



**REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA I.E. INEM CUSTODIO
GARCÍA ROVIRA DE BUCARAMANGA**

PRESENTADO POR:

JULIAN ALEJANDRO MENESES CONTRERAS

JULIAN CAMILO PACHECO PLAZAS

SANTIAGO ANDRÉS PITA LAVERDE

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES**

BUCARAMANGA

2023

**REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA I.E.
INEM CUSTODIO GARCÍA ROVIRA DE BUCARAMANGA**

Presentado por:

JULIAN ALEJANDRO MENESES CONTRERAS

JULIAN CAMILO PACHECO PLAZAS

SANTIAGO ANDRÉS PITA LAVERDE

Práctica empresarial para optar al título de Ingeniero Eléctrico

Director:

ING. OSCAR ARNULFO QUIROGA QUIROGA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2023

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darnos la sabiduría y el conocimiento para cumplir esta meta en nuestra vida.

A nuestros padres y hermanos, por brindarnos siempre su apoyo a lo largo de este proceso y ser nuestra mayor motivación, alentándonos a seguir adelante en los momentos de dificultad y celebrando nuestras victorias.

Al Ing. German Montero Parra, quien fue la persona que nos dio su voto de confianza para llevar a cabo la realización del proyecto con el que culminamos esta etapa de formación y nos brindó todo su apoyo y orientación en la realización del mismo.

Al Ing. Oscar Arnulfo Quiroga, nuestro director de trabajo de grado, por su acompañamiento y apoyo, quien con sus consejos y recomendaciones nos orientó de la mejor manera posible.

A los ing. Mayra Salcedo y Nicolás Cobos, quienes siempre estuvieron en la disposición de apoyarnos en la realización de este proyecto.

A cada uno de los docentes que nos brindaron sus conocimientos a lo largo de toda la carrera.

A nuestros amigos y compañeros de la universidad, con quienes crecimos personal y académicamente, quienes siempre estuvieron dispuestos a ayudarnos cuando fuese necesario.

A la Universidad Industrial de Santander, por permitir la culminación de esta meta como parte de esta importante institución.

Julián Camilo, Julián Alejandro y Santiago Andrés.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
INTRODUCCIÓN	7
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
1.1. USUARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS POTENCIALES	10
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.3. JUSTIFICACIÓN	11
1.4. IMPACTO ESPERADO	12
1.5. REFERENTE NORMATIVO REGLAMENTARIO	12
1.6. AREAS DE INTERVENCIÓN	14
1.6.1. Tipo de servicio	14
1.6.2. Áreas de intervención	15
1.7. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	18
2. TAREAS PRELIMINARES AL DISEÑO	19
2.1. VISITA DE INSPECCIÓN Y RECONOCIMIENTO	19
2.2. DEFINICIÓN DEL ALCANCE	20
2.3. CRITERIOS DE DISEÑO	23
2.4. FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO	24
2.5. REVISIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL DISEÑO	24
2.5.1. Arquitectura y estructural	24
2.5.2. Comunicaciones	25
2.5.3. Aires acondicionados	25
2.5.4. Fotovoltaico	26

2.5.5. detección contra incendios	27
2.5.6. mecánico e hidrosanitario	27
3. DISEÑO DE ILUMINACIÓN	28
3.1. SELECCIÓN DE LUMINARIAS	28
3.2. CÁLCULO DE LUMINANCIA, UNIFORMIDAD Y FACTOR DE MANTENIMIENTO	32
3.3. PLANOS DE ILUMINACIÓN	33
4. DISEÑO ELÉCTRICO	38
4.1. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS	38
4.1.1. Edificio portería y cafetería principal	39
4.1.2. Edificio coliseo, cafetería auxiliar, emisora y bodega	41
4.1.3. Edificio administración	43
4.1.4. Edificio laboratorios, arte y música	47
4.1.5. Edificio talleres y promoción social, subestación y portería auxiliar	49
4.1.6. Edificio aulas, baterías de baños y cuarto de basuras	52
4.1.7. Edificio auditorio	55
4.1.8. Urbanismo	57
4.2. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO	61
4.2.1. Selección de DPS	61
4.3. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS	62
4.4. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS	67
4.5. DISEÑO DE LA SUBESTACION	67
4.5.1. Selección del transformador	67

4.5.1.1. Transformador de 800 kVA	68
4.5.1.2. Transformador de 500 kVA	68
4.5.2. Selección de otros equipos de la subestación	69
4.5.3. Selección del conductor para la acometida de M. T.	71
4.5.4. Selección de la planta de emergencia	71
4.6. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA	72
4.6.1. Corrientes de cortocircuito	73
4.7. CÁLCULO DE CANALIZACIONES	74
4.7.1. Edificio portería y cafetería principal	74
4.7.2. Edificio coliseo, cafetería auxiliar, emisora y bodega	75
4.7.3. Edificio administración	76
4.7.4. Edificio laboratorios, arte y música	79
4.7.5. Edificio talleres y promoción social, subestación y portería auxiliar	80
4.7.6. Edificio aulas, baterías de baños y cuarto de basuras	82
4.7.7. Edificio auditorio	85
4.7.8. Urbanismo	86
4.7.9. Disposición de ductos de las acometidas	87
4.8. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA	89
4.9. CÁLCULO DE REGULACIÓN	90
4.10. DIAGRAMAS UNIFILARES	91
4.11. ANÁLISIS Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES	92
4.12. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	93
4.13. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS	93
4.14. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS MECÁNICAS	93
5. PRESUPUESTO Y CONSULTORIAS ADICIONALES	94
5.1. COTIZACIONES, APUS Y PRESUPUESTO	94
5.2. SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD ESSA	99

5.3.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN	99
6.	CONCLUSIONES	100
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
	ANEXOS	103

○ **LISTA DE TABLAS**

	Pág.
Tabla 1. Orden de aplicación del referente reglamentario	13
Tabla 2. Áreas para intervenir	15
Tabla 3. Resumen general del proyecto	18
Tabla 4. Dossier de ingeniería	21
Tabla 5. Ficha técnica del proyecto	24
Tabla 6. Listado de luminarias	29
Tabla 7. Cantidad de luminarias	30
Tabla 8. Tableros y salidas, edificio Cafetería y portería principal	40
Tabla 9. Alimentadores, edificio Cafetería y portería principal	41
Tabla 10. Tableros y salidas, edificio coliseo, Cafetería auxiliar, emisora y bodega	42
Tabla 11. Alimentadores, edificio coliseo, Cafetería auxiliar, emisora y bodega	43
Tabla 12. Tableros y salidas, edificio administración	44
Tabla 13. Alimentadores, edificio administración	45
Tabla 14. Tableros y salidas, edificio laboratorios, arte y música	48
Tabla 15. Alimentadores, edificio laboratorios, arte y música	48
Tabla 16. Tableros y salidas, edificio talleres y promoción social	50
Tabla 17. Alimentadores, edificio talleres y promoción social	51

Tabla 18. Tableros y salidas, edificio aulas, baterías de baños y cuartos de basuras	53
Tabla 19. Alimentadores, edificio aulas, baterías de baños y cuartos de basuras	54
Tabla 20. Tableros y salidas, edificio auditorio	56
Tabla 21. Alimentadores, edificio auditorio	57
Tabla 22. Tableros y salidas, edificio urbanismo	58
Tabla 23. Alimentadores, edificio urbanismo	58
Tabla 24. Selección de DPS	62
Tabla 25. Radio de la esfera rodante para SPCR	63
Tabla 26. Parámetros para el diseño del SPCR de todos los edificios	66
Tabla 27. Parámetros del Trafo 1 seleccionado	68
Tabla 28. Parámetros del Trafo 2 seleccionado	69
Tabla 29. Corrientes de corto circuito	73
Tabla 30. Ductos y canalizaciones, edificio Cafetería y portería principal	74
Tabla 31. Ductos y canalizaciones, edificio coliseo, Cafetería auxiliar, emisora y bodega	75
Tabla 32. Ductos y canalizaciones, edificio administración	76
Tabla 33. Ductos y canalizaciones, edificio laboratorios, arte y música	79
Tabla 34. Ductos y canalizaciones, edificio talleres y promoción social	81
Tabla 35. Ductos y canalizaciones, edificio aulas, baterías de baños y cuartos de basuras	83
Tabla 36. Ductos y canalizaciones, edificio auditorio	85
Tabla 37. Ductos y canalizaciones, edificio urbanismo	86

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

Tabla 38. Perdidas de energía	90
Tabla 39. Regulación de tensión de los tableros generales	91
Tabla 40. Costos por capitulo	97
Tabla 41: Costos por edificio	97

○ **LISTA DE FIGURAS**

	Pág.
Figura 1. Tablero ubicado en el colegio	20
Figura 2. Algunas áreas de la I. E.	20
Figura 3. Algunas áreas de la I. E.	20
Figura 4. Resultados luminotécnicos salón 1 – edificio aulas	33
Figura 5. Plano de iluminación aulas – piso 1	37
Figura 6. Diseño de circuitos de tomas, aulas piso 1	60
Figura 7. Método de la esfera rodante	64
Figura 8. Zona protegida mediante el método de la esfera rodante	64
Figura 9. SPCR auditorio – vista frontal	66
Figura 10. Selectividad de interruptores	92

RESUMEN

TITULO: REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA I.E. INEM CUSTODIO GARCÍA ROVIRA DE BUCARAMANGA*

AUTORES: Julián Alejandro Meneses Contreras, Julián Camilo Pacheco Plazas, Santiago Andrés Pita Laverde**

PALABRAS CLAVE: Instalaciones eléctricas, inventario, estudio, rediseño, análisis, presupuesto.

DESCRIPCIÓN: Dada la necesidad de cumplir con la normativa vigente en Colombia y para garantizar la seguridad de estudiantes, administrativos, y demás personas que acceden a las instalaciones de la I. E. INEM CUSTODIO GARCIA ROVIRA DE BUCARAMANGA, se plantea realizar el rediseño de las instalaciones eléctricas de la institución. Aplicando conceptos fundamentales de la ingeniería, se busca optimizar y mejorar el servicio que prestan las instalaciones eléctricas existentes en la institución.

Mediante un estudio riguroso, el proyecto se centró en 2 ejes fundamentales:

1. Garantizar que el nuevo sistema eléctrico sea fiable, eficiente y seguro, donde prime el cuidado por la vida de los usuarios y el cumplimiento por la normativa vigente.
2. Proporcionar a la comunidad educativa un sistema que satisfaga sus necesidades y sirva como herramienta para la implementación de todas las especialidades con las que cuenta la institución.

A partir de las necesidades básicas de la institución educativa, se realiza un diseño preliminar de las instalaciones eléctricas. Además de los diseños de planos y memorias de cálculo para las instalaciones eléctricas, se realizó la estimación presupuestal para la implementación de la nueva red, a partir de cotizaciones proporcionadas por compañías que pueden suplir todos los requerimientos, teniendo como base las cantidades de obra obtenidas a partir de estos diseños.

*Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Ingeniería Eléctrica. Director: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga. PhD. En Ingeniería.

ABSTRACT

TITLE: REDESIGN OF THE ELECTRICAL INSTALLATIONS OF THE I.E. INEM CUSTODIO GARCÍA ROVIRA DE BUCARAMANGA*

AUTHORS: Julián Alejandro Meneses Contreras, Julián Camilo Pacheco Plazas, Santiago Andrés Pita Laverde**

KEY WORDS: Electrical installations, inventory, study, redesign, analysis, budget.

DESCRIPTION: Given the need to comply with current regulations in Colombia and to guarantee the safety of students, administrators, and other people who access the facilities of the I. E. INEM CUSTODIO GARCIA ROVIRA DE BUCARAMANGA, it is proposed to carry out the redesign of the electrical installations of the institution. Applying fundamental concepts of engineering, it seeks to optimize and improve the service provided by the existing electrical installations in the institution.

Through a rigorous study, the project focused on 2 fundamental axes:

1. Ensure that the new electrical system is reliable, efficient, and safe, where care for the lives of users and compliance with current regulations prevail.
2. Provide the educational community with a system that meets their needs and serves as a tool for the implementation of all the specialties that the institution has.

From the basic needs of the educational institution, a preliminary design of the electrical installations is carried out. In addition to the designs of plans and calculation reports for the electrical installations, the budget estimate for the implementation of the new network was made, based on quotes provided by companies that can meet all the requirements, based on the quantities of work obtained from these designs.

*Degree work

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering. Electrical Engineering. Director: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga. PhD. In Engineering.

INTRODUCCIÓN

La Institución Educativa INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga cuenta con una trayectoria de más de 50 años al servicio de la ciudadanía. Debido a esto, es notorio el mal estado de su infraestructura, lo que significa un riesgo para la comunidad educativa.

El sistema eléctrico existente en esta institución ha sido sometido a modificaciones a lo largo de estos años, siendo adaptado a las necesidades de estudiantes y administrativos. Dichos cambios, y el deterioro por los años de uso se han convertido en un peligro para los usuarios, quienes día a día se ven expuestos a posibles accidentes.

Con el fin de salvaguardar la vida e integridad de la comunidad, se propuso desde la administración de la ciudad de Bucaramanga, realizar la modernización de esta Institución educativa, incluyendo el rediseño y repotenciación de las instalaciones eléctricas existentes.

Este rediseño se realiza como práctica empresarial en modalidad de trabajo de grado, establecida mediante convenio de cooperación interinstitucional (No. 153 del 21 de septiembre del 2020) entre la Alcaldía de Bucaramanga y la Universidad Industrial de Santander, acta No.01 de 2022.

En primera instancia, se realiza el empalme con las demás especialidades involucradas en el proyecto general del que hace parte nuestro diseño (arquitectura, estructural, voz y datos, mecánica, etc.), quienes proporcionan los

planos con las renovaciones planteadas para la institución y las especificaciones de los equipos a utilizar dentro de su proceso de modernización.

Esta institución cuenta con 7 edificaciones principales: Cafetería, coliseo, administración, laboratorios, talleres, aulas y auditorio, además de edificios auxiliares para porterías, estación de radio, baterías de baños, subestación y urbanismo.

Aplicando la reglamentación vigente en Colombia (Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y reglamento técnico de iluminaciones y alumbrado público RETILAP) y acompañado de un criterio basado en la práctica, se realizaron diseños de:

1. Iluminación
2. Tomacorrientes
3. Redes de energía regulada
4. Diseño para sistema de aires acondicionados
5. Sistema de protección contra rayos

Teniendo en cuenta las necesidades de la institución identificadas mediante visitas técnicas, y las sugerencias realizadas por la comunidad educativa, para cada edificación, se buscó que el diseño cumpliera con todos los requerimientos establecidos en la normativa y garantizara un servicio de calidad, además que se acatará los estándares que se deben tener en cuenta dentro del buen diseño de una instalación eléctrica, tales como regulación de tensión, cargabilidad y balance entre fases.

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

Finalmente se entregan las respectivas recomendaciones, planos de rediseño para todas las instalaciones eléctricas y presupuesto de inversión, llegando así a un cumplimiento de lo establecido en el proyecto que busca beneficiar a la comunidad estudiantil actual y futura garantizando las óptimas condiciones de la institución.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente capítulo presenta una síntesis sobre la elección del proyecto de grado.

1.1 USUARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS POTENCIALES

El presente proyecto tiene como potenciales beneficiarios a la comunidad educativa de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga, quienes permanecen en constante uso de este espacio, lo que permitirá mejorar sus condiciones priorizando confiabilidad, seguridad y eficiencia.

Mediante la realización de visitas técnicas se logró determinar las necesidades que se debían implementar con respecto a las instalaciones eléctricas que existen actualmente en la I. E., lo que permitió que el diseño realizado sea consistente en cuanto a sus características.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga es una institución de enseñanza ubicada en el barrio Provenza de Bucaramanga, caracterizada por ser una de las más grandes de la zona metropolitana. Cuenta con un área de 6 hectáreas cuadradas en las que se encuentran: 7 edificios (Cafetería, Auditorio, Coliseo, Administración, Laboratorios, talleres y aulas) y zona urbanística (Comprende las zonas deportivas, zonas de estudio al aire libre y zonas verdes).

Esta institución atiende 6.500 estudiantes y todo el personal administrativo requerido para su funcionamiento.

Debido a la antigüedad de las instalaciones existentes, la I. E. INEM se ve en la necesidad de remodelar su infraestructura, siendo necesario ajustar la instalación eléctrica acorde con la remodelación. Se debe desarrollar el diseño eléctrico en casi la totalidad de sus instalaciones y zonas urbanísticas (ligado a la modernización estructural a la que será sometida), teniendo en cuenta que se cumpla con todos los estándares y normativa vigente: reglamento técnico de iluminaciones y alumbrado público RETILAP, el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, código eléctrico colombiano NTC 2050, otras normas aplicables, de tal forma que se garantice la seguridad de todas las personas que hacen uso de estas instalaciones, brindando un servicio eficiente y de calidad

1.3 JUSTIFICACIÓN.

Dadas las necesidades actuales para la optimización del funcionamiento de las instalaciones eléctricas, la I.E. INEM Custodio García Rovira se ve en la necesidad de implementar el diseño de una nueva instalación eléctrica que cumpla con todos los estándares y normativas vigentes en Colombia (código eléctrico colombiano NTC 2050, reglamento técnico de iluminaciones y alumbrado público RETILAP, el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE), que garantice la prestación de un servicio de calidad, fiable y seguro a la comunidad estudiantil.

Considerando que la I.E. INEM cuenta con una trayectoria de más de 50 años, como futuros ingenieros electricistas debemos aportar soluciones que contribuyan a un manejo responsable y eficiente de la energía, para ello desarrollamos un proyecto que busca beneficiar a la comunidad y proporcionar seguridad a las personas y equipos que se pueden ver afectados por un mal manejo o falla de las instalaciones.

El trabajo se desarrolló en modalidad de practica empresarial, en convenio de cooperación interinstitucional (No. 153 del 21 de septiembre del 2020) entre la Alcaldía de Bucaramanga y la Universidad Industrial de Santander, Convenio No.01 de 2022, firmado a los 25 días del mes de enero de 2022.

1.4 IMPACTO ESPERADO.

Este proyecto tiene como finalidad la implementación de la normativa colombiana vigente y todo lo que conlleva la misma. Teniendo en cuenta que sobre todo debe primar la vida y seguridad del usuario y dispositivos conectados a la instalación eléctrica, se debe garantizar un servicio confiable y eficiente, que cumpla con los estándares de calidad y optimice el servicio.

1.5 REFERENTE NORMATIVO REGLAMENTARIO

Se deberá aplicar en todas las etapas del proyecto las siguientes normas nacionales y regionales las cuales no son de libre cumplimiento, al ser de orden reglamentario:

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE Resolución 90708 de agosto 30 de 2013 del Ministerio de minas y energía.
- Anexo general del RETIE, resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 con sus ajustes.
- Código eléctrico colombiano NTC 2050. Primera actualización 2020.
- NTC 4552-3, Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (rayos), parte 3, 2008.
- Normas para cálculo y diseño de sistemas de distribución. ESSA ESP. Revisión 2005.
- IEEE 80, “Guide for Safety in AC SubstationGrounding”, Guía para la seguridad de sistemas de puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna”.
- Resolución No 005018 del 2019; Lineamientos de seguridad y salud en el trabajo en los procesos de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica – Ministerio del Trabajo.

Cuando no se haga referencia a alguna norma particular o específica, o cuando existan dudas, o vacíos o contradicciones o diferencias de interpretación, se debe aplicar la normativa en el orden indicado en la **Tabla 1**:

Tabla 1: Orden de aplicación del referente reglamentario

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE	Ministerio Minas y Energía, 2013. Resolución 90708 de agosto 30 de 2013, Anexo general 2015 con sus ajustes.
NTC 2050, Código Eléctrico	ICONTEC, 1998.

Nacional	
Reglamento Técnico de Iluminación y alumbrado Público RETILAP	Ministerio Minas y Energía, 2010.
Reglamento Técnico para Redes Internas de Telecomunicaciones -RITEL	Comisión reguladora de comunicaciones, Resolución 4262 de 2013
NTC 4552,1,2,3 Protección contra descargas atmosféricas.	ICONTEC, 2010.
Normas para el cálculo y diseño de sistemas de distribución	Electrificadora de Santander S.A. ESP, 2005 y adenda 2011.
Normas Sismo resistentes	NSR-10
Instituto de Normas Técnicas	ICONTEC
AmericanBridge Welding Code	AWS
American Society for Testing and Materials	ASTM
American Concrete Institute	ACI
Portland Cement Association	PCA

1.6 ÁREAS DE INTERVENCIÓN

1.6.1 Tipo de servicio.

Institucional (I. E. INEM sede A)

1.6.2 Áreas de intervención.

Tabla 2. Áreas para intervenir

Descripción	Área (m2)	No. Pisos	Recintos
Ed. 1 Cafetería	751.7261 m2	1 piso	1 cocina 1 Vestier de empleados 1 bascula 1 almacén 1 cuarto frio 1 cuarto de basuras 1 zona de lavado de canecas 1 zona de atención 1 lavado de atención 1 comedor de estudiantes 1 comedor de profesores
Ed. 2 Coliseo	780.75 m2	2 pisos	Oficina de jefe de división Sala de profesores 2 baterías de baños Cancha multifuncional Bodega cancha Gimnasio de peso Bodega gimnasio de peso Hall Salón de danzas Bodega de Danzas Gimnasia artística
Ed. 3 Administración	2507.027 m2	2 pisos	5 aulas de informática 1 papelería 1 sala de insumos

			2 cafetín 1 sala de reuniones 4 cabinas 4 baterías de baños 5 salas de coordinación 1 sala de archivos 1 área de trabajo individual 3 salas de trabajo grupal 2 área de consulta 1 biblioteca 1 recepción 1 oratorio 1 bodega 1 almacenamiento oratorio 2 aulas de bilingüismo
Ed. 4 Laboratorios, arte y música	2032.52 m2	2 pisos	8 aulas 4 laboratorios 2 auditorios 1 sala de docentes 2 teatros 1 sala de utilería
Ed. 5 Talleres y promoción social	1733.10 m2	2 pisos	2 salas de profesores 3 salones 1 batería de baños 2 talleres de promoción social 1 taller de eléctrica 3 talleres de metalmecánica 1 taller de robótica
			43 aulas

<p>Ed. 6 Aulas</p>	<p>3791.894 m2</p>	<p>2 pisos</p>	<p>2 salas de coordinadores 3 salas de juntas 2 baterías de baños 3 cafeterías 4 salas de estudio 1 auditorio 1 aula de padres de familia 2 aulas de estudio grupal</p>
<p>Ed. 7 Auditorio</p>	<p>780,75m2</p>	<p>2 pisos</p>	<p>1 auditorio 1 cuarto de control 2 camerinos 1 baterías de baños 1 aula steam (musical)</p>
<p>Urbanismo y edificios auxiliares</p>	<p>26756.392 m2</p>	<p>1 piso</p>	<p>1 estación de radio 2 porterías Subestación Bodega 2 batería de baños (bloque hombres, bloque mujeres) 3 aulas exterior 2 gimnasio 26 mesas de picnic 10 chanchas 36 poltronas 3 mesas de tenis 5 bici parqueadero 1 huerto</p>

1.7 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Tabla 3. Resumen general del proyecto

Resumen General del Proyecto	
No. De usuarios	Alumbrado público, 1
Demanda Máxima	1182 [kVA]
Transformador	2 transformadores <ul style="list-style-type: none">• Transformador 800 KVA• Transformador 500 KVA
Acometida	3x1/0F AWG XLPE Cu
Cargas	Luminarias Tomacorrientes

2. TAREAS PRELIMINARES AL DISEÑO

Este capítulo presenta una descripción de las actividades realizadas con el fin de poner en marcha el proyecto.

2.1 VISITA DE INSPECCIÓN Y RECONOCIMIENTO

Una vez iniciada la práctica, se realizaron 2 visitas de inspección y verificación a las instalaciones de la I. E. INEM con el fin de reconocer las instalaciones eléctricas que existen actualmente e identificar las necesidades de la comunidad educativa para ser implementadas en el nuevo diseño.

Se logro identificar que gran parte de dichas instalaciones se encuentran en mal estado (fig. 1 a 3), lo que significa un riesgo para los usuarios.

Dado que la I. E. INEM cuenta con diversas especialidades para sus grados superiores, en sus instalaciones existen varios laboratorios y talleres que requirieron de un estudio especial para identificar la maquinaria que se utiliza en cada uno y demás adecuaciones requeridas.



fig. 1: Tablero ubicado en el colegio



Fig. 2-3: Algunas áreas de la I. E.

2.2 DEFINICIÓN DEL ALCANCE

El alcance del trabajo de grado comprende el desarrollo del dossier de ingeniería para la construcción de las instalaciones eléctricas presentado en la tabla 4.

Tabla 4: Dossier de ingeniería

CAPITULOS	ACTIVIDADES DE DISEÑO
<p>1. Preliminares</p>	A. Visita de obra.
	B. Definición del alcance.
	C. Criterios de diseño.
<p>2. Revisión de insumos.</p>	A. Arquitectura.
	B. Estructural.
	C. Aires acondicionados
	D. Audiovisuales
	E. Paneles Solares.
	F. Detección de incendios.
	G. Comunicaciones.
<p>3. Diseño de iluminación RETILAP.</p>	A. Documentación de luminarias según RETILAP y A.P.
	B. Cálculo de luminancia.
	C. Cálculo de uniformidad.
	D. Cálculo de deslumbramiento.
	E. Cálculo de factor de mantenimiento.
	F. Planos de iluminación.
<p>4. Diseño Eléctrico RETIE:</p>	A. Análisis y cuadros de cargas, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
	B. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico
	C. Análisis de cortocircuito y falla a tierra
	D. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
	E. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
	F. Análisis del nivel tensión requerido.
	G. Cálculo de campos electromagnéticos.

	H. Cálculo de transformadores
	I. Cálculo de los efectos de los armónicos
	J. Cálculo del factor de potencia en la carga.
	K. Cálculo del sistema de puesta a tierra.
	N. Cálculo mecánico de estructuras
	O. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes.
	P. Cálculos de canalizaciones
	Q. Cálculos de pérdidas de energía.
	R. Cálculos de Regulación.
	S. Clasificación de áreas.
	T. Especificaciones de construcción complementarias.
	U. Diagrama unifilar.
	V. Planos.
	W. Especificaciones de construcción.
	X. Establecer las distancias de seguridad requeridas.
	Y. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050.
	Z. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera
5. Consultorías adicionales:	A. Cantidades de obra
	B. Cotizaciones
	C. Apus
	D. Presupuesto
	E. Listados de insumos
	F. Porcentaje de incidencia
	G. Unificación de presupuestos
	H. Especificaciones técnicas
	I. Solicitud de disponibilidad de energía ESSA
	J. SOTERRADO DE REDES

2.3 CRITERIOS DE DISEÑO

A partir de la información recopilada y teniendo en cuenta toda la normativa vigente que existe en Colombia en relación con instalaciones eléctricas, se logra establecer la base del proyecto identificando las necesidades de la institución.

Todo el diseño se rige sobre 3 criterios fundamentales que se deben garantizar:

Seguridad: Toda instalación diseñada debe cumplir con los requisitos establecidos por la normativa vigente colombiana (código eléctrico colombiano NTC 2050, reglamento técnico de iluminaciones y alumbrado público RETILAP, el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE) con el fin de que se minimicen los niveles de riesgo que puedan existir y proteger la integridad de los usuarios.

Eficiencia: Las instalaciones diseñadas deben tener la capacidad de suplir la demanda de la I. E. garantizando no exceder criterios como potencia reactiva ni distorsión permitida.

Durabilidad: Toda instalación diseñada debe cumplir con los estándares de calidad y ajustarse a los requerimientos. Los insumos deben ser elegidos de manera correcta con el fin de garantizar su buen funcionamiento al transcurrir el tiempo.

2.4 FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO

Tabla 5: ficha técnica del proyecto

Datos generales	
Proyecto:	I.E. INEM Custodio García Rovira
Ubicación:	Cr 19ª #104-56, Bucaramanga
Tipo de instalación:	Institucional
Tipo de recinto o actividad:	Colegio
Descripción:	Edificios de administración, aulas, laboratorios, auditorio, talleres y promoción social, Cafetería,
Diseñado por:	Julián Alejandro Meneses Contreras Julián Camilo Pacheco Plazas
Revisado por:	Ing. German A. Montero P.
Aprobado por:	Ing. Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga
Fecha:	10/04/2023

2.5 REVISIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL DISEÑO

Dado que el diseño realizado forma parte de un proyecto de la Alcaldía de Bucaramanga en el que se realizará la remodelación completa a la I. E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga, durante el desarrollo de este se realizaron empalmes con otras especialidades que tenían requerimientos especiales con relación al diseño eléctrico, que fueron recibidos e implementados dentro de nuestro diseño.

2.5.1 Arquitectura y estructural

Esta especialidad fue la encargada de realizar los levantamientos de los planos arquitectónicos y de planta de toda la I. E.

En base a ellos se realizó el nuevo diseño de las instalaciones eléctricas de la institución, los cuales fueron actualizados varias veces durante el transcurso de la práctica de acuerdo con los requerimientos solicitados por los diferentes equipos.

2.5.2 Comunicaciones

Este equipo proporciono el diseño de la red de comunicaciones de la institución, la cual fue tomada en cuenta dentro del diseño de la red regulada de la misma, con el fin de garantizar los puntos de conexión necesarios para el uso de estas redes.

Las edificaciones que cuentan con red de voz y datos son:

- Cafeteria, Auditorio: El diseño cuenta con un único router para la edificación, por lo que no se consideró necesario el diseño de red regulada. Su punto de conexión se tuvo en cuenta en el plano de tomacorrientes del edificio.
- Administración, Laboratorios, Talleres y promoción social, Aulas: Cuentan con router y puntos de conexión fija de internet a lo largo de todo el edificio. Se considero para cada punto un tomacorriente dentro del diseño de la red regulada del edificio.

2.5.3 Aires acondicionados

A partir del diseño de aires acondicionados proporcionados por esta especialidad, se realizó el diseño de la instalación eléctrica encargada de alimentar todos los equipos necesarios para su funcionamiento.

- Cafeteria: Cuenta con una unidad de ventilación trifásica de 1500 [W] y un extractor trifásico de 3900 [W] ubicados en la zona de cocina.
- Administración: Cuenta con 4 condensadoras trifásicas de 6000, 9000, 12000 y 15000 [W] ubicadas en zonas estratégicas de la edificación, 10

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

unidades de ventilación entre 169 y 373 [W] y 31 evaporadoras de diferentes potencias entre 13e y 267 [W].

- Laboratorios, arte y música: Cuenta con 3 condensadoras trifásicas de 6000 [W], 3 evaporadoras entre 54 y 130 [W], 8 purificadores de 50 [W] y 3 unidades de ventilación entre 39 y 67 [W].
- Talleres y promoción social: Cuenta con una condensadora de 6000 [W], un extractor trifásico de 2400 [W] y 9 unidades de ventilación con potencias entre 136 y 335 [W], ubicados en los talleres de metalmecánica y el salón de robótica.
- Aulas: Cuenta con 2 condensadoras trifásicas de 6000 [W] y 2 extractores trifásicos de 3900 [W].
- Auditorio: Cuenta con 2 condensadoras trifásicas, de 6000 y 19200 [W] y 14 evaporadoras entre 240 y 980 [W].
- Subestación: Cuenta con una condensadora trifásica de 6000 [W] y un extractor trifásico de 2400 [W].
- Emisora: Cuenta con un extractor trifásico de 3900 [W].

2.5.4 Fotovoltaico

Los paneles solares estarán ubicados en el edificio de cafetería de la institución. En este caso se realiza el empalme del con los especialistas encargados del sistema fotovoltaico con el fin de tener en cuenta su ubicación dentro del diseño del Sistema de Protección Contra Rayos SPCR, dado que el diseño e instalación de esta fuente de energía se realiza por parte de estos especialistas.

En total se instalarán 180 paneles solares, cada uno con una potencia de 545 [W], para un total de 98 [kW].

2.5.5 Detección contra incendios

El diseño de la red contra incendios cuenta unos requerimientos especiales para el funcionamiento de las bombas. Dado que están centralizadas en un mismo punto, se implementa un circuito especial que garantice la potencia necesaria para su funcionamiento.

En total se instalarán 3 bombas:

- 1 bomba contra incendios de 55.95 [kW].
- 1 bomba alternada o stand by de 11.19 [kW].
- 1 bomba eyectora de 746 [W].

Dado que se asignó un equipo para el diseño del sistema contra incendios, solo se toma la potencia real de las bombas, para efectos del diseño eléctrico de las instalaciones.

2.5.6 Mecánico e hidrosanitario

No aplican.

3. DISEÑO DE ILUMINACIÓN

El presente capítulo describe los parámetros utilizados para la realización del diseño de iluminación según la reglamentación establecida en el RETILAP [3].

3.1 SELECCIÓN DE LUMINARIAS

Para el diseño de la nueva iluminación de los edificios se realizó la solicitud a empresas de esta área a vincularse al proyecto.

La empresa que finalmente se encargará de proveer las luminarias es STAND ILUMINACIONES S.A.S. quienes cuentan con un catálogo con diferentes luminarias que se ajustan al diseño que se quiere implementar.

La **tabla 6** presenta el listado de luminarias que fueron elegidas en el nuevo diseño y la **tabla 7** la cantidad de estas que será instalada en cada edificación.

- E1: Edificio Cafeteria
- E2: Edificio Coliseo
- E3: Edificio Administración
- E4: Edificio Laboratorios, arte y música
- E5: Edificio Talleres y promoción social
- E6: Edificio Aulas
- E7: Edificio Auditorio
- E8: Portería principal
- E9: Edificio Subestación
- E10: Edificio portería auxiliar
- E11: Edificio Cafeteria auxiliar
- E12: Emisora y bodega

- E13: Baterías de baños
- E14: Cuarto de basuras
- U: Urbanismo

Tabla 6: Listado de Luminarias

No.	DESCRIPCIÓN	P [W]
1	Luminaria Bala Stil Led 8W	8
2	Luminaria Aplique tortuga 9W	9
3	Luminaria Linear Square 10W	10
4	Luminaria Bala de Piso 12W	12
5	Luminaria Bala de Piso 13W	13
6	Luminaria Linear STPL045-R5 1.25[m] 20W	20
7	Luminaria Linear Mini Square 1.25[m] 20W	20
8	Luminaria Bala Stil Led Recesada 22W	22
9	Luminaria Bala Still Led 22W	22
10	Luminaria Linear Mini Square 2.50[m] 30W	30
11	Luminaria Kardan 35W	35
12	Luminaria campana led descolgada	36
13	Luminaria Circular round 0,6[m] 40W	40
14	Luminaria Hermética led 40W	40
15	Luminaria Linear Mini Square 1,25[m] 40W	40
16	Luminaria Linear Mini Square 2.50[m] 40W	40
17	Luminaria linear STPL045-R 40W	40
18	Luminaria Linear Mini Square 50W	50
19	Luminaria Linear Mini Square 60W	60
20	Luminaria Linear Mini Square 3.75 [m] 75W	75
21	Luminaria circular round 1,27[m] 80W	80

22	Luminaria circular round 0,91[m] 80W	80
23	Luminaria high 80W	80
24	Luminaria Linear Mini Square 3.75[m] 90W	90
25	Luminaria circular round 1,27[m] 100W	100
26	Luminaria Linear Mini Square 5 [m] 100W	100
27	Luminaria circular round 1,27[m] 120W	120
28	Luminaria Linear Round 1.27[m]	120
29	Luminaria Linear Mini Square 7.50[m] 150W	150
30	Luminaria HIGH BAY LED 160W	160
31	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	17.7
32	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	24.7
33	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	24.7
34	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	26.5
35	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	36.4
36	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	36.4
37	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	36.4
38	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	37.2
39	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	48.7
40	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	53.1
41	iGuzzini twilight copenhagen neutral white	55.5
42	Reflector	205

Tabla 7: Cantidad de Luminarias

No.	P [W]	Cantidad de luminarias por edificio														
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	U
1	8							4								
2	9		3													
3	10							100								

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

4	12							35								
5	13	4	32	23	20	11	40		60					48		
6	20					17				26						
7	20			72	11		110	24								
8	22			12		2	5	12	10		1					
9	22				10	9	8	4								
10	30	9						20			1					
11	35							24								
12	36		10													
13	40			6	17											
14	40		6	138	60		18	12								
15	40	2				12				22					3	
16	40	15		25								2				
17	40		5													
18	50					3	48							6		
19	60				11		22		2							
20	75					10										
21	80			36	49								2			
22	80	4		12								2				
23	80		17	2	1											
24	90															
25	100					19				4						
26	100		1	9	40	4	19							4		
27	120	16				2	7			6						
28	120						2						2			
29	150					41	140									

30	160		5														
31	17.7																8
32	24.7																2
33	24.7																5
34	26.5																22
35	36.4																7
36	36.4																8
37	36.4																6
38	37.2																34
39	48.7																18
40	53.1																25
41	55.5																50
42	205																70

Teniendo en cuenta los diversos usos que tendrá el auditorio de la institución, se reservó un circuito especial dentro del diseño de iluminación de este, con una potencia de 10 [kW] con el fin de instalar una barra con diversos tipos de luces robóticas en la tarima principal, que no están consideradas dentro del proyecto inicial pero que pueden ser instaladas más adelante.

3.2 CÁLCULO DE LUMINANCIA, UNIFORMIDAD, Y FACTOR DE MANTENIMIENTO

Estos cálculos son proporcionados por STAND ILUMINACIONES, para cada uno de los edificios a intervenir, dentro del proceso de asesoría e integración al proyecto.

La **fig. 4** presenta un ejemplo sobre los resultados luminotécnicos entregados por la empresa.

SALON 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 36646 lm
 Potencia total: 450.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	385	232	616	/	/
Suelo	315	244	560	60	107
Techo	0.03	312	312	60	60
Pared 1	144	263	407	70	91
Pared 2	141	267	408	70	91
Pared 3	141	263	404	70	90
Pared 4	144	267	411	70	92

Simetrías en el plano útil
 E_{min} / E_m : 0.547 (1:2)
 E_{min} / E_{max} : 0.408 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $8.49 \text{ W/m}^2 = 1.38 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 52.98 m^2)

Fig. 4: Resultados luminotécnicos salón 1- edificio de aulas

3.3 PLANOS DE ILUMINACIÓN

Una vez recibidos los resultados luminotécnicos sectorizados de los diferentes edificios y del urbanismo, y verificando que el diseño de iluminación proporcionado por la empresa cumple con los requisitos establecidos en el RETILAP, se realizó el trazado de los circuitos de iluminación para los diferentes edificios y zonas urbanas.

En dicho trazado, se tuvo en cuenta la ubicación de los tableros de distribución que fueron situados a lo largo de los edificios en puntos estratégicos, y que los circuitos tuvieran la menor distancia posible. Además, se analizó la cantidad de luminarias por circuito, teniendo en cuenta las respectivas potencias, con el fin de no exceder la regulación permitida por circuito (2% por circuito ramal).

Para toda la iluminación de la institución educativa (edificios principales y auxiliares), exceptuando el urbanismo, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se determina realizar el cableado con **cable de cobre LSHF calibre 12**, considerando circuitos monofásicos (salida para luminaria 1#12F+1#12N+1#12T Cu LSHF), canalizados por tubería **1ø ¾" EMT**.

Para el urbanismo de la institución, el cableado de la iluminación se realizará en **cable de aluminio calibre 6**, considerando circuitos monofásicos (1#6F+1#6N+1#6T Al LSHF) canalizados por tubería **1ø ¾" PVC**.

El control de la iluminación del urbanismo se realizará desde los tableros de distribución ubicados en zonas específicas de la institución, esta iluminación fue repartida de manera sectorizada con el fin de facilitar su conexión.

El control de iluminación, tanto de los edificios principales, como de los edificios auxiliares, se realizará por medio de interruptores en su mayoría, que pueden ser sencillos, dobles, triples, conmutables, de acuerdo con la necesidad y la distribución del espacio. Para zonas específicas como el auditorio, los pasillos del edificio de aulas y talleres, pasillos y teatros musicales de Laboratorios, se destinaron tableros de control con el fin de facilitar el encendido y apagado de la iluminación, centralizándola en un punto estratégico de acuerdo con la zona.

La **Fig. 5** presenta un ejemplo de los planos de iluminación realizados para el rediseño de esta institución. La totalidad de los planos de iluminación de los edificios principales, auxiliares y urbanismo se encuentran en el **Anexo 2**.

Cabe resaltar que con el fin de prever posibles situaciones de riesgo que se puedan presentar en la institución, y que puedan ocasionar fallos dentro de la red eléctrica, este diseño cuenta con baterías de emergencia en algunas de las luminarias ubicadas (enfaticando en pasillos y salidas) que sirvan como respaldo y permitan realizar evacuaciones en caso de emergencia.

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

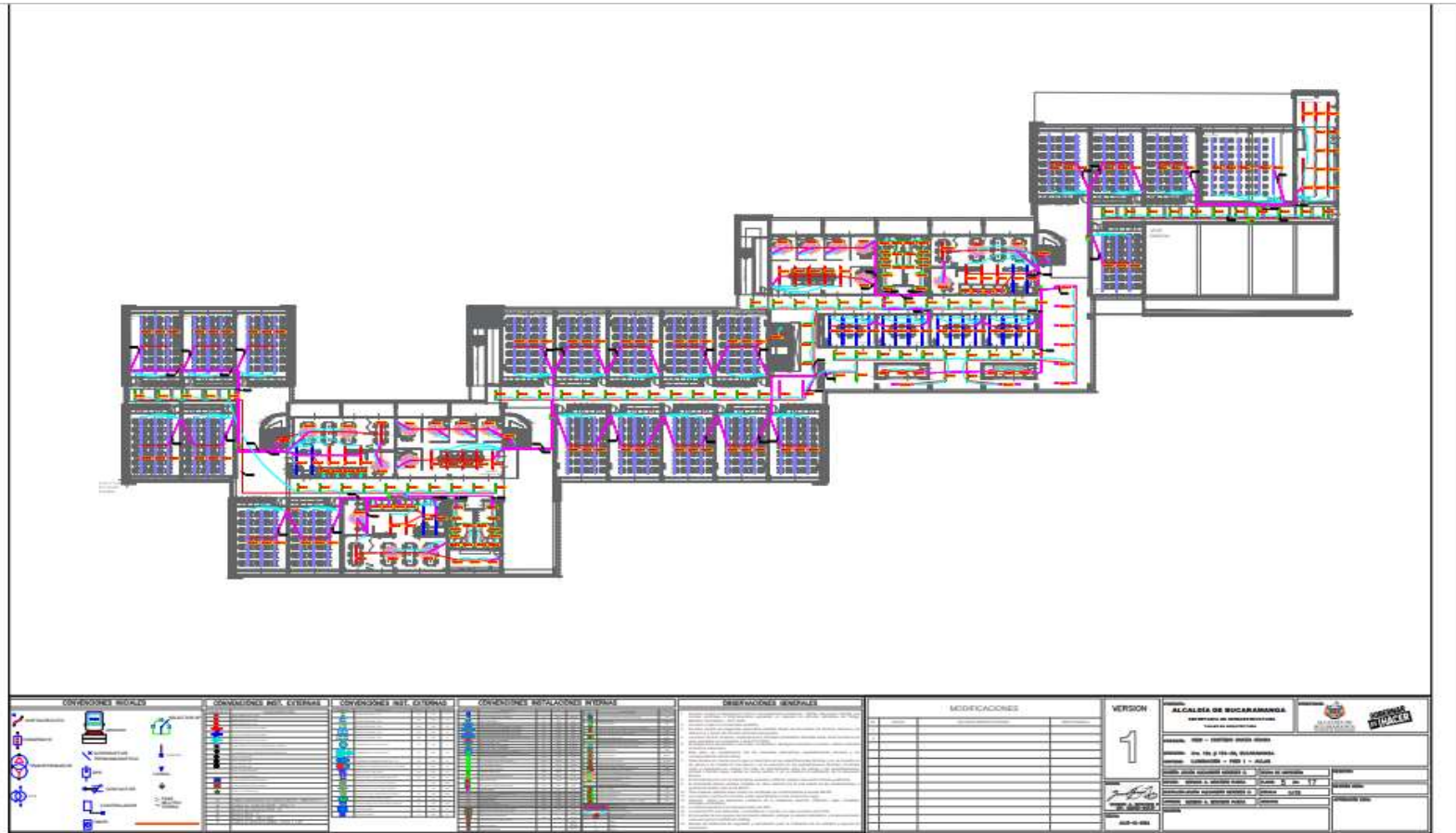


Fig. 5: Plano de iluminación de aulas-piso 1

4. DISEÑO ELÉCTRICO

El presente capítulo describe los parámetros del diseño eléctrico de la I. E. INEM, siguiendo la normativa establecida en el RETIE.

4.1 ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS

Una vez identificadas las necesidades del colegio en términos de instalaciones eléctricas, y con la información recopilada sobre los equipos que se utilizan en los diferentes espacios de la institución, se realizó el diseño para circuitos de tomacorrientes y redes de energía regulada.

Para cada edificio y espacio de la institución se asigna una letra específica, con el fin de identificar los tableros y circuitos correspondientes a cada uno dentro de los cuadros de carga.

Es de resaltar que como los edificios auxiliares son de menor tamaño y contarán con cargas pequeñas, serán conectados desde los tableros generales de los edificios principales, teniendo en cuenta la distancia entre estos y tomar el camino más corto posible.

- A: Edificio Cafetería y portería principal (los tableros de distribución correspondientes a portería principal se denotan como TAI)
- B: Edificio Coliseo, cafetería auxiliar, emisora y bodega (los tableros de distribución correspondientes a Cafetería auxiliar, emisora y bodega se denotan como TBI)

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

- C: Edificio Administración
- D: Edificio Laboratorios, arte y música
- E: Edificio Talleres y promoción social, subestación y portería auxiliar (los tableros de distribución correspondientes a subestación y portería auxiliar se denotan como TEI)
- F: Edificio Aulas, baterías de baños y cuarto de basuras (los tableros de distribución correspondientes a baterías de baños y cuartos de basuras se denotan como TFI)
- G: Edificio Auditorio
- I: Urbanismo
- J, K: Bombas (En este caso, las bombas se conectarán directamente desde la subestación asignada, sin embargo, se denotan los tableros TJ y TK con el fin de especificar la carga de estas).

Una vez levantados los planos de iluminación y tomacorrientes de la I. E. INEM, se realizan los respectivos cuadros de cargas para cada uno de los edificios y la zona urbana de la institución. Seguidamente se verifico el nivel de desbalance en los diferentes tableros de distribución que fueron repartidos según los espacios de los edificios, los cuales por normativa no debe exceder el 10%, condición que fue garantizada para todos los tableros de distribución de la institución. Se realizaron los cálculos teniendo en cuenta también la distorsión armónica, la cual se situó en un 20%.

4.1.1 Edificio cafetería y portería principal

Para el edificio de cafetería se realiza el diseño de circuitos de tomacorrientes y red regulada teniendo en cuenta los equipos y maquinas que se usan en cocina y cuarto frio. Se considero que, para suplir las necesidades de este edificio, estas

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

instalaciones estarán diseñadas para alimentar cargas monofásicas y bifásicas. Cuenta con un tablero general y 4 tableros de distribución.

Dado que la cafetería de la institución solo contaba con un router dentro de la red de comunicaciones, no se consideró necesario el diseño de la red regulada para este edificio.

Para el diseño eléctrico de la portería principal se consideró el área y la funcionalidad, por lo que se instalarán circuitos de tomacorrientes monofásicos.

La **tabla 8** presenta un resumen de los tableros instalados, cantidades de salidas ubicadas en el diseño eléctrico y demanda máxima de la edificación.

Tabla 8: Tableros y salidas, Edificio cafetería y portería principal

Descripción	Cantidad
Tableros generales	1 un.
Tableros de distribución	4 un.
Tomacorrientes monofásicos	135 un.
Tomacorrientes bifásicos	4 un.
Tomacorrientes trifásicos	0 un.
Tomacorrientes GFCI	7 un.

Demanda máxima	35.1 [kW]
----------------	-----------

La **tabla 9** presenta un resumen de los conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de cafetería.

Tabla 9: Alimentadores, Edificio cafetería y portería principal

Tablero	Alimentador				
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra
TGA (General)	3	4	Cu 1/0 THWN-2	Cu 1/0 THWN-2	Cu 6 THWN-2
TA1 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TA2 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TAI1 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TAA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 10 LSHF

La totalidad de la información correspondiente a potencias por circuitos de cada tablero y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.1.2 Edificio Coliseo, Cafeteria auxiliar, emisora y bodega

El diseño de instalaciones de tomacorrientes correspondiente al coliseo consta de salidas monofásicas y bifásicas, adaptadas a los diferentes espacios que conforman esta edificación. Cabe resaltar que no cuenta con diseño para red de voz y datos, por lo que no se le realizó el diseño correspondiente a red regulada.

El diseño eléctrico de Cafetería auxiliar y bodega comprende circuitos pequeños de tomacorrientes monofásicos dado que cuentan con espacios reducidos. En el caso de la emisora, aunque cuenta con un área pequeña, se considera en su diseño salidas monofásicas, bifásicas y trifásicas por los equipos necesarios para su funcionamiento.

La **tabla 10** presenta un resumen de los tableros instalados, cantidades de salidas ubicadas en el diseño eléctrico y demanda máxima de la edificación.

Tabla 10: Tableros y salidas, Edificio coliseo, Cafetería auxiliar, emisora y bodega

Descripción	Cantidad
Tableros generales	1 un.
Tableros de distribución	9 un.
Tomacorrientes monofásicos	135 un.
Tomacorrientes bifásicos	4 un.
Tomacorrientes trifásicos	1 un.
Tomacorrientes GFCI	16 un.
Demanda máxima	32.4 [kW]

La **tabla 11** presenta un resumen de los conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de coliseo.

Tabla 11: Alimentadores, Edificio coliseo, Cafeteria auxiliar, emisora y bodega

Tablero	Alimentador				
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra
TGB(General)	3	1	Cu 4/0 THWN-2	Cu 4/0 THWN-2	Cu 6 THWN-2
TB1 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TB2 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TB3 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TB4 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF
TBI1(Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TBI2 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TBI3 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TBI4 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF
TBIA2 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF

La totalidad de la información correspondiente a potencias por circuitos de cada tablero y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.1.3 Edificio Administración

Para el diseño de circuitos de tomacorrientes del edificio de administración se consideran diferentes espacios:

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

- Ascensor: Este edificio cuenta con un tablero de distribución asignado dentro del diseño de red regulada con la carga solicitada para la alimentación del ascensor (10 kW).
- Cuarto RACK primer piso: Diseñado con salidas monofásicas y bifásicas para los equipos allí instalados.
- Cafetería: Cuenta con tomas bifásicos para hornos y monofásicos para las demás cargas.
- El resto de los espacios se diseñaron con tomas monofásicos y algunos bifásicos ubicados en puntos estratégicos para la conexión de hidro lavadoras.
- Dado que este edificio es el que concentra toda el área administrativa del colegio, cuenta con una gran red de comunicaciones, con routers y puntos fijos de internet que cubren toda su área. Debido a ello, fue necesaria la ubicación de 11 tableros de red regulada con salidas en todos los puntos de conexión fija a internet y en cada router, con el fin de garantizar la prestación del servicio.
- Cuenta con 3 tableros y salidas especiales para alimentar los equipos necesarios dentro del sistema de aire acondicionado.

La **tabla 12** presenta un resumen de los tableros instalados, cantidades de salidas ubicadas en el diseño eléctrico y demanda máxima de la edificación.

Tabla 12: Tableros y salidas, Edificio administración

Descripción	Cantidad
Tableros generales	1 un.
Tableros de distribución	27 un.

Tomacorrientes monofásicos	623 un.
Tomacorrientes bifásicos	5 un.
Tomacorrientes trifásicos	0 un.
Tomacorrientes GFCI	17 un.
Demanda máxima	185.9 [kW]

La **tabla 13** presenta un resumen de los conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de administración.

Tabla 13: Alimentadores, Edificio administración

Tablero	Alimentador				
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra
TGC(General)	3	5	Cu 500 THWN-2	Cu 500 THWN-2	Cu 1/0 THWN-2
TC1 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TC2 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF
TC3 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF
TC4 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF
TC5 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF
TC6 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF
TC7 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF
TC8 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

TC9 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TC10 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TC11 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR1 (Reg.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR2 (Reg.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR3 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR4 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR5 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR6 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR7 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR8 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR9 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR10 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR11 (Reg.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR12 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TCR13 (Reg.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TCA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TCA2 (Aire ac.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 8 LSHF
TCA3 (Aire ac.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF

La totalidad de la información correspondiente a potencias por circuitos de cada tablero y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.1.4 Edificio De Laboratorios, Arte Y Música

El diseño de circuitos de la red de tomacorrientes y red regulada para este edificio cuenta con salidas monofásicas, bifásicas y trifásicas asignadas para alimentar diferentes equipos:

- El edificio cuenta con una planta de ECOPETROL diseñada para hacer diferentes tipos de análisis. Para este espacio se planteó la ubicación de tomas en las paredes y una línea de tomacorrientes en canaleta aérea, ubicada a 2.50 m de altura medidos desde el piso.
- Para los diferentes laboratorios del edificio se planteó el diseño con salidas ubicadas en los puestos de trabajo para facilitar la conexión de los equipos utilizados en las prácticas.
- Este edificio también cuenta con 2 teatros musicales, a los que se les realiza un diseño especial con la suficiente capacidad para los equipos necesarios en el desarrollo de los eventos que allí se realicen. Estos espacios cuentan con salidas monofásicas, bifásicas y trifásicas, ubicadas estratégicamente en tarimas y cuartos de control.
- Los demás espacios cuentan con salidas monofásicas y bifásicas de acuerdo con los requerimientos según la funcionalidad del espacio.
- Cuenta con 1 tablero especial para las cargas correspondientes a aires acondicionados, además 4 tableros de red regulada, 1 con salidas de para los puntos de comunicaciones y 3 para las cargas correspondientes a audiovisuales.

La **tabla 14** presenta un resumen de los tableros instalados, cantidades de salidas ubicadas en el diseño eléctrico y demanda máxima de la edificación.

Tabla 14: Tableros y salidas, Edificio Laboratorios, arte y música

Descripción	Cantidad
Tableros generales	1 un.
Tableros de distribución	15 un.
Tomacorrientes monofásicos	286 un.
Tomacorrientes bifásicos	22 un.
Tomacorrientes trifásicos	40 un.
Tomacorrientes GFCI	33 un.
Demanda máxima	210.2 [kW]

La **tabla 15** presenta un resumen de los conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de laboratorios, arte y música.

Tabla 15: Alimentadores, Edificio Laboratorios, arte y música

Tablero	Alimentador				
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra
TGD (General)	3	6	Cu 500 THWN-2	Cu 500 THWN-2	Cu 1/0 THWN-2
TD1 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF
TD2 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF

TD3 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF
TD4 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF
TD5 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TD6 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF
TD7 (Distri.)	3	1	Cu 350 LSHF	Cu 350 LSHF	Cu 10 LSHF
TD8 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF
TD9 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF
TD10 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TDR1 (Reg.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TDR2 (Reg.)	3	1	Cu 4 LSHF	Cu 4 LSHF	Cu 12 LSHF
TDR3 (Reg.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TDR4 (Reg.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TDA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 8 LSHF

La totalidad de la información correspondiente a potencias por circuitos de cada tablero y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.1.5 Edificio Talleres Y Promoción Social, Subestación y Portería Auxiliar

Este edificio cuenta en la mayoría de sus espacios con diseños de circuitos de tomacorrientes especiales, adaptados para las actividades que allí se realizan:

- El edificio cuenta con 3 talleres de metalmecánica, para los cuales se tuvo en cuenta los equipos que allí se utilizan y su consumo. Todos cuentan con circuitos de tomacorrientes monofásicos, bifásicos y trifásicos en paredes y sobre líneas en canaletas aéreas ubicadas a 2.50 m de altura medidos desde el piso para facilitar la conexión cuando los equipos sean

desplazados. En estos espacios se utilizan equipos de soldadura, compresores, motores, pulidoras, etc., de diferentes potencias las cuales están especificadas en los cuadros de carga ubicados en el anexo 4.

- El edificio también cuenta con un taller de electricidad y uno de robótica para los cuales se considera la ubicación de tomacorrientes en la misma disposición de los talleres de metalmecánica, pero adaptado para otros equipos.
- Los demás espacios también cuentan con salidas monofásicas, bifásicas y trifásicas, de acuerdo con los requerimientos, con cargas menores.
- Cuenta con 2 tableros especiales para las cargas de aires acondicionados y 2 tableros de red regulada, 1 para los puntos de comunicaciones y otro para sistema de audiovisuales.
- La portería auxiliar cuenta con circuitos de tomacorrientes monofásicos distribuidos estratégicamente sobre su área.
- El diseño eléctrico para el edificio de la subestación cuenta con circuitos de tomacorrientes monofásicos, bifásicos y trifásicos, con el fin de suplir la necesidad de los equipos que allí se instalaran. Cuenta además con un tablero para el sistema de aire acondicionado que se instalara.
-

La **tabla 16** presenta un resumen de los tableros instalados, cantidades de salidas ubicadas en el diseño eléctrico y demanda máxima de la edificación.

Tabla 16: Tableros y salidas, Edificio Talleres y promoción social

Descripción	Cantidad
Tableros generales	1 un.
Tableros de distribución	18 un.
Tomacorrientes	418 un.

monofásicos	
Tomacorrientes bifásicos	23 un.
Tomacorrientes trifásicos	58 un.
Tomacorrientes GFCI	28 un.
Demanda máxima	451.54 [kW]

La **tabla 17** presenta un resumen de los conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de talleres y promoción social.

Tabla 17: Alimentadores, Edificio Talleres y promoción social

Tablero	Alimentador				
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra
TGE (General)	3	5	Cu 500 THWN-2	Cu 500 THWN-2	Cu 4/0 THWN-2
TE1 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TE2 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TE3 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 6 LSHF
TE4 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 6 LSHF
TE5 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 4 LSHF
TE6 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 6 LSHF
TE7 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TE8 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 4 LSHF
TE9 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 4 LSHF
TE10 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 12 LSHF

TE11 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF
TEI1 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TEI2 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TER1 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TER2 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TEA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF
TEA2 (Aire ac.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TEIA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF

La totalidad de la información correspondiente a potencias por circuitos de cada tablero y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.1.6 Edificio Aulas, Baterías De Baños y Cuarto De Basuras

Para este edificio el diseño consta de tomacorrientes monofásicos en todos sus espacios. Se ubican tomacorrientes bifásicos en puntos estratégicos de los pasillos para el uso de las hidro lavadoras.

Cuenta con 10 tableros de red regulada, para los puntos de comunicaciones y sistemas de audiovisuales.

Para las baterías de baños de hombres y mujeres y cuarto de basuras se elaboran diseños sencillos comprendidos por circuitos de tomacorrientes monofásicos, en el caso de los baños todos son Tomacorrientes GFCI.

La **tabla 18** presenta un resumen de los tableros instalados, cantidades de salidas ubicadas en el diseño eléctrico y demanda máxima de la edificación.

Tabla 18: Tableros y salidas, Edificio Aulas, baterías de baños y cuarto de basuras

Descripción	Cantidad
Tableros generales	1 un.
Tableros de distribución	28 un.
Tomacorrientes monofásicos	510 un.
Tomacorrientes bifásicos	9 un.
Tomacorrientes trifásicos	0 un.
Tomacorrientes GFCI	28 un.
Demanda máxima	123.8 [kW]

La **tabla 19** presenta un resumen de los conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de aulas.

Tabla 19: Alimentadores, Edificio aulas, baterías de baños y cuartos de basuras

Tablero	Alimentador				
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra
TGF (General)	3	3	Cu 500 THWN-2	Cu 500 THWN-2	Cu 2 THWN-2
TF1 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TF2 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TF3 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TF4 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF
TF5 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF
TF6 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TF7 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TF8 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TF9 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TF10 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TF11 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TF12 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TF13 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TF14 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TFI1 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TFI2 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TFI3 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TFR1 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TFR2 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TFR3 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF

TFR4 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TFR5 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TFR6 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TFR7 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TFR8 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TFR9 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TFR10 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TFA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 8 LSHF

La totalidad de la información correspondiente a potencias por circuitos de cada tablero y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.1.7 Edificio Auditorio

Es el lugar que acoge eventos especiales para la comunidad, por lo que su diseño se realizó para que tuviera la capacidad suficiente para los equipos que se utilizan en estas actividades.

- Cuenta con 2 tableros con las cargas para los equipos de aire acondicionado que serán instalados.
- El edificio cuenta con un único router, por lo que no se realiza diseño de red regulada.
- La mayor concentración de carga se centraliza en el cuarto de control y tarima, con salidas monofásicas, bifásicas y trifásicas, ya que son los sitios donde se van a instalar los diferentes equipos a utilizar.

La **tabla 20** presenta un resumen de los tableros instalados, cantidades de salidas ubicadas en el diseño eléctrico y demanda máxima de la edificación.

Tabla 20: Tableros y salidas, Edificio Auditorio

Descripción	Cantidad
Tableros generales	1 un.
Tableros de distribución	8 un.
Tomacorrientes monofásicos	112 un.
Tomacorrientes bifásicos	17 un.
Tomacorrientes trifásicos	9 un.
Tomacorrientes GFCI	4 un.
Demanda máxima	124.5 [kW]

La **tabla 21** presenta un resumen de los conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de auditorio.

Tabla 21: Alimentadores, Edificio Auditorio

Tablero	Alimentador				
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra
TGG (General)	3	4	Cu 500 THWN-2	Cu 500 THWN-2	Cu 2 THWN-2
TG1 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 6 LSHF
TG2 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 6 LSHF
TG3 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TG4 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TG5 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF
TG6 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF
TGA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 8 LSHF
TGA2 (Aire ac.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF

La totalidad de la información correspondiente a potencias por circuitos de cada tablero y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.1.8 Urbanismo

Comprende todas las zonas exteriores a los edificios, zonas verdes y aulas al aire libre ubicadas a lo largo de todo el colegio.

La **tabla 22** presenta un resumen de los tableros instalados, cantidades de salidas ubicadas en el diseño eléctrico y demanda máxima de la edificación.

Tabla 22: Tableros y salidas, Urbanismo

Descripción	Cantidad
Tableros generales	1 un.
Tableros de distribución	4 un.
Tomacorrientes monofásicos	255 un.
Tomacorrientes bifásicos	0 un.
Tomacorrientes trifásicos	0 un.
Tomacorrientes GFCI	0 un.
Demanda máxima	18.3 [kW]

La **tabla 23** presenta un resumen de los conductores seleccionados como alimentadores para el urbanismo.

Tabla 23: Alimentadores, urbanismo

Tablero	Alimentador				
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra
TGI (General)	3	2	Cu 1/0 THWN-2	Cu 1/0 THWN-2	Cu 10 THWN-2
TI1 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 12 LSHF
TI2 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF
TI3 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 12 LSHF

TI4 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 12 LSHF
---------------	---	---	-------------	-------------	------------

La totalidad de la información correspondiente a potencias por circuitos de cada tablero Y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

- La **fig. 6** muestra como ejemplo, el diseño de los circuitos de tomacorrientes del edificio de aulas. La totalidad de los planos de diseño de circuitos de tomacorrientes, red regulada y aires acondicionados se encuentran en el **anexo 3**.

Ahora bien, gracias a los cuadros de carga realizados se pudo obtener diversos parámetros importantes a considerar a la hora de garantizar un buen diseño eléctrico:

- El factor de potencia se calcula como el cociente de la potencia activa y aparente, obteniendo resultados que oscilan entre 0.9 y 1.0 para todos los circuitos diseñados.
- Las cargas armónicas no lineales más comunes, se encuentran en los receptores alimentados por electrónica de potencia. De otro lado, cargas tales como equipos de soldadura, hornos, etc., también inyectan armónicos a la red. Las cargas restantes son lineales por lo que no inyectan armónicos a la red
- Las cargas que forman parte de este proyecto no generan la cantidad de armónicos suficientes para sobrepasar el valor límite de distorsión de armónica total bajo el cual se opera en condiciones normales (THD), establecido en el reglamento vigente.

Los cuadros de carga para todos los edificios se encuentran adjuntos en el anexo 4.

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

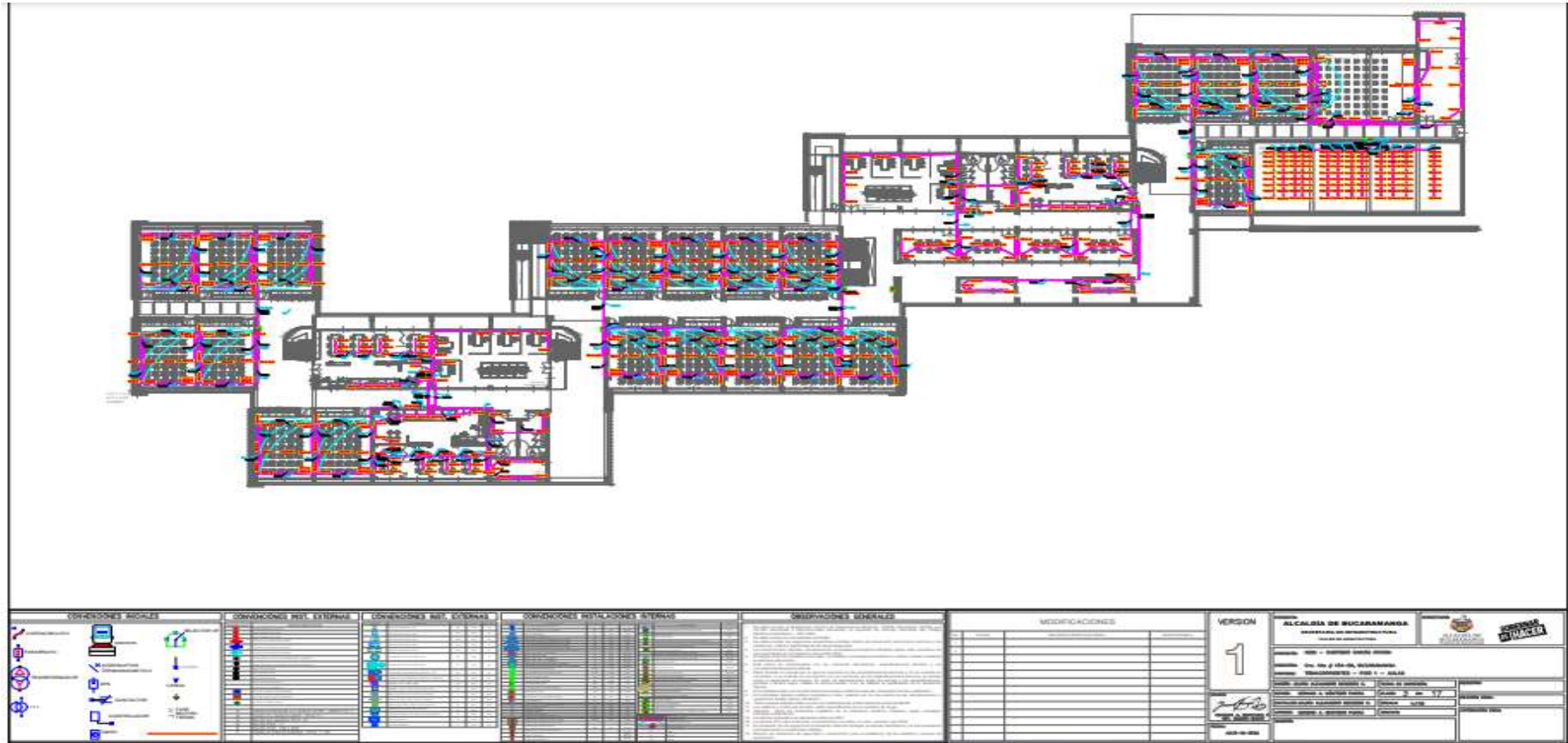


Fig. 6: diseño de circuitos de tomas, aulas piso 1

4.2 ANALISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO

Considerando que las redes eléctricas están sujetas a posibles problemas de sobretensión, se debe analizar la selección de tensión que pueden soportar las cargas y así mismo los medios de protección que se puedan instalar para disminuir estos riesgos. Según la ubicación de la I. E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga, se identifica que el nivel de tensión que se utilizara es de 13.2 [kV] en la red de media tensión.

4.2.1 Selección de D.P.S.

En el caso de las redes de baja tensión (220V), se recomienda el uso de un sistema de protección interna cuyo modo de operación será fase-fase y fase-neutro, conectado en paralelo con el interruptor termomagnético que protege la acometida eléctrica de cara edificio.

En la **tabla 24** se describen los parámetros para los dispositivos de protección DPS de cada edificio.

- A: Edificio Cafeteria y portería principal
- B: Edificio Coliseo, cafetería auxiliar, emisora y bodega
- C: Edificio Administración
- D: Edificio Laboratorios, arte y música
- E: Edificio Talleres y promoción social, subestación y portería auxiliar
- F: Edificio Aulas, baterías de baños y cuarto de basuras
- G: Edificio Auditorio
- I: Urbanismo

Tabla 24. Selección de D.P.S.

	A	B	C	D	E	F	G	I
Frecuencia (Hz)	60	60	60	60	60	60	60	60
Tensión de servicio (kV)	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
Tensión nominal (kV)	120 / 208 V, 3 Φ , 4 hilos más tierra.							
BIL (kV)	110	110	110	110	110	110	110	110
Tensión sostenida (kV)	35	33	135	185	450	119	90	19
Capacidad nominal descarga (kA)	10	10	20	20	20	20	20	10
Máxima tensión de cebado (kV)	68	68	68	68	68	68	68	68
Factor de puesta a tierra	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Factor de seg. Min. de aislamiento	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

4.3 ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (D)

El alcance del proyecto contempla estudio de riesgo particular contra descargas atmosféricas directas. Se debe en cuenta para la protección contra descargas eléctricas inducidas, que todo elemento metálico que se encuentre cerca de los bajantes de los descargadores debe estar directamente, puesto a tierra, evitando con esto diferencias de potencial como tensiones de paso o de toque, que pongan en riesgo las personas y equipos al interior de la subestación.

La ciudad de Bucaramanga, latitud 7,1, Longitud -73,1, presenta una baja actividad de rayos, con un promedio entre 1 y 2 flash/km² por año, para áreas de 3kmx3km.

Por medio de el software IEC RISK ASSESSMENT CALCULATOR, se calcula el nivel de riesgo que posee cada edificio según su área y altura, logrando determinar que todos se encuentran en nivel IV (es el menos restrictivo, se interceptan rayos de corrientes altas).

Todos los edificios de la I.E, INEM Custodio Garcia Rovira contarán con Sistema de Proteccion Contra Rayos (SPCR), implementado bajo el método electromagnético de la Esfera Rodante.

Este método es aplicable a edificaciones cuya altura no sobrepase los 55 [m], y es utilizado para determinar el área de protección de las puntas de captación.

El radio de la esfera se establece a partir del nivel de protección requerido por la edificación y se relacionan como se muestra en la **tabla 25**.

Tabla 25: Radio de la esfera rodante para SPCR

Nivel de protección	Radio de la esfera [m]
Nivel I	35
Nivel II	40
Nivel III	50

Nivel IV	55
----------	----

Estos radios se establecen para que las posibles descargas no impacten la edificación, y sea recibida por el sistema de protección.

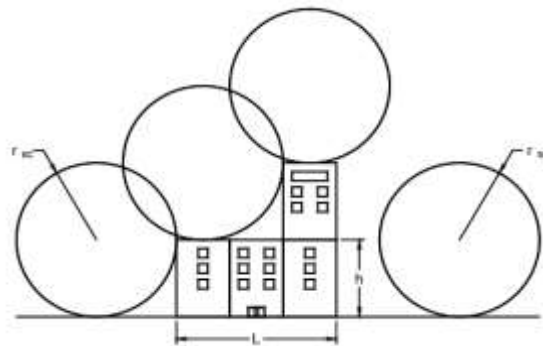


Fig. 7: Metodo de la esfera rodante

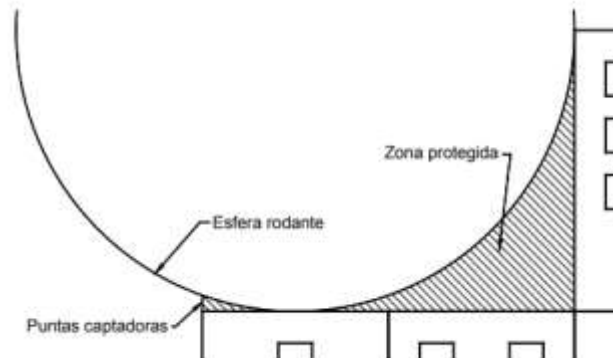


Fig. 8: Zona protegida mediante el metodo de la esfera rodante

Se establece que las puntas captadoras que serán instaladas tendran una longitudes de:

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

- 1 [m] para Laboratorios, Talleres y auditorio.
- 1,5 y 2 [m] para Cafetería y coliseo, Administración y aulas.
- Con estas longitudes se garantiza que cualquier punto de las edificaciones estará protegido.

La distancia máxima entre puntas se calcula como

$$D_{m\acute{a}x} = (4(r^2 - (r - p)^2))^{1/2}$$

Donde,

- r: Radio de la esfera rodante
- p: Longitud de la punta captadora

Obteniendo una distancia máxima de 20.88 [m] para puntas de 1 [m], 25.5 [m] para puntas de 1.5 [m] y 29.4 [m] para puntas de 2 [m].

Sin embargo, para garantizar que todos los espacios estén protegidos, se aplica el teorema de pitágoras teniendo como hipotenusa la distancia máxima entre puntas.

Este valor se proyecta sobre el eje x, obteniendo que la distancia óptima para garantizar un buen nivel de protección es alrededor de los 14 [m].

La **tabla 26**, se encuentran resumidos los parámetros para el diseño de apantallamiento de todos los edificios.

En la **fig. 9** se evidencia como ejemplo el diseño de apantallamiento del edificio de auditorio.

- Los cálculos realizados mediante el software y diseños del SPCR para cada edificio se encuentran en en **Anexo 5**.

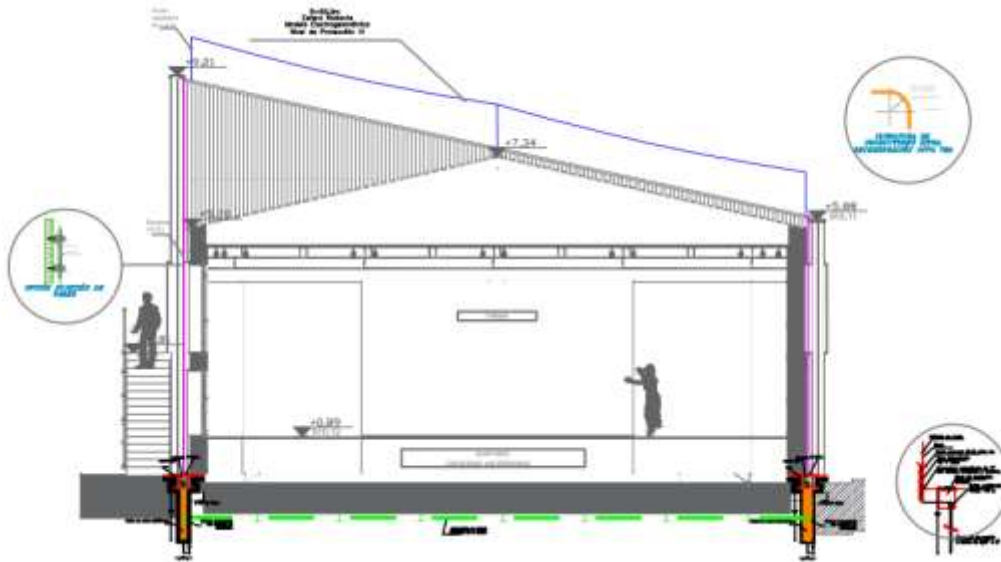


Fig. 9: SPCR auditorio- vista frontal

Tabla 26: Parametros para el diseño del SPCR de todos los edificios

Clase de SPCR	Nivel IV
Longitud de la punta de captacion	1 [m]
Radio de la esfera rodante	55 [m]
Distancia entre puntas	14 [m]

4.4 ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS (E)

- Se debe garantizar que todos los diseños cumplan con la normativa vigente y con unos estándares de calidad que garanticen la protección de la vida e integridad de los usuarios. Se recomienda que los ejercicios de maniobra que se realicen sean con el mayor cuidado y evitar la manipulación indebida de equipos que puedan ocasionar fallas.
- Se debe garantizar una buena estimación de protecciones, establecer distancias prudentes de seguridad, etc.
- Los equipos e instalaciones deben recibir mantenimiento oportuno si se requiere con el fin de garantizar una buena vida útil.
- Un buen diseño de SPCR debe garantizar que se minimiza el riesgo de descarga y proteger usuarios y equipos que se pueden sobrecargar.

4.5 DISEÑO DE LA SUBESTACIÓN

4.5.1 Selección del transformador

Para la selección del transformador se tienen en cuenta principalmente 2 aspectos:

- La demanda máxima del proyecto es de 1182 kVA.
- El punto de conexión del proyecto a la red tiene una tensión de 13.2 [kV].

Debido a esto se hace necesaria la instalación de 2 transformadores con el fin de suplir la demanda del proyecto y cumplir con la normativa establecida.

4.5.1.1 Transformador de 800 [kVA]

Se plantea la instalación de un primer transformador con potencia de 800 [kVA] que alimentara los siguientes edificios:

- Edificio Cafetería
- Edificio Administración
- Edificio Talleres y promoción social
- Iluminación Urbanismo
- Bombas Contra Incendios

Los cuales tienen una demanda máxima de 691 [kVA], lo cual permite dejar una reserva para posibles adaptaciones y ampliaciones que se requieran en el futuro.

Tabla 27. Parámetros de los trafos seleccionados

Transformador trifásico de distribución
Tipo: seco encapsulado en resinas clase F
Potencia: 800[KVA]
Nivel de tensión: 13200/220-127

4.5.1.2 Transformador de 500 [kVA]

Se plantea la instalación de un segundo transformador con potencia de 500 [kVA] que alimentara los siguientes edificios:

- Edificio Coliseo
- Edificio Laboratorios, arte y música
- Edificio Aulas
- Iluminación Auditorio

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

Los cuales tienen una demanda máxima de 491 [kVA], lo cual permite dejar una reserva para posibles adaptaciones y ampliaciones que se requieran en el futuro.

Tabla 28. Parámetros de los trafos seleccionados

Transformador trifásico de distribución
Tipo: seco encapsulado en resinas clase F
Potencia: 500[KVA]
Nivel de tensión: 13200/220-127

4.5.2 Selección de otros equipos de la subestación

Dada la demanda máxima con la que cuenta el proyecto, y que para suplirla se deben instalar dos transformadores, el diseño eléctrico de la I.E. INEM contará con dos subestaciones eléctricas.

Las subestaciones serán diseñadas teniendo en cuenta las distancias de seguridad requeridas, establecidas en el RETIE. La disposición de los equipos se evidencia en el **anexo 3**.

- **Subestación 1 (800 kVA)**
- **3 Celdas de protección:** Esta subestación contará con una **celda de protección general (fusible 3X60 HH)** y dos celdas de protección para la

red de MT que llegan hasta cada transformador (**fusible de 3x40 HH para MT1 y fusible 3X20 HH para MT2**). Estas celdas protegen los transformadores mediante el uso de fusibles y cuentan con seccionador tripolar que en caso de que alguno de los 3 fusibles falle, los restantes se desconecten y se aíse la zona para ser reparada.

- **1 Celda de remonte:** Esta celda se usa con el fin de proteger mecánicamente los conductores que se conectan a las barras.
- **Celda de medida:** Esta celda se usa con el fin de registrar el consumo de energía, conectada a la acometida general del edificio por medio de Ct's y Pt's dentro del edificio de la subestación 1. La medición se realizará de forma indirecta, por lo que se utilizara **un medidor estático** y un juego de **3 transformadores de corriente y 3 transformadores de tensión**, los cuales estarán conectados al medidor por medio de sus devanados secundarios con el fin de transformar las corrientes que recibe la carga.

CT's seleccionados: Transformador de corriente interior 200/5 A, nivel de precisión 0.5s.

PT's seleccionados: Transformador de tensión tipo interior 13.2kV/120, nivel de precisión 0.5.

Medidor seleccionado: Medidor estático potencia activa/reactiva, 5A 3 ϕ , 3*220-127V, clase 0.5s.

- **TGBT**
- **Transformador 800 kVA**

- **Subestación 2 (500 kVA)**

- **1 Celda de protección:** Esta subestación contara con una **celda** de protección para la red de MT que llega hasta el transformador (**fusible 3X20 HH para MT2**). Esta celda protege el transformador mediante el uso de fusibles y cuenta con seccionador tripolar que en caso de que alguno de los 3 fusibles falle, los restantes se desconecten y se aisle la zona para ser reparada.
- **1 Celda de remonte:** Esta celda se usa con el fin de proteger mecánicamente los conductores que se conectan a las barras.
- **TGBT**
- **Transformador 500 kVA**

4.5.3 Selección del conductor para la acometida general de M. T.

Se utilizará cable de cobre, calibre 1/0, con aislamiento XLPE 90°/15kV, pantalla en hilos de cobre.

Acometida general M. T.: 3X1/0F AWG XLPE Cu.

4.5.4 Selección de la planta de emergencia

Con el fin de prever posibles situaciones de riesgo que puedan causar la interrupción del suministro de energía en la institución y conllevar a situaciones de riesgo y peligro para la conservación de la integridad física, salud y seguridad de la comunidad educativa, se plantea la instalación de una planta eléctrica de respaldo con la capacidad de alimentar las siguientes zonas:

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

- Cafetería principal: en este edificio se encuentran las cocinas del comedor estudiantil por lo que se requiere que el suministro de energía para los equipos sea continuo.
- Ascensor, ubicado en el edificio de administración.
- Urbanismo.
- Bombas contra incendios
- Subestación.

Teniendo en cuenta que la demanda máxima de estos edificios y equipos esta alrededor de los 190 kVA, se instalara una **planta eléctrica trifásica** con capacidad de **250 kVA, 208 V** con cabina.

El cambio de la energía primaria suministrada por la red al de la energía generada por la planta de emergencia se realizará por medio de una **transferencia automática de enclavamiento electromecánico, 250A, 4 polos, 220-127V.**

4.6 ANALISIS DE CORTO CIRCUITO Y FALLA A TIERRA

A partir de ellos se establecen los niveles de corto circuito en la instalación eléctrica a implementar y se obtienen las capacidades de interrupción de los elementos de protección a utilizar en los nodos del circuito.

Para efectos del cálculo, se asume el peor escenario que podría presentarse, que una falla trifásica en el transformador, en los bornes de salida se presenta la condición de cero impedancias, que genera las máximas cargas térmicas y mecánicas en el sistema.

4.6.1 Corrientes de cortocircuito

Se debe garantizar que la corriente de corto circuito no exceda los límites establecidos.

En la **Tabla 29** se presentan los valores de corriente de corto circuito para los tableros generales de los edificios. Los cuadros de carga con sus correspondientes cálculos de Icc para los diferentes tableros se encuentran en el **anexo 4**.

Tabla 29. Corrientes de corto circuito.

ACOMETIDA			CONDUCTOR	SISTEMA	
De	A	Long. [m]	ICC [kA]	ICC SIM [kA]	ICC ASIM [kA]
Red MT	Red BT 1 (800kV)	50	0.073	0.073	0.105
Red MT	Red BT 2 (500kV)	250	0.052	0.026	0.037
TGBT 1	TGA	190	0.232	0.133	0.193
TGBT 1	TGC	160	3.315	1.105	1.786
TGBT 1	TGE	60	8.054	2.685	4.340
TGBT 1	TGI	140	0.121	0.069	0.101
TGBT 1	TGJ	40	0.419	0.241	0.349
TGBT 1	TGK	40	0.257	0.148	0.214
TGBT 2	TGB	90	0.368	0.178	0.269
TGBT 2	TGD	165	4.470	1.490	2.762
TGBT 2	TGF	128	2.633	0.878	1.627
TGBT 2	TGG	160	2.647	0.882	1.636

4.7 CÁLCULO DE CANALIZACIONES

Para el cálculo de las canalizaciones y ductos se tuvo en cuenta que la ocupación de estos no debe superar el 40% del total de su área.

Según la cantidad de circuitos que pasan por las canalizaciones o su número de fases, el calibre de la tubería cambiara de acuerdo con la zona y distancia a recorrer.

Cabe resaltar que se usara tubo PVC, EMT y canaleta, según su ubicación.

4.7.1 Edificio cafetería y portería principal

La **tabla 30** presenta un resumen de los ductos y conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de cafetería.

Tabla 30: Ductos y alimentadores, Edificio cafetería y portería principal

Tablero	Alimentador					Ducto		
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra	#	Tamaño	
TGA (General)	3	4	Cu 1/0 THWN-2	Cu 1/0 THWN-2	Cu 6 THWN-2	4	2	PVC
TA1 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TA2 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TAI1 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TAA1 (Aire)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 10 LSHF	1	1	PVC

ac.)								
------	--	--	--	--	--	--	--	--

La totalidad de la información correspondiente a ductos y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.7.2 Edificio Coliseo, Cafeteria auxiliar, emisora y bodega

La **tabla 31** presenta un resumen de los ductos y conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de coliseo.

Tabla 31: Ductos y alimentadores, Edificio coliseo, Cafeteria auxiliar, emisora y bodega

Tablero	Alimentador					Ducto		
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra	#	Tamaño	
TGB(General)	3	1	Cu 4/0 THWN-2	Cu 4/0 THWN-2	Cu 6 THWN-2	1	3	PVC
TB1 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TB2 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TB3 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TB4 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TBI1(Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12	1	1	PVC

					LSHF			
TBI2 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TBI3 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TBI4 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TBIA2 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC

La totalidad de la información correspondiente a ductos y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.7.3 Edificio Administración

La **tabla 32** presenta un resumen de los ductos y conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de administración.

Tabla 32: Ductos y alimentadores, Edificio administración

Tablero	Alimentador					Ducto		
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra	#	Tamaño	
TGC(General)	3	5	Cu 500 THWN-2	Cu 500 THWN-2	Cu 1/0 THWN-2	5	4	PVC
TC1 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	3	PVC

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

TC2 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TC3 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TC4 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TC5 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF	1	3	PVC
TC6 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TC7 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TC8 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TC9 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	3	PVC
TC10 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TC11 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TCR1 (Reg.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TCR2 (Reg.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TCR3 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TCR4 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6	Cu 12	1	1	PVC

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

				LSHF	LSHF			
TCR5 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TCR6 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TCR7 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TCR8 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TCR9 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TCR10 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TCR11 (Reg.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TCR12 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TCR13 (Reg.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TCA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TCA2 (Aire ac.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 8 LSHF	1	2	PVC
TCA3 (Aire ac.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	3	PVC

La totalidad de la información correspondiente a ductos y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.7.4 Edificio De Laboratorios, Arte Y Música

La **tabla 33** presenta un resumen de los ductos y conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de laboratorios, arte y música.

Tabla 33: Ductos y alimentadores, Edificio Laboratorios, arte y música

Tablero	Alimentador					Ducto		
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra	#	Tamaño	
TGD (General)	3	6	Cu 500 THWN-2	Cu 500 THWN-2	Cu 1/0 THWN-2	6	4	PVC
TD1 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF	1	4	PVC
TD2 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF	1	4	PVC
TD3 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF	1	4	PVC
TD4 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF	1	4	PVC
TD5 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TD6 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF	1	4	PVC

TD7 (Distri.)	3	1	Cu 350 LSHF	Cu 350 LSHF	Cu 10 LSHF	1	3	PVC
TD8 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF	1	4	PVC
TD9 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF	1	4	PVC
TD10 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TDR1 (Reg.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TDR2 (Reg.)	3	1	Cu 4 LSHF	Cu 4 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TDR3 (Reg.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TDR4 (Reg.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TDA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 8 LSHF	1	2	PVC

La totalidad de la información correspondiente a ductos y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.7.5 Edificio Talleres Y Promoción Social, Subestación Y Portería Auxiliar

La **tabla 34** presenta un resumen de los ductos y conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de talleres y promoción social.

Tabla 34: Ductos y alimentadores, Edificio Talleres y promoción social

Tablero	Alimentador					Ducto		
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra	#	Tamaño	
TGE (General)	3	5	Cu 500 THWN-2	Cu 500 THWN-2	Cu 4/0 THWN-2	5	4	PVC
TE1 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TE2 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TE3 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 6 LSHF	1	4	PVC
TE4 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 6 LSHF	1	4	PVC
TE5 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 4 LSHF	1	4	PVC
TE6 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 6 LSHF	1	4	PVC
TE7 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TE8 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 4 LSHF	1	4	PVC
TE9 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 4 LSHF	1	4	PVC
TE10 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	3	PVC
TE11 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 8 LSHF	1	4	PVC
TEI1 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0	Cu 10	1	2	PVC

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

				LSHF	LSHF			
TEI2 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TER1 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TER2 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TEA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TEA2 (Aire ac.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TEIA1 (Aire ac.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC

La totalidad de la información correspondiente a ductos y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.7.6 Edificio Aulas, Baterías De Baños Y Cuarto De Basuras

La **tabla 35** presenta un resumen de los ductos y conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de aulas.

Tabla 35: Ductos y alimentadores, Edificio aulas, baterías de baños y cuartos de basuras

Tablero	Alimentador					Ducto		
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra	#	Tamaño	
TGF (General)	3	3	Cu 500 THWN-2	Cu 500 THWN-2	Cu 2 THWN-2	3	4	PVC
TF1 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	3	PVC
TF2 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	3	PVC
TF3 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TF4 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TF5 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TF6 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TF7 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TF8 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TF9 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	3	PVC
TF10 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TF11 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

TF12 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TF13 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC
TF14 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TFI1 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TFI2 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TFI3 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TFR1 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TFR2 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TFR3 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TFR4 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TFR5 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TFR6 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TFR7 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TFR8 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TFR9 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

TFR10 (Reg.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TFA1(Aire ac.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 8 LSHF	1	3	PVC

La totalidad de la información correspondiente a ductos y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.7.7 Edificio Auditorio

La **tabla 36** presenta un resumen de los ductos y conductores seleccionados como alimentadores para el edificio de auditorio.

Tabla 36: Ductos y alimentadores, Edificio Auditorio

Tablero	Alimentador					Ducto		
	# fase	#cond/fase	Conductor	Neutro	Tierra	#	Tamaño	
TGG (Gen.)	3	4	Cu 500 THWN-2	Cu 500 THWN-2	Cu 2 THWN-2	4	4	PVC
TG1 (Distri.)	3	1	Cu 500 LSHF	Cu 500 LSHF	Cu 6 LSHF	1	4	PVC
TG2 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 6 LSHF	1	2	PVC
TG3 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TG4 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TG5 (Distri.)	3	1	Cu 1/0 LSHF	Cu 1/0 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC

TG6 (Distri.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 12 LSHF	1	2	PVC
TGA1 (A. ac.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 8 LSHF	1	2	PVC
TGA2 (A. ac.)	3	1	Cu 2 LSHF	Cu 2 LSHF	Cu 10 LSHF	1	2	PVC

La totalidad de la información correspondiente a ductos y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.7.8 Urbanismo

La **tabla 37** presenta un resumen de los ductos y conductores seleccionados como alimentadores para el urbanismo.

Tabla 37: Ductos y alimentadores, Edificio cafetería y portería principal

Tablero	Alimentador					Ducto		
	# fases	#cond. /fase	Conductor	Neutro	Tierra	#	Tamaño	
TGI (General)	3	2	Cu 1/0 THWN-2	Cu 1/0 THWN-2	Cu 10 THWN-2	2	2	PVC
TI1 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	3	PVC
TI2 (Distri.)	3	1	Cu 6 LSHF	Cu 6 LSHF	Cu 12 LSHF	1	1	PVC
TI3 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	3	PVC
TI4 (Distri.)	3	1	Cu 4/0 LSHF	Cu 4/0 LSHF	Cu 12 LSHF	1	3	PVC

La totalidad de la información correspondiente a ductos y conductores desde los tableros de distribución hasta las salidas, se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **anexo 4**.

4.7.9 Disposición de ductos de las acometidas

Se utilizará un banco para cada acometida, el cual será superior en número de ductos a los ocupados según el diseño, con el fin de prever futuras expansiones. Los ductos destinados como reserva se ubicarán en la parte izquierda según su disposición en la caja.

De acuerdo con lo establecido en el RETIE, la profundidad del enterramiento de ductos de distribución para media tensión es de 75 cm medidos desde la superficie hasta la parte superior del ducto, y de 60 cm para ductos de baja tensión. En caso de que por la misma caja se lleven redes de baja y media tensión, estas últimas deben ser las que estén enterradas más profundo.

- Acometida general de Media Tensión

Se instalará un banco de 2 ductos, 2" PVC, 1 ocupado por la acometida 3x1/0F AWG XLPE Cu, y 1 de reserva, cuya disposición se rige por la norma RS1-005 de la ESSA.

Se construirán cajas para acometidas de media tensión con una distancia máxima de 80 m en tramos rectos del recorrido y en cambios de dirección, cuyas especificaciones se determinan en la norma RS3-005 de la ESSA.

El trazado del recorrido de la acometida se encuentra en el plano de acometidas y ubicación del TGBT, **anexo 3**.

- Acometidas de Baja Tensión

En el caso de las especificaciones para las cajas de las acometidas de baja tensión se determinan en la norma RS3-002.

Dado que no se establece una norma para la disposición de los ductos que requieren las acometidas de los tableros generales de los edificios en baja tensión, se utilizarán como guía las normas para M. T. que se mencionan en la descripción de cada edificio.

El trazado del recorrido de las acometidas se encuentra en el plano de acometidas y ubicación del TGBT, **anexo 3**.

- Cafetería: Se instalará un banco de 6 ductos, 2" PVC, 4 ocupados por la acometida y 2 de reserva, cuya disposición se guiará por la norma RS1-008 de la ESSA.
- Coliseo: Se instalará un banco de 2 ductos, 3" PVC, 1 ocupado por la acometida y 1 de reserva, cuya disposición se guiará por la norma RS1-005 de la ESSA.
- Administración: Se instalará un banco de 8 ductos, 4" PVC, 5 ocupados por la acometida y 3 de reserva, cuya disposición se guiará por la norma RS1-009 de la ESSA.
- Laboratorios, arte y música: Se instalará un banco de 9 ductos, 4" PVC, 6 ocupados por la acometida y 3 de reserva, cuya disposición se guiará por la norma RS1-010 de la ESSA.

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

- Talleres y promoción social: Se instalará un banco de 8 ductos, 4" PVC, 5 ocupados por la acometida y 3 de reserva, cuya disposición se guiará por la norma RS1-009 de la ESSA.
- Aulas: Se instalará un banco de 4 ductos, 4" PVC, 3 ocupados por la acometida y 1 de reserva, cuya disposición se guiará por la norma RS1-007 de la ESSA.
- Auditorio: Se instalará un banco de 6 ductos, 4" PVC, 4 ocupados por la acometida y 2 de reserva, cuya disposición se guiará por la norma RS1-008 de la ESSA.
- Urbanismo: Se instalará un banco de 3 ductos, 2" PVC, 2 ocupados por la acometida y 1 de reserva, cuya disposición se guiará por la norma RS1-006 de la ESSA.

4.8 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGIA

Con base en el cálculo de los conductores, se calculará a continuación las pérdidas de potencia y energía de las redes. La totalidad de los cálculos de perdida de energía se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **Anexo 4**.

Tabla 38. Pérdidas de energía

Acometida			
De	A	Long. [m]	P. Energía %
Red	TGBT 1 (800kV)	50	4.3
Red	TGBT 2 (630kV)	250	3.25
TGBT 1	TGA	190	2.19
TGBT 1	TGC	160	1.9
TGBT 1	TGE	60	6.26
TGBT 1	TGI	140	2.27
TGBT 2	TGB	90	4.08
TGBT 2	TGD	165	1.29
TGBT 2	TGF	128	1.07
TGBT 2	TGG	160	1.17

4.9 CÁLCULO DE REGULACIÓN

El cálculo de la regulación es un parámetro eléctrico que se debe cumplir para seleccionar de forma correcta el conductor eléctrico, tanto en capacidad amperimétrica como reduciendo las posibles pérdidas.

Por norma, la regulación parcial no debe exceder el 2% y la total el 3% en las acometidas y alimentadores.

El cálculo se elabora con base a los cuadros de carga. En la **Tabla 39** se muestra la regulación obtenida para los tableros generales de cada edificación. La totalidad de los cálculos de regulación de tensión se encuentran adjuntos en los cuadros de cargas, **Anexo 4**.

Tabla 39: Regulación de los tableros generales

Acometida			Regulación	
De	A	Long. [m]	Parcial	Total
Red	TGBT 1 (800kV)	50	0.53	0.53
Red	TGBT 2 (630kV)	250	0.75	0.75
TGBT 1	TGA	190	1.61	2.14
TGBT 1	TGC	160	1.84	2.36
TGBT 1	TGE	60	1.63	2.16
TGBT 1	TGI	140	1.24	1.76
TGBT 2	TGB	90	1.62	2.37
TGBT 2	TGD	165	1.78	2.53
TGBT 2	TGF	128	1.66	2.41
TGBT 2	TGG	160	1.50	2.25

4.10 DIAGRAMAS UNIFILARES

El diagrama unifilar se encuentra anexo, se hace referencia a las a nueva infraestructura propuesta. (anexo 2)

Se presenta el diagrama unifilar del proyecto en general y el diagrama unifilar para cada edificio de la institución.

4.11 ANALISIS Y COORDINACION DE PROTECCIONES.

El análisis y coordinación de protecciones para la subestación y aguas abajo se realizó teniendo en cuenta los valores de corriente obtenidos en los cuadros de cargas (anexo 4). Se realizan las curvas necesarias mediante el software ECODIAL. Esta curva nos permite determinar los rangos de los dispositivos contra sobre corrientes y asegurar que estos interrumpan el flujo de corriente en caso de que exista una falla que ponga el riesgo el sistema.

Este análisis de coordinación fue realizado por especialistas en esta área, quienes al realizar la aplicación en secuencia de la intensidad en la cual los dispositivos actuaran, determinaron que estos dispositivos tienen un tiempo de respuesta que oscila entre 0.1 y 0.5 segundos una vez ocurrida la falla.

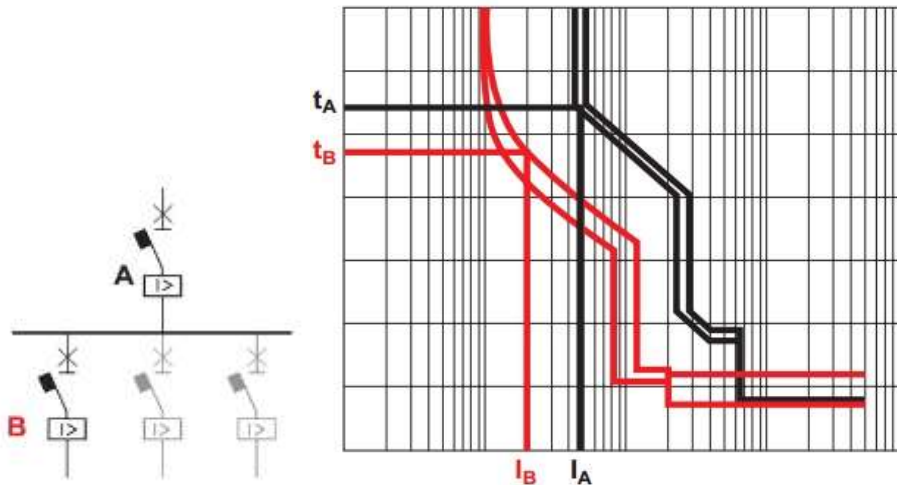


Fig. 10: Selectividad de interruptores

4.12 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Para el diseño de las mallas de puesta a tierra para las dos subestaciones, se debe tener en cuenta la resistividad del terreno.

El diseño de la malla a tierra debe garantizar que las tensiones de paso y contacto permanezcan dentro del límite tolerable. Para su construcción se utilizará cable de cobre 2/0 desnudo, con electrodos tipo varilla 5/8" x 2.4m, cuya disposición se encuentra en el **anexo 1, diagramas unifilares** y su diseño se encuentra en el **anexo 3, malla a tierra**.

4.13 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

Las áreas, no tienen consideraciones especiales. Sin embargo, se deberán tener en cuenta la equipotencialización de las puestas a tierra.

4.14 CÁLCULO DE ESTRUCTURAS MECÁNICAS

No aplican para el presente proyecto.

Se recomienda únicamente la instalación de torres de canastilla en las canchas, según los requerimientos.

5. PRESUPUESTO Y CONSULTORIAS

Este capítulo presenta una descripción de las actividades realizadas con el fin de determinar el presupuesto y las consultorías adicionales para la ejecución del proyecto.

5.1 **COTIZACIONES, APUS Y PRESUPUESTO**

El proyecto de rediseño de las instalaciones eléctricas de la I. E. INEM está dividido en 3 perimetrales, por lo cual la realización del presupuesto se llevó a cabo teniendo en cuenta dicha distribución.

El presupuesto elaborado con la herramienta EXCEL esta soportado mediante Apus que contienen específicamente las descripciones de materiales y accesorios que se requieren para cada tarea dentro del proyecto.

- Para la iluminación requerida en cada punto de la institución, se elabora el APU correspondiente a cada luminaria teniendo en cuenta sus especificaciones técnicas y accesorios requeridos (en este caso se incluye una salida de tomacorriente monofásica requerida para la instalación, tubería y cable del calibre determinado mediante los cuadros de carga, cuya longitud varía entre 3 y 5 metros de acuerdo con la luminaria a instalar, y demás accesorios que se puedan requerir).
- Para las salidas de tomacorrientes, sean monofásicas, bifásicas, trifásicas, se elabora el APU correspondiente, el cual contiene el tipo de salida requerida y accesorios necesarios para su instalación (caja, tornillos, tubería y cantidad de cable requerida según el calibre determinado

mediante los cuadros de carga y cuya longitud varía entre los 3 y 5 metros, etc.).

- En el caso de alimentadores y acometidas, se realizan los APU teniendo en cuenta los calibres de conductores y número de los mismos por fases requeridos para cada una y sus accesorios de instalación.
- Para los transformadores requeridos, los APU se elaboran teniendo en cuenta las especificaciones ya mencionadas en el capítulo de diseño eléctrico y accesorios de instalación de cada uno, además de la planta de respaldo.
- Teniendo en cuenta la instalación de circuitos de red regulada, se contempla dentro del presupuesto las UPS de respaldo, las cuales varían en potencia de acuerdo con el requerimiento de cada edificio donde es necesaria.
- En el caso de los equipos de subestación, además de los transformadores, se elaboran los correspondientes APU para las celdas de remonte y protección a utilizar y demás equipos y accesorios especificados.

Una vez elaborados los APU ya mencionados, estos se incorporan al presupuesto general. Cada APU además de llevar la descripción de la actividad, incluye el costo unitario de cada accesorio y/o material y el costo total de la misma. En el presupuesto general se introducen las cantidades de materiales establecidas mediante los cuadros de cargas elaborados (Anexo 4) con el fin de establecer los costos totales por actividad.

El presupuesto también presenta el listado de materiales, insumos, transportes requeridos para la obra.

El presupuesto general se divide en 9 capítulos:

- **1. Desmonte:** Este capítulo incluye lo correspondiente a demoliciones, retiros y transporte de los elementos que forman parte de las instalaciones eléctricas existentes en la I. E. INEM.
- **2. Provisional obra:** Este capítulo incluye la instalación de un transformador provisional y red de B. T. aérea con la cual se energizará lo necesario durante el tiempo de construcción.
- **3. Subestación:** Este capítulo incluye los equipos requeridos para la instalación y puesta en servicio de las dos subestaciones requeridas en el proyecto.
- **4. Canalizaciones:** Este capítulo incluye la tubería requerida para la acometida general de M. T. y los alimentadores de la subestación a los tableros generales y de distribución de cada edificio.
- **5. Redes:** Este capítulo comprende lo correspondiente a los conductores requeridos para la instalación de la acometida general de M. T. y los alimentadores desde la subestación a los tableros generales y de distribución de cada edificio.
- **6. Estructuras:** Este capítulo incluye los elementos requeridos para la instalación del Sistema de Protección Contra Rayos para cada edificación.
- **7. Equipos:** Este capítulo incluye los tableros generales y de distribución requeridos para todo el proyecto, tableros by-pass UPS, interruptores y totalizadores.
- **8. Salidas:** este capítulo incluye las luminarias, tomacorrientes, interruptores y baterías de emergencia, con sus correspondientes accesorios de instalación.
- **9. Certificación, legalización y documentación de la instalación**

En la **tabla 49** se evidencian los costos totales obtenidos para cada capítulo y en la **tabla 41** se evidencian los costos totales para cada edificación.

Tabla 40. Costos por capítulo

Descripción	Valor Total
Desmonte	\$ 37,956,104.00
Provisional obra	\$ 65,254,155.00
Subestación	\$ 769,780,651.00
Canalizaciones	\$ 444,917,884.00
Redes	\$ 4,048,775,439.00
Estructuras	\$ 1,091,181,494.00
Equipos	\$ 744,077,556.00
Salidas	\$ 1,819,849,948.00
Certificación, legalización y documentación de la instalación	\$ 82,474,176.00

Tabla 41. Costos por edificio

Descripción	Valor total
Subestación 1 (Equipos)	\$605,612,572.00
Subestación 2 (Equipos)	\$272,465,199.00
Administración	\$1,417,917,132.00
Aulas	\$1,446,954,313.00
Cafetería	\$313,273,840.00
Cuarto de basuras	\$7,906,443.00

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

Estación de radio	\$8,354,510.00
Laboratorios	\$1,219,104,352.00
Subestación (Diseño eléctrico del edificio)	\$42,025,489.00
Talleres	\$1,013,906,329.00
Urbanismo, perimetral 1	\$566,929,723.00
Urbanismo, perimetral 2	\$508,407,950.00
Urbanismo, perimetral 3	\$405,238,764.00
Baños de hombres	\$24,646,224.00
Baños de mujeres	\$22,688,931.00
Portería principal	\$20,696,172.00
Auditorio	\$821,080,095.00
Bodega	\$7,943,905.00
Cafetería auxiliar	\$6,890,371.00
Coliseo	\$182,164,202.00
Portería auxiliar	\$3,729,471.00

El **presupuesto Total de obras** establecido para el proyecto, teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, es de **\$9.105.000.000**, cuyo desglose y especificaciones por cada actividad requerida se encuentran en el **anexo 6** del proyecto. El porcentaje destinado para administración, imprevistos y utilidades **AIU** se establece en un 36% (A=29%, I=2% y U=5%), cuyo valor sobre el presupuesto total de obras establecido es de **\$3.250.000.000**.

5.2 SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD ESSA

Para la solicitud de disponibilidad de energía de la ESSA se tuvo en cuenta el cambio del punto de conexión a la red, ya que si bien en este momento la I. E. INEM tiene el punto de conexión ubicado en la parte frontal de la portería principal, no es viable continuar con este, que si bien cuenta con el nivel de tensión requerido para el proyecto (13.2 kV), se encuentra en un punto lejano de la subestación principal de la institución.

Es por esto, que se decide cambiar el punto de conexión a uno ubicado en la parte posterior de la institución, con el fin de mantener distancias más cortas para no afectar de manera considerable los costos del proyecto.

El proyecto se energizará en una sola etapa, contemplada con fecha de inicio en diciembre del 2023.

La solicitud de disponibilidad de servicio mediante factibilidad fue **aprobada**, para una carga total de **1430 kVA**, este documento de aprobación y el plano correspondiente al nuevo punto de conexión se encuentran adjuntos en el **anexo 6**.

5.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN

Las especificaciones técnicas de construcción para las nuevas instalaciones eléctricas de la I. E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga se realizan con base en los Apus elaborados para establecer el presupuesto. Estas especificaciones se encuentran en el **anexo 6** del proyecto.

6. CONCLUSIONES

Una vez puesto en marcha el proyecto por parte de la secretaría de Infraestructura de Bucaramanga, se realiza exitosamente el empalme entre las especialidades que se integraron con el fin de modernizar las instalaciones de la I. E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga.

A partir de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, identificando las necesidades de la comunidad y teniendo en cuenta las directrices dadas por la secretaría para el desarrollo del proyecto, se logró realizar un rediseño funcional de las instalaciones eléctricas existentes en esta institución en conjunto con la empresa STAND ILUMINACIONES, implementando un diseño de iluminación que cumple con la normativa establecida en el RETILAP y se integra adecuadamente con el nuevo diseño estructural y arquitectónico que tendrá la institución.

Así mismo, aplicando la normativa establecida en el RETIE y la NTC, se logra rediseñar y repotenciar todas las instalaciones eléctricas de la institución (redes de salidas tomacorrientes, redes de energía regulada, redes especiales para sistemas de aire acondicionado), teniendo en cuenta los conceptos fundamentales que esto conlleva y estableciendo todos los requerimientos necesarios para su buen funcionamiento. Además, se propone el diseño para el Sistema de Protección Contra Rayos SPCR que garantiza la protección de los edificios en caso de descargas eléctricas sobre los mismos.

Realizado el rediseño, se logra establecer el presupuesto de inversión que tendrá la implementación de este, que, si bien es alto, concuerda con la magnitud del proyecto y es necesario para cumplir con todos los estándares de calidad y la normativa vigente.

Una vez analizado el diseño realizado según las directrices del taller de arquitectura, aunque se ajusta a la normativa vigente en Colombia, se evidencia que los alimentadores propuestos para los edificios en baja tensión no son viables por su dimensión y costo, y se plantean 2 alternativas de solución que podrían ser implementadas:

1. Que el diseño de la red de distribución del colegio se realice en media tensión, donde se plantea la instalación de 6 subestaciones tipo jardín ubicadas en puntos estratégicos.

El plano con el posible diseño de esta red de media tensión dentro de la institución se encuentra en el **anexo 3**.

2. Que los bancos de ductos y conductores que componen los alimentadores a los tableros generales de los edificios sean reemplazados por blindobarras, las cuales también se ajustan a los parámetros requeridos en el diseño de la red.

Así bien, teniendo en cuenta todo lo anterior, se consigue el cumplimiento de objetivos y metas propuestas para el proyecto, entregando un diseño funcional, confiable y eficaz de las nuevas instalaciones eléctricas a la comunidad de la I. E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga, que, como principio fundamental, salvaguarden la vida, seguridad e integridad de todas las personas que allí habitan.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ministerio de minas y energía (2013, Anexo general 2015). ***Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)***.
2. Instituto colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC (1998). ***Código Eléctrico Colombiano, Norma Técnica Colombiana NTC 2050***. Santa fe de Bogotá, D.C.
3. Ministerio de minas y energía (2010). ***Reglamento Técnico de Iluminaciones y Alumbrado Público (RETILAP)***.

ANEXOS

Dada la naturaleza de los anexos a presentar (planos, cuadros de cargas, etc.), estos se envían como un archivo adicional de soporte llamado anexos donde encuentra todos los documentos referenciados en el informe.

- Anexo 1: Diagrama unifilar
 - Unifilar general
 - Unifilar cafetería
 - Unifilar coliseo
 - Unifilar administración
 - Unifilar laboratorios, arte y música
 - Unifilar talleres y promoción social
 - Unifilar aulas
 - Unifilar auditorio

- Anexo 2: Planos de iluminación
 - Iluminación cafetería P1
 - Iluminación coliseo P1-P2
 - Iluminación administración P1-P2
 - Iluminación laboratorios, arte y música P1-P2
 - Iluminación talleres y promoción social P1-P2
 - Iluminación aulas P1-P2
 - Iluminación auditorio P1-P2

- Anexo 3: Planos de diseños eléctricos
 - Urbanismo
 - Edificios auxiliares
 - Diseño de la subestación
 - Cafetería

- Rediseño de las Instalaciones Eléctricas de la I.E. INEM Custodio García Rovira de Bucaramanga

- Coliseo
- Administración
- Laboratorios, Arte Y Música
- Talleres Y Promoción Social
- Aulas
- Auditorio
- Acometidas y alimentadores
- Posible diseño de la red en M.T.
- Malla a tierra

- Anexo 4: Cuadros de cargas
 - Acometida 13.2kV
 - Subestación 1 800 kVA 208V
 - Subestación 2 500 kVA 208V

- Anexo 5: SPCR
 - SPCR-Cafetería y coliseo
 - SPCR-Administración
 - SPCR-Laboratorios, Arte Y Música
 - SPCR-Talleres Y Promoción Social
 - SPCR-Aulas
 - SPCR-Auditorio

- Anexo 6: Presupuesto
 - Presupuesto
 - Factibilidad
 - Especificaciones técnicas