sol. Esta es denominada energía solar fotovoltaica (ESF). La ESF se consigue por medio de la transformación de energía solar en energía eléctrica a partir del efecto fotoeléctrico, es importante entonces mencionar que no se requiere una incidencia de luz directa y que en días donde la luz solar sea baja también se puede producir energía.

Dentro de las ventajas de la energía solar fotovoltaica se puede resaltar lo siguiente:

- Es confiable debido a que proviene de una fuente inagotable
- No genera contaminación ambiental

(Hernández García, 2007)

Los sistemas fotovoltaicos están compuestos por células de materiales que reaccionan con la radiación solar y que a su vez dichas células se pueden aglomerar por medio de módulos, la vida útil de un módulo fotovoltaico puede alcanzar hasta los 30 años con una eficiencia aproximada del 80% (Energiza, 2013)

Estas células o celdas se interconectan entre sí para formar los paneles fotovoltaicos, los cuales producen energía eléctrica a partir de la radiación solar que reciben. La corriente que genera un panel solar es de corriente directa y debe ser convertida en corriente alterna para

poderla utilizar como alimentación de dispositivos conectados a la red eléctrica convencional, es así que se requiere el uso de un inversor para poder lograr dicha transformación.

En la figura 1, se indica la disposición del sistema fotovoltaico sencillo y sus respectivas componentes:



Figura 1. Componentes de un sistema fotovoltaico

Fuente: (Arisa Maquinaria S.A.)

Otro componente importante dentro de un sistema solar fotovoltaico son las baterías, las cuales permiten el almacenamiento de la energía generada para ser utilizada por la carga conectada al sistema cuando se requiera.

1.2. Contexto donde se presenta el conflicto

El Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos está ubicado en el sur de la Ciudad de Bogotá, en la localidad 18 Rafael Uribe Uribe, en la Carrera 34 Bis # 12-71.

Este conjunto residencial consta de 15 torres, cada una de 20 apartamentos, una sede social para capacidad máxima de 100 personas, un pequeño parque infantil y 180 parqueaderos comunales.

En la figura 2 se presenta la ubicación del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos

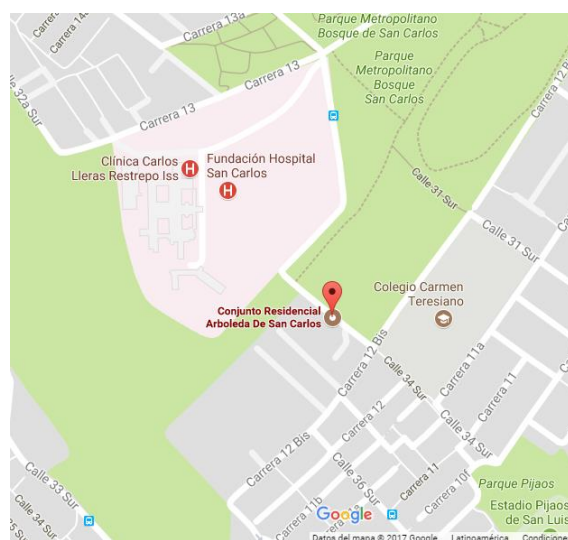


Figura 2. Mapa de ubicación del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos.

Fuente: (Google Maps, 2017)

Codensa es quien provee la energía eléctrica a la red a la que el conjunto se encuentra conectada. Mensualmente el conjunto residencial genera un consumo promedio de 3200 KWh por un valor aproximado de \$1.500.000 en lo que respecta a todas las zonas comunes del conjunto, que las comprenden la iluminación de los bloques, portería y alumbrado perimetral de los senderos peatonales y parqueaderos. En estos últimos (alumbrado perimetral de los senderos peatonales y parqueaderos) se evidencia que sobrepasa la mitad del consumo de energía eléctrica, con un promedio de 1800 KWh de acuerdo a un medidor

no tarifario PM5100 Schneider Electric que instalaron en uno de los tableros de la subestación.

Actualmente el alumbrado perimetral de senderos peatonales y de zona de parqueaderos está constituido principalmente por luminarias de mercurio y sodio con potencias entre los 70 Watts y 150 Watts las cuales generan altos costos en la energía eléctrica y su eficiencia es demasiado baja en comparación con las nuevas tecnologías como por ejemplo las luminarias LED.

1.3. Conflicto que da lugar al desarrollo del proyecto

En la actualidad el servicio de energía eléctrica para el Conjunto Residencial es elevado debido al alto consumo de las luminarias actuales de sodio y mercurio que tienen una baja eficiencia energética y las bombillas al final de su vida útil requieren un tratamiento especial para su disposición afectando notablemente el medio ambiente.

1.4. Descripción del problema

El alto consumo que se está generando en el alumbrado perimetral del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos tiene a la comunidad muy preocupada, pues el consejo de administración, los propietarios y/o residentes deben tomar acciones inmediatas para corregir el problema y disminuir el riesgo que su cuota mensual de administración se eleve por los altos costos que presentan las facturas de energía eléctrica en las zonas comunes del conjunto. Se planteó sectorizar el alumbrado en las noches y no tener todo iluminado, pero esto no es una opción ya que por razones de seguridad de los transeúntes del conjunto y de los carros parqueados, las lámparas deben estar siempre encendidas. Como el alumbrado perimetral actual presenta una baja eficiencia energética puesto que está constituido con

lámparas de sodio y mercurio, las cuales tienen un alto consumo de energía eléctrica y la disposición de bombillas requiere un tratamiento especial por catalogarse como residuos peligrosos, todo esto influye en el costo mensual de administración que es pagado por los habitantes del conjunto. Otro aspecto a tener en cuenta es el impacto ambiental que se produce con la utilización de tecnologías no eficientes en energía, la optimización del alumbrado perimetral permite que el consumo de energía eléctrica sea menor y de esta manera disminuir indirectamente el impacto ambiental por producción de energía y gases efectos invernadero asociados al consumo y generación de energía eléctrica.

SPONSOR DEL PROYECTO

Debido a que el proyecto se desarrolla en la localidad Rafael Uribe Uribe en la ciudad de Bogotá, por la ubicación del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos, el cual tiene un impacto directo sobre el bienestar de la comunidad del mismo, se establece que el sponsor del proyecto sea el Administrador y/o Representante Legal del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos, debido a que dentro de sus funciones están las de velar por el buen uso de los recursos, bienestar de la comunidad y tiene toma de decisiones para el desarrollo exitoso del proyecto.

1.5. Stakeholders del proyecto

A continuación, se registrarán los stakeholders involucrados en el proyecto, teniendo en cuenta los requerimientos, expectativas, el grado de influencia de cada uno.

La Administración del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos quien quiere incentivar entre los conjuntos del sector regidos por el reglamento de propiedad horizontal

la disminución del consumo de energía eléctrica mediante la generación de energía a través de paneles solares.

Los propietarios y/o residentes del conjunto, puesto que sus finanzas se verán afectadas directamente, primero al tener que aportar una cuota extra ordinaria en caso de requerirse y segundo viendo el ahorro en el valor del servicio de energía eléctrica, lo cual puede representar disminución de la cuota de administración.

Los proveedores de los paneles solares y de los demás equipos, pues tienen como objetivo lograr la venta de sus productos y ser reconocidos en el mercado de generación de energía mediante paneles solares e iluminación con tecnología LED.

El personal especializado para realizar el montaje, las pruebas respectivas y puesta en servicio del proyecto completo dentro del área establecida para la iluminación perimetral.

1.6. Establezca las posibles modalidades de solución del problema

A continuación, se describirán algunas alternativas para dar solución a la problemática planteada:

Realizar el cambio de luminarias del alumbrado perimetral por una tecnología más eficiente. Con esto solo se lograría la disminución del consumo de energía, pero el pago a la electrificadora se continuará generando.

Se buscará generar energía eléctrica renovable por medio de la utilización de paneles solares, con esta solución se aprovechará la radiación solar existente teniendo en cuenta que estos podrían ser ubicados en el techo de cada una de las torres que se encuentran con una inclinación ideal para los paneles solares. Las demás formas de generación limpia como la

eólica, el biodiesel, entre otras no son aptas para este proyecto por su ubicación geográfica, espacio y costos.

1.7. Establezca las constricciones y restricciones del proyecto

Las restricciones del proyecto se presentan en el costo de los componentes del sistema (paneles solares, baterías, inversores, rectificadores y luminarias Led) debido a que en Colombia aún no es un país fuerte en el tema de energías limpias y autosostenibles ha intensificado el mercado de estos componentes puesto que no se le da importancia a la generación de energía eléctrica por fuentes limpias o renovables, sino que se tiene inclinación por la generación de energía a partir de una hidroeléctrica o una termoeléctrica, las cuales presentan mayor afectación ambiental y dependen de recursos naturales no renovables.

1.8. Formule y sistematice el problema por medio de preguntas sistematizadoras

El desarrollo del proyecto “Diseño E Implementación De Energía Solar Fotovoltaica Como Alternativa Para Suministro De Electricidad En La Iluminación Exterior Del Conjunto Residencial Arboleda De San Carlos – Bogotá.” pretende responder a las siguientes preguntas ¿Cómo reducir el consumo de energía eléctrica en el alumbrado perimetral?, ¿Es posible la implementación dentro del conjunto residencial un sistema eléctrico con energías alternativas que permita reducir el consumo de energía eléctrica y por ende reducir el costo en el servicio?

2. JUSTIFICACIÓN

Como alternativa a la reducción del costo por el consumo de energía eléctrica y a su vez, contribuir al funcionamiento de la iluminación exterior, la administración del conjunto residencial busca realizar un proyecto que preste tanto beneficio a la comunidad como al uso racional y eficiente de la energía, utilizando fuentes alternativas como es el caso de la energía solar.

Con este proyecto se pretende realizar el suministro de energía eléctrica a las 42 lámparas exteriores de aproximadamente 15 a 20 W cada una, las cuales están instaladas dentro del conjunto por los senderos peatonales, garantizando un uso continuo de 12 horas diarias, de 6 p.m. a 6 a.m., con bombillos LED para mejorar la eficiencia lumínica.

Este conjunto contiene un total de 300 apartamentos en donde convive un aproximado de 900 personas, las cuales deben transitar a diario por dichos senderos, por consiguiente y en especial se requiere garantizar iluminación constante en el horario mencionado con anterioridad, y más teniendo presente que en caso de ausencia del flujo energético, hasta el momento no se cuenta con un sistema de suplencia mínimo.

Este proyecto es la etapa inicial de un proyecto futuro que busca aumentar la carga que será suplida por energía solar fotovoltaica, tendiente a contribuir con la generación y al autoconsumo por energías renovables, como un sistema aislado de la red eléctrica; el cual planea ser un elemento diferenciador y llamativo en la localidad.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Realizar el estudio y la implementación de paneles solares que contribuyan al suministro de energía eléctrica de la iluminación de lámparas exteriores del conjunto residencial Arboleda de San Carlos en la ciudad de Bogotá.

3.2. Objetivos específicos

- Recolectar información de luminarias existentes, tecnología actual y consumos de energía.
- Determinar la carga total que será alimentada para tener un adecuado dimensionamiento en el sistema fotovoltaico y sus aditamentos-
- Realizar una comparación de eficiencia energética entre la tecnología de luminarias actual y la de tecnología led.
- Realizar el análisis de costo beneficio respecto al consumo de energía a mediano plazo para que la administración del conjunto valide si es viable realizar la implementación.
- En caso de que El Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos cuente con los recursos necesarios y sean aprobados por para la ejecución del proyecto, se procederá a efectuar la instalación del sistema solar fotovoltaico para energizar el alumbrado perimetral de mismo.

4. INTEGRACIÓN

4.1. Desarrollo del título del proyecto - Acta de constitución

4.1.1. Entradas

4.1.1.1. Enunciado del trabajo del proyecto

El diseño y la implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa para suministro de electricidad en la iluminación exterior del conjunto residencial arboleda de San Carlos en Bogotá, pretende establecer parámetros técnicos y económicos aceptables que permitan en una posterior implementación para conseguir una reducción significativa de los costos en el consumo de energía en el alumbrado perimetral del conjunto. La implementación de un sistema solar fotovoltaico es una alternativa que permitirá aprovechar la energía proveniente del sol disminuyendo el impacto ambiental; es importante entonces comprender que la fuente de energía del sistema es inagotable y que las condiciones de operación y mantenimiento impactan de manera positiva en la comunidad.

Caso de negocio

El proyecto está dirigido a brindar una solución que disminuya el consumo de energía en el alumbrado perimetral del conjunto residencial, disminuya el valor del recibo de energía emitido mensualmente por el operador de red y mitigar el impacto ambiental al utilizar el sol como fuente de generación de energía eléctrica.

4.1.1.2. Acuerdos

Los acuerdos que se den en el desarrollo del proyecto deberán ser documentados de forma escrita y avalados por la administración del conjunto y el administrador del proyecto.

4.1.1.3. Factores ambientales de la empresa

- Manual de convivencia del conjunto residencial Arboleda de San Carlos.
- La disponibilidad y distribución geográfica de recursos renovables, instalaciones, recursos, infraestructura existente en el alumbrado perimetral del conjunto.
- Los estándares de la industria fotovoltaica o políticas regulatorias gubernamentales para proyectos de generación eléctrica.
- Normas, políticas, métodos y procedimientos internos medioambientales.
- Incentivos y motivación laboral para la gestión de personal, programas y políticas de capacitación para personal de ejecución del proyecto.
- Los canales de comunicación de manera formal (manuales, informes, cartas, reuniones, actas, etc.) e informal (reuniones extraordinarias, listas de distribución, anotaciones, etc., que surgen de la interacción de los interesados de una forma más inmediata), establecidos para la correcta ejecución del proyecto.
- Las bases de datos disponibles. Marco referencial del proyecto y evaluación detallada de casos de éxito para aplicaciones en proyectos de alumbrado público con el uso de fuentes no convencionales para generación de energía eléctrica.

- El sistema de información para la dirección de proyectos, escogiendo la mejor metodología de evaluación de proyectos, con el fin de desarrollo exitoso y completo de los objetivos.
- Regulación nacional:
 - *CREG 2014-001911*: Regulación colombiana para energías renovables. La CREG es la Comisión de Regulación de Energía y Gas que establece las normas y leyes para regular el servicio de energía eléctrica en el país. (Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG, 2014)
- Leyes nacionales:
 - *Ley 1715 de 2014 UPME*: Integración de fuentes de energía renovables no convencionales al sistema energético nacional, orienta las políticas públicas para el manejo del recurso renovables y la actuación del operador. (Congreso de Colombia, 2014)
 - *Ley 697 de 2001*: (Octubre 3) Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. (Congreso de Colombia, 2001)
 - *Ley 788/02*: exime del impuesto a la renta las ventas de energía con fuentes renovables, durante quince años, si se obtienen los certificados de reducción de emisiones de carbono previstos en el Protocolo de Kioto, los cuales generan ingresos a los empresarios. (Congreso de Colombia, 2002)
 - *Ley 115 de 1994* – Ley General de Educación, que estableció como un fin de ella misma la adquisición de una conciencia para la conservación, protección y

mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida y del uso racional de los recursos naturales. (Congreso de la República de Colombia, 1994)

- *Ley 164 de 1994*: cuyo fin es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Años más tarde, en la Cumbre de Johannesburgo, confirmó que el acceso a la energía facilita la erradicación de la pobreza y que para esto se deben incluir medidas globales relacionadas con su uso racional y eficiente – URE, con las fuentes no convencionales de energía – FNCE, la diversificación de fuentes energéticas y la promoción de la investigación y desarrollo en tecnologías de uso eficiente de energía. (Congreso de Colombia, 1994)
- Los numerales 32 y 33 del artículo 5° de la *Ley 99 de 1993* le asignan al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la función de promover planes de reconversión industrial ligados al uso de tecnologías ambientalmente sanas, y de promover programas de sustitución de los recursos naturales no renovables, para el desarrollo de tecnologías de generación de energías no contaminantes ni degradantes. (Congreso de Colombia, 1993)
- *LEY 288 de 2002* creó incentivos tributarios para las inversiones en proyectos de energías renovables. Igualmente, el Documento CONPES 3242 de agosto de 2003 dio los lineamientos de política para promover la participación competitiva de Colombia en el mercado de reducción de emisiones de gases de efecto de invernadero. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Departamento Nacional de Planeación, 2003)
- Resoluciones nacionales:
 - *Resolución N° 0447* (abril 14 de 2003) Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 del 23 de agosto de 1995, que regula los criterios ambientales de

calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003)

- *Resolución 18-919 de 2010*: por la cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar un programa de uso racional y eficiente de la energía y demás formas no convencionales PROURE, se definen sus objetivos, subprogramas y se adoptan otras disposiciones al respecto. (Ministerio de Minas y Energía, 2010)
- Normas técnicas nacionales:
 - *NTC 1736*: Mecánica energía solar definiciones y nomenclatura: Esta norma tiene por objeto definir los principales términos y nomenclatura utilizada en normas relativas a energía solar. (ICONTEC, 2005)
 - *NTC 2775*: Energía fotovoltaica. Terminología y definiciones: Esta norma establece las principales definiciones utilizadas en normas relativas a energías fotovoltaicas. (ICONTEC, 2005)
 - *NTC 4405*: Eficiencia energética evaluación de la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos y sus componentes: Esta norma presenta una metodología para la evaluación de la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos, reguladores y acumuladores, cubre la etapa de paneles o módulos, la etapa de regulación y de acumulación. (ICONTEC, 1998)
 - *NTC 2774*: Máquinas y equipos. Energía solar. Evaluación de materiales aislantes térmicos empleados en colectores solares: Esta norma tiene por objeto establecer una metodología de ensayo para evaluar las propiedades de materiales aislantes

térmicos empleados en colectores solares con razones de concentración menores que 10. (ICONTEC, 1990)

- o *NTC-ISO 50001* es un estándar internacional de gestión de la energía destinado a reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero y otros impactos ambientales. Establece los sistemas y procesos para mejorar el desempeño energético dentro de las organizaciones, en donde se incluye el uso racional y eficiente de la energía. (ICONTEC, 2011)

4.1.1.4. Activos de los procesos de la organización

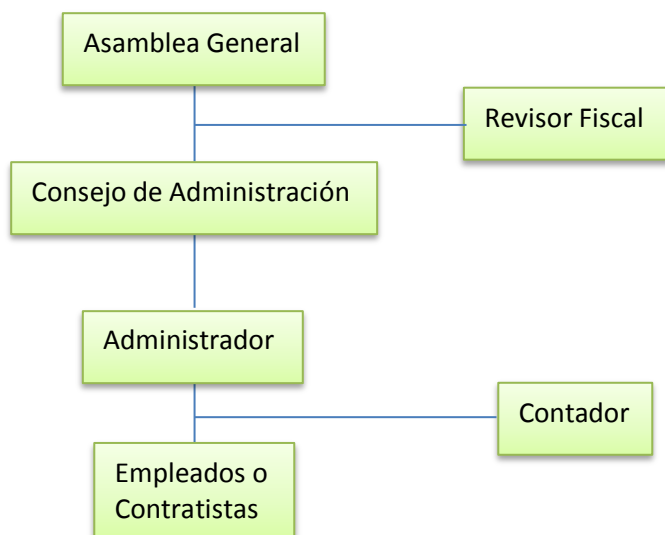


Figura 3. Estructura Organizacional del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos

Fuente: Elaboración Propia

Procesos y procedimientos

La administración del conjunto como representante legal del conjunto encargado de velar por las necesidades de los residentes y/o propietarios del conjunto al que va dirigido el proyecto, tiene que asegurar que no existirá ningún inconveniente de tipo jurídico que

entorpezca su desarrollo o demore su elaboración, entre los principales criterios que debe seguir son:

- Agilidad en el desembolso del presupuesto para iniciar y cumplir con el cronograma presentado.
- Garantizar seguridad, al personal que realizará las labores necesarias como a los materiales que se dejen en el lugar designado por la administración dentro del conjunto.
- La administración del conjunto actuará en nombre propio o dispondrá de un encargado del consejo de administración en calidad de veedor, quien auditará el cronograma y los trabajos realizados.
- Se tendrá en cuenta el conducto regular para ir gestionando los cambios y presentarlos ante los interesados teniendo en cuenta sus riesgos en el desarrollo del proyecto
- El control financiero será de acuerdo a lo presupuestado. No debe haber cambios considerables, sin embargo, se están entregando informes de lo ejecutado.
- Cualquier incidente que afecte el desarrollo del proyecto, será reportado y tratado dependiendo de lo que pueda generar al proyecto, y de ser necesario se ajustará el proyecto a la nueva situación.
- Manual del empleado, e implementos de seguridad, junto con sus indicaciones, indicación de los peligros en el trabajo y como tratarlo. Y formato en caso de algún accidente para pasar el debido reporte a los superiores con el fin de evitarlo en el futuro.

En cuanto a los activos del proceso de la organización **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO ALTERNATIVA PARA**

SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD EN LA ILUMINACIÓN EXTERIOR DEL CONJUNTO RESIDENCIAL ARBOLEDA DE SAN CARLOS – BOGOTÁ, se evidenciarán las lecciones aprendidas, replicando los casos de éxito y trabajando en la mejora continua en los casos donde el resultado no era el esperado.

De estas lecciones se dejará registro en el siguiente formato:

Tabla 1. Formato lecciones aprendidas

Preparado por:		Fecha:	No. LA:
Nombre de la lección aprendida (LA):			
Cargo persona que emite:			
Etapa	Planeamiento: ()	Inicio: ()	Ejecución: ()
	Control: ()	Cierre: ()	
¿Cuál fue la acción tomada?			
¿Cuál fue el resultado?			
¿Cuál hubiera sido el resultado esperado?			
Especificar la lección aprendida:			
Describir cual es el comportamiento recomendado para un futuro:			
¿Quiénes deberán ser informados acerca de esta LA? (Marcar con una X)			
Administración del conjunto		Director del proyecto	
Proveedores materiales		Trabajadores	
Otros:		¿Cuál?	
¿Cómo debería ser difundida la lección? (Marcar con una X)			
Correo electrónico		Redes sociales	
Teléfonos		Medios de comunicación	
Informes		Video conferencia	

Fuente: Elaboración propia.

El acta de reunión con la administración del conjunto y con los señores del consejo de administración deberá quedar registrada según el formato presentado en la Figura 4.

Fecha:		Acta No.: _____		
Nombre del Proyecto:				
No.	Nombre y Apellido	Cargo	Empresa	Firma
1				
2				
3				
4				

PUNTOS A TRATAR	
1	
2	
3	

Figura 4. Acta de reuniones.

Fuente: (officeformats, 2012)

4.1.2. Herramientas y técnicas

Se utilizó el juicio de expertos como técnica de para evaluar las entradas y finalmente elaborar el acta de constitución del proyecto, el equipo del proyecto realizó la respectiva evaluación teniendo en cuenta los interesados, el patrocinador, el equipo de proyecto, los objetivos de la organización y el objetivo del proyecto.

4.1.3. Salidas

4.1.3.1. Acta de constitución del proyecto

Tabla 2. Acta de constitución del proyecto.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO			
PROYECTO:	Diseño e implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa para suministro de electricidad en la iluminación exterior del conjunto residencial Arboleda de San Carlos - Bogotá		
PATROCINADOR:	Representante Legal (Administrad@r) - Consejo de Administración		
PREPARADO POR:	DÍA	MES	AÑO
REVISADO POR:	DÍA	MES	AÑO
APROBADO POR:	DÍA	MES	AÑO

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
<p>El diseño y la implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa para suministro de electricidad en la iluminación exterior del conjunto residencial arboleda de San Carlos en Bogotá, pretende establecer parámetros técnicos y económicos aceptables que permitan en una posterior implementación para lograr la disminución de los costos en el consumo de energía en el alumbrado perimetral del conjunto. La implementación de un sistema solar fotovoltaico es una alternativa que permitirá aprovechar la energía proveniente del sol disminuyendo el impacto ambiental; es importante entonces comprender que la fuente de energía del sistema es inagotable y que las condiciones de operación y mantenimiento impactan de manera positiva en la comunidad.</p>	
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE LA ORGANIZACIÓN	PROPÓSITO DEL PROYECTO
Recolectar información de luminarias existentes, tecnología actual y consumos de energía.	<p>Como alternativa a la reducción del costo por el consumo de energía eléctrica y a su vez, contribuir al funcionamiento de la iluminación exterior, la administración del conjunto residencial busca realizar un proyecto que preste tanto beneficio a la comunidad como al uso racional y eficiente de la energía, utilizando fuentes alternativas como es el caso de la energía solar.</p>
Determinar la carga total que será alimentada para tener un adecuado dimensionamiento en el sistema fotovoltaico y sus aditamentos	
Realizar una comparación de eficiencia energética entre la tecnología de luminarias actual y la de tecnología led	
Realizar el análisis de costo beneficio respecto al consumo de energía a mediano plazo para que la administración del conjunto valide si es viable realizar la implementación	
OBJETIVO DEL PROYECTO	
<p>Realizar el estudio y la implementación de paneles solares que contribuyan al suministro de energía eléctrica de la iluminación de lámparas exteriores del conjunto residencial Arboleda de San Carlos en la ciudad de Bogotá.</p>	
FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO DEL PROYECTO	
1. El cumplimiento del presupuesto \$ COP.	
2. Alcance del tiempo definido.	
REQUERIMIENTOS DE ALTO NIVEL	
<p>Los criterios de éxito del proyecto a través de los cuales se desarrolla este objetivo y permiten valorar el éxito del proyecto serán las siguientes:</p>	
1- Se realizará recopilación de información actual del conjunto de carga instalada y consumo actual por día, mes y año de acuerdo a los recibos de energía eléctrica ya cancelados.	

2- Se iniciará la fase de ingeniería para determinar el número de paneles y demás equipos o materiales necesarios para el desarrollo del proyecto.	
3- Entrega del diseño y verificación de la aprobación del presupuesto.	
4- En caso de aprobación del presupuesto, se desarrollará el proyecto y se entregará al inversionista.	
EXTENSIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO	
FASES DEL PROYECTO	PRINCIPALES ENTREGABLES
Fase 1 – Estudios técnicos y recopilación de información	1. Recopilación de la información de las luminarias actuales, número de postes y recibos de energía eléctrica del año inmediatamente anterior para revisar el consumo en las áreas comunes.
Fase 2 – Desarrollo de la ingeniería detallada del proyecto	1. Determinar el número de paneles y la ubicación. 2. Determinar los materiales y equipos a utilizar
Fase 3- Presentación del diseño	1. Se presentará el diseño del proyecto y el presupuesto ante la administración del conjunto residencial y ante el consejo de administración. 2. Si el proyecto es probado por la administración y el consejo de administración del conjunto, se procederá a ejecutar lo planteado. En caso de que el presupuesto no sea aprobado, se procederá a cobrar el diseño presentado.
Fase 4- Entrega	1. Si el proyecto es probado por la administración y el consejo de administración del conjunto, se procederá a ejecutar lo planteado. En caso de que el presupuesto no sea aprobado, se procederá a cobrar el diseño presentado.
INTERESADOS CLAVES	
Administración del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos	
Propietarios y residentes del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos	
RIESGOS	
Aprobación del presupuesto	
Incremento de los materiales y el periodo estipulado para la ejecución	
Aceptación de la comunidad	
HITOS PRINCIPALES DEL PROYECTO	
Levantamiento de información del sistema existente	
Aprobación de la Administración del Conjunto	
Ejecución del proyecto	
PRESUPUESTO DEL PROYECTO	

\$ 25.000.000 COP
GERENTE ASIGNADO AL PROYECTO
Equipo de proyecto
AUTORIZACIÓN ACTA
Administración del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos
Consejo de Administración del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos

Fuente: Elaboración propia

4.2. Desarrollo un plan de gestión de proyectos

4.2.1. Entradas

4.2.1.1. Acta de Constitución del Proyecto

El acta de constitución del proyecto se muestra en la sección 4.1.3.1 de este documento.

4.2.1.2. Salidas de otros procesos

Se deben integrar las salidas de otros procesos para la creación del plan de gestión del proyecto y actualizarlo en caso de realizar cambios en las salidas de estos planes o procesos.

4.2.1.3. Factores ambientales de la empresa

Los factores ambientales de la empresa se muestran en la sección 4.1.1.3 de este documento.

4.2.1.4. Activos de los procesos de la organización

Los activos de los procesos de la organización se muestran en la sección 4.1.1.4 de este documento en la actualización de los procesos.

4.2.2. Herramientas y técnicas

Se utilizó el juicio de expertos como técnica para evaluar las entradas y finalmente elaborar el plan para la dirección del proyecto, mediante tormenta de ideas, resolución de conflictos, solución de problemas y gestionando reuniones con los interesados del proyecto.

4.3. Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto

4.3.1. Entradas

Para la aprobación de solicitudes de cambio se debe alimentar la solicitud como mínimo con la información que se describe a continuación, importante para que sea aprobada la solicitud de cambio que el comité de proyectos y en particular el director del proyecto la apruebe.

Tabla 34. Formato de solicitud de cambios.

Nº. Control de cambio :	
Nombre del solicitante:	
Área del solicitante:	
Lugar de la solicitud:	
Responsable del proyecto:	
Categoría de cambio	
Marcar todas las que apliquen:	
Solicitud del cliente: ____	Acción Correctiva: ____
Otros: ____	Cuál:
Descripción del cambio:	
Justificación del cambio:	
Impacto del cambio en la línea base:	
Alcance:	
Costo:	
Aprobación	
Encargado del proyecto:	SI __

		NO__
Aprobación Comité de Cambios		
Nombre	Cargo	Firma

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Herramientas y técnicas

4.3.2.1. Juicio de expertos

El juicio de expertos en esta etapa del proyecto nuevamente está en el equipo de proyecto, la conformación del equipo es 50% ingenieros electricistas y 50% de técnicos o tecnólogos electricistas con conocimientos en generación de energía fotovoltaica y experiencia en gerencia y ejecución de proyectos de este tipo, lo que genera valor agregado al proyecto y viabiliza la consecución de los objetivos.

4.3.2.2. Sistema de información para la dirección de proyectos

El sistema de información utilizado para la gestión del proyecto y su correcto desarrollo, corresponde al Project libre, el cual es un software versátil que permite el manejo y control de la línea base del proyecto.

4.3.3. Salidas

4.3.3.1. Entregables

A continuación, se mencionan cada uno de los entregables en relación con cada fase del proyecto.

Tabla 45. Entregables del proyecto.

FASES DEL PROYECTO	PRINCIPALES ENTREGABLES
Fase 1 – Estudios técnicos y recopilación de información	1. Recopilación de la información de las luminarias actuales, números de postes y recibos de energía eléctrica del año inmediatamente

	anterior para revisar el consumo en las áreas comunes.
Fase 2 – Desarrollo de la ingeniería detallada del proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar el número de paneles y la ubicación 2. Determinar los materiales y equipos a utilizar.
Fase 3 – Presentación del diseño	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se presentará el diseño del proyecto y el presupuesto ante la administración del conjunto residencial y ante el consejo de administración. 2. Si el proyecto es aprobado por la administración y el consejo de administración del conjunto, se procederá a ejecutar lo planteado. En caso de que el presupuesto no sea aprobado, se procederá a cobrar el diseño presentado.
Fase 4 - Entrega	<ol style="list-style-type: none"> 1. Una vez sea aprobado el proyecto por la administración y el consejo de administración del conjunto, se procederá a ejecutar lo planteado. Se realizarán las pruebas pertinentes y se capacitará al personal encargado.

Fuente: elaborada por los autores

4.3.3.2. Datos del desempeño del trabajo

Los datos del desempeño del trabajo del proyecto se encuentran asociados directamente al cumplimiento de la planeación del mismo, el cual está dado por la línea base del proyecto.

Durante el desarrollo del proyecto se realizarán mediciones continuamente con el fin de corroborar las fases y costos del proyecto en cada una de sus etapas con el fin de identificar posibles cambios que ayuden a alcanzar los objetivos y entregables.

4.4. Actualizaciones del plan para la dirección del proyecto

Las actualizaciones al plan de dirección del proyecto, permiten realizar ajustes a la planificación planteada, buscando que el proyecto sea eficiente, confiable, se reduzcan costos, tiempo, y reprocesos, entre otros. Estos ajustes permiten garantizar un alto grado de satisfacción de los interesados del proyecto y a su vez corregir errores de las etapas posteriores.

Las actualizaciones provienen de una acción después de realizar la validación de una solicitud de control de cambios, es importante que el control de cambios se aplique al tópico del plan de dirección de proyectos y a sus planes secundarios correspondientes.

4.4.1. Actualizaciones a los documentos del proyecto

La actualización de los documentos del proyecto corresponde de igual manera a la aprobación de una solicitud de cambio de tal manera que es posible realizar cambios desde el acta de constitución del proyecto y en general todos los documentos utilizados para el desarrollo del proyecto.

Todas las actualizaciones deben estar acompañadas del formato de control de cambios con la respectiva justificación y aprobación por parte del equipo de proyectos.

4.4.2. Herramientas y técnicas

4.4.2.1. Juicio de expertos

Para el monitoreo y control del desarrollo del proyecto, se implementará la herramienta juicio de expertos. Los colaboradores del proyecto realizarán reuniones continuas con el fin de recopilar información para tomar decisiones que ayuden a mejorar el desarrollo del proyecto para la consecución de los objetivos. El equipo de proyecto debe generar las solicitudes de cambio necesarias que permitan garantizar los entregables del proyecto.

4.4.3. Salidas

4.4.3.1. Informes de desempeño del trabajo

Se realizarán las reuniones del equipo de proyecto como insumo de información de desempeño. En las actas de reunión se debe tener en cuenta como mínimo la siguiente información:

- Fecha y hora de la reunión que dio lugar al informe de estado
- Participantes de la reunión

- Temas tratados
- Compromisos
- Responsables de los compromisos
- Seguimiento a compromisos

Después de realizar la respectiva reunión se puede proceder a generar cualquiera de los siguientes documentos informativos: Memorandos, informes, actualizaciones, recomendaciones, entre otros.

4.5. Realizar el control integrado de cambios

4.5.1. Herramientas

4.5.1.1. Juicio de expertos

Para el control integrado de cambios se usará el juicio de expertos, el equipo de proyecto y el administrador del conjunto residencial realizarán el respectivo análisis de las solicitudes de cambio y tomara las respectivas decisiones para implementar o rechazar las solicitudes.

4.5.1.2. Reuniones

Las reuniones entre el equipo de proyecto y el representante del conjunto residencial serán el mecanismo de toma de decisión para el control de cambios.

4.5.2. Salidas

4.5.2.1. Registro de cambios

El uso de la herramienta de la solicitud de cambio con su debida aprobación permitirá realizar el respectivo registro de las solicitudes de cambio tanto de las aprobadas como las

de las rechazadas, a continuación, se presenta el formato para realizar la solicitud de cambio. En la parte final existe espacio para la aprobación o rechazo.

Tabla 56. Datos de la solicitud de cambio.

Nº. Control de cambio :	
Nombre del solicitante:	
Área del solicitante:	
Lugar de la solicitud:	
Responsable del proyecto:	

Tabla 67. Categoría de cambio.

Nº. Control de cambio :	
Nombre del solicitante:	
Área del solicitante:	
Lugar de la solicitud:	
Responsable del proyecto:	
Categoría de cambio	
Marcar todas las que apliquen:	
Solicitud del cliente: _____	Acción Correctiva: _____
Otros: _____ Cuál:	
Descripción del cambio:	
Justificación del cambio:	
Impacto del cambio en la línea base:	
Alcance:	
Costo:	
Aprobación	
Encargado del proyecto:	SI__ NO__
Aprobación Comité de Cambios	
Nombre	Cargo

5. ALCANCE

5.1. Plan de gestión del alcance

5.1.1. Herramientas

5.1.1.1. Juicio de expertos

El juicio de expertos en esta etapa del proyecto nuevamente está en el equipo de proyecto, la conformación del equipo es 50% ingenieros electricistas y 50% de técnicos o tecnólogos electricistas con conocimientos en generación de energía fotovoltaica, lo que genera valor agregado al proyecto y viabiliza la consecución de los objetivos.

5.1.1.2. Reuniones

Se llevarán a cabo reuniones con el equipo del proyecto, incluyendo los directores del proyecto y el sponsor, para desarrollar el plan de gestión de alcance y hacer partícipe a los grupos de interesados categorizados como importantes en el alcance del proyecto. Quedará constancia y registro mediante el formato indicado en la figura 4.

5.1.2. Salidas

5.1.2.1. Plan de Gestión del Alcance

Se definió que el proyecto será dividido en cuatro fases principales con entregables en la culminación de estas fases, a continuación se describen las fases: en la Primera Fase se realizará la recopilación de la información de las luminarias actuales, número de postes y recibos de energía eléctrica del año inmediatamente anterior para revisar el consumo en las áreas comunes. En la Segunda Fase se determinará el número de paneles, la ubicación y los materiales y equipos a utilizar. En la Tercera Fase se presentará el diseño del proyecto y el

presupuesto ante la administración del conjunto residencial y ante el consejo de administración. Si el proyecto es probado por la administración y el consejo de administración del conjunto, se procederá a ejecutar lo planteado. En caso de que el presupuesto no sea aprobado, se procederá a cobrar el diseño presentado. En la Cuarta Fase, una vez sea aprobado el proyecto por la administración y el consejo de administración del conjunto, se procederá a ejecutar lo planteado. Se realizarán las pruebas pertinentes y se capacitará al personal encargado.

5.2. Plan de Gestión de los Requisitos

Los requisitos del proyecto serán documentados de acuerdo a las expectativas de los interesados informadas en las reuniones realizadas las cuales deben quedar formalizados por el formato de acta de reunión firmadas por los participantes y el encargado del proyecto, el formato de acta mostrado en la figura 4, en donde se especifica quien será el responsable y cuando se finalizará el plazo del requisito, esto para llevar un monitoreo y control, si se requiere realizar cambios a los requisitos y/o fechas de entrega de los mismos se debe diligenciar el formato de gestión de cambios mostrado en la sección 4.3.1 y debe ser aprobado por el encargado del proyecto.

5.2.1. Herramientas y técnicas

Las herramientas y técnicas que se utilizarán para la recopilación de requisitos se desarrollan a continuación:

5.2.1.1. Grupos Focales

Se realizarán grupos focales entre los interesados y el grupo de proyectos con el fin de presentar información sobre el proyecto y conocer de parte de los interesados su posición frente al desarrollo del proyecto, los resultados esperados.

5.2.1.2. Estudios Comparativos

Se presentará por parte del equipo del proyecto a los interesados casos de éxito del uso de energía solar fotovoltaica en el alumbrado perimetral y de zonas comunes en conjuntos residenciales.

5.2.2. Salidas

5.2.2.1. Documentación de Requisitos

- Recolectar información de luminarias existentes, tecnología actual y consumos de energía en las zonas comunes y el alumbrado perimetral del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos en la ciudad de Bogotá.
- Realizar una comparación de eficiencia energética entre la tecnología de luminarias actual y la de tecnología led.
- Realizar una comparación de eficiencia energética entre el valor del KW/h con la energía suministrada por la electrificadora y el KW/h generado con paneles solares.
- Documentar al cuanto tiempo se realizaría el retorno de la inversión.
- Realizar el diseño eléctrico correspondiente junto con las memorias de cálculo del sistema.

5.2.2.2. Matriz de Trazabilidad de requisitos

No.	FECHA	DESCRIPCIÓN REQUISITO	OBJETIVO	PRIORIDAD	ESTADO	ENTREGABLE	OBSERVACIÓN	RESPONSABLE
				Alta: A	Aprobado: AP			
				Media: M	Cancelado: C			
				Baja: B	Diferido: D			
				Terminado: T				

Figura 5. Matriz de trazabilidad.

Fuente: Elaboración propia

5.3. Definición del alcance

5.3.1. Herramientas y técnicas

5.3.1.1. Juicio de expertos

El juicio de expertos en esta etapa del proyecto nuevamente está en el equipo de proyecto, la conformación del equipo es 50% ingenieros electricistas y 50% de técnicos o tecnólogos electricistas con conocimientos en generación de energía fotovoltaica, lo que genera valor agregado al proyecto y viabiliza la consecución de los objetivos.

5.3.1.2. Generación de Alternativas

La generación de alternativas no se usará en el desarrollo del proyecto, puesto que por estar ubicado en la ciudad de Bogotá, solo es factible usar la energía solar como alternativa de generación limpia, puesto que usar otro tipo de energía alternativa como la eólica, mareomotriz, biomasa, etc, por la ubicación geográfica del proyecto no sería posible o sería muy costosa. Por esta razón ya se tiene decidido que la única energía alternativa limpia a trabajar en el conjunto, será la energía solar fotovoltaica.

5.3.2. Salidas

5.3.2.1. Enunciado del Alcance del Proyecto

El diseño y la implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa para suministro de electricidad en la iluminación exterior del conjunto residencial arboleda de San Carlos en Bogotá, pretende establecer parámetros técnicos y económicos aceptables que permitan en una posterior implementación para conseguir la disminución de los costos en el consumo de energía en el alumbrado perimetral del conjunto. La implementación de un sistema solar fotovoltaico es una alternativa que permitirá aprovechar la energía proveniente del sol disminuyendo el impacto ambiental; es importante entonces comprender que la fuente de energía del sistema es inagotable y que las condiciones de operación y mantenimiento impactan de manera positiva en la comunidad.

5.4. Crear la EDT/WBS

5.4.1. Herramientas y técnicas

5.4.1.1. Descomposición

Se utilizó la herramienta de descomposición en donde se dividió los proyectos en varias etapas y se definió los respectivos entregables

5.4.1.2. Juicio de expertos

El equipo de proyectos conformados por ingenieros, técnicos y tecnólogos electricistas, se encargó de la descomposición del proyecto por fases, definir el alcance de cada hito y asignar los entregables, la experiencia en proyectos de diseño fue el principal factor para el uso de esta herramienta.

5.4.2. Salidas

5.4.2.1. Línea Base del Alcance

A continuación, se muestra la estructura de desglose del trabajo EDT para el proyecto, la cual únicamente se puede modificar mediante procedimientos formales de control de cambios descritos en la sección 4.5.2.1 de este documento.

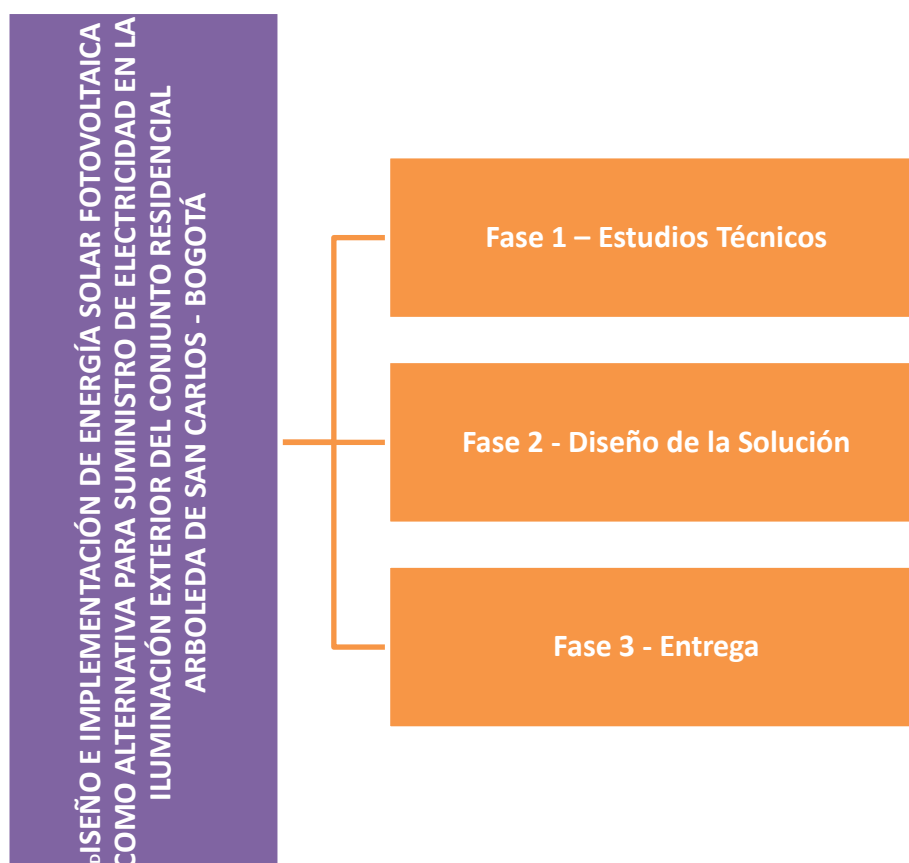


Figura 6. Estructura de descomposición del trabajo - EDT

Fuente: Elaboración propia

5.5. Validar el alcance

El alcance del proyecto se basará en los entregables propuestos y si el presupuesto es aprobado por la administración del Conjunto Residencial, será ejecutado el proyecto.

6. TIEMPO

6.1. Plan de gestión del cronograma

El cronograma de actividades tendrá 2 fases. La primera iniciará a partir del día de la confirmación por parte de la administración del conjunto para iniciar con la recopilación de la información y finalizará con la entrega del presupuesto a la administración del conjunto. La segunda fase iniciará únicamente si el presupuesto es aprobado por parte de la administración del conjunto y finalizará con la entrega del proyecto y la implementación de la energía solar fotovoltaica para el suministro de electricidad en la iluminación exterior y ZC del conjunto Residencial Arboleda de San Carlos en Bogotá.

6.2. Estimar los recursos de la actividad

Los recursos para el proyecto, están basados en dos fases: En la primera fase se tomará como recurso humano un ingeniero y un tecnólogo en electricidad para realizar la parte técnica, realizar el estudio y las memorias de cálculo. Como recursos físicos se tendrán como insumos menores papelería y computador. Para la segunda fase que es la ejecución del proyecto una vez sean aprobados los recursos económicos por parte de la administración del conjunto, serán necesarios como recurso humano un ingeniero, un tecnólogo y dos técnicos electricistas, además de los recursos necesarios para hacer posible la ejecución del proyecto como todos los materiales necesarios como paneles solares, inversor, cable, adaptadores, luminarias, escaleras, etc.

6.3. Desarrollar el cronograma

6.3.1. Entradas

6.3.1.1. Línea Base del Cronograma

A continuación, se muestra el cronograma para el proyecto, el cual solo se puede alterar a través de instrucciones formales de control de cambios descritos en el numeral 4.5.2.1 de este documento.

ACTIVIDAD	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12
Levantamiento de información en sitio	X	X										
Adquisición de datos fuente internet	X	X										
Análisis de datos y cálculos iniciales	X	X										
Listado de materiales y dimensionamiento del sistema	X	X										
Cotización y estimado presupuestal del proyecto			X									
Presentación del presupuesto a la administración del conjunto				X								
Adquisición de materiales					X	X						
Contratación de personal						X						
Trazado inicial de cableado							X					
Adecuación de soporte de paneles solares								X	X			
Realización de pruebas de funcionamiento										X	X	
Entrega del proyecto a la administración												X

Figura 7. Cronograma del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

6.4. Control del calendario

El cronograma se controlará en las reuniones semanales una vez se inicie el proyecto y sea aprobado el presupuesto por parte del conjunto.

7. COSTOS

7.1. Estimación de costos

Seguidamente, se indica el costo de ejecución del proyecto, el cual solo se puede alterar a través de procedimientos formales de control de cambios descritos en el numeral 4.5.2.1 de este documento.

RECURSO	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO
1. Equipo Humano	Se requiere personal con las competencias requeridas para el diseño, implementación y ejecución de pruebas, y realización de informes técnicos, dentro de los cuales están:	\$6.600.000
	Un (1) Ingeniero Eléctrico por 3 meses	\$3.600.000
	Dos (2) Técnico en Electricidad desde la semana 6 hasta la semana 12	
2. Equipos y Software	Un Equipo de cómputo	\$1.000.000
	Software libre Retscreen	
3. Viajes y Salidas de Campo	<ul style="list-style-type: none">Para la etapa de diseño se requiere realizar mínimo 2 visitas para levantamiento de información	\$320.000
	<ul style="list-style-type: none">Para la instalación del sistema eléctrico y pruebas de funcionamiento según cronograma.	
4. Materiales y suministros	<ul style="list-style-type: none">Cuatro (4) Paneles fotovoltaicos monocristalinos	\$5.520.672
	<ul style="list-style-type: none">Banco de baterías 12 V – 130 A	\$1.224.960
	<ul style="list-style-type: none">Regulador de carga 45 A	\$3.479.652
	<ul style="list-style-type: none">Inversor DC/AC 1200 W	\$1.250.000
	<ul style="list-style-type: none">Soportes paneles solares y consumibles (cable, tubería, canaleta, terminales, amarres, etc.)	\$2.500.000
5. Otros	Las fuentes web que suministren información sobre:	\$0.00
	<ul style="list-style-type: none">Mapas de radiación solar	
	<ul style="list-style-type: none">Atlas interactivo – Radiación IDEAM	
	<ul style="list-style-type: none">Mapas de brillo solar - UPME	
TOTAL		\$25.495.284

Figura 8. Presupuesto del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

8. CALIDAD

El plan de calidad es el socio del plan de la gerencia del proyecto, donde se describe al detalle cómo se va a trabajar o como se va a empezar a implementar las políticas de calidad

dentro de la compañía, para alcanzar las metas trazadas por el grupo de trabajo en el tema de calidad.

Este plan puede ser desarrollado de manera formal o informal, donde se debe plasmar los detalles del proyecto. Se recomienda que se realice una revisión de dicho plan de gestión de calidad en la primera fase del desarrollo para detectar falencias y corregirla con la información veraz del proyecto, donde se pueden ver datos reales de costos y presupuesto, tiempos de entrega o por si el contrario el cronograma de actividades no se está cumpliendo debido a los diferentes factores tales como atmosféricos, sociales, culturales los cuales pueden impactar de una manera fuerte los recursos del proyecto.

Dentro del plan de calidad se debe dejar en claro el alcance y los objetivos del proyecto; en lo que también debe estar claro son las diferentes responsabilidades de los involucrados como del sponsor del proyecto, que en este caso es el Administrador del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos en Bogotá.

8.1. PLAN DE MEJORAS DEL PROCESO

En el desarrollo de todo proyecto, se podrán presentar cambios en diferentes aspectos y procesos, los cuales pueden impactar parcial o totalmente en el alcance de los objetivos planteados. Para mitigar y controlar el impacto se hace necesario plasmar un plan de mejora y realizar planteamientos en la ejecución de las soluciones.

Se contemplará un Ingeniero Eléctrico como líder de los procesos de calidad, quien se encargará de identificar los puntos críticos que se pueden presentar. Esto se tratará en las reuniones semanales y se contemplarán las posibles soluciones que garanticen rápidamente la estabilidad y el buen funcionamiento del proyecto.

Este plan de mejora debe tener una estrategia que conduzcan hacia cada uno de los procesos que presenten inconvenientes y realizar los respectivos planteamientos de los problemas, generando controles y mejoras para una buena compatibilidad en cada uno de los procesos. Para poder realizar un plan de mejora se deben tener en cuenta los pasos de la siguiente figura.



Figura 9. Pasos para el plan de mejora del proyecto

8.2. REQUISITO DE CONTROL DE DOCUMENTOS Y ACTUALIZACIÓN.

Para controlar los documentos del proyecto y mantenerlos actualizados es necesario disponer de un procedimiento con la siguiente lista de actividades:

- a. Aprobación de los documentos:** Es necesario determinar los documentos que se van a tener en cuenta en el proyecto.
- b. Revisión y actualización de los documentos:** Se debe revisar periódicamente los archivos de documentos con sus respectivos cambios realizados según el plan de mejora continua y su metodología.
- c. Identificación de los cambios y de la versión vigente de los documentos:** El contratista o la compañía debe tener un historial de los cambios realizados en cada documento con su respectiva identificación de versiones y revisiones.

9. RECURSOS HUMANOS

9.1. Plan De Gestión De Los Recursos Humanos

9.1.1. Entradas

9.1.1.1. Factores Ambientales De La Empresa

Teniendo en cuenta el Plan de gestión de los recursos humanos del proyecto, los factores ambientales de la empresa incluyendo las políticas de gestión de personal y de contratación; y los activos de los procesos de la organización, se concluye lo siguiente:

- El recurso de personal básico está definido principalmente por el requisito de personal con las características y competencias formativas que requiere el proyecto como Ingenieros y tecnólogos eléctricos.

El contar con un sistema de recursos humanos eficaz es relevante y ofrece evidentes ventajas para el proyecto, sin embargo las estrategias y políticas deben ser claras y ajustarse dentro de una serie de requisitos que permiten lograr un beneficio.

9.1.1.2. Proceso En La Empresa

En muchas pequeñas y medianas empresas, la gestión del área de recursos humanos es muy limitada en términos de contratación de personal y liquidación de sueldos. Dentro de otras funciones propias de esta área, se presta una mayor flexibilidad y facilidad puesto que el número de personas es muy pequeño igual que su estructura.

Recursos humanos también vela por el bienestar de los trabajadores de la empresa, buscando que la gente esté motivada desempeñando las labores para lo cual fueron contratados, ofrecer beneficios adicionales y un buen clima laboral. Cabe mencionar que

existen diferentes aspectos que las empresas deben tener en cuenta a la hora de conformar un equipo de trabajo, algunos de estos aspectos se relacionan a continuación:

1.1 *Selección de personal.* Planificar anticipadamente las necesidades de personal del proyecto permite identificar los requerimientos en cuanto a las capacidades de los trabajadores, así como también definir las funciones de los puestos específicos. Por consiguiente, publicar con tiempo la necesidad para que se lleve a cabo un proceso de selección riguroso a diferentes candidatos..

1.2 *Inducción.* Es primordial iniciar a cada integrante nuevo en cuanto a la misión y visión que posee la empresa, presentar al personal que hace parte del equipo de trabajo, informar sobre el cronograma de actividades y las responsabilidades que cada uno maneja, así como también resolver las dudas existentes para garantizar una unión y persuadir a todos para que contribuyan con la realización del proyecto.

1.3 *Capacitación.* Parte del personal adquirido, requiere formación complementaria para fortalecer sus capacidades cuando desempeñan sus labores, además, dentro de los programas de motivación e incentivos, se tiene en cuenta el crecimiento y desarrollo profesional del equipo de trabajo, con la idea de estar a la vanguardia del mercado. Por ejemplo, cursos de idiomas, emprendimiento, herramientas ofimáticas, metodologías para aumento en ventas, entre muchos otros,

9.1.2. Salidas

El departamento de Recursos Humanos está compuesto por las siguientes áreas:

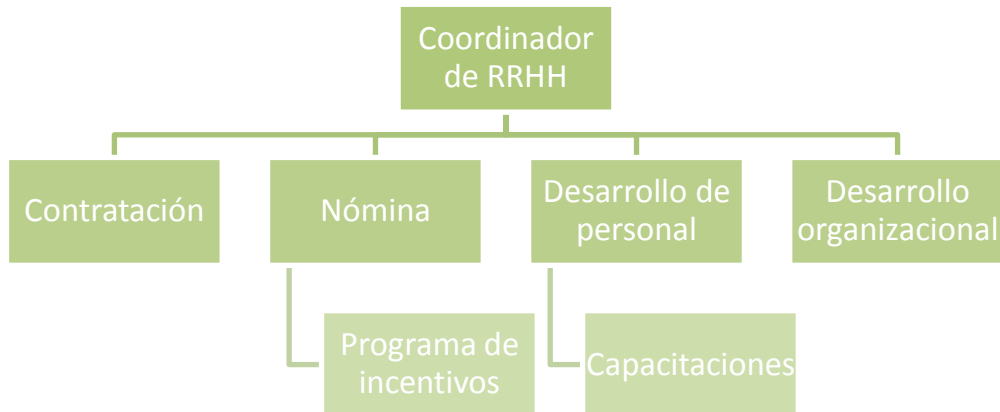


Figura 10. Departamento de recursos humanos.

De acuerdo al crecimiento de la compañía y del proyecto, así mismo va creciendo el repartamento de recursos humanos, siempre brindando apoyo al buen funcionamiento de la compañía.

9.1.2.1. Necesidades de Capacitación.

La capacitación es una manera de brindar herramientas a los coraboradodes de la compañía y los ejecutores del proyecto para potencializar el desarrollo personal y del proyecto a ejecutar. Se busca que el equipo de trabajo adquiriera habilidades que permitan reducir riesgos en el desarrollo del proyecto,

Para dar inicio a las actividades de obra, es indispensable que los Residentes SISOMA realicen los talleres de Capacitación hacia los trabajadores, profesionales y subcontratista en caso de requerirse.

En estas capacitaciones se informa a cada persona de los riesgos más frecuentes que se presentan a lo largo del proyecto, se les da una breve explicación de la señalización existente y se realizan simulacros de evacuación.

10. COMUNICACIONES DEL PROYECTO

10.1. Análisis de Requisitos de Comunicación.

La planificación y evaluación de los diferentes medios de comunicación a utilizar dentro de la empresa y en el desarrollo del proyecto son muy importantes puesto que manejar el canal de comunicación adecuado nos puede ayudar a optimizar procesos, minimizar riesgos y alinear a los colaboradores con los procedimientos internos

En este tipo de proyectos que se encuentran en la ciudad, hay varias ventajas ya que se cuenta la tecnología de primera mano y se puede hacer uso del internet, los teléfonos celulares, y redes sociales como lo son Whatsapp, Facebook, Instagram, entre otros.

Dependiendo de lo clara y oportuna que sea la comunicación entre los interesados del proyecto, se podrá llevar el control de los procesos y optimizar los recursos de la mejor forma de tal manera que permita la obtención de los objetivos ajustándose al cronograma planteado. La comunicación desarrollada entre los miembros del equipo de trabajo y entre el equipo de trabajo y el administrador del equipo debe ser clara, detallada e indicar cuál es el objetivo de la comunicación, fecha, hora y responsable.

Con la firma del contrato si es adjudicado el proyecto por presupuesto, se debe anexar información de cada colaborador que ejecutará el proyecto ya sea que esté en los procesos de manera parcial o total y se debe entregar la información de cada colaborador con su

nombre completo, profesión, cargo, certificado para trabajo en alturas (si lo requiere), e-mail, número de celular, EPS, ARL, tipo de sangre y RH, persona de contacto en caso de emergencia y adjuntar los aportes parafiscales del mes.

La coordinadora de Recursos Humanos debe realizar el análisis de Riesgos y a su vez indicar y publicar para conocimiento colectivo la ficha de contacto en caso de emergencia. Se debe indicar el conducto regular en caso de incidente o accidente en obra además de un rápido acceso a una ambulancia. Para la comunicación en obra o lugar del proyecto se realizará por teléfono celular. La persona encargada de llevar los registros de la herramienta y consumo de material será el almacenista mediante diligenciando formatos de solicitud de materiales, inventarios diarios, formatos de salida de material y herramienta, se debe llevar el formato de control de asistencia y de horas extras, el registro de entrega de dotación, además diligencia la bitácora de obra, la cual es responsabilidad del Encargado de Obra.

El Encargado de obra debe contar con un lugar para los planos del proyecto en el cual actualizará y documentará lo que se ha avanzado en obra y llevará de guía para la ejecución de la misma.

El organigrama es tal vez la fuente de información más común para mostrar el orden jerárquico de la empresa ya sea proveedor y /o cliente.

A continuación se muestra un ejemplo corto de un organigrama que nos puede mostrar cómo sería el de la empresa:

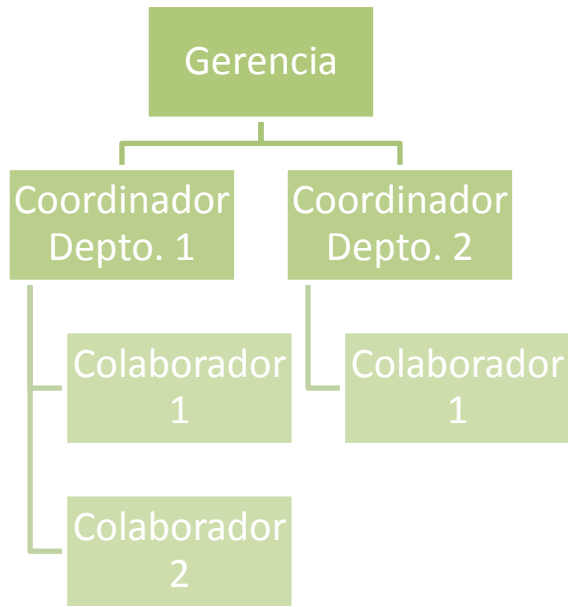


Figura 11. Organigrama parcial del proyecto.

En este podemos ver la constitución de áreas o departamentos, las relaciones de responsabilidad entre los interesados del proyecto, tanto de manera interna de la organización como a nivel externo (proveedores, contratistas, entre otros), así como también las necesidades de comunicación entre los mismos.

10.2. Tecnología de la Comunicación.

Para el desarrollo del proyecto, se manejarán diferentes tecnologías de comunicación entre los integrantes, dependiendo la ubicación del interesado y los recursos suministrados para el desarrollo de su actividad como lo pueden ser correo internos, carteleras, actas de reunión, chat corporativo, celular, etc.

Los comunicados se llevaran a cabo mediante comités de obra realizados semanalmente donde se evaluará el avance del trabajo y el seguimiento del cronograma, al cual la asistencia es de carácter. En estos comités se analiza el avance de los trabajos, los rendimientos, el planteamiento y solución a obstáculos o problemas técnicos que se

presenten en desarrollo de la obra, entre otros. Es necesario levantar un acta de reunión en la cual debe uedar consignado los asistentes a la reunión, fecha, compromisos pactados, entre otros.

10.3. Técnica en el Proceso Gestionar Comunicaciones en el proyecto:

El Gerente de Proyecto debe asegurar que el modelo de comunicación establecido se cumpla y de ser necesario realizar ajustes, identificar las barreras en cuanto a la funcionalidad del sistema de información y las comunicaciones externas efectivas en los tiempos y tecnologías. En todo caso, debe asegurarse el cumplimiento de los tiempos mínimos o máximos de respuesta.

10.4. Métodos de Comunicación empleados en el proyecto

Para realizar la comunicación con los diferentes interesados pertenecientes al proyecto se utilizarán diferentes métodos.

- Comunicación interactiva: Es la que se realiza entre dos o más partes, se realiza una transferencia de información multidireccional, logrando así la correcta comprensión del mensaje por parte de ambas partes, se hace generalmente mediante reuniones, llamadas, conferencias, correspondencia, correo electrónico.
- Comunicación tipo Push: Es la que se envía a receptores específicos los cuales se deben mantener informados, este tipo de comunicación no verifica que la información por parte de receptor se ha recibido y/o comprendido, se hace generalmente por correo electrónico, memorandos, informes, fax, avisos de prensa, blogs, entre otros.
- La comunicación tipo Pull: Se utiliza cuando la información a transmitir es muy grande o son gran cantidad de receptores, se busca que cada receptor busque la información

según su criterio, se hace por lo general con intranet, aprendizaje virtual, o bases de datos.

10.5. Reuniones.

Para el equipo de proyecto se ha decidido que las reuniones siempre serán presenciales en las oficinas o salas de juntas dispuestas en las instalaciones de ingeniería. En casos especiales dichas reuniones se trasladarán al sitio de obra.

11. RIESGOS

11.1. Plan de gestión del riesgo

11.1.1. Entradas

En virtud de lo anterior para este proyecto en específico se describen a continuación los procesos relacionados con la debida planificación del riesgo, así:

11.2. Identificación del riesgo

En el proyecto se pueden presentar los siguientes riesgos:

- a.** Que el proyecto no sea aprobado por presupuesto
- b.** Riesgo en la contratación
- c.** Que la administración del conjunto residencial, no entregue a tiempo la información que permita recopilar la información necesaria para realizar el diseño eléctrico y esto genere retrasos en el cronograma de actividades

- d. Que los insumos o materiales requeridos para la ejecución del proyecto no se encuentren con disponibilidad inmediata por parte del proveedor

Así mismo, durante las diferentes etapas de realización del proyecto, se pueden identificar los diferentes riesgos.

- *Etapas de diagnóstico.* La falta de detalle en el diagnóstico.
- *Documentación.* La falta de precisión y sincronización en la documentación.
- *Proceso de contratación.* Falta de coordinación entre las diferentes áreas y falta de conocimiento de los profesionales.
- *Proceso de ejecución.* La falta de experiencia del profesional asignado para supervisión.
- *Proceso pos finalización.* La falta de control y seguimiento por parte de la Entidad.

11.2.1. Herramientas y técnicas

11.2.1.1. Análisis FODA

Tabla 79. Análisis FODA del proyecto

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS – ANÁLISIS FODA versión 1.0				
PROYECTO:	Diseño e implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa para suministro de electricidad en la iluminación exterior del conjunto residencial Arboleda de San Carlos – Bogotá.			
PREPARADO POR:		FECHA		
REVISADO POR:		FECHA		
APROBADO POR:		FECHA		
Facilitador del Análisis FODA:				
Participantes:				
Fecha del Análisis FODA:				
Fortalezas:				
<ul style="list-style-type: none"> • Contratación de personal competente en proyectos de energía solar fotovoltaica • Contribuir al uso racional y eficiente de energía • Impulsar el uso de fuentes no convencionales de energía a pequeña escala a nivel urbano 				

<ul style="list-style-type: none"> • Al implementar iluminación LED se reducen pérdidas y se aumenta la vida útil de las luminarias en general • Brindar una alternativa de solución para suplir una necesidad de la comunidad, en cuanto a reducir el costo del consumo como tener una suplencia adicional de suministro eléctrico. • Las cubiertas de las torres poseen un área considerable para la disposición de los paneles solares fotovoltaicos
<p>Debilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de políticas claras para realizar proyectos de autoconsumo energético • Falta de presupuesto por parte de la administración del conjunto • Cambio de consejo de administración con diferentes prioridades • La desatención por parte de los proveedores para recursos materiales requeridos • Bajos índices de radiación solar en la zona en temporada de lluvia
<p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar un proyecto que conlleve a un alto impacto en otros conjuntos residenciales • Mejorar la calidad de vida de los residentes del conjunto • Reducir el monto pagado por energía consumida en zonas comunes • Mitigar el impacto ambiental al eliminar el consumo de luminarias de sodio y mercurio que requieren una disposición final adecuada • Se puede incrementar potencialmente la carga al sistema fotovoltaico según la necesidad
<p>Amenazas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo elevado de los elementos que componen el sistema fotovoltaico • Inadecuada infraestructura física para la disposición de paneles en tejado • Cambios climáticos extremos durante la ejecución del proyecto • Retrasos en la adquisición de elementos por no tener un stock disponible • Personal contratado no haga uso adecuado de los elementos de protección personal y aquellos requeridos para trabajo en alturas

Fuente: Propia

11.2.1.2. Juicio de expertos

Cabe resaltar que dentro de las contrataciones contempladas en el proyecto, se considera personal calificado y con experiencia en este tipo de proyectos, por lo cual se cuenta con ellos para realizar una primer inspección y verificación de los posibles riesgos basándose en las lecciones aprendidas de trabajos anteriores.

11.2.2. Salidas

Tabla 840. Plan de gestión del riesgo.

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS versión 1.0	
Nombre del proyecto:	Diseño e implementación de energía solar fotovoltaica como alternativa para suministro de electricidad en la iluminación exterior del conjunto residencial Arboleda de San Carlos – Bogotá.
Preparado por:	
Fecha:	
METODOLOGÍA	
Alcances	

Se basará en los procesos del estándar del PMBok 5ta. Edición y teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Para la identificación de los riesgos, se tendrá presente las participaciones de todos los interesados del proyecto que den sus planteamientos en las reuniones ordinarias o extraordinarias.
- El seguimiento y control de los riesgos se realizará en concordancia con la probabilidad de ocurrencia e impacto que estos pueden tener respecto a las líneas bases del proyecto.
- El plan de gestión de riesgos puede ser modificado, según las solicitudes pertinentes o alteraciones que surjan en el desarrollo del proyecto, sin embargo, estas serán aprobadas por el director del proyecto después de ser expuestas ante los miembros del proyecto.
- La priorización del uso del presupuesto de reserva tanto de gestión como de contingencia estarán a cargo del director del proyecto.

Herramientas

- Se contará especialmente con la opinión de expertos participantes en proyectos similares
- Lluvia de ideas
- Lista de verificación de los riesgos identificados
- Análisis FODA
- Matriz de probabilidad e impacto

Fuentes de Datos

- Documentación relacionada de proyectos anteriores
- Normatividad aplicable a proyectos de electricidad y uso de fuentes no convencionales de energía
- Estudios previos técnicos del área de influencia del proyecto
- Lecciones aprendidas

ROLES Y RESPONSABILIDADES

Director del Proyecto:

- Es el encargado de la aprobación del Plan de gestión de Riesgos.
- Lidera y participa en las diferentes etapas del proceso de gestión de riesgos.
- Tiene la responsabilidad de dirigir el Plan de respuesta a los riesgos cuando sea requerido.
- Toma la última decisión sobre las acciones a ejecutar debidamente analizadas con los patrocinadores del proyecto y demás representantes de interesados.
- Registra las lecciones aprendidas durante la gestión de riesgos.
- Proporciona los resultados durante el cierre de cada fase y el cierre total del proyecto.

Equipo del Proyecto:

- Participa en el proceso de identificación de los riesgos
- Realiza un análisis más detallado de cada área
- Gestiona la información correspondiente según las asignaciones del director del proyecto
- Se involucra en las tareas de monitoreo y mitigación en las reuniones de equipo.

Patrocinadores:

- Participan en el proceso de identificación de riesgos
- Se vincula en las actividades del plan de respuesta a los riesgos de ser necesario.

Interesados:

- Dan a conocer o proporcionan información de nuevos riesgos
- Asisten monitoreando la efectividad de las acciones tomadas frente a los riesgos
- Participan en la priorización de los riesgos identificados.

PRESUPUESTO:

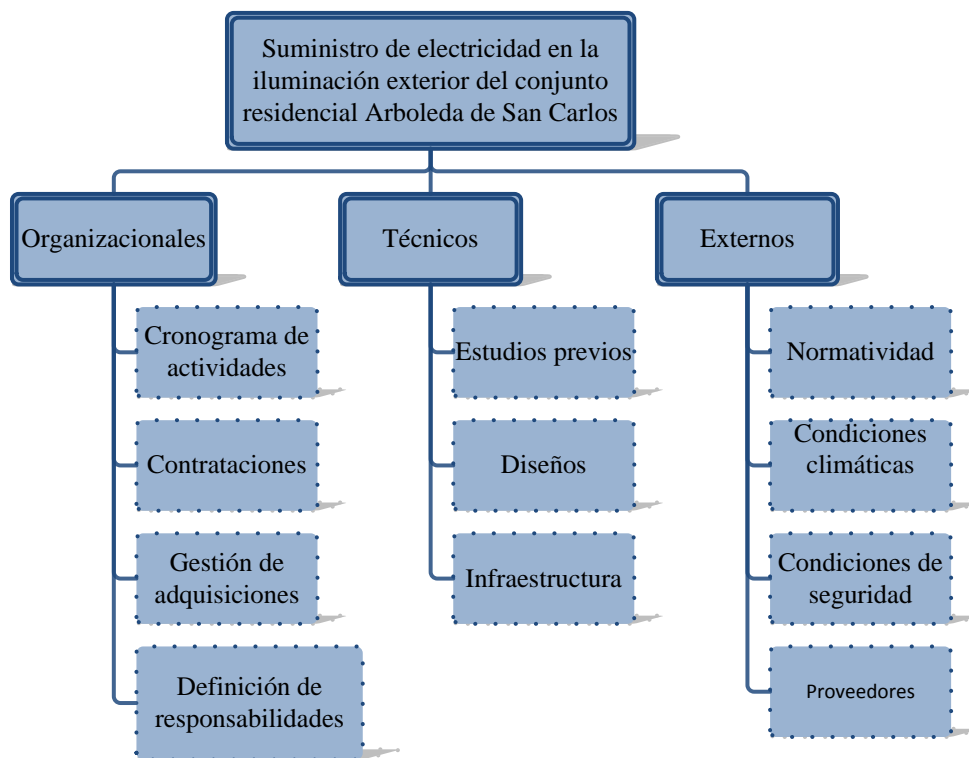
La reserva para contingencias y la reserva de gestión se establecen en un 10% y 5% respectivamente, del costo total del proyecto, estos serán asumidos por la administración del conjunto residencial y/o por el contratista, según el origen del riesgo.

CALENDARIO:

La gestión de los riesgos del proyecto, tendrá un seguimiento diario, semanal, quincenal o mensual, según sea la categorización de los mismos. Debido a las solicitudes realizadas pueden afectar el cronograma de tal forma que se dé prioridad a la reparación, modificación y mejoramiento de los planes de acción, según sean

aprobadas por el director del proyecto y planificadas por el equipo del proyecto.

CATEGORÍAS DE RIESGO:



Estructura de Desglose de Riesgos (RBS)

DEFINICIONES DE LA PROBABILIDAD E IMPACTO DE LOS RIESGOS

• **Definiciones de probabilidad**

NIVEL	CRITERIO	DESCRIPCIÓN DETALLADA
1	Raro o impredecible	La probabilidad de ocurrencia es muy rara o escasa
2	Improbable	Ocurre excepcionalmente
3	Ocasional o medianamente probable	Ocurre con cierta frecuencia
4	Es probable	Probablemente ocurre en la mayoría de las circunstancias
5	Frecuente - Casi siempre ocurre	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias

• **Definiciones de impacto**

NIVEL	CRITERIO	DESCRIPCIÓN DETALLADA
1	Muy bajo	Si el hecho llega a presentarse, tendría consecuencias o efectos mínimos sobre el proyecto.
2	Bajo	Si el hecho llega a presentarse, tendría bajo impacto o efecto sobre el proyecto.
3	Medio	Si el hecho llega a presentarse, tendría medianas consecuencias o efectos sobre el proyecto.
4	Alto	Si el hecho llega a presentarse, tendría altas consecuencias o efectos sobre el proyecto.

5	Muy alto	Si el hecho llega a presentarse, tendría catastróficas consecuencias o efectos sobre el proyecto.
REVISIÓN DE LAS TOLERANCIAS DE LOS INTERESADOS		
<p>Teniendo en cuenta la matriz de probabilidad e impacto, y a su vez, el seguimiento que se realiza del gasto evidenciado de las reservas de contingencia y de gestión, en común acuerdo con los interesados, llegado el caso de que los riesgos de mayor impacto así lo requieran, la administración del conjunto asumirá una responsabilidad siempre y cuando el origen de riesgo sea por parte de factores propios del conjunto; sin embargo, si el origen es ligado a los riesgos mencionados anteriormente, se estudiará la posibilidad de reducir la utilidad del proyecto hasta en un 3%, si el presupuesto estimado se ve afectado. De igual manera, ante un posible retraso de las obras por parte de estos riesgos, el cronograma podrá verse afectado como máximo en un 10% de la duración total del proyecto.</p>		
FORMATOS DE LOS INFORMES		
<p>Los resultados del proceso de Gestión de los Riesgos se evidencian y documentan en los diferentes formatos creados para tal fin, entre los cuales están:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registro de Riesgos • Actas de reuniones • Solicitudes de cambio • Informes de desempeño • Actualizaciones de los documentos del proyecto como del mismo Plan de Gestión de Riesgos del proyecto. 		
SEGUIMIENTO		
<p>Para realizar el seguimiento del Proceso de Gestión de los Riesgos, el Director del proyecto será el encargado de verificar mediante la documentación correspondiente, la reevaluación de los riesgos según las asignaciones acordadas o la reestructuración de estrategias, con miras a reducir los impactos negativos o potenciar los positivos. Este seguimiento se desarrollará conforme avanza el proyecto y se basará en las reuniones periódicas y encuestas extemporáneas que se realicen a una parte o todos los interesados del proyecto.</p>		

Fuente: propia.

12. ADQUISICIONES

12.1. Plan de gestión de adquisiciones

El proyecto se trabajará en cuatro fases que son:

- a. Estudios técnicos y recopilación de la información
- b. Desarrollo de la ingeniería detallada del proyecto
- c. Presentación del diseño
- d. Entrega

Luego de describir las fases del proyecto, con base en ellas se trabajará la gestión de adquisición de productos y servicios necesarios para su ejecución. Toda esta gestión se realizará a través de los siguientes procesos una vez se haya aprobado el presupuesto:

- a. Planificar las compras y adquisiciones: Esta parte debe ir de la mano con la planeación de cada una de las fases en las cuales se desarrollará el proyecto. En ella se aclaran las compras, como y cuando hacerlas. Para ello es necesario tener en cuenta los desembolsos o anticipos del proyecto.
- b. Planificar la contratación: En este proceso se documentan los requisitos de los productos o servicios y se identifican los posibles vendedores.
- c. Administrar el contrato y gestionar el trato entre el administrador del conjunto y vendedor. Para ello se requiere trabajar un proceso adicional que es el de interventoría del proceso el cual debe estar presente durante toda la ejecución del contrato.
- d. Entrega del proyecto: comprobar y aprobar cada fase del proyecto, para lo cual es necesario validar los resultados y entregables por cada fase planeada.

La adquisición de los materiales e implementos para el proyecto se realizará con la firma del contrato de adjudicación del proyecto y hasta una semana después de haber terminado la ingeniería de detalle de acuerdo como lo muestra el cronograma.

12.2. Herramientas y técnicas

12.2.1. Determinar el Tipo de Contrato:

Este punto es sumamente importante al momento de realizar la adquisición de los materiales, no obstante en este proyecto se tendrán en cuenta los contratos de precio fijo, y

los contratos por tiempo y materiales). Sin embargo, dependerá específicamente de las ofertas de los vendedores, toda vez que sean en beneficio del proyecto.

12.2.2. Juicio de Expertos:

Se busca afianzar los criterios de evaluación en la selección de las ofertas de los vendedores, por consiguiente los expertos en este tema son esenciales a la hora de establecerlos garantizando así la adquisición más recomendable.

12.2.3. Investigación del mercado:

Se realiza un estudio previo del mercado con el objetivo de identificar a vendedores particulares y verificar las capacidades que muestra la industria contemplando todos los requerimientos de compra de materiales y demás que son fundamentales para la ejecución del proyecto.

12.2.4. Reuniones:

Se efectúan con el fin de gestionar una reciprocidad de la información con otros administradores de conjuntos residenciales, potenciando así la posibilidad de adquirir datos específicos que permiten exponer una estrategia más acorde para las adquisiciones.

12.3. Salidas

Para el desarrollo del proyecto y para facilidad de mismo es de gran importancia la utilización de nubes virtuales en las cuales se puede almacenar gran parte si no toda la información del desarrollo del proyecto esto con el fin de tener la información a la mano y en cualquier lugar que se requiera según sea la necesidad.

La empresa contará con correos de tipo empresarial que serán dispuestos para todo el personal profesional que lo requiera como lo son:

- Ingenieros Electricistas
- Tecnicos o tecnólogos en electricidad
- Inspectores de Seguridad y Salud en el trabajo
- Proveedores
- Director del proyecto
- Diseñador
- Analista
- Contador

Mediante estos correos empresariales se puede llevar acabo el manejo de la información como planos, comités, información de interés y propuesta de los diferentes proveedores.

Mediante el correo se puede llevar a cabo el estudio y análisis de las múltiples propuestas de precios y productos de los diferentes proveedores de insumos requeridos.

Obviamente que para poder hacer uso de la nube virtual y los diferentes correos es necesario que la empresa cuente con planes de internet al alcance del personal que se encuentra participando en el desarrollo del proyecto.

Se usará la nube la hoja de cálculo Google Docs mediante esta herramienta se procederá a llevar cálculos y análisis de precios de los diferentes Proveedores al igual que es una plataforma en la cual los Proveedores también pueden subir y dejar sus diferentes propuestas de mercado a ofrecer debido a que además que se cuenta con un editor también cuenta con hojas de cálculo.

También se creara una cuenta en Dropbox con la cual los proveedores podrán verificar la respuesta del Ingeniero de proyectos y el departamento de compras sin necesidad de enviar y correo electrónico y dejar evidencia de lo hablado entre las dos partes.

Mediante la aplicación SugarCRM se procederá a organizar y estudiar las diferentes propuestas de los diferentes interesados a ser proveedores del proyecto ya que esta aplicación nos ofrece una base de datos donde podemos realizar marketing.

Mediante el programa de contabilidad Cuentica se maneja en la nube toda la información de facturación de los diferentes suministros despachados por los diferentes proveedores con este se tendrá la información a la mano y en forma organizada.

En la búsqueda de los proveedores y nuevos clientes, se utilizaran herramientas que nos proporcionan las redes sociales como LinkedIn por medio de esta podemos tener acceso a información de la empresa que nos va a proveer algún tipo de mercancía o insumo, investigando la empresa por medio de esta red social podemos saber en qué otros proyectos está relacionado el proveedor o qué tipo de proyectos brinda sus suministros.

También hay que tener en cuenta que los teléfonos móviles de hoy en día son una herramienta muy útil y cuenta con una serie de aplicaciones que nos son de gran ayuda en muchos casos hasta para cerrar un contrato todo esto es posible si el teléfono móvil cuenta con acceso a internet para poderle dar al celular el 100% del potencial para lo cual están siendo diseñados.

Mediante estos equipos se maneja gran parte del proceso del proyecto se dotaran con herramientas como whatsapp que hoy en día es una de las redes sociales más usadas la cual cuenta con varias herramientas hasta nos da la posibilidad de grabar algún tipo de videos y

enviarlo o Skype que nos da la posibilidad de realizar videoconferencia con nuestros proveedores.

Una vez escogidos los diferentes proveedores con los que pensamos trabajar procederemos a incorporar su información en un CRM de esta forma vasta dar clic y obtener toda la información deseada ya almacenada y lista para ser vista.

Las personas que tendrán acceso a esta información será el departamento de contabilidad, compras, Director del proyecto al igual que el ingeniero de encargado del desarrollo del proyecto con esto se puede tener un control total del movimiento del insumo requerido.

13. INTERESADOS - STAKEHOLDERS

A continuación, se registrarán los Stakeholders implicados en el proyecto, teniendo en cuenta los requerimientos, expectativas, el grado de influencia de cada uno.

La Administración del Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos quien quiere incentivar entre los conjuntos del sector regidos por el reglamento de propiedad horizontal la reducción del consumo de energía eléctrica mediante la generación de energía a través de paneles solares.

Los propietarios y/o residentes del conjunto, puesto que sus finanzas se verán afectadas directamente, primero al tener que aportar una cuota extra ordinaria en caso de requerirse y segundo viendo el ahorro en el valor del servicio de energía eléctrica, lo cual puede representar disminución de la cuota de administración.

Los proveedores de los paneles solares y de los demás equipos, pues tienen como objetivo lograr la venta de sus productos y ser reconocidos en el mercado de generación de energía a través de paneles solares y de iluminación con tecnología LED

El personal especializado para realizar tanto el montaje, como las pruebas necesarias y efectuar la puesta en servicio del proyecto completo dentro del área establecida para la iluminación perimetral.

14. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

La administración del conjunto como representante legal del conjunto encargado de velar por las necesidades de los residentes y/o propietarios del conjunto al que va dirigido el proyecto, tiene que asegurar que no existirá ningún inconveniente de tipo jurídico que entorpezca su desarrollo o demore su elaboración, entre los principales criterios que debe seguir son:

- Agilidad en el desembolso del presupuesto para iniciar y cumplir con el cronograma presentado.
- Garantizar seguridad, al personal que realizará las labores necesarias como a los materiales que se dejen en el lugar designado por la administración dentro del conjunto.
- La administración del conjunto actuará en nombre propio o dispondrá de un encargado del consejo de administración en calidad de veedor, quien auditará el cronograma y los trabajos realizados.

- Se tendrá en cuenta el conducto regular para ir gestionando los cambios y presentarlos ante los interesados teniendo en cuenta sus riesgos en el desarrollo del proyecto
- El control financiero será de acuerdo a lo presupuestado. No debe haber cambios considerables, sin embargo, se están entregando informes de lo ejecutado.
- Cualquier incidente que afecte el desarrollo del proyecto, será reportado y tratado dependiendo de lo que pueda generar al proyecto, y de ser necesario se ajustará el proyecto a la nueva situación.
- Manual del empleado, e implementos de seguridad, junto con sus indicaciones, indicación de los peligros en el trabajo y como tratarlo. Y formato en caso de algún accidente para pasar el debido reporte a los superiores con el fin de evitarlo en el futuro.
- Sólo se puede modificar el cronograma del proyecto, Figura 7, a través de procedimientos formales de control de cambios descritos en el numeral 4.5.2.1 de este documento.
- De igual forma, el costo de ejecución del proyecto (Figura 8), solo se puede modificar a través de procedimientos formales de control de cambios descritos en el numeral 4.5.2.1 de este documento.

CONCLUSIONES

El Conjunto Residencial Arboleda de San Carlos quiere hacer una inversión para optimizar sus recursos y disminuir el consumo y el valor a pagar en el servicio de energía eléctrica,

razón por la cual se planteó cambiar la iluminación exterior del conjunto a tecnología led e implementar paneles fotovoltaicos para generar su propia energía eléctrica.

El administrador del Conjunto no tiene reparo alguno al presentar la información correspondiente de luminarias existentes, tecnología actual y consumos de energía del alumbrado exterior del conjunto para poder realizar los estudios pertinentes y realizar el diseño.

Con la información entregada, se puede dimensionar qué paneles se pueden usar, el tamaño y la ubicación para poder hacer el cálculo de la energía eléctrica que se podrá producir con esta tecnología.

Cómo las luminarias actuales son lámparas de mercurio y sodio, el cambio es notorio, pues pasaría un consumo en iluminación de las zonas comunes de 1.800 KWh a 900 KWh y una reducción de costos en el servicio de energía eléctrica de \$750.000.

El proyecto es muy rentable, puesto que si el ahorro por mes en el servicio de energía eléctrica es de \$750.000, en un año sería un ahorro de \$9.000.000, el retorno de la inversión lo veremos en 2,83 años, lo cual es buenísimo para los residentes del conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, J. (s.f.). *Arisa Maquinarias SA*. Obtenido de <http://www.arisa.com.mx/plantas.html>.

Arisa Maquinaria S.A. (s.f.). *Generadores eléctricos fotovoltaicos*. Obtenido de <http://www.arisa.com.mx/plantas.html>

Barco Jimenez, J. (2014). *unidad de planeación minero energética*. Recuperado el 23 de 05 de 2017, de unidad de planeación minero energética: www.upme.gov.co

Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG. (8 de abril de 2014). *Radicado S-2014-001657*. Obtenido de [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/4cc22458dd96408005256eef006e84eb/e62f39d365723b2a05257d9c005082a1/\\$FILE/E2014001911-S2014001657.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/4cc22458dd96408005256eef006e84eb/e62f39d365723b2a05257d9c005082a1/$FILE/E2014001911-S2014001657.pdf)

Congreso de Colombia. (22 de diciembre de 1993). *Ley 99 de 1993*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Congreso de Colombia. (27 de octubre de 1994). *Ley 164 de 1994*. Obtenido de Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático: http://www.ideam.gov.co/documents/24024/26915/C_Users_JGomez_Documents_LEY+164+DE+1994.pdf/85833e1c-6ceb-4554-bce5-21e433329019

Congreso de Colombia. (3 de Octubre de 2001). *Ley 697 de 2001*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4449>

Congreso de Colombia. (27 de diciembre de 2002). *Ley 788 de 2002*. Obtenido de Diario Oficial No. 45.046: <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/Indice01/Leyes-2002-Ley788-2002>

Congreso de Colombia. (13 de Mayo de 2014). *Ley 1715*. Obtenido de <http://www.fedebiocombustibles.com/files/1715.pdf>

Congreso de la República de Colombia. (8 de febrero de 1994). *Ley 115 de 1994 - Ley general de educación*. Obtenido de https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

CONGRESO, C. (13 de 05 de 2014). *Unidad de planeación minero energético*.

Recuperado el 23 de 05 de 2017, de Unidad de planeación minero energético:

www.upme.gov.co

CREG. (2017). *comision de regulacion de energia y gas*. Recuperado el 23 de 05 de 2017,

de comision de regulacion de energia y gas: <http://www.creg.gov.co>

Energiza. (Octubre de 2013). *Energía fotovoltaica*. Recuperado el 27 de 03 de 2017, de

<http://www.energiza.org/Numeros/Energiza-Octubre-2013.pdf>

Energiza. (10 de 2013). *Energiza*. Recuperado el 27 de 03 de 2017, de

[http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/625-efecto-](http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/625-efecto-fotoelectrico-e-instalaciones-fotovoltaicas)

[fotoelectrico-e-instalaciones-fotovoltaicas](http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/625-efecto-fotoelectrico-e-instalaciones-fotovoltaicas)

es.wikipedia.org. (2012). *es.wikipedia.org*. Recuperado el 27 de 03 de 2017, de

es.wikipedia.org: [https://es.wikipedia.org/wiki/Oiba#/media/File:Colombia_-](https://es.wikipedia.org/wiki/Oiba#/media/File:Colombia_-_Santander_-_Oiba.svg)

[_Santander_-_Oiba.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Oiba#/media/File:Colombia_-_Santander_-_Oiba.svg)

Google Maps. (2017). *Google Maps*. Recuperado el 17 de 03 de 2017, de Google Maps :

[https://www.google.com/maps/place/Conjunto+Residencial+Arboleda+De+San+Ca](https://www.google.com/maps/place/Conjunto+Residencial+Arboleda+De+San+Carlos/@4.5701719,-74.1077192,17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x29ea82c89bde6207!8m2!3d4.5697013!4d-74.1056807)

[rlos/@4.5701719,-](https://www.google.com/maps/place/Conjunto+Residencial+Arboleda+De+San+Carlos/@4.5701719,-74.1077192,17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x29ea82c89bde6207!8m2!3d4.5697013!4d-74.1056807)

[74.1077192,17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x29ea82c89bde6207!8m2!3d4.5697013!4](https://www.google.com/maps/place/Conjunto+Residencial+Arboleda+De+San+Carlos/@4.5701719,-74.1077192,17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x29ea82c89bde6207!8m2!3d4.5697013!4d-74.1056807)

[d-74.1056807](https://www.google.com/maps/place/Conjunto+Residencial+Arboleda+De+San+Carlos/@4.5701719,-74.1077192,17z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x29ea82c89bde6207!8m2!3d4.5697013!4d-74.1056807)

Hernández García, L. (10 de 12 de 2007). Energía, energía fotovoltaica y celdas solares de

alta eficiencia. *Revista digital universitaria*, 8, 8. Recuperado el 04 de 27 de 2017,

de http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art89/Dic_art89.pdf

Higuera, J. M. (10 de 07 de 2013). *www.portafolio.co. Portafolio*, 1. Recuperado el 27 de 03 de 2017, de www.portafolio.co:
<http://www.portafolio.co/economia/finanzas/alumbrado-publico-solar-llego-colombia-79616>

ICONTEC. (03 de Octubre de 1990). *NTC 2774 - Energía solar. Evaluación de materiales aislantes térmicos empleados en colectores solares*. (ICONTEC, Ed.) Obtenido de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC2774.pdf>

ICONTEC. (24 de Junio de 1998). *NTC 4405 - Eficiencia energética. Evaluación de la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos y sus componentes*. Obtenido de http://www.academia.edu/23212238/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_4405_EFICIENCIA_ENERG%C3%89TICA._EVALUACI%C3%93N_DE_LA_EFICIENCIA_DE_LOS_SISTEMAS_SOLARES_FOTOVOLTAICOS_Y_SUS_COMPONENTES

ICONTEC. (24 de Agosto de 2005). *NTC 1736 - Energía solar. Definiciones y nomenclatura*. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC1736.pdf>

ICONTEC. (24 de Agosto de 2005). *NTC 2775 - Energía solar fotovoltaica. Terminología y definiciones*. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC2775.pdf>

ICONTEC. (30 de Noviembre de 2011). *NTC-ISO 50001 - Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso*. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC-ISO50001.pdf>

Juarez Martínez, F. H. (2012). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado el 27 de 03 de 2017, de Universidad Nacional Autónoma de México:
<http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/biblioteca/tesis/399.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (14 de Abril de 2003).
Resolución No. 0447. Obtenido de <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Resolucion-0447-de-2003.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Departamento Nacional de Planeación. (25 de agosto de 2003). *Estrategia institucional para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2003/Conpes_3242_2003.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (1 de Junio de 2010). *Resolución No. 18-0919*. Obtenido de <http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/919.pdf>

officeformats. (19 de 10 de 2012). *officeformats Un mundo de Formatos y Plantillas*. Obtenido de <http://www.officeformats.com/2012/10/formato-acta-reunion-de-trabajo/>

Prado Mora, C. R. (07 de 2008). *rftorrent*. Obtenido de <http://www.rftorrent.com>

proyectos.ingenotas.com. (s.f.). *proyectos.ingenotas.com*. Recuperado el 17 de 11 de 2016, de [proyectos.ingenotas.com: http://proyectos.ingenotas.com/](http://proyectos.ingenotas.com/)

renovables, Asociación de empresas de energías. (s.f.). *www.appa.es*. Recuperado el 27 de 03 de 2017, de [www.appa.es: http://www.appa.es/09fotovoltaica/09que_es.php](http://www.appa.es/09fotovoltaica/09que_es.php)

repositorio.cepal.org. (s.f.). *repositorio.cepal.org*. Recuperado el 17 de 11 de 2016, de
repositorio.cepal.org:

repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es

Research, Navigant;. (2017). *navigant research*. Obtenido de navigant research:

www.navigantresearch.com

santader, E. d. (s.f.). *www.essa.com.co*. Recuperado el 17 de 03 de 2017, de

[www.essa.com.co: http://www.essa.com.co/site/clientes/es-
es/nuestroproductosyservicios/alumbradop%C3%BAblico.aspx](http://www.essa.com.co/site/clientes/es-es/nuestroproductosyservicios/alumbradop%C3%BAblico.aspx)