

**ANALIZAR LA FACTIBILIDAD DE LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y
CAMBIO DE LUMINARIAS DE CONVENCIONALES A TIPO LED EN 4
INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA COMUNA 60 SAN CRISTÓBAL**

Luis Felipe López Valle
Edwin Andrés Mendoza Zapata

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
PRODUCCIÓN Y DISEÑO
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS
MEDELLÍN
2017**

**ANALIZAR LA FACTIBILIDAD DE LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES Y
CAMBIO DE LUMINARIAS DE CONVENCIONALES A TIPO LED EN 4
INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA COMUNA 60 SAN CRISTÓBAL**

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gerente de proyectos

Luis Felipe López Valle
Edwin Andrés Mendoza Zapata

Asesor

Liliana Patricia Restrepo Medina
María Angélica Buriticá Barragán

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
PRODUCCIÓN Y DISEÑO
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS
MEDELLÍN
2017**

Contenido

Contenido	3
1. Resumen Ejecutivo del Proyecto	7
2. Marco Teórico.....	8
2.1 Marco de referencia.....	8
2.2 Marco de antecedentes.....	8
2.2.1 Desarrollo de la energía solar en Colombia	8
2.3 Marco conceptual.	9
3. Justificación	10
3.1 Entorno del proyecto	10
3.2 Análisis de la situación actual.	11
4. Análisis de problemas	13
4.1 Descripción de la situación existente con relación al problema.....	13
4.2 Problema central.....	13
4.3 Magnitud actual del problema – indicadores de línea base	13
4.4 Causas que generan el problema.	14
4.4.1 Directas:	14
4.4.2 Indirectas	14
4.5 Efectos generados por el problema.....	14
4.5.1 Directos:	14
4.5.2 Indirectos	14
4.6 Diagrama de árbol de problemas	16
5. Análisis de involucrados.	17
5.1 Contextualización del análisis a realizar.	17
5.2 Matriz análisis de involucrados.	17

5.3	Población afectada.....	19
5.4	Población Objetivo	19
6.	Análisis de soluciones.....	20
6.1	Descripción de la alternativa.	20
6.2	Localización.....	21
6.3	Aporte a la política pública.....	22
6.4	Análisis del mercado	23
6.5	Objetivo General.....	24
6.6	Objetivos Específicos.	24
6.7	Diagrama árbol de soluciones.....	25
7.	Matriz de Análisis de Riesgos.....	26
8.	Costos de la Alternativa	27
9.	Valoración de Ingresos y Beneficios	31
9.1	Identificación y definición.....	31
9.2	Cuantificación de beneficios.	32
10.	Matriz de Marco Lógico.....	34
11.	Cronograma de ejecución.....	38
12.	Referencias bibliográficas	40

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Instituciones educativas en el corregimiento	12
Tabla 3. Análisis de involucrados	17
Tabla 2. Matrícula por niveles educativos	19
Tabla 4. Lugar de ejecución del proyecto.	21
Tabla 5. Análisis de riesgos.....	26
Tabla 6. Estructura de Desglose de Trabajo.....	27
Tabla 7. Estructura de desglose de trabajo.....	29
Tabla 8. Diferencia en porcentaje con relación a la interconexión municipal y la instalación de los autogeneradores.....	31
Tabla 9. Instituciones Educativas impactadas.....	33
Tabla 10. Porcentaje de habitantes beneficiados.....	33
Tabla 11. Matriz de marco lógico	34
Tabla 12. Cronograma de actividades mes 1 al 12.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de población	11
Figura 2. Análisis de participación.....	15
Figura 3. Diagrama árbol de problemas	16
Figura 4. Diagrama de instalación de paneles solares.....	21
Figura 5. Ubicación en mapa de la zona de instalación.	22
Figura 6. Diagrama árbol de soluciones.....	25
Figura 7. Eficiencia en horas de acuerdo al tipo de luminaria	32

1. Resumen Ejecutivo del Proyecto

El presente proyecto constituye el Estudio de Factibilidad del uso de energía renovable en 4 Instituciones Educativas de la Comuna 60 San Cristóbal, como alternativa en la disminución de los altos costos de la energía y un uso eficiente del presupuesto destinado para su funcionamiento, las energías renovables, acompañadas del cambio de luminarias en determinadas zonas de las instituciones permitirá tener un tasa de retorno de la inversión acelerada, representada en el ahorro en los costos de la energía, además de 32.846 kg (85 %) en co2 aproximadamente, \$ 15.817.576,32 en los costos de la energía total y \$ 3.691.394 en el ciclo de vida de los productos para el caso del cambio de luminarias, teniendo en cuenta que la luminaria convencional tiene un ciclo de vida de 7 meses aproximadamente y las luminarias tipo LED elegidas para el proyecto tiene un ciclo de vida de 4 años 9 meses.

2. Marco Teórico.

2.1 Marco de referencia.

El principal consumo que influye en los costos de la energía eléctrica en una edificación es su iluminación, por tanto, el solo hecho de cambiar sus bombillas de incandescentes a ahorradoras permite tener un ahorro del 75% sobre el valor total aproximado, además de la disminución del impacto ambiental, dado que esto permitiría que las termoeléctricas dejen de usar millones de toneladas de carbón, lo que representaría una cantidad considerable de toneladas de dióxido de carbono que se dejarían de emitir a la atmósfera, el cual es uno de los principales gases causantes del efecto invernadero. De esta forma dejaríamos de contribuir al calentamiento global y a las inundaciones cada vez más frecuentes en todo el planeta, (UPME, 2007) .

El efecto fotovoltaico; convierte la energía luminosa que transportan los fotones de luz, en energía eléctrica capaz de impulsar protones del material semiconductor a través de un circuito exterior, la luz del sol está compuesta por fotones, correspondientes a las diferentes longitudes del espectro solar, al conjunto de células interconectadas se le conoce con el nombre de panel solar o módulo fotovoltaico.

2.2 Marco de antecedentes.

2.2.1 Desarrollo de la energía solar en Colombia

Las aplicaciones térmicas en Colombia datan de mediados del siglo pasado, cuando en Santa Marta fueron instalados en las casas de los empleados de las bananeras, más tarde se realizaron instalaciones de calentadores doméstico por la Universidad Industrial de Santander, con el fin de estudiar su comportamiento, muchos de estos desarrollos se llevaron a cabo hacia mediados de los 80, tiempo en el cual se instalaron masivamente calentadores en las urbanizaciones de Medellín, hacia finales de los 80 el programa PRESENCA, introdujo calentadores solares en la

costa atlántica y desarrollaron un campo experimental en Turipaná México, lo cual permitió dar origen a las normas ICONTEC en este campo. La generación de electricidad con energía solar ha estado principalmente dirigida al sector rural en donde los altos costos de la energía, como el precio de los combustibles y el mantenimiento en zonas remotas, hacen que la energía solar resulte más confiable y económica en el largo plazo, entre 1985 y 1994 se importaron 48.499 módulos solares, de los cuales 21238 tenían una potencia de 843,6 kW en proyectos de telecomunicaciones y 20829 módulos con 953.5 kWp en electrificación rural, (Rodríguez , 2009).

2.3 Marco conceptual.

- **Energías Alternativas:** Las energías alternativas son aquellas fuentes de energía diferentes de las tradicionales o clásicas. No existe una definición consensuada al respecto de qué tecnologías forman parte de este concepto. Para algunos expertos, las energías alternativas serían equivalentes a las energías sostenibles, mientras que otras definiciones más amplias consideran como energías alternativas a todas las fuentes de energía que no implican la quema de combustibles fósiles. En esta definición además de las energías sostenibles estaría incluida también la energía nuclear, (Energiasae, s.f).
- **PRESENCA:** Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica
- **Energías Renovables:** Es toda aquella que se puede renovar, restablecer, recuperar por sí sola, este tipo de energía se obtiene a partir de fuentes virtualmente inagotables como lo es la energía solar, eólica, geotérmica, energías verdes, (Portafolio, 2016).
- **Luz Emitida:** es una medida de toda la energía en forma de luz producida y entregada por una bombilla. Un salón tendrá un aspecto más iluminado cuando colocamos una bombilla con mayor emisión de luz que cuando colocamos una bombilla con poca luz emitida. La unidad de medida utilizada es el lúmen (se simboliza lm). A medida que los lúmenes de una bombilla aumenten entregará más luz, (UPME, 2007).

3. Justificación

3.1 Entorno del proyecto

El corregimiento San Cristóbal, como parte del área rural de Medellín, está localizado en la Zona Centro Occidente del Municipio de Medellín, y se encuentra dividido administrativamente por la cabecera urbana en 17 veredas, con una extensión de 49.5 km², el 97% del municipio es área rural y un 3% es área urbana, se configura como un territorio estratégico desde la dimensión ambiental, dado que contribuye con la contención de la expansión urbana, la conservación del agua, la protección del suelo y las coberturas especialmente boscosas.

Su población al año 2013, se encuentra como aparece en la figura 1, determinando así que la población beneficiaria del proyecto estaría orientada a la pirámide poblacional entre los 0 a los 19 años, teniendo en cuenta que estos serían los que se encuentren en edad escolar, entre 10 a 19 años son 14414 con un porcentaje de 20.1% y la primera infancia 0 a 5 años son 5589 con un porcentaje de 7.8% y de 5 a 9 años son 5546 equivalente al 7.7%.

PERSONAS		HOMBRES		MUJERES	
Total	71.518	Total	34.381	Total	37.137
%	2.96	%	3.02	%	2.90
Menor de 1	1.241	Menor de 1	631	Menor de 1	610
1	1.155	1	585	1	570
2	1.094	2	552	2	542
3	1.057	3	532	3	525
4	1.042	4	524	4	518
5 a 9	5.546	5 a 9	2.809	5 a 9	2.737
10 a 14	7.401	10 a 14	3.814	10 a 14	3.587
15 a 19	7.013	15 a 19	3.504	15 a 19	3.509

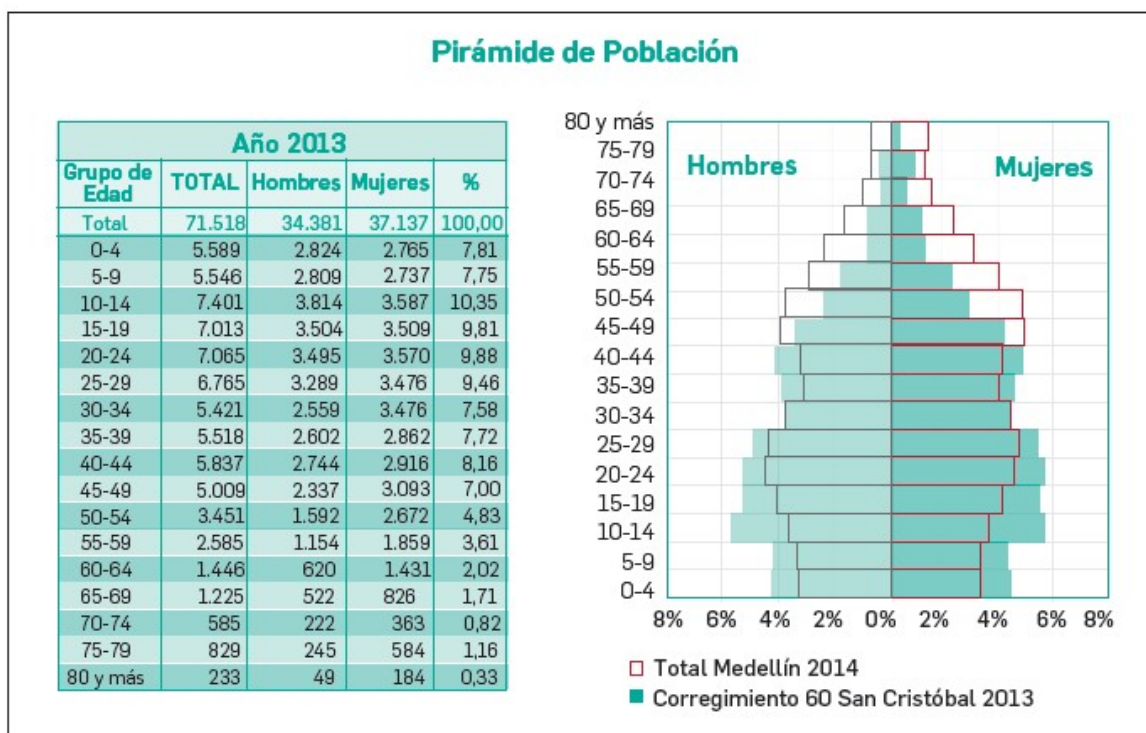


Figura 1. Pirámide de población

Fuente: Plan de Desarrollo Local: Corregimiento San Cristóbal

3.2 Análisis de la situación actual.

La creciente demanda de las necesidades sociales a nivel global, impulsada por los hábitos de vida y la forma en la que se organizan las regiones ha llevado al crecimiento paralelo de la industria y con ello al creciente aumento del consumo de energía, (Umbarila , Alfonso, & Rivera , 2015), el petróleo lidera la fuente energética primaria con una participación del 32 % en el consumo global (AIE, 2015), paralelo a la demanda surge la necesidad de mitigar su impacto, en los cuáles a través del cambio de luminarias y la instalación de paneles solares, se busque no solo generar conciencia sobre el Uso Eficiente de la Energía, sino de generar un verdadero impacto en el medio ambiente y en los costos de energía mensuales para las Instituciones Educativas.

Actualmente el corregimiento cuenta con 14 instituciones educativas registradas por Sapiencia, de las cuales 9 son oficiales, 3 son oficiales y dos funcionan por cobertura, como se observa en la siguiente tabla

Tabla 1. Instituciones educativas en el corregimiento

INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TIPO INSTITUCIÓN	VEREDA
Centro Educativo Pedregal Bajo	Oficial	Área De Expansión Pajarito
Sección Escuela Juan Nepomuceno Morales	Oficial	Cabecera Urbana Corregimiento San Cristóbal
Centro Educativo El Patio	Oficial	El Patio
Centro Educativo Travesías El Morro	Oficial	Travesías
Centro Educativo Fabio Zuluaga Orozco	Oficial	La Palma
Centro Educativo Pedregal Alto	Oficial	Pedregal Alto
Centro Educativo Boquerón	Oficial	Boquerón
Centro Educativo El Yolombo	Oficial	Yolombo
Centro Educativo San José De La Montana	Oficial	San José De La Montana
Centro Educativo Integral Bucarely	No Oficial	Cabecera Urbana Corregimiento San Cristóbal
Corporación CIER	Cobertura	Vereda El Carmelo
Escuela Popular Eucarística Santa Ángela	Cobertura	El Carmelo
Centro Educativo Amaranto	No Oficial	Cabecera Urbana Corregimiento San Cristóbal
Centro Educativo Integral Campestre Senderos De Paz	No Oficial	Cabecera Urbana Corregimiento San Cristóbal

Fuente. Directorio de Instituciones Educativas, Sapiencia, Alcaldía de Medellín.

4. Análisis de problemas

4.1 Descripción de la situación existente con relación al problema.

El presupuesto asignado para las Instituciones Educativas oficiales se encuentra discriminado en la adquisición de materiales y suministros y el mantenimiento de la planta física, entre otros, los cuáles para el año lectivo deberán suministrarse por cada institución, se encontró que de las 9 instituciones oficiales reportadas por Sapiencia, ninguna de ellas cuenta con el uso de energías renovables, lo que hace que el 60% de su presupuesto sea utilizado en el pago de los servicios públicos necesarios para sostener la institución, involucrando de esta manera a gran parte de la población, dado que al tener que destinar su presupuesto al mantenimiento de la planta física, se limita la consecución de materiales y suministros que permitirían tener una mejor calidad en la educación y un destino más eficiente de los recursos en general.

4.2 Problema central.

El problema central en las Instituciones Educativas de la Comuna 60, son los elevados costos de la energía eléctrica, determinado por el no uso de energías alternativas, lo que conlleva a una mala distribución del presupuesto destinado para el año lectivo en educación otorgado a las mismas.

4.3 Magnitud actual del problema – indicadores de línea base

El corregimiento se encuentra actualmente como polo de expansión urbana, por lo tanto se encuentra en un crecimiento poblacional acelerado, lo que desborda la capacidad de la oferta educativa para 2014 la cobertura oficial en educación en el corregimiento fue de 12.491 personas en edad escolar y de 808 para la educación privada, esto incide directamente en el incremento en el uso de la energía y en los elevados costos de la misma para dichas instituciones, el no uso de energías alternativas hace que las poblaciones aledañas hagan uso del contrabando para poder

contar con el servicio de energía, teniendo en cuenta que esta se necesita con alta demanda, gracias a las actividades de cultivo en invernaderos y cultivos de flores.

La implementación de energías renovables, permite generar una cultura en el Uso Eficiente de la Energía, a la vez que es un llamado de alerta con relación a las múltiples opciones que se tienen para su generación e implementación en la población.

4.4 Causas que generan el problema.

4.4.1 Directas:

- Poco conocimiento del uso de energías renovables
- Escasa tecnología
- Ausencia de infraestructura orientada al uso de energías renovables.

4.4.2 Indirectas

- Aumento de las emisiones de dióxido de carbono por el mal uso de la energía eléctrica
- Mala distribución del presupuesto destinado para las instituciones educativas

4.5 Efectos generados por el problema.

4.5.1 Directos:

- Uso ineficiente de la energía eléctrica
- Deserción escolar
- Contrabando de energía
- Contaminación ambiental

4.5.2 Indirectos

- Agotamiento de los recursos energéticos

- Dependencia energética a energías convencionales
- Nivel bajo de cultura en el URE

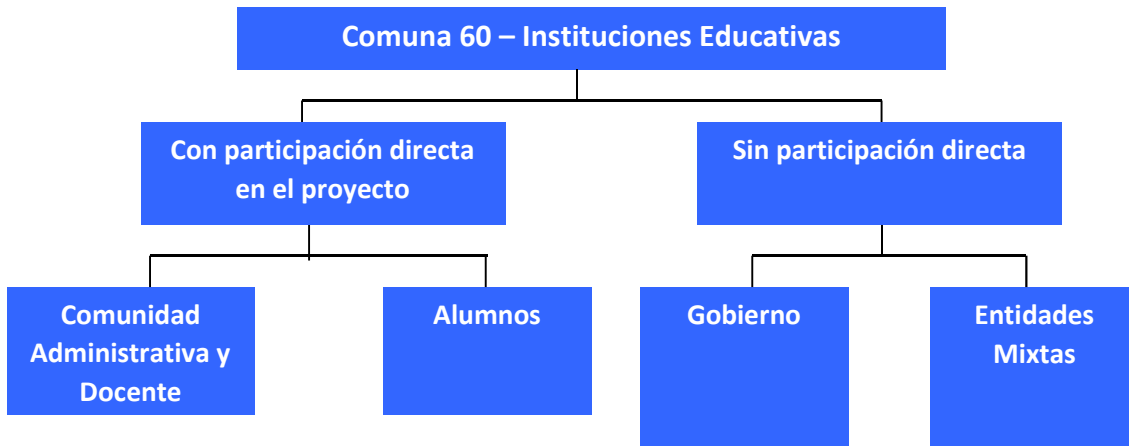


Figura 2. Análisis de participación

4.6 Diagrama de árbol de problemas

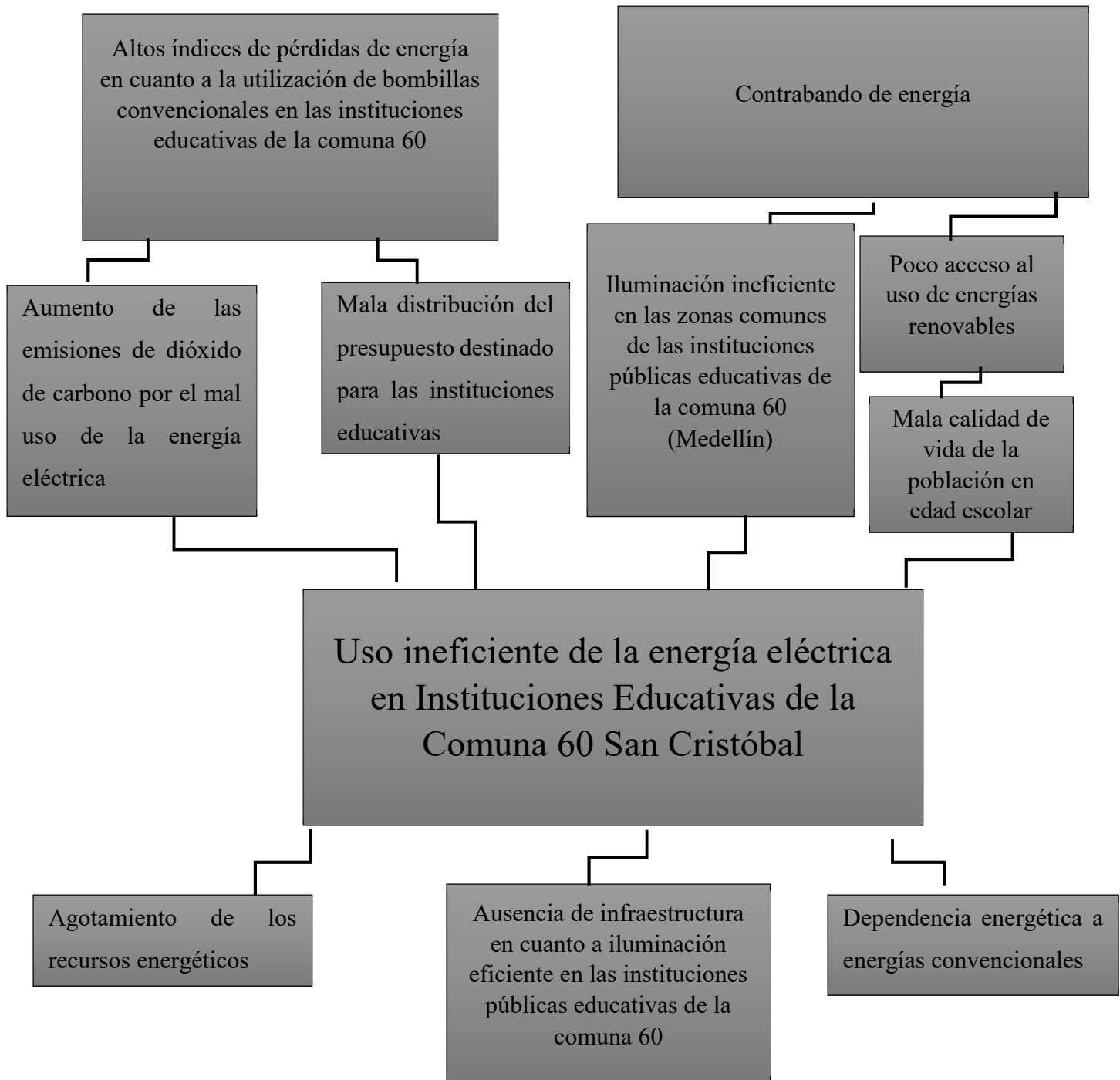


Figura 3. Diagrama árbol de problemas

5. Análisis de involucrados.

5.1 Contextualización del análisis a realizar.

El proyecto de instalación de paneles solares de energía y el reabastecimiento de cambio de luminarias de convencionales a tipo LED, es un proyecto que tiene un enfoque en el mejoramiento de las condiciones de vida de la población estudiantil de la comunidad perteneciente a la Comuna 60, con el fin de permitir que los recursos asignados en el presupuesto de funcionamiento de las mismas sea utilizado de manera eficiente, por lo anterior y en aras de analizar su factibilidad, se realiza un análisis detallado de la población objetivo, y de este modo se determina que la población piloto en su implementación son 4 instituciones educativas ubicadas en los sectores más apartados del corregimiento.

5.2 Matriz análisis de involucrados.

Tabla 2. Análisis de involucrados

INVOLUCRADOS	PROBLEMÁTICA	INTERÉS	RECURSOS
Alcaldía de Medellín	Altos índices de contaminación atmosférica.	Disminuir los índices de Contaminación atmosférica.	Recursos económicos para la financiación del proyecto
	Mal uso del presupuesto asignado	Otorgar alternativas en el uso eficiente de la energía	Incentivos a buenas prácticas de uso eficiente y racional de la energía. Cambio de luminarias convencionales por LED

INVOLUCRADOS	PROBLEMÁTICA	INTERÉS	RECURSOS
Departamento de Antioquia	Agotamiento de los recursos energéticos	Disminuir la dependencia a la energía convencional	Recursos económicos para financiación del Proyecto.
			*Acompañamiento en la estrategia de comunicación en la implementación del proyecto
			Recurso técnico para la evaluación de la contaminación atmosférica de municipio.
Secretaria de medio Ambiente	Altos índices de contaminación atmosférica en el municipio	Mitigar el impacto ambiental por el uso de energía convencional	Personal técnico recolección y Suministro de información. Directrices para el uso de energías limpias, Eficientes y sostenibles.
Empresas públicas de Medellín	Bajas condiciones apropiadas de infraestructura para el uso de energías alternativas	Obtener infraestructura y mayor cobertura de población con servicio eléctrico	Estudios de factibilidad técnica y financiera para la implementación de proyectos en energías sostenibles
	Promover el uso de Energías alternativas eficientes.		

Fuente: elaboración propia.

5.3 Población afectada

La población afectada se encuentra distribuida en dos categorías, una de ellas es la planta docente y administrativa que carece de los recursos necesarios en su presupuesto para la implementación de estrategias que permitan hacer un uso eficiente de sus recursos, y por otro lado se encuentra la población en edad escolar, que al carecer de los mismos no puede gozar de la calidad necesaria para su crecimiento, dicha población se encuentra ubicada en el sector veredal del corregimiento en 4 Instituciones educativas.

A continuación se observa la tabla de matrícula por niveles educativos, la cual gracias a la demanda actual por el incremento poblacional se encuentra con falencias en el acceso.

Tabla 3. Matrícula por niveles educativos

EDUCACIÓN INICIAL	TRANSICIÓN	BÁSICA PRIMARIA	BÁSICA SECUNDARIA	EDUCACIÓN MEDIA	TOTAL EDAD ESCOLAR	TOTAL ADULTOS	TOTAL MATRÍCULA
79	913	5.831	4.896	1.547	13.187	483	13.749

5.4 Población Objetivo

Con la implementación del proyecto se busca impactar una población de 5400 personas, ubicadas en 4 de las 14 Instituciones educativas reportadas por Sapiencia, como son el Centro Educativo Fabio Zuluaga Orozco (Primaria, Prescolar y Secundaria), Centro Educativo Sagrado Corazón (Primaria Escuela Nueva), Centro Educativo el Patio (Prescolar y Primaria), ubicados en la zona veredal y en la zona corregimental la Institución Educativa Presbítero Juan José Escobar (Secundaria y Secundaria Adultos)

6. Análisis de soluciones.

6.1 Descripción de la alternativa.

El alto incremento poblacional en la comuna 60 generado por la expansión del sector urbanístico, hacen que el mismo presente un incremento en el uso de la energía, aunado a la falta de cultura en el Uso Eficiente de la misma, lo que evidencia la necesidad de establecer no solo estrategias que mitiguen el impacto causado sino que permitan sentar una base en el uso de alternativas sustentables que disminuyan la brecha ocasionada por su mal uso.

Se realizó una selección de 4 instituciones de las 9 oficiales registradas por Sapiencia, en las cuales a través de la instalación de paneles solares y el cambio de luminarias convencionales a tipo LED en las zonas comunes se busca impactar en el alto incremento de los costos de la energía para su funcionamiento y manutención.

En cada una de ellas se realizará la instalación de paneles solares como aparece en la siguiente figura, los cuales prestarán servicio a la sala de profesores, coordinación, rectoría y auditorios, y en las zonas comunes se realizará el cambio de 40 luminarias convencionales a luminarias tipo LED, lo cual representará un ahorro en el cambio de luminarias para la totalidad del proyecto de 3.691.394 en el ciclo de vida de los productos, 32.846 kg (85 %) en co2 y \$ 15.817.576,32 en los costos de la energía total.

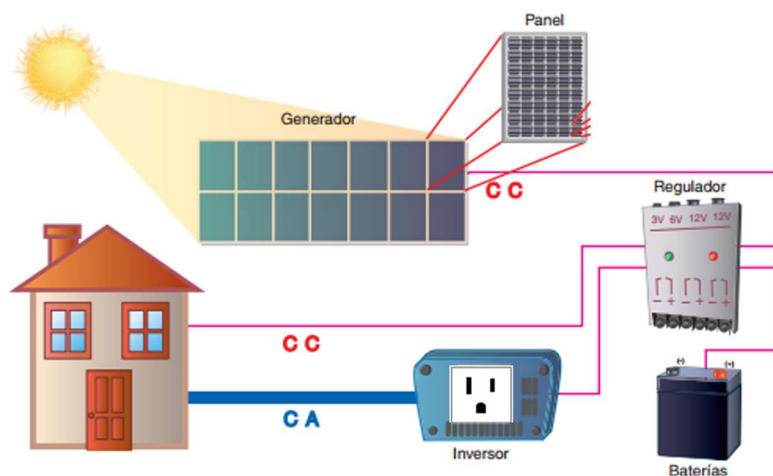


Figura 4. Diagrama de instalación de paneles solares

Fuente: ¿cómo está compuesto un sistema solar fotovoltaico? Obtenido de: <http://www.suncolombia.com/como-esta-compuesto-un-sistema-fotovoltaico/>

6.2 Localización

La localización de la sede del proyecto como tal será ubicada en el Corregimiento de San Cristóbal, el cual limita por el norte con el municipio de Bello, por el oriente con el perímetro urbano de Medellín, por el sur con los corregimientos de Altavista y San Antonio de Prado y por el occidente con el corregimiento de Palmitas. La cabecera del corregimiento se encuentra a 11 kilómetros del centro de la ciudad de Medellín, la cual cuenta con una población de 38877 distribuidos en 1974 hombres y 17903 mujeres, (Alcaldía de Medellín, 2011).

Tabla 4. Lugar de ejecución del proyecto.

Departamento	Municipio	Localización específica
Antioquia	Medellín	Centro del municipio(cabecera central)

Fuente: Elaboración propia con datos del plan de desarrollo local PDL Comuna 60



Figura 5. Ubicación en mapa de la zona de instalación.

Fuente: Plan de desarrollo local PDL Comuna 60

6.3 Aporte a la política pública.

A continuación, se describe el aporte del proyecto en la comuna 60 a las políticas públicas:

Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Objetivo No. 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos., en las siguientes líneas de trabajo

- Para 2030, garantizar el acceso universal a servicios de energía asequibles, confiables y modernos, (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2017)
- Para 2030, aumentar sustancialmente el porcentaje de la energía renovable en el conjunto de fuentes de energía, (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2017)

Objetivo No. 13. Acción climática, en las siguientes líneas de trabajo

- Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales, (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2017)

- Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2017)

Bases del Plan nacional de desarrollo 2014-2018

- **Objetivo 3:** Reducir las brechas poblacionales y territoriales en la provisión de servicios de calidad en salud, educación, servicios públicos, infraestructura y conectividad
- **Objetivo 4.** Promover el desarrollo económico incluyente del país y sus regiones

Bases del plan de desarrollo de Antioquia 2016-2019

- **Línea 4** Sostenibilidad ambiental
- En los proyectos visionarios detonantes del desarrollo
 - Cambio climático
 - POT Rural

Comuna 60 Plan de desarrollo local PDL

- **Línea estratégica 2.** San Cristóbal naturaleza y calidad ambiental
- **Línea estratégica 4.** Vida digna para todos y todas

6.4 Análisis del mercado

La comuna 60 gracias a su Plan de Desarrollo Local cuenta con líneas estratégicas orientadas a mejorar las condiciones en educación y el impacto en el cambio climático presentado en la región, los proyectos que se encuentren orientados a aportar a los mismos son de gran apoyo para el crecimiento económico de la región, el uso de los paneles solares, acompañado por un cambio de luminarias en las 4 de las 9 Instituciones oficiales registradas por Sapiencia , constituyen un proyecto piloto que permitirá la apropiación de la comunidad en materia de energías renovables y a la vez impactará su economía, y la distribución eficiente de sus recursos.

6.5 Objetivo General

Analizar la factibilidad de la instalación de paneles solares y cambio de luminarias de convencionales a tipo LED en 4 instituciones educativas de la Comuna 60 San Cristóbal.

6.6 Objetivos Específicos.

- Implementar el uso de energías alternativas en la Comuna 60
- Desarrollo de estrategias de comunicación en el municipio que permita conocer las ventajas del Uso Racional de la Energía y su impacto en la economía
- Permitir mediante el ahorro generado en el costo de energía, hacer un mejor uso del presupuesto asignado a las instituciones para el año lectivo.

6.7 Diagrama árbol de soluciones

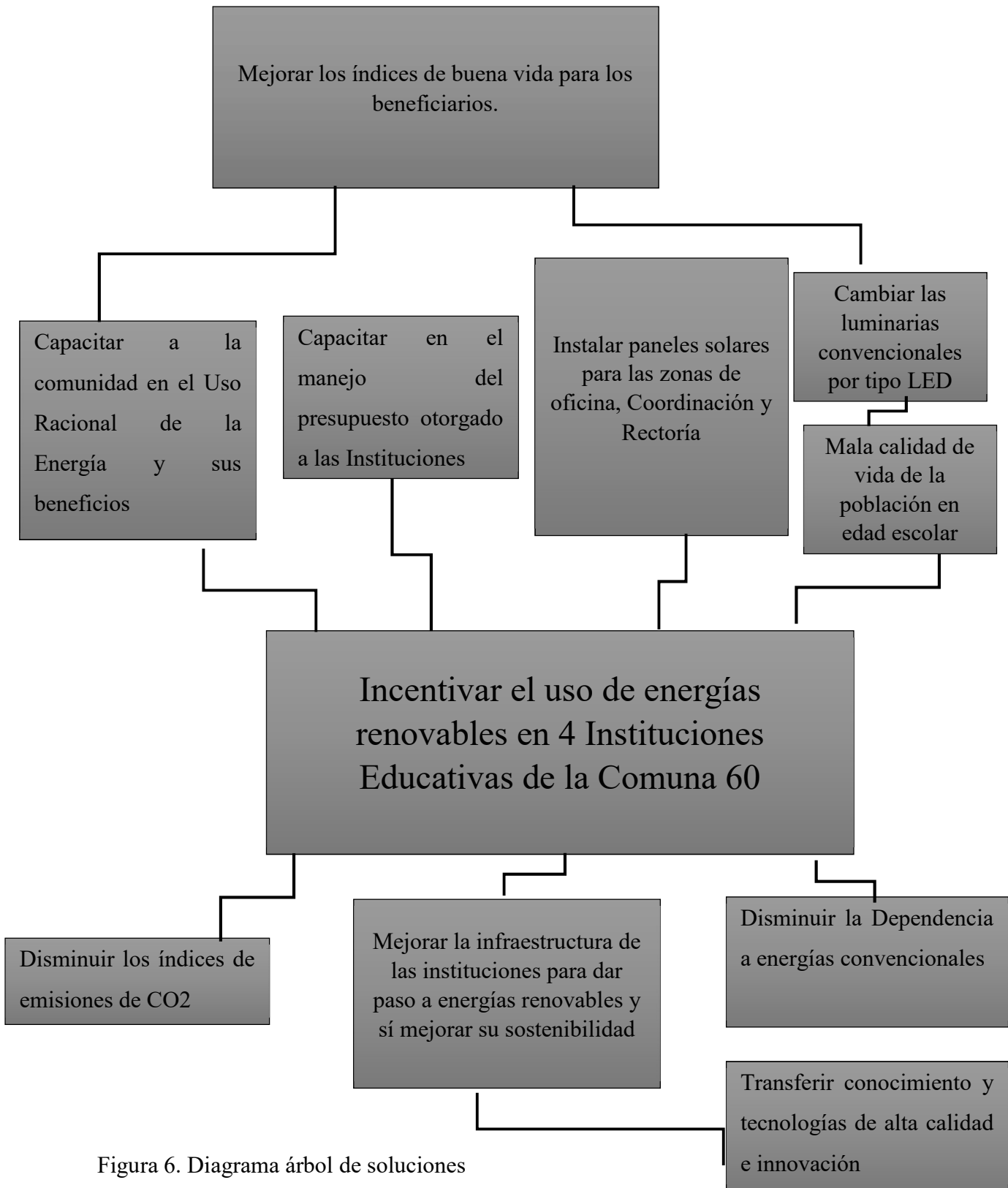


Figura 6. Diagrama árbol de soluciones

7. Matriz de Análisis de Riesgos

Tabla 5. Análisis de riesgos

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Efecto	Medidas de mitigación
Pocas condiciones de infraestructura en las Instituciones	Probable	Muy Alto	Realización de estudios geográficos que mitiguen el riesgo	Análisis de vulnerabilidad e impactos (sociales, económicos y ambientales) sobre la población y su patrimonio en la zona de influencia.
Desconocimiento del área de influencia del proyecto	Poco Probable	Moderado	Desconocimiento del impacto proyectado	Diseño e implementación de medidas de reducción.
Ocurrencia de eventos naturales	Probable	Crítico	Daño en la infraestructura	Diseño e implementación de medidas de manejo de desastres según los planes de emergencia y contingencia.
Daño a los elementos instalados	Moderado	Moderado	Mal funcionamiento de los paneles	Identificación de las amenazas y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos tanto para el proyecto como para el área de influencia.

Fuente: elaboración propia.

8. Costos de la Alternativa

Tabla 6. Estructura de Desglose de Trabajo

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	PRODUCTO	ACTIVIDADES
Analizar la factibilidad de la instalación de paneles solares y cambio de luminarias de convencionales a tipo LED en 4 instituciones educativas de la Comuna 60 San Cristóbal.	Implementar el uso de energías alternativas en la Comuna 60	Fortalecer el nivel de conocimiento en el uso de energías renovables y el impacto en el uso de luminarias no convencionales	Elegir y analizar la población objetivo
			Estrategias de comunicación y apropiación del uso de energías renovables
		Reconocimiento de los factores y ventajas de la apropiación de la alternativa	Capacitación en el tema de generación de energía eléctrica.
			Charlas motivacionales que permita conocer el impacto del proyecto
	Desarrollo de estrategias de comunicación en el municipio que permita conocer las ventajas del Uso Racional de la Energía y su impacto en la economía	Vincular diferentes actores para la apropiación de la estrategia planteada	Contratación de personal para la ejecución.
			Cultura frente al cuidado de la energía, a través de charlas.
	Permitir mediante el ahorro generado en el costo de	Estrategias de inversión del presupuesto en cuanto se analice y	Diseño

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	PRODUCTO	ACTIVIDADES
	energía, hacer un mejor uso del presupuesto asignado a las instituciones para el año lectivo	proyecte la tasa de retorno del proyecto	<p data-bbox="1029 302 1433 394">Contratación de personal para la ejecución</p> <p data-bbox="1029 407 1433 499">Adquisición de productos para poner en marcha el proyecto</p> <p data-bbox="1029 512 1433 709">Instalación de paneles solares en las instituciones</p> <p data-bbox="1029 722 1433 867">Cambio de luminarias convencionales tipo LED en las zonas comunes de las instituciones</p>

Tabla 7. Estructura de desglose de trabajo.

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	PRODUCTO	ACTIVIDADES	Insumo	Unidad	#	VLR UND	VLR
Analizar la factibilidad de la instalación de paneles solares y cambio de luminarias de convencionales a tipo LED en 4 instituciones educativas de la Comuna 60 San Cristóbal.	Implementar el uso de energías alternativas en la Comuna 60	Fortalecer el nivel de conocimiento en el uso de energías renovables y el impacto en el uso de luminarias no convencionales	Elegir y analizar la población objetivo (encuestas)	Encuestadores	Hora	16	\$ 30.000	\$ 1.920.000
			Estrategias de comunicación y apropiación del uso de energías renovables	Alquiler de equipos (computador)	Unidad	3	\$ 500.000	\$ 1.500.000
		Reconocimiento de los factores y ventajas de la apropiación de la alternativa	Capacitación en el tema de generación de energía eléctrica.	4 Dinamizadores	Hora	16	\$ 30.000	\$ 1.920.000
			Charlas motivacionales que permita conocer el impacto del proyecto	Cartillas	Unidad	200	\$ 5.000	\$ 1.000.000
	Desarrollo de estrategias de comunicación en el municipio que permita conocer las ventajas del Uso Racional de la Energía y su impacto en la economía	Vincular diferentes actores para la apropiación de la estrategia planteada	Contratación de personal para la ejecución.	2 Dinamizadores	Hora	16	\$ 30.000	\$ 960.000
				Cartillas	Unidad	200	\$ 5.000	\$ 1.000.000
				Aulas	Unidad	3	\$ 50.000	\$ 150.000
				Materiales e insumos	Unidad	3	\$ 100.000	\$ 300.000
			Cultura frente al cuidado de la energía, a través de charlas.	Alquiler de equipos (Video Beam)	Unidad	1	\$ 100.000	\$ 100.000

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	PRODUCTO	ACTIVIDADES	Insumo	Unidad	#	VLR UND	VLR
	Implementación del proyecto en 4 Instituciones Educativas	Instalación de paneles solares en las instituciones	Contratación de personal para la ejecución	Técnicos electricistas	Hora	12	\$ 45.000	\$ 540.000
Director de proyecto				Hora	4	\$ 60.000	\$ 240.000	
Cambio de luminarias convencionales tipo LED en las zonas comunes de las instituciones		Adquisición de productos para poner en marcha el proyecto	Secretaria	Hora	12	\$ 30.000	\$ 360.000	

Fuente: elaboración propia



9. Valoración de Ingresos y Beneficios

9.1 Identificación y definición.

Los beneficios de la implementación de este tipo de proyectos se pueden notar en diferentes esferas, dado que al intervenir una circunstancia que afecta al medio ambiente, pueden mejorarse no solo las condiciones de vida de sus habitantes, sino que se traduce en un beneficio a nivel nacional, el cual en comparación con la instalación de energía eléctrica convencional muestra grandes una gran diferencia.

A continuación, veremos los costos y beneficios económicos que se identifican en comparación con la energía convencional en un horizonte de 5 años de evaluación en la implementación de los autogeneradores para 250 hogares con aproximado de 1000 habitantes.

Tabla 8. Diferencia en porcentaje con relación a la interconexión municipal y la instalación de los autogeneradores.

Instalación de referencia	Lámpara E27/B22 75W	CorePro LEDBulb 13-75W E27 827
Información del proyecto Número de productos: 120		
Precio	\$ 7.096,00	\$ 65.638,00
Ahorros en el ciclo de vida del producto	-	196.914,00
Investigación de la vida útil del proyecto	49.672,00	3.741.366,00
Vida útil del proyecto	7 Meses	4 Años 9 Meses

Instalación de referencia	Lámpara E27/B22 75W	CorePro LEDBulb 13-75W E27 827
Ahorros en el ciclo de vida del producto	-	3.691.694,00
Ahorros de energía kW	0 kW	95.797 kW
Ahorro CO2 kg	-	32.846 kg (85 %)
Vataje	75W	15.0W
Ratio del promedio de vida	2.000 horas	15.000 horas
Coste de energía / año	\$ 19.771.970,40	\$ 3.954.394,08
kW	0,075	0,015
Valor kW\$ Hora	469,42	469,42
Uso de luminarias	12 hr día * 365 días al año	
	4680 horas al año	

Fuente elaboración propia.

9.2 Cuantificación de beneficios.

A continuación puede observarse el nivel de eficiencia en horas representado en el cambio de luminarias



Figura 7. Eficiencia en horas de acuerdo al tipo de luminaria

Fuente: Alumbrado interior de edificaciones para entidades públicas UPME, (2007)

Tabla 9. Instituciones Educativas impactadas

Instituciones Educativas Impactadas	
Nombre de la Institución	Ubicación
Centro Educativo Fabio Zuluaga Orozco (Primaria, Prescolar y Secundaria)	Vereda
Centro Educativo Sagrado Corazón (Primaria Escuela Nueva)	Vereda
Centro Educativo el Patio (Prescolar y Primaria)	Vereda
Institución Educativa Presbítero Juan José Escobar (Secundaria y Secundaria Adultos)	Corregimiento

Fuente elaboración propia.

Tabla 10. Porcentaje de habitantes beneficiados

Personas en edad escolar en la comuna 60		
Edad	Cantidad	Porcentaje sobre el total de la población
10 a 19 años	14414	20.1%
5 a 9 años	5546	7.7%
0 a 5 años	5589	7.8%
% de habitantes objetivo	25549	

Fuente elaboración propia.

Tabla 11. Número de personas impactadas

Instituciones Educativas Impactadas			
Nombre de la Institución	Ubicación	Población beneficiaria	porcentaje
Centro Educativo Fabio Zuluaga Orozco (Primaria, Prescolar y Secundaria)	Vereda	1946	7,6%
Centro Educativo Sagrado Corazón (Primaria Escuela Nueva)	Vereda	1232	4,8%
Centro Educativo el Patio (Prescolar y Primaria)	Vereda	621	2,4%
Institución Educativa Presbítero Juan José Escobar (Secundaria y Secundaria Adultos)	Corregimiento	1601	6,3%
Total de personas a impactar en edad escolar	5400	21,1% sobre el total de 25549 en edad escolar	

10. Matriz de Marco Lógico.

Tabla 12. Matriz de marco lógico

MATRIZ DE MARCO LÓGICO
<p>Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)</p> <p>Objetivo No. 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos., en las siguientes líneas de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para 2030, garantizar el acceso universal a servicios de energía asequibles, confiables y modernos, (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2017) • Para 2030, aumentar sustancialmente el porcentaje de la energía renovable en el conjunto de fuentes de energía, (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2017) <p>Objetivo No. 13. Acción climática, en las siguientes líneas de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales, (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2017) • Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2017)

Bases del Plan nacional de desarrollo 2014-2018

- **Objetivo 3:** Reducir las brechas poblacionales y territoriales en la provisión de servicios de calidad en salud, educación, servicios públicos, infraestructura y conectividad
- **Objetivo 4.** Promover el desarrollo económico incluyente del país y sus regiones

Bases del plan de desarrollo de Antioquia 2016-2019

- **Línea 4** Sostenibilidad ambiental
- En los proyectos visionarios detonantes del desarrollo
 - Cambio climático
 - POT Rural

Comuna 60 Plan de desarrollo local PDL

- **Línea estratégica 2.** San Cristóbal naturaleza y calidad ambiental
- **Línea estratégica 4.** Vida digna para todos y todas

DESCRIPCIÓN	INDICADOR	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Ser pilotos en la implementación de energías renovables	Instalación de paneles solares	Informe Final del proyecto	Se cuenta con la participación activa de la Secretaría de Educación y la Alcaldía de Medellín

DESCRIPCIÓN		INDICADOR	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
1	Implementar estrategias de socialización en el Uso Racional de la Energía	Brindar capacitación en cuanto a la implementación de tecnologías no convencionales y sus beneficios.	Listados de Asistencia Registro Fotográfico	Se cuenta con la participación activa de las Directivas y los líderes comunales
2	Socializar los beneficios de la implementación	Brindar charlas colectivas en los diferentes sistemas no convencionales y sus ventajas en la implementación	Listados de Asistencia Registro Fotográfico	Las entidades participantes facilitan las condiciones de ejecución del proyecto
3	Transferir conocimiento y tecnologías de alta calidad e innovación	Compra de los implementos y herramientas para la instalación Meta: 4 Instituciones beneficiarios (5400)	Acta de entrega a satisfacción	Las condiciones del mercado permiten la compra de los recursos según lo planificado.
4	Fortalecimiento a la población en cuanto al buen uso de los recursos naturales	Realizar talleres del buen uso de los recursos naturales.	Listados de Asistencia Registro Fotográfico	Buenas condiciones de los establecimientos o salones sociales, para brindar los talleres lúdicos recreativos.

DESCRIPCIÓN		INDICADOR	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
5	Solicitud de expertos en la temática	Realización de encuestas a expertos para la participación en las conferencias.	Listados de Asistencia Registro Fotográfico	Buena participación de los ingenieros electricistas de las diferentes universidades.
6	Se instalarán paneles solares en 4 Instituciones y se realizará el cambio de luminarias convencionales a tipo LED	Realizar instalación de paneles y cambio de luminarias. Meta: 4 Instituciones (5400 beneficiarios)	Acta de entrega a satisfacción	Buenas condiciones por parte de la población a intervenir.

Fuente. Elaboración propia.

12. Referencias bibliográficas

- AIE. (2015). *Energy and Climate change*. Obtenido de Agencia Internacional de Energía AIE:
<http://www.worldenergyoutlook.org/>
- Alcaldía de Medellín. (2011). Caracterización de la población de Medellín . *Revista de Salud Pública* , 16-23.
- Alcaldía de Medellín. (2014). *Plan de Desarrollo Local: Corregimiento San Cristobal*. Medellín : Departamento Administrativo de Planeación .
- Barrero, F. (2004). *Sistemas de energía eléctrica*. Madrid: Thomson Editores.
- DANE. (2005). *Censo general 2005*. Obtenido de DANE:
<http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>
- Energiasae. (s.f). *Lo que debes saber sobre la Energía alternativa*. Obtenido de Energiasae:
<https://energiasae.com/alternativa/>
- García, H., Corredor, A., Calderón, L., & Gómez, M. (2013). *Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en colombia*. Bogotá: WWF.
- Parra, H., & Parra, M. (2011). Posibilidades de innovación en el sector energético en Colombia. *Revista Clepsidra* , 21-31.
- Portafolio. (2016). *Energías renovables, la apuesta que debe hacer el país*. Obtenido de Portafolio:
<http://www.portafolio.co/innovacion/energias-renovables-en-colombia-502061>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2017). *Objetivo 13: Acción climática* . Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo:
<http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-13.html>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2017). *Objetivo 7: Energía asequible y sostenible*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo:
<http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-7.html>

- Rodríguez , H. (2009). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, 83-89.
- Santa María, M., Von Der Fehr, N.-H., Millán, J., Benavides, J., Gracia, O., & Schutt, E. (2009). *El mercado de la energía eléctrica en Colombia: características, evolución e impacto sobre otros sectores*. Bogotá: Fedesarrollo.
- Sosa, M., & Fushimi, A. (2004). El rol de la regulación en el desarrollo de la cogeneración. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 1-6.
- Umbarila , L., Alfonso, F., & Rivera , J. (2015). Importancia de las energías renovables en la seguridad energética y su relación con el crecimiento económico. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 231-242.
- UPME. (2007). *Alumbrado interior de edificaciones para entidades públicas*. Bogotá DC: Universidad Nacional de Colombia.