UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"
FACULTAD TECNOLÓGICA – INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO FINAL

Diseño e implementación de manual de procesos, lista de chequeo y capacitación en sistemas de puesta a tierra y apantallamiento para la empresa Eliseo Urrego e Hijos S.A.S.

MODALIDAD:
PASANTÍA

Estudiantes:
William Josimar Sinisterra González
Gustavo Andrés García Ñungo

Docente:
Ing. Marcela Martínez Camargo

Tutor Empresa:
Ing. Zulemmy Urrego Avila.
Profesional De Ingeniería en Electricidad.

Bogotá D.C., septiembre 2018

TABLA DE CONTENIDO

1. TITULO Y AUTORES. 5

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO 6

2.1. Objetivo General 6

2.2. Objetivos Específicos 6

3. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS. 7

3.1. Diagnóstico de proyectos con sistemas de puesta a tierra y apantallamiento mal diseñados. 7

3.2. Caracterización de procesos inadecuados. 7

3.3. Normatividad empleada para la elaboración del manual de procedimiento. 7

3.4. Diseño del Manual para la instalación del sistema de puesta a tierra y apantallamiento. 8

3.5. Implementación del manual a cada uno de los proyectos de la compañía. 8

3.6. Diseño Formato de verificación y chequeo. 8

3.7. Implementación del formato de verificación y chequeo en obra. 8

3.8. Capacitación personal de la compañía Eliseo Urrego e Hijos S.A.S. 8

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS, PRODUCTOS, ALCANCES E IMPACTOS DEL PROYECTO 9

4.1. Determinación de fallas en sistemas de puesta a tierra y apantallamiento 9

4.1.1. Levantamiento de información 9

4.1.2. Diagnóstico de proyectos con deficiencia en los diseños al momento de su ejecución. 10

4.1.3. Caracterización de procesos inadecuados. 15

4.2. Manual sobre normatividad en ejecución de sistemas de puesta a tierra y apantallamiento 16

4.2.1. Factores que influyeron para la realización del manual 16

4.2.2. Normatividad incluida al manual 16

4.2.3. Diseño manual de procedimiento. 16

4.3. Verificación de la correcta ejecución de proyectos 18

4.3.1. Formato inspecciones y verificaciones en sitio para sistema de puesta a tierra y apantallamiento 18

4.4. Capacitaciones 19

4.4.1. Jornadas de capacitación. 19
4.4.2. Contenido de la capacitación, personal técnico. 19
4.4.3. Contenido de la capacitación, personal técnico. 20
5. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS 23
5.1. Diagnóstico de proyectos con sistemas de puesta a tierra y apantallamiento mal diseñados. 23
5.2. Manual para la construcción de sistema de puesta a tierra y apantallamiento 23
5.3. Formato de chequeo y verificación 23
5.4. Capacitaciones 23
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 23
BIBLIOGRAFIA 25

RESUMEN

Eliseo Urrego e Hijos SAS es una empresa dedicada a la construcción y mantenimiento de instalaciones eléctricas residenciales e industriales especialmente en la ciudad de Bogotá desde hace más de 20 años. Está constituida por los departamentos de licitaciones, recursos humanos, seguridad y salud en el trabajo, administrativos e ingeniería, esta última cuenta con tres ingenieros eléctricos, dos ingenieros civiles y un arquitecto.

En los proyectos que ha trabajado la empresa, se ha identificado la falencia en cuanto a los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento, debido a que el personal que realiza las tareas de ejecución y construcción de las instalaciones eléctricas no tienen conocimiento en su totalidad de las normas tanto nacionales e internacionales que aplican a los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento. Algunos diseños ejecutados y en construcción no cumplen a cabalidad con las normas vigentes en lo que refiere a puestas a tierra y apantallamiento, situación que puede acarrear problemas a la empresa.

Con el desarrollo de la pasantía se obtuvo como resultado el diseño y la implementación de dos documentos: el "*Manual de procedimientos para la construcción de un sistema de puesta a tierra y apantallamiento"* y el *"Formato inspección y verificación en sitio para sistema de puesta a tierra y apantallamiento"*.

Los resultados se obtuvieron a partir de un diagnóstico de las instalaciones de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento en los proyectos ejecutados y en ejecución de la compañía Eliseo Urrego e hijos S.A.S., esta pasantía resuelve un problema recurrente en los diseños de puesta a tierra de los proyectos elaborados por la empresa, dado que disminuye los errores y rechazos por parte de los clientes, a la vez ofrece al trabajador de la compañía herramientas técnicas de investigación y capacitación para el cumplimiento de la normatividad vigente en Colombia para un correcto procedimiento en la instalación de sistemas de puesta a tierra y apantallamiento.

1. TITULO Y AUTORES.

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO				
Título del proyecto	Diseño e implementación de manual de procesos, lista de chequeo y capacitación en sistemas de puesta a tierra y apantallamiento para la empresa Eliseo Urrego e Hijos S.A.S.			
Nombres de los proponentes	William Josimar Sinisterra González		Gustavo Andrés García Ñungo	
Correo electrónico	Wisingo18@hotmail.com		tavo27garcia@gmail.com	
Numero de contacto fijo o celular	3042453173		3178951902	
Código Estudiantil	20141372211		20141372109	
Entidad beneficiaria	Eliseo Urrego E Hijos S.A.S.			
Entidad ejecutora	Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”			
Otras instituciones participantes				
Duración del proyecto (meses)	4 meses			
Lugar de ejecución del proyecto	Ciudad	Bogotá D.C.	Departamento	Cundinamarca
Título al que aspira	Ingeniero Eléctrico			

Director de la Propuesta (Docente UD)	**Marcela Martínez Camargo**	
Modalidad	**Pasantía**	X
	Monografía	
	Investigación Innovación	
	Proyecto de emprendimiento	
	Producción Académica	

En caso de pasantías: Profesional responsable de la entidad donde se realizará la pasantía	**Zuleimmy Urrego Avila**	**Cargo**
		Ingeniera Eléctrico

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1. Objetivo General

Establecer un manual de procedimientos, lista de chequeo y capacitaciones para la correcta ejecución en la instalación de sistemas de puesta a tierra y apantallamiento para los proyectos de la empresa Eliseo e Hijos S.A.S.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento de información respecto a los proyectos culminados y en ejecución para determinar fallas en el sistema de puesta a tierra y apantallamiento.
- Implementar un manual en el área de ingeniería que describa parámetros de ejecución en la instalación de sistemas de Puesta a tierra y apantallamiento para dar cumplimiento a la norma IEEE-80- 2000, la sección 250 del Código Eléctrico Colombiano y el Reglamento Interno de Instalaciones Eléctricas (RETIE).
- Implementar un formato técnico de chequeo para la verificación de los trabajos ejecutados en los diferentes proyectos de la empresa.
- Realizar capacitaciones para el área de ingeniería y personal operativo de la empresa referente a la norma IEEE-80- 2000, la sección 250 del Código Eléctrico Colombiano y el Reglamento Interno de Instalaciones Eléctricas.

3. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS.

A continuación, se realizará la descripción de los resultados obtenidos con base en la elaboración del manual de procedimiento, lista de chequeo y capacitaciones para la instalación de sistemas de puesta a tierra y apantallamiento para la compañía Eliseo Urrego e hijos S.A.S.

3.1. Diagnóstico de proyectos con sistemas de puesta a tierra y apantallamiento mal diseñados.

Levantamiento de información

Con ayuda del departamento de ingeniería de la compañía, se obtuvo una tabla descriptiva en la cual se describen las características principales de cada uno de los proyectos, se registra información de avance de obra y planos de los diseños de apantallamiento y sistema de puesta a tierra de los proyectos culminados y en ejecución, lo anterior con el fin de realizar el diagnóstico de proyectos con error en la implementación de los diseños al momento de la construcción.

Diagnóstico de proyectos con deficiencia en los diseños al momento de su ejecución.

Se obtuvo como resultado, informes que describen cada una de las observaciones de no conformidad que ha realizado la dirección de obra a la compañía en cuanto a la construcción de los sistemas de apantallamiento y puesta a tierra y que han generado demora en el desarrollo de las obras. De igual forma se obtuvo registro fotográfico en la visita de las obras y fue de ayuda para observar las falencias en los diseños suministrados por la compañía por medio de la comparación diseño versus construcción final.

3.2. Caracterización de procesos inadecuados.

Para el diseño del manual de procedimiento se debe contar con aquellas actividades, procedimientos y procesos que conllevaban a realizar una construcción de sistema de puesta a tierra y apantallamiento con deficiencias. Para ello, por medio del diagnóstico de proyectos y los comentarios de los trabajadores técnicos de la compañía acerca de conocimientos de estos sistemas, se lograron identificar los principales procesos inadecuados al momento de la instalación de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento como, por ejemplo: falta de conocimiento de la norma, mal uso de la herramienta, deficiencia en la calidad de los procesos, etc., y que serán analizados detalladamente en el capítulo 4.

3.3. Normatividad empleada para la elaboración del manual de procedimiento.

Según la información descrita en el numeral 3.2., sobre las deficiencias al momento de la construcción de sistemas de puesta a tierra y apantallamiento y teniendo en cuenta que la misión de la compañía Eliseo Urrego e Hijos S.A.S., es la construcción de los sistemas ya diseñados por terceros, logramos obtener las fuentes de información que conformarían el manual de procedimiento para dar solución a los inconvenientes, siendo el RETIE *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas*, la principal fuente de información para la elaboración del manual, también se tuvo en cuenta la norma internacional IEEE 80-2000 detallada por el documento *SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA: Diseñado con IEE80 y evaluado con MEF* junto con la norma NTC 4552 de 1999, con estas dos últimas normas se

complementó el manual dado que allí se describen detalladamente algunos aspectos que se abordan que tan solo se enuncian en el RETIE.

3.4. Diseño del Manual para la instalación del sistema de puesta a tierra y apantallamiento.

En colaboración con el departamento de calidad de la compañía, se obtuvo la aprobación del formato y la información contenida en él, el cual está estructurado con imágenes, cuadros y procedimientos. Con este diseño garantizamos que el personal de la compañía tenga un documento que sirva de guía para dar solución a dudas técnicas al momento de la instalación de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento.

3.5. Implementación del manual a cada uno de los proyectos de la compañía.

Para cada uno de los proyectos en ejecución, logramos incluir el manual de procedimiento en la cartelera de documentos en las obras, allí se exponen detalladamente planos, procedimientos de seguridad y el manual de procedimiento, de tal manera que el personal de la compañía tenía acceso a la información de manera oportuna.

3.6. Diseño Formato de verificación y chequeo.

Generamos un formato con la aprobación del departamento de calidad de la compañía en el cual consigna datos determinantes al momento de la construcción del sistema de puesta a tierra y apantallamiento para implementarlo en cada una de las obras.

El formato inspección y verificación en sitio para sistema de puesta a tierra y apantallamiento, es un documento en el cual se consignan datos como: tipo de conductor, calibre de conductor, número de puntas Franklin, etc., que son relevantes para la entrega final del proyecto, este formato contó con la aprobación de gerencia para dar paso a la implementación.

3.7. Implementación del formato de verificación y chequeo en obra.

Con la inclusión del formato inspección y verificación en sitio para sistema de puesta a tierra y apantallamiento, en cada uno de los proyectos en ejecución de la compañía, se logro obtener un documento de garantía de trabajos realizados, puesto que, con éste, el trabajador de la compañía puede realizar recorrido de obra junto con personal de interventoría del proyecto verificando cada uno de los puntos que contiene y dejar consignado el cumplimiento o no de las inspecciones. Finalmente, se logró que este tipo de verificación quede registrada para mejorar los procesos de calidad de la compañía.

3.8. Capacitación personal de la compañía Eliseo Urrego e Hijos S.A.S.

Jornadas de capacitación en obra

La compañía estipula un horario único de trabajo para los empleados técnicos en obra de lunes a viernes de 7 am a 5 pm y los días sábado de 7:00 am a 12 m, garantizando que cada empleado cumpla con sus 48 horas de trabajo semanal y obtenga su día de descanso.

Según avance de obra, número de empleados, permisos por parte del constructor y nivel de criticidad en cada una de las obras, junto con el departamento de recursos humanos, se establecio un cronograma que describe el proyecto, lugar, fecha y hora donde se realizará la respectiva capacitación del manual de procedimiento y lista de chequeo y verificación,

teniendo en cuenta que tendrá duración de dos horas en la culminación de la jornada laboral de los días sábado para evitar atraso en el avance de obra.

Capacitación personal técnico y administrativo de la compañía.

Después de cumplir con el cronograma de capacitación, se obtuvo como resultado para el personal técnico de la compañía, la reducción de causas por las cuales son rechazados los trabajos de sistemas de puesta a tierra y apantallamiento, lo anterior gracias a que el personal ahora cuenta con la información técnica necesaria, la documentada para realizar la instalación de estos sistemas de manera correcta, evitando atrasos en los avances de obra por falta de conocimiento.

La capacitación del personal administrativo fue la última en ejecutarse, dado que fue necesario primero evidenciar las mejoras en el proceso de construcción de la puesta a tierra por la inclusión del manual y el formato.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS, PRODUCTOS, ALCANCES E IMPACTOS DEL PROYECTO

Los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento son instalaciones con la función de proteger la vida humana, animal y garantizar la protección de los equipos al que hacen parte de la estructura que protegen dichos sistemas.

El objetivo principal de la pasantía es el diseño e implementación de un "*Manual de procedimientos para la construcción de un sistema de puesta a tierra y apantallamiento"* y un *"Formato inspección y verificación en sitio para sistema de puesta a tierra y apantallamiento"* para garantizar que los sistemas de sistema de puesta a tierra y apantallamiento cumpla con los estándares mínimos implementados por la normatividad local. En el presente capítulo se analizará cada uno de los resultados obtenidos e impactos alcanzados durante la implementación de dicho manual y formato.

4.1.Determinación de fallas en sistemas de puesta a tierra y apantallamiento

4.1.1. Levantamiento de información

En la tabla 1, se describe la información suministrada por el departamento de ingeniería donde se evidencia: el nombre información general del proyecto, avance de obra y junto con esta, la información suministrada por la Empresa para empezar el estudio de fallas en la instalación de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento. Cabe anotar que la información de los distintos proyectos proporcionada no es la misma, ya que, varía según la constructora que desarrolla el proyecto. A continuación de muestran las características de la información suministrada:

~ Plano serie 3: Documento aprobado por el operador de red donde para nuestro caso, describe las características del sistema de puesta a tierra y apantallamiento como ubicación de la malla, ubicación de electrodos, etc.

~ Plano unifilar SIPRA y SPT: Diagrama que describe únicamente la ubicación de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento en un plano arquitectónico

~ Plano superficies: Diagrama arquitectónico, donde ilustra por niveles de la estructura las instalaciones eléctricas que hagan parte de este.

ITEM	PROYECTO	CONSTRUCTORA	PORCENTAJE CULMINADO DEL PROYECTO	PORCENTAJE SPT Y SIPRA	INFORMACION SUMINISTRADA
1	AKROS	CONINSA RAMON H	85%	100%	PLANO SERIE 3, PLANO SUPERFICIES.
2	FONTANA	AR CONSTRUCCIONES	70%	40%	PLANOS UNIFILARES SIPRA Y SPT
3	BELLAVISTA	AR CONSTRUCCIONES	90%	100%	PLANOS UNIFILARES SIPRA Y SPT
4	PALCO	SUPERFICIES COLOMBIA	90%	95%	PLANO SERIE 3, PLANO SUPERFICIES.
5	MENHIR	SUPERFICIES COLOMBIA	80%	100%	PLANO SERIE 3, PLANO SUPERFICIES.
6	MIRAMONT	CONINSA RAMON H	73%	90%	PLANO SERIE 3, PLANO SUPERFICIES.
7	RESERVA 67	CONINSA RAMON H	65%	100%	PLANO SERIE 3, PLANO SUPERFICIES.
8	SQUARE 85	ICONO URBANO S.A.	95%	100%	PLANO SERIE 3, PLANO SUPERFICIES.

Tabla 1. Características, avance de obra e información suministrada de cada proyecto
Fuente: Autor

4.1.2. Diagnóstico de proyectos con deficiencia en los diseños al momento de su ejecución.

Mediante el análisis de los planos suministrados, se realizó visita a la obra a los proyectos mencionados en la Tabla 1., con el fin de realizar una comparación donde se indicarán las falencias que tuvo el diseño respecto a la instalación final.

A continuación, analizaremos por medio de informes, los proyectos donde se identifican las falencias en los diseños proporcionados por la compañía y que, aun así, sirvieron de guía para la construcción de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento:

Proyecto Akros

Mediante el análisis de los planos y visita de obra se encontraron los siguientes hallazgos.

El sistema de apantallamiento no cumple en su totalidad lo sugerido por RETIE porque el sistema de ventilación mecánica sobrepasa la protección diseñada de las puntas captadoras. En la imagen 1., se observa en los círculos rojos que las puntas captadoras inicialmente tenían una altura de 70 cm, al realizar la visita de obra, ver imagen 2, se identificó que las puntas captadoras fueron reemplazadas por otras de 1,5 m para garantizar que el sistema de ventilación mecánico quedara debajo del límite de protección de estas puntas. En conversación con la dirección de obra del proyecto este error generó dos semanas de atraso en el reemplazo del sistema.

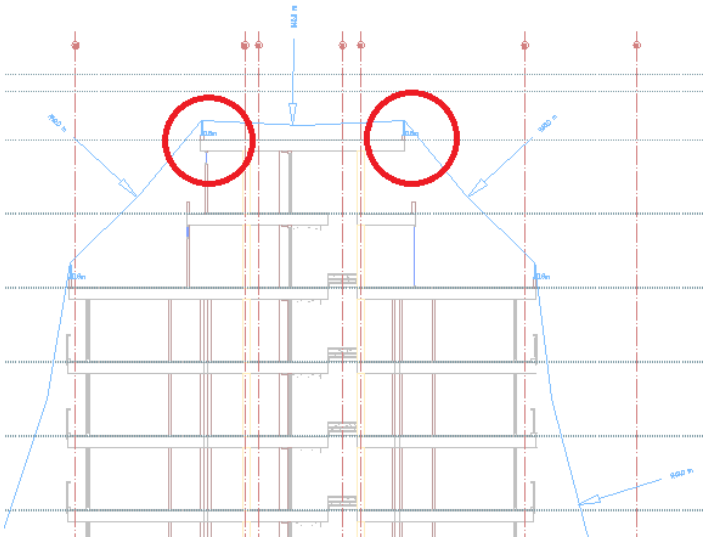

Imagen 1. Diagrama de superficie, vista lateral, En círculo rojo detalle puntas captadoras. *Fuente: Planos constructor*

Imagen 2. Visita de obra, Reemplazo de punta Franklin. *Fuente: autor*

Proyecto Fontana

Mediante el análisis de los planos y visita de obra encontramos los siguientes hallazgos.

Se hallaron irregularidades en el anillo inferior que pone sólidamente a tierra el sistema de apantallamiento.

~ Como lo ilustra la imagen 3., no está cumpliendo la norma ya que el anillo presenta alto riesgo para la vida de los seres vivos al estar expuesta en la cubierta de la edificación. Incumple (RETIE Art.15.a).

Imagen 3. Proyecto Fontana, Cable bajante sistema de apantallamiento expuesta a contacto directo.

~ En la imagen 4., el material recomendado por diseño para realizar el trabajo fue aluminio, para enterramiento no es el material adecuado, puesto que se debe garantizar la vida útil de los materiales con los que se va construir la malla (RETIE Art.15.3.2).)

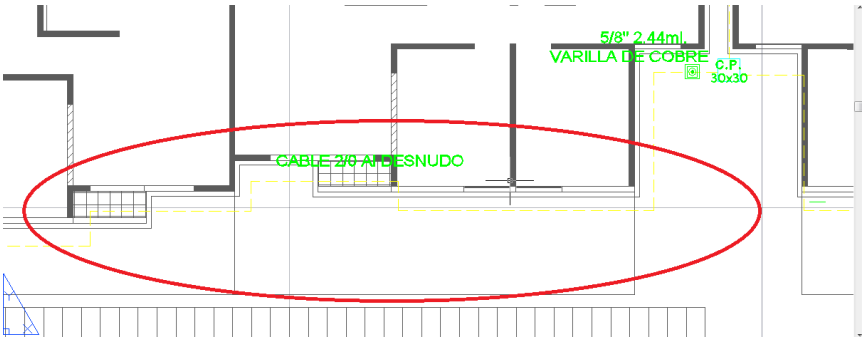

Imagen 4. Proyecto Fontana, en el círculo rojo, indicación tipo de Material a utilizar.
Fuente: Planos constructor

La acción para solucionar este problema era enterrar la malla del apantallamiento y cambiar el conductor por cobre para garantizar la instalación.

Proyecto Menhir

En este proyecto no se encontró sistema de apantallamiento diseñado. Según el diseñador no es necesario porque el proyecto no lo requiere. En este caso se habló con la dirección del proyecto, puesto que, el proyecto como lo ilustra la Imagen 5., se encuentra ubicado en chapinero alto y es una zona que registra descargas atmosféricas continuamente. Por la altura del edificio es necesario el sistema y para evitar responsabilidades se solicitó que sea entregado el análisis de nivel de riesgo con el que fue diseñado el sistema de apantallamiento y una carta por escrito donde el diseñador autorice la no instalación del sistema. Sin embargo, como lo evidencia la Imagen 6., se dejaron tres bajantes de tal manera que cuando se reconsidere el diseño puedan ser utilizadas.

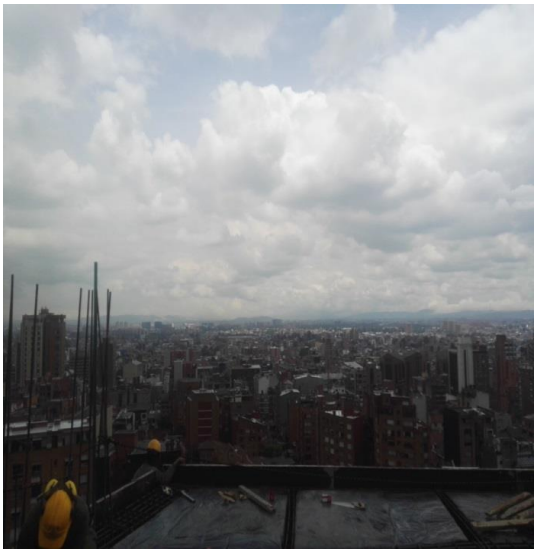

Imagen 5. Proyecto Menhir, a falta de 3 pisos el edificio más alto del sector.
Fuente: autor

Imagen 6. Proyecto Menhir, Instalación de bajantes para apantallamiento
Fuente: autor

Proyecto Miramont Park

Mediante el análisis de los planos y visita de obra encontraron los siguientes hallazgos.

El sistema de apantallamiento tenía deficiencia en diseño y construcción:

~ En los techos de los balcones del piso superior como lo muestra la imagen 7 y 8., no tenían puntas franklin diseñadas, por lo cual el sistema estaba fallando debido a que la estructura estaba expuesta a impactos directos de descargas atmosféricas.

~ La imagen 9., muestra que la estructura de ventilación mecánica estaba superando la protección diseñada debido a que tenemos puntas franklin de 60 cm y la estructura es de más de 1 m., (RETIE Art.16.2 y Art. 16.3).

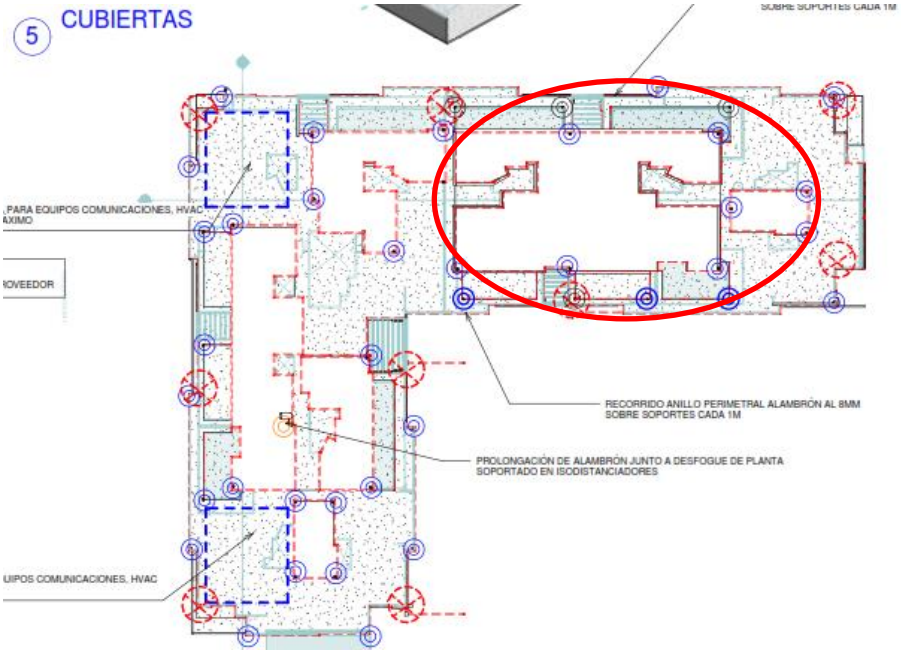

Imagen 7. Proyecto Miramont Park, vista superior, Diseño sin puntas Franklin en terraza.
Fuente: Planos constructor

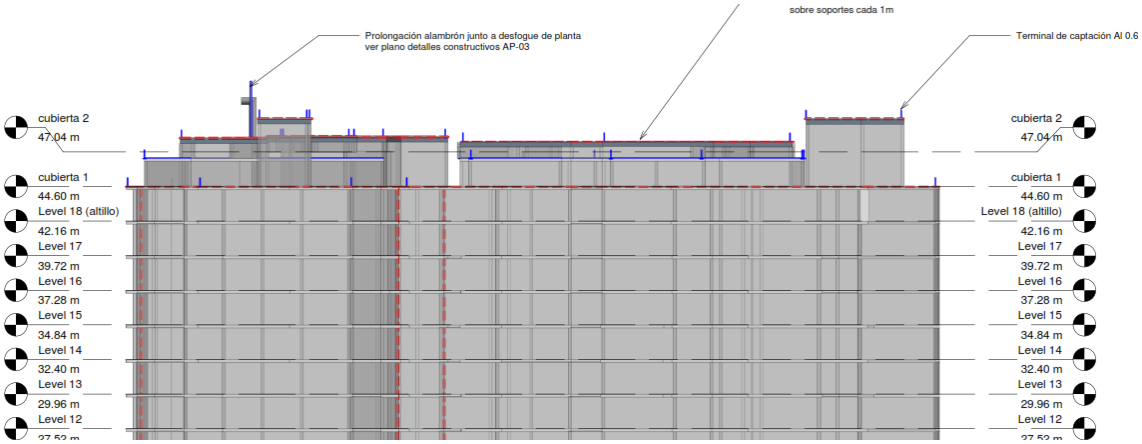

Imagen 8. Proyecto Miramont Park, vista lateral, en rojo, Diseño sin puntas Franklin en terraza.
Fuente: Planos constructor

Imagen 9. Proyecto Miramont park, Estructura de ventilación sobrepasando puntas Franklin del anillo de apantallamiento.
Fuente: autor

En conversación con la dirección de obra, se indicó la opción de rediseñar el apantallamiento, primero colocando puntas franklin de 60 cm en los lugares donde no se tenían contempladas por diseño, para que la esfera rodante en estas zonas no tocara la estructura. Segundo, para las estructuras salientes de ventilación, es necesario instalar puntas franklin de 2 m para garantizar una protección total de la edificación.

4.1.3. Caracterización de procesos inadecuados.

Gracias al diagnóstico del capítulo anterior, y apoyados de los comentarios de la dirección de obra de la constructora y de los técnicos de la compañía, en la gráfica 1, se determinaron las principales causas que generan los rechazos en la instalación de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento de las obras en ejecución. Observando que la falta de capacitación y conocimiento de la norma son los principales causantes en la demora de avance de obra y rechazos por parte de un ente interventor.

Es por ello, que es necesario la implementación del manual de procedimiento y del formato de chequeo y verificación para garantizar la disminución de estas causas.

Gráfico 1. Causas que generan rechazo en las obras en ejecución.
Fuente: autor.

4.2. Manual sobre normatividad en ejecución de sistemas de puesta a tierra y apantallamiento

4.2.1. Factores que influyeron para la realización del manual

De acuerdo a las principales causas que conllevan a una mala instalación de los sistemas en estudio, se realizó un manual que cuenta con las siguientes características:

~ Contar con un manual de apoyo para ser consultado y aprobado por el departamento de calidad de la compañía para que sea incluido al sistema de gestión de calidad.

~ Que sea práctico e ilustrativo para el personal técnico de la compañía.

4.2.2. Normatividad incluida al manual

Para la información técnica que hizo parte del manual de procedimiento, se tomó como base documentos aprobados por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia y que actúan como reglamento para la instalación de estos sistemas.

~ "SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA: Diseñado con IEEE-80 y evaluado con MEF". Documento realizado por la universidad Nacional de Colombia, sede Manizales y nos aportó la normatividad en cuanto a la IEEE-80-2000 que se basa en el Diseño e instalación de un sistema de puesta a tierra y apantallamiento.

~ RETIE, Ministerio de Minas y Energía. En cuanto a la instalación del sistema de puesta a tierra y apantallamiento, este es un reglamento que debe cumplirse para cualquier instalación eléctrica diseñada y construida en Colombia.

~ NTC 4552 de 1999, Normatividad para el diseño e instalación de sistemas de apantallamiento.

4.2.3. Diseño manual de procedimiento.

Para dar solución a los factores del numeral 4.1.3., el manual se dividió en 4 capítulos principales como se explica a continuación, el manual completo se encuentra en el ANEXO 1.

4.2.3.1. Antes de la ejecución

El personal técnico de la compañía debe entender que antes de realizar una actividad en la cual contemple riesgo eléctrico, tiene la obligación de informarse cuales son los permisos que debe diligenciar en la zona de trabajo, para que la coordinación de obra del proyecto este enterado del tipo de trabajo y lugar donde se encontrará el trabajador.

Después de diligenciar los permisos correspondientes de trabajo, el manual indica al trabajador que debe realizar la lectura de planos, para que así, el trabajador se contextualice de los trabajos que debe realizar, material que debe solicitar al almacén y la herramienta adecuada para realizar la actividad.

Como el manual hará parte del sistema de gestión de calidad, también se indica en este documento los elementos de protección personal que debe tener el trabajador para realizar su trabajo, conllevando esto a disminuir incidentes y accidentes de trabajo por el no uso de los elementos de protección personal.

4.2.3.2.Sistema de puesta a tierra

A pesar de que la gran mayoría de los trabajadores de la compañía son personal calificado para realizar actividades en construcción de proyectos eléctricos, desconocían que es un sistema de puesta a tierra y apantallamiento, para que sirve y como es la correcta instalación de cada uno de sus componentes.

Este capítulo contiene información de temas en los que el personal técnico tenía falencias al momento de la construcción del sistema de puesta a tierra y apantallamiento pero que fueron solucionados al incluir ilustraciones y notas en el manual.

~ Tipo de conexión

~ Calibre mínimo de la malla de puesta a tierra

~ Material certificado

~ Instalación del electrodo (varilla copperweld)

~ Medición de puesta a tierra

4.2.3.3.Sistema de apantallamiento

Fue de gran ayuda el contenido de este capítulo para el personal técnico porque le informamos la importancia de los sistemas de apantallamiento en las edificaciones que se encuentran construyendo. Primero, le dimos a entender cómo funcionaba unos de los modelos de diseño para la elaboración de sistemas de apantallamiento como lo es el de esfera rodante y el porqué de la ubicación de las puntas tipo Franklin. Segundo, el personal técnico entendió la importancia de este tipo de instalaciones, que tipo de material utilizar y como se debe realizar la construcción según la norma vigente.

4.2.3.4. Anexo Soldadura exotérmica

Este fue uno de los temas más solicitados del personal técnico, puesto que, desconocían como se debe realizar un correcto procedimiento para la instalación de soldadura exotérmica. En el documento se indica por medio de imágenes el paso a paso de la implementación de este tipo de soldadura, así como el tipo de material aplicado y el cuidado de los equipos.

4.3. Verificación de la correcta ejecución de proyectos

Para garantizar que los trabajos en los proyectos estén cumpliendo los diseños y la normatividad vigente, se realizó un documento de verificación para que el encargado de cada obra lo diligencia en el proceso de la construcción de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento.

4.3.1. Formato inspecciones y verificaciones en sitio para sistema de puesta a tierra y apantallamiento

Este documento fue creado para permitir que el encargado de obra haga una inspección a cada uno de los componentes que hacen parte de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento de los proyectos de la compañía.

Con ayuda de la dirección de obra del proyecto Square 85, decidimos incluir en el formato tres subtemas siendo estos los más relevantes. Por ejemplo, en el primer subtema decidimos incluir inspección visual de componentes como el número de electrodos, cajas de inspección etc., con el fin, de comparar cantidades con los planos. Para el segundo subtema decidimos incluir una inspección mecánica como verificar puntos de soldadura y evitar errores como el que se evidencia en la imagen 10.

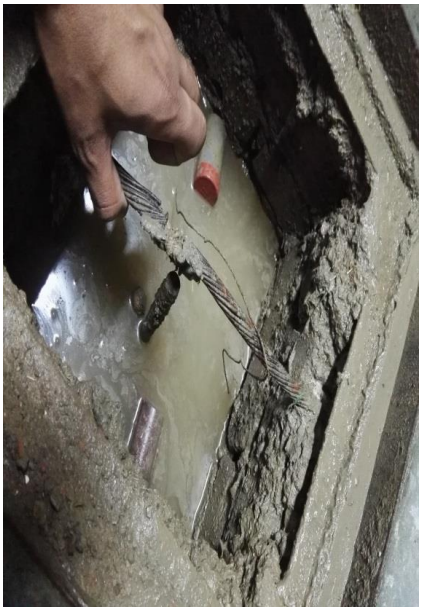

Imagen 10. Cable desconectado del electrodo.
Fuente: autor.

Para el tercer subtema decidimos incluir inspección eléctrica, en el cual se basa en la medición de puesta a tierra, con el fin de garantizar la medida y para que el personal de la obra que recibe el trabajo confirme parámetros como el equipo con el que fue realizado la medición, fecha de calibración y tensión de experimentación.

El formato tuvo la aprobación del departamento de calidad de la compañía y es un documento garante para la entrega final al constructor de la obra.

4.4. Capacitaciones

4.4.1. Jornadas de capacitación.

Se cumplió con el programa de capacitaciones entregado por la compañía, cumpliendo con las expectativas del personal con los temas de exposición.

Las capacitaciones se realizaron los días sábado como lo evidencia la Tabla 2., con una duración de 2 horas dentro del horario de trabajo iniciando a las 10 am en cada uno de los campamentos de la compañía en cada una de las obras.

CRONOGRAMA CAPACITACIONES PARA LA INSTALACION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO		
CAPACITADORES: GUSTAVO GARCIA WILLIAM SINISTERRA		HORA: 10-12 m
No	PROYECTOS	FECHAS
1	AKROS	30 DE SEPTIEMBRE DEL2017
2	MENHIR	
3	RESERVA 67	07 DE OCTUBRE DEL 2017
4	TORRES DE BELLAVISTA	
5	SQUARE 85	14 DE OCTUBRE DEL 2017
6	PALCO	
7	CASTAÑO	21 DE OCTUBRE DEL 2017
8	OLMO	
9	OFICINA EU	26 DE OCTUBRE DEL 2017
10	FONTANA	28 DE OCTUBRE DEL 2017
11	MIRAMONT	04 DE NOVIEMBRE DEL 2017

Tabla 2. Cronograma de capacitaciones suministrado por la compañía
Fuente: Recursos humanos de la compañía.

4.4.2. Contenido de la capacitación, personal técnico.

Los temas de la exposición fueron los siguientes:

~ Presentación por parte de los expositores

~ Explicación fundamentos para la instalación de puesta a tierra

~ Explicación fundamentos para la instalación del sistema de apantallamiento

- ~ Divulgación manual de procedimiento para la instalación del sistema de puesta a tierra y apantallamiento
- ~ Divulgación lista de chequeo, explicación como diligenciarlo.
- ~ Solución a preguntas generadas por los técnicos de la compañía.

Imagen 11. Capacitación al personal técnico Proyecto Reserva 67.
Fuente: autor

Para generar un soporte de la realización de las capacitaciones como lo ilustra la imagen 11, en cada una de las obras se llenó un control de asistencia (ver ANEXO 3), que fue entregado a la compañía y anexado a la carpeta de capacitaciones del departamento de gestión de calidad.

4.4.3. Contenido de la capacitación, personal técnico.

La capacitación realizada en la oficina principal de la compañía el día 26 de octubre de 2017, se basó en los resultados obtenidos en cada una de las capacitaciones al personal técnicos de las obras en ejecución. A parte de los temas registrados en el numeral anterior, registramos el correcto uso de los formatos, como el registrado en el proyecto Square 85 en la imagen 13.

Imagen 12. Capacitación personal administrativo de la compañía.
Fuente: autor.

ELISEO URREGO E HIJOS SAS Ingeniería & Técnica Eléctrica	INSPECCIONES Y VERIFICACIONES EN SITIO PARA SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO	Versión	0
		Vigencia	
		Pagina	1 de 1

INFORMACIÓN GENERAL

CLIENTE	Icono Urbano S.A	NORMATIVIDAD	RETIE
PROYECTO	SQUARE 85	FECHA	14-OCT-2017

INSPECCIÓN VISUAL

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIÓN
No. ELECTRODOS	8	UND	*Cantidad de electrodos incluidas las bajantes del apantallamiento*
CONDUCTOR	2/0	AWG	*Calibre del conductor de la malla a tierra*
BAJANTES	4	UND	*Numero de bajantes del sistema de apantallamiento*
CAJAS DE INSPECCIÓN	6	UND	*Cajas con tapa de 30x30 cm*
PUNTA CAPTADORA	17-60cm 7-3m	UND	*Numero de puntas captadoras, incluye anillo intermedio*
ALAMBRÓN	8	mm^2	*Calibre del alambrón del sistema de apantallamiento*

INSPECCIÓN MECANICA

Marque con una (x) C: cumple, NC: No cumple, NA: No aplica

	C	NC	NA	NO CUMPLE, ¿POR QUÉ?
ELECTRODO INSTALADO CORRECTAMENTE EN LA CAJA DE INSPECCIÓN (conector, tapa, etc.)	X			
LAS PUNTAS FINALES ESTAN CONECTADAS ADECUADAMENTE (en armarios, planta, etc.)	X			
PUNTOS DE SOLDADURA GARANTIZAN CONTINUIDAD DEL CONDUCTOR	X			
PUNTAS CAPTADORAS GARANTIZAN ESFERA RODANTE DEL APANTALLAMIENTO	X			

INSPECCIÓN ELECTRICA

	C	NC	No	MEDICIÓN [Ohmios]
MEDICION DE PUESTA A TIERRA < 10 OHM	X		1	2,56 Ω
	X		2	1,38 Ω
			3	

EQUIPO	Megger	SERIE	UTS 11
MARCA	UNI-T	FECHA CALIBRACIÓN	11-Marzo-2017

OBSERVACIONES GENERALES

Se realiza la verificacion con personal de la constructora Icono Urbano

	NOMBRE	CARGO	FIRMA
EJECUTÓ	Wilson Hernandez	Encargado	
APROBÓ	William Sinisterra	Ingeniero Residente	
CONSTATÓ	Luis Ramirez	Director de Obra	

Eliseo Urrego e Hijos S.A.S.	Tel: 8415578	AUTOPISTA MEDELLIN KM 3.5 TERMINAL, COTA, CUND.

Imagen 13. Formato de verificación diligenciado para el proyecto Square 85.

5. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

5.1. Diagnóstico de proyectos con sistemas de puesta a tierra y apantallamiento mal diseñados.

Se evaluó la totalidad de la información suministrada por la compañía, incluso se realizaron visita de obra para corroborarla. Con base en este análisis de la información se realizaron informes donde se evidenciaron los errores en diseño y construcción de cada uno de los proyectos, de igual forma, gracias a estos informes y con comentarios del personal técnico se registraron las principales causas de rechazo en la instalación de sistemas de puesta a tierra y apantallamiento.

5.2.Manual para la construcción de sistema de puesta a tierra y apantallamiento

Se cumplió con el diseño, elaboración e implementación del manual para la compañía, garantizando la inclusión de los temas en los que el personal por desconocerlos incurría en fallas. Se fomentó la investigación de los trabajadores gracias al diseño y contenido del manual para solucionar dudas.

5.3.Formato de chequeo y verificación

Se desarrolló la lista de chequeo y verificación y se incluyó al sistema de calidad de la compañía, logrando implementarlo a cada uno de los proyectos en ejecución.

5.4. Capacitaciones

Se cumplió con más del 90% del personal capacitado de la compañía y con la totalidad de los temas a exponer, garantizando el cumplimiento del programa de capacitaciones, respetando las fechas y horarios suministrados por Eliseo Urrego e Hijos S.A.S.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para realizar el objetivo No. 1 referente al levantamiento de información de proyectos realizados por la compañía Eliseo Urrego e Hijos S.A.S. fue necesario cumplir anticipadamente el objetivo No. 2, puesto que, necesitábamos tener conocimiento de las normas antes de evaluar cualquier proyecto.

Fue necesario realizar visitas anticipadas a las obras en ejecución para tener un diagnóstico de los comentarios de los técnicos acerca de las falencias que tenían en la construcción de un sistema de puesta a tierra y apantallamiento, con esto lograr enfocarnos en la realización del manual.

Fue gratificante haber trabajado en conjunto con la empresa Eliseo Urrego E Hijos S.A.S., ya que se pudieron identificar y capacitar sobre las falencias que se tenían en la ejecución de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento, explicando a las personas que están directamente involucradas para realizar trabajos eficientes técnicamente y economizando a la compañía materiales bajo las normas exigidas en el territorio colombiano.

Al realizar la revisión de planos eléctricos suministrados por parte de la empresa se identificó y realizaron las observaciones adecuadas a cada una de las constructoras

involucras, dejando sistemas cumpliendo con todos los parámetros técnicos exigidos por los entes certificadores y poder evitar problemas futuros.

Dejar manuales y lista de chequeo creados los cuales ayudan con el desarrollo y ejecución de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento, los cuales pueden ser consultados por cualquier persona perteneciente a la Empresa Eliseo Urrego E Hijos SAS, lo cual mitiga que se vuelvan a cometer algunos erros que se tenían por mitos y referirse a él para un apoyo en la ejecución y alimentarse de las normas técnicas.

El estructurar este documento perteneciendo a la Universidad Distrital Francisco José De Caldas, es una ayuda a los estudiantes que vienen en proceso educativo lo cual podrían consultarlo para apoyo o ayudas en sus niveles académicos.

Con este documento dejamos la expectativa a mejoras que se puedan dar para reforzar el presente trabajo de grado, ya que, cada día se está trabajando en la innovación de las redes eléctricas para el beneficio, optimización y mitigación de accidentes.

BIBLIOGRAFIA

"SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA: Diseñado con IEEE-80 y evaluado con MEF", http://bdigital.unal.edu.co/4770/3/eduardoantoniocanoplata.2010.pdf

RETIE, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA DE COLOMBIA

Manual uso de soldadura exotérmica, APLIWELD

https://at3w.com/upload/ficheros/manual_apliweld_interactivo.pdf

Normas técnicas sobre protección contra rayos y sus aplicaciones, Bdigital

http://www.bdigital.unal.edu.co/43069/24/9587012135_Parte%204.pdf