



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO**

**REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA MODERNAS Y
EFICIENTES PARA CONTRIBUIR A MEJORAR LA CALIDAD
EDUCATIVA EN LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO**

**ANDRÉS MAURICIO SÁNCHEZ ÁLZATE
CRISTIAN ANDRÉS GÓMEZ HERNÁNDEZ**

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

2019

**REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA MODERNAS Y EFICIENTES
PARA CONTRIBUIR A MEJORAR LA CALIDAD EDUCATIVA EN LA
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

Autores

**ANDRÉS MAURICIO SÁNCHEZ ÁLZATE
CRISTIAN ANDRÉS GÓMEZ HERNÁNDEZ**

**Trabajo de Grado para Optar al Título de
ESPECIALISTA EN GESTIÓN DE PROYECTOS**

Asesores

**HÉCTOR DARÍO BERMÚDEZ SALDARRIAGA
Magíster En Desarrollo con Énfasis en Gestión Local y Regional**

**YANETH PATRICIA VALENCIA TERREROS
Magister en Administración, Especialista en Economía y Negocios Internacionales**

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

2019

Notas de los autores

© 2019, Andrés Mauricio Sánchez Álzate, Cristian Andrés Gómez Hernández.
Facultad de Producción y Diseño, Institución Universitaria Pascual Bravo

Este trabajo de grado se presenta con fines académicos, como requisito para optar al título de Especialista en Gestión de Proyectos.

Los datos correspondientes al costeo de actividades y población afectada, fueron suministrados con base en estimaciones del mercado correspondiente al año 2018. Esto implica que, para implementar el proyecto, se deberá ajustar la información con la realidad correspondiente al momento de su ejecución.

Se autoriza la reproducción de este trabajo de grado, solo con fines académicos, por cualquier medio, siempre que la presente obra sea citada en nota y bibliografía correspondiente.

Este proyecto ha sido financiado por los autores, la correspondencia relacionada debe ser dirigida a Andrés Sánchez y Cristian Gómez, a la Facultad de Producción y Diseño o la Oficina de Posgrados de la Institución Universitaria Pascual Bravo, CL 73 N° 73A - 226 Campus Robledo, Medellín – Antioquia

Contacto: andr.sanchez175@pascualbravo.edu.co, cristian.gomez787@pascualbravo.edu.co.

Dedicatoria

Este trabajo de grado está dedicado, en primer lugar, a mis abuelos, especialmente a mi abuela por su constante apoyo y su enorme esfuerzo, a mi esposa por su amor y paciencia incondicional y a Jhon Paulo Rosso por sus oportunos consejos e invaluable aporte en mi formación personal y laboral.

Andrés M Sánchez.

Dedico este trabajo a mi esposa Alejandra Olarte, por su amor, paciencia y apoyo incondicional; y a mis hijos, Isabela y Miguel Ángel, constante fuente de motivación.

Cristian A Gómez.

Agradecimientos

Los autores expresan su más sincero agradecimiento a:

Hector Dario Bermudez Saldarriaga, Economista, Magíster En Desarrollo con Énfasis en Gestión Local y Regional. Docente de Especialización y Asesor del Proyecto de Grado, I.U. Pascual Bravo. Por sus valioso acompañamiento y guía, tanto durante el proceso de formación como en la construcción del presente trabajo.

Yaneth Patricia Valencia Terreros, Administradora, Magister en Administración, Especialista en Economía y Negocios Internacionales. Docente de Especialización y Asesora del Trabajo de Grado, I.U. Pascual Bravo. Por transmitirnos su conocimiento con paciencia y dedicación, y por su invaluable orientación en la elaboración final de este proyecto.

José Leandro Pestana Chaverra, Economista, Magister Gerencia de Proyectos. Docente de Especialización, I.U. Pascual Bravo. Por el seguimiento, apoyo y disposición constante.

Nelson Lisandro Urrego Zalazar, Ingeniero Civil, Especialista en Sismoresistencia. Docente de Especialización, I.U. Pascual Bravo. Por el acompañamiento, la confianza y los conocimientos transmitidos durante este largo proceso.

Luis Giovanni Berrio Zabala, Jefe del Departamento de Eléctrica, Facultad de Ingeniería, I.U. Pascual Bravo. Ingeniero Electricista, Especialista en Gestión Energética. Por su valiosa orientación y colaboración durante el desarrollo investigación.

Manuel Efrain Londono Atehortua, Profesional, Apoyo Oficina de Posgrados. por su disposición, paciencia y colaboración durante el proceso de formación.

Contenido

Contenido	x
Lista de Tablas	xiii
Lista de Figuras	xiv
Lista de Abreviaturas	xv
Definiciones	xvii
Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	3
2. Marco Teórico	5
2.1. Marco de Referencia	5
2.1.1. Educación, Calidad e Infraestructura	5
2.1.2. Servicio de Distribución de Energía	7
2.1.3. Fallas Principales de los Sistemas de Distribución	8
2.1.4. Planeación en Sistemas de Distribución Internos	9
2.1.5. Diagnóstico de Instalaciones Eléctricas	9
2.1.6. Diseño Eléctrico de Redes de Distribución Internas	10
2.1.7. Diseño de Redes Subterráneas	11
2.2. Marco de Antecedentes	12
2.2.1. Proyecto Diseño de Redes Eléctricas	12
2.2.1. Proyecto Madre de Ampliación	12
2.3. Marco Conceptual	13
2.3.1. Red de Energía.	13
2.3.2. Red de Media Tensión.	13
2.3.3. Redes de Baja Tensión.	13
2.3.4. Elementos de la Red Subterránea en Media Tensión.	14
2.3.5. Conductores.....	15
2.3.6. Subestaciones.	15
2.3.7. Subestación Tipo Interior	16

2.3.8. Subestaciones Media Tensión / Baja Tensión.....	16
2.3.9. Celdas de Seccionamiento Subestación MT/BT Interior.....	16
2.3.10. Transformador de Potencia	16
2.3.11. Riesgos	17
2.3.12. Identificación y Valoración de Factores de Riesgo.....	17
3. Justificación.....	18
3.1 Entorno del Proyecto.....	19
3.2 Análisis de la Situación Actual	20
4. Metodología	22
5. Análisis de Problemas	25
5.1 Diagnóstico de la Situación Existente en la Institución Universitaria Pascual Bravo. ..	25
5.1.1. Medidas de Calidad de la Energía.....	27
5.1.2. Afectación al Servicio Informático	28
5.2. Descripción de la Situación Existente con Relación al Problema.....	29
5.3. Magnitud Actual del Problema – Indicadores de Línea Base.....	30
5.3.1. Indicadores de Prestación del Servicio	30
5.3.2. Variables de Calidad de la Energía	30
5.3.3. Indicadores de Cumplimiento Retie.....	31
5.3.4. Otros Indicadores	31
5.4. Problema Central.....	31
5.5. Causas que Generan el Problema	31
5.5.1. Causas Directas	32
5.5.2. Causas Indirectas.....	32
5.6. Efectos Generados por el Problema	32
5.6.1 Efectos Directos	32
5.6.2 Efectos Indirectos.....	33
5.7. Diagrama de Árbol de Problemas	33
6. Análisis de Involucrados	34
6.1 Contextualización del Análisis a Realizar.....	34
6.2. Población Afectada	37

6.3. Población Objetivo.....	37
7. Análisis de Soluciones	38
7.1. Descripción de la Iniciativa.....	38
7.2. Localización.....	38
7.3. Competencias de Ley, Planes y Oferta	39
7.4 Aporte a la Política Pública.....	42
7.5. Diagrama del Árbol de Soluciones	44
7.6. Objetivo General del Proyecto	44
7.7. Objetivos Específicos del Proyecto.....	44
8. Matriz de Marco Lógico.....	46
9. Matriz de Análisis de Riesgos.....	49
10. Estructura de Desglose de Trabajo.....	52
11. Costos de la Alternativa	53
12. Valoración de Ingresos y Beneficios.....	63
12.1. Identificación y Definición.	63
12.1.1. Ambientales.....	63
12.1.2. Técnicos – Económicos.....	63
12.1.2. Sociales	64
12.2. Cuantificación de Beneficios.	64
13. Cronograma de Ejecución	67
Referencias Bibliográficas	70
Anexos Digitales	75

Lista de Tablas

Tabla	Página
Tabla 1. Cuadro de Regulación de Tensión Actual.	26
Tabla 2. Instalación, Fluke 434-II en Barraje Secundario del Transformador	27
Tabla 3. Relación de Fallas Servicio TI.....	29
Tabla 4. Suspensiones del Servicio de TI.....	29
Tabla 5. Matriz de Involucrados	35
Tabla 6. Matriz de Postura de Involucrados	36
Tabla 7. Lugar de Ejecución del Proyecto	38
Tabla 8. Contribución en los Planes de Desarrollo.....	42
Tabla 9. Matriz de Marco Lógico	46
Tabla 10. Matriz de Riesgos	49
Tabla 11. Resumen de Costos.....	53
Tabla 12. Costo Etapa Diagnóstico.....	54
Tabla 13. Costo Etapa de Diseños	55
Tabla 14. Costo Etapa Socialización y Capacitación.....	56
Tabla 15. Costo Etapa Contratación	57
Tabla 16. Costo Etapa Implementación	58
Tabla 17. Costo Etapa Implementación	60
Tabla 18. Costo Etapa Implementación	61
Tabla 19. Valoración de Ingresos y Beneficios	65
Tabla 20. Cronograma de Actividades.....	68

Lista de Figuras

Figura	Página
Figura 1. Esquema Unifilar (a) Red MT (b) Red BT.....	14
Figura 2. Modelo del Cable de Media Tensión.....	15
Figura 3. Árbol de Problemas	33
Figura 4. Localización I.U. Pascual Bravo	39
Figura 5. Árbol de Soluciones	45
Figura 6. EDT	52

Lista de Abreviaturas

Abreviatura	Término
ANSPE	Agencia Nacional para la Superación de la Pobreza Extrema
APC	Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia
APP	Asociaciones Público Privadas
ASPI	Acciones Susceptibles de Producir Impacto
AT	Alta tensión
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BT	Baja tensión
CAN	Centro Administrativo Nacional
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EAE	Evaluación Ambiental Estratégica
EAP	Estructura Analítica del Proyecto
FCR	Fondo de Compensación Regional
FCTeI	Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación
FINDETER	Financiera del Desarrollo Territorial
FONADE	Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo
GPR	Gestión para los Resultados
GPRD	Gestión para los Resultados en el Desarrollo
IUPB	Institución Universitaria Pascual Bravo
MEN	Ministerio de Educación Nacional
MFMP	Marco Fiscal de Mediano Plazo
MGA	Mitología General Ajustada
ML	Marco Lógico
MML	Matriz de Marco Lógico
MT	Media tensión
OCAD	Órganos Colegiados de Administración y Decisión
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible

OR	Operador de Red
PDD	Plan de Desarrollo Departamental
PDM	Plan de Desarrollo Municipal
PDN	Plan de Desarrollo Nacional
PDT	Plan de Desarrollo Territorio
PGN	Presupuesto General de la Nación
PIB	Producto Interno Bruto
SECOP	Sistema Electrónico de Contratación Pública
SGP	Sistema General de Participaciones
SGR	Sistema General de Regalías
SUIF	Sistema de Información de Finanzas Públicas

Definiciones

Actividad - Acciones requeridas en un proyecto para transformar determinados insumos en productos o servicios a partir de un conjunto de recursos, en un periodo determinado.

Actividad Predecesora: Actividad que debe ejecutarse con anterioridad al inicio de la actividad en cuestión.

Alcance del proyecto: El trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características específicas.

Alternativa de solución: Opciones identificadas para dar solución al problema, satisfacer la necesidad o aprovechar la oportunidad definido(a). Generalmente existen varias alternativas de solución; sin embargo, es importante tener en cuenta que todas las alternativas planteadas deben solucionar exactamente el mismo problema.

Árbol de problemas: Técnica de análisis causal, la cual consiste en definir a partir de un problema central, las posibles causas del mismo y sus efectos. Gráficamente se diagrama de la siguiente forma: alrededor del problema central se definen sus causas por debajo de este, representando las raíces del árbol y por encima los efectos simbolizando las ramas del mismo.

Beneficiario: Grupo, persona, empresa, grupo social en los que se pretende que tengan lugar los impactos positivos definidos en los objetivos del proyecto o programa.

Bienes meritorios: son aquellos cuyo consumo produce un efecto social mayor que el beneficio del individuo que lo consume. Por ejemplo, los servicios de planificación familiar, las vacunaciones, el control de las enfermedades de transmisión sexual, etc.

Categoría geográfica: Ordenamiento territorial en relación con las actividades políticas, socio-económicas y administrativas del país donde se desarrollará físicamente su proyecto. Ejemplo: País, Departamento, Municipio, etc. Para el caso de Colombia.

Causa: Diversos factores que pueden contribuir a que se dé un problema, necesidad u oportunidad.

Ciclo de vida del proyecto: Diferentes fases por las que atraviesa un proyecto desde que se concibe “Idea” hasta que es sometido a evaluación *ex post*. Dichas fases generalmente son secuenciales y sus nombres y número de fases se determina de acuerdo con las necesidades de control de la organización u organizaciones involucradas en el proyecto.

Cliente / usuarios: Los clientes/usuarios son las personas u organizaciones que usarán el producto, servicio o resultado del proyecto. Los clientes/usuarios pueden ser internos o externos a la organización ejecutante.

Componente Principal: Agrupación de varias actividades comunes. Primer nivel de la estructura de desglose del trabajo. También conocido como lote de control, cuenta de control, entregable de primer nivel, etc.

Cooperación Internacional: concepto global que comprende todas las modalidades concesionales de ayuda que fluyen hacia los países de menor desarrollo relativo. Los recursos son otorgados con el fin de apoyar el desarrollo económico y social de los países en vías de desarrollo, por parte de las naciones desarrolladas. Se le conoce también como Asistencia Oficial al Desarrollo (AOD). Usada generalmente como fuente de financiación para los proyectos.

Costo: Esfuerzo financiero que se debe realizar para cumplir un objetivo del proyecto, a partir del desarrollo de las actividades del mismo. También definido como el valor monetario de cada una de las actividades.

Dirección de proyectos: Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de las fases de un proyecto para atender sus requisitos. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de procesos.

Distorsiones de la economía: Son todas aquellas imperfecciones que conducen a que los precios no representen una eficiente asignación de los recursos, por ejemplo, impuesto, monopolios, subsidios, aranceles, entre otros.

Efectividad: Facultad de alcanzar los resultados programados a través del uso óptimo de los recursos involucrados.

Efecto: Resultados de corto plazo generados por las acciones derivadas de la ejecución del proyecto y que tienen incidencia sobre los beneficiarios directos del mismo. Los efectos positivos se convierten en beneficios económicos, los efectos negativos se convierten en costos económicos.

Eficacia: Es el grado con el que una acción alcanza los resultados esperados.

Eficiencia (productividad): Se refiere al uso óptimo de los recursos asignados a los proyectos y programas.

Entregables del Proyecto: Cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio único y verificable que debe producirse para terminar un proceso, una fase o un proyecto. Un entregable debe ser tangible y comprobable. Cada elemento del WBS debe tener unos o más.

Equidad: Cualidad que consiste en atribuir a cada uno aquello a lo que tiene derecho. Lograr el mayor impacto sobre la distribución del ingreso y la riqueza justa de la sociedad. Concepto para la evaluación social, esta incluye la eficiencia y la equidad.

Equipo de Dirección de Proyecto: Los integrantes de la agrupación del proyecto quienes participan directamente en las actividades de dirección del mismo.

Estado del proyecto: el estado de un proyecto corresponde a su condición en el Banco de Proyectos de cada Institución.

Estado de ejecución: Es el estado en el cual se materializan las acciones que culminan con el producto, servicio o resultado del proyecto.

Evaluación: Proceso de comparación de alternativas.

Evaluación Ex Ante: Consiste en cuantificar y valorar los costos y beneficios financieros, económicos y sociales que se estima generará el proyecto y los cuales serán llevados a los respectivos flujos de caja para apoyar la toma de decisiones de inversión. En el lenguaje de proyectos se utilizan por lo menos tres expresiones respecto de los tipos de evaluación: evaluación financiera, evaluación económica y evaluación social.

Evaluación Ex post: La evaluación Ex Post es aquella que permite medir los impactos del proyecto (esperados e inesperados) con relación a las metas definidas a nivel de propósitos y resultados, tomando en consideración los supuestos señalados en la formulación del proyecto.

Expectativa: Lo que el interesado espera conseguir o realizar a partir de la ejecución del proyecto.

Factibilidad: Es el último nivel de estudio antes de tomar la decisión de invertir. Prima la fuente de información primaria. Dada la alta calidad de la información en el manejo de las variables a través de la interrelación entre estas, se define como el último nivel de madurez en la formulación del proyecto. Para ello se analiza minuciosamente la alternativa recomendada en la fase de prefactibilidad.

Fase del proyecto: Es un conjunto de actividades del proyecto relacionadas lógicamente, que culminan con la finalización de uno o varios entregables.

Finalidad: Responde a la pregunta ¿Para qué? ¿Con qué fin? Se refiere a un estado general al cual el proyecto contribuye, junto con otros proyectos, luego de logrado el objetivo.

Formulación: Proceso a través del cual se prepara un proyecto, a partir de la realización de una serie de estudios que permiten levantar la información necesaria para determinar la magnitud de sus inversiones, costos y beneficios. Permite así mismo la evaluación (exante) del proyecto, es decir la medición de la rentabilidad de la inversión a nivel financiero, económico y social. Corresponde al desarrollo conceptual del proyecto.

Fuente de financiación: Es la manera de cómo una entidad u organización puede obtener los fondos o recursos financieros para llevar a cabo sus metas de crecimiento y/o desarrollo.

Idea: Solución/propuesta planteada a partir del reconocimiento de una “situación problema”, “una necesidad” u “Oportunidad”.

Identificación de Interesados: Es el procedimiento de determinar a todas las personas u organizaciones que están involucradas con el proyecto y de registrar información importante relacionada a sus intereses, intervención e impacto en la terminación del proyecto.

Identificación del problema/necesidad/oportunidad: Análisis de causas y efectos para determinar el problema, necesidad u oportunidad.

Identificación del proyecto: Proceso que permite definir cuál es el problema, necesidad u oportunidad, cuál es el proyecto y que tipo de bienes y servicios son necesarios producir e implementar una solución (permite llegar a la definición de alternativas de solución).

Impacto: Cambio de mediano/largo plazo generado en una o varias condiciones pre-existentes en la dependencia o zona de influencia del proyecto (beneficiarios directos e indirectos del proyecto y su entorno) - Asociado con el(los) objetivo(s) global(es) del proyecto.

Indicador: Un indicador es una señal que se puede observar y medir fácilmente. Son medidas específicas, verificables objetivamente, sobre los cambios o resultados de una actividad, con base en una fórmula que introduzca como mínimo dos variables.

Iniciativa: Proyecto en cualquiera de sus estados.

Interesado/involucrado: Los interesados son personas u organizaciones (por ejemplo, clientes, patrocinadores, la organización ejecutante o el público), que participan activamente en el proyecto, o cuyos intereses pueden verse afectados positiva o negativamente por la ejecución o terminación del proyecto.

Lecciones Aprendidas: Lo que se aprende en el proceso de realización del proyecto. Las lecciones aprendidas pueden identificarse en cualquier momento. Conjunto de éxitos y errores que se han logrado manejar y sortear durante el desarrollo del mismo. También entendido como registro del proyecto.

Línea Base: es el valor inicial de un indicador o variable (tiempo, costos, requerimientos). Sirve de punto de referencia para examinar la evolución de lo planificado versus lo realmente ejecutado.

Localización: Se refiere a la ubicación geográfica específica, donde será ejecutado el proyecto.

Mantenimiento: Gastos destinados a mantener en operación los bienes y servicios requeridos en el normal desarrollo de las actividades básicas.

Marco lógico: Metodología que permite concebir lógicamente un proyecto, convirtiéndose en un instrumento básico que facilita el diseño, la ejecución, el seguimiento y la evaluación de las acciones emprendidas para la consecución de los mismos. Garantiza a partir de la relación entre objetivos y resultados con los medios, indicadores y factores externos, la consistencia, efectividad y articulación entre la planeación del proyecto y la evaluación.

Meta: Expresión cuantitativa de los logros que se pretenden obtener con la ejecución de una acción en el proyecto.

Patrocinador del proyecto: La persona o el grupo que ofrece recursos financieros, monetarios o en especie, para el desarrollo del proyecto.

Precios cuenta: Son los valores unitarios que se utilizan para valorar impactos sobre el bienestar. Reflejan la utilidad marginal social, si se analiza un impacto sobre el consumo, y el costo marginal social, si se analiza un impacto sobre recursos.

Prefactibilidad: Estudio intermedio previo a la toma de decisión de inversión, donde prima las fuentes de información secundaria. Puede hacer uso de igual forma de fuentes de información primaria.

Premisas o Supuestos: Son elementos que para las intenciones de planificación se toman como verdaderos, sin necesidad de que exista una prueba o demostración.

Presupuesto: Sumatoria de los costos de las actividades requeridas para lograr el objetivo del proyecto y por tanto permiten obtener el producto, servicio o resultado del mismo.

Problema/necesidad u oportunidad identificada: Asunto en particular generado por una situación de difícil solución, por una carencia identificada o una posibilidad descubierta, que en algún momento dificultan la consecución de algún propósito o fin o lo potencializan en el caso particular de las oportunidades.

Producto del Proyecto: Es el resultado único de la realización de las actividades del proyecto. Una vez terminado es entregado para su operación o uso (tiene un cliente específico – interno o externo). Se diferencia del producto de cualquier actividad operativa por su característica de “único”, en la medida que las condiciones para su desarrollo no son iguales a las de otro producto.

Programa: Un programa es un conjunto de proyectos o componentes relacionados, que apuntan a un mismo objetivo y que son administrados de una manera coordinada para obtener los beneficios y el control que no estaría disponible si se hiciera individualmente.

Propósito: Responde a la pregunta ¿qué?, definiendo qué se quiere lograr directamente con el desarrollo del proyecto. Corresponde al compromiso real del proyecto, ya que su logro no debe depender de otras intervenciones, sino de la realización del proyecto como tal. Expresión cualitativa de un propósito general o situación que se desea alcanzar. Ver también definición de efecto.

Proyecto: Es un esfuerzo de carácter nuevo y temporal (tiene principio y fin), de elaboración progresiva, emprendido para crear un producto único (bien o servicio) que permite la solución de un problema o la atención de una necesidad o el aprovechamiento de una oportunidad, y el cumplimiento de los objetivos (propios del proyecto y de la estrategia empresarial). Una vez finalizado, su producto, servicio o resultado se entrega para su operación o uso.

Proyectos de Modernización: Orientados a buscar la mejora tecnológica en pro de una mayor tasa de producción, una mejor calidad, o permitir el uso de otras materias primas y disminuir costos de suministro en general.

Proyectos de Reposición: Orientados a reemplazar algo que ya estaba en funcionamiento y que se deterioró como consecuencia de su uso, pero que no implica mejora tecnológica, de capacidad, de formas o de estrategias de operación.

Razón precio cuenta: Las razones precio cuenta son las que se utilizan para convertir valores expresados en precios de mercado en precios cuenta.

Recurso: Cualquier ayuda tangible, por ejemplo, una persona, una herramienta, un artículo de la fuente, etc. usados en el funcionamiento de un proyecto

Requisitos: Condición necesaria o característica exigida sobre el desarrollo de algo. Condición indispensable para que pueda realizarse una cosa.

Restricciones: Limitación que influencia el plan del proyecto.

Riesgo: Un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en los objetivos de un proyecto.

Seguimiento/Monitoreo: Es el proceso de supervisión continua de una actividad, con el propósito de garantizar que las actividades se desarrollen con efectividad de acuerdo al plan trazado inicialmente.

Variación costo: Se refiere a la diferencia en unidades monetarias del costo real de una actividad con respecto de la fecha planeada para el inicio / fin de esta.

Nota: El presente glosario se realizó con base en las definiciones halladas durante la revisión bibliográfica, tomadas principalmente de las siguientes fuentes: (Naciones Unidas, 2001), (Miranda Miranda, 2011), (Unión Europea, 2014) y (Departamento Nacionacional de Planeación, 2019).

Redes de Distribución de Energía Modernas y Eficientes para Contribuir a Mejorar la Calidad Educativa en la Institución Universitaria Pascual Bravo

Andrés Mauricio Sánchez Álzate
Cristian Andrés Gómez Hernández
Facultad de Producción y Diseño
Especialización en Gestión de Proyectos
Junio de 2019

Resumen

El presente proyecto tiene como propósito la modernización de las redes eléctricas que actualmente prestan el servicio de distribución de energía en la Institución Universitaria Pascual Bravo. Mediante la intervención de dicha infraestructura, se pretende contribuir a mejorar la calidad educativa de la Comunidad Pascualina. Para el logro de los objetivos, se realizaría una inversión aproximada de \$ 1.573.741.012 COP mediante la cual, se instalará una nueva subestación con capacidad de 630 kVA, 297,06 metros de red subterránea en media tensión y 1.421,37 metros de red en baja tensión. Esta iniciativa, se encuentra alineada con los planes de desarrollo departamental y municipal; especialmente, se vincula al Institucional mediante el fortalecimiento de un campus verde e inteligente, aportando infraestructura eficiente para un mañana sustentable. Los beneficios técnicos del proyecto se enfocan en la confiabilidad, continuidad y calidad del servicio buscando la disminución de fallas eléctricas, asociadas a las vulnerabilidades inherentes de las actuales redes aéreas; así mismo, apunta hacia la facilidad en la operación y planeación del mantenimiento sin generar afectaciones a las cargas críticas, lo que implica también, alto porcentaje de seguridad para los usuarios y menor índice de interrupciones; garantizando el cumplimiento de la normatividad eléctrica vigente, mejorando el urbanismo y propendiendo por la preservación de la fauna y la flora presentes en el campus universitario.

Palabras Clave: *Institución Universitaria Pascual Bravo, Modernización, Proyecto, Redes Eléctricas Subterráneas, Subestación.*

**Modern and Efficient Energy Distribution
Networks to Contribute Improving Educational
Quality at the Pascual Bravo University Institution.**

Andrés Mauricio Sánchez Álzate
Cristian Andrés Gómez Hernández
Facultad de Producción y Diseño
Especialización en Gestión de Proyectos
Junio de 2019

Abstract

This project aims to the modernization to the electricity networks that currently provide the energy distribution in the Pascual Bravo University. The intervention of that infrastructure intends to improve the education's quality of the "Pascualina community". The project's investment would be roughly \$ 1.573'741.012 COP that includes a new 630 kVA substation, 297.06 meters of underground network in medium voltage and 1412.37 meters in low voltage. This initiative is aligned with departmental and municipal development plans especially it is linked to the institutional through the strengthening of a smart green campus providing an efficient infrastructure for a sustainable tomorrow. The technical benefits of this project will focus on reliability, continuity and quality of service to reduce electrical faults associated to the vulnerabilities of the currently aerial network, besides it points to improve the operation and maintenance without impact on critical loads. Likewise, it implies a steadily improve in safety and a lower rate of system interruption ensuring the compliance of the electrical current regulations, improving urban planning and tending for the fauna and flora preservation presents on campus.

Keywords: *Electric Substation, Pascual Bravo University Institution, Modernization, Project, Underground Electrical Networks.*

1. Introducción

Actualmente, la Institución Universitaria Pascual Bravo continúa en un proceso de transformación mediante la construcción de nuevos espacios físicos y la remodelación de su infraestructura antigua, sin embargo, las redes de distribución que suministran el servicio eléctrico, no han sido objeto de intervención. El presente proyecto, se enmarca dentro de los límites de la infraestructura educativa como una de las dimensiones que aporta al aumento de la calidad. En este documento, se proporciona la información necesaria para realizar una inversión significativa que tiene como objeto la modernización del sistema interno de distribución de energía y de este modo, mejorar las condiciones actuales del servicio y contribuir a mejorar la calidad educativa.

El motivo que impulsa el desarrollo del trabajo y la posterior formulación del proyecto es reducir la actual afectación a la calidad, presente en Institución, causada por la falta de renovación de la infraestructura eléctrica de distribución y la falta de cumplimiento sobre las normas técnicas eléctricas; hecho que además de representar alto potencial de riesgo de tipo económico, legal, técnico y sobre la seguridad de las personas debido al estado de las redes, ocasiona una baja eficiencia y competitividad en la comunidad Pascualina.

El diseño propuesto, cumple con los estándares normativos vigentes, se limita a la intervención de las redes internas de distribución de energía, en media y baja tensión (297,06m tipo subterráneas y 1.421,37m respectivamente) y a la construcción de una nueva subestación con capacidad de 630 kVA. No contempla, dentro de su alcance, la infraestructura eléctrica secundaria o instalaciones eléctricas de uso final.

Respecto a la estructura del documento, en la primera parte, capítulos 2 y 3, se presenta el sustento teórico que fundamenta el proyecto; una perspectiva de educación, calidad e infraestructura, un acercamiento a las redes de distribución de energía, la revisión de antecedentes y un complemento de conceptos técnicos que darán al lector las bases necesarias para emprender la lectura de los capítulos posteriores. Luego, se expresan las razones que motivan la realización del proyecto; su alcance, propósito y beneficios, contextualizando el entorno donde se realizará la

intervención y un primer acercamiento a la situación actual. Adicional en el capítulo 4, se describe de manera concreta la metodología de Marco Lógico, seleccionada como la mejor alternativa para la formulación del proyecto.

En la segunda parte, en los capítulos 5 y 6, se muestran las principales afectaciones que representa el actual sistema de distribución de energía; mediante un listado de indicadores y variables, se da a conocer la magnitud actual de la situación. Una vez establecido este panorama, se identifica claramente el problema central, sus causas y sus efectos (Tanto directos como indirectos) y en consecuencia, se realiza un análisis con los diferentes actores involucrados el cual permite identificar claramente la población afectada y la población objetivo del proyecto. En el capítulo 7, se selecciona una alternativa la cual proporciona una solución óptima a las causas que generan el problema; identificado claramente el aporte de esta iniciativa a la política pública, es decir, se visualizan las contribuciones del proyecto o los Objetivos de Desarrollo Sostenible y a los Planes de Desarrollo Nacional, Departamental, Municipal e Institucional.

Con base en el desarrollo y en los análisis previamente descritos, en la tercer y última parte del documento, se construyen las matrices de Marco Lógico y riegos (Capítulos 8 y 9) y la Estructura de Desglose de Trabajo (Capítulo 10); a partir de la secuencia de tareas y procesos identificados en este último diagrama, en el capítulo 11, se determina el presupuesto o costo de la alternativa de solución. Finalmente, en el capítulo 12 se realiza una identificación y valoración de los benéficos del proyecto y en el capítulo 13 se presenta el cronograma de ejecución para las actividades propuestas.

2. Marco Teórico

2.1. Marco de Referencia

2.1.1. Educación, Calidad e Infraestructura

En la actualidad el mundo vive continuas y aceleradas transformaciones, este hecho genera constantes retos para los gobiernos, entre ellos, desarrollar la economía, garantizar el bienestar y la promover la cohesión social; una de las herramientas más útiles para abordar estos desafíos es la educación. Ésta tiene como objetivo permitir a todos los individuos desarrollar, sin distinciones, sus capacidades; es decir, que todos evolucionen sin importar sus características personales, sociales y culturales. Sin embargo, al igual que la pobreza y la desigualdad están presentes en la gran mayoría de países; “lo mismo sucede en la educación: el analfabetismo, la inequidad en el acceso a los bienes educativos, la reducida calidad del sistema público de enseñanza y la falta de opciones laborales, son rasgos comunes de los sistemas educativos nacionales” (Marchesi, Tedesco, & Coll, 2009).

Por esta razón, tanto en ministerios públicos como en organismos internacionales, la cobertura y la calidad han sido una constante preocupación y un factor central en las discusiones sobre educación. “*Su lugar en la agenda pública resulta relevante, desplegándose como uno de los propósitos que justifican las acciones de planeación y ejecución de políticas, así como procesos de reforma del sistema educativo*” (Orozco Cruz, Olaya Toro, & Villate Duarte, 2009). De este modo, promover programas estratégicos que garanticen mayor acceso, equidad y calidad de la educación, no solo contribuirá reducir los niveles de desigualdad sino también brindará al país una verdadera transformación de la sociedad; debido a esto, no es extraño encontrar en las políticas y planes de desarrollo, nacionales y locales, líneas estratégicas que tienen como objetivo impulsar y financiar proyectos que no solo contribuyan al incremento de la cobertura educativa, sino también de la calidad.

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) se encarga de la planeación, la asistencia técnica y el seguimiento a las estrategias y programas nacionales, definiendo las directrices que rigen el Sistema de Aseguramiento de la Calidad para la Educación Superior. Al respecto Flechas (2019) identifica que lograr la calidad es uno de los desafíos fundamentales para las Instituciones de Educación Superior; como una condición que genera impacto y que garantiza la pertinencia de todas sus acciones. La aspiración a lograr esta calidad, según Ardila (2011), es un compromiso inherente a la misma razón de ser de la actividad educativa, pues se trata de un servicio a las personas y cuyo resultado son personas formadas realizadas y satisfechas (Ardila Rodríguez, 2011).

Desde otra perspectiva, la calidad educativa medida mediante “El cómo se lleva a cabo el proceso de formación”, es decir, la capacidad de producir aprendizajes útiles para la vida actual y futura de sus educandos en las esferas personal, familiar, cívica y económico-laboral (Marchesi, Tedesco, & Coll, 2009); se enmarca en tres aspectos fundamentales: Talento humano, componente pedagógico e infraestructura. Disponer de una infraestructura física y/o tecnológico acorde para el aprendizaje es determinante y está relacionado con los resultados académicos y la calidad de la educación (Malagón, 2018). En Medellín, con la aprobación por parte del Concejo Municipal del Proyecto de Acuerdo 095 de 2017, “*por medio del cual se redefine el Programa Reconocimiento al Mejoramiento Educativo para la Calidad*” se consolida la política pública educativa como el eje y motor de desarrollo de la ciudad (Alcandía de Medellín, 2017).

Según estudios realizados por el Banco Mundial, CAF y 21st Century School Fund, una infraestructura pertinente, respecto a la calidad educativa supone desarrollar mejoramientos específicos en las siguientes tres dimensiones: Deserción y retención, motivación de docentes y estudiantes y el mejoramiento de los resultados académicos. Inversiones en este aspecto implican incrementos en la comodidad y adecuación de los espacios para la construcción y transmisión del conocimiento entre estudiantes, docentes, investigadores y el equipo administrativo de las instituciones educativas. Particularmente en los escenarios de educación superior, existe evidencia objetiva que demuestra una relación directamente proporcional entre infraestructura educativa y la calidad de la educación “*por lo que las inversiones inteligentes, innovadoras y ambiciosas en la*

infraestructura, definitivamente contribuyen a la consolidación de las condiciones de calidad de la educación y, por ende, al desempeño competitivo de las sociedades” (Malagón, 2018).

2.1.2. Servicio de Distribución de Energía

Es el encargado de transportar la energía eléctrica a través de redes de distribución, desde las subestaciones en media tensión hasta el usuario final o consumidor (Residencial, industrial, comercial o institucional). Su óptimo funcionamiento se alcanza cuando las capacidades de las fuentes y conductores no son sobrepasadas y las tensiones en los nodos (Puntos de derivación) no incumplan los rangos de regulación de tensión establecidos por la normatividad actual (Pezoa, Santander García , & Cárcamo-Gallardo, 2007); por lo tanto, una falla en cualquier punto de la red genera pérdidas considerables tanto para los Operadores de Red (OR, Empresa dedicadas al negocio de distribución y comercialización de energía) como para los usuarios (Tangarife E, 2013).

Para cuantificar la confiabilidad de los sistemas de distribución se recurre a los índices de calidad definidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), estos indicadores brindan información sobre toda la red. Es decir, mediante un sistema de medición para la calidad del servicio de energía, se evalúan el desempeño de la infraestructura eléctrica y el comportamiento de sus componentes. Estos indicadores son de obligatorio cumplimiento para los operadores de red (CREG, 2018), con base en estos datos son auditados pudiendo ser sancionados en caso de incumplimiento; cabe notar que, aunque no sean obligatorios para usuarios finales, realizar medición de los indicadores de calidad permitirá gestionar, de manera más eficiente, su servicio interno de distribución de energía.

Respecto a la confiabilidad, las mediciones del banco mundial evidencian que Colombia es uno de los países latinoamericanos que menos pérdidas genera por cortes eléctricos, superado solo por Uruguay, Chile, Paraguay y Costa Rica (Competitividad, 2017). Las estadísticas sobre interrupciones del suministro eléctrico de las empresas distribuidoras y comercializadoras de energía, indican que cerca del 85% de la cantidad total de horas de interrupción del servicio ocurren por causa de fallas en el sistema de distribución. Aproximadamente el 9% es atribuido a las

subestaciones, el 4% a la transmisión y menos del 2% se relacionan con la generación. La mayor parte de las interrupciones que experimentan los clientes tienen su origen en los sistemas de distribución causadas por fallas en las redes (UPME, 2016).

2.1.3. Fallas Principales de los Sistemas de Distribución

Al analizar las redes de distribución eléctrica de tipo aéreo; se identifica factores que afectan su correcta operación, entre ellos, uno de los más recurrentes es el contacto directo de las líneas energizadas con fauna o flora circundante, lo que pueden ocasionar cortocircuitos y en algunos casos, el rompimiento de los conductores teniendo como consecuencia el accionamiento de los sistemas de protección; estas circunstancias derivan en interrupciones del servicio de energía eléctrica (Arias Londoño, 2014). Lo anterior queda evidenciado en los registros de fallas de 2007 a 2013, donde se destaca que, de las interrupciones presentadas durante este periodo, 41% de las fallas ocurrieron por contacto animal y 31% por falta de poda de la flora circundante a las líneas (Herrera Parada, 2013). Desastres naturales también afectan las líneas de tipo aéreo, esto debido al derribamiento de postes y conductores, dándose así la necesidad de nuevas instalaciones (García Fonseca & Marín G, 2011).

En términos de disponibilidad, en los países americanos el Indicador de Tiempo Total Promedio de Interrupción por Cliente al Año (SAIDI) oscila entre las 5,7 h/año de Estados Unidos y las 12 h/año de Chile (UPME, 2016). Esto se debe a que el porcentaje de áreas urbanas aumenta al incrementar la densidad de población, en consecuencia, en el entorno urbano, el tiempo de interrupciones es menor gracias a que se cuenta con más líneas de distribución subterráneas. Colombia cuenta con una densidad de población de 44 hab/km² (The World Bank, 2015) y un valor del indicador SAIDI de 29,47 h/año (UPME, 2016).

Respecto a la seguridad, la manipulación de redes eléctricas aéreas, es un factor de riesgo considerable en la operación de estos sistemas. Los impactos respecto a este tema se evidencian en los incidentes ocurridos entre enero de 2010 y diciembre de 2014 que dejaron un total de 899 muertes por electrocución. Entre 2013 y el primer semestre de 2015, el manejo incorrecto de las

redes aéreas ha sido la causa de 769 accidentes, 208 de ellos mortales. Aunque las cifras se han reducido en los últimos años, solo entre enero y junio del 2015 se registraron 109 accidentes, de los cuales 31 tuvieron víctimas mortales (Universidad Nacional, 2016).

Las implicaciones en la calidad y disponibilidad del servicio eléctrico, como consecuencia de los factores ya mencionados, se ha convertido en un tema de gran interés tanto para los agentes del sector eléctrico en las áreas de planeación, operación y distribución, como para los usuarios residenciales, oficiales e industriales (Tecnológica, Gómez, Peña, & Cesar , 2012).

2.1.4. Planeación en Sistemas de Distribución Internos

Un inadecuado crecimiento en un sistema de distribución puede ocasionar, además de los problemas mencionados, pérdida de carga, incumplimiento en los límites permitidos de tensión, sobrecargas, entre otros. La principal herramienta para prevenir estos inconvenientes es planificar una correcta expansión de la infraestructura eléctrica (Tangarife E, 2013, pág. 39) de tal forma que garantice cobertura de la demanda, bajos costos de instalación y facilidad para operar los componentes del sistema. El diseño propuesto debe cumplir ciertos de confiabilidad, normativos y técnicos.

Una planeación adecuada responde a las preguntas cuándo y cuántos elementos de la red eléctrica de distribución deben ser instalados o repotenciados; contemplado los requerimientos de potencia para futuras construcciones, la óptima cargabilidad de los conductores y subestaciones (Evitando pérdidas técnicas) y garantizando un costo mínimo, máxima confiabilidad y el cumplimiento de restricciones operativas (López, Hincapié, & Gallego, 2011)

2.1.5. Diagnóstico de Instalaciones Eléctricas

Es el conjunto de acciones que permiten determinar el estado y la calidad de las instalaciones eléctricas eléctrica en una organización (Quién, cuánto, cuándo, dónde, con qué o cómo). A luz de

la normatividad colombiana, los diagnósticos de cualquier tipo de instalaciones eléctricas deberán realizarse con base de los siguientes reglamentos:

- a) NTC 2050 o Código Eléctrico Colombiano. Su objetivo es la salvaguardia de las personas y los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad. Contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos (ICONTEC, 1998).
- b) Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE (Resolución 90708 del 30 agosto de 2013). El objetivo de este reglamento es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico (Minminas, 2013).

2.1.6. Diseño Eléctrico de Redes de Distribución Internas

Los diseños propuestos de instalaciones eléctricas deberán cumplir las diferentes disposiciones legales publicadas por las autoridades nacionales (NTC 2050 y el RETIE), es decir, un buen diseño (Dentro de su nivel de alcance) deberá cumplir todas las exigencias de los reglamentos técnicos y la normatividad solicitada por el OR; en el caso de EPM, los proyectos de distribución demandan el cumplimiento completo del grupo RA8 y RS; estos documentos especifican claramente las exigencias para redes eléctricas tipo aéreas y subterráneas.

La arquitectura de distribución eléctrica de una instalación implica la configuración espacial, la elección de fuentes de alimentación, la definición de diferentes niveles de distribución, el diagrama de una sola línea y la elección de equipos. Estas decisiones técnicas se basan en los diversos criterios de rendimiento. Es importante que el criterio de diseño tenga en cuenta el costo de las pérdidas; con especial atención en la selección de calibres de los conductores, los tipos de cargas y transformadores, la aplicación de reguladores y el correcto control del factor de potencia (Schneider Electric, 2010).

Samuel Ramírez, en su libro sobre redes de distribución de energía (Ramírez Castaño, 2004), indica que el diseño de un sistema de distribución debe incluir:

- a. La localización de la alimentación para el Sistema
- b. El conocimiento de las cargas y de su tasa de crecimiento
- c. Selección de la tensión de alimentación.
- d. Selección de las estructuras de media tensión y baja tensión.
- e. Localización óptima de subestaciones de distribución (transformadores).
- f. Diseño del sistema de puesta a tierra.
- g. Análisis de corrientes de cortocircuito.
- h. Diseño de las protecciones de sobrecorriente y sobretensiones.

2.1.7. Diseño de Redes Subterráneas

Un diseño tipo subterráneo se debe enfocar en la confiabilidad, continuidad y calidad del servicio buscando la disminución de fallas eléctricas, asociadas a las vulnerabilidades inherentes a la naturaleza de las redes aéreas; así mismo, deberá apuntar hacia la facilidad en la operación y planeación del mantenimiento sin generar afectaciones a las cargas críticas (Vargas Jiménez, 2015), lo que implica también, un alto porcentaje de seguridad para los usuarios y menor índice de interrupciones además de mejorar los cálculos de regulación, el factor de carga de los transformadores y sus pérdidas técnicas, pérdidas que continuamente generan sobrecostos a las instituciones. Adicional, el diseño subterráneo busca mejorar el entorno visual urbanístico, garantizando el cumplimiento de la normatividad vigente y propendiendo por la preservación de la fauna y la flora presentes en sitio donde se instalará.

También, es preciso incorporar dentro del diseño eléctrico, el componente ambiental. Un producto con diseño amigable para el medio ambiente, llamado "Eco-Design" posee un enfoque de desarrollo sostenible con el objeto de ofrecer productos o servicios que satisfagan las necesidades de los clientes a la vez que reduzcan el impacto medioambiental en todo su ciclo de vida útil (Schneider Electric, 2010).

2.2. Marco de Antecedentes

2.2.1. Proyecto Diseño de Redes Eléctricas

En Mayo de 2018 fue presentado el trabajo de grado titulado “*Diseño de Redes de Distribución Eléctrica Subterránea y Subestación para la Institución Universitaria Pascual Bravo*” (Cardona, Gómez, & Sánchez, 2018). En 163 páginas más anexos, se detalla el diagnóstico de las redes eléctricas existentes; realizando un levantamiento del estado de las redes, en media y baja tensión, que actualmente alimentan la institución. Adicional, basándose en la proyección futura de la universidad, propone un nuevo diseño de redes de distribución y una nueva subestación ubicada en centro de carga. El sistema sugerido en este trabajo cumple con los requisitos exigidos por la normatividad vigente y por operador de red.

2.2.1. Proyecto Madre de Ampliación

En el año 2014 se presentó el proyecto de grado titulado “*Ampliación de los servicios de pregrado de los programas de ingeniería de la Institución Universitaria Pascual Bravo en Medellín*” el cual tuvo como objetivo “*Asegurar un sistema educativo pertinente que responda a las necesidades, caracterizaciones y exigencias del entorno.*” (García, Vásquez, & Zapata, 2014), aportando las bases de identificación y formulación para el futuro proyecto de inversión. Posteriormente, el proyecto fue formulado, aprobado, financiado y ejecutado. Para tal fin se involucraron tanto al I.U Pascual Bravo como el Municipio de Medellín.

El proyecto actualmente se encuentra en fase de evaluación, ya que tiene un horizonte de tiempo de 10 años, que inició en el año 2014 hasta el año 2024. Es considerado un proyecto exitoso; cumplió sus objetivos y está respondiendo a las necesidades de la I.U Pascual Bravo contribuyendo al incremento de la oferta educativa, tanto para el área metropolitana de la ciudad de Medellín, como para los 125 municipios que tiene el departamento de Antioquia.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Red de Energía

Parte del sistema eléctrico cuya función es el transporte de energía. La red eléctrica une centros generadores de energía con puntos de consumo, de este modo se consigue un equilibrio entre la cantidad de energía consumida y la producida por las centrales eléctricas. Las redes en media tensión de transporte están constituidas por un elemento conductor y por los elementos de soporte (González Arias, 2007). Por su parte, se denomina red de distribución a la red encargada de distribuir la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación a cada uno de los clientes, en los diferentes niveles de tensión requeridos. Las redes de distribución se pueden diferenciar en tres grupos: Alta, media y baja tensión (Minminas, 2013).

2.3.2. Red de Media Tensión

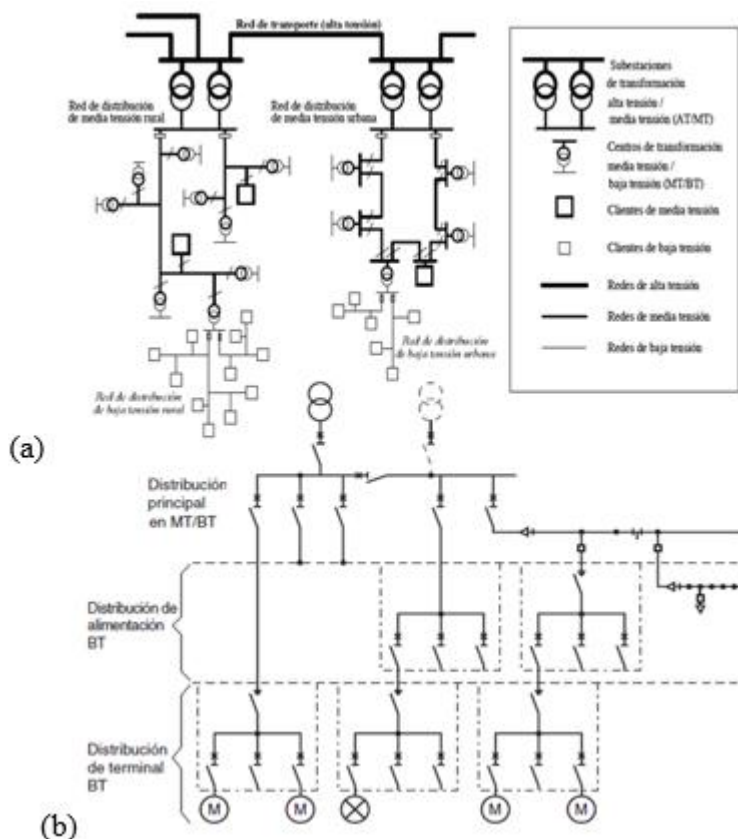
Redes que parten desde las subestaciones de transmisión, distribuyen la energía eléctrica entre los clientes de media tensión y los centros de transformación MT/BT. Los niveles de tensión empleados en Antioquia son de 1kV a 44kV (Diaz Dorado, 1999). Es importante considerar las redes asociadas a la instalación para realizar diseños eléctricos en MT, es necesario mostrar en los planos de infraestructura las líneas y subestaciones relacionadas con la nueva instalación. En la *Figura 1a* se puede observar el diagrama unifilar que va desde redes de alta tensión hasta baja tensión (Diaz Dorado, 1999).

2.3.3. Redes de Baja Tensión

A medida que nos aproximamos a los núcleos urbanos la tensión se va reduciendo progresivamente, hasta a llegar a los valores de baja tensión utilizados por los clientes o usuarios finales. Estos valores de tensión vienen especificados por las necesidades surgidas en cada uso, residencial, industrial y comercial (Red Eléctrica de España, 2009). Las redes de baja tensión parten desde los barrajes de la subestación o centros de MT/BT, y transportan la energía hasta los

tableros de distribución, CCMs, tableros o gabinetes de mando y cajas de circuitos o de potencia (Schneider Electric, 2010). Los niveles de tensión empleados son de 25V a 1kV, como se muestran en la *Figura 1b*.

Figura 1. Esquema Unifilar (a) Red MT (b) Red BT



Fuente: Tomado de (Schneider Electric, 2010, págs. E4, 141)

2.3.4. Elementos de la Red Subterránea en Media Tensión

Según Ramírez Castaño, un sistema subterráneo cuenta con los siguientes componentes:

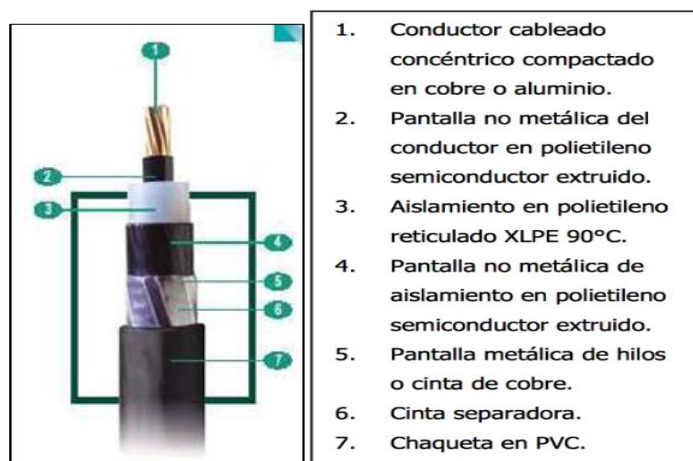
- a) **Ductos:** Pueden ser de asbesto cemento, PVC o metálicos con diámetro mín. de 4'.
- b) **Cables:** Pueden ser monopolares o tripolares, aislados de acuerdo con el voltaje de operación, en polietileno de cadena cruzada XLPE, de polietileno reticulado EPR, en caucho sintético y en papel impregnado en aceite APLA o aislamiento seco elastomérico.

- c) **Cámaras:** Pueden ser de inspección o de empalme. Sirve para hacer conexiones, pruebas y reparaciones. Deben poder alojar a 2 operarios para realizar los trabajos. Allí llegan uno o más circuitos y pueden contener equipos de maniobra.
- d) **Empalmes uniones y terminales:** Son los encargados de dar la continuidad adecuada o conexiones entre cables y equipos (Ramírez Castaño, 2004)

2.3.5. Conductores

El conductor es la parte de un cable que transporta la corriente de carga. Los materiales más comúnmente utilizados son aluminio y cobre, generalmente utilizados en cables de alta capacidad debido a su mejor conductancia (Pro cobre, 2000), en la **Figura 2** se observan sus componentes.

Figura 2. Modelo del Cable de Media Tensión



Fuente: Tomado de (CENTELSA, 2008)

2.3.6. Subestaciones

Conjunto de equipos de transformación de energía con sus respectivas protecciones, que permiten cambiar parámetros eléctricos como tensión, corriente y frecuencia, con el fin de permitir el flujo de energía eléctrica en un determinado sistema de potencia. Su diseño y configuración está orientado por criterios como flexibilidad, confiabilidad y seguridad (Harper, 2006).

2.3.7. Subestación Tipo Interior

Son aquellas que tienen el equipo alojado en celdas (módulos). Puede disponer de entrada y salida de alimentador primario, con sus respectivas celdas para el transformador, equipos de protección, seccionamiento para cada transformador que se derive y equipos de medida. Cada celda se proveerá con una puerta metálica con cerradura en la parte frontal, abriendo hacia afuera, con ventanas de inspección en vidrio templado de seguridad. Poseen rejillas de ventilación ubicadas de tal manera que no permitan la introducción de elementos (Ramírez Castaño, 2004).

2.3.8. Subestaciones Media Tensión / Baja Tensión

Conjunto de dispositivos, con sus aparatos y obras complementarias, dedicados a la transformación de la tensión suministrada por la red de distribución en media tensión (por ejemplo 13.2 kV), en valores de tensión adecuados para la fuente de alimentación de las líneas de baja tensión (por ejemplo, 460 o 480 V). Estas subestaciones son los puntos de frontera de la MT con la BT (ABB, 2015).

2.3.9. Celdas de Seccionamiento Subestación MT/BT Interior

Celdas que permiten la entrada y/o salida de los cables del alimentador primario. Las celdas de protección y seccionamiento para el transformador contienen seccionador tripolar para operar bajo carga provisto de fusibles tipo HH; poseen mecanismos de energía almacenada para apertura manual o por disparo. Los fusibles provistos de percutor para uso en interiores tipo limitador de corriente deben ajustar su capacidad a la del transformador y en coordinación con el interruptor general de baja tensión (Harper, 2006).

2.3.10. Transformador de Potencia

Dispositivo que se encarga de convertir el voltaje (AC) que tiene a su entrada en otro de diferente amplitud, que entrega a su salida (Schneider Electric, 2010). Es la parte más importante

de la subestación; la elección de este equipo afecta directamente su diseño. La selección, se realiza sobre la base de varios factores; principalmente: Características de la instalación del usuario, nivel de continuidad del servicio requerido y ubicación en la S/E (ABB, 2015).

2.3.11. Riesgos

Medida de la magnitud de los daños frente a una situación peligrosa. El riesgo se mide asumiendo una determinada vulnerabilidad frente a cada tipo de peligro. Debe distinguirse adecuadamente entre peligrosidad (probabilidad de ocurrencia de un peligro), vulnerabilidad (probabilidad de ocurrencia de daños dado que se ha presentado un peligro) y riesgo propiamente dicho (Robledo, 2014). Todo elemento cuya presencia o modificación, aumenta la probabilidad de producir un daño a quien está expuesto a él será considerado un factor de riesgo.

Por su parte, el riesgo eléctrico es aquel con potencial de daño suficiente para producir fenómenos de electrocución y quemaduras. Puede ser causado por arco eléctrico, contacto directo e indirecto, cortocircuito o sobrecarga. Por tanto, todo sistema eléctrico o equipos que pueda entrar en contacto con las personas o las instalaciones y materiales con probabilidad de provocar lesiones a las personas y daños a la propiedad serán considerados factores de riesgos eléctricos.

2.3.12. Identificación y Valoración de Factores de Riesgo

Tiene por objeto dar parámetros en la elaboración del panorama de factores de riesgo de una determinada situación que se está analizando, incluyendo la identificación y valoración cualitativa de los mismos.

3. Justificación

Ninguna inversión resulta tan altamente remuneradora como aquella que se dedica a la formación del capital humano y, dentro de ella, al desarrollo de la infraestructura para contribuir a la calidad de la educación superior y al logro satisfactorio de los resultados académicos de los estudiantes (Malagón, 2018). La modernización de las redes eléctricas constituye un aporte sustancial al mejoramiento de la infraestructura educativa, tiene un papel fundamental no solo para la calidad, sino incluso para el acceso, permanencia, diversidad e inclusión de los beneficiarios del sistema educativo.

En los próximos 5 años, el proyecto de instalaciones eléctricas, a través de modernas y eficientes redes de distribución, suministrará los servicios de energía para la I.U Pascual Bravo. Mediante la instalación de una nueva subestación con capacidad de 630 kVA, 297,06 m de red en media tensión tipo subterránea y 1.421,37 m de red en baja tensión para alimentar 18 bloques (de 26 que tiene la institución); se contribuirá a transportar energía para el funcionamiento de los diferentes equipos eléctricos existentes en el campus Universitario y sus diferentes procesos; aportando con la formación integral de personas a través de programas académicos de alta calidad, promoviendo la investigación y orientando su gestión a satisfacer las necesidades y expectativas de la comunidad educativa. La modernización de las redes abarca, como reales beneficiarios del proyecto, el 100% de la comunidad Pascualina.

El proyecto busca el cumplimiento de la normatividad eléctrica vigente, propendiendo por la preservación de la fauna y la flora presentes en el campus universitario; así mismo, apunta hacia la facilidad en la operación y planeación del mantenimiento sin generar afectaciones a las cargas críticas, lo que implica también, un alto porcentaje de seguridad para los usuarios y menor índice de interrupciones. Los beneficios técnicos del proyecto se enfocan en la confiabilidad, continuidad y calidad del servicio buscando la disminución de fallas eléctricas, asociadas a las vulnerabilidades inherentes, o la naturaleza, de las redes aéreas.

3.1 Entorno del Proyecto

Considerada como uno de los principales centros de educación técnica pública de Colombia (Restrepo, 2012), la I.U. Pascual Bravo cuenta con una sede principal ubicada en la ciudad de Medellín (Antioquia, Colombia) en la calle 73 No. 73A – 226, barrio Robledo La Pilarica. Con una extensión aproximada de 80.000 m², el campus está dividido en 26 bloques; en los cuales encontramos laboratorios, talleres, biblioteca, parqueaderos, zonas verdes, sitios de estudio, salas de cómputo, oficinas, auditorio, cafeterías y demás espacios de una instalación universitaria. De manera adicional, el Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo (I.T.I. Pascual Bravo), uno de los primeros colegios públicos de la ciudad de Medellín y el primer colegio técnico del país, también forma parte del campus.

En los últimos 10 años, la I.U. Pascual Bravo ha aumentado su población académica de manera gradual. Actualmente, según el informe de rendición de cuentas 2017, la comunidad Pascualina está conformada por 6.370 estudiantes universitarios matriculados; de los cuales 1.244 estudiantes nuevos (2018), 733 estudiantes del programa presupuesto participativo y 631 estudiantes de regionalización con cobertura en 25 municipios. Los estratos 1, 2 y 3 componen el 97% de la población universitaria; y el 3% restante se encuentra distribuido entre los estratos 4, 5 y 6 (Arboleda Gavira, 2018). La universidad cuenta con 446 docentes, 391 de cátedra, 40 ocasionales y 15 de carrera. Por su parte, el I.T.I. Pascual Bravo, según su archivo de datos estadísticos, cuenta con 2.109 estudiantes matriculados y 80 docentes. Finalmente, el área administrativa y de sostenimiento cuenta con 120 personas vinculadas directamente a la institución y 310 contratistas. Sumando los datos mencionados previamente, se obtiene una comunidad Pascualina compuesta por 9.435 personas.

Respecto a la infraestructura, la Universidad ha ejecutado planes de mejoramiento que incluyen cambios en la infraestructura mediante el aumento de la planta física. Entre otras mejoras, se ha realizado la adecuación, remodelación y dotación de las aulas de clase, laboratorios, talleres, sitios de estudio para los alumnos, salas de cómputo y oficinas de profesores. También la creación de sitios para la expresión artística y cultural, auditorios y salas de conferencias, oficinas

administrativas, cafeterías, baños, campos de juego, zonas verdes, parqueaderos y demás espacios destinados al bienestar de los habitantes del campus. Sólo en el año 2012 se adecuaron y dotaron el 10% de los 33 laboratorios y talleres existentes en la Institución, Los espacios intervenidos fueron los laboratorios de metalografía, informática y el de PLC. Adicional, se inició la readecuación del laboratorio de fundición. También se dio la construcción de un nuevo y moderno bloque, conformado por 7 niveles, aulas con capacidad para 40 estudiantes, salas de profesores, oficinas, plazoleta y amplios espacios destinados para el estudio y el bienestar de estudiantes y docentes (Morales Saldarriaga , 2016). Estas nuevas áreas necesitan de manera constante los servicios de suministro eléctrico, sin embargo, el auge de transformación y remodelación no contempló un el cambio o modernización del sistema de redes de distribución que actualmente alimentan los diferentes espacios del campus universitario.

3.2 Análisis de la Situación Actual

La infraestructura eléctrica de distribución de la I.U. Pascual Bravo está conformada por redes primarias y redes secundarias. La red primaria tipo aérea en media tensión, recorre el campus generando un alto impacto visual; adicional cruza a través de zonas con una alta densidad arbórea. Esta red tiene una longitud de 178 metros y alimenta, durante su recorrido, todos los centros de transformación de la Institución (5 subestaciones, de la cuales 3 son tipo poste con capacidad de 45, 45 y 150 kVA; y 2 tipo interior con capacidad de 150 y 800 kVA). Cabe notar que los índices de confiabilidad eléctrica de la institución se ven reducidos como consecuencia de las vulnerabilidades inherentes a este tipo de redes; incidentes como salidas inesperadas del único circuito, suspensión del servicio a causa de daños por contactos accidentales con la zona arborizada o contacto directo con animales, suspensiones por parte del operador de Red, entre otros. Por su parte, las redes secundarias tienen una longitud de 1.141,3 m; inician en la subestación de 800 kVA ubicada en el bloque 6, y alimentan las cargas correspondientes al colegio (I.T.I. Pascual Bravo), el coliseo y los bloques superiores del campus. En caso de presentarse una falla en esta instalación, el 65,5% de las edificaciones de la Institución quedarían sin fluido eléctrico, hecho que convierte esta instalación en un activo crítico para el campus (Cardona, Gómez, & Sánchez, 2018).

En particular, esta última década fue de grandes avances tecnológicos y en infraestructura, materializando logros por los que la universidad trabajó con constancia, disciplina y compromiso (I.U Pascual Bravo, 2014); no obstante, las redes eléctricas de distribución no han sido objeto de modernización, cambio o reposición. La distribución de cargas está mal calculada, hecho negativo que repercute en valores superiores al 5% de regulación de tensión, incumpliendo el RETIE, esto genera ineficiencia de los equipos eléctricos de la Comunidad Pascualina, además de generar riesgos debido al estado ineficiente de las redes eléctricas. Adicional, por causa del sobredimensionamiento del transformador de potencia, el cual solo ocupa 23,7% de su capacidad nominal (De 800 kVA), se genera otro efecto negativo en la S/E denominado pérdidas técnicas; las cuales representan un costo adicional en la facturación mensual de energía. Se observa un efecto negativo referente al alto consumo de energía; la facturación del sistema mensualmente sobrepasa los 50.000kWh de consumo, representando un costo anual aproximado de \$329.368.116,00 COP. Según datos históricos, desde los años 2014 al 2017 se ha presentado un incremento en el consumo de energía correspondiente a 20.000 kWh por año (Cardona, Gómez, & Sánchez, 2018).

También, como consecuencia de las salidas inesperadas del único circuito (6 salidas/año) los índices de confiabilidad eléctrica de la Institución se ven afectados; al presentarse una falla en esta instalación, se presenta un efecto de desabastecimiento del fluido eléctrico en 18 bloques correspondientes al 65,5% de las instalaciones; este hecho convierte la subestación en un activo crítico para el Campus.

4. Metodología

Para la formulación y estructuración del proyecto se utilizará la metodología de Marco Lógico (ML) propuesta por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Inicialmente, mediante el diagnóstico y la descripción de una situación existente se identificará el problema central y su magnitud (Línea base). Luego, para identificar de manera más exacta el motivo de realización del proyecto, se construirá un diagrama de árbol de problemas (Conocido también como matriz de causa-efecto). Con esta primera herramienta, se determinarán y establecerán las relaciones de causa y efecto que defienden la problemática descrita.

Una vez establecida la problemática, con el fin de investigar e interpretar las necesidades, expectativas e intereses de la población objetivo, se realizará una identificación y una matriz de valoración de involucrados. Estas herramientas, además de identificar los actores, nos definirán su rol, participación e impacto obteniendo, es decir, la postura de cada actor frente al proyecto. Este análisis proporcionará las bases para crear estrategias que permitirán beneficiar al proyecto (Saravia, 2007).

Con base en el árbol de problemas, se elaborará el árbol de objetivos (También llamado matriz de medios y fines). Este instrumento, facilitará la identificación de la alternativa de solución a implementar para lograr el tránsito hacia una situación favorable. Esta etapa finalizará con una revisión cuidadosa de las relaciones entre los medios y fines establecidos; con este paso, se podrá garantizar que el esquema de análisis sea válido e íntegro, habiendo seleccionado la estrategia óptima (Ortegón, Pacheco, & Prieto, 2015). Una vez propuesta la solución al problema planteado, se definirán los objetivos del proyecto: a) Objetivo general, al cual contribuiremos y b) Objetivo específico el cual aportará una acción que se concretará efectivamente en la práctica; la cual se configurará en una alternativa viable y pertinente (Örtengren, 2005).

Habiendo terminado la identificación y solución del problema, se iniciará la construcción de la matriz de Marco Lógico (MML). Esta estructura, consistirá en diagramar una matriz ajustada a la

alternativa seleccionada, pero con 4 niveles jerárquicos (Filas): Fin, propósito, componentes y actividades; y 4 columnas: Descripción, indicador, fuentes y medios de verificación y supuestos. El fin y propósito se tomarán del árbol de objetivos original, mientras que los componentes y actividades se construirán a partir de la información producto de la alternativa de solución (Coneval, 2013). Luego, Se realizará un resumen narrativo, el cual sintetizará las actividades del proyecto, los productos que se entregarán, y los resultados de corto, mediano y largo plazo que se esperan lograr en la población objetivo. Se revisará, con especial detalle, cuál es la relación causal y teórica en los mecanismos que permiten convertir insumos en productos y finalmente en resultados de corto, mediano y largo plazo.

En la tercera columna, se anexarán los indicadores. Estos elementos, se definirán para cada nivel de la matriz y describirán operacionalmente tanto lo definido en la columna de objetivos como las metas del proyecto en cada nivel de objetivos (Fin, Propósito o componente esperado). Los indicadores, se tomarán como el punto de referencia y serán una especie de "carta de navegación" para guiar las actividades de gestión/monitoreo y evaluación del proyecto. Luego de seleccionar los indicadores, se seleccionarán los medios de verificación para cada uno de ellos. Es decir, se precisarán los métodos y fuentes de recolección, las agencias responsables, el método de análisis, la frecuencia, cómo se aplicará la información, formatos de difusión y circulación que permitirán evaluar y monitorear los indicadores y metas propuestos para observar el logro de los objetivos (Ortegón, Pacheco , & Prieto, 2015).

Para completar la MML, se definirán los supuestos o riesgos en cada uno de los niveles de objetivos del proyecto (Fin, propósito, componentes y actividades). Estos supuestos serán los factores externos identificados que están fuera del control e inciden, de manera directa, en el éxito o el fracaso del proyecto. Corresponderán a acontecimientos, condiciones o decisiones que tienen que ocurrir para que se logren los distintos niveles de objetivos de la intervención. Los riesgos podrán ser, entre otros factores, financieros, sociales, ambientales, climatológicos, institucionales o políticos (BID, 1997).

Con la integración de información obtenida, se elaborará una matriz de riesgos (con más nivel de detalle) a los cuales se verá enfrentado el proyecto. En esta matriz, se identificarán los riesgos asociados a cada etapa o actividad; se realizará una descripción de cada supuesto, identificando su fuente, tipo, probabilidad de ocurrencia, impactos, efectos y se describirán las medidas de mitigación propuestas para reducir o controlar el riesgo identificado.

Para establecer un orden lógico secuencial en cada una de las fases y actividades, se elaborará una descomposición jerárquica del proyecto denominada Estructura de Desglose de Trabajo o EDT. Esta estructura estará orientada a garantizar el cumplimiento de los entregables propuestos (MDAP, 2016), y a su vez, los entregables se establecerán a través de la identificación de las tareas necesarias para la ejecución del proyecto. Al finalizar la elaboración de la EDT, se obtendrán los insumos principales para la elaboración del presupuesto necesario para el proyecto, en este literal, se presentará una matriz resumen con el valor total y el costeo de cada fase; seguida de matrices adicionales con el presupuesto discriminado por cada actividad propuesta.

Para valorar y cuantificar los beneficios del proyecto se construirá otra matriz en la cual, gracias a la previa identificación y valoración de los problemas resueltos o las necesidades satisfechas con la ejecución del proyecto, se agruparan los tipos de cada beneficio cuantificando económicamente cada uno de ellos (DNP & Virviescas Ibargüen, 2006). Se prestará especial detalle en la descripción de cada beneficio, verificando su relación con el impacto o los fines descritos en la MML y su aporte directo dentro de la población objetivo.

Finalmente, con las actividades identificadas en la MML y la estructura elaborada en la EDT, se realizará un cronograma para la ejecución del proyecto. Esta última herramienta, establecerá un inicio y un final definido, proporcionado una línea de tiempo para cada actividad o tarea propuesta. De este modo, permitirá monitorear los avances o atrasos en cada una de las fases y aportará información para posteriores ajustes de tiempo o sobre las secuencias de trabajo (Prioridad de actividades).

5. Análisis de Problemas

5.1 Diagnóstico de la Situación Existente en la Institución Universitaria Pascual Bravo

Actualmente la infraestructura eléctrica de la Institución Universitaria Pascual Bravo, dentro del campus Robledo, está basada en la utilización de redes aéreas que, si bien ha sido la generalidad dentro del país; los estudios adelantados con el fin de buscar sistemas de distribución más eficientes han señalado las redes subterráneas como la opción más confiable, segura y rentable a largo plazo teniendo (Ramírez Castaño, 2004).

Respecto a las redes, con una longitud de 178 metros, la red primaria (tipo aérea en media tensión), atraviesa el Campus Robledo a través de zonas con una alta densidad arbórea (710 m²) hecho que origina un factor de riesgo inherente al contacto con líneas energizadas y crea desequilibrio estético en el entorno. Como antecedente importante, la construcción del bloque 6 evidenció la falta de proyección para interconectar cargas futuras siendo necesario la construcción de una subestación de 800 kVA, el aumento de capacidad de potencia y el cambio de transformadores de corriente utilizados para medir el consumo de energía al interior del campus. Sin embargo, el transformador fue sobredimensionado; se encuentra cargado al 23,7% de su capacidad nominal, hecho que genera pérdidas técnicas las cuales son registradas por el equipo de medida y, por tanto, facturadas a la institución.

Respecto a la transformación de potencia, la subestación ubicada en el bloque 6, no se encuentra en el centro de carga de la zona de mayor consumo de la institución, este hecho repercute en el incumplimiento a la máxima regulación de tensión permitida; el alimentador desde la subestación de 800 kVA hasta el ML bloque 12, presenta una caída de tensión de 4.34%, hecho que genera ineficiencia del transporte de energía en esta trayectoria, reducción de calidad eléctrica, disminución de la vida útil y mal funcionamiento de los equipos que se conecten al sistema; afectando las cargas de los 14 bloques que dependen del circuito (Ver **Tabla 1**). Por tanto, el 100% de los alimentadores de las redes existentes conectadas al totalizador de 800A, presentan incumplimiento respecto al criterio de regulación de tensión definido por el RETIE y la NTC 2050

(Caída de Voltaje < 3%) (Cardona, Gómez, & Sánchez, 2018). Adicional, las protecciones de los bloques del 1 al 13 se encuentran por encima de los valores nominales de corrientes que puede soportar el cableado eléctrico, lo que afecta el 100% de la seguridad en las personas, infraestructura, activos y equipos tecnológicos que estén ubicados en estos bloques (Cardona, Gómez, & Sánchez, 2018).

Tabla 1. Cuadro de Regulación de Tensión Actual

Nombre de la Instalación	Calibre Conductores Cu- THWN	Corriente Nominal (A)	kVA Por Instalación	Regulación (%)		Cumplimiento
				Por Tramo	Total	
S/E al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	10.88	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 1	6 N°1/0+2N°2	200	88,85	6,5		
S/E al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	7.61	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 9	3 N°1/0+1N°2	120	53,31	3,3		
S/E al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	5.19	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 11	3 N°1/0+1N°2	120	53,31	0,8		
S/E al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	4.48	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 12	9N°2/0+3N°1/0	280	124,40	0,1		
S/E al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	6.22	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 13	6N°4/0+2N°2/0	400	177,71	1,9		
S/E al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	5.36	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 14	3 N°1/0+1N°2	120	53,31	1,0		
Subestación al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	5,87	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 15	9N°4/0+3N°2/0	320	142,17	1,5		
Subestación al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	6,60	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 16A	3 N°1/0+1N°2	120	53,31	2,3		
Subestación al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	8,28	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 16B	3 N°1/0+1N°2	120	53,31	3,9		
Subestación al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	6,40	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 17	9N°4/0+3N°2/0	320	142,17	2,1		
Subestación al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	5,51	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 18	6N°4/0+2N°2/0	160	71,08	1,2		
Subestación al cuarto técnico	18N°4/0+6N°2/0	640	284,33	4,3	12,80	No Cumple
Cuarto técnico al Bloque 21 Y 22	Cuádruplex 2/0	100	44,43	8,5		

Fuente: Tomado de (Cardona, Gómez, & Sánchez, 2018).

Durante el mes de septiembre del año 2018, en compañía del personal de mantenimiento de la institución, se realizaron varias visitas técnicas a la subestación eléctrica de 800 kVA con el fin de validar el cumplimiento la normatividad actual, los hallazgos de las inspecciones arrojaron 29 no conformidades locativas y constructivas. También se identificó que no se cuenta con planos de las redes existentes, las trayectorias de los circuitos, ni la potencia total asociada a estos; este hecho genera un efecto negativo respecto al riesgo sobre el personal de mantenimiento el cual se origina por la falta de información técnica sobre la propia infraestructura.

5.1.1. Medidas de Calidad de la Energía

Se instaló, en el transformador trifásico tipo seco de 800 kVA, un equipo Fluke 434-II (Especial para medir la calidad de la energía de una instalación). En la **Tabla 2** se presenta el registro de conexión, tablas de datos se incluyen en la lista de anexos; por lo tanto, en este literal sólo se enuncian los resultados de la medición.

Tabla 2. Instalación, Fluke 434-II en Barraje Secundario del Transformador

Instalación del Analizador Fluke 434-II en el Barraje Secundario del Transformador de 800 kVA, Bloque N°6					
Fecha de Instalación [dd/mm/aaaa]	Hora de Instalación [hh:mm:ss]	Fecha de Retiro [dd/mm/aaaa]	Hora de Retiro [hh:mm:ss]	Tiempo Total del Registro [hh:mm]	Total Registros
01/11/2018	09:33:08	30/11/2018	08:48:03	167:14	3006

Fuente: Elaboración Propia

La tensión línea–neutro presentó un comportamiento constante regular, con una fluctuación entre los 122 y 128 voltios, valores que se mantienen dentro del rango tolerable para este tipo de sistemas. Se destaca la presencia de dos (4) caídas de tensión (Dips), del orden de los 106, 101, 103 y 105 voltios, todas por debajo del valor nominal admisible 108V. La tensión línea – línea presentó un buen comportamiento, fluctuando entre los 211 y 222 voltios, se evidenció que la tensión varía según el comportamiento de la carga.

La corriente tuvo un comportamiento regular, oscilando entre 100A y 600 amperios, este valor equivale a un 20% de carga del transformador, se evidenciaron periodos de demanda típicos para

instituciones educativas. Se presentó un pico de corriente del orden de los 1.950A para las fases L1 y L2, el cual se identifica que fue de origen transitorio.

Durante el periodo de registro el valor de desequilibrio de secuencia negativa promedio se mantuvo por debajo de 2% que es el recomendado por la norma EN50160. Se presentaron tres (3) eventos, pero ninguno supera los valores recomendados.

Un valor aceptable para desbalance de secuencia negativa es del 40%, se identificó que los valores oscilan entre 5% al 35%. El día 19 de noviembre en la mañana e inicio de la tarde se registraron valores del orden de 45%, los cuales están por encima de lo recomendado

La carga máxima osciló entre los 140kVA y 180kVA aproximadamente, la carga promedio estuvo del orden de 140kVA equivalente a un 17.50% de la capacidad del transformador. La carga tuvo un comportamiento regular con periodos de baja carga en fines de semana y en las noches.

La IEEE 519 establece que el límite de THDV es del 5%, se evidenció distorsión armónica máxima oscilando entre el 4.6% y 4.8%, no se presentaron valores pico que superen el 5%, sin embargo, el valor medido se encuentra muy cerca a los límites recomendados.

La norma EN 50160 establece que el parpadeo (Flicker) debe ser menor que uno (1) para el 95% de la semana. Durante el periodo de registro el valor promedio del Pst estuvo por debajo del valor tolerable de la norma. Se presentaron tres (3) eventos los cuales estuvieron muy cerca al valor recomendado.

5.1.2. Afectación al Servicio Informático

Aunque, la causa más común de discontinuidad en el servicio informático ocurre por eventos asociados a la estructura misma del sistema (Hardware o software) ver *Tabla 3 y 4*; los cortes imprevistos de energía y daños en las redes también aportan al indicador. Esta información fue suministrada por el funcionario Jorge Acevedo; jacevedo@pascualbravo.edu.co.

Tabla 3. Relación de Fallas Servicio TI

Fecha	Hora	Tipo	Ubicación	Detalle
02/11/2014	8:00	Hardware	Datacenter	Daño de la UPS 2 del dc en mantenimiento realizado a la subestación eléctrica del bloque 9
02/11/2014	9:00	Hardware	Datacenter	Daño de un puerto de fibra óptica del SW principal de la red académica, el cual conectaba la biblioteca
02/11/2014	8:00	Hardware	Bloque 5 204	Se quemó un SW de 24 puertos en la sala 5-204
22/10/2014	8:00	Hardware	Datacenter	Daño del disco duro SAS de 900gb del servidor hp Proliant dl360g7
10/03/2015	12:00	Hardware	Datacenter	Falla de aire del Datacenter principal de la IUPB, causa recalentamiento de los servidores
28/04/2015	15:00	Hardware	Bloque 4	Corte de fibra óptica que comunica bloque 4 y bloque 5 a la red institucional
31/07/2015	8:00	Hardware	Datacenter	Daño del SW central de la red, (gsm7328fs l3 Managed GB Switch).
20/10/2015	8:00	Hardware	Datacenter	Daño de la UPS 1 del DC en mantenimiento realizado a la subestación eléctrica de la institución.
20/09/2016	11:30	Eléctrico	Bloque 3b	Corte inesperado de energía, se apagaron todos los dispositivos de ese bloque, la red se cortó en 3b, b5, b4.
27/06/2017	14:00	Configuración	Datacenter	Falla de la página web principal "www.pascualbravo.edu.co"
19/07/2017	12:00	Configuración	Datacenter	Falla de la página web principal "www.pascualbravo.edu.co" colapso por demasiadas sesiones simultaneas
14/08/2017	11:00	Eléctrico	Total	Caída de poste por construcción sapiencia en sendero peatonal portería

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. Suspensiones del Servicio de TI

Días Período	Total Suspensiones	2016		2017		2018		2019	
365	26	8	7	4	3	1	2	1	0
	PLATAFORMA ACTIVA	95,9%		98,1%		99,2%		99,7%	

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Descripción de la Situación Existente con Relación al Problema

Tomando como referencia los literales 3.2 y 5.1 podemos afirmar que la I.U. Pascual Bravo ha ejecutado planes de mejoramiento que incluyen cambios en la infraestructura mediante el aumento de la planta física. Este crecimiento paulatino, se evidencia en la construcción de nuevos edificios, dotación y adecuación de laboratorios y en la remodelación de espacios. Sin embargo, las intervenciones realizadas no contemplaron la actualización de la infraestructura eléctrica de distribución. En algunos casos, los componentes utilizados ya cumplieron su vida útil, se encuentran obsoletos con una necesidad de cambio; en otros, los materiales utilizados no cuentan

con certificaciones de producto (En el momento de su instalación, no existían normas asociadas a su uso o no lo requerían) o se encuentran en desuso, desactualizados y sin respaldo del fabricante; este hecho repercute en incumpliendo a la reglamentación actual (RETIE 2013) y convierte las redes de distribución en una fuente potencial de riesgos que pueden afectar el normal funcionamiento de la universidad, las personas y los equipos.

Con base en la situación expuesta, se identifica una afectación a la calidad educativa, en la I.U. Pascual Bravo, causada por la falta de modernización de la infraestructura eléctrica de distribución y la falta de cumplimiento sobre las normas técnicas eléctricas; hecho que ocasiona una baja eficiencia y competitividad en la comunidad Pascualina, además se presentan un alto potencial de riesgos (Económicos, legales, técnicos y sobre la seguridad de las personas) debido al estado de las redes eléctricas.

5.3. Magnitud Actual del Problema – Indicadores de Línea Base

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) establece en su Documento CREG- 069 de 2014, dos tipos de indicadores: Los de calidad de la potencia suministrada y los de calidad del servicio prestado. Los primeros hacen referencia a aspectos relacionados con la calidad del producto (regulación de voltaje, forma de onda y factor de potencia), mientras que la calidad del servicio se relaciona con la continuidad en la prestación del servicio.

5.3.1. Indicadores de Prestación del Servicio

SAIDI (tiempo de la duración de la interrupción): 2 H/año

SAIFI (Frecuencia con que se da una interrupción): 6 Evento/año

5.3.2. Variables de Calidad de la Energía

Factor de Potencia: 0,95

THDV (Distorsión armónica): 4.6% - 4.8%

Pst (Flicker): 0.8

Dips (Caídas de tensión): 4/mes

Desequilibrio de secuencia negativa ($\mu N = U_2/U_1$) < 2%

5.3.3. Indicadores de Cumplimiento Retie

Conductores primarios que cumplen regulación: 46% (Total 26)

Cantidad de No Conformidades subestación 800 kVA: 29

5.3.4. Otros Indicadores

Metros de redes primarias aéreas actuales: 178 m

Metros de redes primarias subterráneas actuales: 147,5 m

Accidentalidad: 0 accidentes /año

Riegos (Respecto a redes e instalaciones eléctricas): Alto (4)

Percepción de la comunidad respecto al servicio: Aceptable (3)

5.4. Problema Central

En la I.U. Pascual Bravo se encuentra una afectación a la calidad educativa por la falta de modernización de la infraestructura eléctrica y la falta de cumplimiento de las normas técnicas eléctricas. Esta situación también ocasiona una baja eficiencia y competitividad en la Comunidad Pascualina, adicional el deficiente estado de las redes eléctricas convierte estas estructuras en una fuente potencial de riesgos. Generalmente, los riesgos asociados a la infraestructura eléctrica pueden generar impactos y repercusiones de tipo económico, legal, tecnológico, físico, entre otros que, mal gestionados, podrían dejar la Institución en una situación poco deseable.

5.5. Causas que Generan el Problema

En la I.U Pascual Bravo se presenta una afectación a la calidad educativa, debido la ineficiencia del servicio de distribución de energía. Este fenómeno se presenta por la obsolescencia tecnológica de las instalaciones eléctricas que actualmente suministran los servicios de energía a los diferentes bloques y edificaciones de la institución. Estas redes de distribución no están cumpliendo la normatividad eléctrica vigente. En algunos casos, debido a la antigüedad de algunas

construcciones, se evidencia deficiencia y deterioro de los componentes de las redes, en muchos casos los elementos utilizados ya cumplieron con su ciclo de vida útil y no poseen certificaciones de producto por haber sido instalados en un periodo de tiempo en el cual las leyes Colombianas no lo solicitaban. A continuación, se describen las causas directas e indirectas:

5.5.1. Causas Directas

- Obsolescencia tecnológica.
- Alto índice de infraestructura eléctrica que no cumple con lineamientos y normas técnicas

5.5.2. Causas Indirectas

- Infraestructura eléctrica deficiente o en alto grado de deterioro.
- Instalaciones eléctricas muy antiguas que ya cumplieron su ciclo de vida útil.
- Instalaciones eléctricas realizadas desconociendo los lineamientos del sector.

5.6. Efectos Generados por el Problema

Como efectos de las causas listadas en los literales 4.4.1 y 4.4.2 se generan una baja eficiencia y competitividad en la comunidad Pascualina, adicional, se representa un alto riesgo sobre la infraestructura, los equipos, personas, fauna y flora que se encuentran dentro del campus, generando a su vez, en los estudiantes de la I.U. Pascual Bravo un bajo nivel académico y un incremento de la deserción de la población estudiantil, esto influye en un bajo acceso al mercado laboral. A continuación, describimos los efectos directos e indirectos que hemos identificado en el árbol de problemas:

5.6.1 Efectos Directos

- Baja eficiencia y competitividad en la comunidad Pascualina
- Alto potencial de riesgo sobre las personas, la infraestructura, los equipos y sobre el medio ambiente.

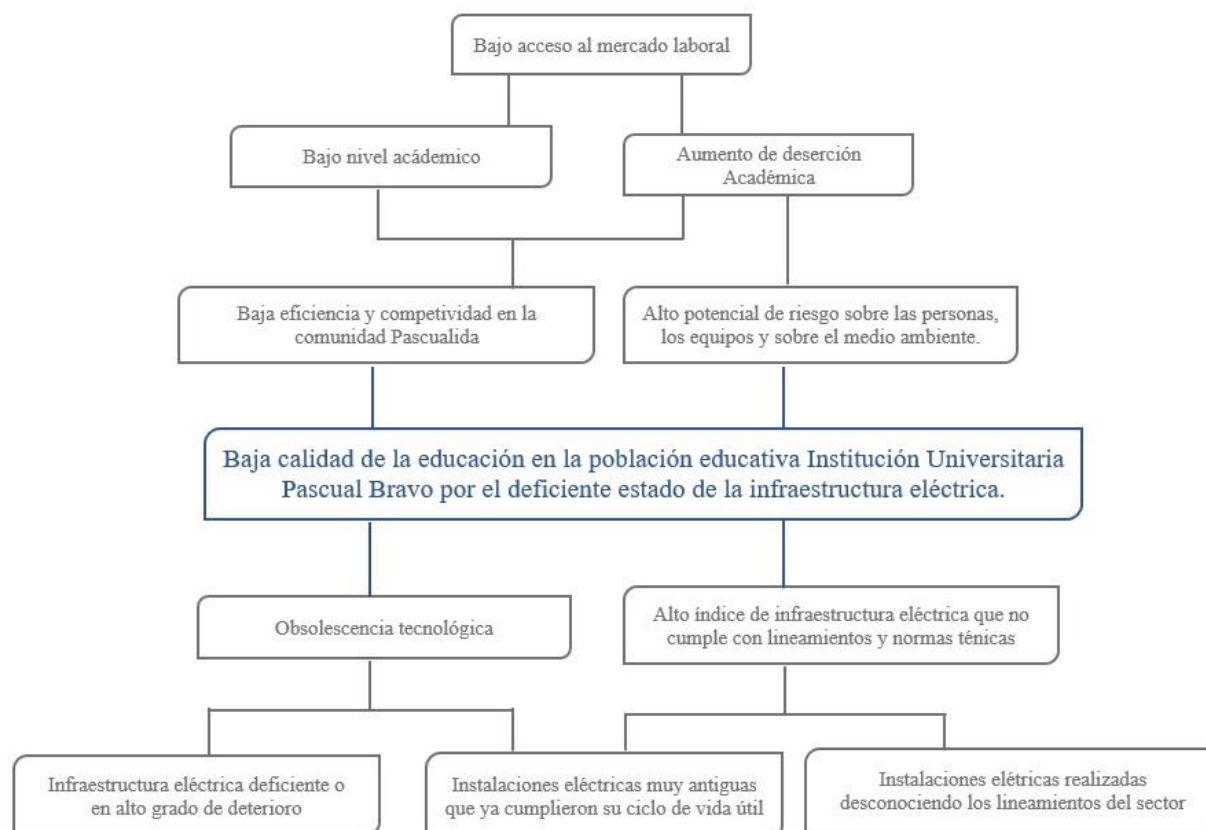
5.6.2 Efectos Indirectos

- Bajo nivel académico.
- Aumento de deserción Académica.
- Bajo acceso al mercado laboral.

5.7. Diagrama de Árbol de Problemas

En la **Figura 3** se presenta el cuadro conceptual del árbol de problemas. En él se identifican: a) El problema central, ubicado en el centro del diagrama, b) Las causas directas e indirectas, ubicadas en la parte inferior y c) Los efectos directos e indirectos, ubicados en la parte superior.

Figura 3. Árbol de Problemas



Fuente: Elaboración Propia

6. Análisis de Involucrados

6.1 Contextualización del Análisis a Realizar

Inicialmente, se realizó una identificación de los actores del proyecto; es decir, un listado de posibles grupos beneficiados y/o afectados por la intervención de las redes eléctricas de distribución. Luego, con el propósito de establecer estrategias que permitieran beneficiar al proyecto y asegurar su continuidad y posterior éxito, en la **Tabla 5**, se caracterizó cada actor identificando sus intereses, problemas y recursos respecto a la necesidad o no de modernización. Como actores principales, fueron identificados los diferentes grupos poblacionales que conforman la comunidad Pascualina: Docentes, estudiantes, personal administrativo, de sostenimiento y comunidad. Estos grupos perciben de primera mano las alteraciones, fluctuaciones y ausencias del servicio eléctrico y también conviven con el riesgo que generan dichas redes.

Adicional a la población universitaria, se identificaron el Municipio de Medellín y la Gobernación de Antioquia, estos actores del estado son indispensables en el logro del objetivo de este proyecto; su aporte y financiamiento será indispensable para contribuir a mejorar la calidad de la educación en la población educativa de la I.U. Pascual Bravo por medio del mejoramiento de infraestructura eléctrica. Se han estimado, en el presente inmediato, unas 9.435 personas beneficiadas con la ejecución del proyecto planteado; sin embargo, conscientes del crecimiento de la institución, tanto a nivel de población como a nivel de infraestructura, el sistema de redes fue diseñado para garantizar cobertura de beneficios 5 años adicionales una vez finalice el proyecto.

Posteriormente, con el propósito de definir el tipo de estrategia más adecuado, en la **Tabla 6**, se realizó una valoración de los involucrados. En las filas se listan los actores y en la segunda y tercera columna se puntúa la expectativa y fuerza de cada uno. Finalmente, en la cuarta columna se conmutan los resultados de las anteriores obteniendo la postura de cada actor frente al proyecto.

Tabla 5. Matriz de Involucrados

Involucrados	Problemática	Interés	Recursos
Secretaría de Planeación I.U Pascual Bravo	<ul style="list-style-type: none"> - Cortes no planeados de energía -Reducida capacidad de maniobra sobre el sistema de distribución de energía -No cuentan con diseños de la actual infraestructura eléctrica de distribución - No se tiene control ni registro sobre los cambios realizados en las redes eléctricas - Baja eficiencia en la operación del sistema eléctrico - Potenciales riesgos (Económicos, legales, técnicos) por el estado de las redes 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la eficiencia del servicio eléctrico - Garantizar el cumplimiento de la normatividad eléctrica vigente - Mejorar los indicadores de servicio -Garantizar seguridad en las redes de distribución Disminuir o eliminar riesgos potenciales - Ejecutar proyectos que contribuyan al cumplimiento del Plan de Desarrollo Institucional 	La institución aportará el 10% del costo del proyecto
Docentes y Estudiantes I.U Pascual Bravo	<ul style="list-style-type: none"> - Aulas y zonas con problemas de intermitencias (Fluctuaciones o parpadeos en equipos y luminarias) - Ausencia del servicio eléctrico (Apagones) -Reducción de condiciones idóneas para las clases magistrales Baja percepción del servicio eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> - Recibir mejor servicio de energía -Disponer de ambientes adecuados -Mejorar la percepción respecto al estética de las redes de distribución - Contar con infraestructura eléctrica segura y eficiente 	No aportaran
Personal de Sostenimiento I.U Pascual Bravo	<ul style="list-style-type: none"> - Acometidas y conductores no cumplen criterios técnicos de regulación - Los tableros de protección ya cumplieron su vida útil - Redes aéreas necesitan mayor mantenimiento - Equipos e infraestructura eléctrica de distribución muy antiguos - No existe plan de mantenimiento sobre algunos equipos -Desconocimiento de los trazados de redes actuales 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la seguridad para Operación de las redes - Mejorar la seguridad para el mantenimiento de las redes -Tener una modernización de la infraestructura eléctrica -Menos cortes de energía debido a los daños -Mejor calidad de la energía 	No aportaran
Comunidad	<ul style="list-style-type: none"> -Redes eléctricas con muy mala estética. -Infraestructura eléctrica muy antigua. -Inseguridad de la infraestructura eléctrica debido a su antigüedad 	<ul style="list-style-type: none"> - Ambientes y espacios de estudio seguros y modernos -Mejorar la percepción sobre las redes 	No aportaran

Municipio de Medellín	<ul style="list-style-type: none"> -Deserción de los estudiantes -Ocupación del tiempo libre de los jóvenes, en actividades negativas -Aumento del analfabetismo -Incremento de la violencia -Malos indicadores de gestión -Deficiencia de la educación por instalaciones antiguas -Menor competitividad por infraestructura eléctrica obsoleta 	<ul style="list-style-type: none"> -Incremento de la calidad de vida -Incremento de la calidad educativa -Jóvenes y ciudadanos competitivos -Reducción de brechas -Aportar al cumplimiento de los ODS -Mejorar indicadores de gestión -Ejecutar proyectos que contribuyan al cumplimiento del Plan de Desarrollo Municipal 	El municipio de Medellín aportará el 70% del costo del proyecto
Gobernación de Antioquia	<ul style="list-style-type: none"> -Menor crecimiento de las regiones. -Menor personal calificado para apoyar las regiones - Inconvenientes para encontrar personal calificado en las regiones -Cobertura educativa 	<ul style="list-style-type: none"> -Incrementar tanto la calidad de vida como la calidad educativa -Jóvenes y ciudadanos competitivos -Reducción de brechas -Aportar al cumplimiento de los ODS -Ejecutar proyectos que contribuyan al cumplimiento del Plan de Desarrollo Departamental 	A través del SGR se aportará el 20% del costo del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Matriz de Postura de Involucrados

Actor	Expectativa	Fuerza	Resultante	Posición potencial
Secretaría de Planeación	+5	+4	20	Favorecedor
Estudiantes	+5	+2	10	Neutro
Docentes y Personal de Sostenimiento	+5	+3	15	Neutro
Municipio de Medellín	+5	+5	25	Favorecedor
Gobernación de Antioquia	+5	+5	25	Favorecedor

Fuentes: Elaboración propia

6.2. Población Afectada

Según los últimos datos entregados en el informe de rendición de cuentas (año 2017), la comunidad Pascualina está conformada por 5.625 estudiantes, 436 docentes y 310 personal administrativo y contratista perteneciente a la I.U Pascual Bravo. Por su parte la I.E Pascual Bravo cuenta con 2.150 estudiantes, 80 docentes y 11 administrativos.

Como población afectada, se identificó el 100% la comunidad Pascualina. El proyecto presenta como brecha o demanda insatisfecha, aproximadamente las 9.435 personas que pertenecen tanto a la I.E como a la I.U Pascual Bravo y requieren los servicios de energía para desarrollar diferentes actividades diarias en el Campus Robledo, tanto pedagógicas, culturales, deportivas, técnicas e investigativas como también actividades propias de funcionamiento administrativo.

6.3. Población Objetivo

Con el presente proyecto se impactará de manera directa el 100% de la población afectada, es decir se beneficiarán 9.435 personas, por tanto, al culminar el proyecto tendremos un déficit estimado de 0 (Cero).

7. Análisis de Soluciones

7.1. Descripción de la Iniciativa

Mediante la instalación de una nueva subestación con capacidad de 630 kVA y 297,06 m de red en media tensión tipo subterránea y 1.421,37 m de red en baja tensión para alimentar 18 bloques (de 26 que tiene la institución); se contribuirá a transportar energía segura y de buena calidad para el funcionamiento de los equipos eléctricos de la I.U. Pascual Bravo y sus diferentes procesos; reduciendo los riesgos de tipo eléctrico y beneficiando el 100% de la Comunidad Pascualina. La iniciativa busca reducir la afectación a la calidad educativa por la falta de modernización de la infraestructura eléctrica y la falta de cumplimiento de las normas técnicas vigentes.

7.2. Localización

El proyecto será desarrollado en la Región Andina de Colombia, específicamente en Medellín, Antioquia, en la I.U. Pascual Bravo. La ciudad, corresponde al modelo de la cuadrícula española. Las “carreras” van en la misma dirección del río que atraviesa la ciudad; de sur a norte, y su numeración crece de oriente a occidente. Las “calles”, por su parte, están trazadas de oriente a occidente, y su numeración crece en sentido sur-norte. En varios sectores, las vías se denominan avenidas, circulares, diagonales, transversales, lomas y pasajes.

La I.U. Pascual Bravo se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín - Colombia, en la calle 73 No. 73A – 226 en el barrio Robledo la Pilarica. Su Campus abarca aproximadamente 80.000 m² y está conformado por 26 Bloques (Ver *Figura 4*).

Tabla 7. Lugar de Ejecución del Proyecto

Región	Departamento	Municipio	Centro Poblado	Localización específica
Andina	Antioquia	Medellín	Barrio Robledo	CL 73 No. 73A - 226

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Localización I.U. Pascual Bravo



Fuente: Elaboración propia.

7.3. Competencias de Ley, Planes y Oferta

A nivel mundial, se asume la educación como el más poderoso instrumento de igualdad social y crecimiento económico en el largo plazo, sin embargo, la baja calidad y pertinencia en todos los niveles educativos sigue siendo una problemática presente en la educación en Colombia, limitando la formación y el desarrollo de competencias para el trabajo y para la vida (Plan Nacional de Desarrollo, 2014). Por lo tanto, el Ministerio de Educación Nacional, deberá formular las políticas y objetivos de desarrollo para el sector educativo y dictar normas para la organización y prestación del servicio; impulsar, coordinar, financiar, cofinanciar y evaluar programas, planes y proyectos de inversión dentro del territorio Colombiano en materia de educación; definir, diseñar y establecer instrumentos y mecanismos para la calidad de la educación; evaluar la gestión financiera, técnica y administrativa del sector educativo en las entidades territoriales y el impacto de su actividad en la sociedad (Departamento Nacional de Planeación, DNP, 2017).

El país invita a las entidades territoriales a planificar sus acciones de desarrollo basándose, entre otros, en la Educación Superior de Calidad (DNP, Rutas Especializadas - Educación). Para tal

fin, los entes territoriales cuentan con diversas fuentes de financiación para la construcción y dotación de infraestructura educativa. Entre ellas se encuentran el Presupuesto General de la Nación (PGN), Sistema General de Regalías (SGR), Sistema General de Participaciones (SGP) y las Rentas Propias. Adicional, podrán destinar los recursos que hace referencia el numeral 4° del artículo 11 de la Ley 21 de 1982 a proyectos de construcción, mejoramiento en infraestructura y dotación de establecimientos educativos urbanos y rurales (artículo 2).

Según el DNP, en su documento proyecto tipo “Construcción y dotación de infraestructura básica educativa” establece la siguiente responsabilidad para los departamentos:

“A los departamentos, les corresponde prestar asistencia técnica, educativa, financiera y administrativa a los municipios (Ley 715 de 2001, Artículo 5). Frente a los municipios no certificados debe dirigir, planificar; y prestar el servicio educativo en los niveles de preescolar, básica, media en sus distintas modalidades, en condiciones de equidad, eficiencia y calidad; participar con recursos propios en la financiación de los servicios educativos a cargo del Estado, en la cofinanciación de programas y proyectos educativos y en las inversiones de infraestructura, calidad y dotación. Los costos amparados con estos recursos no podrán generar gastos permanentes a cargo al Sistema General de Participaciones. (Ley 715 de 2001, Artículo 6.2). También, deberá certificar a los municipios que cumplen los requisitos para asumir la administración autónoma de los recursos del Sistema General de Participaciones (Ley 715 de 2001, Artículo 6.1)” (Departamento Nacional de Planeación, DNP, 2017).

En Antioquia, el sector de la educación terciaria juega un papel importante en la capacitación avanzada del capital humano; proporcionando una fuerza de trabajo con una afluencia de más de 25.000 personas altamente calificadas anualmente, la mayoría de los cuales continuará trabajando en la región (Secretaría de Educación de Antioquia, 2015). La Secretaría de Educación de Antioquia ha invertido entre 2016 y 2017 más de 2 billones 600 mil millones de pesos en todos sus programas. Al cerrar el 2017, el departamento presentaba tres vertientes de trabajo. La primera, con el Fondo de Infraestructura Educativa, realizando una inversión de 25.000 millones de pesos (30% Departamento y 70% Ministerio). La segunda, inversiones de recursos propios para las

construcciones nuevas. Y la tercera, ‘Una mano por tu escuela’ que busca recuperar escuelitas veredales y algunas urbanas en un compromiso conto 50 -50 en 70 municipios (Tamayo Ortiz, 2017).

Por otra parte, el mismo documento del DNP “Construcción y dotación de infraestructura básica educativa” establece la siguiente responsabilidad para los municipios:

“A los municipios, les corresponde dirigir, planificar y prestar el servicio educativo en condiciones de equidad, eficiencia y calidad; mantener la actual cobertura y propender a su ampliación; promover la aplicación y ejecución de los planes de mejoramiento de la calidad en sus instituciones; organizar la prestación del servicio educativo en su en su jurisdicción (Ley 715 de 2001, Artículo 7). Los municipios no certificados deben administrar y distribuir los recursos del Sistema General de Participaciones que se le asignen para el mantenimiento y mejoramiento de la calidad; podrán participar con recursos propios en la financiación de los servicios educativos a cargo del Estado y en las inversiones de infraestructura, calidad y dotación. Los costos amparados por estos recursos no podrán generar gastos permanentes para el Sistema General de Participaciones (Ley 715 de 2001, Artículo 8)” (Departamento Nacional de Planeación, DNP, 2017).

A nivel municipal, el acceso a una educación con calidad es uno de los motores principales del desarrollo social y económico. El Plan de Desarrollo de la ciudad de Medellín promueve una educación pertinente e integral, que contribuya al desarrollo y la competitividad de la ciudad (Gutierrez, 2016); busca fortalecer la capacidad de las instituciones de educación superior para generar productos de innovación y desarrollo científico tecnológico y social, que permitan la apropiación pública del conocimiento de cara a las necesidades de la ciudadanía. En este campo, Medellín se caracteriza por una oferta educativa universitaria diversa; con criterios de equidad, calidad y pertinencia social. Cuenta con seis universidades acreditadas, hecho que convierte la ciudad en un polo de atracción de estudiantes del resto del país y la región (SAPIENCIA, 2016).

La inversión en educación ha sobresalido como la más importante entre el total de inversión de recursos públicos. Para el periodo 2008- 2016, Medellín ha invertido más de un billón de pesos anuales, lo que ha significado un 27,6% de los recursos totales de inversión del municipio. Entre 2015 y 2016 aumentó casi tres puntos porcentuales la inversión en educación. Las Ciudades Universitarias en Medellín tienen asignado un presupuesto de \$280.000 millones, para cuatro proyectos (Con avance físico del 43,1%, al 2016). En el caso de la Ciudadela Fraternidad donde se proyectaron obras de mejora en la infraestructura existente por valor de \$12.000 se avanzó en el 100%. En la Ciudadela Pedro Nel Gómez, proyecto que pretende generar movilidad interna entre las instituciones educativas Colegio Mayor, Instituto Metropolitano y Pascual Bravo; el avance llegó al 75,7%, doblando el avance obtenido hasta 2015 (Medellín Cómovamos, 2017).

Finalmente, dentro del plan estratégico de desarrollo institucional 2010-2020, apuntar a la educación de calidad es uno de sus ejes principales; a su vez, la necesidad de modernización y transformación también han sido líneas estratégicas del anterior y el actual plan de desarrollo. De este modo se han implementado proyectos de transformación y mejoramiento de la infraestructura física, solamente en el 2017, la institución realizó inversiones en este aspecto por valor de \$7.930.000,00 COP.

7.4 Aporte a la Política Pública

En la **Tabla 8**, se listan los planes de desarrollo de orden nacional, departamental, municipal e institucional, identificando las líneas y programas en los cuales, el proyecto, realizará un aporte o contribuirá a la consecución de los objetivos propuestos.

Tabla 8. Contribución en los Planes de Desarrollo

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	
ODS	ODS N° 4: Educación de calidad.
Objetivo	Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

Aporte del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuir al incremento de competencias en jóvenes y adultos, en particular técnicas y profesiones, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento. - Contribuir con instalaciones educativas que ofrezcan entornos de aprendizaje seguros, no violentos, inclusivos y eficaces para todos.
Plan de Desarrollo Nacional 2018 – 2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”	
Pacto	Pacto por la equidad: política social moderna centrada en la familia, eficiente, de calidad y conectada a mercados.
Línea estratégica	Línea 3. Educación de calidad para un futuro con oportunidades para todos. Todos por una educación de calidad.
Programas	<ul style="list-style-type: none"> - Educación y formación de capital humano: Hacia un acceso universal y con calidad. - Fortalecimiento de la educación superior pública <p>Apuesta por una educación media con calidad y pertinencia para los jóvenes colombianos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calidad y fomento de la educación superior.
Aporte del Proyecto	Contribuir al incremento de calidad de la educación superior.
Plan de Desarrollo Departamental 2016 - 2019 “Antioquia Pensando en Grande”	
Línea estratégica	Línea estratégica 3: Equidad social y movilidad. Línea estratégica 1: Competitividad e Infraestructura.
Objetivo	Mejorar y aumentar las capacidades de la población Antioqueña para la paz, la prosperidad, la competitividad y la justicia social.
Componentes	<ul style="list-style-type: none"> - Educación. - Ciencia tecnología e innovación.
Programas	<ul style="list-style-type: none"> - Más y mejor educación para la sociedad y las personas en el sector urbano. - Educación terciaria para todos. - Antioquia territorio inteligente: ecosistema de innovación. - Fortalecimiento del Sistema Departamental de Ciencia, tecnología e innovación
Aporte del Proyecto	Contribuir a incrementar los niveles de calidad de la educación que se reflejan en la percepción positiva de la familia, sociedad y el estado frente a los resultados de los procesos formativos.
Plan de desarrollo municipal 2016 - 2019” “Medellín cuenta con vos”	
Dimensión Estratégica	Educación de calidad para el desarrollo y la competitividad.
Objetivo	Promover una educación pertinente e integral para los ciudadanos, que contribuya de manera estratégica al desarrollo y la competitividad de la ciudad y promueva procesos innovadores y de investigación.
Retos	<ul style="list-style-type: none"> - Medellín, camino a la excelencia y la calidad. - Medellín gestiona su oferta educativa
Programas	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura para la calidad de la educación. - Comunidad educativa como escenario de desarrollo - Fortalecer el sistema de educación técnica y superior

Aporte del Proyecto	Contribuir al mejoramiento de ambientes de aprendizaje para garantizar una educación inclusiva y pertinente, promoviendo oportunidades educativas de calidad.
Plan de desarrollo Institución Universitaria Pascual Bravo 2019 - 2022 “La transformación Continúa”	
Eje estratégico	Campus verde, inteligente e inclusivo
Objetivo:	Fortalecer la infraestructura institucional en perspectiva de soporte a la cobertura y proyección académica e investigativa, generando espacios para el esparcimiento, el ocio y la movilidad sostenible.
Programa	Infraestructura sustentable para un mañana sustentable
Aporte del Proyecto	Contribuir al mejoramiento de la calidad educativa mediante el fortalecimiento de la infraestructura, redes de distribución eficientes y en armonía con la naturaleza.

Fuente: Elaboración propia

7.5. Diagrama del Árbol de Soluciones

En la **Figura 5** se presenta el cuadro conceptual del árbol de soluciones. En él se identifican: a) El objetivo general, ubicado en el centro del diagrama, b) Los objetivos o medios directos e indirectos ubicados en la parte inferior y c) Los fines directos e indirectos, ubicados en la parte superior.

7.6. Objetivo General del Proyecto

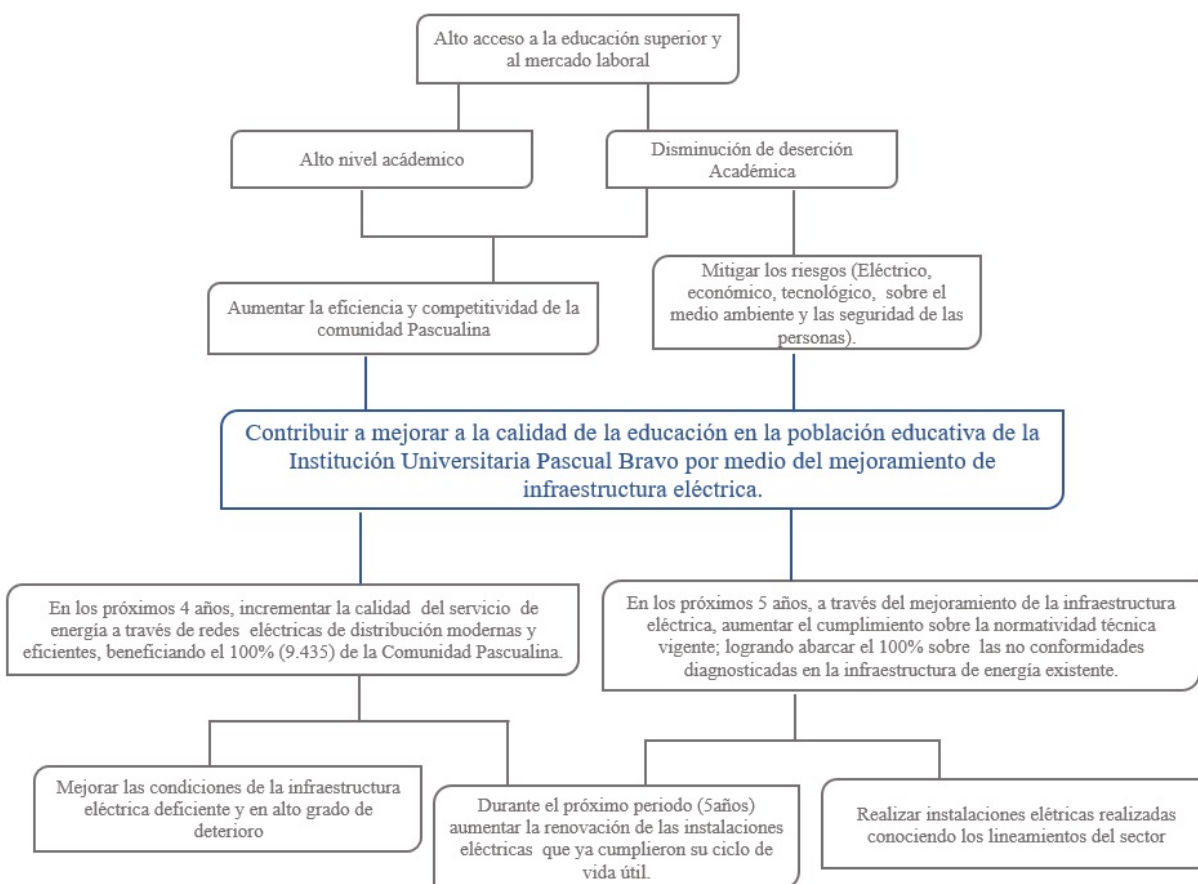
Contribuir a mejorar la calidad de la educación en la población educativa de la Institución Universitaria Pascual Bravo por medio del mejoramiento de infraestructura eléctrica.

7.7. Objetivos Específicos del Proyecto

- a) En los próximos 5 años, incrementar la calidad del servicio de energía a través de redes eléctricas de distribución modernas y eficientes, beneficiando el 100% (9.435) de la Comunidad Pascualina.

- b) A través del mejoramiento de las redes de distribución en MT y BT, se reducirá en la Institución Universitaria Pascual Bravo la cantidad de infraestructura eléctrica que no cumple con la con la normatividad vigente, logrando corregir el 100% de las no conformidades diagnosticadas.

Figura 5. Árbol de Soluciones



Fuente: Elaboración propia

8. Matriz de Marco Lógico

Elaborada con base en el árbol de soluciones (Literal 7.5) y siguiendo la metodología planteada en el capítulo 3, en la **Tabla 9** se presenta la MML. En este instrumento, se presenta la información esencial relativa al proyecto, describiendo el nivel de actividades, productos, propósito y fin. Esta herramienta proporcionó una estructura para expresar, en un solo cuadro, la información más importante permitiendo organizar y preparar en forma lógica el posterior plan de ejecución del proyecto, EDT y Cronograma (Örtengren, 2005).

Tabla 9. Matriz de Marco Lógico

MML	Descripción	Indicador	Fuentes y medios de verificación	Supuestos
Fin	Contribuir a mejorar la calidad de la educación en la población educativa de la Institución Universitaria Pascual Bravo por medio del mejoramiento de infraestructura eléctrica.	De impacto:	- Resultados anuales pruebas Saber Pro.	- Compromiso de participación por parte de los grupos de interés. (Municipio de Medellín, I.U.P.B). - Paros académicos y movilizaciones de docentes o estudiantes
		- Incremento de la Calidad Educativa [Unidad, Número] - Porcentaje de deserción académica [%] - Porcentaje de ocupación laboral de nuevos egresados [%]	- Encuesta anual de ocupación laboral a egresados I.U.P.B. - Secretaría de educación de Medellín y Gobernación de Antioquia. - Secretaría académica y de admisiones y registro I.U.P.B.	
Propósito	Modernización de las redes eléctricas que actualmente prestan el servicio de distribución de energía en la I.U Pascual Bravo	De Efecto:	- Informes de auditoría - Secretaría de planeación y educación del Municipio de Medellín.	Baja calidad del fluido eléctrico por parte del operador de red - Cambios de administración que no garanticen continuidad de los objetivos en los futuros planes de desarrollo. - Cortes o racionamiento de energía de orden departamental o nacional.
		<i>Indicadores de Prestación del Servicio</i> - SAIDI H/año - SAIFI: H/año <i>Indicadores de calidad de la energía.</i> - Factor de potencia - Calidad de onda - Porcentaje de cumplimiento de la normatividad [%] <i>Otros Indicadores</i> - Cantidad anual de accidentes de origen eléctrico [Unidad/año]	- Secretaría de planeación de la gobernación de Antioquia. - Secretaría de planeación de la I.U.P.B. - Organismos de inspección acreditados por el Ministerio de Minas.	

Producto	<p>Red de distribución para suministrar energía segura y de buena calidad para el funcionamiento de los equipos eléctricos de la I.U Pascual Bravo y sus diferentes procesos. (297,06 m Red MT, 1.421,37 m Red BT y una Subestación de 630 kVA)</p>	<p><u>De resultado:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de cumplimiento de la normatividad [%] Consumo mensual de energía eléctrica [kWH/mes] Indicadores de calidad de la energía. <ul style="list-style-type: none"> - Factor de potencia - Calidad de onda 	<ul style="list-style-type: none"> - Registros de facturación de energía entregada por el operador de red. <ul style="list-style-type: none"> - Informes de gestión de la operación y el mantenimiento de las redes eléctricas de la I.U Pascual Bravo - Secretaría de planeación de la I.U.P.B. 	<ul style="list-style-type: none"> -Baja calidad del fluido eléctrico por parte del operador de red - Cortes o racionamiento de energía de orden departamental o nacional. - Cambios de administración que no garanticen continuidad de los objetivos en los futuros planes de desarrollo.
	Actividades	<p>1. Diagnóstico del funcionamiento actual de las redes y equipos de distribución eléctrica de la institución.</p>	<p><u>De gestión:</u></p> <p>Porcentaje de Avance de diagnóstico de redes e instalaciones eléctricas - Según cronograma [%]</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaría de planeación y educación del Municipio de Medellín. - Secretaría de planeación y educación de la gobernación de Antioquia. - Secretaría de planeación de la I.U.P.B. - Informes de seguimiento y control por parte de la interventoría. - Informe de rendición de cuentas del Proyecto
<p>2. Diseños eléctricos de distribución en MT, BT y subestación para satisfacer los requerimientos presentes de la Institución Universitaria Pascual Bravo.</p>		<p>Cantidad de Diseños terminados [UN]</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaría de planeación y educación del Municipio de Medellín. - Secretaría de planeación y educación de la gobernación de Antioquia. - Secretaría de planeación de la I.U.P.B. - Informes de seguimiento y control por parte de la interventoría. - Informe de rendición de cuentas del Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuada exigencia por parte de los organismos de verificación y control (Institucionales, Municipales y Departamentales) - Incumpliendo de entrega de los materiales adecuados por parte de los proveedores.
<p>3. Socialización, mercadeo del proyecto al interior de la organización y capacitación al personal de operación y mantenimiento de la I.U. Pascual Bravo</p>		<p>Cantidad de asistentes a reuniones informativas - [Unidades] Listas de asistencias</p> <ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de avance de obra subestación [m2 construidos/m2 diseñados] % 	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaría de planeación y educación del Municipio de Medellín. - Secretaría de planeación y educación de la gobernación de Antioquia. - Secretaría de planeación de la I.U.P.B. - Informes de seguimiento y control por parte de la interventoría. - Informe de rendición de cuentas del Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuada exigencia por parte de los organismos de verificación y control (Institucionales, Municipales y Departamentales) - Incumpliendo de entrega de los materiales adecuados por parte de los proveedores.
<p>4. Contratación (Ejecución)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de avance de obra de redes [km instalados/km diseñados] % <ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de avance de obra instalación de equipos [Equipos instalados / Total de equipos] % 	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaría de planeación y educación del Municipio de Medellín. - Secretaría de planeación y educación de la gobernación de Antioquia. - Secretaría de planeación de la I.U.P.B. - Informes de seguimiento y control por parte de la interventoría. - Informe de rendición de cuentas del Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuada exigencia por parte de los organismos de verificación y control (Institucionales, Municipales y Departamentales) - Incumpliendo de entrega de los materiales adecuados por parte de los proveedores.

Actividades	5. Operación	Consumo mensual de energía eléctrica [kWH/mes]	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaría de planeación y educación del Municipio de Medellín. - Secretaría de planeación y educación de la gobernación de Antioquia. - Secretaría de planeación de la I.U.P.B. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuada exigencia por parte de los organismos de verificación y control (Institucionales, Municipales y Departamentales)
	6. Mantener la infraestructura instalada	- Porcentaje de ejecución de mantenimientos [%]	<ul style="list-style-type: none"> - Informes de seguimiento y control por parte de la interventoría. - Informe de rendición de cuentas del Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Incumpliendo de entrega de los materiales adecuados por parte de los proveedores.
	7. Seguimiento y control	<ul style="list-style-type: none"> - %Porcentaje de cumplimiento de los contratarios. - %Porcentaje de cumplimiento del cronograma 	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaría de planeación de la I.U.P.B. 	<ul style="list-style-type: none"> - Amplia participación de la población en el diligenciamiento de las encuestas. - Información real y confiable. - Estrategias y constancia en el control y medición de las variables. - Adecuado registro de los eventos que se presenten en el sistema eléctrico.

Fuente: Elaboración propia

9. Matriz de Análisis de Riesgos

Tabla 10. Matriz de Riesgos

Nº	Actividad & Etapa	Descripción del Riesgo	Fuente de Riesgo	Tipo de Riesgo	Probabilidad e Impacto		Efecto	Medidas de mitigación
1	Diagnostico Preinversión	Falta de presupuesto	Interno	Financiero	Alto	Alto	No se puede iniciar con la etapa del proyecto	Buscar otras alternativas de financiación u opciones de cofinanciación
2		Baja calidad de la información	Interno	Gestión del proyecto	Medio	Bajo	Obstruye la formulación del proyecto sustancialmente	Contratar firmas especializadas para la elaboración del diagnóstico
3		Falta de especificaciones en la elaboración de los contratos de estudios	Interno	Técnicos o de calidad	Medio	Medio	Producirá una inadecuada visión del proyecto y por tanto una errónea definición de objetivos	Acompañamiento técnico y revisión de pliegos de contratación antes de su publicación
4	Estudios y diseños Inversión	Falta de especificaciones en la elaboración de los contratos de diseño	Interno	Técnicos, calidad	Medio	Medio	No se van a poder determinar las falencias y no se puede implementar una solución a la medida	Acompañamiento técnico y revisión de pliegos de contratación antes de su publicación
5		Inadecuada valoración del costo del proyecto	Interno	Gestión del Proyecto	Medio	Alto	Pone en riesgo la ejecución del proyecto	Acompañamiento técnico al área financiera
6	Socialización Inversión	Falta de interés de los involucrados	Externo	Gerencia del Proyecto	Medio	Alto	Perturba la ejecución del proyecto de manera grave imposibilitando la consecución de los objetivos	Mejorar las alternativas de comunicación y socialización (Otorgándole más recursos a la actividad de ser necesario)
7	Contr Inver sión	Falta de especificaciones en la elaboración de los	Interno	Técnicos o de calidad	Medio	Medio	Faltantes en obra por una mala especificación de los contratos	Acompañamiento técnico y revisión de pliegos de

8		contratos de montaje e implementación Falta de proponentes que cumplan las especificaciones técnicas de los contratos	Externo	Mercado	Baja	Bajo	Genera más costos, reproceso porque es necesario volver a revisar los contratos	contratación antes de su publicación Haciendo una investigación y buen análisis del mercado
9		Demora en publicar la licitación de los contratos	Interno	Gerencia del proyecto	Medio	Alto	Retrasa los inicios de la obra, generando que no se cumplan con el cronograma de las actividades	Supervisión de la gerencia del proyecto para que todo se cumpla con los tiempos del cronograma
10		Retrasos en la importación de equipos tecnológicos	Externo	Normativos y regulatorios	Bajo	Medio	Sobre costos por retraso en otras actividades que dependan de los equipos, ya que no se puedan realizar	Realizar una investigación con los diferentes proveedores de equipos, sobre sus procesos, tiempos de fabricación, transporte y entrega en el terreno
11	Implementación Ejecución	Incumplimiento en la ejecución de los contratos	Externo	Gerencia del Proyecto	Medio	Alto	Retraso en la ejecución de obras	Aumentar la exigencia de la Interventoría
12		Condiciones climatológicas adversas	Externo	De la naturaleza	Baja	Bajo	Retraso en la ejecución de obras	Construcción de obra auxiliar para mitigar el efecto de las lluvias
13		Huelgas de los trabajadores	Externo	Social	Baja	Bajo	Retraso en la ejecución de obras	Fortalecer las cláusulas de contratación
14		Vandalismo (Hurto, sabotaje)	Externo	Social	Baja	Medio	Sobre costos y retraso en la ejecución de las obras	Aumentar los controles de vigilancia
15		Interrupción de la financiación	Interno	Financiero	Baja	Alto	Paro de obras	Buscar otras alternativas de financiación

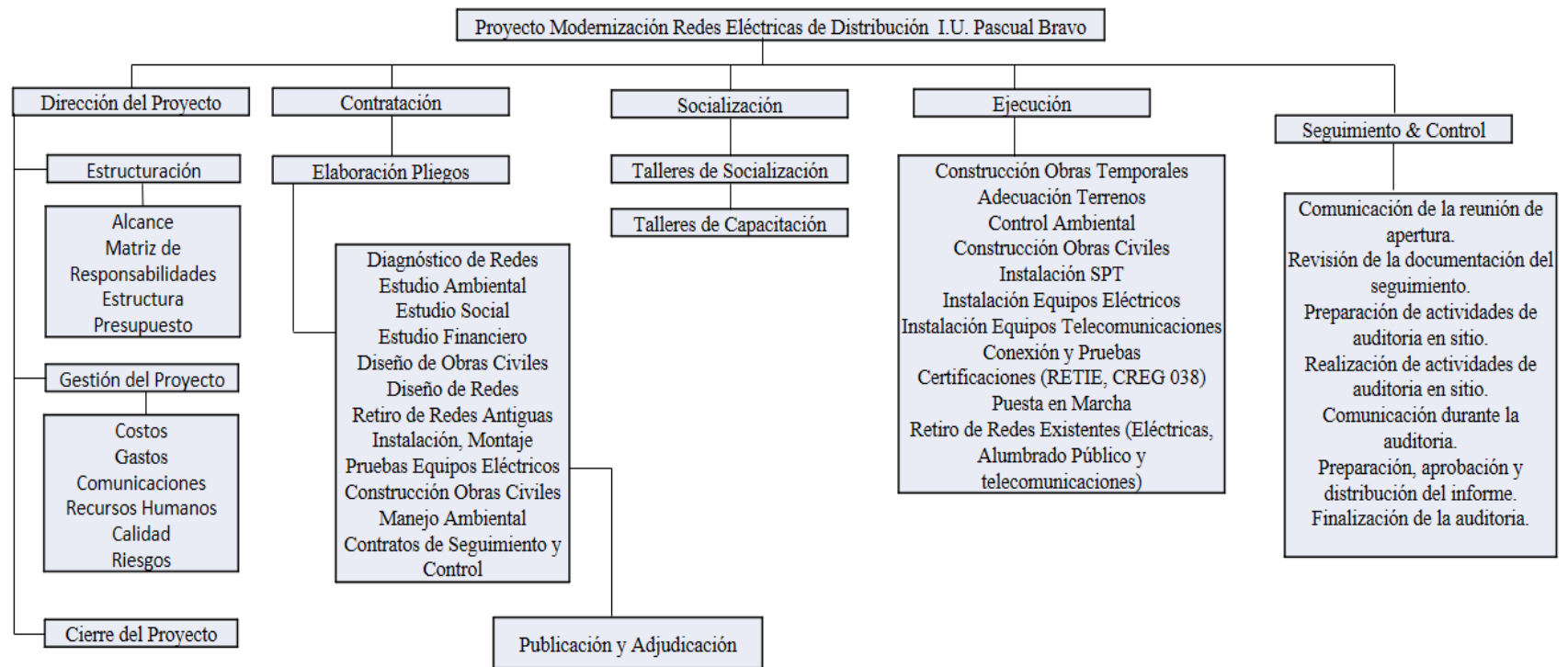
16		Accidentes de trabajo	Externo	Operacional	Baja	Bajo	Retraso mínimo en la ejecución de obras	Exigir plan de salud y seguridad en el trabajo al contratista
17		Inadecuada administración del proyecto	Interno	Gerencia del proyecto	Medio	Medio	Retraso en la ejecución de obras	Aumentar la exigencia de la Interventoría
18		Baja calidad constructiva	Interno	Técnicos o de calidad	Medio	Alto	Puede poner en riesgo el proyecto y atrasar las obras	Aumento de exigencias técnicas en el pliego de peticiones
19	Mantenimiento Operación	Accidentes de trabajo	Externo	Operacional	Baja	Bajo	Retraso mínimo o reprogramación de las labores de mantenimiento	Exigir plan de salud y seguridad en el trabajo al contratista

Fuente: Elaboración propia

10. Estructura de Desglose de Trabajo

Buscando garantizar el cumplimiento de los entregables propuestos, en **Figura 6**, se estructuró la descomposición jerárquica del proyecto denominada EDT. En esta arquitectura, se presentan de forma lógica las actividades necesarias para la ejecución del proyecto.

Figura 6. EDT



Fuente: Elaboración propia

11. Costos de la Alternativa

Con el propósito de presentar el costo real de la implementación del proyecto, se realizaron varias cotizaciones para las diferentes actividades de suministro e instalación de equipos; los valores obtenidos se presentan en las **Tablas 11 a 18**.

Tabla 11. Resumen de Costos

Etapa	Actividades	Entregables	Cantidad	Unidad	Tiempo	Valor Total
Pre-Inversión	Diagnóstico del funcionamiento actual de las redes y equipos de distribución eléctrica de la I.U Pascual Bravo	1 informe	1 documento	Un.		
		Anexo.1 Diseño de Redes Existente	1 plano	Un.		
		Anexo.2 Estudio de Calidad de la Energía	1 documento	Un.	13 semanas	\$32.085.667
		A.3 Informe de Termografía	1 documento	Un.		
		A.4 Verificación de Cumplimiento	1 documento	Un.		
Inversión	Diseños eléctricos de distribución en MT, BT y subestación para satisfacer los requerimientos presentes de la Institución Universitaria Pascual Bravo	1 informe	1 documento	Un.		
		Anexo.1 Diseño de Redes	1 plano	Un.		
		Anexo.2 Estudio Ambiental	1 documento	Un.	12 semanas	\$89.595.000
		Anexo.3 Estudio Social	1 documento	Un.		
		Anexo.4 Estudios Financieros	1 documento	Un.		
	Socialización y Capacitación	8 talleres	8 documentos	Un.	48 semanas	\$10.862.127
	Contratación	11 contratos	11 documentos	Un.	8 semanas	\$27.866.667
Operación	Implementación de diseños (Ejecución)	297.06 m Red MT	NA.	M		
		1421.37 m Red BT	NA.	M	48 semanas	\$1.071.805.201
		1 subestación de 630 kVA	NA.	Un.		
	Mantener la Infraestructura Instalada	2 mantenimientos	2 actividades	Un.	4 semanas	\$115.916.233

Control al Plan - Seguimiento y Monitoreo de los Servicios de Energía	6 informes	8 documentos	Un.	48 semanas	\$225.610.118
Costo Total Alternativa				114 semanas	\$1.573.741.012

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Costo Etapa Diagnóstico

Actividad						
Diagnóstico del funcionamiento actual de las redes y equipos de distribución eléctrica de la institución.						
Recursos	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total	%	Notas
Coordinador	30	Horas	\$ 33.733,33	\$ 1.012.000,0	3,15	
Auxiliar Administrativa	120	Horas	\$ 11.000,00	\$ 1.320.000,0	4,11	
Director Financiera	10	Horas	\$ 29.333,33	\$ 293.333,3	0,91	
Asesor Jurídico	16	Horas	\$ 25.666,67	\$ 410.666,6	1,28	Verificar que los contratos no tengan impedimentos legales
Ingeniero Electricista	280	Horas	\$ 25.666,67	\$ 7.186.666,6	22,40	Elaboración Contrato para Diagnóstico, Levantamiento y Diseño de Redes Existentes
Ejecución Contrato de Diagnóstico	1	Unid	\$ 15.000.000,0	\$15.000.000,0	46,75	El Contrato deberá entregar: Diseño de Redes Existente, Estudio de Calidad de la Energía, Informe termográfico, Verificación de Cumplimiento de normatividad actual.
Oficina	300	Horas	\$ 16.666,6	\$ 5.000.000,0	15,58	Local Oficina + Servicios Públicos
Horas de Computador	456	Horas	\$ 3.000,0	\$ 1.368.000,0	4,26	Hora Computador + Impresores + Licencias (Office & Autodesk)
Insumos	4	Unid	\$ 20.000,0	\$ 80.000,0	0,25	Lapiceros, lápices, tintas, borrador, marcadores, regla, cosedora, entre otros.

Impresiones & Copias	150	Unid	\$ 100,00,0	\$ 15.000,0	0,05
Transporte & Desplazamiento	20	Unid	\$ 20.000,00	\$ 400.000,00	1,25
Total				\$ 32.085.666,6	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Costo Etapa de Diseños

Actividad	Diseños eléctricos de distribución en MT, BT y subestación para satisfacer los requerimientos presentes de la Institución Universitaria Pascual Bravo					
Recursos	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total	%	Notas
Coordinador	60	Horas	\$ 33.000,0	\$ 1.980.000,0	2,21%	
Auxiliar Administrativa	240	Horas	\$ 11.000,0	\$ 2.640.000,0	2,95%	
Directora Financiera	120	Horas	\$ 29.333,3	\$ 3.520.000,0	3,93%	Evaluar económicamente todos los estudios y contratos (Realizar estudio Financiero) y determinar el costo total del proyecto.
Asesor Jurídico	120	Horas	\$ 25.666,6	\$ 3.080.000,0	3,44%	Verificar que los contratos no tengan impedimentos legales
Profesional en Sociología	120	Horas	\$ 22.000,0	\$ 2.640.000,00	2,95%	Elaboración Contrato para Estudio Social, incluye póliza de seguro
Profesional Ambiental	120	Horas	\$ 22.000,0	\$ 2.640.000,0	2,95%	Elaboración Contrato para Estudio Ambiental, incluye póliza de seguro
Profesional Electricista	240	Horas	\$ 22.000,0	\$ 5.280.000,0	5,89%	Elaboración Contrato para Diseño de redes aprobado por el Operador de Red, Diseño de SPT, Coordinación de Protecciones, alumbrado público y telecomunicaciones, incluye póliza de seguro
Profesional Civil	120	Horas	\$ 22.000,0	\$ 2.640.000,0	2,95%	Elaboración Contrato para Obras Civiles, incluye póliza de seguro
Ejecución Contrato "Estudio Social"	1	Unid	\$ 2.500.000,0	\$ 2.500.000,0	2,79%	El Contrato deberá entregar: Estudio Social + Análisis de Riesgo Social + Valoración Económica

Ejecución Contrato "Estudio Ambiental"	1	Unid	\$ 5.000.000,0	\$ 5.000.000,0	5,58%	El Contrato deberá entregar: Estudio Ambiental + Análisis de Riesgos Ambiental + Valoración Económica
Ejecución Contrato "Diseños Eléctricos"	1	Unid	\$ 35.000.000,0	\$ 5.000.000,0	39,06%	El Contrato deberá entregar: Diseño de redes aprobado por el Operador de Red, Diseño de SPT, Coordinación de Protecciones, Análisis de Riesgos, alumbrado público, telecomunicaciones y valoración económica de los diseños presentados
Ejecución Contrato "Diseños Obras Civiles"	1	Unid	\$ 10.000.000,0	\$ 10.000.000,0	11,16%	El Contrato deberá entregar: Diseños Obras Civiles de la Subestación, Canalizaciones, cajas de registros y obras complementarias para la implementación de los diseños eléctricos. Así como un análisis de riesgos técnico y una Valoración Económica de los diseños.
Oficina	480	Horas	\$ 16.666,6	\$ 8.000.000,0	8,93%	Local Oficina + Servicios Públicos
Horas de Computador	1140	Horas	\$ 3.000,0	\$ 3.420.000,0	3,82%	Hora Computador + Mantenimiento + Licencias (Office & Autodesk)
Insumos	7	Unid	\$ 20.000,0	\$ 140.000,0	0,16%	Lapiceros, lápices, tintas, borrador, marcadores, regla, cosedora, entre otros.
Plotter Planos	10	Unid	\$ 10.000,0	\$ 100.000,0	0,11%	
Impresiones & Copias	150	Unid	\$ 100,0	\$ 15.000,0	0,02%	
Transporte & Desplazamiento	50	Unid	\$ 20.000,0	\$ 1.000.000,0	1,12%	
Total			\$ 89.595.000,00		100,0%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Costo Etapa Socialización y Capacitación

Actividad		Socialización y Capacitación				
Recursos	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total	%	Notas
Coordinador	30	Horas	\$ 35.557,50	\$ 1.066.725,00	9,82%	Costo Hora Promedio X 5 años suponiendo un incremento del 5% anual
Auxiliar Administrativa	40	Horas	\$ 11.852,50	\$ 474.100,00	4,36%	Costo Hora Promedio X 5 años suponiendo un incremento del 5% anual

Directora Financiera	20	Horas	\$ 37.930,93	\$ 758.618,67	6,98%	Costo Hora Promedio X 5 años suponiendo un incremento del 5% anual
Ingeniero Electricista	60	Horas	\$ 27.655,83	\$ 1.659.350,00	15,28%	Encargado de Socializar el Proyecto [3 Antes de Implem.] / [3 Durante Implem.] / [3 Después de Impl. (1 cada año X 3 años)]
Oficina	80	Horas	\$ 16.666,67	\$ 1.333.333,33	12,28%	Local Oficina + Servicios Públicos
Horas de Computador	150	Horas	\$ 3.000,00	\$ 450.000,00	4,14%	Hora Computador + Mantenimiento + Licencias (Office & Autodesk)
Insumos	5	Unid	\$ 20.000,00	\$ 100.000,00	0,92%	Lapiceros, lápices, tintas, borrador, marcadores, regla, cosedora, entre otros.
Alquiler Auditorio	9	Unid	\$ 400.000,00	\$ 3.600.000,00	33,14%	9 talleres de Socialización x 2 c/u - Costo Auditorio con capacidad para 560 Personas. Incluye logística
Entregables	400	Unid	\$ 2.000,00	\$ 800.000,00	7,37%	Entrega volantes de publicidad del proyecto, Renders, Folletos, brochure, cartillas. Opcional
Impresiones & Copias	200	Unid	\$ 100,00	\$ 20.000,00	0,18%	
Transporte & Desplazamiento	30	Unid	\$ 20.000,00	\$ 600.000,00	5,52%	
Total				\$ 10.862.127,00	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Costo Etapa Contratación

Actividad		Contratación				Notas
Recursos	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total	%	
Coordinador	60	Horas	\$ 33.000,00	\$ 1.980.000,00	7,11%	Elaboración de contratos para: (SI de redes en MT y BT subterráneas -SI de la subestación - SI de redes de AP y telecomunicaciones - Retiro de redes aéreas en MT, BT, AP y telecomunicaciones -
Directora Financiera	80	Horas	\$ 29.333,33	\$ 2.346.666,67	8,42%	
Auxiliar Administrativa	100	Horas	\$ 11.000,00	\$ 1.100.000,00	3,95%	
Profesional Electricista	240	Horas	\$ 25.666,67	\$ 6.160.000,00	22,11%	

						Certificación de infraestructura instalada) - 3 meses por ahora
Profesional Civil	80	Horas	\$ 25.666,67	\$ 2.053.333,33	7,37%	Elaboración contrato Obras Civiles
Profesional Ambiental	80	Horas	\$ 22.000,00	\$ 1.760.000,00	1,84%	Elaboración Contrato Ambiental
Asesor Jurídico	160	Horas	\$ 25.666,67	\$ 4.106.666,67	13,14%	Verificar que los contratos no tengan impedimentos legales
Oficina	300	Horas	\$ 16.666,67	\$ 5.000.000,00	17,94%	Local Oficina + Servicios Públicos
Horas de Computador	800	Horas	\$ 3.000,00	\$ 2.400.000,00	8,61%	Hora Computador + Mantenimiento + Licencias (Office & Autodesk)
Insumos	7	Unid	\$ 20.000,00	\$ 140.000,00	0,50%	Lapiceros, lápices, tintas, borrador, marcadores, regla, cosedora, entre otros.
Impresiones & Copias	200	Unid	\$ 100,00	\$ 20.000,00	0,07%	
Transporte & Desplazamiento	40	Unid	\$ 20.000,00	\$ 800.000,00	2,87%	Transporte del personal para reuniones con los proponentes.
Total			\$ 27.866.666,67		93,93%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Costo Etapa Implementación

Actividad		Implementación de diseños (Ejecución)				
Recursos	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total	%	Notas
Coordinador	120	Horas	\$ 33.000,0	\$ 3.960.000,0	0,37%	
Directora Financiera	240	Horas	\$ 29.333,3	\$ 7.040.000,0	0,66%	
Secretaria	300	Horas	\$ 11.000,0	\$ 3.300.000,0	0,31%	
Horas de Computador	660	Horas	\$ 3.000,0	\$ 1.980.000,0	0,18%	Hora Computador + Mantenimiento + Licencias (Office & Autodesk)
Insumos	7	Unid	\$ 20.000,0	\$ 140.000,0	0,01%	Lapiceros, lápices, tintas, borrador, marcadores, regla, cosedora, entre otros.
Plotter Planos	10	Unid	\$ 10.000,0	\$ 100.000,0	0,01%	
Impresiones & Copias	1000	Unid	\$ 100,0	\$ 100.000,0	0,01%	

Transporte & Desplazamiento	34	Unid	\$ 20.000,0	\$ 680.000,0	0,06%	Transporte del personal para asistencia a capacitaciones en los equipos adquiridos. También para asistencia a algunas pruebas en fábrica solicitadas.
Contrato suministro e Instalación redes en Media Tensión y Baja Tensión	1	Unid	\$ 508.996.123,0	\$ 508.996.123,0	47,49%	Ejecución de las obras para las redes de MT y BT subterráneas, instalación de accesorios que requiera la instalación de las redes, avisos, chequeos de cables y obras complementarias para la implementación de diseños eléctricos.
Contrato Suministro e instalación obras civiles que requiere el proyecto	1	Unid	\$ 112.259.068,0	\$ 112.259.068,0	10,47%	Ejecución de obras civiles de la subestación, canalizaciones, cajas de registros, para redes de MT, BT, telecomunicaciones, alumbrado público y obras complementarias para la implementación de los diseños eléctricos.
Contrato Suministro e Instalación redes de telecomunicación	1	Unid	\$ 80.000.000,0	\$ 80.000.000,0	7,46%	Ejecución de las obras redes para telecomunicaciones, s para la implementación de los diseños eléctricos.
Contrato Suministro e Instalación de la subestación	1	Unid	\$ 221.327.860,0	\$ 221.327.860,0	20,65%	Ejecución de las obras para la instalación del SPT, tableros, celdas, cableado, coordinación de protecciones, pruebas del transformador, chequeos del cable y obras complementarias para la implementación de diseños eléctricos.
Contrato retiro de redes aéreas	1	Unid	\$ 95.675.368,0	\$ 95.675.368,0	8,93%	Retiro de redes áreas MT, BT, telecomunicaciones, alumbrado público y obras complementarias para la implementación de los diseños eléctricos.
Contrato de certificaciones	1	Unid	\$ 31.246.782,0	\$ 31.246.782,0	2,92%	Certificación RETIE de las redes en MT, BT, alumbrado público, subestación. Certificado del equipo de media (CREG 038 de 2014)
Contrato Mitigación y Control Ambiental	1	Unid	\$ 5.000.000,0	\$ 5.000.000,0	0,47%	Abarca el control y capacitación de todas las etapas del proyecto.
Total				\$ 1.071.805.201,0	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Costo Etapa Implementación

Actividad			Operación & Mantenimiento			Notas
Recursos	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total	%	
Coordinador	40	Horas	\$ 35.557,50	\$ 1.422.300,00	1,23%	Costo Hora Promedio X 5 años suponiendo un incremento del 5% anual
Auxiliar Administrativa	240	Horas	\$ 11.852,50	\$ 2.844.600,00	2,45%	Costo Hora Promedio X 5 años suponiendo un incremento del 5% anual
Directora Financiera	32	Horas	\$ 31.606,67	\$ 1.011.413,33	0,87%	Costo Hora Promedio X 5 años suponiendo un incremento del 5% anual
Ingeniero Electricista	480	Horas	\$ 27.655,83	\$ 13.274.800,00	11,45%	Elaboración de contratos para realizar los mantenimientos durante todo el proyecto. Costo Hora Promedio X 5 años suponiendo un incremento del 5% anual
Asesor Jurídico	40	Horas	\$ 25.666,67	\$ 1.026.666,67	0,89%	Verificar que los contratos no tengan impedimentos legales
Oficina	500	Horas	\$ 16.666,67	\$ 8.333.333,33	7,19%	Local Oficina + Servicios Públicos
Horas de Computador	792	Horas	\$ 3.000,00	\$ 2.376.000,00	2,05%	Hora Computador+ Mantenimiento + Licencias (Office & Autodesk)
Insumos oficina	4	Unid	\$ 20.000,00	\$ 80.000,00	0,07%	Lapiceros, lápices, tintas, borrador, marcadores, regla, cosedora, entre otros.
Repuestos	4	Unid	\$ 10.000.000,00	\$ 40.000.000,00	34,51%	
Impresiones & Copias	60	Unid	\$ 100,00	\$ 6.000,00	0,01%	
Transporte & Desplazamiento	24	Unid	\$ 20.000,00	\$ 480.000,00	0,41%	
Contrato Mantenimiento - Año 1	1	Unid	\$ 10.000.000,00	\$ 10.000.000,00	8,63%	
Contrato Mantenimiento - Año 2	1	Unid	\$ 10.800.000,00	\$ 10.800.000,00	9,32%	
Contrato Mantenimiento - Año 3	1	Unid	\$ 11.664.000,00	\$ 11.664.000,00	10,06%	

Contrato Mantenimiento - Año 4	1	Unid	\$ 12.597.120,00	\$ 12.597.120,00	10,87%
Total				\$ 115.916.233,33	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Costo Etapa Implementación

Control al Plan - Seguimiento y Monitoreo de los Servicios de Energía						
Actividad						
Recursos	Cantidad	Unidad	C. Unitario	Costo Total	%	Notas
Coordinador	240	Horas	\$ 33.000,00	\$ 7.920.000,00	3,51%	
Auxiliar Administrativa	240	Horas	\$ 11.000,00	\$ 2.640.000,00	1,17%	
Directora Financiera	40	Horas	\$ 29.333,33	\$ 1.173.333,33	0,52%	
Profesional en contratación	200	Horas	\$ 29.333,33	\$ 5.866.666,67	2,60%	Elaboración de contratos para realizar el control a cada actividad
Asesor Jurídico	100	Horas	\$ 25.666,67	\$ 2.566.666,67	1,14%	Verificar que los contratos no tengan impedimentos legales
Oficina	240	Horas	\$ 16.666,67	\$ 4.000.000,00	1,77%	Local Oficina + Servicios Públicos
Horas de Computador	820	Horas	\$ 3.000,00	\$ 2.460.000,00	1,09%	Hora Computador + Mantenimiento + Licencias (Office & Autodesk)
Impresiones & Copias	200	Unid	\$ 100,00	\$ 20.000,00	0,01%	
Insumos	5	Unid	\$ 20.000,00	\$ 100.000,00	0,04%	Lapiceros, lápices, tintas, borrador, marcadores, regla, cosedora, entre otros.
Transporte & Desplazamiento	30	Unid	\$ 20.000,00	\$ 600.000,00	0,27%	
Contrato Control de Actividad 1	1	Unid	\$ 2.250.000,00	\$ 2.250.000,00	1,00%	
Diagnostico - Contrato Control de Actividad 2 - Diseño	1	Unid	\$ 13.439.250,00	\$ 13.439.250,00	5,96%	

Contrato Control de Actividad 3 - Socialización	1	Unid	\$ 1.629.319,05	\$ 1.629.319,05	0,72%
Contrato Control de Actividad 4 - Contratar	1	Unid	\$ 2.786.666,67	\$ 2.786.666,67	1,24%
Contrato Control de Actividad 5 - Implementación	1	Unid	\$ 160.770.780,15	\$ 160.770.780,15	71,26%
Contrato Control de Actividad 6 - Mantenimiento	1	Unid	\$ 17.387.435,00	\$ 17.387.435,00	7,71%
Total				\$ 225.610.117,53	100,00%

Fuente: Elaboración propia

12. Valoración de Ingresos y Beneficios

12.1. Identificación y Definición

Los beneficios del proyecto fueron identificados y agrupados de la siguiente manera:

12.1.1. Ambientales

Son los beneficios que impactan positivamente el medio ambiente, preservando la flora y la fauna presentes en el campus universitario. Estos son:

- a) Reducir la afectación sobre la flora presentes en el Campus Robledo.
- b) Reducir la afectación sobre la fauna presentes en el Campus Robledo.
- c) Contribuir a la estética de la Institución mediante la instalación de redes subterráneas.

12.1.2. Técnicos – Económicos

Son los beneficios que impactan positivamente la economía de la Institución, mediante acciones técnicas realizadas con la implementación del proyecto se convertirán en ahorros o reducciones. Estos son:

- a) Ahorro de gastos por concepto de facturación mediante cambio de tarifa del sistema Mercado Regulado al mercado No Regulado.
- b) Ahorro de energía por eliminación de pérdidas técnicas en el transformador principal de la subestación.
- c) Contribuir al aumento de vida útil de los activos (Equipos y máquinas electrónicas y electromecánicas).
- d) Aportar a la seguridad en la operación y el mantenimiento de las redes eléctricas (Reducción del mantenimiento).

12.1.2. Sociales

Son los beneficios que impactan positivamente la economía de la Institución, mediante acciones técnicas realizadas con la implementación del proyecto se convertirán en ahorros o reducciones. Estos son:

- a) Disminuir los riesgos potenciales de tipo eléctrico sobre la Comunidad Pascualina.
- b) Contribuir a mejorar la calidad de vida de la comunidad Pascualina, mediante el suministro de energía eficiente y confiable.
- c) Contribuir a mejorar la calidad de la educación en la población educativa de la Institución Universitaria Pascual Bravo

12.2. Cuantificación de Beneficios

En la *Tabla 19*, se presenta la cuantificación (En pesos) de cada uno de los beneficios identificados en el literal anterior (**12.1**). Cabe resaltar que las contribuciones a la calidad educativa y a la calidad de vida no se cuantifican, solo se podrán valorar mediante evaluaciones ex post.

Tabla 19. Valoración de Ingresos y Beneficios

Tipo	Descripción del Beneficio	Análisis				
Técnico-Económico	Ahorro de gastos por concepto de facturación mediante cambio de tarifa del sistema Mercado Regulado al mercado No Regulado	Energía Anual [kWh]	Costo Anual Promedio Energía con Tarifa Mercado Regulado	Costo Promedio Energía con Tarifa Mercado No Regulado	Beneficio Anual	Beneficio Durante la Vida Útil del Proyecto (5 Años)
		75.344	\$ 28.172.628	\$ 18.836.000	\$ 9.336.628	\$ 46.683.140
	Fuentes	Tarifas de energía EPM, 2017. Facturas de energía Pascual Bravo, Años 2014, 2015, 2016 & 2017. Informe de Secretaría de Planeación I.U. Pascual Bravo.				
Técnico-Económico	Ahorro de energía por eliminación de pérdidas técnicas en el transformador principal de la subestación	Pérdidas Técnicas Anuales [kWh]	Costo Promedio Energía Tarifa Mercado Regulado	Beneficio Anual (Ahorro al no Facturar Perdidas)	Beneficio Durante la Vida Útil del Proyecto (5 Años)	
		\$ 15.068,8	\$ 5.634.525	\$ 5.634.525	\$ 28.172.625	
	Fuentes	Estudio de Calidad de la Potencia Pascual Bravo B16 (3B) - TCI Pascual Bravo. Informe de Secretaría de Planeación I.U. Pascual Bravo.				
Social	Contribuir a mejorar la calidad de vida de la comunidad Pascualina, mediante el suministro de energía eficiente y confiable.	Este tipo de beneficios sociales no se pueden valorar económicamente.				
	Fuentes	Informe Medellín cómo vamos 201X. Audiencia Pública de Rendición de Cuentas 201X, I.U. Pascual Bravo.				
Social	Contribuir a mejorar la calidad educativa de la Comunidad Pascualina	Este tipo de beneficios sociales no se pueden valorar económicamente.				
	Fuentes	Diagnóstico del sector educativo 201X, Municipio de Medellín. Audiencia Pública de Rendición de cuentas 201X, I.U. Pascual Bravo. Informe Medellín cómo vamos 201X.				
Social - Económico	Disminuir los riesgos potenciales de tipo eléctrico sobre la Comunidad Pascualina.	Costo Promedio de un Accidente fatal (Origen eléctrico)	Costo Accidentes Eléctricos (Suponemos la ocurrencia de 2 accidentes fatales en 5 años)	Beneficio (Eliminación de accidentes)	Beneficio Durante la Vida Útil del Proyecto (5 Años)	
		\$ 2.000.000.000	\$ 4.000.000.000	\$ 4.000.000.000	\$ 4.000.000.000	
	Fuentes	Índice de accidentalidad del personal de sostenimiento I.U. Pascual Bravo Índice de incidentes y accidentes de tipo eléctrico I.U. Pascual Bravo Expectativa de Vida DANE Tablas de Garuffa				

Técnico-Económico	Contribuir al aumento de vida útil de los activos. (Equipos y máquinas eléctricas)	Equipos Afectados por la Mala Calidad de la Energía (2017) 13	Costo Promedio por Equipo Averiado \$800.000	Costo Anual de Equipos Averiadados o Vida Útil Reducida \$ 10.400.000	Beneficio Anual (Mejora de Calidad de Energía) \$ 10.400.000	Beneficio Durante la Vida Útil del Proyecto (5 Años) \$ 52.000.000
	Fuentes	Información obtenida por el departamento de planeación y mantenimiento. Los costos por mala calidad de la energía eléctrica FLUKE Información obtenida del equipo de mantenimiento de la I.U. Pascual Bravo Departamento de Planeación I.U. Pascual Bravo.				
Social - Ambiental	Contribuir a la estética de la Institución mediante la instalación de redes subterráneas.	El beneficio se puede medir mediante encuestas de percepción y satisfacción de los usuarios (Comunidad Pascualina) referente a servicios y calidad de la energía, sin embargo, este tipo de beneficios sociales no se pueden valorar económicamente. Encuesta percepción estética de la infraestructura eléctrica por parte de la Comunidad Pascualina.				
Técnico-Económico	Aportar a la seguridad en la operación y el mantenimiento de las redes eléctricas (Reducción del mantenimiento)	Cantidad de Mantenimientos Anuales 4	Costo Promedio por Cada Mantenimiento (2017) \$ 9.000.000	Costo Anual Mantenimiento \$ 36.000.000	Beneficio (reducción de 4 a 1 mantenimiento) anual \$ 26.280.000	Beneficio Durante la Vida Útil del Proyecto (5 Años) \$ 131.400.000
	Fuentes	Información obtenida del equipo de mantenimiento de la I.U. Pascual Bravo Departamento de Planeación I.U. Pascual Bravo. Organización y gestión integral de mantenimiento, Santiago García Garrido				
Ambiental	Reducir la afectación sobre la flora presentes en el Campus Robledo.	Cantidad de Árboles Podados por Contacto con las Redes Aéreas 12	Costo Promedio de Poda por Árbol \$ 500.000	Costo Anual de Poda de Árboles \$ 6.000.000	Beneficio Reducción de Podas por Instalación de Redes Subterráneas \$ 6.000.000	Beneficio Durante la Vida Útil del Proyecto (5 Años) \$ 30.000.000
	Fuentes	Información obtenida del equipo de mantenimiento de la Institución Universitaria Pascual Bravo Trabajo de grado "Diseño de Redes Subterráneas y Subestación para la I.U. Pascual Bravo", 2018.				
Ambiental	Reducir la afectación sobre la fauna presentes en el Campus Robledo.	Cantidad Fauna afectada por Contacto con las Redes Aéreas 24	Costo Promedio por ser vivo reubicado \$ 550.000	Costo Anual de Seres Vivos Reubicados \$ 13.200.000	Beneficio Reducción de Podas por poner las redes Subterráneas \$ 13.200.000	Beneficio Durante la Vida Útil del Proyecto (5 Años) \$ 66.000.000
	Fuentes	Información obtenida del equipo de mantenimiento de la Institución Universitaria Pascual Bravo Trabajo de grado "Diseño de Redes Subterráneas y Subestación para la I.U. Pascual Bravo", 2018.				

Fuente: Elaboración propia

13. Cronograma de Ejecución

Una vez estimados los recursos necesarios para llevar a cabo la ejecución del proyecto (humanos, materiales, técnicos, financieros, entre otros) descritos en el capítulo 9; para no dejar espacio a la improvisación, se estimó el tiempo que ocupará cada tarea. En la **Tabla 20** se detalla el listado de actividades propuestas para la consecución de objetivos del proyecto; en dicho diagrama se establece el tiempo requerido para la elaboración de los trabajos, fechas de comienzo y fin, listado de actividades con desarrollo paralelo, antecesor y predecesor; de tal modo que la visualización del diagrama permita, a los administradores del proyecto, una visión del avance de la ejecución hacia el logro de las metas.

Esta herramienta, permitirá realizar un control y seguimiento, tanto de parte de la interventoría como de la dirección del proyecto, para tomar decisiones durante el transcurso de la ejecución; y de este modo, elegir el mejor camino frente a sucesos inesperados que puedan modificar la hoja de ruta y obligar a replantear tareas o plazos establecidos previamente.

Debido al extenso tamaño de las líneas de tiempo de ejecución no fue posible ubicar, en este trabajo por medio de una tabla o una imagen, el cuadro completo del cronograma. No obstante, el hecho mencionado no representó inconveniente alguno para la adecuada visualización del diagrama. En la columna 1 de la tabla, se listaron las actividades propuestas y en las columnas siguientes, se especifican las fechas de inicio y fin planeado (Dejando dos columnas iguales para la verificación de inicio y fin real), la duración (en semanas) y el porcentaje de avance o ejecución. Adicional, en el **Anexo 8** se incluirá un archivo digital con el cronograma completo.

Tabla 20. Cronograma de Actividades

Actividad	Inicio Actividad (Semana #)	Fin Actividad (Semana #)	Duración Actividad (Semanas)	Inicio Real (Control)	Duración Real (Control)	Porcentaje Ejecutado
Diagnostico	1	13	13	0	0	0%
Elaboración de pliegos y contratos	1	2	2	0	0	0%
Publicación pliego, revisión y selección oferta	3	4	2	0	0	0%
Ejecución contrato de contrato de diagnostico	5	12	8	0	0	0%
Finalización contrato y revisión de entregables	13	13	1	0	0	0%
Diseños	14	33	20	0	0	0%
Elaboración de pliegos y contratos	14	16	3	0	0	0%
Publicación pliego, revisión y selección oferta	17	18	2	0	0	0%
Ejecución contrato de contratos de estudios y diseños	19	30	12	0	0	0%
Finalización contratos y revisión entregables	31	31	1	0	0	0%
Elaboración estudio financiero (Directora Financiera)	32	33	2	0	0	0%
Socialización	34	90	62	0	0	0%
Socialización 1 (Antes)	34	34	1	0	0	0%
Socialización 2 (Antes)	38	38	1	0	0	0%
Socialización 3 (Antes)	42	42	1	0	0	0%
Socialización 4 (Durante)	57	57	1	0	0	0%
Socialización 5 (Durante)	73	73	1	0	0	0%
Socialización 6 (Durante)	90	90	1	0	0	0%
Socialización 7 Año2 (Después)	92	92	1			
Socialización 8 Año3 (Después)		93	1			
Contratación	34	41	8	0	0	0%
Elaboración de pliegos y contratos	34	39	6	0	0	0%
Publicación pliego, revisión y selección oferta	40	41	2	0	0	0%

Implementación	42	89	48	0	0	0%
Ejecución contrato ambiental	42	89	48	0	0	0%
Ejecución contrato obras civiles	45	89	45	0	0	0%
Ejecución contrato obras eléctricas	45	89	45	0	0	0%
Certificación de las instalaciones en la norma RETIE	78	87	10	0	0	0%
Mantenimiento (Mantenimiento Anuales)	92	94	3			
Mantenimiento 1 - Año 3	92	92	1			
Mantenimiento 2 - Año 4	93	93	1			
Control	5	90	86			
Interventoría contrato de diagnostico	5	10	5	0	0	0%
Interventoría contrato de contratos de estudios y diseños	19	30	12	0	0	0%
Auditoria interna socialización	34	90	57	0	0	0%
Auditoria interna contratación	34	41	8	0	0	0%
Interventoría contrato ambiental	42	89	48	0	0	0%
Interventoría contrato obras civiles	45	89	45	0	0	0%
Interventoría contrato obras eléctricas	45	89	45	0	0	0%

Fuente: Elaboración propia

Referencias Bibliográficas

- ABB. (2015). *Technical guide The MV/LV transformer substations*.
- Alcandía de Medellín. (2017). *Secretaría de Educación*. Obtenido de Sala de Prensa: <https://medellin.edu.co/>
- Arboleda Gavira, J. (2018). *Audiencia Pública de Rendición de Cuentas*. Medellín: Institución Universitaria Pascual Bravo.
- Ardila Rodríguez, M. (2011). Calidad de la Educación Superior en Colombia, ¿Problema de Compromiso Colectivo? *Revista Educación y Desarrollo Social*, Vol. 5(Nº 2), Páginas 44 - 55.
- Arias Londoño, A. ((Enero-Marzo 2014) de 2014). Programación óptima del mantenimiento de la vegetación bajo redes aéreas de distribución usando una técnica de optimización multiobjetivo. *Ingeniería, Investigación y Tecnología.*, Volumen XV (Número 1): 139-150.
- BID. (1997). *Evaluación: Una herramienta de gestión para mejorar el desempeño de los proyectos*. Oficina de evaluación (EVO) - Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Cardona, E., Gómez, C., & Sánchez, A. (2018). *Diseño de Redes de Distribución Eléctrica Subterránea y Subestación para la Institución Universitaria Pascual Bravo* (Vol. Trabajo de Grado). (F. d. Ingeniería, Ed.) Medellín, Colombia: I.U Pascual Bravo.
- CENTElsa. (2008). *Cables para Media y Alta Tensión* (Vols. Boletín Técnico - Abril 2008). Yumbo, Colombia: CENTELSA S.A. Obtenido de <http://www.centelsa.com/pdf/Cables-Media-alta-Tension.pdf>
- Competitividad, C. P. (2017). *Informe Nacional de Competitividad 2016-2017*. Bogotá D.C: Puntoaparte Bookvertising.
- CREG, C. d. (2018). *Resolución CREG-015*. Bogotá: Ministerio de Minas & Energía.
- Departamento Nacional de Planeación. (29 de 05 de 2019). *dnp.gov.co*. Obtenido de [dnp.gov.co: https://www.dnp.gov.co/atencion-al-ciudadano/glosario/Paginas/A.aspx](https://www.dnp.gov.co/atencion-al-ciudadano/glosario/Paginas/A.aspx)
- Departamento Nacional de Planeación, DNP. (2017). *Proyecto Tipo: Construcción y Dotación de Infraestructura Básica Educativa*. Bogotá - Colombia: DNP.

- Departamento Nacional de Planeación, DNP. (2017). *Proyecto Tipo: Construcción y Dotación de Infraestructura Básica Educativa*. Bogotá - Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- Díaz Dorado, E. (1999). *Herramientas para la Planificación de Redes de Baja y Media Tensión Urbanas*. Vigo, España: Universidad de Vigo. Obtenido de <http://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/>
- DNP, & Virviescas Ibarquén, D. A. (2006). *Manual de Valoración y Cuantificación de Beneficios*. DNP - Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas. Bogotá - Colombia: Grupo Asesor de Gestión de Programas y Proyectos de Inversión.
- DNP, Rutas Especializadas - Educación. (s.f.). *Rutas especializadas para la formulación de los Planes de Desarrollo Territoriales - Educación*. Bogotá - Colombia. Obtenido de <http://kiterritorial.co/wp-content/uploads/2017/02/Herramientas-KITerritorial-Final-33.html#>
- Flechas Mendoza, L. M. (2018), La Educación Superior de Calidad, más allá de la Acreditación (Observatorio de la Universidad Colombiana) OPINIÓN 2017 – 2018, <https://www.universidad.edu.co/>
- García Fonseca, L., & Marín G, J. (2011). *Descripción de Líneas de Transmisión Subterránea*. Veracruz,, Xalapa, México: Universidad Veracruzana.
- García, R., Vásquez, A., & Zapata, A. (2014). *Ampliación de los servicios de pregrado de los programas de ingeniería de la Institución Universitaria Pascual Bravo en Medellín*. (F. d. Diseño, Ed.) Medellín, Colombia: I.U Pascual Bravo.
- González Arias, E. (2007). *Mejoramiento de la Confiabilidad en Sistemas de Distribución Mediante Reconfiguración de Circuitos Primarios*. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Gutiérrez, F. (2016). *PND, Medellín Cuenta con Vos 2016 - 2019*. Medellín - Colombia: Municipio de Medellín.
- Harper, G. E. (2006). *Elementos de diseño de subestaciones eléctricas*. Editorial Limusa.
- Herrera Parada, M. (2013). *Red de Distribución Subterránea para el Campus de la Ciudad Universitaria*. San Salvador: Universidad de El Salvador.

- I.U Pascual Bravo. (2014). *Informe Consejo Directivo 2010 - 2013*. Medellín: Institución Universitaria Pascual Bravo.
- ICONTEC. (1998). *Código eléctrico colombiano, Norma Técnica Colombiana NTC 2050* (Vol. Vol. 349). Bogotá, Colombia: ICONTEC.
- López, L., Hincapié, R. A., & Gallego, R. A. (2011). Planeamiento multiobjetivo de sistemas de distribución usando un algoritmo evolutivo NSGA-II. *Revista EIA*, 141-151.
- Malagón, V. H. (4 de Agosto de 2018). Infraestructura: Clave de calidad de la educación. *Revista Dinero*.
- Marchesi, Á., Tedesco, J. C., & Coll, C. (2009). *Reformas Educativas Calidad, Equidad y Reformas en la Enseñanza*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Madrid, España: Fundación Santillana.
- MDAP. (2016). *Como crear una EDT, Estructura de Desglose de Trabajos del Proyecto*. Executive Master Project Management.
- Medellín Cómovamos. (2017). *Informe de calidad de vida de Medellín*. Municipio de Medellín. Medellín: Medellín Cómovamos.
- Minminas, M. d. (2013). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE*. Bogotá D.C: Ministerio de Minas y Energía.
- Miranda Miranda, J. (2011). *Gestión de Proyectos*. Bogotá, Colombia: MMEditores.
- Morales Saldarriaga, M. (2016). *Informe de Rendición de Cuentas 2015*. Medellín: Institución Universitaria Pascual Bravo.
- Naciones Unidas. (2001). *Glosario de Títulos y Términos Utilizados en Documentos Recientes de la CEPAL*. (N. Unidas, Ed.) Santiago de Chili, Chile.
- Orozco Cruz, J. C., Olaya Toro, A., & Villate Duarte, V. (Septiembre - Diciembre de 2009). ¿Calidad de la educación o educación de calidad? Una preocupación más allá del mercado. *Revista Iberoamericana de Educación*, Número 51: Septiembre - Diciembre 2009.
- Orozco, C. J., Olaya, T. A., & Villate, D. V. (Septiembre - Diciembre de 2009). ¿Calidad de la educación o educación de calidad? Una preocupación más allá del mercado. *Revista Iberoamericana de Educación*, Número 51: Septiembre - Diciembre 2009.

- Ortegón, E., Pacheco, J., & Prieto, A. (2015). *SERIE MANUALES: Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile: CEPAL - Naciones Unidas.
- Örtengren, K. (2005). *Método de Marco Lógico: Un resumen de la teoría que sustenta el método de marco lógico*. Agencia sueca de cooperación internacional para el desarrollo (Asdi).
- Pezoa, J., Santander García, L., & Cárcamo-Gallardo, A. (2007). Reconfiguración de redes eléctricas de media tensión basada en el algoritmo de Prim. *Ingeniare Revista Chilena de Ingeniería*, 83-91.
- Plan Nacional de Desarrollo. (2014). *PND "Todos por un Nuevo País, Paz, Equidad, Educación"*. Bogotá - Colombia: DNP, Departamento Nacional de Planeación.
- Ramírez Castaño, S. (2004). *Redes de Distribución de Energía*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional – Sede Manizales.
- Red Eléctrica de España. (2009). *El Suministro de la Electricidad: Un Equilibrio entre generación y consumo*. Madrid, España: Domènech e-learning multimedia, S.A.
- Robledo, F. H. (2014). *Riesgos eléctricos y mecánicos*. Ecoe Ediciones.
- SAPIENCIA. (2016). *Análisis Diagnóstico de la Situación y las Políticas de Educación Superior en Medellín*. Medellín - Colombia: Agencia de Educación Superior de Medellín - Alcaldía de Medellín.
- Saravia, J. (2007). *Guía Para la Elaboración del Marco Lógico*. Oficina de Planeación de la Universidad Autónoma de Occidente – Área de Proyectos. Cali - Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.
- Schneider Electric. (2010). *Guía de Diseño de Instalaciones Eléctricas, Según Normas Internacionales IEC*. Barcelona, España: Schneider Electric. Obtenido de <http://www.schneiderelectric.es>
- Secretaría de Educación de Antioquia. (2015). *"Informe de Auto-Evaluación", Estudios de la OCDE: Educación Superior en el Desarrollo Regional y de Ciudades*. Antioquia - Colombia.
- Tamayo Ortiz, H. (2017). *En Antioquia ganamos el año en educación, pero podemos dar más*. Bogotá - Colombia. Bogotá: Periodico El Tiempo.

- Tangarife E, J. (2013). *Estudio de Redistribución de Redes de Media Tensión en las Subestaciones Caldas, Ancón Sur e Itagiú de EPM Mediante el Uso de Herramientas Computacionales y Propuesta para la Reconfiguración Topológica*. (E. d. Ingeniería, Ed.) Medellín , Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Tecnológica, I., Gómez, V., Peña, R., & Cesar , H. (2012). *Identificación y Localización de Fallas en Sistemas de Distribución con Medidores de Calidad del Servicio de Energía Eléctrica*. Información Tecnológica.
- The World Bank. (2015). *Annual Report 2015*. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development.
- Unión Europea, F. S. (2014). Gestión de Proyectos, Glosario de Términos. En A. J. Coronel. Escuela de Organización Industrial.
- Universidad Nacional, A. d. (2016). *Preocupante Cifra de Muertes por Electrocuaciones en Colombia*. Bogotá D. C.: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 12 de 2018, de <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/preocupante-cifra-de-muertes-por-electrocuaciones-en-colombia.html>
- UPME, U. d. (2016). *Características del Entorno Eléctrico*. Bogotá D.C: Ministerio de Minas y Energía.
- Vargas Jiménez, D. (2015). *Estudio de indicadores de calidad del suministro de energía eléctrica de una red de distribución a 13.2 kV* (Vols. Doctoral disertación, Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales). (U. N. Colombia, Ed.) Manizales , Colombia: Facultad de Ingeniería y arquitectura, Departamento Ingeniería Eléctrica.

Anexos Digitales

Anexo N°1. Inspección subestación 800 kVA bloque 6 (Archivo Excel).

Anexo N°2. Registro medidas analizador transformador 800 kVA bloque 6 (Archivo Excel).

Anexo N°3. Registro medidas analizador totalizador 800 A (Archivo Excel).

Anexo N°4. Plano de redes existente I.U. Pascual Bravo - Hoja 1 (Archivo PDF).

Anexo N°5. Diseño redes proyectadas Pascual Bravo - Hoja 2 (Archivo PDF).

Anexo N°6. Diseño redes proyectadas Pascual Bravo - Hoja 3 (Archivo PDF).

Anexo N°7. Costos para suministro e instalación de obras eléctricas (Archivo Excel).

Anexo N°8. Cronograma (Archivo Excel).

Anexo N°9. Formulación del Proyecto en el aplicativo MGA WEB (Archivo PDF).