

**Apoyo, revisión, control en los procesos y proyectos de obras civiles  
requeridos en la subgerencia de subestaciones y líneas de Electrificadora de  
Santander S.A. E.S.P.**

Presentado por:

María Fernanda Cala Galvis

Id. 319189

Facultad de Ingeniería Civil  
Escuela de Ingeniería  
Universidad Pontificia Bolivariana  
Bucaramanga

2021

**Apoyo, revisión, control en los procesos y proyectos de obras civiles  
requeridos en la subgerencia de subestaciones y líneas de Electrificadora de  
Santander S.A. E.S.P.**

María Fernanda Cala Galvis

Id. 319189

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

**INGENIERA CIVIL**

Supervisor del proyecto

Néstor Iván Prado García

Supervisor de la empresa

Iván Rodolfo Almeyda Maldonado

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela de Ingeniería

Universidad Pontificia Bolivariana

Bucaramanga

2021

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

Firma Presidente del Jurado

---

Firma Jurado

Bucaramanga, Agosto 12 de 2021

## **Dedicatoria**

A Dios, por darme la sabiduría y entendimiento para finalizar mi proyecto de grado y culminar mi carrera universitaria.

A mis padres, por el apoyo económico y emocional que me han brindado durante toda mi vida y por la motivación de hacerme ser una mejor persona.

A mi hermana, por ser mi motivación para convertirme en ejemplo a seguir

A mi nono Víctor Julio, por ser mi ángel de la guarda en este camino de la vida, sé que me acompañas desde el cielo con una gran satisfacción por haber cumplido este gran sueño.

A mis tíos paternos y nona, por el apoyo incondicional a lo largo de mi vida, por sus acertados consejos y la motivación a alcanzar mis metas.

## **Agradecimientos**

Le agradezco principalmente a Dios porque a él le debo todo lo que soy y todo lo que tengo.

A mi familia, por apoyarme en cada paso que doy y permitirme culminar mi carrera universitaria.

A mi novio, por acompañarme en esta etapa de crecimiento profesional y personal, gracias por estar siempre dispuesto para guiarme y aconsejarme.

Al Ing. Néstor Prado, porque además de ser mi supervisor docente, ha sido uno de los mejores profesores que he tenido, gracias por los todos los conocimientos adquiridos.

Al Ing. Iván Almeyda, por creer en mí, por el tiempo dedicado a mi proceso de aprendizaje y su gran ejemplo como profesional y persona. Al equipo de trabajo de la subgerencia, por apoyarme y haber sido parte de mi crecimiento como profesional.

A la Electrificadora de Santander, por haberme dado la oportunidad de realizar mis prácticas con una de las mejores empresas de Santander. Gracias por la experiencia vivida dentro del sector eléctrico siendo pieza fundamental para mi crecimiento profesional.

A la universidad, por formar un profesional integro, ético y con sentido humano, preparado para iniciar la vida profesional.

Al Coro Polifónico UPB, por haberme hecho parte de esa gran familia, por haber sido mi momento favorito del día, esperar al ensayo de medio día, esas dos horas que me trasportaban a un lugar feliz y en paz. Gracias por haber hecho de mi carrera universitaria la mejor. Gracias al director Hernán Mejía, por contagiarme de felicidad y fortaleza en los ensayos y presentaciones, y lo más importante por haber creído en mí.

A mis amigos, compañeros y docentes que me acompañaron en el transcurso de mi vida universitaria.

## Tabla de Contenido

Tabla de Contenido .....	vi
1. Introducción .....	11
2. Generalidades de la Empresa .....	12
2.1. Descripción de la empresa .....	12
2.2. Misión .....	13
2.3. Visión .....	13
2.4. Valores Corporativos .....	13
2.5. Estructura Organizacional .....	14
3. Delimitación del Problema .....	15
4. Antecedentes .....	16
5. Objetivos .....	18
5.1. Objetivo General .....	18
5.2. Objetivos específicos .....	18
6. Marco Teórico .....	19
6.1. Proyecto .....	19
6.2. Diseño .....	19
6.3. Presupuesto .....	19
6.4. Especificaciones técnicas .....	19
6.5. Contrato de obras civiles .....	19
6.6. Modelo Sistema Interconectado Nacional (SIN) .....	20
6.7. Niveles de tensión .....	20
6.8. Líneas de Transmisión: .....	20
6.9. Subestación .....	20
6.9.1. Subestaciones de transformación .....	20
6.9.2. Subestaciones de maniobra .....	20
6.10. Cadena Productiva de la Energía Eléctrica .....	20
6.10.1. Generación .....	20
6.10.2. Transmisión .....	21
6.10.3. Distribución .....	21
6.10.4. Comercialización .....	21
6.11. Elementos que conforman la subestación eléctrica .....	22
6.11.1. Transformador .....	22
6.11.2. Transformador de corriente .....	22
6.11.3. Transformadores de potencia .....	22
6.11.4. Interruptor de potencia .....	22
6.11.5. Muros cortafuegos .....	22
6.11.6. Foso de transformador .....	22
6.11.7. Trampa de grasas .....	23
6.11.8. Malla de cerramiento .....	23
7. Metodología .....	24
8. Proyectos realizados por ESSA .....	25

8.1.	Adecuación y reestructuración de subestaciones de ESSA para expansión y cumplimiento normativo. [7] .....	25
9.	Actividades desarrolladas durante la práctica.....	31
9.1.	Objetivo 1. Apoyar en la elaboración de presupuestos de obra civil y diseños de planos según los requerimientos de SSL.....	31
9.1.1.	Modificación de planos para subestaciones.....	31
9.1.2.	Presupuesto para cerramiento del predio de mayor extensión SE Lebrija.....	35
9.1.3.	Presupuesto para construcción de garita vigilancia para la SE Norte.....	37
9.1.4.	Presupuesto para sistema de captación de agua SE Barranca.....	40
9.2.	Objetivo 2. Participar en la elaboración de especificaciones y anexos de los soportes contractuales de SSL.....	42
9.2.1.	Especificación técnica para el funcionamiento y mantenimiento de trampa de grasas	42
9.2.2.	Comités de obra .....	43
9.2.3.	Cortes de obra .....	46
9.3.	Objetivo 3. Realizar seguimiento y control de los contratos de obras civiles que ejecuta SSL.	48
9.3.1.	Supervisión del contrato CW 126566 Adecuación y reestructuración de subestaciones de ESSA para expansión y cumplimiento normativo. [7] .....	48
9.4.	Objetivo 4. Colaborar en la elaboración de informes de administración de contratos y adicionales requeridos en SSL.....	55
9.4.1.	Informe de ensayo a flexión de tapas de cárcamo en concreto.....	55
9.4.2.	Informe fotográfico de hallazgos en las subestaciones 2021.....	56
10.	Aporte al conocimiento.....	59
11.	Conclusiones y Recomendaciones.....	62

## Lista de Figuras

Figura 1. Logo Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. ....	12
Figura 2. Sede Principal de la ESSA .....	13
Figura 3. Estructura organizacional ESSA [6].....	14
Figura 4. Cadena productiva .....	21
Figura 5. Elementos de una subestación .....	23
Figura 6. Actividades de inversión .....	26
Figura 7. Actividades de inversión .....	27
Figura 8. Actividades de inversión .....	28
Figura 9. Actividades de inversión .....	29
Figura 10. Actividades de costo o cerramiento.....	30
Figura 11. Propuesta 1 SE San Rafael .....	32
Figura 12. Propuesta 2 SE San Rafael .....	32
Figura 13. Subestación Llano Grande.....	33
Figura 14. Visita a campo SE San Rafael .....	34
Figura 15. Plano de la ampliación SE Llano Grande.....	35
Figura 16. Plano de la SE Lebrija .....	36
Figura 17. Detalle de actividades para construcción cerramiento .....	37
Figura 18. Costo estimado para construcción cerramiento .....	37
Figura 19. Ubicación actual garita de vigilancia .....	38
Figura 20. Ubicación para nueva garita de vigilancia.....	39
Figura 21. Detalle de actividades para construcción de garita.....	39
Figura 22. Costo estimado para construcción de garita .....	40
Figura 23. Diagrama de sistema de recolección de aguas .....	41
Figura 24. Detalle de actividades para sistema captación de agua .....	41
Figura 25. Costo estimado para sistema captación de agua.....	41
Figura 26. Diseño de trampa de grasa para transformador .....	43
Figura 27. Formato acta de reunión .....	45
Figura 28. Formato acta de corte de obra .....	46
Figura 29. Actividades Acta No 3.....	47
Figura 30. Detalle valor neto Acta No 3 .....	48
Figura 31. Ampliación de foso para transformador SE Hamacas.....	49
Figura 32. Instalación de bolo SE Cocos .....	50
Figura 33. Selle de ventanas SE Florida .....	50
Figura 34. Selle de puerta SE Conuco .....	51
Figura 35. Construcción dique de contención transformador auxiliar SE Florida .....	52
Figura 36. Construcción tapa de caja en concreto SE Conuco .....	52
Figura 37. Adecuación malla eslabonada SE San Rafael .....	53
Figura 38. Gaviones adyacentes a muro de contención .....	54
Figura 39. Hexápodos en concreto.....	55
Figura 40. Tapa de cárcamo en mal estado.....	56
Figura 41. Informe fotográfico de hallazgos S.E Palos .....	57
Figura 42. Informe fotográfico de hallazgos S.E Caneyes .....	58

**RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** Apoyo, revisión, control en los procesos y proyectos de obras civiles requeridos en la subgerencia de subestaciones y líneas de Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

**AUTOR(ES):** María Fernanda Cala Galvis

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Néstor Iván Prado García, Ph.D.

**RESUMEN**

En este informe se presenta el trabajo realizado en la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., teniendo como objetivo mostrar cada una de las actividades realizadas durante el transcurso de la práctica empresarial. En dicho informe se detalla el apoyo a los procesos y proyectos requeridos en el equipo de trabajo "Expansión y reposición de subestaciones ESSA", en los cuales se realiza la revisión y control de los proyectos de obras civiles de la subgerencia. El seguimiento se llevó a cabo por medio de visitas a obra, registro fotográfico, realización de actas de comité, revisión de actas de corte de obra, especificaciones para trampa de grasas, elaboración del informe fotográfico de hallazgos y revisión presupuestal.

**PALABRAS CLAVE:**

Trampa de grasas, Corte de obra, Expansión, Subgerencia, Hallazgos

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

**GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** Support, review, control in the processes and projects of civil works required in the sub-management of substations and lines of Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

**AUTHOR(S):** María Fernanda Cala Galvis

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Nestor Iván Prado García, Ph.D.

**ABSTRACT**

This report presents the work done in the Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., aiming to show each of the activities carried out during business practice. This report details the support to the processes and projects required in the work team "expansion and replacement of substation", in which the review and control of the civil works projects of the sub-management is carried out. The follow-up was carried out through site visits, photographic records, committee minutes, review of works cut off minutes, specifications for grease traps, preparation of the photographic report of findings, and budget review.

**KEYWORDS:**

Grease trap, cutting work, expansion, sub-management, finds

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## 1. Introducción

Electrificadora de Santander en su trabajo por ofrecer un buen servicio cumpliendo con la misión y visión de la compañía, busca obtener las certificaciones de calidad para brindar confianza y seguridad a sus grupos de interés. Es de vital importancia preparar la empresa para la certificación de calidad ya que otorga gran ventaja con respecto a otras empresas como la reputación y la confiabilidad.

Como parte del plan de inversión de la ESSA, se tienen programadas para el año 2021 la adecuación y reestructuración de las subestaciones para dar solución a los hallazgos requeridos en cada una y cumplir con los estándares de calidad, la normativa vigente y las normas técnicas y regulatorias establecidas por las autoridades competentes, obteniendo así, la certificación RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas [1]), RIB y certificación ambiental. Durante el transcurso del primer semestre del año 2021, el grupo de Expansión y Reposición perteneciente a la Subgerencia de Subestaciones y Líneas ha venido ejecutando una serie de obras civiles siguiendo el plan de actividades.

En el presente documento se evidencian las actividades realizadas durante el tiempo de desarrollo de la práctica empresarial desde el día 4 de febrero del 2021 hasta el día 3 de agosto del 2021, cumpliendo con la adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para expansión y cumplimiento normativo, así mismo, el registro fotográfico de las visitas a obras en las subestaciones intervenidas, los informes, actas de comité y corte de obra, diseños de planos, presupuestos, cronogramas y demás documentos requeridos durante el proceso inicial de contratación y el transcurso de su ejecución.

## 2. Generalidades de la Empresa

### 2.1. Descripción de la empresa

Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2], familia del grupo empresarial EPM, es una compañía de capital mixto. Su objetivo primordial es la prestación de los servicios públicos de repartición, generación, transmisión, venta de energía y actividades en relación, llevadas a cabo de forma sustentable. [3]



*Figura 1. Logo Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.*

*Fuente: Conflictos Ambientales ESSA [3].*

La sede central está ubicada en la ciudad de Bucaramanga, la cual concentra 87 municipios del departamento de Santander, dos del departamento de Bolívar, cuatro de la subregión de Sur del Cesar, uno en Antioquia y uno de Norte de Santander, además, cuenta con 76 subestaciones las cuales se encuentran distribuidas en el total de sus zonas de prestación para un total de 92 ciudades.



*Figura 2. Sede Principal de la ESSA*

*Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [4]*

## **2.2.Misión**

“Somos una empresa del Grupo EPM comprometida con el bienestar de nuestros clientes y el desarrollo sostenible y competitivo de los territorios donde proveemos servicios de energía eléctrica con calidad y confiabilidad, creando valor compartido con nuestros grupos de interés.” [5]

## **2.3.Visión**

“En el 2022 ESSA se consolidará como referente latinoamericano en servicio al cliente, excelencia operativa, reputación y transparencia; ofreciendo a los clientes y al mercado un portafolio integral de soluciones competitivas en electricidad, fundamentadas en prácticas socialmente responsables con todos los grupos de interés, contribuyendo al cumplimiento de la visión del Grupo Empresarial EPM.” [5]

## **2.4.Valores Corporativos**

“Los valores son la base de nuestra actuación como grupo empresarial y le brindan soporte tanto a las maneras de trabajo, como a la forma de hacer las cosas en el grupo, el cual se basa en estándares y métodos organizacionales, vinculando a otras personas en su construcción, desde el reconocimiento del otro, de sus habilidades para producir unidos y generar valor agregado a la compañía.” [5]

“Los tres valores que resaltan en la empresa son la Transparencia, Responsabilidad y la Calidez, donde demarca la importancia y el cumplimiento de estos para mantener una armonía y compromiso como entidad prestadora de un servicio.” [6]

## 2.5. Estructura Organizacional

En el siguiente diagrama se detalla la estructura organizacional que conforma Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2], al año 2021. Se detalla con un recuadro azul el grupo al cual pertenecí durante el desarrollo de mis prácticas empresariales.

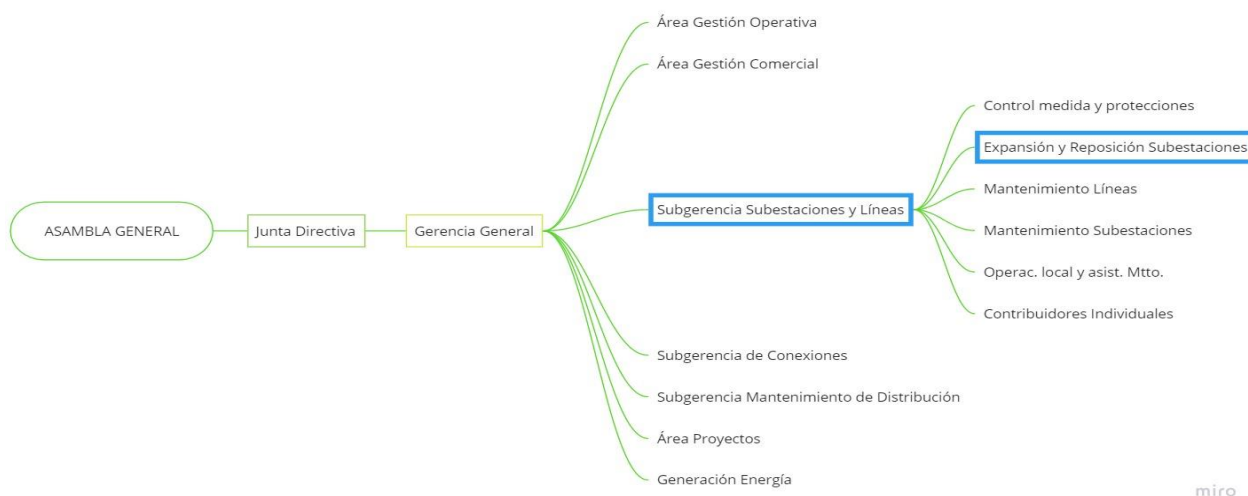


Figura 3. Estructura organizacional ESSA [6]

Fuente: Autor

### **3. Delimitación del Problema**

Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2], aparte del Estado, pertenece al Grupo Empresarial EPM y otras inversiones minoritarias, por lo tanto, no es empresa privada totalmente. Su principal objetivo es prestar el servicio público de energía, su distribución, transmisión, comercialización y actividades relacionadas operando de una forma sostenible y amigable con el medio ambiente. [3]

La práctica empresarial se desarrolló en la Subgerencia de Subestaciones y Líneas perteneciendo al grupo de Expansión y Reposición de Subestaciones, ubicada en la Calle 46 # 19 – 122 – Bucaramanga, con un tiempo de ejecución de 6 meses, teniendo como fin el apoyo a los procesos de revisión y control de proyectos de obras civiles requeridos en la Subgerencia para el correcto cumplimiento de estos y satisfacción de todas las partes interesadas.

#### 4. Antecedentes

A nivel local, se llevaron a cabo tres trabajos de grado en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga enfatizados en la adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para el cumplimiento de la normativa [7] actual y un trabajo de grado en la Universidad de Santander UDES enfatizado en la optimización y gestión de proyectos de obra civil en subestaciones.

El primer trabajo de grado se realizó por la estudiante Diana Carolina Troughón Bravo [8]. Durante el desarrollo de la práctica se explicó el seguimiento llevado a cabo durante la fase de ejecución a todas las actividades que realizan parte del contrato, por medio de supervisión en obra, ejecución de especificaciones técnicas, una estrategia de desempeño de tráfico y revisión de actas para control presupuestal. [8].

El segundo trabajo de grado se realizó por el estudiante Mario Alberto Gutiérrez Gómez [9]. Durante el desarrollo de la práctica se describió el apoyo en el contrato de subestaciones ESSA, donde se mostraron las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto, desde el proceso precontractual hasta la ejecución de adecuación y reestructuración, realizando la planeación, administración y seguimiento al desarrollo del proyecto. [9].

El tercer trabajo de grado se llevó a cabo por el estudiante Julián Fernando Villamizar Duran [10]. Durante el desarrollo de la práctica se describió la elaboración y selección documental indispensables para llevar a cabo el costo inicial de los proyectos para el análisis de viabilidad económica. Se especifican los procedimientos utilizados para obtener las herramientas que encierran actividades de excavaciones, elementos de una bahía de línea y obras requeridas dentro de una subestación eléctrica. [10].

Para finalizar se presenta el cuarto y último trabajo de grado realizado por el estudiante Jaime Rondón Ordoñez [11]. Durante el desarrollo de la práctica se ejecutó la obra de la subestación Flujo de agua Gélido, llevándose a cabo la gestión de todas las ocupaciones propuestas para el buen desarrollo de las especificaciones. Seguido a esto, se complementó con la ejecución de tareas de escritorio puntualmente en la interpretación de información y corrección de métodos, con el objetivo de realizar control y ejecución en el presupuesto de obra. [11]

## **5. Objetivos**

### **5.1.Objetivo General**

Realizar el apoyo técnico para la revisión y control de proyectos de obras civiles requeridos en la subgerencia de Subestaciones y Líneas

### **5.2.Objetivos específicos**

- Apoyar en la elaboración de presupuestos de obra civil y diseños de planos según los requerimientos de SSL.
- Participar en la elaboración de especificaciones y anexos de los soportes contractuales de SSL.
- Realizar seguimiento y control de los contratos de obras civiles que ejecuta SSL.
- Colaborar en la elaboración de informes de administración de contratos y adicionales requeridos en SSL.

## **6. Marco Teórico**

### **6.1. Proyecto**

Se basa en una planeación de un grupo de ocupaciones a hacer de forma articulada entre sí, con la intención de generar bienes o servicios calificados para saciar necesidades o solucionar inconvenientes. [12]

### **6.2. Diseño**

Preparación de la iniciativa de trabajo según un diagnóstico del caso problema y de esta forma poder conceptualizar tácticas probables para enfrentarla. Simultáneamente establecer indicadores para la verificación y seguimiento de los resultados logrados e implantar componentes externos que garanticen su factibilidad y triunfo. [13]

### **6.3. Presupuesto**

Cantidad de dinero que se estima para la realización de un proyecto calculando anticipadamente el costo de obra, teniendo en cuenta los materiales, mano de obra y equipos necesarios para su puesta en marcha. [14]

### **6.4. Especificaciones técnicas**

Son documentos del contrato de fundamental trascendencia en un proyecto de obra civil debido a que definen las reglas, exigencias y métodos de calidad que serán empleados y aplicados en el proyecto. [15]

### **6.5. Contrato de obras civiles**

Es regulado por el código civil, por medio del cual el contratante encarga al contratista la construcción de una obra o ejecución de una actividad. [16]

## **6.6. Modelo Sistema Interconectado Nacional (SIN)**

También llamadas redes SIN, conjunto de subestaciones y líneas, incluyendo los equipos relacionados, que llevan la energía desde plantas de producción a subestaciones de transformación. [17]

En el sistema interconectado nacional se debe cumplir con determinadas normas regidas por el Reglamento Técnico para instalaciones eléctricas. [17]

## **6.7. Niveles de tensión**

Se refiere a la tensión medida en los extremos de los aparatos durante su operación. [18]

## **6.8. Líneas de Transmisión:**

Es el conjunto de dispositivos para transportar o guiar la energía desde una fuente de producción hasta los centros de consumo. [19]

## **6.9. Subestación**

Está conformada por un conjunto de circuitos de entrada y salida, siendo el interruptor, el principal componente de un circuito. [18]

### **6.9.1. Subestaciones de transformación**

Cambian la tensión de la energía eléctrica por medio de los transformadores. Se clasifican en reductoras de tensión o elevadoras. [20]

### **6.9.2. Subestaciones de maniobra**

Realizan sus maniobras conectando dos o varios circuitos. Se caracteriza porque la tensión no se transforma. [20]

## **6.10. Cadena Productiva de la Energía Eléctrica**

### **6.10.1. Generación**

La electricidad es generada en las centrales que obtienen la electricidad por medio de

energías primarias. Las empresas propietarias de diferentes centrales venden la energía producida a empresas comercializadoras. [21]

### 6.10.2. Transmisión

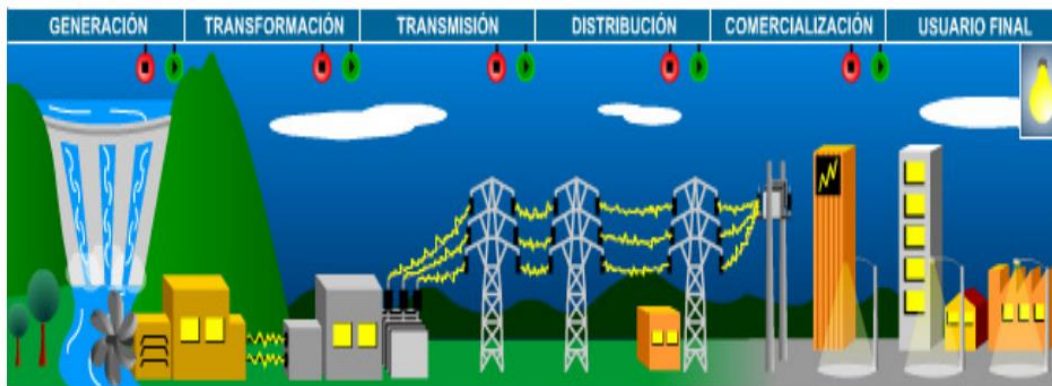
Cuando la energía se ha procesado y convertido en electricidad, se conduce a través de vías elevadas o centrales eléctricas hasta las subestaciones. En estas, los encargados de garantizar una tensión adecuada son los transformadores. [21]

### 6.10.3. Distribución

La electricidad se dirige desde las subestaciones a las viviendas más cercanas. Las empresas de distribución son responsables de asegurar que la electricidad llegue a los hogares y resolver los daños generados. [21]

### 6.10.4. Comercialización

Las empresas comercializadoras son las encargadas del envío de facturas, compran la energía eléctrica a las compañías y las ofrecen a las viviendas. [21]



*Figura 4. Cadena productiva*

*Fuente: Cluster Energía Eléctrica Medellín Colombia [22]*

## **6.11. Elementos que conforman la subestación eléctrica**

### **6.11.1. Transformador**

Maquina estática que transfiere energía eléctrica con igual frecuencia entre el o los circuitos, reduciendo o creciendo la corriente eléctrica y los niveles de tensión. [19]

### **6.11.2. Transformador de corriente**

Maquina encargada de convertir la corriente y separar los instrumentos de medición y protección. [8]

### **6.11.3. Transformadores de potencia**

Máquina eléctrica estática, la cual facilita la incrementación o reducción de la tensión al interior de un circuito de corriente. [23]

### **6.11.4. Interruptor de potencia**

Es un dispositivo que permite la comunicación, generando la conexión entre dos corrientes eléctricas durante un tiempo prolongado. [23] Es el factor de mayor relevancia en una subestación, su comportamiento establece grado de fiabilidad para un sistema eléctrico de potencia. [24]

### **6.11.5. Muros cortafuegos**

Un muro cortafuego se debe colocar cuando cerca de los equipos se sitúen edificaciones u otros equipos, los cuales soportarán un fuerte fuego durante horas el cual se debe esparcir horizontal y verticalmente de modo que no haya visual entre partes contenedoras de aceite. [18].

### **6.11.6. Foso de transformador**

Es una estructura en concreto que cumple con la función de base, debe tener el mismo volumen de aceite contenido que en el tanque del transformador. El foso se llena de

bolo y/o gravilla para ahogar la llama resultante de la combustión del aceite incendiado, y así, apagar el incendio. [25]

### 6.11.7. Trampa de grasas

Es una estructura en concreto reforzado que retiene las grasas salientes del transformador para disminuir su impacto ambiental. [19]

### 6.11.8. Malla de cerramiento

También llamada malla eslabonada, se usa para acorralar el perímetro de menor o mayor extensión de las subestaciones, su elevación mínima es de 2,50 metros. Su función es actuar como barrera para el acceso de animales y personal no autorizado.

[1]

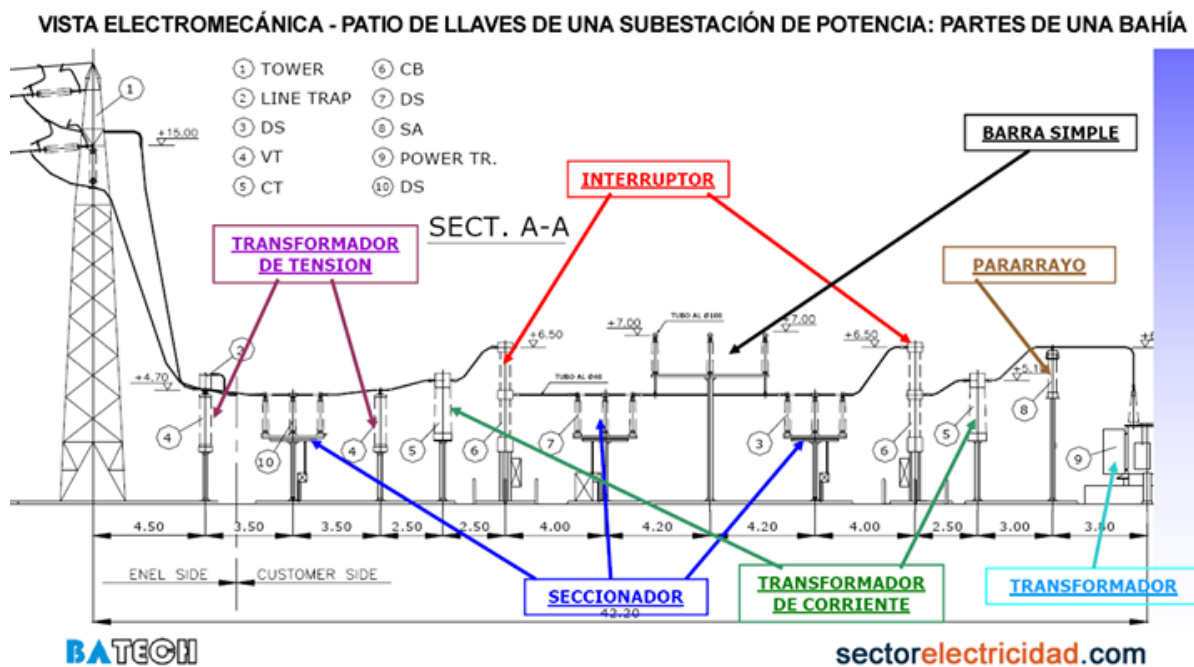


Figura 5. Elementos de una subestación

Fuente: Sector Electricidad [26]

## **7. Metodología**

Teniendo como fin el cumplimiento de los objetivos planteados en el plan de trabajo, se realizó seguimiento con registros fotográficos, cuadros específicos de hallazgos y no conformidades, cuadro de cantidades de obras y presupuestos, actas de reuniones, diseños de planos en AutoCAD, programación de actividades a ejecutar y los diferentes informes que la subgerencia requería.

## **8. Proyectos realizados por ESSA**

El reglamento eléctrico de instalaciones eléctricas - RETIE [1], contempla las responsabilidades que todo el personal de la empresa debe cumplir para garantizar la seguridad y buenas prácticas eléctricas, es un reglamento de obligatorio cumplimiento. Todo con el fin de buscar la certificación de calidad bajo el cumplimiento normativo.

Como objetivo de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2] de dar cumplimiento con los parámetros establecidos en las normas de calidad que rigen la empresa para obtener las certificaciones, y a su vez, la certificación ambiental de la ISO 14001 [27], se ha venido trabajando en los hallazgos que la auditoría interna de ESSA evidenció a través de la Subgerencia de Subestaciones y Líneas dentro del equipo de “Expansión y Reposición de Subestaciones”, para dar cumplimiento normativo.

### **8.1. Adecuación y reestructuración de subestaciones de ESSA para expansión y cumplimiento normativo. [7]**

Las subestaciones de la ESSA están conformadas por la caseta de control, el patio de transformadores, patio de conexiones y sus respectivos equipos, los cuales deben cumplir con los parámetros de calidad establecidos en la normativa vigente (Reglamento eléctrico de instalaciones eléctricas - RETIE [1]; Norma técnica colombiana - NTC ISO 9001 [28], para obtener la certificación de calidad; Norma técnica colombiana - ISO 14001 [27], para obtener la certificación ambiental y el reglamento colombiano de construcción sismo resistente - NSR-10 [29]).

La auditoría interna de la empresa realiza constantemente visitas a las diferentes subestaciones para el control y cumplimiento de la normativa vigente. En estas visitas se

presentan hallazgos y no conformidades los cuales deben ser revisados e intervenidos por la subgerencia para lograr el cumplimiento de la normativa RETIE [1] y la normativa ambiental. Por consiguiente, a partir del año 2015, la subgerencia (SSL) ha venido elaborando contratos en los cuales se realizan las intervenciones y adecuaciones necesarias para dar cumplimiento a los hallazgos y no conformidades, teniendo como objeto la “Adecuación y reestructuración de subestaciones de ESSA para Expansión y cumplimiento normativo” [7].

En el año 2021, se realizó la licitación para el contrato siendo ganador la empresa VESGA MORENO INGENIEROS S.A.S., quienes ofertaron el costo más bajo por un total de \$3.310.574.011,93, iniciando su ejecución el 23 del mes de marzo de 2021 durante un periodo de tres (3) años.

Se muestra a continuación algunas de las actividades a ejecutar durante la vigencia del contrato:

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>
Localización y replanteo	M2
Demolición de estructura de concreto reforzado	M3
Excavación a mano	M3
Solado en concreto	M2
Concreto ciclópeo	M3
Acero de refuerzo estructural para concreto	Kg
Obras en concreto 4000 psi	M3
Rieles de acero asce-60, inc. Fijación a estructura	M1
Construcción de banco ducto en tubería eléctrica 6" PVC	M1
Relleno a mano con material de excavación	M3
Gravilla en patio	M3
Obra en concreto 3000 psi	M3

*Figura 6. Actividades de inversión*

*Fuente: Contrato CW 126566 [7]*

Construcción tapa en concreto de 3000 psi reforzada para cárcamos	Und
Construcción caja de inspección 1*1*1 m, incluye tapa reforzada en concreto	Und
Construcción caja de inspección 0,7x0,7 m (inc. Tapa)	Und
Construcción de redes sanitaria tubería 6" PVC	M1
Conjunto ducho de emergencia mixta y lavajos ref. Ac-131ai	Und
Construcción carpintería metálica, puerta con cerradura antipánico	M2
Construcción de punto hidráulico en tubería PVC $\varphi=1"$	Und
Enchape de piso cerámica 20*20	M2
Obra en concreto 3000 psi bases equipos	M3
Aplicación base granular	M3
Construcción pavimento rígido mr- 42 (inc. Acero de refuerzo)	M2
Conformación mortero de nivelación rustico para campo de subestaciones de e= 0.05 m	M2
Conformación mortero de nivelación afinado de e= 0.05 m	M2
Impermeabilización en manto asfáltico tipo edil	M2
Piso en cerámica tráfico pesado	M2
Guarda escoba en cerámica	M1
Friso liso	M2
Estuco plástico interiores	M2
Estuco plástico exteriores	M2
Pintura tipo 1	M2
Pintura exteriores tipo koraza	M2
Obra en concreto 3000 psi, construcción de columnas de 0.25 x 0.25	M1
Mampostería a la vista en ladrillo estructural, centro de control	M2
Mampostería a la vista en ladrillo estructural, cerramientos	M2
Mampostería en ladrillo h-10	M2
Obra en concreto 3000 psi, vigas en concreto de 0.25 x 0.25	M1
Construcción de antepiso en concreto de 2.500 con e=0.07	M2
Construcción alfajía en concreto de 0.20 ml de ancho x e=0.07.	M1
Construcción de estructura metálica de cubierta en tubería metálica de 3 x 1/2".	M2

*Figura 7. Actividades de inversión*

*Fuente: Contrato CW 126566 [7]*

Cubierta metálica con terminado en pintura y ondulación trapezoidal	M2
Ventanería en aluminio tipo pesado (incluye vidrio incoloro de 4 mm)	M2
Ventanería metálica (incluye vidrio incoloro de 4 mm)	M2
Puerta metálica en lamina cal 16 (incluye pintura y accesorios)	M2
Construcción de baranda metálica con pasamanos en tubería de 2" y columnas de 1 1/2" a tres hilos (incluye pintura de terminado)	M1
Construcción estructura en drywall (cielo raso)	M2
Obra eléctrica, luminaria de sobreponer	Und
Obra eléctrica, salida de iluminación	Pto
Obra eléctrica, tomacorriente doble	Pto
Obra eléctrica, toma corriente sencillo	Pto
Construcción de banco ducto en tubería Novafort de 12"	M1
Construcción de banco ducto en tubería Novafort de 8"	M1
Construcción de rejilla metálica transformador de potencia	M2
Construcción de punto sanitario de 4"	Und
Construcción de punto sanitario de 2"	Und
Construcción de división en drywall provisional protección de equipos	M2
Puerta de acceso en aluminio, con cerradura antipánico	M2
Construcción de portón metálico en tubería de 2" y malla eslabonada	Und
Pintura estructura metálica (cubierta altura mayor a 2.0m)	M
Caballote teja, cubierta metálica con terminado en pintura y ondulación trapezoidal.	M
Desmante de estructuras em drywall	M2
Red descolgada en tubería en 1/2 " (incluye accesorios, de acuerdo a norma retie)	M
Aplicación de lleno con arena gruesa limpia	M3
Aplicación de geotextil no tejido	M2
Construcción de banco ducto en tubería PVC Novafort para filtro ø 182 mm (diámetro interior 8")	M1
Aplicación de lleno con material de filtro	M3

*Figura 8. Actividades de inversión*

*Fuente: Contrato CW 126566 [7]*

Construcción de banco ducto en tubería PVC Novafort para filtro $\varnothing$ 227 mm (diámetro interior 10")	MI
Construcción de cuneta $\varnothing$ 150 mm	MI
Aplicación de lleno con material de excavación. Compactado al 95% del p.v.s.m.	M3
Construcción de cama de arena $e=0.15m+1/2$ tubo	M3
Construcción de banco ducto en tubería PVC $\varnothing$ 145 mm (6")	MI
Construcción de banco ducto en tubería PVC $\varnothing$ 250 mm (10")	MI
Construcción de banco ducto en tubería PVC Novafort $\varnothing$ 284 mm (12")	MI
Construcción de cuneta $\varnothing$ 300 mm	M
Puerta cortafuego (certificado retie), con cerradura antipánico	M2
Limpieza de escombros y residuos (inc. Retiro)	Und

*Figura 9. Actividades de inversión*

*Fuente: Contrato CW 126566 [7]*

Las actividades mencionadas anteriormente, son de inversión para la ESSA debido a que su facturación es diferente a las actividades de cerramientos o costos, las cuales son las siguientes:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Adecuación de cerramiento en malla eslabonada (incluye limpieza, lavado y acabado en pintura de aceite)	M2
Suministro e instalación de concertina de 18" en acero, con cuchilla tipo razor ribbon, guaya galvanizada de alta resistencia tipo invernadero, materiales secundarios, sikadur epóxico, perros metálicos, alambre galvanizado	M1
Adecuación y mantenimiento de muros bajos en mampostería ladrillo h-10	M2
Suministro e instalación de malla eslabonada, (incluye parales de 3,0 m, pintura en aceite, soldadura, el cerramiento se construirá en módulos de 2,5*0,50 m enmarcados en	M2
Enpradización en césped tipo japonés	M2
Suministro e instalación de reja en varilla cuadrada lisa con terminado en anticorrosivo y pintura en esmalte (altura promedio de 2,0 m)	M2
Suministro e instalación de cinta antideslizante bicolor en piso (ancho mínimo de 48mm)	M1
Muro de gaviones compuesto por caja de 2x1x1 m de malla de triple torsión, hexagonal, de 50x70 mm, de alambre de acero galvanizado, rellena de piedra caliza de aportación colocada con retroexcavadora sobre neumáticos.	M3

*Figura 10. Actividades de costo o cerramiento*

*Fuente: Contrato CW 126566 [7]*

## **9. Actividades desarrolladas durante la práctica**

Durante el transcurso de práctica se han cumplido con los objetivos planteados en el plan de trabajo. Las actividades que se han desarrollado han sido dirigidas y supervisadas por el ingeniero a cargo según el cronograma correspondiente. El desarrollo de la práctica se ha realizado en alternancia virtual y presencial debido a la pandemia por Covid-19. Se han presentado retrasos en visitas a las subestaciones, entrega de materiales y suministros para la ejecución de las obras, debido a la situación de orden público ocasionado por las marchas y obstrucciones en las vías nacionales.

### **9.1.Objetivo 1. Apoyar en la elaboración de presupuestos de obra civil y diseños de planos según los requerimientos de SSL.**

#### **9.1.1. Modificación de planos para subestaciones**

Para realizar futuras modificaciones dentro de una subestación y ejecutar las obras civiles programadas es primordial revisar y verificar los planos de diseño.

Para la subestación San Rafael se solicitó elaborar un diseño para el ingreso a la subestación en el cual se tenga en cuenta los vehículos de carga pesada y el trayecto de la línea 34,5 kV que atraviesa y alimenta la subestación para que el acceso no quede debajo de la línea. Se realizaron dos propuestas para el ingreso y la ampliación de la sección con gravilla dentro de la cual van los equipos de patio, con un área proyectada de 361,57 m<sup>2</sup>, las cuales se muestran a continuación.

El equipo analizó y verificó la opción más viable a futuro, se tomó la decisión de escoger la propuesta #1 para la futura ampliación de la subestación.

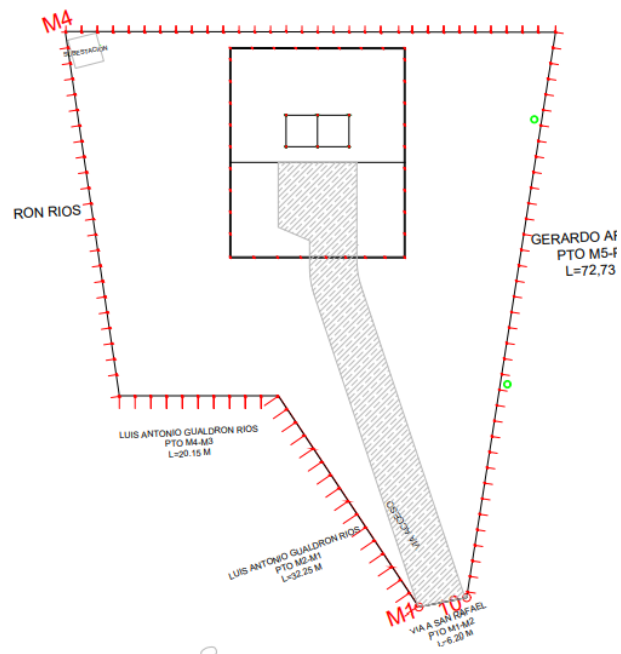


Figura 11. Propuesta 1 SE San Rafael

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2]

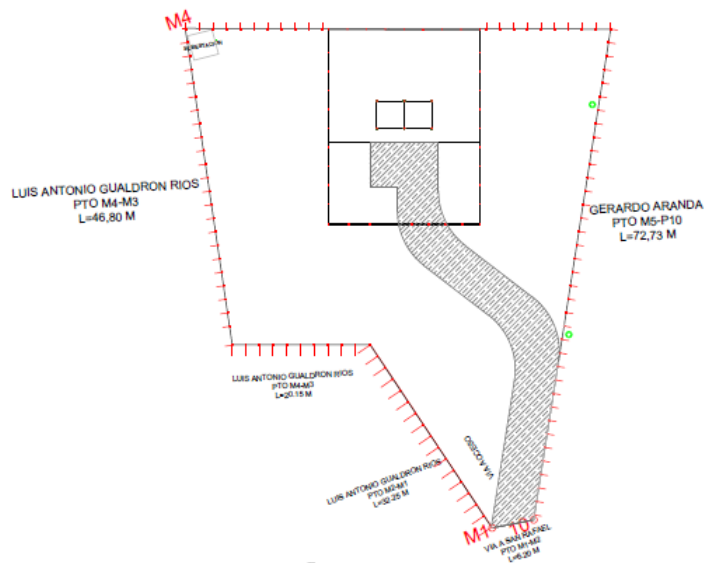


Figura 12. Propuesta 2 SE San Rafael

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2]

Para la subestación Llano Grande se tiene proyectada la adecuación en su totalidad para el año 2021. Se requiere de una ampliación del área del predio debido a que no cumple con las distancias mínimas de seguridad entre los equipos de patio y el cerramiento, además, los equipos de trabajo que llegan a la subestación no cuentan con espacio para el ingreso de los vehículos teniéndolos que ubicar sobre la vía. Se realizó la visita a campo para verificar si existe la posibilidad de ampliar en área la subestación y así reflejarlo en los planos.



*Figura 13. Subestación Llano Grande*

*Fuente: Autor*

En la figura 13, se observa el ingreso a la subestación Llano Grande. Durante la visita a campo, se verificaron las distancias mínimas de seguridad entre equipos y el cerramiento, y la necesidad de ampliación del predio para cumplimiento de los parámetros normativos RETIE [1].



*Figura 14. Visita a campo SE San Rafael*

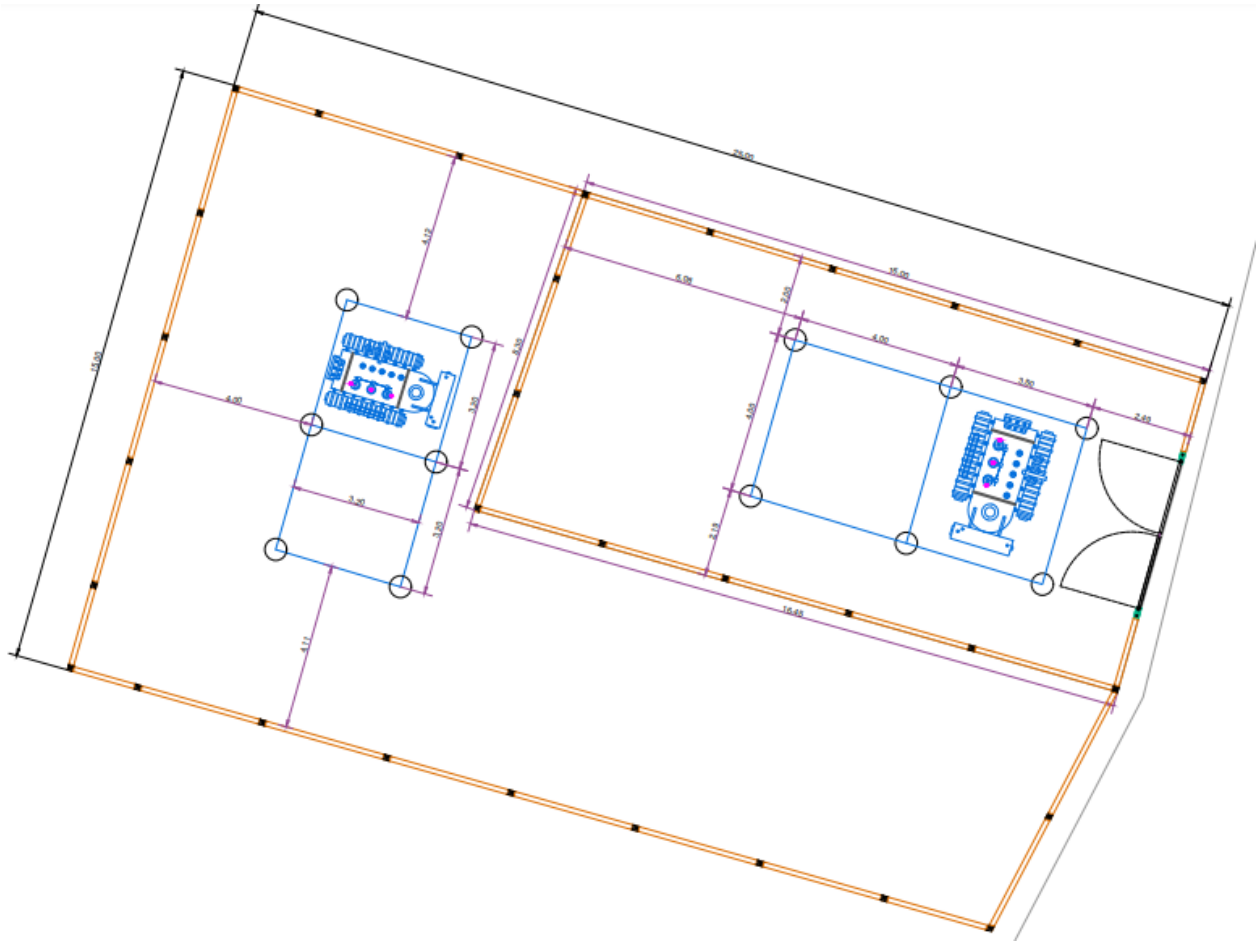
*Fuente: Autor*

En la figura 14, se evidencia la identificación de hallazgos encontrados en la visita. Se observó que el pórtico no cumplía con las distancias mínimas de seguridad.

En este orden de ideas, se solicitó verificar el plano de la subestación y realizar las modificaciones correspondientes para cumplir con los parámetros establecidos en la norma RETIE [1].

Se adecuó el plano existente a la ampliación futura de la subestación, teniendo en cuenta, las dimensiones del nuevo transformador y las distancias mínimas requeridas. El nuevo diseño

del plano quedará con una ampliación de 9 m de largo y 6,7 m de ancho adicionándose a las medidas existentes, quedando así, con 25 m de largo y 15 m de ancho como se muestra en la figura 15.



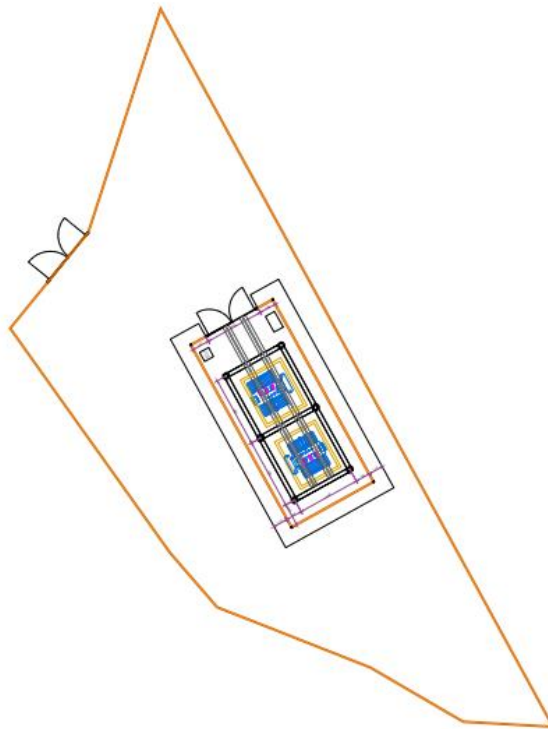
*Figura 15. Plano de la ampliación SE Llano Grande*

*Fuente: Autor*

### **9.1.2. Presupuesto para cerramiento del predio de mayor extensión SE Lebrija**

En la subestación Lebrija se ha venido presentando inconvenientes con las personas que habitan los alrededores pues invaden el predio al ingresar por el cerramiento y lo convierten

en zona de consumo de sustancias psicoactivas. En este orden de ideas, surgió la necesidad de construir un nuevo cerramiento que encierre el predio de mayor de extensión para solucionar debido problema y garantizar la seguridad de los trabajadores ESSA. A continuación, se muestra en la figura 16 el cerramiento que encierra el predio de mayor extensión.



*Figura 16. Plano de la SE Lebrija*

*Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2]*

Para iniciar con las actividades de obra civil se solicitó la elaboración de un presupuesto estimado para el cerramiento de la subestación del predio de mayor extensión. Por lo general, el cerramiento de mayor extensión se construye con postes en concreto con cerca de alambre, pero dada la situación, se construirá en muro bajo de mampostería y malla eslabonada con concertina para garantizar la seguridad.

Adecuación, reestructuración de subestaciones ESSA para expansión y cumplimiento normativo CW 126566						ACTA N°	
						S/E LEBRIJA	
ítem	Descripción	UND	VALOR UNITARIO	CANT TOTAL	VALOR TOTAL	CANT	V/PARCIAL
Adecuación de Cerramientos Subestaciones 2021-						ACTA N° 02	
1	Localización y replanteo	m2	\$ 2.911,00	142,02	\$413.420,22	142,02	\$413.420,22
3	Excavación a Mano	m3	\$ 52.732,00	12,78	\$674.016,52	12,78	\$674.016,52
4	Solado en concreto	m2	\$ 37.524,00	56,81	\$2.131.684,41	56,81	\$2.131.684,41
6	Acero de refuerzo estructural para Concreto	kg	\$ 4.705,00	958,36	\$4.509.085,95	958,36	\$4.509.085,95
34	Obra en concreto 3000 psi, construcción de columnas de 0.25 x 0.25	ml	\$ 137.901,00	42,61	\$5.875.410,01	42,61	\$5.875.410,01
36	Mampostería a la vista en ladrillo estructural, Cerremientos	m2	\$ 59.169,00	85,21	\$5.041.958,53	85,21	\$5.041.958,53
38	Obra en concreto 3000 psi, Vigas en concreto de 0.25 x 0.25	ml	\$ 125.440,00	142,02	\$17.815.164,42	142,02	\$17.815.164,42
77	Limpieza de escombros y residuos (Inc. Retiro)	und	\$ 32.957,00	2,00	\$65.914,00	2,00	\$65.914,00
2v	Suministro e instalación de Concertina de 18" en acero, con cuchilla tipo razor ribbon, guaya galvanizada de alta resistencia tipo invernadero, materiales secundarios, sikadur epoxico, perros metálicos, alambre galvanizado	ml	\$ 28.348,00	147,02	\$4.167.759,81	147,02	\$4.167.759,81
4v	Suministro e instalación de malla eslabonada, (incluye parales de 3,0 m, pintura en aceite, soldadura, el cerramiento se construira en módulos de 2,5*0,50 m enmarcados en	m2	\$ 102.019,00	284,04	\$28.977.476,76	284,04	\$28.977.476,76

Figura 17. Detalle de actividades para construcción cerramiento

Fuente: Autor

El costo total presupuestado para esta actividad es de \$82.909.549,83, incluido el costo de utilidad.

<b>Total Costos</b>		\$69.671.890,62		\$69.671.890,62
<b>Administracion</b>				
<b>U</b>	0,05			\$13.237.659,22
<b>Total</b>		<b>\$69.671.890,62</b>		<b>\$82.909.549,83</b>

Figura 18. Costo estimado para construcción cerramiento

Fuente: Autor

### 9.1.3. Presupuesto para construcción de garita vigilancia para la SE Norte.

Durante la visita de inspección de hallazgos a la subestación Norte, se evidenció la ubicación de la garita de vigilancia actual quedando expuesta totalmente al riesgo eléctrico, dado que, se encuentra dentro de la caseta de control, y para el ingreso y salida debe transitar sobre

tapas de cárcamos. También se debe tener en cuenta, que la distancia mínima de seguridad entre transformador y la caseta de control no cumple, por lo tanto, la garita queda aún más expuesta. A continuación, se muestra en la figura la ubicación actual de la garita de vigilancia.

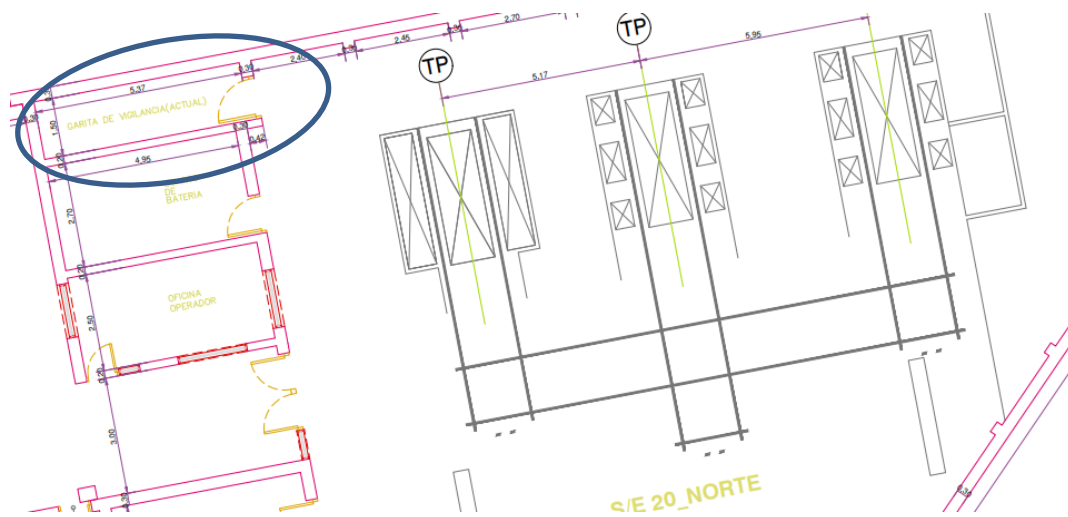


Figura 19. Ubicación actual garita de vigilancia

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2]

Analizada la situación se propuso la construcción de una nueva garita de vigilancia en el costado izquierdo del ingreso a la subestación, como se muestra en la figura 20.

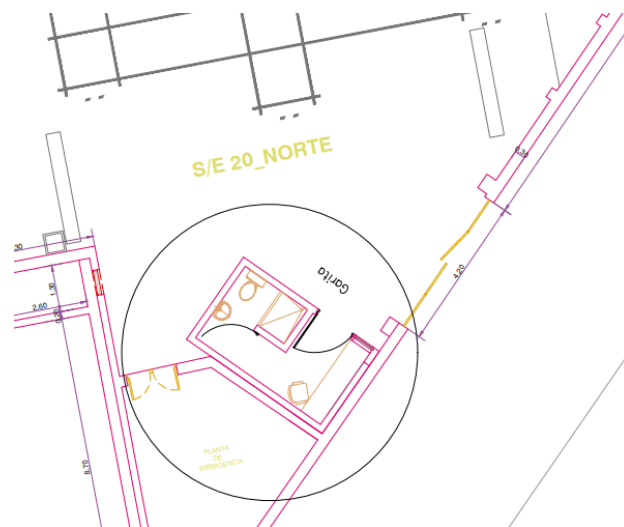


Figura 20. Ubicación para nueva garita de vigilancia

Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2]

Para la aprobación de esta propuesta se solicitó la elaboración de un presupuesto estimado que involucre todas las actividades para llevar a cabo la construcción de la garita. Se calcularon las cantidades a partir de los planos realizando las mediciones necesarias y las especificaciones técnicas. A continuación, se detallan las actividades con sus respectivas cantidades y costos.

Adecuación, reestructuración de subestaciones ESSA para expansión y cumplimiento normativo CW 126566						ACTA N° S/E NORTE	
ítem	Descripción	UND	VALOR UNITARIO	CANTIDAD TOTAL	VALOR TOTAL	CANT	V/PARCIAL
<b>Adecuación de Subestaciones 2021-</b>						<b>ACTA N° 02</b>	
1	Localización y replanteo	m2	\$ 2.911,00	12,72	\$37.028,74	12,72	\$37.028,74
3	Excavación a Mano	m3	\$ 52.732,00	1,33	\$69.978,00	1,33	\$69.978,00
4	Solado en concreto	m2	\$ 37.524,00	5,90	\$221.316,55	5,90	\$221.316,55
6	Acero de refuerzo estructural para Concreto	kg	\$ 4.705,00	627,20	\$2.950.962,23	627,20	\$2.950.962,23
20	Enchape de Piso cerámica 20*20	m2	\$ 47.747,00	9,77	\$466.459,54	9,77	\$466.459,54
28	Guardaescocha en cerámica	ml	\$ 17.811,00	16,54	\$294.526,26	16,54	\$294.526,26
29	Friso liso	m2	\$ 21.741,00	69,04	\$1.500.912,98	69,04	\$1.500.912,98
30	Estuco plástico interiores	m2	\$ 15.523,00	31,67	\$491.606,11	31,67	\$491.606,11
31	Estuco plástico exteriores	m2	\$ 18.811,00	37,37	\$702.901,80	37,37	\$702.901,80
32	Pintura tipo 1	m2	\$ 15.380,00	31,67	\$487.077,37	31,67	\$487.077,37
33	Pintura Exteriores tipo Koraza	m2	\$ 18.676,00	37,37	\$697.857,31	37,37	\$697.857,31
34	Obra en concreto 3000 psi, construccion de columnas de 0.25 x 0.25	ml	\$ 137.901,00	12,50	\$1.723.762,50	12,50	\$1.723.762,50
37	Mampostería en ladrillo h-10	m2	\$ 49.256,00	37,37	\$1.840.525,80	37,37	\$1.840.525,80
38	Obra en concreto 3000 psi, Vigas en concreto de 0.25 x 0.25	ml	\$ 125.440,00	29,49	\$3.699.225,60	29,49	\$3.699.225,60
41	Construccion de estructura metálica de cubierta en tubería metálica de 3 x 1/2".	m2	\$ 97.431,00	12,72	\$1.239.349,70	12,72	\$1.239.349,70
42	Cubierta metálica con terminado en pintura y ondulación trapezoidal	m2	\$ 55.158,00	12,72	\$701.625,26	12,72	\$701.625,26
44	Ventanería metálica ( Incluye vidrio incoloro de 4 mm)	m2	\$ 65.915,00	2,57	\$169.527,45	2,57	\$169.527,45
45	Puerta metálica en lamina cal 16 ( Incluye pintura y accesorios)	m2	\$ 340.560,00	5,50	\$1.873.080,00	5,50	\$1.873.080,00
49	Obra Electrica, Salida de iluminación	Pto	\$ 87.886,00	2,00	\$175.772,00	2,00	\$175.772,00
50	Obra electrica, Tomacorriente doble	Pto	\$ 37.826,00	2,00	\$75.652,00	2,00	\$75.652,00
77	Limpieza de escombros y residuos (Inc. Retiro)	und	\$ 32.957,00	2,00	\$65.914,00	2,00	\$65.914,00

Figura 21. Detalle de actividades para construcción de garita

Fuente: Autor

El costo total de inversión presupuestado para esta actividad es de \$23.187.222,83, incluido el costo de utilidad.

<b>Total Costos</b>		\$19.485.061,20		\$19.485.061,20
<b>Administracion</b>				
<b>U</b>	\$ 0,05			\$3.702.161,63
<b>Total</b>		\$19.485.061,20		\$23.187.222,83

Figura 22. Costo estimado para construcción de garita

Fuente: Autor

#### 9.1.4. Presupuesto para sistema de captación de agua SE Barranca

En la visita a la subestación Barranca se evidenciaron una serie de hallazgos los cuales se deben atender con urgencia ya que la subestación no cuenta con un sistema de canalización de agua, lo cual, afecta al personal que no cuenta con abastecimiento de agua para uso sanitario. Analizada la situación, se propuso la construcción de un sistema de captación de agua por aires acondicionados. Este sistema hace uso del agua generada por la condensación de los aires para uso sanitario y de limpieza.

DIAGRAMA DE SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUAS

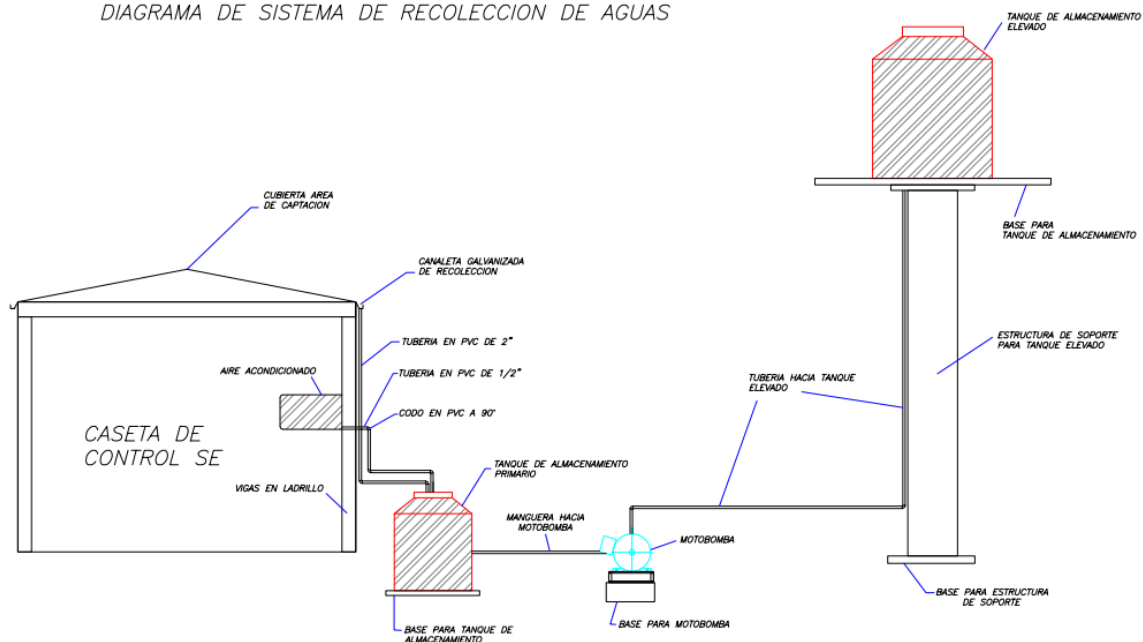


Figura 23. Diagrama de sistema de recolección de aguas

Fuente: Autor

Para dar solución a este hallazgo, se solicitó la elaboración de un presupuesto que involucre todas las actividades necesarias para la captación de agua dentro de la subestación. En la figura 24, se detallan las actividades con su respectiva cantidad y costo.

Adecuación, reestructuración de subestaciones ESSA para expansión y cumplimiento normativo CW 126566						ACTA N° S/E BARRANCA	
ítem	Descripción	UND	VALOR UNITARIO	CANT TOTAL	VALOR TOTAL	CANT	V/PARCIAL
<b>Adecuación de Cerramientos Subestaciones 2021-</b>						<b>ACTA N° 02</b>	
1	Localización y replanteo	m2	\$ 2.911,00	17,50	\$50.942,50	17,50	\$50.942,50
2	Demolición de estructura de concreto reforzado	m3	\$ 76.901,00	1,00	\$76.901,00	1,00	\$76.901,00
3	Excavación a Mano	m3	\$ 52.732,00	2,50	\$131.830,00	2,50	\$131.830,00
6	Acero de refuerzo estructural para Concreto	kg	\$ 4.705,00	33,60	\$158.088,00	33,60	\$158.088,00
10	Relleno a mano con material de excavación	m3	\$ 35.155,00	2,50	\$87.887,50	2,50	\$87.887,50
11	Gravilla en patio	m3	\$ 148.033,00	2,25	\$333.074,25	2,25	\$333.074,25
12	Obra en Concreto 3000 psi	m3	\$ 626.190,00	1,20	\$751.428,00	1,20	\$751.428,00
15	Construcción caja de inspección 0,7x0,7 m ( Inc. Tapa)	und	\$ 393.880,00	2,00	\$787.760,00	2,00	\$787.760,00
16	Construcción de redes sanitaria tubería 6" PVC	ml	\$ 47.239,00	35,00	\$1.653.365,00	35,00	\$1.653.365,00
22	Aplicación Base Granular	m3	\$ 188.407,00	1,00	\$188.407,00	1,00	\$188.407,00
23	Construcción pavimento rígido MR- 42 (inc. Acero de Refuerzo)	m2	\$ 183.463,00	5,00	\$917.315,00	5,00	\$917.315,00
77	Limpieza de escombros y residuos (Inc. Retiro)	und	\$ 32.957,00	2,00	\$65.914,00	2,00	\$65.914,00

Figura 24. Detalle de actividades para sistema captación de agua

Fuente: Autor

El costo total de inversión presupuestado para esta actividad es de \$6.191.465,58, incluido el costo de utilidad.

<b>Total Costos</b>		\$5.202.912,25		\$5.202.912,25
<b>Administracion</b>				
<b>U</b>	\$ 0,05			\$988.553,33
<b>Total</b>		<b>\$5.202.912,25</b>		<b>\$6.191.465,58</b>

Figura 25. Costo estimado para sistema captación de agua

Fuente: Autor

## **9.2.Objetivo 2. Participar en la elaboración de especificaciones y anexos de los soportes contractuales de SSL**

### **9.2.1. Especificación técnica para el funcionamiento y mantenimiento de trampa de grasas**

El área de servicios corporativos ESSA envió a la subgerencia el reporte de las mejoras vencidas y las próximas a vencer correspondientes a los hallazgos de auditoría interna de tipo no conformidad, por lo tanto, se solicitó realizar el plan de mejora correspondiente a el control para las trampas de grasa en las subestaciones ESSA.

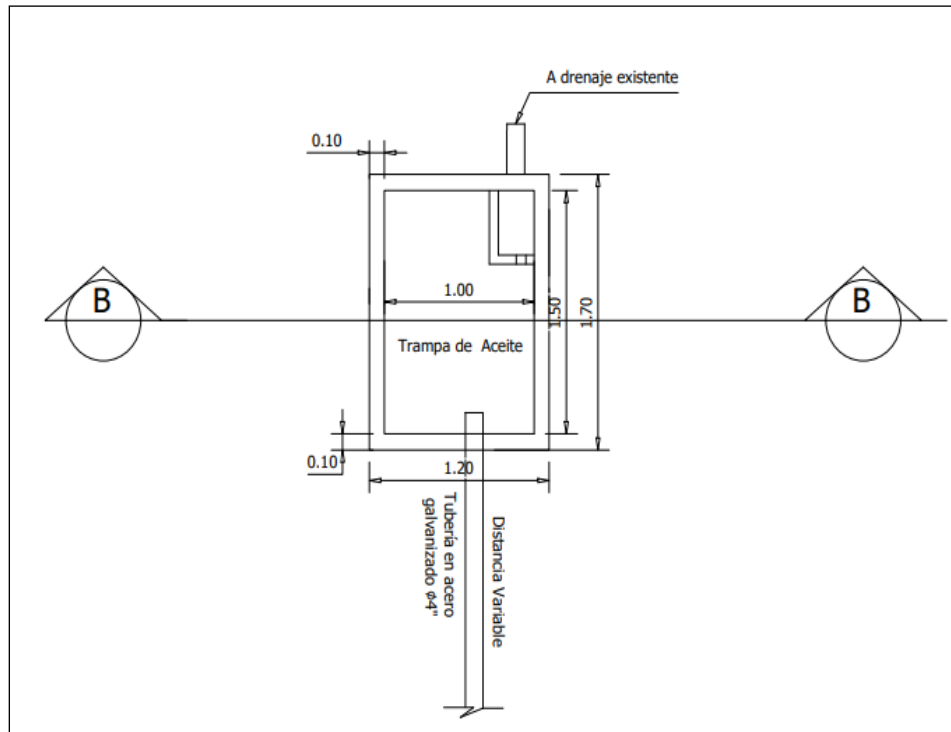
Las trampas de grasa son necesarias para mantener los sistemas de desagüe sin obstrucciones, por ello, son importantes para el buen funcionamiento de los transformadores.

Se elaboró la especificación técnica correspondiente a la descripción, funcionamiento, inspección y mantenimiento de las trampas de grasa de las subestaciones, la cual es una guía para efectuar las labores para su adecuado funcionamiento.

En la descripción del documento, se detalla el diseño del tanque colector de grasa el cual debe ser construido en concreto hidráulico armado con una resistencia de  $f'c=28$  Mpa (4000 psi). Su capacidad deber contener el 120% del volumen total de aceite del transformador de mayor capacidad, teniendo en cuenta, que todo transformador mayor o igual a 112,5 kV debe tener trampa de grasa.

Las trampas de grasas separan el agua de los restos de aceite que expulsa el transformador por medio de compartimientos dentro el foso, evitando así, posibles obstrucciones en el sistema de desagüe. Para que este sistema funcione correctamente, se debe realizar una limpieza regular cada 90 días aproximadamente, la cual debe contar con la mejor tecnología

de limpieza, recolección y transporte de residuos garantizando la calidad, funcionalidad y cumplimiento de la normativa vigente.




*Figura 26. Diseño de trampa de grasa para transformador*

*Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2]*

### **9.2.2. Comités de obra**

El comité de obra está conformado por el administrador del contrato de la ESSA, el ingeniero encargado por parte del contratista y el encargado de SST, el cual se realiza semanalmente dependiendo de la programación establecida en el contrato. Para el contrato de adecuación y reestructuración de subestaciones de ESSA para expansión y cumplimiento normativo [7] CW 126566, lo conforman el ingeniero Iván Almeyda (administrador del contrato), María Fernanda Cala (practicante de ingeniería civil), la ingeniera Alba Ballesteros (residente encargada de las obras por parte del contratista) y Danilo Duarte (tecnólogo SST).

Las reuniones de comité se programaron los viernes de cada semana de 2:00 pm a 4:00 pm, con el fin de realizar el seguimiento del avance de las obras programadas durante la semana, las actividades ejecutadas, las actividades pendientes, las sospechas o casos de COVID-19 y los accidentes laborales. Para cada reunión se debe dejar constancia por medio del acta de comité de obra donde quede evidenciado el tema expuesto con las respectivas firmas de los participantes.

	MACROPROCESO IMPLEMENTACIÓN DEL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL	Versión No.: 08
	PROCESO DISEÑO O AJUSTE DE PROCESOS	Página: 1 de 3
	FORMATO ACTA DE REUNIÓN	Código: FIMDP001

<b>Fecha:</b>	<b>Lugar:</b>
<b>Hora inicial:</b>	<b>Hora final:</b>
<b>Comité o Proceso:</b>	
<b>Líder:</b>	<b>Cargo:</b>
<b>Secretario:</b>	<b>Cargo:</b>

Participantes	
Nombre	Cargo
<b>Integrantes Comité o Grupo</b>	
<b>Invitados</b>	

Objeto de la reunión			
Desarrollo de la reunión			
Conclusiones			
Anexos			
(Anexar presentaciones o demás documentos que respalden los temas tratados)			
Tareas y compromisos			
No.	Tarea / actividad	Responsable	Fecha entrega
1.			
2.			
3.			
4.			

En constancia firman,

(Firma):

(Firma):

(Nombre):


(Nombre):

*Figura 27. Formato acta de reunión*

*Fuente: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2]*

### 9.2.3. Cortes de obra

Los cortes de obra se realizan para llevar seguimiento del avance de actividades ejecutadas con su respectivo costo. Se realiza un recorrido durante el tiempo transcurrido a la realización del acta, dicho seguimiento permite el cumplimiento de plazos de entrega, costos y calidad en la ejecución y finalización de actividades. Se debe revisar a detalle el consolidado en el cual se detallan las cantidades, los costos directos e indirectos para así, llegar a un precio final. Dicho precio final pasa por el visto bueno del administrador del contrato y se escala a los superiores para su aprobación. Una vez aprobada el acta se inicia el proceso de liquidación según los ítems especificados en el documento.

	MACROPROCESO ABASTECIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS	Versión No.: 08
	PROCESO ADMINISTRACIÓN DE CONTRATOS	Página: 1 de 3
	FORMATO ACTA DE EJECUCIÓN MENSUAL, AVANCE, RECIBO PARCIAL	Código: FABAC011

<b>ACTA NÚMERO</b>	:	<b>3</b>
<b>CONTRATO -CW</b>	:	<b>CW 126566</b>
<b>OBJETO</b>	:	<b>ADECUACIÓN Y REESTRUCTURACIÓN DE SUBESTACIONES ESSA PARA EXPANSIÓN Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO.</b>
<b>CONTRATISTA</b>	:	<b>VESGA MORENO S.A.S</b>
<b>VALOR CONTRATO</b>	:	<b>\$ 3.910.574.011,93</b>
<b>PRESUPUESTO EJECUTADO</b>	:	<b>\$ 61.599.979,44</b>
<b>VALOR DEL PAGO</b>	:	<b>OCHENTA Y CUATRO MILLONES CUATROCIENTOS CATORCE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y TRES PESOS CON 15/100 MCTE (\$84.414.483,15)</b>

*Figura 28. Formato acta de corte de obra*

*Fuente: Contrato CW 126566 [7]*

En la figura 28, se muestra el acta No 3 en el cual se observa el número de acta, el nombre y objeto del contrato, el nombre del contratista, el valor del contrato global, el presupuesto ejecutado y valor del pago del acta. El presupuesto ejecutado es la suma de todas las actas que se han liquidado, en este caso, el monto del acta 1 más el acta 2 y el valor del pago es el monto de los costos directos e indirectos según las actividades ejecutadas.

Durante el tiempo de mi práctica empresarial se realizaron dos cortes de obra siendo en total tres (3) actas de corte de obra, es importante tener en cuenta, que cada acta se realiza según el tipo de consolidado, ya sea inversión o costo. Para el primer corte de obra se aprobaron dos actas, la primera con los ítems de inversión y las segunda con los ítems de costos. Para el segundo corte de obra sólo se ejecutaron actividades de inversión para la empresa, por lo tanto, se aprobó un acta de inversión.

ACTIVIDAD	SUBESTACION	MUNICIPIO	VALOR
Localización y replanteo	MINAS	BUCARAMANGA	\$ 20.377,00
Demolición de estructura de concreto reforzado	MINAS	BUCARAMANGA	\$ 163.799,13
Construcción pavimento rígido MR- 42 (inc. Acero de Refuerzo)	MINAS	BUCARAMANGA	\$ 642.120,50
Limpieza de escombros y residuos (Inc. Retiro)	MINAS	BUCARAMANGA	\$ 91.257,93
<b>Sub Total Costos Directos</b>			<b>\$ 917.554,56</b>
<b>Utilidad</b>			<b>\$ 45.877,73</b>

*Figura 29. Actividades Acta No 3*

*Fuente: Contrato CW 126566 [7]*

En la figura 29, se muestra la estructura del costo según las actividades ejecutadas en determinada subestación. El costo que se observa frente a cada actividad, se determinó según las cantidades ya revisadas en el consolidado. Luego, se calculan los costos directos y el costo de la utilidad (5%).

<b>Total Costo Directo - Obra Civil</b>	<b>\$ 72.918.555,38</b>
<b>Administración</b>	<b>\$ 7.850.000,00</b>
<b>Utilidad</b>	<b>\$ 3.645.927,77</b>
<b>VALOR NETO</b>	<b>\$ 84.414.483,15</b>

*Figura 30. Detalle valor neto Acta No 3*

*Fuente: Contrato CW 126566 [7]*

En la figura 30, se observa el valor de los costos directos según las subestaciones intervenidas, su respectiva administración y el porcentaje correspondiente a la utilidad, dando un valor neto de \$84.414.483,15 para el acta No 3.

### **9.3.Objetivo 3. Realizar seguimiento y control de los contratos de obras civiles que ejecuta SSL.**

#### **9.3.1. Supervisión del contrato CW 126566 Adecuación y reestructuración de subestaciones de ESSA para expansión y cumplimiento normativo. [7]**

El contrato CW 126566 inició el día 23 de marzo del 2021 con la empresa contratista VESGA MORENO INGENIEROS S.A.S. Antes de iniciar la ejecución de obras civiles en las subestaciones, se realizaron las visitas correspondientes en las cuales se identificaron distintos hallazgos y se determinaron las actividades a realizar.

Se debe llevar un control del avance del contrato, por lo cual, se realizan cortes de obra en los cuales se registran las actividades ejecutadas de cada subestación, su cantidad de obra y el presupuesto correspondiente. Durante el transcurso de mi tiempo de práctica se ejecutaron obras civiles en las siguientes subestaciones:

S.E PRINCIPAL, S.E CONUCO, S.E SUR, S.E BOSQUE, S.E HAMACAS, S.E COCOS, S.E SAN RAFAEL, S.E FLORIDA, S.E OIBA, S.E SOCORRO, S.E GARCÍA ROVIRA, S.E MINAS, S.E SAN SILVESTRE.

Como requisito para lograr la certificación de calidad se debía cumplir con las no conformidades próximas a vencer las cuales incluían las actividades de selle de ventanas y puertas dentro de la caseta de control y la instalación de bolo y/o triturado dentro de los fosos para transformadores. Por lo tanto, fueron las primeras actividades a ejecutar por el contratista incluyendo algunas construcciones de fosos para transformadores que no cumplieran con las dimensiones adecuadas o no contaban con uno.

En la figura 31, se observa al personal contratista trabajando en la actividad de ampliación del foso para el transformado de la subestación Hamacas, el cual no cumplía con las dimensiones adecuadas.



*Figura 31. Ampliación de foso para transformador SE Hamacas*

*Fuente: Autor*

En la figura 32, se observa la instalación del bolo y/o triturado para el foso del transformador de la subestación Cocos.



*Figura 32. Instalación de bolo SE Cocos*

*Fuente: Autor*

En la figura 33, se observa la actividad de selle de ventanería terminada en la subestacion Florida, quedando pendiente los acabados.



*Figura 33. Selle de ventanas SE Florida*

*Fuente: Autor*

En la figura 34, se observa la actividad de selle de puertas dentro de la caseta de control, quedando pendiente el friso y los acabados correspondientes.



*Figura 34. Selle de puerta SE Conuco*

*Fuente: Autor*

También, se elaboraron y reemplazaron tapas de cárcamos que estaban en mal estado, cajas de inspección para algunos circuitos, construcción de dique de contención para los transformadores auxiliares y de la planta de emergencia, divisiones en drywall para protección de los equipos entre el cuarto de potencia y el cuarto de comunicaciones y control, y algunas adecuaciones al cerramiento en malla eslabonada.

En la figura 35, se observa la actividad finalizada del dique en concreto para la contención de la grasa saliente del transformador de auxiliares en la subestación Florida.



*Figura 35. Construcción dique de contención transformador auxiliar SE Florida*

*Fuente: Autor*

En la figura 36, se observa el refuerzo que se necesita para la construcción de tapas de cajas en concreto de 3000 psi, se observa también la formaleta para iniciar con la actividad de fundida en la subestación Conuco.



*Figura 36. Construcción tapa de caja en concreto SE Conuco*

*Fuente: Autor*

En la figura 37, se observa la adecuación de malla eslabonada en la subestación San Rafael, es importante resaltar, que todas las actividades de adecuaciones de cerramientos generan costos para la empresa.



*Figura 37. Adecuación malla eslabonada SE San Rafael*

*Fuente: Autor*

El área de proyectos de ESSA está realizando un proyecto de ampliación del patio de transformación y líneas, están ejecutando la actividad de excavaciones para la cimentación. Se va a construir una zapata que interfiere con el muro de contención en gaviones que está construido en el sector sur de la subestación que da al río Chimitá, dicho muro requiere de una inspección para analizar si está en buenas condiciones y es seguro para realizar la excavación.

En este orden de ideas, se solicitó visita de inspección por parte de nuestro equipo para el análisis de la situación. Durante la visita se encontró en mal estado el muro en gaviones pues el recubrimiento que tiene se ha venido socavando debido a la erosión causada por la humedad y el contacto con el agua del río, mostrado en la figura 38.



*Figura 38. Gaviones adyacentes a muro de contención*

*Fuente: Contrato CW 126566 [7]*

Para evitar futuros problemas con dicha estructura, se propuso la construcción de hexápodos en concreto reforzado de 3000 psi y el reforzamiento del muro de gaviones con concreto ciclópeo.



*Figura 39. Hexápodos en concreto*

*Fuente: Conacom Ltda [30]*

En la figura 39, se muestra la imagen de los hexápodos. Los hexápodos son estructuras prefabricadas en concreto reforzado, con alta permeabilidad, que reducen las fuerzas de erosión ocasionadas por las ondas del agua que se aproximan a la orilla del río.

#### **9.4.Objetivo 4. Colaborar en la elaboración de informes de administración de contratos y adicionales requeridos en SSL.**

##### **9.4.1. Informe de ensayo a flexión de tapas de cárcamo en concreto**

En la subestación Piedecuesta se realizó una visita de inspección y se encontraron en mal estado una serie de tapas de cárcamos, por lo que se encargó al contratista EICON LTDA del contrato CW 78697 la elaboración de unas nuevas tapas en concreto reforzado para los cárcamos.

Al ser entregadas las tapas en concreto, se solicitó realizar un informe técnico interno del resultado de las pruebas del ensayo a flexión de las tapas de los cárcamos para verificar su resistencia y garantizar su calidad. En la figura 39, se evidencia el mal estado de las tapas.



*Figura 40. Tapa de cárcamo en mal estado*

*Fuente: Autor*

Se realizó el ensayo a flexión en dos de las tapas a reemplazar del cárcamo, para la probeta 1 se encontró un módulo de rotura de 3,12 Mpa y para la probeta 2 un módulo de rotura de 3,10 Mpa, teniendo como referencia el MR teórico de 3 Mpa, por lo tanto, al analizarlo y compararlo con el MR teórico se concluyó que los resultados de las muestras se encuentran en un rango aceptable de calidad del material entregado cumpliendo así con las especificaciones técnicas.

#### **9.4.2. Informe fotográfico de hallazgos en las subestaciones 2021.**

Durante las visitas a las subestaciones se debe registrar por medio de fotos cada hallazgo encontrado para anexarlo a un informe fotográfico en el cual se lleva el control de cada

hallazgo con su solución según la subestación. Dicho informe se crea en una carpeta compartida para que el contratista también tenga acceso y se maneje la misma información para evitar posibles confusiones.

En la figura 41, se muestran algunos hallazgos encontrados en la subestación Palos. Se debe registrar la solución al hallazgo junto con su respectiva foto.

#### SUB ESTACIÓN PALOS

- Sellar ventanas del cuarto de potencia.



- Reemplazar puertas por puertas cortafuegos.



*Figura 41. Informe fotográfico de hallazgos S.E Palos*

*Fuente: Autor*

En la figura 42, se muestran algunos hallazgos encontrados en la subestación Caneyes. Se debe registrar la solución al hallazgo junto con su respectiva foto.

### SUB ESTACIÓN CANEYES

- Ampliación de fosos de los transformadores
- Construcción de muro cortafuegos, para llevarse a cabo se debe eliminar el cárcamo existente y los cables pasantes se acomodarán pegados a un lado del muro.
- Las medidas de seguridad entre transformador y muro no cumplen, por lo tanto, se reforzará el muro lateral de cerramiento para que cumpla.



*Figura 42. Informe fotográfico de hallazgos S.E Caneyes*

*Fuente: Autor*

Así como se observan en las figuras 40 y 41, se consolida el informe según los hallazgos encontrados en cada subestación, obteniendo así, un informe completo de hallazgos para ejecutar dentro del contrato CW 126566.

## **10. Aporte al conocimiento**

Durante el transcurso de la práctica empresarial en Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. [2] se ha adquirido un buen conocimiento gracias a las actividades asignadas y a las visitas a campo de las obras civiles. Ha sido una experiencia muy enriquecedora tanto a nivel profesional como a nivel personal debido a la buena relación que se tuvo con el personal de la empresa, pues todas las personas que conocí aportaron su conocimiento y apoyo en pro de mi aprendizaje.

Se realizó la lectura de documentos de los procesos precontractuales y contractuales los cuales fueron conocimientos nuevos, dado que se enfatiza en la oferta, planeación y administración de contratos de obra pública.

Ha sido un proceso de aprendizaje constante dado que las practicas se desarrollaron en un campo diferente de la ingeniería civil siendo el sector eléctrico, en el cual, se aprendió acerca de los tipos de subestaciones (convencional y simplificada) y elementos que la componen, las diferentes obras civiles que pueden encontrarse dentro de una subestación, el cuidado que debe tenerse dentro de la misma y la relación que existe entre el sector civil y el sector eléctrico.

Debido a la emergencia sanitaria, se realizaron los comités de obra de manera virtual en los cuales se llevaba un seguimiento y control del avance de las obras conforme a la programación de la semana, las actividades pendientes, visitas a subestaciones, imprevistos, sospechas o casos de Covid-19 y accidentes. Se aprendieron aspectos claves para la supervisión y seguimiento de un contrato de obra civil como lo son la seguridad y propiedad en la toma de decisiones, la revisión detallada de cada documento para evitar inconvenientes

futuros y el análisis de diversas alternativas de solución a problemas civiles para elegir la mejor opción.

Durante la práctica se tuvo la oportunidad de realizar la especificación técnica de las trampas de grasas en la cual se aprendió acerca del funcionamiento y mantenimiento para evitar posibles obstrucciones en los drenajes y disminuir el riesgo de incendio o explosiones por el contacto de la grasa contenida en el foso del transformador con el mismo.

Durante las visitas a las subestaciones se realizó la inspección a un hallazgo en la subestación Palenque en la cual se propuso como solución la construcción de hexápodos, siendo una estructura nueva para mí. Se aprendió que los hexápodos son estructuras prefabricadas en concreto que, por su flexibilidad, se acomodan según la intensidad de la corriente del río y protegen la estructura, en este caso, el muro de gaviones adyacente al muro de contención, evitando así, la erosión y posible inestabilidad del terreno.

Aproximadamente, cada mes y medio se realiza un corte de obra en el cual se lleva un seguimiento del avance de las actividades programadas y ejecutadas. Para cada acta de corte de obra, revisé a detalle las memorias de cálculo de cantidades y los costos directos e indirectos para rectificar el presupuesto final. Se aprendió que cada actividad genera un costo o una inversión para la empresa, es decir, las actividades de adecuación de cerramientos generan costos, las demás actividades de adecuación y reestructuración de subestaciones son de inversión.

Se asignó la elaboración de un presupuesto estimado para tres actividades requeridas en las subestaciones, de cada presupuesto debía hallar las cantidades según la actividad. Se reforzaron los conocimientos en el cálculo de cantidades de obra como lo es el acero de

refuerzo, obras en concreto, mampostería estructural, construcción de pavimento rígido, cubierta, cerámica, acabados y demás actividades.

## 11. Conclusiones y Recomendaciones

Se han logrado todos los objetivos propuestos en el plan de trabajo, se han adquirido nuevos conocimientos aplicados en las actividades delegadas por el ingeniero a cargo como el análisis de las cantidades de obra según los planos de las subestaciones y el análisis de presupuestos de las actividades, teniendo en cuenta, los costos de inversión y cerramiento para la elaboración de las actas de corte de obra con su respectivo porcentaje de utilidad y administración. Estas actas son vitales para el control y seguimiento del proceso de liquidación pues son los soportes para realizar correcciones si se presenta algún desfase en el valor total del proyecto.

Toda ejecución de obra civil debe contar con personal (SISO) encargado de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores dentro de las instalaciones de la subestación, la implementación de los EPP y las capacitaciones relacionadas a riesgos eléctricos también es quien realiza los informes de gestión HSEQ.

Un factor importante en la supervisión del contrato es contar con las visitas a obra junto al contratista y el registro fotográfico correspondiente al inicio, durante y al final de la ejecución de las actividades para llevar un control en el avance de obra.

El diseño y adecuación de los planos de las subestaciones ESSA van de la mano con el sector eléctrico pues dependiendo de la distribución de las líneas, los tipos de transformadores y el cableado eléctrico es que se definen las obras civiles.

La programación de obra es un factor clave para el buen control y orden de las actividades a ejecutar, se deben respetar los tiempos e importancia de las mismas para evitar retrasos y perjudicar las fechas de entrega en los hallazgos de auditoría interna y externa ESSA.

La liquidación del acta de corte de obra debe pasar por un proceso de seguimiento y revisión en donde se rectifiquen las memorias de cálculo, las actividades ejecutadas con su respectivo registro fotográfico, los tiempos de ejecución y entrega, los cuidados tenidos al momento de realizar una actividad dentro de la subestación, los costos directos e indirectos y la organización del documento. Es fundamental para la aprobación de cualquier documento realizar el debido control, seguimiento y revisión para evitar posibles mal entendidos.

El administrador de un contrato asume la responsabilidad de hacer cumplir cada ítem del contrato, por lo tanto, se debe asumir una postura de liderazgo, seguridad y toma de decisiones para transmitir la confianza necesaria al contratista, y así, llevar el seguimiento para el buen cumplimiento del contrato. Se debe realizar la supervisión documental y en campo, evidenciar las debilidades y elaborar acciones de mejora en pro del cumplimiento contractual.

## Bibliografía

- [1] minergia, «Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE),» 30 08 2013. [En línea]. Available: <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>.
- [2] E. S. adelante, «Consulta tu factura,» [En línea]. Available: <https://www.essa.com.co/site/mi-factura/consulta-y-descarga-tu-factura>. [Último acceso: 2021].
- [3] OCA, «Conflictos ambientales,» Universidad Nacional de Colombia, [En línea]. Available: [https://conflictos-ambientales.net/oca\\_bd/actors/view/393](https://conflictos-ambientales.net/oca_bd/actors/view/393).
- [4] S. Principal, «ESSA,» [En línea]. Available: <https://www.essa.com.co/site/Portals/0/EasyDNNRotator/1372/images/500-xmkck3iq.jpg>.
- [5] E. g. epm, «Plan Institucional de Archivos,» [En línea]. Available: <https://www.essa.com.co/site/Portals/0/documentos/transparencia-ita/transparencia-essa/gestion-documental/plan-institucional-de-archivos.pdf>.
- [6] E. G. epm, «Electrificadora de Santander S.A.S. E.S.P.,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.essa.com.co/site/>.
- [7] E. d. S. S. E.S.P., Contrato CW 126566, Bucaramanga, 2021.
- [8] D. C. T. Bravo, «Apoyo en el seguimiento y control de obras civiles de los proyectos requeridos en la subgerencia de subestaciones y líneas de la ESSA,» Bucaramanga, 2019.
- [9] M. A. G. Gómez, «Apoyo en la adecuación y reestructuración de subestaciones ESSA para expansión y cumplimiento normativo,» Bucaramanga, 2018.
- [10] J. F. V. Durán, «Apoyo en la elaboración de los documentos necesarios para la formulación de proyectos desde el centro de excelencia técnica de la electrificadora de Santander S.A. E.S.P.,» Bucaramanga, 2019.
- [11] J. R. Ordoñez, «Biblioteca UDES Repositorio Digital,» 9 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/4561>.
- [12] PADID, «Programa de Apoyo a la Docencia, Investigación y Difusión de las Artes,» 08 2014. [En línea]. Available: <https://www.cenart.gob.mx/wp-content/uploads/2014/08/Gu%C3%ADa-PADID-2014.docx.pdf>.
- [13] Pmayobre, «Diseño de un Proyecto,» [En línea]. Available: [http://pmayobre.webs.uvigo.es/master/textos/maria\\_mendez/disen%C3%B0o\\_proyectos\\_social\\_es.pdf](http://pmayobre.webs.uvigo.es/master/textos/maria_mendez/disen%C3%B0o_proyectos_social_es.pdf).
- [14] Chile.cubica, «Presupuesto de construcción,» <https://www.chilecubica.com/estudio-costos/presupuesto/>, abril 05/ 2017.
- [15] V. Y. L. Castañeda, «Formulación de especificaciones técnicas para proyectos de edificación en la ciudad de Piura,» Piura, 2011.
- [16] «Gerencie,» 17 09 2020. [En línea]. Available: <https://www.gerencie.com/contrato-de-obra-civil.html>.

- [17] «XM sumando energías,» [En línea]. Available: <https://www.xm.com.co/Paginas/Transmision/redes-sistema-interconectado-nacional.aspx>.
- [18] M. V. S.A, SUBESTACIONES DE ALTA Y EXTRA ALTA TENSIÓN, Bogotá: Impresiones Gráficas Ltda., 2003.
- [19] ESSA, «Glosario,» [En línea]. Available: <https://www.essa.com.co/site/glosario#L-55>.
- [20] ENDESA, «Subestaciones eléctricas,» [En línea]. Available: <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-subestaciones-electricas>.
- [21] ENDESA, «Cómo se genera la energía eléctrica,» [En línea]. Available: <https://www.endesa.com/es/conoce-la-energia/energia-y-mas/como-se-genera-electricidad>.
- [22] Américafotovoltaica, «La Guía Solar,» [En línea]. Available: <http://www.laguiasolar.com/que-es-el-sistema-interconectado-nacional/>.
- [23] EnergiaToday, «Las Partes de una Subestación Eléctrica,» [En línea]. Available: <https://energiatoday.com/electrica/subestaciones/partes/>.
- [24] S. AG, «Interruptores de potencia de alta tensión,» Alemania , 2013.
- [25] M. J. R, Diseño de subestaciones eléctricas, México D.F: McGRAW-HILL , 1992.
- [26] S. electricidad, «Patio de llaves,» [En línea]. Available: <http://www.sectorelectricidad.com/wp-content/uploads/2014/11/patio-de-llaves.png>.
- [27] N. I. 14001, «Norma técnica colombiana ISO 14001,» 2015. [En línea]. Available: [https://informacion.unad.edu.co/images/control\\_interno/NTC\\_ISO\\_14001\\_2015.pdf](https://informacion.unad.edu.co/images/control_interno/NTC_ISO_14001_2015.pdf).
- [28] N. I. 9001, «Norma técnica colombiana ISO 9001,» 2015. [En línea]. Available: [https://manipulaciondealimentos.files.wordpress.com/2010/11/ntc-iso\\_9001-2008.pdf](https://manipulaciondealimentos.files.wordpress.com/2010/11/ntc-iso_9001-2008.pdf).
- [29] NSR-10, «Reglamento colombiano de contrucción sismo resistente,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>.
- [30] C. Ltda, «Conacom,» [En línea]. Available: <https://conacom.com.co/wp-content/uploads/2015/10/d-300x225.jpg>.
- [31] XM, «Sistema de transmisión nacional,» [En línea]. Available: <https://www.xm.com.co/Paginas/Transmision/sistema-de-transmision-nacional.aspx>. [Último acceso: 2021].
- [32] XM, «Sistema de transmisión regional,» [En línea]. Available: <https://www.xm.com.co/Paginas/Transmision/sistema-de-transmision-regional.aspx>.
- [33] E. G. Epm, «Funciones estructura administrativa ESSA,» 15 09 2020. [En línea]. Available: <https://www.essa.com.co/site/Portals/0/documentos/transparencia-ita/transparencia-essa/descripcion-estructura-organizacional.pdf?ver=2020-09-15-103706-917>.
- [34] essa, «Estructura organizacional,» [En línea]. Available: <https://www.essa.com.co/site/portals/0/Images/quienes-somos/estructura-organizacional.jpg>.

