



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PILOTO PARA CENTROS
EDUCATIVOS Y POLIDEPORTIVOS DEL MUNICIPIO DE MOGOTES-
SANTANDER**

AUTOR:

WILLIAM RENÉ RUEDA SIERRA

DIRECTOR:

YESID EUGENIO SANTAFÉ RAMÓN

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA N. DE S. – COLOMBIA**

2021

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PILOTO PARA CENTROS
EDUCATIVOS Y POLIDEPORTIVOS DEL MUNICIPIO DE MOGOTES-
SANTANDER**

AUTOR:

WILLIAM RENÉ RUEDA SIERRA

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO**

DIRECTOR:

YESID EUGENIO SANTAFÉ RAMÓN

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
PAMPLONA N. DE S. – COLOMBIA**

2021

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA ELECTRÓNICA SISTEMAS
Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTAR
TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO**

**TÍTULO
DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO PILOTO PARA CENTROS
EDUCATIVOS Y POLIDEPORTIVOS DEL MUNICIPIO DE MOGOTES-
SANTANDER**

FECHA DE INICIO DEL TRABAJO: MARZO 22

FECHA DE TERMINACIÓN DEL TRABAJO: JULIO 9

NOMBRES Y FIRMAS DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTAR

AUTOR: WILLIAM RENÉ RUEDA SIERRA

DIRECTOR: YESID EUGENIO SANTAFÉ RAMÓN

DIRECTOR DE PROGRAMA: YESID EUGENIO SANTAFÉ RAMÓN

JURADO CALIFICADOR:

JURADO 1: ING. SAMUEL FERNANDO MONTES

JURADO 2: ING FRAYN MONSALVE PABON

JURADO 3: ING. YESID EUGENIO SANTAFÉ RAMÓN

**PAMPLONA, COLOMBIA
2021**

DEDICATORIA

A mis padres Zoraida Sierra Agredo y Silvino Rueda Pinto por todos los esfuerzos realizados y el infinito apoyo que me brindaron en todas las etapas de mi corta vida, porque fueron el mejor ejemplo para ser una persona respetuosa y servicial y porque con ellos voy cumpliendo poco a poco las metas que me he ido colocando para superarme constantemente y ser mejor cada día.

A Dios porque siempre he podido recurrir a él en los buenos y malos momentos y he podido mantenerme con paciencia, fortaleza, positivismo y berraquera para culminar las metas propuestas durante este proceso de aprendizaje

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros de estudio que con el pasar de los años se fueron convirtiendo en grandes amistades, los aprecio y les deseo lo mejor.

A los profesores con los que tuve oportunidad de poder compartir y adquirir conocimiento, gracias a ellos hoy por hoy tengo capacidades en el ámbito profesional para aportar ideas y soluciones frente a problemáticas que se me irán presentando en mi vida laboral.

A mi familia la cual es uno de los pilares más sólido e importante que siempre he tenido y que quiero seguir teniendo por todo el tiempo que dios permita.

CONTENIDO

	PÁG.
1. INTRODUCCIÓN	16
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	18
3.2 JUSTIFICACIÓN.....	18
4. MARCO DE REFERENCIA Y ANTECEDENTES.....	19
4.1 MARCO TEÓRICO	19
4.1.1 DEFINICIONES.....	19
4.2 ANTECEDENTES.....	21
5. RECOLECCIÓN DEL REGLAMENTO QUE DEBE CUMPLIR EL PLAN DE MEJORAMIENTO.....	22
5.1 OPERADORA DE RED ESSA (PROPIEDAD DEL GRUPO EPM)	22
5.2 REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE) 25	
5.3 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2050	32
5.4 REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO (RETILAP).....	36
6. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS Y POLIDEPORTIVOS DEL MUNICIPIO DE MOGOTES.....	40
6.1 CENTROS EDUCATIVOS	41
6.1.1 INSTITUCIÓN EDUCATIVA EL OASIS SEDE F VEREDA ARENAL SECTOR EL ROLLO.....	41
6.1.2 INSTITUCIÓN EDUCATIVA EL HOYO.....	59
6.2 POLIDEPORTIVOS	75
6.2.1 POLIDEPORTIVO PRINCIPAL DEL MUNICIPIO DE MOGOTES	76
6.2.2 POLIDEPORTIVO DE LA VEREDA CALICHANA SECTOR EL GUAMO	84

7.	PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS Y POLIDEPORTIVOS DEL MUNICIPIO DE MOGOTES	92
8.	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS CENTROS EDUCATIVOS Y POLIDEPORTIVOS EN LA PARTE ELÉCTRICA.	99
8.1	Centro educativo arenal el rollo	101
8.2	CENTRO EDUCATIVO EL HOYO	106
8.3	POLIDEPORTIVO PRINCIPAL DEL MUNICIPIO DE MOGOTES	114
8.4	POLIDEPORTIVO DE LA VEREDA CALICHANA SECTOR EL GUAMO 117	
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
9.1	CONCLUSIONES	120
9.2	RECOMENDACIONES.....	120
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	122
11.	ANEXOS.....	124

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Distancias mínimas de seguridad</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 2 Porcentaje de ocupación disponible en una tubería que alberga conductores.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 3 Tipos de fuentes luminosas con base a la temperatura de color y reproducción cromática</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 4 Niveles de iluminación promedio.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 5 Niveles de iluminación horizontal según el tipo de deporte.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 6 Cuadro de cargas, centro educativo arenal el rollo</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 7 Corrección de temperatura para el conductor de la acometida.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 8 regulación de tensión de la acometida</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 9 Regulación de tensión del circuito de mayor longitud en la instalación</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 10 Información de las instalaciones eléctricas del centro educativo de la vereda arenal sector el rollo</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 11 Cuadro de cargas del medidor 1 (bifásico) centro educativo el hoyo</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 12 Corrección temperatura acometida</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 13 Regulación de tensión de la acometida.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 14 Regulación de tensión circuito ramal de mayor longitud.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 15 Cuadro de cargas del medidor 2 (monofásico) centro educativo el hoyo.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 16 Corrección de temperatura de la acometida del medidor 2.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 17 Regulación de tensión de la acometida del medidor 2</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 18 Regulación de tensión para el circuito de mayor longitud.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 19 Información de las instalaciones eléctricas del centro educativo el hoyo</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 20 Cuadro de cargas del polideportivo principal del municipio de Mogotes</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 21 Corrección de temperatura para el conductor de la acometida.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 22 Regulación de tensión de la acometida.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 23 Regulación de tensión para el circuito de mayor longitud del polideportivo</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 24 Información de las instalaciones eléctricas del polideportivo municipal de Mogotes.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 25 Cuadro de cargas del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 26 Corrección de temperatura para acometida y conductores.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 27 Regulación de tensión de la acometida.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 28 Regulación de tensión del circuito de iluminación del polideportivo.....</i>	<i>90</i>

<i>Tabla 29 Información de las instalaciones eléctricas del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 30 mantenimiento de las instalaciones eléctricas del centro educativo de la vereda arenal sector el rollo</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 31 Mantenimiento de las instalaciones eléctricas del centro educativo de la vereda del hoyo</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 32 Mantenimiento del polideportivo principal del municipio de mogotes</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 33 Mantenimiento del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 34 Cuadro de cargas con de las instalaciones eléctricas con el mejoramiento proyectado</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 35 Mejoramientos del centro educativo de la vereda arenal sector el rollo</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 36 Cuadro de cargas de las instalaciones eléctricas del medidor bifásico con el mejoramiento proyectado</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 37 Cuadro de cargas de las instalaciones eléctricas del medidor monofásico con el mejoramiento proyectado</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 38 mejoramientos eléctricos del centro educativo de la vereda el hoyo</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 39 Cuadro de cargas con las modificaciones que tendrá el polideportivo principal del municipio</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 40 Mejoramientos del polideportivo principal</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 41 Cuadro de cargas del polideportivo después de que se realice el mejoramiento propuesto al polideportivo</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 42 mejoramientos del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo</i>	<i>118</i>

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 Distancias mínimas de seguridad.....</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 2 zonas de tiempo/corriente de la corriente alterna a.c en el ser humano</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 3 Correcta conexión de un sistema de puesta a tierra.</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 4 Una sola puesta a tierra para dos o más sistemas eléctricos.....</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 5 sistemas de puesta a tierra aislados</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 6 conexión a tierra TN-C-S</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 7 Disposición de la acometida.....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 8 Canalización de la acometida hacia el medidor.....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 9 Medidor electromecánico monofásico</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 10 Estado de las conexiones o empalmes de la instalación eléctrica.</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 11 Breaker de protección principal</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 12 Cuartos de baños de la sede educativa</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 13 Conexión de equipo audio visual</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 14 Tablero de distribución del centro educativo.....</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 15 Barraje de sistema de puesta a tierra</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 16 Suciedad en la caja de distribución</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 17 Distribución de circuitos por canaleta</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 18 Distribución de circuitos por canaleta</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 19 Distribución de circuitos por canaleta</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 20 Estado de unos tramos de la canaleta.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 21 Sala de informática.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 22 Tablero de distribución de la sala de informática</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 23 barraje de puesta a tierra sala de informática</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 24 Toma interruptores.....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 25 Toma corrientes.....</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 26 Caja de tomacorriente</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 27 Plafón y bombillo</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 28 Centro educativo de arenal sector el rollo</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 29 vista superior del centro educativo de la vereda arenal sector el rollo.....</i>	<i>52</i>

<i>Ilustración 30</i> datos arrojados por el software DIALux sobre el nivel de iluminancia que presenta el centro educativo de la vereda arenal sector el rollo	53
<i>Ilustración 31</i> Acometidas presentes en el centro educativo de la vereda el hoyo	60
<i>Ilustración 32</i> Breaker principal medidor monofásico.....	61
<i>Ilustración 33</i> Conexión del breaker del medidor monofásico.....	61
<i>Ilustración 34</i> Breaker principal medidor bifásico.....	61
<i>Ilustración 35</i> Breaker estado de aislamiento de conductores en el gabinete del medidor bifásico.....	61
<i>Ilustración 36</i> tablero de distribución para salones sin sistema de puesta a tierra.....	62
<i>Ilustración 37</i> tablero de distribución salones	62
<i>Ilustración 38</i> tableros de distribución de salones	62
<i>Ilustración 39</i> conexión de ventilación y equipo audiovisual.....	63
<i>Ilustración 40</i> conexión de ventilación y equipo audiovisual con canaleta plástica	63
<i>Ilustración 41</i> canalización de conductores por medio de canaletas.....	64
<i>Ilustración 42</i> Estado de la canalización por canaleta	64
<i>Ilustración 43</i> Toma corriente	65
<i>Ilustración 44</i> Plafón	65
<i>Ilustración 45</i> Interruptor doble y toma corriente fuer de su caja eléctrica	65
<i>Ilustración 46</i> caja de interruptor sencillo	65
<i>Ilustración 47</i> iluminación del centro educativo de la vereda el hoyo	66
<i>Ilustración 48</i> vista superior del centro educativo de la vereda del hoyo	66
<i>Ilustración 49</i> datos arrojados por el software DIALux sobre el nivel de iluminancia que presenta el centro educativo de la vereda el hoyo.....	67
<i>Ilustración 50</i> Acometida polideportivo municipal.....	76
<i>Ilustración 51</i> Ubicación del medidor y tablero de distribución.....	77
<i>Ilustración 52</i> Breaker principal de protección	77
<i>Ilustración 53</i> Estado de los gabinetes del medidor y tablero de distribución	77
<i>Ilustración 54</i> Cajas de inspección.....	78
<i>Ilustración 55</i> Cableado utilizado	78
<i>Ilustración 56</i> Conexiones y empalmes.....	78
<i>Ilustración 57</i> Electrodo de puesta a tierra.....	78
<i>Ilustración 58</i> Tipo de iluminación y apoyo.....	79
<i>Ilustración 59</i> Polideportivo principal del municipio de Mogotes.....	80

<i>Ilustración 60 Datos arrojados por el software DIALux sobre el nivel de iluminancia que presenta el polideportivo principal del municipio de Mogotes.....</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 61 Acometida del polideportivo de la vereda el guamo.....</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 62 Panel de control.....</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 63 Interior del panel de control.....</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 64 Tipo de luminarias y apoyo del sistema de iluminación.....</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 65 Tipo de luminaria y apoyo del sistema de iluminación.....</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 66 Electrodo de puesta a tierra.....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 67 Estado de las conexiones.....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 68 Estado de las cajas de inspección.....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 69 Polideportivo de la vereda calichana sector el guamo.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 70 Datos arrojados por el software DIALux sobre el nivel de iluminancia que presenta el polideportivo de la vereda calichana sector el guamo.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 71 Iluminación del centro educativo.....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 72 Distribución de los puntos de iluminación.....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 73 Pano eléctrico del centro educativo con el mejoramiento de las instalaciones.....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 74 Iluminación del centro educativo de la vereda el hoyo.....</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 75 Ubicación de los puntos de iluminación del centro educativo de la vereda el hoyo.....</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 76 Plano eléctrico del centro educativo de la vereda el hoyo con las mejoras a realizar en el plan de mejoramiento piloto.....</i>	<i>109</i>
<i>Ilustración 77 Simulación de la nueva iluminación del polideportivo principal.....</i>	<i>114</i>
<i>Ilustración 78 simulación de la iluminación del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo.....</i>	<i>117</i>

RESUMEN

El interés que tiene este proyecto, está en mejorar el servicio eléctrico y la seguridad de la comunidad académica, los residentes y visitantes de escuelas y polideportivos del municipio de Mogotes y contribuir con los planes de desarrollo municipal [1] y departamental al incluir planes de mejoramiento para las instituciones y polideportivos que tiene el municipio. Estos establecimientos por sus años de servicio la mayoría superando los 20 años de estar en funcionamiento, deja claro que las adecuaciones eléctricas internas de la mayoría de centros educativos no están conforme a los lineamientos que exige la normativa RETIE si se considera que el RETIE empezó a regir en Colombia en mayo del año 2005, también se tiene conocimiento por parte de la alcaldía sobre la falta o deterioro de los sistemas de puesta a tierra y posiblemente incumplimiento de los reglamentos de la operadora de red que en este caso es la electrificadora de Santander ESSA. La iluminación de polideportivos y la delimitación de las zonas de riesgo eléctrico han llegado a ser deficientes, la comunidad ha estado reportando estos peligros y los déficits en la calidad del servicio eléctrico que tienen estos centros educativos, y polideportivos limitando las opciones de diversificación de la forma de transmitir el conocimiento por medio de los educadores y para los niños y jóvenes su recreación.

SUMMARY

The interest of this project is to improve the electrical service and the security of the academic community, residents and visitors of schools and sports centers in the municipality of Mogotes and contribute to the municipal [1] and departmental development plans by including plans for improvement for the institutions and sports centers that the municipality has. These establishments, due to their years of service, most of them exceeding 20 years of being in operation, make it clear that the internal electrical adjustments of most educational centers are not in accordance with the guidelines required by the RETIE regulations if it is considered that the RETIE began to govern in Colombia in May 2005, the mayor's office is also aware of the lack or deterioration of the grounding systems and possibly non-compliance with the regulations of the network operator, which in this case is the Santander electricity company ESSA. The lighting of sports centers and the delimitation of electrical risk areas have become deficient, the community has been reporting these dangers and the deficits in the quality of the electrical service that these educational centers have, and sports centers limiting the diversification options of the way of transmitting knowledge through educators and their recreation for children and young people.

1. INTRODUCCIÓN

La propuesta sobre un plan de mejoramiento nace de la importancia que normalmente tiene estos tipos de establecimientos para la comunidad donde lo que se busca es que cada lugar pueda cumplir su función en todos los escenarios que le es posible, es por este motivo que es importante que las instalaciones eléctricas se encuentren en condiciones admisibles de servicio, alargando su vida útil, asegurando que se mantengan los requisitos mínimos para tener un buen funcionamiento y que la seguridad de la vida humana se encuentre como objetivo principal. Todos los mejoramientos que se desee realizar en los centros educativos o en los polideportivos en el ámbito eléctrico tendrá un impacto positivo en la comunidad por el aumento de posibilidades en actividades que se podrán realizar en cada uno de estos establecimientos públicos.

El municipio de mogotes en el momento de la realización de este proyecto cuenta con 47 centros educativos distribuidos por todo su territorio, todos se encuentran activos prestando su servicio a la comunidad y de esos 47 centros educativos en colaboración con la alcaldía de mogotes se eligen dos centros educativos para realizar un diagnóstico de sus instalaciones presentar un plan de mantenimiento y por ultimo proponer un plan de mejoramiento que deje las instalaciones eléctricas de los dos centro educativos en condiciones de funcionamiento excelente cumpliendo los diferentes reglamentos eléctricos y permitiendo así que sirva de ejemplo para que se siga realizando estos mejoramientos en todas los demás centros educativos. Para el caso de los polideportivos la metodología a realizar será la misma que con la de los centros educativos donde de los 24 polideportivos que hasta el momento tiene el municipio de mogotes se eligen dos polideportivos y se les realiza un diagnóstico a sus instalaciones eléctricas, se identifica los reglamentos eléctricos que se están incumpliendo y se identifica las posibles inconsistencias que pueda presentar las instalaciones eléctricas para luego efectuar un plan de mantenimiento para aplicar en los polideportivos y por último se realiza la propuesta de mejoramiento que permita tener unas mejores condiciones de servicio eléctrico en estos polideportivos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un plan de mejoramiento piloto para centros educativos y polideportivos del municipio de mogotes.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar cuáles son los reglamentos eléctricos y de iluminación que se aplican en centros educativos y escenarios polideportivos.
- Analizar el estado actual de las instalaciones eléctricas y su planimetría de las escuelas y de los polideportivos.
- Elaborar un plan de mantenimiento a las instalaciones eléctricas de las escuelas y polideportivos.
- Plantear una propuesta de mejoramiento de los centros educativos y polideportivos en la parte eléctrica.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Durante estas dos últimas décadas el municipio de mogotes ha tenido un aumento de forma constante en su número de habitantes lo que hace que haya un aumento de demanda de los centros educativos y mayor uso de los centros polideportivos que tiene el municipio. Muchos de estos establecimientos al momento de su construcción fueron diseñados para un número reducido de personas pero con el pasar de los años este diseño ha llevado a que muchos de los centros educativos y polideportivos del municipio requieran de una ampliación o adecuación de la infraestructura lo que conlleva a mejoras en las instalaciones eléctricas de las mismas, otro punto a tener en cuenta es que estas instalaciones eléctricas por su uso diario requieren de un plan de mantenimiento que mantenga la funcionalidad de las instalaciones eléctricas y reforzar la seguridad de quienes están dando uso a estos establecimientos y aplicar la normativa eléctrica vigente si se necesita.

3.2 JUSTIFICACIÓN

Mogotes cuenta con 6 instituciones educativas que a su vez están divididas en 47 cedes repartidas por todo el territorio Mogotano, igualmente tiene 24 polideportivos [1], todos estos establecimientos públicos están disponibles para la comunidad, es por ello que estos establecimientos requieren atención periódica en reparaciones y mantenimientos que garanticen su buen funcionamiento y durabilidad para toda persona que hace uso de estos establecimientos, en cuestiones de alumbrado y suministro de energía estos establecimientos no siempre se les da el debido cuidado periódico y por el número de sitios a ser intervenidos aumentan las posibilidades de que no todos los establecimientos se adquieran las intervenciones de preservación en periodos prudentes.

4. MARCO DE REFERENCIA Y ANTECEDENTES

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 DEFINICIONES

Durante la realización de este proyecto es indispensable tener conocimiento de una serie de conceptos para evitar mala interpretación de la información presente en el documento.

Riesgo eléctrico: probabilidad de perder la vida, producirse daños materiales o económicos por la presencia de una corriente eléctrica, en una determinada área en un lapso de tiempo. Se puede presentar dos tipos de riesgo eléctrico: riesgo por electrocución y riesgo por incendio. [2]

Riesgo por electrocución: posibilidad de presentarse una circulación de corriente eléctrica en el cuerpo humano que causa daños en el cuerpo afectando la piel, órganos, vasos sanguíneos, nervios o en el peor de los casos la muerte, el motivo para que el cuerpo pueda recibir una descarga eléctrica es por su composición que en su mayor parte es agua, elemento que puede llegar a conducir electricidad. [2]

Riesgo de incendio: Posibilidad de que se genere un incendio en un área conocida producto de una chispa por cortocircuito, sobrecarga, fallas en los aparatos eléctricos o instalaciones eléctricas subdimensionadas [3]. Para que ocurra un incendio se considera que debe haber mínimo tres elementos los cuales son: combustible, oxígeno y una fuente de ignición. [2]

Las causas por las cuales se genera un incendio en una instalación eléctrica son por múltiples factores, a continuación, se mencionan los más comunes:

- **Diseño inadecuado:** ocurre cuando el diseñador o contratista no aplica correctamente los reglamentos eléctricos vigentes, también ocurre porque el proyecto fue realizado por una persona no especializada
- **Instalación inadecuada:** El diseño del proyecto puede estar correctamente realizado, pero la persona ejecutora del trabajo eléctrico lo realiza de manera errónea.
- **Sobrecarga:** se origina por llevar una instalación por encima de los límites a los que originalmente fue diseñada y en instalaciones que por su tiempo

de funcionamiento se ha disminuido su capacidad de servicio.

- Fallas en aparatos electros: producido por deterioro en los aislamientos del aparato o defectos de fabricación, mal uso o por alteraciones producto de golpes que provoquen mal funcionamiento. [2]

Electrización: Este término es empleado para los accidentes donde hay una circulación de corriente en el cuerpo humano que no es mortal, dependiendo de la duración del paso de la corriente y de la intensidad de la descarga los síntomas en la persona varían y pueden ser: rigidez muscular, dolor, ardor, quemadura, e incluso perdida de tejido muscular u órganos. [4]

RETIE: Es el reglamento técnico de instalaciones eléctricas que se rige en Colombia y contiene las medidas que garantizan la seguridad de la vida humana, la flora y la fauna, mitigando o eliminando los riesgos que pueden ocasionarse por la manipulación de la electricidad. Este reglamento entró a regir en mayo de 2005 y aplica a todas las instalaciones eléctricas nuevas, que estén en proceso de ampliación o remodelación. También es aplicado a los diferentes procesos de la energía eléctrica como son los de generación, transformación transporte distribución y uso final de la energía eléctrica [5]

Equipotencializar: es tener todos los elementos que puedan conducir electricidad conectados entre sí a un sistema de puesta a tierra con una impedancia muy baja para conseguir tener un diferencial de potencial muy pequeño entre estos elementos conectados. [4]

Sistema de puesta a tierra: Es un Sistema de protección que debe disponer toda instalación eléctrica para evitar que una persona al momento de tener contacto con la instalación quede expuesta a tensiones de paso o tensiones de contacto. [4]

Dentro de la puesta a tierra se encuentra un conductor utilizado para conectar los circuitos a proteger a un electrodo o grupo de electrodos enterrados en tierra, los equipos con partes metálicas se conectan al conductor de tierra y el conductor de tierra a su vez se conecta al electrodo o grupo de electrodos teniendo equipotencializado el sistema de puesta a tierra [6]

Tensión de paso: Tensión producida en una falla entre dos puntos de la superficie que están separados a un paso (la distancia entre un punto y el otro de un paso es de un metro). [4]

Tensión de contacto: tensión producida en una falla entre un elemento metálico o sistema de puesta a tierra y un punto de la superficie de la tierra. La separación máxima de manera horizontal entre el punto de contacto del elemento metálico y

el punto de la tierra es de un metro que es el equivalente al que se puede tener al extender el brazo. [4]

Plano eléctrico: representación gráfica de todos los elementos y circuitos que componen una instalación eléctrica, un plano eléctrico contiene las características y especificaciones a tener en cuenta al momento de elaborar una instalación eléctrica. [4]

Partes energizadas: son todas las estructuras metálicas, conductores, terminales o equipos eléctricos que se encuentran expuestos o sin aislar y que inducen a un riesgo de descarga eléctrica [6]

Punto de acometida: punto de conexión entre las instalaciones eléctricas de la operadora de red y la instalación eléctrica de la casa, comercio o industria. [6]

Iluminancia: Densidad de flujo luminoso que cae en una superficie. Las unidades de la iluminancia son los luxes (lx) [7]

Deslumbramiento: es cuando el campo visual de una persona entra en una iluminancia superior a la iluminancia a la cual los ojos están adaptados, causando molestias, pérdida momentánea o permanente de la visión e incomodidad visual. Hay varios tipos de deslumbramientos: deslumbramiento cegador, directo, indirecto e incómodo. [7]

Candela: Intensidad luminosa que emite una fuente por unidad de ángulo sólido hacia una dirección concreta. Una candela equivale a un lumen por estereorradián (recordar que el estereorradián es la medida de los ángulos sólidos [8]) [7]

Tipos de aislamiento de los conductores eléctricos: los conductores eléctricos que se utilizan para instalaciones eléctricas comerciales residenciales o industriales tienen un aislamiento que dependiendo de las condiciones de instalación se tiene un tipo de aislamiento: los tipos de aislamientos son TW, THN, THW, THHW, THWN, RHW y XHHW. [9] El significado de estas abreviaturas es el siguiente:

- R: Aislamiento de hule
- T: Aislamiento termoplástico
- X: Aislamiento de polímero sintético barnizado
- H: Resistente al calor hasta 75°C
- HH: Resistente al calor hasta 90°C
- W: Resistente a la humedad
- N: Cubierta de nylon [9]

4.2 ANTECEDENTES

Estos establecimientos en su momento de puesta en servicio al público quedan disponibles para toda una comunidad y por sus beneficios que otorga es importante tenerlo en buenas condiciones, una buena institución educativa acerca más a las nuevas generaciones al conocimiento y unas buenas instalaciones deportivas facilita más espacios sanos para la comunidad, se convierte en un espacio con capacidad de crear potenciales deportistas que representen sus disciplinas y mitiga la deserción de la juventud hacia la delincuencia y vagancia, razones como estas hacen que los planes de desarrollo departamental y municipal dentro de sus prioridades se encuentre la creación de más establecimientos como estos y mejoramiento de las instalaciones deportivas y educativas ya existentes, en el plan de desarrollo municipal actual (plan de mejoramiento municipal 2020-2023, Mogotes-Santander) [1] entre sus propuestas se presenta iniciativas para dar mantenimiento a un buen número de establecimientos educativos y polideportivos que tiene el municipio de mogotes.

Trabajos como el ingeniero Derbis Damián Daza Acevedo [10] y el del ingeniero Jorge Enrique Pinzón García [11] en sus propuestas de grado en su entonces centraron sus temas en la adecuación de las instalaciones de una institución educativa y de una cancha de futbol para que por medio del cumplimiento de los reglamentos técnicos de servicio eléctrico estas instalaciones contaran con una calidad de servicio superior a la que contenían

5. RECOLECCIÓN DEL REGLAMENTO QUE DEBE CUMPLIR EL PLAN DE MEJORAMIENTO

Este proyecto inicia teniendo conocimiento pleno de los requisitos mínimos que debe tener las instalaciones de cada uno de los establecimientos a los cuales se les desea dar intervención para mejorar el estado y la seguridad de las instalaciones eléctricas.

A continuación, se extrae del reglamento de la operadora de red, el RETIE, la NTC2050 y el RETILAP los requisitos que debe tener una institución educativa y un polideportivo para poderlos aplicar en el análisis que se realizará de los establecimientos a los cuales se le hará una visita para así elaborar un plan de mejoramiento para los polideportivos y centros educativos del municipio de Mogotes-Santander.

5.1 OPERADORA DE RED ESSA (PROPIEDAD DEL GRUPO EPM)

La electrificadora de Santander ESSA actualmente propiedad de empresas públicas de Medellín, lleva en funcionamiento desde el 30 de agosto de 1891 [12] y dentro de su reglamento se encuentran los siguientes requisitos:

Distancias mínimas de seguridad: las distancias que se toman se realizan desde el conductor activo hasta el punto de contacto más cercano, si los conductores de la red se encuentran con aislamiento no es obligatorio tener estas distancias mínimas. [13]

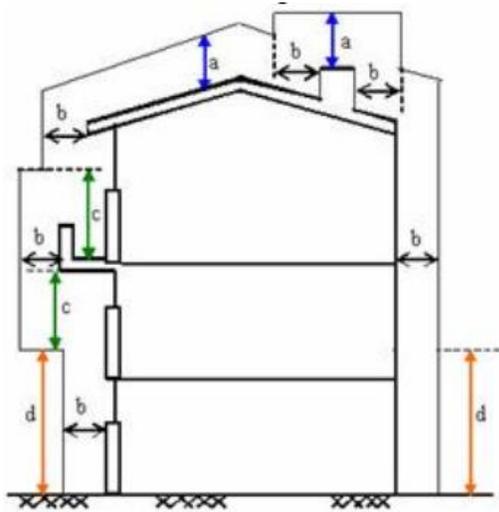
A continuación, en la Tabla 1 se muestra las distancias mínimas que debe tener una línea a los diferentes puntos de una edificación

Tabla 1 Distancias mínimas de seguridad

Distancias mínimas de seguridad en edificaciones		
Descripción	Tensión entre fases (kv)	Distancia (m)
Distancia de forma vertical (a) sobre tejados o zonas difíciles de acceder para las personas (ver la Ilustración 1)	34.5	3.8
	13.2	3.8
	<1	0.45
Distancia de forma horizontal (b) en muros, ventanas, balcones y demás áreas aun si no son de fácil acceso para las personas (ver la Ilustración 1)	115	2.8
	66	2.5
	34.5	2.3
	13.2	2.3
	<1	1.7
Distancia de forma vertical (c) sobre los balcones o debajo de ellos (ver la Ilustración 1)	34.5	4.1
	13.2	4.1
	<1	3.5
Distancia de forma horizontal (d) en vías vehiculares, callejones, vías peatonales, o carreteras (ver la Ilustración 1)	115	6.1
	66	5.8
	34.5	5.6
	13.2	5.6
	<1	5

fuentes: información sacada del reglamento de la electrificadora de Santander [13]

Ilustración 1 Distancias mínimas de seguridad



Fuente: ilustración sacada del reglamento de la electrificadora de Santander [13]

con la Ilustración 1 se da más claridad de cómo se toman las distancias que se encuentran en la Tabla 1, adicional a lo anterior se debe tener claro que si las redes son de uso público no pueden pasar por encima de una edificación, las distancias que en la Tabla 1 muestren que pasen por encima de la edificación solo serán permitidas en redes de dominio privado.

la acometida de los polideportivos la distancia mínima que debe tener cuando atraviesa una vía vehicular, callejón vía peatonal, zona boscosa, zona de cultivos es de 5 metros, ahora si la acometida atraviesa la cancha la distancia mínima desde el piso a la línea es de 12 metros. [13]

niveles de iluminancia: la iluminación que debe tener un establecimiento debe emitir una cantidad de luz suficiente para realizar las actividades propias de cada lugar, sin dejar a un lado la cantidad, tipo y eficiencia que tenga las luminarias. Un buen sistema de iluminación debe tener niveles de deslumbramiento mínimo y tener unas fuentes de iluminación que proporcionen una distribución de color optima [13]

circuitos ramales: la distribución de los circuitos ramales se realiza según la capacidad de corriente máxima y el valor de corriente del dispositivo de protección contra las sobre corrientes, los tomacorrientes deben tener la capacidad de brindar la corriente y tensión que el equipo exija, para los tomacorrientes que se encuentren cerca de estanques o lavamanos deben ser de tipo GFCI. [13]

La carga permisible en cada circuito es el 80% de corriente nominal de cada circuito ramal, este porcentaje es adoptado para darle al conductor 20% en casos de aumento de corriente temporales por alguna sobrecarga. [13]

Tableros de distribución: los tableros de distribución deben tener la capacidad de alojar la totalidad de circuitos ramales donde cada circuito ramal debe tener su protección contra sobre corriente y debe estar identificado en el tablero de distribución que función tiene, no se debe tener más de 42 dispositivos de protección y la el tablero debe dejar una reserva mínima de 30% de puestos para reserva. La altura aproximada que debe tener la caja de distribución ya instalada es de 1.4m [13]

5.2 REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

El RETIE es un documento que contiene todos los lineamientos que deben cumplirse para hacer una instalación eléctrica segura para los seres humanos y que no atente contra la flora y fauna, tener en cuenta que hay unos cuantos tipos de instalaciones que el RETIE no cobija como son:

- Instalaciones eléctricas de automóviles, barcos, trenes o aeronaves
- Instalaciones eléctricas de equipos utilizados en la medicina, telecomunicaciones y sistemas de control, sistemas de sonido o señales de radio.
- Instalaciones que utilizan menos de 24v siempre y cuando no represente riesgo eléctrico o peligros de incendios
- En general las instalaciones eléctricas de electrodomésticos o herramientas. [4]

Como el fin de este proyecto es la elaboración de un plan de mejoramiento que este cumplimiento todos los requerimientos que el RETIE exige para avalar que una instalación es segura, a continuación, se describen los lineamientos que deben ser cumplidos para que los centros educativos y polideportivos del municipio de mogotes puedan recibir un plan de mejoramiento que este acorde al reglamento técnico de instalaciones eléctricas en Colombia [4]

Señalización de seguridad: la marcación de una zona se hace evitar la circulación de personas sin conocimiento en el área marcada debido a que pueden terminar ocasionando accidentes o produciendo una falla. Las señales pueden ser mensajes de prevención o prohibición donde la información contenida debe ser de fácil entendimiento. La señalización en los centros educativos y en los polideportivos son importantes por el tipo de personas que llegan a estos establecimientos ya que en la mayoría de personas son niños. [4]

Código de colores en los conductores: permite evitar accidentes por interpretación errónea al momento de intervenir un sistema eléctrico. El marcar debidamente los conductores es un requisito a cumplir para que la operadora de red avale que la instalación eléctrica para posteriormente ser puesta en servicio y aunque hay las instalaciones de estos centros educativos y polideportivos que probablemente se encontraban ya en funcionamiento antes de la entrada en funcionamiento del RETIE no se puede tomar como excusa para no hacer las correcciones en los debidos mantenimientos que debería de tener cada establecimiento. Dentro del plan de mantenimiento a cada institución que carezca de la correspondiente marcación de cada conductor se deberá de realizar. [4]

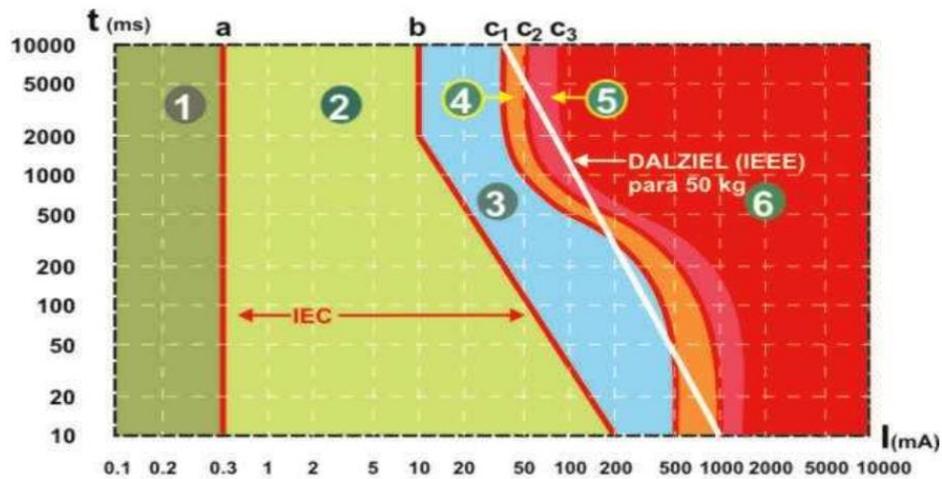
Los colores que se permiten utilizar en este tipo de instalaciones son:

- Amarillo: conductor activo
- Azul: conductor activo
- Rojo: conductor activo
- Blanco: conductor neutro
- Verde: conductor de tierra
- verde con franjas longitudinales amarillas: conductor de tierra [4]

Si el sistema es trifásico cada conductor activo tendrá un color, si el sistema es bifásico se eligen dos de los colores mencionados anteriormente y si el sistema es monofásico el conductor activo estará demarcado de color rojo. Para el conductor de tierra se menciona dos tipos de identificación del conductor el reglamento permite que se utilice sin preferencia cualquiera de los dos.

Sistema de puesta a tierra (SPT): todas las instalaciones eléctricas deben tener un SPT para que en casos donde se presente tensiones de paso o tensiones de contacto producto de una falla o mal uso de la instalación eléctrica, el SPT garantice que los umbrales de soportabilidad que tiene una persona no se superen recordando que 25mA es el valor que puede soportar el cuerpo humano antes de que las lesiones sean más severas como para inducir a la muerte. A continuación, se puede observar la Ilustración 2 que muestra un gráfico de tiempo vs corriente cuando el cuerpo entra en contacto con una corriente que consecuencias puede tener [4]

Ilustración 2 zonas de tiempo/corriente de la corriente alterna a.c en el ser humano



Fuente: tomado del RETIE del artículo 9 [4]

La Ilustración 2 se encuentra dividida en zonas que describe que síntomas pueden presentarse por el tiempo de exposición y el nivel de corriente:

Zona 1: no se presenta una reacción.

Zona 2: no se presenta un efecto fisiológico peligroso

Zona 3: no se presenta riesgo de fibrilación.

Zona 4: hay riesgo de fibrilación (alrededor de 5%)

Zona 5: hay riesgo de fibrilación (alrededor de 50%)

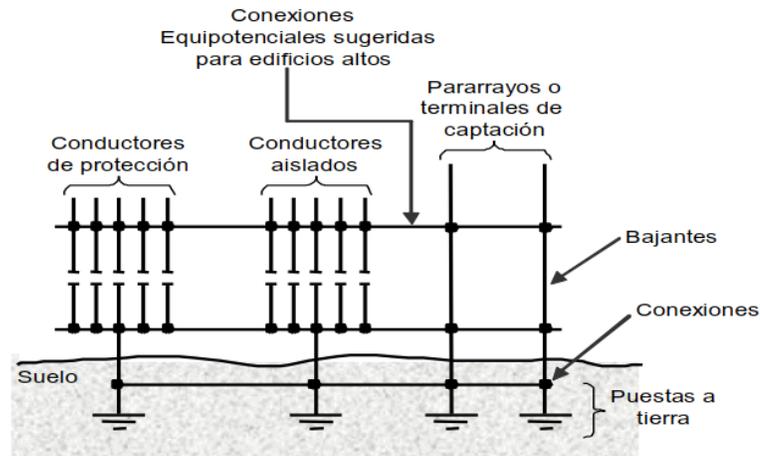
Zona 6: se presenta paro cardiorrespiratorio y graves quemaduras, el riesgo de fibrilación es superior al 50% [4]

La curva c1 de la Ilustración 2 es el límite de corriente que tiene el diseño de los sistemas de protección debido que hasta la curva c1 es que el cuerpo humano puede estar expuesto a la corriente sin tener lesiones graves como quemaduras, paro cardiorrespiratorio, amputación de extremidades o la muerte. [4]

Un buen SPT garantiza que las personas estén más seguras y que las instalaciones eléctricas estén protegidas cuando se presenten fallas o uso inadecuado de las mismas. El SPT debe ser capaz de canalizar la máxima corriente de falla posible y los elementos metálicos de una estructura se deben conectar al SPT pero no se deben tomar como conductores del mismo, si las conexiones son en conductores subterráneos, estas conexiones deben de estar realizadas con soldadura exotérmica o un conector certificado, si en dado caso la instalación tiene más de una puesta a tierra, estas no pueden estar aisladas,

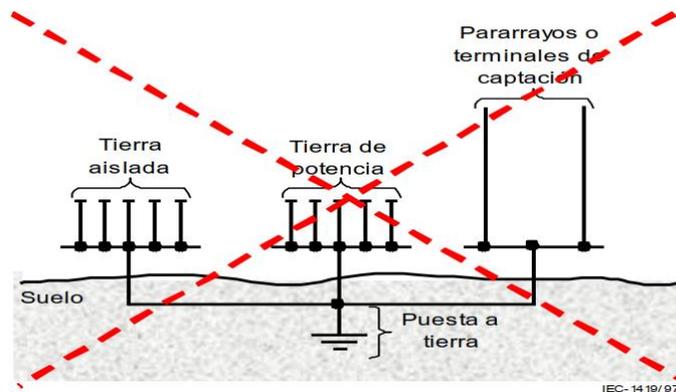
deben conectarse eléctricamente como se muestra en la Ilustración 3 y en la Ilustración 4 e Ilustración 5 se encuentra las formas incorrectas de instalación de varios sistemas de puesta a tierra de un mismo lugar [4]

Ilustración 3 Correcta conexión de un sistema de puesta a tierra.



Fuente: tomado del RETIE del artículo 15 [4]

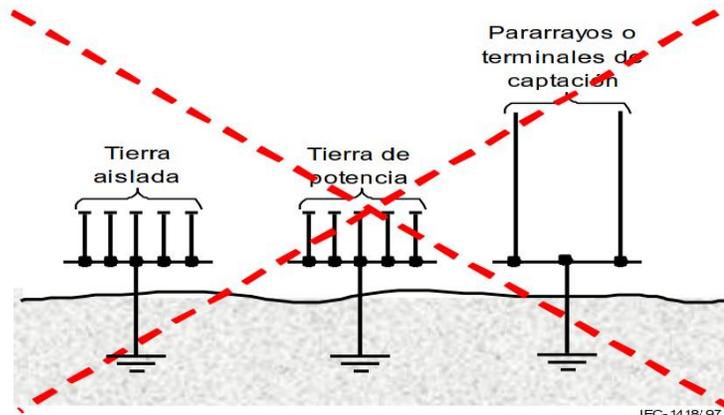
Ilustración 4 Una sola puesta a tierra para dos o más sistemas eléctricos.



Fuente: tomado del RETIE del artículo 15 [4]

La Ilustración 4 muestra una conexión de varios sistemas en un solo electrodo que va a ejercer su función de forma insuficiente, está protegiendo tres sistemas importantes cuando cada sistema debe de tener su propio electrodo de puesta a tierra.

Ilustración 5 sistemas de puesta a tierra aislados



Fuente: tomado del RETIE del artículo 15 [4]

La Ilustración 5 muestra cada sistema de puesta a tierra tiene su electrodo de puesta a tierra, pero los tres sistemas están aislados y por norma no es permitido porque todo el sistema en general no se encuentra equipotencializado lo que ocasiona que se generen lasos de tierra e inestabilidad en toda la instalación eléctrica del lugar.

Los materiales del SPT deben ser certificados, no es permitido que los electrodos estén fabricados en aluminio y los fabricantes deben garantizar que los electrodos de tierra sean resistentes a la corrosión, el electrodo de puesta a tierra debe estar dentro de una caja de concreto de dimensiones mínimas de 30cm*30cm*30cm, ubicada en un punto del terreno que sea accesible en todo momento. [4]

El calibre del conductor que conecta la instalación al electrodo de puesta a tierra se selecciona según el conductor activo de mayor calibre que tiene la instalación, el conductor será del mismo calibre al calibre del conductor activo, para el calibre de los conductores de tierra que contiene los equipos eléctricos se elige en base a la corriente nominal que tiene cada equipo, estos conductores deben ser continuos, en el caso del conductor de puesta a tierra de los equipos debe ir por la misma canalización de los conductores activos. La resistencia de puesta a tierra para este caso que es baja tensión el valor de resistencia no debe superar los 25 ohmios ahora si el terreno tiene valores de resistividad superiores a los 25 ohmios, para las corrientes de falla a tierra que sean muy altas o si los tiempos de despeje de falla son prolongados se debe tomar las siguientes medidas

- A. Si los umbrales de soportabilidad que tiene el ser humano se superan las zonas deben ser inaccesibles para las personas no calificadas.
- B. En la zona donde está el SPT hacer que los pisos tengan gran aislamiento.

- C. Todos los dispositivos a los cuales puede acceder una persona se deben aislar.
- D. La instalación debe estar equipotencializada.
- E. El conductor que va al electrodo de puesta a tierra deberá estar con aislamiento. [4]

Requerimientos para los productos: con el ánimo de tener una instalación eléctrica segura y confiable, los elementos que se emplean en las instalaciones eléctricas deben de cumplir una serie de requisitos, todos estos requisitos permiten que no se hagan instalaciones de mala calidad y no se vulnere la seguridad que debe tener el lugar en términos eléctricos. Si un producto está permitido por el reglamento, el fabricante lo demuestra por medio de un Certificado de conformidad de producto si el elemento o no cuenta con un certificado de conformidad no debe ser adquirido. [4]

alambres y cables para uso eléctrico: todo el cableado utilizado en los circuitos de una instalación eléctrica no puede superar la temperatura de operación que soporta los demás elementos asociados a la instalación, como un circuito está conformado con varias conexiones y elementos, los conductores no deben superar la temperatura del accesorio con menor capacidad de soporte, en la mayoría de casos la temperatura no está por encima de los 60 grados centígrados. [4]

Como los centros polideportivos y las instituciones educativas son sitios de aglomeración de personas los conductores que se han de utilizar deben tener un aislamiento con un bajo contenido de halógenos, que no sean propagadores de llama y el material del conductor debe ser de cobre, puede ser cable o alambre pero que soporte la corriente nominal de cada circuito [4]

Las cajas y encerramientos: elementos utilizados para un encerramiento de un aparato eléctrico deben ser resistente a la corrosión, si la caja es construida en acero y no supera los 1640cm³ en volumen la lámina debe ser de al menos 0.9mm de grosor, si la caja tiene un volumen mayor a 1640cm³ la caja debe de ser resistente a esfuerzos mecánicos que se requiera. Si las cajas o encerramientos están fabricadas en otro metal el grosor mínimo de la lámina debe ser mayor o igual a 3.2mm. los suplementos que se utilicen en las cajas deben ser auto extinguidos Actualmente las cajas o encerramientos metálicos no están en circulación en el departamento de Santander por lo que las cajas o encerramientos que se emplean son los no metálicos con materiales como el PVC. [4]

Tableros de distribución: Los tableros de distribución deben ser resistentes a los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, su vía de acceso al interior solo debe ser desde la parte frontal y se es permitido tableros de distribución construidos en plástico o una combinación entre plástico con metal siempre y cuando sean auto extingüibles [4]

Adicionalmente en los centros educativos y los polideportivos estas cajas de distribución deben llevar un rotulado e instructivo con una información clara y permanentemente visible, la información que debe tener el rotulado es la siguiente:

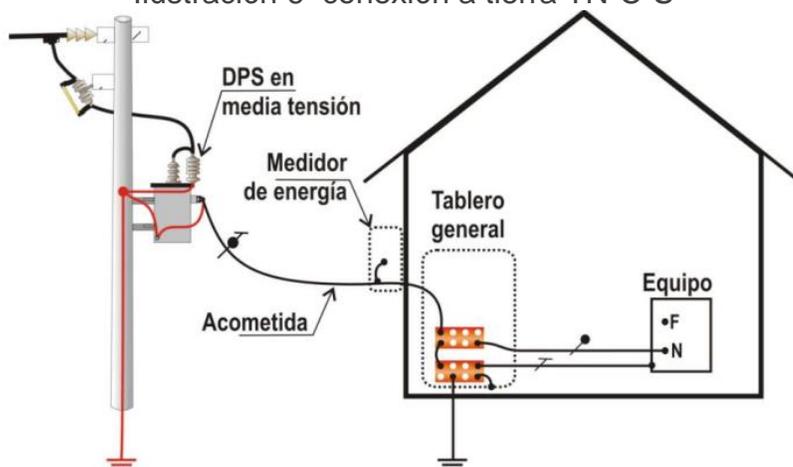
- Tensión nominal de operación.
- Corriente nominal de cada circuito
- Número de fases.
- El símbolo de riesgo eléctrico.
- Identificación de los circuitos en la instalación
- Diagrama unifilar de la instalación eléctrica. [4]

Tubería: son conductos cerrados mayormente de sección circular destinados al alojamiento de los conductores para tener todo el sistema eléctrico conectado. Dependiendo del tipo de instalación se tiene en cuenta un tipo de tubería. Para el caso de los centros educativos y los polideportivos la tubería y sus accesorios es en policloruro de vinilo (PVC) tipo pesado para ser colocado bajo piso y PVC tipo semipesado o liviano para la distribución de tubería que va incrustada en pared y la tubería de la acometida debe ser metálica porque este punto de la instalación se encuentra expuesta a daños físicos y luz solar [4]

Terminales, conectores y empalmes para conductores eléctricos: estos elementos de unión, conexión o fijación de conductores deben garantizar que no se presente corrosión entre los conductores que intervienen en la unión las uniones deben ser firmes para que no se presente puntos calientes, falsas conexiones o arcos eléctricos, cuando el conector es para la unión de conductores de distinto material el conector debe ser bimetálico para evitar la sulfatación que es causante de falsos contactos. [4]

Tipo de conexión a tierra: para las instalaciones de los polideportivos y centros educativos el tipo de conexión a tierra aceptado es la conexión sólida TN-C-S, el tipo de conexión TN-C y el tipo de conexión IT se toma para excepciones donde será requerido este tipo de conexión, un ejemplo son los hospitales. [4]

Ilustración 6 conexión a tierra TN-C-S



Fuente: tomado del RETIE del artículo 27 [4]

Como se puede observar en la Ilustración 6 el tramo de la acometida se encuentra bajo la conexión TN-C y la instalación interna se encuentra bajo la conexión TN-S para hacer una conexión general en régimen TN-C-S

Acometidas: si las acometidas de los centros educativos y polideportivos atraviesan vías vehiculares su altura mínima debe ser de 5.5m, el conductor a utilizar en la acometida debe ser tipo antifraude (concéntrico), no es permitido que el conductor llegue directamente a la caja del medidor por lo que el conductor debe ser canalizado por tubería de acero galvanizado a la caja del medidor, tener presente que las acometidas de los polideportivos deben ser subterráneas no se permite que la acometida sea instalada de manera aérea. [4]

Mantenimiento de las instalaciones eléctricas: las instalaciones eléctricas de los centros educativos y polideportivos deben ser mantenidas y conservadas en buen estado para que no se presenten peligros en la salud o vida de las personas, los procesos de mantenimiento y conservación de las instalaciones eléctricas deben de ser realizadas por personas calificadas que quedarían encargadas de identificar las deficiencias que tiene la instalación, aplicar la respectiva corrección con el propósito de mantener un servicio de energía de calidad y evitar que la vida útil de la instalación se acorte. [4]

5.3 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2050

La norma técnica colombiana no es enteramente de estricto cumplimiento, pero el RETIE hace sean obligatorios los primeros 7 capítulos de esta norma lo que la hace parcialmente obligatoria [4], la NTC2050 no debe tomarse como si fuera un manual de instrucciones para personas sin conocimiento eléctrico, la NTC2050 tiene por objeto garantizar que las instalaciones eléctricas sean seguras y que la vida humana, vegetal y animal no esté en peligro al momento de hacer uso de la energía eléctrica. Para fines de este proyecto que quiere plantear un plan de mejoramiento de las instalaciones eléctricas de centros educativos y polideportivos del municipio de mogotes se ha tenido en cuenta los requisitos que contiene la NTC2050 en relación a polideportivos y centros educativos.

Como el RETIE es el reglamento que hace obligatorio la norma técnica colombiana y es el reglamento del cual se basan las operadoras de red para hacer cumplir a los usuarios en tener instalaciones eléctricas de calidad y seguridad, la mayoría de reglamentos que se requieren para aplicar en el plan de mejoramiento han sido descritos en el capítulo 6.1.2 del presente documento por lo tanto a continuación está los lineamientos de la NTC2050 para complementar este proyecto.

Los medios de desconexión (interruptores automáticos) de las acometidas y circuitos principales deben tener un rotulo de manera que se indique su objetivo, dicho rótulo debe tener trascendencia en el tiempo con resistencia a las condiciones ambientales, lo mismo aplica para los tableros de distribución deben tener rotulo de los circuitos que maneja, también debe tener diagrama unifilar en la parte frontal del tablero de distribución y adicionalmente la ubicación del tablero de distribución debe estar en un lugar seco seguro y que la ubicación permita fácil acceso al personal calificado cada vez que necesite intervenir en él, en cuanto a los circuitos de la instalación eléctrica deben estar distribuidos equitativamente en cuestiones de carga. También es importante tener en cuenta que los medios de distribución de los circuitos como la tubería Conduit no debe superar un porcentaje de ocupación para mantener buenas condiciones de distribución de cableado y evitar sobre calentamientos a causa de las corrientes en los conductores activos, la Tabla 2 nos permite tener una visión general de que porcentaje de ocupación es el adecuado según la cantidad de conductores incluidos en cada tubería. [6]

Tabla 2 Porcentaje de ocupación disponible en una tubería que alberga conductores

Número de conductores	1	2	Superior a 2 conductores
Aplica a todos los conductores	53%	31%	40%

Fuente: tomado de la NTC2050 [6]

La distancia entre un toma corriente y otro es mínimo de 1.8m no es obligatorio que la separación entre toma corrientes sea equidistante, los cuartos de baños deben tener como mínimo una salida para iluminación con su correspondiente interruptor. [6]

Aunque la NTC 2050 habla sobre acometidas cuyo cable puede ser de calibre 10AWG o incluso 12AWG en casos muy específicos actualmente la operadora de red no permite que el calibre de la acometida sea inferior a 8AWG por lo tanto si una de las acometidas de estos establecimientos no está mínimo en calibre 8AWG debe ser reemplazado [13], cabe aclarar que las acometidas de polideportivos y de centros educativos la norma menciona que si deben estar en un calibre mínimo 8AWG [6] pero como hay instituciones y/o polideportivos donde las instalaciones eléctricas posiblemente están funcionando desde antes de la entrada en rigor de esta norma técnica es probable que la acometida no sea la adecuada.

Instalaciones de un polideportivo: Las instalaciones de un polideportivo se deben realizar de forma subterránea por lo que deben estar bajo unas condiciones que permitan tener seguridad frente a riesgos eléctricos y accidentes que comprometan el funcionamiento y durabilidad de la instalación, así como riesgos a la vida humana, animal o vegetal. Los conductores de la acometida y de los circuitos de la instalación al ir subterráneos su aislamiento debe de soportar las condiciones atmosféricas, condiciones de alta humedad, corrosión o algún otro factor de uso para que no se produzca fugas de corriente perjudiciales, el calibre del conductor de la acometida debe ser en cobre de calibre mínimo 8AWG, los conductores de los circuitos deben soportar la corriente nominal de cada circuito, la tubería de la acometida subterránea debe tener en la entrada un capacete hermético, y la tubería de los circuitos y de la acometida debe estar dispuesta de tal modo que se pueda drenar, si es tubería cuya construcción es de metal debe estar cubierta con anticorrosivo, si es tubería no metálica como la tubería tipo

PVC debe ser tubería tipo pesada para que pueda resistir las condiciones a las que queda expuesta la instalación eléctrica. [6]

Instalaciones de una institución educativa: la acometida no tiene restricción de si debe ser aérea o subterránea, es criterio del diseñador y de las necesidades que en el momento tenga el proyecto, la canalización del conductor de la acometida al medidor debe ser tubo Conduit metálico resistente a la corrosión, no se permite tubería cuyo material constructivo no sea metal por el motivo de que la tubería queda expuesta a la luz directa del sol y a las condiciones atmosféricas lo que perjudica con el tiempo la resistencia mecánica que tendría la tubería, el calibre del conductor de la acometida no debe ser menor al calibre 8AWG tipo antifraude, así mismo la capacidad de corriente de los conductores utilizados en los circuitos de la instalación eléctrica debe ser superior a la corriente nominal que tiene cada circuito. La tubería para los diferentes circuitos de la instalación eléctrica será con tubería PVC eléctrica, y dependiendo de la ubicación puede ser tubería tipo pesada semipesado o liviana, normalmente la tubería tipo pesada se utiliza cuando el circuito tiene tramos que van por debajo del nivel del suelo, la tubería semipesado y liviana es utilizada cuando parte de los circuitos están distribuidos por la pared y el techo de cada infraestructura. [6]

Sistema de puesta a tierra: todas las instituciones educativas y polideportivos están dentro de los establecimientos que deben contar con sistemas de puesta a tierra, las cajas de distribución, gabinetes de medidores, canalizaciones o tuberías metálicas de agua o de gas no deben ser empleados como conductores de puesta a tierra aun así es necesario conectar estos elementos al sistema de puesta a tierra para evitar tensiones de paso o tensiones de contacto que puedan presentarse ante un error humano o falla que pueda provocar que estos elementos se energicen, el conductor que va al electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre y aunque en la NTC2050 tiene permitido que el conductor que va al electrodo de puesta a tierra sea también en aluminio recubierto en cobre, la electrificadora de Santander no lo permite, también es obligatorio por la electrificadora de Santander que el calibre mínimo del conductor al electrodo de puesta a tierra sea de 8AWG [13], no es obligatorio que el conductor sea de mayor calibre al conductor activo o al conductor neutro pero no se puede instalar tampoco un conductor de un calibre inferior, en cuanto a los electrodos empleados para la puesta a tierra su longitud mínima es de 2.4m, el material de construcción del electrodo debe ser en cobre o de acero fino al carbono revestida en cobre.

Para efectos del presente proyecto es posible que se sugiera utilizar canaleta en las infraestructuras donde se requiera ampliaciones de circuitos o renovaciones

en la instalación eléctrica, en este sector de Santander la canaleta comúnmente usada es la canaleta no metálica, que también está aprobada para la utilización en los sistemas eléctricos, con base en lo anterior es importante saber que la NTC2050 dice que cuando se utiliza canaleta para protección de los conductores eléctricos en cada canaleta no puede haber más de 30 conductores activos de corriente, los extremos finales de las canaletas no pueden quedar abiertas y deben ser sellados con terminales de canaleta y el material del cual está hecho las canaletas debe contener sustancias retardantes a la llama, para que en casos de incendios que se provoque por fallas eléctricas u otro tipo de fallas que no estén relacionadas con la instalación eléctrica estas canalizaciones no sean fuente de propagación de las llamas, la ubicación de las canaletas no debe entorpecer las funciones que tiene cada institución, y por último, el empleo de canaletas solo se limita a los centros educativos. [6]

5.4 REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO (RETILAP)

El RETILAP es un reglamento que fue expedido por el ministerio de minas y energía el 6 de agosto del año 2009. En este reglamento se encuentra los requisitos y medidas que se deben tener presente para el diseño de un sistema de iluminación interno o externo y para el diseño de un sistema de alumbrado publico [7]

Como objetivos primordiales que tiene este reglamento esta que el abastecimiento energético del país no entre en riesgo por consumo excesivo de energía, la protección y salud humana, protección de la flora y fauna, protección del medio ambiente y también tiene un interés claro en que las instalaciones de iluminación no contengan prácticas que lleven al usuario a cometer errores [7]

Hay unas excepciones en las cuales no es obligatorio aplicar el reglamento como es la iluminación que contiene los electrodomésticos, navíos, automotores, aeronaves, equipos de medicina y demás aparatos o maquinaria cuyo fin no sea para la iluminar un espacio para las personas [7]

Requisitos generales que debe tener un sistema de iluminación: Los centros educativos y los polideportivos necesita unos niveles de iluminación óptimos para no entorpecer las actividades que se realicen en estos establecimientos, por ende, es importante tener en cuenta que tipo de iluminación es adecuada en cada situación, si es iluminación para interiores o si es iluminación para exteriores, si el área a iluminar es grande, si la reproducción cromática es importante o no [7]

la duración y vida útil de un sistema de iluminación se debe tener en cuenta, si la iluminación es incandescente su vida útil termina cuando el bombillo deja de emitir luz, para la iluminación de descarga de gas la vida útil se toma hasta el 70% de su flujo inicial de iluminación [7]

A continuación, se observará una tabla extraída del RETILAP donde se muestra el tipo de iluminación según la temperatura del color y su reproducción cromática

Tabla 3 Tipos de fuentes luminosas con base a la temperatura de color y reproducción cromática

Indice de reproducción cromática (Ra) o (CRI) %	Clase	Cálido < 3.300 K	Neutro 3.300 – 5.000K	Frío >5.000 K	Criterio de aplicación
≥ 90	1 A	Halógenas	Fluorescente lineal y compacta	Fluorescente lineal y compacta	Principalmente donde la apreciación del color sea un parámetro crítico
		Fluorescente lineal y compacta	Halogenuros metálicos y cerámicos		
		Halogenuros metálicos y cerámicos			
80 - 89	1 B	Fluorescente lineal y compacta	Fluorescente lineal y compacta	Fluorescente lineal y compacta	En áreas donde la apreciación correcta del color no es una consideración primaria pero donde es esencial una buena reproducción de colores
		Halogenuros metálicos y cerámicos	Halogenuros metálicos y cerámicos		
		Sodio Blanco			
70 - 79	2 A	Halogenuros metálicos	Halogenuros metálicos	Halogenuros metálicos	En áreas donde la calidad de apreciación correcta del color es de poca importancia
< 70	2 B, 3 y 4	Mercurio	Mercurio		
		Sodio			

Fuente: tomado del RETILAP [7]

La importancia de que iluminación es la más adecuada según el tipo de establecimiento o la finalidad que tiene radica en que la fuente luminosa influye en las condiciones psicológicas y en la percepción de los colores cuando se está realizando un oficio, factores como estos pueden mitigarse al controlarse el nivel de iluminación que se toma y el tipo de iluminación [7]

Un sistema de iluminación se considera satisfactorio si cumple las necesidades visuales creando ambientes saludables y eficientes para no tener un consumo excesivo de energía, si la iluminación no es adecuada por el exceso o deficiencia puede provocar dolores de cabeza, ojos irritados, cansancio muscular por la repetición de posturas generalmente inadecuadas mareos ocasionados por el esfuerzo visual y discromatopsia, una persona tiene tres tipos de respuesta visual las cuales son: visión fotópica o visión del día (3cd/m² a más), visión escotópica o

visión de noche (0.001cd/m² o menos) y visión meso tónica o visión combinada entre visión fotópica y visión escotópica (0.001cd/m² a 3cd/m²) [7]

En los sistemas de iluminación que tiene los centros educativos se debe tener uniformidad de los niveles de luz y se recomienda que el sistema de iluminación tenga características lumínicas elevadas acercándose a la percepción de luz fotópica, también se deja claro que el tipo de iluminación para los polideportivos se limita a iluminación led, la iluminación con contenido de mercurio o sodio no se tendrán en cuenta en este proyecto. [7]

En la Tabla 4 que ha sido tomada del RETILAP se aprecia los niveles de iluminancia que se puede tener dependiendo de la parte del centro educativo que se quiere iluminar y también el índice de deslumbramiento que se debe tener.

Tabla 4 Niveles de iluminación promedio.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGRL.	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Salones de clase				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
Sala de conferencias				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Fuente: tomado del RETILAP [7]

En cuanto a la iluminación de los polideportivos debe tener la finalidad de proporcionar una visión clara del área de juego y de los deportistas, incluyendo los objetos que intervienen según el deporte que se esté practicando, la iluminación en la cancha debe tener al jugador en un alto contraste con respecto a sus alrededores, en cuanto al deslumbramiento debe ser mínimo para que no interfiera con la experiencia que tiene cada deportista permitiendo tener una práctica deportiva continua sin ser fatigante. [7]

En los espacios deportivos se encuentran numerosos objetos que pueden llegar a ser reflectantes como es el caso del balón, el uniforme de cada jugador, la superficie del campo deportivo, la superficie de las graderías y los mismos espectadores. Todas estas superficies son consideradas no uniformes y no continuas sobre todo si se trata de centros deportivos comunales que están orientados al deporte recreativo o de entrenamientos. [7]

Para el diseño y cálculos de iluminancia hace con base en la cantidad de luz incidente o iluminancia tanto horizontal como vertical.

La iluminancia horizontal determina casi en su totalidad cual es el nivel de luz en el campo de juego, una iluminancia horizontal suficiente permite tener niveles de contraste adecuados para los deportistas, para tener una iluminancia adecuada en el campo de juego se tiene en cuenta lo siguiente.

- Nivel de competencia previsto para el campo de juego (recreativo, entrenamiento, torneos profesionales).
- Tipo de juego que determinará la velocidad y el tamaño que tendrá la pelota, velocidad que tendrá los deportistas, separación entre los deportistas y la pelota en el transcurso del juego.
- Consideración de la Tabla 5 que ha sido tomada del RETILAP que contiene los niveles de iluminancia horizontal en luxes y la uniformidad recomendados según el tipo de juego.

Tabla 5 Niveles de iluminación horizontal según el tipo de deporte

Deporte	Nivel de juego			Uniformidad (Emin/Emax)	
	Recreativo	Entrenamiento	Competencia	Entrenamiento	Competencia
Futbol	50(100)	60(150)	>600	1:3	2:3
Voleibol	60	100	300 a 600	1:3	2:3

Baloncesto	60	100	300 a 600	1:3	2:3
Tenis	150	250	400 a 700	1:2	2:3
Béisbol	150	250	400 a 700	1:2	2:3

Fuente: tomado del RETILAP [7]

En cuanto a la iluminancia vertical tiene relevancia para reconocer los objetos y es empleada en campos deportivos importantes como en el caso de campos donde se presentan torneos de futbol, con presencia de un buen número de público e incluso transmisiones en vivo de TV. [7].

Teniendo en cuenta lo que se menciona en el RETILAP sobre la iluminancia vertical para efectos de este proyecto no es estrictamente necesario aplicarla porque estos polideportivos no están destinados para grandes torneos deportivos y las transmisiones de TV no se encuentra como uno de los intereses de estos polideportivos

6. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS Y POLIDEPORTIVOS DEL MUNICIPIO DE MOGOTES

El municipio de mogotes cuenta con 47 centros educativos y con 24 polideportivos que están al servicio de la comunidad, el número de establecimientos a los cuales se les haría un análisis de manera independiente es considerado teniendo en cuenta el tiempo limitado que se tiene, se hace necesario tomar un número reducido como piloto de estos establecimientos y con base en este número se procede a realizar el planteamiento para un mejoramiento de las instalaciones eléctricas.

En colaboración con la alcaldía del municipio de Mogotes se ha elegido dos centros educativos y dos polideportivos para hacer visita física de la infraestructura para analizar el estado actual de las instalaciones eléctricas haciendo una inspección visual y detallada, la decisión de tomar dos centros educativos y dos polideportivos radica en que el plan de mejoramiento estará orientado a las instituciones rurales que el plan de desarrollo municipal tiene contempladas intervenir, se eligió una institución de infraestructura pequeña que para el caso del municipio de Mogotes son instituciones con 2 a 3 aulas de clase y una institución de infraestructura grande que para el caso del municipio de

Mogotes son instituciones con 9 o más aulas de clase, de esta manera se podrá cubrir la problemática que se pueda encontrar en las instalaciones eléctricas que contienen.

Los polideportivos que se eligieron fueron aquellos a los cuales la alcaldía tiene el reporte de no contar con el sistema de iluminación funcionando, los polideportivos que no tienen sistema de iluminación no se tuvieron en cuenta porque el proyecto se basa en mejoramiento para instalaciones eléctricas que estén existentes

6.1 CENTROS EDUCATIVOS

Los centros educativos elegidos como centros educativos piloto para el análisis de sus instalaciones son: el centro educativo de la vereda arenal sector el rollo y el centro educativo de la vereda el hoyo. Con la finalidad de analizar el estado de las instalaciones se realizó la visita física a cada una de estas instituciones para hacer una inspección y evaluar el estado en el que se encuentra el servicio eléctrico y sus acometidas. A continuación, se efectuó la inspección visual como se evidencia en las fotografías y se realizó una lista de chequeo para identificar el estado en el que se encuentra la acometida, los interruptores termomagnéticos, los accesorios eléctricos, el sistema de puesta a tierra, las canalizaciones (tubería o canaleta), los conductores, la marcación de los conductores, distribución de los circuitos, estado de las conexiones y la potencia instalada.

6.1.1 INSTITUCIÓN EDUCATIVA EL OASIS SEDE F VEREDA ARENAL SECTOR EL ROLLO

Ubicada en la vereda arenal sector el rollo a 5 kilómetros del casco urbano. lleva funcionando desde el año 1986 y dispone de tres aulas de clase, una sala de informática una sala de profesores, dos cuartos de baño y una cocina utilizada por los profesores para meriendas pequeñas.

Ilustración 7 Disposición de la acometida



Fuente: registro fotográfico propio

La acometida de la institución mostrada en la Ilustración 7 se encuentra dentro de las distancias máximas permitidas entre el apoyo y el medidor, la acometida no fue realizada con cable concéntrico antifraude que es el tipo de conductor que la operadora de red exige aun así no es necesario hacer cambio del conductor puesto que para el día que esta acometida fue realizada el reglamento no hacia obligatorio que la acometida fuera concéntrica.

Ilustración 8 Canalización de la acometida hacia el medidor



Fuente: registro fotográfico propio

El tubo de la acometida que se muestra en la Ilustración 8 no presenta deterioro por condiciones climáticas, no presenta golpes que indique una necesidad de cambio y está en condiciones para seguir realizando su función.

Ilustración 9 Medidor electromecánico monofásico



Fuente: registro fotográfico propio

El medidor del centro educativo en términos de funcionamiento se encuentra en buenas condiciones, lo que necesita es una limpieza del gabinete, una identificación de los conductores conforme al artículo 6.3 del RETIE y la instalación de una cubierta puesto que la cubierta que originalmente tenía este gabinete no está disponible. es importante que se le genere una nueva cubierta primero porque las conexiones dentro del gabinete en estos momentos se encuentran accesibles para todo tipo de persona que hace uso de la institución, segundo porque al estar estas conexiones al descubierto el nivel de riesgo es mayor por la facilidad que se tiene para ingresar objetos o fluidos que provoquen accidentes donde se comprometa la infraestructura, el funcionamiento de las instalaciones eléctricas o en casos más severos la seguridad de un estudiante, docente o miembro de la comunidad educativa.

Ilustración 10 Estado de las conexiones o empalmes de la instalación eléctrica.



Fuente: registro fotográfico propio

En términos generales los empalmes que se presentan en la instalación eléctrica de esta institución educativa se encuentran en condiciones adecuadas, la unión presentada en cada empalme es firme y su aislamiento presenta condiciones de deterioro mínimo permitiendo afirmar que no necesita ser realizados nuevamente estos empalmes.

Ilustración 11 Breaker de protección principal



Fuente: registro fotográfico propio

En la Ilustración 11 se observa el estado del breaker de protección principal el cual sigue prestando su función primordial de protección, solo requiere de limpieza y reconexión en los puntos de conexión para evitar los falsos contactos y como se mencionó anteriormente en la Ilustración 9 el gabinete requiere de un mantenimiento de limpieza.

Ilustración 12 Cuartos de baños de la sede educativa



Fuente: registro fotográfico propio

Los cuartos de baño que tiene la institución educativa no cuentan con sistema de iluminación, cada cuarto de baño debe tener un punto de iluminación con su correspondiente interruptor. La canalización a utilizar debe ser tubería eléctrica tipo pesada de ½ pulgada incrustada en pared

Ilustración 13 Conexión de equipo audio visual



Fuente: registro fotográfico propio

Toda institución educativa debe tener un numero de tomas necesario para satisfacer las necesidades de equipos que son de uso pedagógico, se debe disponer de un toma corriente en el plano del tablero para uso del televisor que se observa en la Ilustración 13 que tiene el salón, adicional a este toma corriente se

debe tener otro toma corriente en la pared opuesta a la pared del tablero para este mismo uso. Al momento de la ubicación de estas tomas tener cuidado de que no queden obstruidos por el amoblamiento que se tenga en el salón.

Esta información aplica para todos los salones que tiene la institución educativa puesto que carece de estos toma corrientes.

Ilustración 14 Tablero de distribución del centro educativo



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 15 Barraje de sistema de puesta a tierra



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 16 Suciedad en la caja de distribución



Fuente: registro fotográfico propio

El tablero de distribución presenta una deficiencia importante y es que la instalación eléctrica no presenta sistema de puesta a tierra, en la Ilustración 15 se observa como el barraje que es destinado para los conductores de puesta a tierra se encuentra inhabilitado, recordar que un establecimiento que está al servicio de una comunidad con un enfoque hacia la juventud debe estar acondicionado para que no se presente accidentes que comprometa la seguridad de quienes hacen uso de dicho lugar por ende la instalación eléctrica necesita tener incluido un buen sistema de puesta a tierra para mitigar los riesgos eléctricos que contiene dicha instalación, también carece de la correcta marcación de los conductores como lo dicta el artículo 6.3 del RETIE, lo siguiente a tener presente es que el tablero de distribución al igual que el gabinete del medidor requiere de un mantenimiento de limpieza por la cantidad de suciedad que se presenta dentro de la caja del tablero de distribución.

Ilustración 17 Distribución de circuitos por canaleta



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 18 Distribución de circuitos por canaleta



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 19 Distribución de circuitos por canaleta



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 20 Estado de unos tramos de la canaleta



Fuente: registro fotográfico propio

Las condiciones de la instalación eléctrica indican que han tenido remodelaciones o ampliaciones y fueron realizadas con canaleta plástica, para establecimientos de este tipo no es recomendable la creación o ampliación de nuevos circuitos por medio de canaleta, la canaleta se recomienda solo si es para pequeños tramos y si dichos tramos se encuentran ubicados en lugares con acceso restringido a los estudiantes. Se recomienda que la canaleta sea reemplazada por tubería eléctrica incrustada en pared por los beneficios que otorga debido a que el costo por mantenimiento se reduce en un 85% y estéticamente ausencia de una canaleta en las paredes de los salones.

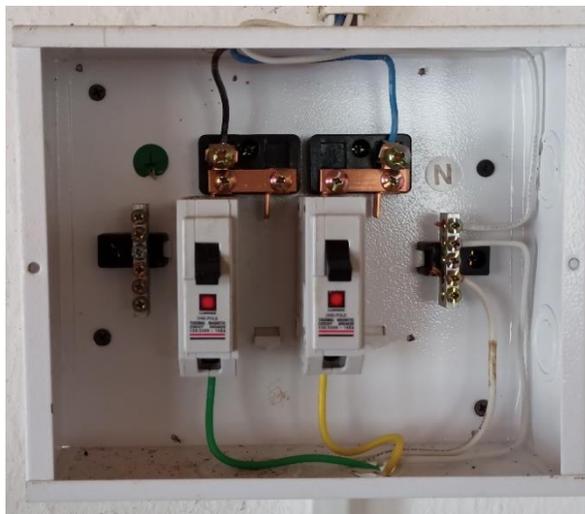
Ilustración 21 Sala de informática



Fuente: registro fotográfico propio

La adecuación para el suministro eléctrico de la sala de informática fue realizada utilizando como canalización de los circuitos canaleta plástica la cual no es recomendable por la poca duración de su protección que este tipo de canalización presenta en las instituciones educativas, se recomienda que la distribución de los circuitos se realice con tubería eléctrica incrustada en pared con el propósito de que la canalización de los circuitos no quede descubierta con el tiempo como si pasa en la canalización por canaleta y también porque después de instalada tubería eléctrica no necesita ser manipulada nuevamente o reparada por golpes ocasionadas por estudiantes

Ilustración 22 Tablero de distribución de la sala de informática



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 23 barraje de puesta a tierra sala de informática



Fuente: registro fotográfico propio

El tablero de distribución que tiene la sala de informática presenta el inconveniente de no contar con un sistema de puesta a tierra, un punto desfavorable para una sala que alberga varios equipos de cómputo de uso de los estudiantes, se recomienda hacer instalación de sistema de puesta a tierra para brindar protección a los equipos de cómputo y de quienes hacen uso de esta sala

Ilustración 24 Toma interruptores



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 25 Toma corrientes



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 26 Caja de tomacorriente



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 27 Plafón y bombillo



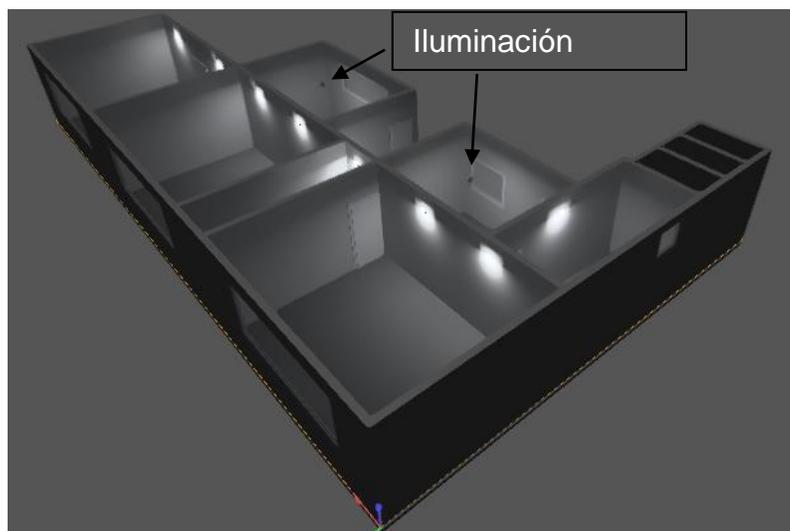
Fuente: registro fotográfico propio

Con la Ilustración 24, Ilustración 25, Ilustración 26 e Ilustración 27 se muestra las condiciones que tienen los accesorios eléctricos para el momento en que fue realizada la visita en la institución, aproximadamente el 90% de los accesorios siguen conservando su funcionalidad, todo lo que son tomas eléctricas tienen necesidad de ser cambiados, en cuanto a los tomas apagadores si debe

realizarse el respectivo cambio puesto que son accesorios que no vienen con la posibilidad de conectar con el sistema de puesta a tierra y en cuanto a los plafones todos presentan suciedad pero es un parámetro que no afecta su funcionamiento. Por último, hay una caja descubierta con las terminaciones de los conductores desnudos que requiere de la instalación de un tomacorriente.

En cuanto a la calidad en la iluminación del centro educativo por medio del uso del software DIALux, software que es de licencia gratuita y de buen prestigio en el campo del diseño de proyectos de iluminación [14]. Se realizó una simulación con el nivel de lúmenes que llega a presentar un bombillo de filamento de 60W que es de 710 lúmenes los cuales serán modelados por iluminación led ya que el programa no tiene iluminación incandescente debido a que la iluminación incandescente ya se encuentra discontinuada por los fabricantes de iluminación actual y prohibida en los principales países del mundo, como dato adicional Colombia se encuentra en proceso de actualización del RETILAP para también restringir el uso de la iluminación incandescente. Los parámetros que se debe cumplir para tener un índice de iluminación deseado se mencionan en el RETILAP en la tabla 410.1: “el uso de instalaciones de iluminación para centros educativos debe estar entre los 300 – 750 luxes en salones de clase, laboratorios, salas de conferencias, salas de arte, talleres o salas de asambleas, para las áreas de circulación o corredores entre 50 – 150 luxes y para baños, vestidores escaleras o bodegas entre 100 – 200 luxes”.

Ilustración 28 Centro educativo de arenal sector el rollo



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALux

En la Ilustración 28 se puede visualizar la ubicación de la iluminación en cada uno de los salones, donde también se puede apreciar que tres bloques de la parte superior derecha de la imagen no cuentan con iluminación, estos tres bloques son los baños que tiene este centro educativo. Cómo ya se mencionó la simulación fue realizada con iluminación led con características similares a las características que presenta la iluminación incandescente, por lo tanto, la luminancia que emite las luminarias seleccionadas es de 842 lúmenes.

Ilustración 29 vista superior del centro educativo de la vereda arenal sector el rollo



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALux

En la Ilustración 29 se puede visualizar la simulación de la iluminación en 3D desde el software DIALux visto desde la perspectiva superior, con el fin de visualizar las escenas de luz donde el área cercana a cada fuente de luz se encuentra mejor iluminada que las áreas alejadas lo que permite identificar que la distribución de los puntos de iluminación en cada área interna del centro educativo no se encuentra bien distribuido.

Ilustración 30 datos arrojados por el software DIALux sobre el nivel de iluminancia que presenta el centro educativo de la vereda arenal sector el rollo

Propiedades	E (Nominal)	E _{mín}	E _{máx}
Plano útil (salón 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	32.4 lx (≥ 300 lx) ✗	6.36 lx	116 lx
Plano útil (salón 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	30.9 lx (≥ 400 lx) ✗	5.50 lx	113 lx
Plano útil (salón 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	29.9 lx (≥ 300 lx) ✗	6.32 lx	108 lx
Plano útil (cocina) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	41.3 lx (≥ 300 lx) ✗	13.6 lx	106 lx
Plano útil (sala docente) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	46.3 lx (≥ 300 lx) ✗	20.8 lx	84.5 lx
Plano útil (Local 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	42.5 lx (≥ 50.0 lx) ✗	6.29 lx	128 lx
Plano útil (sala informática) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	38.4 lx (≥ 300 lx) ✗	12.8 lx	89.7 lx

Fuente: resultados de la simulación proporcionados por el software DIALUX

En la Ilustración 30 Los datos arrojados en el software mostraron que el sistema de iluminación de cada area interna no presenta condiciones de iluminancia optima, todos los valores de iluminancia de todas las areas internas se encuentran por debajo de los 50 luxes cuando el valor minimo propuesto por el RETILAB en las aulas de clase es de 300 luxes.

A continuación, con la información recopilada con la visita técnica se realizan cálculos de parámetros que permitirán analizar todas las condiciones de servicio que tiene la instalación.

Tabla 6 Cuadro de cargas, centro educativo arenal el rollo

Cuadro de cargas centro educativo de arenal sector el rollo

Circuitos	Iluminación		To- mas 180V A y 250V A	Volta- je (v)	Poten- cia activa (w)	Poten- cia aparen- te (VA)	FP	Co- rriente (A)	Breaker Protec- ción	Calibre conduc- tor
	Cant	Capaci- dad (w)								
circuito 1	4	60	6	120	1212	1346,67	0,9	11,22	15	12
circuito 2	7	60	4	120	1068	1186,67	0,9	9,89	15	12
sala in- formática cto1			4	120	900	1000,00	0,9	8,33	15	12
sala in- formática cto2			3	120	675	750,00	0,9	6,25	15	12
Total					3855	4283,33		35,69		

Fuente: contenido propio

Se realiza cuadro de cargas (Tabla 6) para tener información que con la inspección visual no se obtiene y que son necesarios para tener conocimiento a profundidad del servicio que está prestando la instalación eléctrica, con el cuadro de cargas se determina si los circuitos se encuentran sobrecargados, si la protección principal de la instalación es adecuada y si la carga instalada puede ser atendida por el tipo de acometida que tiene la instalación.

La carga instalada en este centro educativo es 4283.33VA que a su vez es la demanda máxima de la instalación puesto que el factor de demanda que se aplica según la norma de la operadora de red es de 100%.

Con el cuadro de cargas se puede observar como la corriente total es de 35.69A mientras que el breaker de protección de la instalación tiene capacidad de 30A convirtiéndose en una protección deficiente para la instalación.

Tabla 7 Corrección de temperatura para el conductor de la acometida

Corrección temperatura acometida	
Temp. Mogotes (°C)	15-22
factor de corrección	1,05
corriente que soporta el conductor (A)	50
capacidad corregida (A)	52,5

Fuente: contenido propio

Los conductores tienen un valor de corriente que pueden soportar y dependiendo de la temperatura ambiente a la que se encuentran expuestos la capacidad de corriente puede variar, en la sección 310 de la NTC2050 en la tabla 310-16 se encuentran las capacidades de corriente a una temperatura ambiente de 30°C y los factores de corrección para otros valores de temperatura en la que se encuentra el conductor y como el municipio de Mogotes se encuentra a 1700m.s.n.m la temperatura que presenta el municipio está en un rango de 15°C a 22°C por lo tanto el factor de corrección que se toma es 1.05, al aplicar este factor de corrección en los conductores se tendrá la capacidad de corriente que el conductor puede manejar. La capacidad de corriente de la acometida es de 50A y con el factor de corrección aplicado llega a soportar 52.5A, esta acometida debe soportar la corriente que demanda la carga más un 25% para evitar dejar la acometida en niveles críticos de amperaje que lleven a sobrecalentamientos en la acometida, dejando claro lo anterior se realiza el cálculo de corriente mínimo que la acometida debe soportar el cual es $35.69 \times 1.25 = 44,61A$ y como la capacidad de amperaje del conductor es 52.5A la acometida soporta la corriente demandada por la carga

Tabla 8 regulación de tensión de la acometida

caída de tensión en acometida	
Longitud acometida(m)	12,77
Corriente de la carga (A)	35,69
Voltaje de entrada (V)	120
Potencia de la carga (Kva)	4,28
FP	0,9
K _G	217,607
Porcentaje (%)	1,653153

Fuente: contenido propio

La caída de tensión en un conductor se debe a la resistencia que se origina en el conductor al paso de una corriente, el valor de resistencia aumenta a medida que la longitud del conductor se incrementa, por este motivo es que es necesario realizar cálculos para determinar la caída de tensión que presenta la acometida y el circuito más largo de la instalación con el fin de hacer una correcta selección de conductores en una instalación nueva, cuando se trata de instalaciones ya construidas la regulación de tensión es un parámetro más que ayuda a aumentar el grado de precisión para determinar si el calibre del conductor de la acometida o

el conductor de un circuito es el adecuado o no, recordando que en la tabla 2.3 del reglamento de la ESSA se menciona que el porcentaje de caída de tensión permitido en una acometida y en un circuito es del 2% para cada uno, Por lo tanto se realizó cálculo de regulación de tensión (Tabla 8) para analizar si el porcentaje de caída de tensión máximo que presenta la acometida se encuentra dentro del porcentaje que sugiere el reglamento de la operadora de red, para ello hace uso de las siguientes ecuaciones con las cuales se estima el porcentaje de voltaje que se pierde:

Ecuación 1 caída de tensión

$$\%R = K * M_E$$

Donde: k:es la constante de regulación y M_E :es el momento eléctrico.

Ecuación 2 constante de regulación

$$K = \frac{K_G}{V^2} * F_C$$

Para hallar el valor de la constante de regulación se emplea la Ecuación 2 donde: K_G : es la constante de regulación generalizada que se encuentra en numeral 3.1.12.9 de la normativa de la ESSA, F_C : es un factor de corrección encontrado en la tabla 3.26 de la normativa de la ESSA que se aplica a la constante de regulación puesto que los valores que se encuentran en las tablas del numeral 3.1.12.9 de la normativa de la ESSA son valores dados para sistemas tetrafilares balanceados y como las conexiones que se adoptan en este proyecto son conexiones monofásicas se debe corregir los valores de la constante de regulación generalizada.

Ecuación 3 momento eléctrico

$$M_E = kva * l$$

Donde: KVA: es la demanda del tramo y l: es la longitud del tramo.

Estas tres ecuaciones serán empleadas para tener el porcentaje de caída de tensión tanto de las acometidas como del circuito con mayor longitud de los dos centros educativos y de los dos polideportivos.

Tabla 9 Regulación de tensión del circuito de mayor longitud en la instalación

Caída de tensión en circuito más lejano	
Longitud circuito(m)	20,6
Corriente de la carga (A)	9,89
Voltaje de entrada (V)	120

Potencia del circuito (kva)	1,19
FP	0,9
Kg	532,18
Porcentaje (%)	1,80685

Fuente: contenido propio

Se realizó cálculo de regulación de tensión (Tabla 9) en el circuito con mayor longitud para establecer si la caída de tensión de los circuitos de la instalación se encuentra por debajo del porcentaje máximo sugerido por la operadora red en la tabla 2.3 en el reglamento de la ESSA el cual es del 2%.

En la Tabla 10 se deja registrado el estado en el que esta las instalaciones eléctricas.

Tabla 10 Información de las instalaciones eléctricas del centro educativo de la vereda arenal sector el rollo

Elemento	Diagnóstico
Acometida	<ul style="list-style-type: none"> • La acometida no se encuentra realizada en conductor concéntrico antifraude, se encuentra realizada con cable #8 AWG con aislamiento THHN-THWN. • No presenta deterioro excesivo por condiciones ambientales que obligue un cambio de conductor • Los puntos de conexión entre la operadora de red y la acometida se encuentran sólidamente realizados • Los puntos de conexión en el gabinete del medidor se encuentran sólidamente realizados y su aislamiento no se encuentra desgastado o mal instalado • La longitud de la acometida se encuentra dentro del rango máximo permitido por la operadora de red. (longitud acometida 12.77m) • Presenta una regulación de tensión de 1.653153% (por debajo del porcentaje máximo que la operadora de red sugiere)
Breaker de protección	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones normales de operación • Bornes de conexión que por su tiempo de instalación presentan suciedad que va obstruyendo el contacto entre los bornes de conexión y los conductores. • Tiene capacidad de protección de 30A y la demanda de corriente de la instalación es de 35,69A por tanto la

	protección es deficiente.
Interruptores termomagnéticos	<ul style="list-style-type: none"> • No presentan anomalías, cumplen con función y la conexión de los conductores con los bornes de conexión se encuentran firmes. • La capacidad de protección en cada circuito es el adecuado.
Accesorios eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Hay una caja que no tiene su respectivo tomacorriente • Los tomainterruptores debido a sus años de servicio están a punto de cumplir su vida útil y su funcionamiento actual se encuentra condicionado a entrar en falla en cualquier momento • Los tomacorrientes presentan funcionamiento óptimo, pero carecen de conductor de protección (conductor de tierra) • Los plafones siguen ejerciendo su función, solo requieren limpieza externa puesto que su estado estético es desfavorable
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • No hay señalización de “riesgo eléctrico”, “prohibido el paso” o cuadros de cargas en los tableros de distribución o gabinete del medidor.
Sistema de puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Este centro educativo no cuenta con sistema de puesta a tierra • La sala de informática no cuenta con sistema de puesta a tierra
Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> • La canalización por tubería no presenta detalles negativos, está en condiciones de operación normales • La canalización por canaleta plástica está en condiciones regulares, hay tramos de la canalización que no cuentan con su cubierta, por lo cual los conductores se encuentran descubiertos
conductores	<ul style="list-style-type: none"> • El tipo de aislamiento es THHN-THWN • No presentan fallas de aislamiento • El calibre empleado en los circuitos es calibre #12AWG el cual tiene capacidad de corriente de 25A

	<ul style="list-style-type: none"> • No se encuentran sobre cargados por lo tanto no presentan elevación de temperatura para considerar (ver cuadro de cargas) • Ausencia de conductor de tierra en toda la instalación eléctrica.
Identificación de conductores	<ul style="list-style-type: none"> • No se encuentran identificados • Por norma eléctrica (RETIE) es obligatorio tener plenamente identificado los conductores eléctricos.
Estado las conexiones	<ul style="list-style-type: none"> • Las uniones de las conexiones son eléctricamente y mecánicamente buenas. • El aislante empleado se mantiene firme, y cumpliendo su función.
Lugares sin servicio eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Los cuartos de baño no tienen servicio de iluminación. • Falta un punto de toma corriente adyacente a los tableros de cada salón para uso pedagógico del docente con equipos audiovisuales.
Distribución de circuitos	<ul style="list-style-type: none"> • Los cálculos realizados demostraron que los circuitos no presentan sobre carga • El circuito de mayor longitud presenta una regulación de 1,80685

Fuente: contenido propio

6.1.2 INSTITUCIÓN EDUCATIVA EL HOYO

Institución educativa ubicada en la vereda el hoyo a 10 kilómetros del casco urbano, lleva funcionando desde el año 1974 y dispone de once aulas de clase, una sala de informática, dos cuartos de baños para estudiantes, y un cuarto de baño para profesores.

Ilustración 31 Acometidas presentes en el centro educativo de la vereda el hoyo



Fuente: registro fotográfico propio

La institución educativa del hoyo tiene dos medidores un medidor que es monofásico y otro medidor que es bifásico. La acometida del medidor monofásico se encuentra realizada en cable número 8 AWG con aislamiento THHN-THWN y la acometida para el medidor bifásico se encuentra realizada con cable concéntrico antifraude número 8AWG

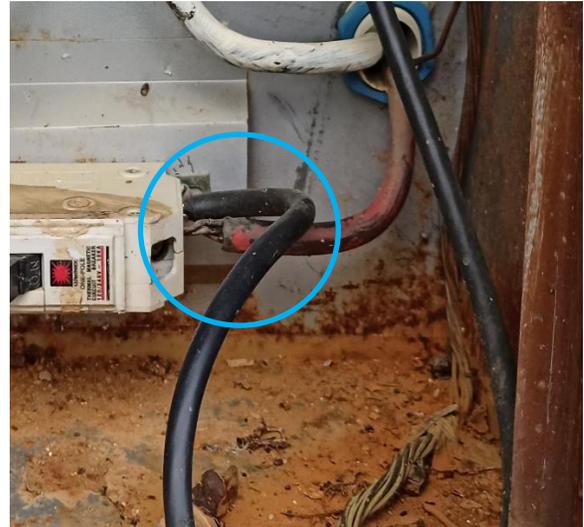
Las dos acometidas están dentro de las distancias máximas que puede tener la acometida, para el caso de la acometida del medidor monofásico el conductor que fue empleado no es el tipo de conductor que la operadora de red permite por lo cual está sujeto a cambios

Ilustración 32 Breaker principal medidor monofásico



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 33 Conexión del breaker del medidor monofásico



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 34 Breaker principal medidor bifásico



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 35 Breaker estado de aislamiento de conductores en el gabinete del medidor bifásico

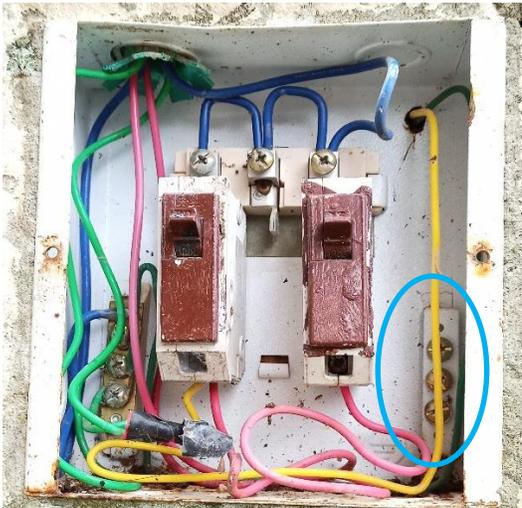


Fuente: registro fotográfico propio

En la Ilustración 32 se observa cómo está el estado del breaker principal del medidor monofásico, mediante la inspección visual y chequeo de su funcionamiento se determina que el breaker puede seguir prestando su servicio, no tiene detalles que indique necesite ser cambiado, lo único que necesita es una reconexión de los conductores en los bornes del breaker en la Ilustración 33 se observa el estado de las mencionadas conexiones, en cuando al breaker del

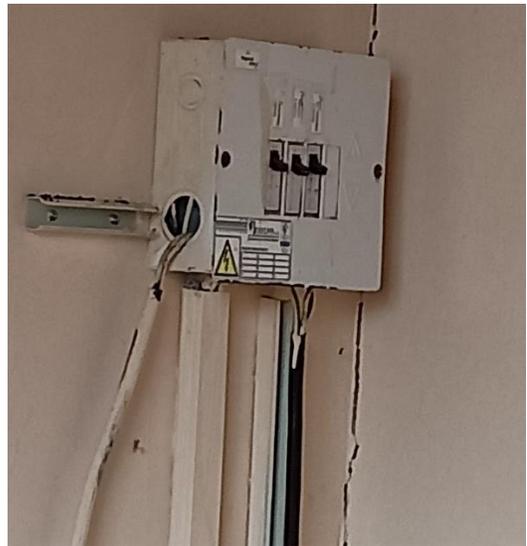
medidos bifásico en la Ilustración 34 se observa como las condiciones en la que se encuentra el breaker hacen necesario que se presente un cambio del mismo, en la Ilustración 35 se puede observar cómo se encuentran los conductores descuidados y necesitan una mejora de su aislamiento.

Ilustración 36 tablero de distribución para salones sin sistema de puesta a tierra



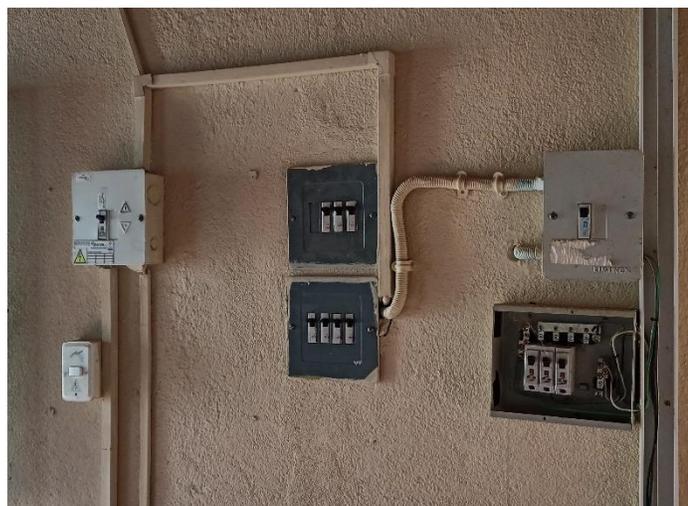
Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 37 tablero de distribución salones



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 38 tableros de distribución de salones



Fuente: registro fotográfico propio

En la Ilustración 36, Ilustración 37, e

Ilustración 38 se observa la ubicación de diferentes tableros de distribución, en la Ilustración 36 se observa cómo hay unos tableros de distribución que no cuentan con sistema de puesta a tierra, en la Ilustración 37 se observa cómo hay tableros de distribución que no están incrustados en la pared y en la

Ilustración 38 se puede apreciar como hay un numero considerado de tableros de distribución para esta institución, lo conveniente es que se reduzca el número de tableros que se encuentran en este momento y se realice una redistribución de los circuitos

Ilustración 39 conexión de ventilación y equipo audiovisual



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 40 conexión de ventilación y equipo audiovisual con canaleta plástica



Fuente: registro fotográfico propio

Como se observa en la Ilustración 39 hay aulas de clase que no cuentan con tomas corriente en el plano del tablero y en la pared opuesta al tablero los cuales son necesarios para la conexión de equipos audiovisuales que requiere el docente, hay aulas de clase que si cuentan con puntos de conexión para los equipos audiovisuales como se muestra en la Ilustración 40.

Ilustración 41 canalización de conductores por medio de canaletas



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 42 Estado de la canalización por canaleta



Fuente: registro fotográfico propio

La institución educativa presenta la distribución del cableado en su mayoría por tubería eléctrica incrustada en pared a excepción de dos aulas de clase que tienen ampliación de circuitos por medio de canaleta plástica con la finalidad de adecuación de una sala de informática y como se evidencia en la Ilustración 41 e Ilustración 42 el estado de la canaleta plástica que fue el medio de canalización utilizada está en un avanzado deterioro, donde los docentes dieron testimonio que el principal motivo de las condiciones actuales de estas ampliaciones es los estudiantes que de manera inconsciente iban acelerando su deterioro por diversos motivos y piden que si es posible el mejoramiento incluya una mejor adecuación de la manera de canalizar los diferentes circuitos.

Ilustración 43 Toma corriente



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 44 Plafón



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 45 Interruptor doble y toma corriente fuera de su caja eléctrica



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 46 caja de interruptor sencillo



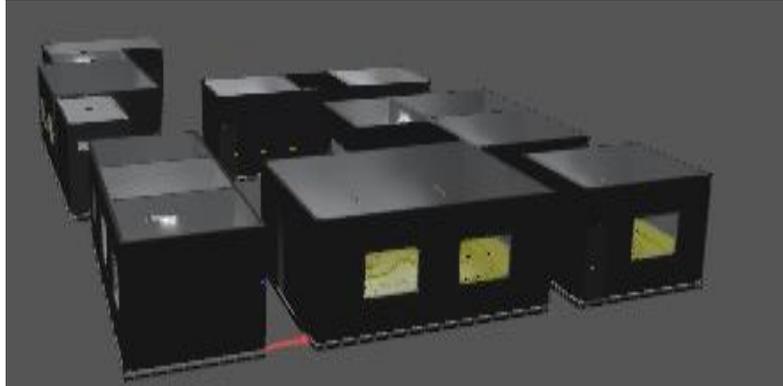
Fuente: registro fotográfico propio

Los accesorios eléctricos de esta institución educativa están en un 70% en condiciones de funcionalidad adecuada, en la Ilustración 43, Ilustración 44, Ilustración 45 e Ilustración 46 se muestra el estado de aquellos accesorios que hacen parte del 30% aproximado donde no están funcionando e incluso aumentando los índices de riesgo como es el caso de tomas que no están cubiertas (ver Ilustración 43 e Ilustración 45) o cajas de interruptores averiados (ver Ilustración 46) que tienen los conductores al alcance de toda persona que hace uso de estas instalaciones.

Para determinar si el sistema de iluminación cumple con los requisitos mínimos que propone el RETILAP se utiliza el software DIALUX al igual que se realizó con el centro educativo de la vereda el hoyo y también será utilizado para las simulaciones de iluminación de los polideportivos. A continuación, se encuentra

los datos de los niveles de iluminancia que presenta cada área interna del centro educativo de la vereda el hoyo.

Ilustración 47 iluminación del centro educativo de la vereda el hoyo



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALux

En la Ilustración 47 se puede visualizar el levantamiento de la estructura de los salones del centro educativo de la vereda del hoyo desde el software DIALux, cada edificación cuenta con su respectiva iluminación y como se mostrará en la Ilustración 49, la iluminación que presenta en el momento el centro educativo en cuestiones de iluminancia no es el adecuado.

Ilustración 48 vista superior del centro educativo de la vereda del hoyo



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALux

En la Ilustración 48 se puede visualizar donde están ubicados los puntos de iluminación en cada área interna del centro educativo, en el software DIALux al realizarse la simulación de iluminación muestra cómo se ilumina los espacios donde se encuentra el punto de iluminación por lo cual las partes más cercanas a los puntos de iluminación están más claros que la partes alejadas de los puntos de iluminación con lo que el software da a entender que la distribución de la iluminación no es uniforme y que además el número de puntos de iluminación que tiene cada área es insuficiente para tener unos niveles de iluminancia que cumplan con los que exige el RETILAP.

Ilustración 49 datos arrojados por el software DIALux sobre el nivel de iluminancia que presenta el centro educativo de la vereda el hoyo

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}
Plano útil (salón 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	75.0 lx (≥ 300 lx) ✗	25.6 lx	210 lx
Plano útil (salón 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	74.3 lx (≥ 300 lx) ✗	25.9 lx	208 lx
Plano útil (salón 4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	75.9 lx (≥ 300 lx) ✗	26.5 lx	208 lx
Plano útil (salón 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	57.0 lx (≥ 300 lx) ✗	9.43 lx	196 lx
Plano útil (salón 7) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	52.5 lx (≥ 300 lx) ✗	13.3 lx	187 lx
Plano útil (salón 8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	65.5 lx (≥ 300 lx) ✗	22.3 lx	187 lx

Plano útil (baños sin servicio) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	61.1 lx (≥ 100 lx) ✗	4.22 lx	173 lx
Plano útil (salón 11) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	72.9 lx (≥ 300 lx) ✗	26.9 lx	183 lx
Plano útil (Local 8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	126 lx (≥ 100 lx) ✓	27.3 lx	224 lx
Plano útil (baños) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	125 lx (≥ 100 lx) ✓	20.2 lx	225 lx
Plano útil (informática) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	45.5 lx (≥ 300 lx) ✗	9.90 lx	187 lx
Plano útil (Área 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	37.7 lx (≥ 50.0 lx) ✗	2.70 lx	202 lx
Plano útil (salón 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	61.1 lx (≥ 300 lx) ✗	14.3 lx	209 lx
Plano útil (salón 10) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	122 lx (≥ 300 lx) ✗	38.9 lx	236 lx
Plano útil (Local 13) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.006 lx (≥ 50.0 lx) ✗	0.006 lx	0.006 lx
Plano útil (salón 9) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	119 lx (≥ 300 lx) ✗	37.0 lx	235 lx
Plano útil (salón 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	61.1 lx (≥ 300 lx) ✗	13.8 lx	191 lx

En la Ilustración 49 se encuentra los valores de iluminancia que tiene en el momento el centro educativo de la vereda el hoyo donde queda en evidencia que el nivel de iluminación que tiene cada una de las áreas que conforma el centro educativo no está cumpliendo con la iluminancia mínima que propone el RETILAP y que es necesario para no comprometer la salud y rendimiento de los estudiantes o personas que hagan uso del establecimiento.

A continuación, con la información recopilada con la visita técnica se realizan cálculos de parámetros que permitirán analizar todas las condiciones de servicio que tiene la instalación.

Tabla 11 Cuadro de cargas del medidor 1 (bifásico) centro educativo el hoyo

Cuadro de cargas centro educativo del hoyo medidor bifásico												
Circuitos	Iluminación		Toma-corriente	fase		Volta-je (v)	Po-tencia activa (w)	Po-tencia apa-rente (VA)	FP	Co-rrien-te (A)	Breaker Protec-ción	Calibre con-ductor
	Cant	Capa-cidad (w)		R	S							
Circuito 1 (aula 7)	1	60	1	x		120	222	246,67	0,9	2,06	15	12
Circuito 2 (baños)	2	60	0		x	120	120	133,33	0,9	1,11	15	12
Circuito 3 (aula 10,11)	4	60	2		x	120	564	626,67	0,9	5,22	15	12
Circuito 4 (aula 9)	0		1	x		120	225	250,00	0,9	2,08	15	12
Circuito 5 (aula 9)	0		3	x		120	675	750,00	0,9	6,25	15	12
Circuito 6 (aula 9)			4	x		120	900	1000	0,9	8,33	15	12
Circuito 7 (aula 8)	1	60	4		x	120	960	1066,67	0,9	8,89	15	12
Circuito 8 (aula 8)			5		x	120	1125	1250	0,9	10,42	15	12
Circuito 9 (polideportivo)	8	130	0	x	x	220	1040	1155,56	0,9	5,25		8
Total							5831	6478,89		29,45		

Fuente: contenido propio

Se realiza cuadro de cargas para la instalación eléctrica del medidor bifásico que permite tener más datos acerca de las condiciones que presentan las instalaciones para la fecha de realización de este proyecto.

Tabla 12 Corrección temperatura acometida

Corrección temperatura acometida	
Temp. Mogotes (°C)	15-22
Factor de corrección	1,05
Corriente que soporta el conductor (A)	50

Capacidad corregida (A)	52,5
-------------------------	------

Fuente: contenido propio

La Tabla 12 muestra el cálculo realizado para definir el valor de corriente que la acometida puede llegar a soportar por lo tanto se observa que la acometida tiene una capacidad de amperaje de 52.5A luego de realizarse la corrección de amperaje por temperatura, con este valor de corriente se determina si la acometida puede soportar la corriente demandada por la instalación la cual es 29,45A que multiplicado por el 25% que debe tener el conductor de más en capacidad de corriente se tiene que la corriente que debe soportar la acometida es 36,81A

Tabla 13 Regulación de tensión de la acometida

caída de tensión en acometida	
Longitud acometida(m)	23
Corriente de la carga (A)	29,45
Voltaje de entrada (V)	220
Potencia de la carga (kva)	6,48
FP	0,9
Kg	217,607
Porcentaje (%)	1,3399416

Fuente: contenido propio

Se realizó cálculo de regulación de tensión (Tabla 13) para analizar si el porcentaje de caída de tensión máximo que presenta la acometida se encuentra dentro del porcentaje que sugiere el reglamento de la operadora de red en la tabla 2.3 del reglamento de la ESSA el cual es del 2%

Tabla 14 Regulación de tensión circuito ramal de mayor longitud

Caída tensión en circuito más lejano	
Longitud circuito(m)	34
Corriente de la carga (A)	5,25
Voltaje de entrada (V)	220
Potencia del circuito (kva)	1,16
FP	0,9
Kg	217,607
Porcentaje (%)	0,3532867

Fuente: contenido propio

Se realizó cálculo de regulación de tensión (Tabla 14) para analizar si el porcentaje de caída de tensión máximo que presenta el circuito de mayor longitud se encuentra dentro del porcentaje que sugiere el reglamento de la operadora de red en la tabla 2.3 el cual es del 2%

Como el centro educativo cuenta con dos medidores se realizó cálculos y cuadro de cargas del segundo medidor que es un medidor monofásico.

Tabla 15 Cuadro de cargas del medidor 2 (monofásico) centro educativo el hoyo

Cuadro de cargas centro educativo del hoyo medidor monofásico										
Circuitos	Iluminación		Tomacorriente	Voltaje (v)	Potencia activa (w)	Potencia aparente (VA)	FP	Corriente (A)	Breaker Protección	Calibre conductor
	Can t.	Capacidad (w)								
Circuito 1 (aula 2,3,4)	3	60	3	120	666	740,00	0,9	6,17	15	12
Circuito 2 (aula 5,6,8,9)	5	60	5	120	1110	1233,33	0,9	10,28	15	12
Circuito 3 (aula 12)	2	60	2	120	444	493,33	0,9	4,11	15	12
Circuito 4 (aula 1)	2		2	121	324	360,00	0,9	2,98	15	12
Total					2544	2826,67		23,53		

Fuente: contenido propio

Se realizó cuadro de cargas del medidor 2 para tener información que con la inspección visual no se obtiene y que es necesaria para tener más información del servicio que está prestando la instalación eléctrica del centro educativo.

Tabla 16 Corrección de temperatura de la acometida del medidor 2

Corrección temperatura acometida	
Temp. Mogotes (°C)	15-22
Factor de corrección	1,05

Corriente que soporta el conductor (A)	50
Capacidad corregida (A)	52,5

Fuente: contenido propio

La acometida tiene una capacidad de amperaje de 52.5A incluyendo la corrección por temperatura como se observa en la Tabla 16, con este valor de corriente se determina si la acometida puede soportar la corriente demandada por la instalación la cual es 23,53A que multiplicado por el 25% que debe tener el conductor de más en capacidad de corriente se tiene que la corriente que debe soportar la acometida es 29,44A.

Tabla 17 Regulación de tensión de la acometida del medidor 2

caída de tensión en acometida	
Longitud acometida(m)	18
Corriente de la carga (A)	23,56
Voltaje de entrada (V)	120
Potencia del circuito (kva)	2,83
FP	0,9
KG	217,607
Porcentaje (%)	1,5377561

Fuente: contenido propio

Se realizó cálculo de regulación de tensión para analizar si el porcentaje de caída de tensión máximo que presenta la acometida se encuentra dentro del porcentaje que sugiere el reglamento de la operadora de red el cual es del 2%

Tabla 18 Regulación de tensión para el circuito de mayor longitud

Caída tensión en circuito más lejano	
Longitud tramo 1(m)	26
calibre conductor (AWG)	8
Corriente de la carga (A)	7,09
Voltaje de entrada (V)	120
Potencia del circuito (kva)	0,85
FP	0,9
KG	217,607
Porcentaje tramo 1 (%)	0,6705519
longitud tramo 2(m)	22,47
calibre conductor (AWG)	12
Corriente de la carga (A)	4,11
Potencia del circuito (kva)	0,49

Kg	532,18
Porcentaje tramo 2 (%)	0,8193502
Porcentaje total:	1,4899022

Fuente: contenido propio

Para el cálculo de la caída de tensión del circuito de mayor longitud que se observa en la Tabla 18 se hizo necesario dividir el cálculo en dos tramos debido a que una parte del circuito estaba realizada en cable calibre 8AWG y otra parte del circuito en cable calibre 12AWG cada tramo tuvo su correspondiente calculo para luego realizar una suma de los dos correspondientes porcentajes de regulación para así tener el valor del porcentaje de caída de tensión y corroborar si cumple o no con el porcentaje de regulación que el reglamento de la operadora de red permite el cual es del 2%.

En la Tabla 19 se encuentra la información del estado de las instalaciones eléctricas del centro educativo de la vereda el hoyo.

Tabla 19 Información de las instalaciones eléctricas del centro educativo el hoyo

Elemento	Diagnóstico
Acometida	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta dos acometidas, una para un medidor monofásico y otra para un medidor bifásico, la acometida del medidor monofásico está realizada en cable #8 AWG con aislamiento THHN-THWN, conductor que la operadora de red no permite en una acometida y la acometida del medidor bifásico es realizada en conductor número 8AWG concéntrico antifraude con aislamiento XLPE • Las dos acometidas no presentan deterioro excesivo o corrosión por condiciones ambientales que obligue un cambio de conductor • Los puntos de conexión entre la operadora de red y la acometida se encuentran sólidamente realizados en las dos acometidas • Para el medidor monofásico puntos de conexión en el gabinete del medidor se encuentran sólidamente realizados y su aislamiento no se encuentra desgastado o mal instalado. • la longitud de las dos acometidas se encuentra dentro del rango máximo permitido por la operadora de red (rango máximo 30m)

	<ul style="list-style-type: none"> • la regulación de tensión para la acometida del medidor monofásico es de 1.5377% y para la acometida del medidor bifásico es de 1.3399% encontrándose cada valor calculado por debajo del valor máximo sugerido por la operadora de red
Breaker de protección	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones normales de operación • Bornes de conexión que por su tiempo de instalación presentan suciedad que va obstruyendo el contacto entre los bornes de conexión y los conductores.
Interruptores termomagnéticos	<ul style="list-style-type: none"> • No presentan anomalías, cumplen con función y la conexión de los conductores con los bornes de conexión se encuentran firmes
Accesorios eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Hay una caja que no tiene su respectivo interruptor • Los tomacorrientes presentan funcionamiento óptimo, pero carecen de conductor de protección (conductor de tierra) • Los plafones siguen ejerciendo su función, solo requieren limpieza externa puesto que su estado estético es desfavorable • Los interruptores sencillos y dobles ejercen su función, solo requieren limpieza para mantenerlos estéticamente bien.
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • No hay señalización de “riesgo eléctrico”, “prohibido el paso” o cuadros de cargas en los tableros de distribución o gabinetes de los medidores
Sistema de puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Esta institución no cuenta con sistema de puesta a tierra • La sala de informática no cuenta con sistema de puesta a tierra
Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta dos aulas de clase que tienen circuitos canalizados por tubería • La canalización por canaleta plástica está en condiciones regulares, hay tramos de la canalización que no cuentan con su cubierta, por lo cual los conductores se

	encuentran descubiertos
Conductores	<ul style="list-style-type: none"> • No presentan fallas de aislamiento • No se encuentran sobre cargados por lo tanto no presentan elevación de temperatura para considerar (por debajo de los 60°C) • Ausencia de conductor de tierra en toda la instalación eléctrica.
Identificación de conductores	<ul style="list-style-type: none"> • No se encuentran identificados • Por norma eléctrica (RETIE) es obligatorio tener plenamente identificado los conductores eléctricos
Estado las conexiones	<ul style="list-style-type: none"> • Las uniones de las conexiones son eléctricamente y mecánicamente buenas.
Lugares sin servicio eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Falta un punto de toma corriente adyacente a los tableros de cada salón para uso pedagógico del docente con equipos audiovisuales
Distribución de circuitos	<ul style="list-style-type: none"> • Los cálculos realizados demostraron que los circuitos no presentan sobre carga • El circuito de mayor longitud presenta una regulación de 0.353% para el medidor bifásico y 1.489% para el medidor monofásico.

Fuente: contenido propio

6.2 POLIDEPORTIVOS

Los polideportivos elegidos como polideportivos pilotos para el análisis de sus instalaciones son: polideportivo principal del municipio de Mogotes y polideportivo de la vereda calichana sector el guamo. Se realizó la visita física de los dos polideportivos y se efectuó la inspección visual como se evidencia en el registro fotográfico para establecer el estado de la acometida, los accesorios eléctricos, el sistema de puesta a tierra, las canalizaciones (en polideportivos no cubiertos no es permitido la canalización por canaleta), la marcación de los conductores, distribución de la carga, estado de las conexiones y la potencia instalada.

6.2.1 POLIDEPORTIVO PRINCIPAL DEL MUNICIPIO DE MOGOTES

El polideportivo municipal se encuentra ubicado en la carrera 2 con calle 2 del municipio de mogotes, sus dimensiones son 32m de largo por 15m de ancho. Los deportes que más realizan en este polideportivo es el baloncesto y el microfútbol, también es utilizada en actividades lúdicas.

Ilustración 50 Acometida polideportivo municipal



Fuente: registro fotográfico propio

La acometida del polideportivo municipal está realizada por vía subterránea con conductor concéntrico antifraude y canalizado por tubería IMC como se observa en la Ilustración 50

Ilustración 51 Ubicación del medidor y tablero de distribución



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 52 Breaker principal de protección



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 53 Estado de los gabinetes del medidor y tablero de distribución



Fuente: registro fotográfico propio

La ubicación del medidor y los interruptores termomagnéticos está adyacente al polideportivo con distancia prudente para no entorpecer las actividades que se realizan, en la Ilustración 52 se observa el estado en el que se encuentra el breaker de protección, el flameo de en los bornes de conexión del breaker indica que ha entrado en falla en el pasado, en la

Ilustración 53 se muestra como el gabinete del medidor y la caja del tablero de distribución presentan deterioro por condiciones ambientales y suciedad.

Ilustración 54 Cajas de inspección



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 55 Cableado utilizado



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 56 Conexiones y empalmes



Fuente: registro fotográfico propio

Ilustración 57 Electrodo de puesta a tierra



Fuente: registro fotográfico propio

la cancha tiene a su disposición 4 apoyos de soporte para el sistema de iluminación cada apoyo cuenta con una caja de inspección, en la Ilustración 54 se evidencia el estado en el que se encuentra las cajas de inspección las cuales presentan suciedad, la Ilustración 55 muestra el tipo de conductor empleado el cual es alambre número 8AWG con aislamiento tipo THHN-THWN. En la Ilustración 56 se muestra el estado de los empalmes realizados y el estado del aislamiento que tiene, en la Ilustración 57 se observa el estado del electrodo de puesta a tierra el cual se verificó es un electrodo de acero recubierto con una capa de cobre.

Ilustración 58 Tipo de iluminación y apoyo

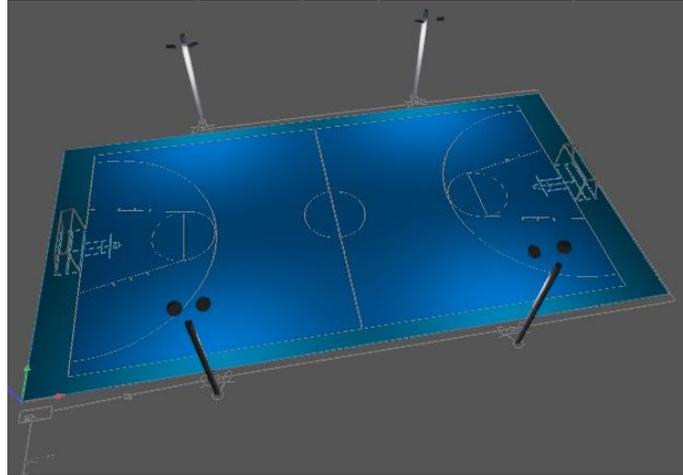


Fuente: registro fotográfico propio.

En la Ilustración 58 muestra como es el apoyo empleado para el sistema de iluminación el cual su material constructivo es metal con un cubrimiento en concreto 1m de altura, en cuanto al tipo de iluminación es iluminación led controlada para el encendido y apagado por medio de una fotocelda en cada una de las luminarias, la potencia que cada luminaria que consume es 130w.

La iluminancia mínima que se presenta en escenarios deportivos se encuentra en la tabla 560.3.1 del RETILAP, el inconveniente es que la iluminancia mínima que presenta el RETILAP es para escenarios donde solo se practica un deporte, no muestra que niveles de iluminancia mínima debe tener un polideportivo, por ende en este proyecto se tomará como nivel de iluminancia mínimo al nivel de iluminancia que el RETILAP presenta para deportes específicos y que también se puede practicar en un polideportivo, si se cumple el mínimo de iluminancia del deporte que exige menor nivel de iluminancia según el RETILAP se cumplirá el nivel de iluminancia para los demás deportes que se puede practicar en un polideportivo.

Ilustración 59 Polideportivo principal del municipio de Mogotes



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALux

En la Ilustración 59 se observa la simulación de la iluminación del polideportivo principal del municipio de Mogotes, estos centros de recreación están destinados por el municipio de Mogotes para uso de la comunidad por lo cual sus fines son recreativos, el RETILAP clasifica los escenarios deportivos según su finalidad en tres categorías: escenarios deportivos recreativos, para entrenamiento o para competencia y como los escenarios deportivos del municipio son para fines recreativos, en la tabla 560.3.1 del RETILAP se establece que el nivel de iluminancia que debe tener estos escenarios deportivos es de 60lx, ahora bien como el proyecto tiene en cuenta los reglamentos de la operadora de red, el nivel de iluminancia mínimo que exige la ESSA es de 75Lx por lo tanto como este requisito de mayor al requisito que exige el RETILAP, se tomará en cuenta el valor de iluminancia establecido por la ESSA para que se cumplan los dos reglamentos.

Ilustración 60 Datos arrojados por el software DIALux sobre el nivel de iluminancia que presenta el polideportivo principal del municipio de Mogotes

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	68.8 lx	22.7 lx	186 lx

Fuente: contenido propio, datos arrojados por el software DIALux

En la Ilustración 60 se presenta el nivel de iluminancia calculado por medio del software DIALux el cual es de 68.8lx cumpliendo así el nivel de iluminancia que el RETILAB exige, pero no el nivel de iluminancia que exige el reglamento de la operadora de red.

A continuación, al igual que los centros educativos, para los polideportivos también se realizó el correspondiente cuadro de cargas.

Tabla 20 Cuadro de cargas del polideportivo principal del municipio de Mogotes

Cuadro de cargas polideportivo principal del municipio de Mogotes									
Circuitos	Iluminación		Voltaje (v)	Potencia activa (w)	potencia aparente (VA)	FP	Corriente (A)	Breaker Protección	Calibre conductor
	Cant	Capacidad (w)							
Iluminación	8	140	220	1120	1244,44	0,9	5,66	2x30	8
Total				1120	1244,44		5,66		

Fuente: Contenido propio

El cuadro de cargas del sistema de iluminación que se encuentra en la Tabla 20 aporta información para determinar si el circuito se encuentra sobrecargado, si la protección principal de la instalación es adecuada y si la carga instalada puede ser atendida por el tipo de acometida que tiene la instalación.

La carga instalada en este centro educativo es 1244.44VA que a su vez es la demanda máxima de la instalación puesto que el factor de demanda que se aplica según la norma de la operadora de red es de 100%. Además, se puede observar como la corriente total es de 5.66A mientras que el breaker de protección de la instalación tiene capacidad de 2x30A por lo cual se puede afirmar que el breaker de protección se encuentra sobre dimensionado.

Tabla 21 Corrección de temperatura para el conductor de la acometida

Corrección temperatura acometida y conductores del circuito	
Temp. Mogotes (°C)	15-22
Factor de corrección	1,05
Corriente que soporta el conductor de acometida (A)	50
Capacidad corregida (A)	52,5

Fuente: contenido propio

Con el factor de corrección de temperatura dispuesto en la tabla 310-17 de la NTC2050 de la sección 300 aplicada sobre la acometida y sobre los conductores del circuito se establece que el conductor de la acometida y los conductores del circuito de iluminación pueden llegar a soportar 52.5A por ende la acometida y el circuito ramal tienen capacidad de suficiente para soportar la corriente que demanda la carga la cual es $5.66 \times 1.25 = 7.07A$.

Tabla 22 Regulación de tensión de la acometida

Caída de tensión en acometida	
Longitud acometida(m)	9
Corriente de la carga (A)	5,66
Voltaje de entrada (V)	220
potencia de la carga (kva)	1,24
Fp	0,9
K _G	217,602
Porcentaje (%)	0,10070

Fuente: Contenido propio

El porcentaje de regulación de tensión que se presenta en la acometida del polideportivo es de 0,10070%, porcentaje de regulación que se encuentra por debajo del 2% que sugiere la ESSA en la tabla 2.3 del reglamento.

Tabla 23 Regulación de tensión para el circuito de mayor longitud del polideportivo

Caída de tensión circuito de mayor longitud	
Longitud circuito(m)	76
Corriente de la carga (A)	5,25
Voltaje de entrada (V)	220
Potencia de circuito (kva)	1,16
FP	0,9
K _G	217,602
Porcentaje (%)	0,85042618

Fuente: contenido propio

Se realizó cálculo de regulación de tensión en el circuito con mayor longitud para establecer si la caída de tensión del circuito de la instalación se encuentra por debajo del porcentaje máximo sugerido por la ESSA el cual es del 2%

Luego de realizado los cálculos eléctricos y la visita técnica se realiza el diagnóstico de las instalaciones eléctricas del polideportivo. (Tabla 24)

Tabla 24 Información de las instalaciones eléctricas del polideportivo municipal de Mogotes

Elemento	Diagnóstico
Acometida	<ul style="list-style-type: none"> Realizada con conductor concéntrico antifraude número 8AWG de aislamiento XLPE por vía

	<p>subterránea en canalización tipo tubería metálica IMC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los puntos de conexión entre la operadora de red y la acometida se encuentran sólidamente realizados • La longitud de la acometida no supera la distancia máxima permitida por la operadora de red (longitud acometida 9m). • Presenta una regulación de tensión de 0.1%
Breaker de protección	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra en mal estado con los bornes de conexión averiados. • Las marcas de flameo en uno de los terminales del breaker indica que en el pasado sufrió esfuerzos eléctricos con corrientes de falla elevadas.
Interruptores termomagnéticos	<ul style="list-style-type: none"> • Están en excelentes condiciones y siguen cumpliendo su función, la conexión entre los bornes y los conductores es firme.
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • No hay señalización de “riesgo eléctrico”, “prohibido el paso” o cuadros de cargas en los tableros de distribución o gabinete del medidor.
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> • Las luminarias son de la marca philips y tienen un consumo de 140W, la dirección de las luminarias hacia la cancha es correcta, pero todas se encuentran dañadas.
Accesorios eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • La instalación eléctrica del polideportivo es únicamente para el sistema de iluminación. Por ende, no hay puntos de conexión para tomacorrientes u otro tipo de accesorios.
Sistema de puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> • El polideportivo cuenta con un sistema de puesta a tierra que está conectado a las cajas del medidor, al tablero de distribución e igualmente a las luminarias que tiene el polideportivo. • El conductor del sistema de puesta a tierra y el conductor de conexión al electrodo de tierra es de cobre calibre 8AWG

Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> • La comunicación entre las cajas de inspección está realizada con tubería PVC de ¾ de pulgada enterrada bajo nivel de piso a una distancia vertical de 0.4m. • la acometida esta canalizada por tubería metálica IMC de ¾ de pulgada.
Conductores	<ul style="list-style-type: none"> • el tipo de aislamiento es THHN-THWN. • El calibre del conductor es 8AWG • No presentan fallas de aislamiento. • No se encuentran sobre cargados por lo tanto no presentan elevación de temperatura • El porcentaje de regulación de tención que presenta el circuito es de 0.8504% y está por debajo del 2% sugerido por la operadora de red.
Identificación de conductores	<ul style="list-style-type: none"> • Los terminales de los conductores no se encuentran identificados como lo exige el RETIE
Distribución de los circuitos	<ul style="list-style-type: none"> • Los cálculos realizados con los datos del cuadro de cargas demostraron que el circuito no presenta sobre carga
Estado las conexiones	<ul style="list-style-type: none"> • Los puntos de contacto entre los conductores involucrados en la conexión se encuentran eléctricamente y mecánicamente bien. • Como son conexiones sometidas a humedad, la primera capa de aislamiento está en condiciones regulares, las demás capas siguen cumpliendo su función.

Fuente: contenido propio

6.2.2 POLIDEPORTIVO DE LA VEREDA CALICHANA SECTOR EL GUAMO

Este polideportivo se encuentra ubicado a 13km del casco urbano con unas dimensiones de 32m de largo por 15m de ancho con la posibilidad de practicar deportes como el microfútbol, baloncesto y voleibol, este polideportivo también presta su servicio a la institución educativa el guamo que hace uso ella para sus actividades lúdicas y educativas.

Ilustración 61 Acometida del polideportivo de la vereda el guamo



Fuente: registro fotográfico propio.

El servicio de energía de este polideportivo es sacado del medidor bifásico del centro educativo de la vereda el guamo como se observa en Ilustración 61, la acometida es vía aérea en dirección opuesta al polideportivo en conductor concéntrico antifraude número 8AWG, la distancia que tiene la acometida no supera la distancia máxima permitida por la operadora de red.

Ilustración 62 Panel de control



Fuente: registro fotográfico propio.

Ilustración 63 Interior del panel de control



Fuente: registro fotográfico propio.

Como la acometida esta alimentada por el medidor del centro educativo el guamo que se encuentra adyacente al polideportivo, en el apoyo donde la acometida es recibida se encuentra un gabinete con interruptor termomagnético del sistema de iluminación del polideportivo en la Ilustración 62 se observa el estado en el que se encuentra el gabinete y en la Ilustración 63 el estado en el que se encuentra el gabinete en el interior

Ilustración 64 Tipo de luminarias y apoyo del sistema de iluminación



Fuente: registro fotográfico propio.

Ilustración 65 Tipo de luminaria y apoyo del sistema de iluminación



Fuente: registro fotográfico propio.

El tipo de iluminación que tiene el polideportivo es iluminación led como se observa en la Ilustración 64, los apoyos son metálicos con una altura de ocho metros, el número total de apoyos es cuatro, dos apoyos por cada parte lateral de la cancha, cada apoyo tiene soporte para dos luminarias para un total de ocho luminarias en el polideportivo.

Ilustración 66 Electrodo de puesta a tierra



Fuente: registro fotográfico propio.

Ilustración 67 Estado de las conexiones



Fuente: registro fotográfico propio.

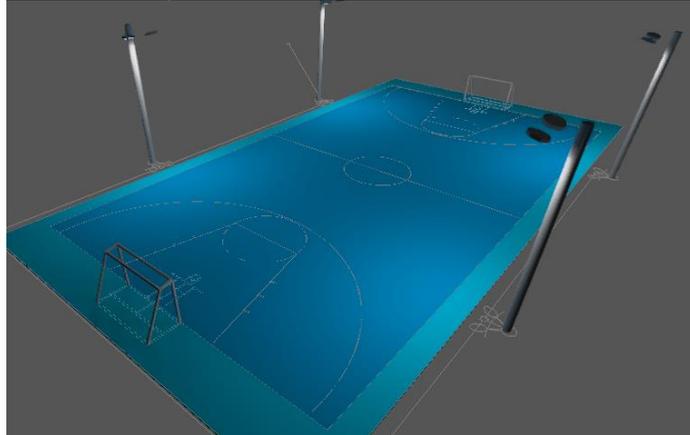
Ilustración 68 Estado de las cajas de inspección



Fuente: registro fotográfico propio.

El sistema de iluminación del polideportivo cuenta con sistema de puesta a tierra, en la Ilustración 66 se muestra el electrodo de puesta a tierra que está ubicado en la primera caja de inspección, en la Ilustración 67 se muestra cómo está el estado de las conexiones o empalmes y su aislamiento, en la Ilustración 68 está el estado actual que tiene las cajas de inspección.

Ilustración 69 Polideportivo de la vereda calichana sector el guamo



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALux

En la Ilustración 69 se observa el polideportivo de la vereda calichana con su correspondiente iluminación, la cual tiene las mismas características que tiene el polideportivo principal del municipio.

Ilustración 70 Datos arrojados por el software DIALux sobre el nivel de iluminancia que presenta el polideportivo de la vereda calichana sector el guamo.

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	86.2 lx	37.2 lx	183 lx

Fuente: contenido propio, datos arrojados por el software DIALux

En la Ilustración 70 se observa el valor de iluminancia que tiene actualmente el polideportivo y como es un polideportivo cuyo fin para la comunidad de la vereda es la recreación el nivel de iluminancia que presenta la se encuentra por encima del valor que el RETILAP exige, así como también los niveles de iluminancia mínimos propuestos por el reglamento de la operadora de red

Tabla 25 Cuadro de cargas del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo

Cuadro de cargas polideportivo vereda calichana sector el guamo									
Circuitos	Iluminación		Vol-taje (v)	Po-tencia activa (w)	Poten-cia aparen-te (VA)	FP	Co-rrien-te (A)	Brea-ker Pro-tección	Cali-bre con-ductor
	Ca-nt.	Capa-cidad (w)							
iluminación	8	140	220	1120	1244,44	0,9	5,66	2x30	8
Total				1120	1244,44		5,66		

Fuente: contenido propio

Con la información del cuadro de cargas de la Tabla 25 se observa que la carga instalada en este centro educativo es 1244.44VA que a su vez es la demanda máxima de la instalación puesto que el factor de demanda que se aplica según la norma ESSA es de 100%, la corriente que demanda el sistema de iluminación es 5.66A mientras que el breaker de protección de la instalación tiene capacidad de 2x30A por lo cual se puede afirmar que el breaker de protección se encuentra sobre dimensionado.

Tabla 26 Corrección de temperatura para acometida y conductores

Corrección temperatura acometida y conductores del circuito	
Temp. Mogotes (°C)	15-22
Factor de corrección	1,05
Corriente que soporta el con-ductor de acometida (A)	50
Capacidad corregida (A)	52,5

Fuente: contenido propio

Con la corrección de temperatura que se le aplicó al conductor de la acometida se determinó que la corriente que puede soportar la acometida es de 52.5A y como la corriente que demanda la instalación eléctrica del polideportivo es de 5.66A más el 25% de corriente adicional que se utilizan para no dejar muy acotado el amperaje del conductor, la corriente que la acometida y los conductores del circuito debe tolerar es de 7.07A.

Tabla 27 Regulación de tensión de la acometida

Caída de tensión en acometida	
Longitud acometida(m)	24

Corriente de la carga (A)	5,66
Voltaje de entrada (V)	220
Potencia de la carga (kva)	1,24
FP	0,9
KG	217,602
Porcentaje (%)	0.268555

Fuente: contenido propio

Como se observa en la Tabla 27 se realizó cálculo de regulación de tensión para analizar si el porcentaje de caída de tensión máximo que presenta la acometida se encuentra dentro del porcentaje que sugiere el reglamento de la ESSA el cual es del 2%

Tabla 28 Regulación de tensión del circuito de iluminación del polideportivo

Caída de tensión circuito de iluminación	
Longitud circuito(m)	63
Corriente de la carga (A)	5,25
Voltaje de entrada (V)	220
Potencia del circuito (kva)	1,16
FP	0,9
KG	217,602
Porcentaje (%)	0,65460436

Fuente: contenido propio

Como se observa en la Tabla 28 se realizó cálculo de regulación de tensión en el circuito de iluminación del polideportivo para establecer si la caída de tensión del circuito de la instalación se encuentra por debajo del porcentaje máximo sugerido la ESSA el cual es del 2%.

A continuación, en la Tabla 29 con la información recopilada en la visita técnica y con los cálculos realizados se realizó el diagnóstico del estado en el que se encuentra las instalaciones eléctricas e iluminación del polideportivo.

Tabla 29 Información de las instalaciones eléctricas del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo

Elemento	Diagnóstico
----------	-------------

Acometida	<ul style="list-style-type: none"> • Realizada en conductor concéntrico antifraude número 8AWG con aislamiento XLPE por vía aérea. • La longitud de la acometida no supera la distancia máxima permitida por la operadora de red (longitud acometida 24m) y su canalización es por tubería IMC de ¾ de pulgada. • Presenta una regulación de tensión de 0.2685%, porcentaje que es inferior al 2% sugerido por la operadora de red
Breaker de protección	<ul style="list-style-type: none"> • No presenta deterioro en sus bornes de conexión • Sus funcionalidades se siguen conservando. • El gabinete donde se encuentra requiere de una limpieza general.
Accesorios eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • La instalación eléctrica del polideportivo es únicamente para el sistema de iluminación. Por ende, no hay puntos de conexión para tomacorrientes u otro tipo de accesorios.
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • No hay señalización de “riesgo eléctrico”, “prohibido el paso” o cuadros de cargas en los tableros de distribución o gabinete del medidor.
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> • Las luminarias son de la marca philips y tienen un consumo de 140W, la dirección de las luminarias hacia la cancha es correcta, pero todas se encuentran dañadas.
Sistema de puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> • El polideportivo cuenta con un sistema de puesta a tierra que conectado a todo el sistema de iluminación. • El conductor del sistema de puesta a tierra y el conductor de conexión al electrodo de tierra es de cobre calibre 8AWG
Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> • La comunicación entre las cajas de inspección está realizada con tubería PVC de ¾ de pulgada enterrada bajo nivel de piso a una distancia vertical de 0.46m • La acometida en el bajante del apoco esta canalizada por tubería IMC de ¾ de pulgada.
Conductores	<ul style="list-style-type: none"> • el tipo de aislamiento es THHN-THWN. • El calibre del conductor es 8AWG

	<ul style="list-style-type: none"> • No presentan fallas de aislamiento. No se encuentran sobre cargados por lo tanto no presentan elevación de temperatura.
Identificación de conductores	<ul style="list-style-type: none"> • Los terminales de los conductores no se encuentran identificados como lo exige el RETIE
Distribución de los circuitos	<ul style="list-style-type: none"> • Los cálculos realizados en el cuadro de cargas demostraron que el circuito no presenta sobre carga • La regulación de tensión para el circuito de iluminación es de 0.7049%, porcentaje que se encuentra por debajo del 2% que es el máximo porcentaje sugerido por la operadora de red
Estado las conexiones	<ul style="list-style-type: none"> • Los puntos de contacto entre los conductores involucrados en la conexión se encuentran eléctricamente y mecánicamente bien. • Como son conexiones sometidas a humedad, la primera capa de aislamiento está en condiciones regulares y las demás capas siguen cumpliendo su función.

Fuente: contenido propio

7. PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS Y POLIDEPORTIVOS DEL MUNICIPIO DE MOGOTES

Realizar mantenimiento a las instalaciones eléctricas es un mecanismo muy efectivo para alargar la vida útil de una instalación, mantener los niveles de Riesgo eléctricos controlados y consolidar que las condiciones de funcionamiento sean normales y adecuadas.

Hay tres tipos de mantenimientos que se pueden emplear según las condiciones o necesidades que se tengan en el sistema a intervenir. Los tres tipos de mantenimiento que se pueden realizar son: mantenimiento predictivo, mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

Mantenimiento preventivo: este tipo de mantenimiento se realiza de manera planificada, es decir el mantenimiento tiene lugar antes de que un fallo o una falla

ocurra y como es planificado se realiza en un momento que no implique detenerlas actividades importantes que se realizan en el lugar [14], este tipo de mantenimiento brilla en las grandes industrias donde los fallos implican pérdida de producción y dinero por lo tanto se recurre a mantenimientos programados donde la producción se detiene de forma controlada, los periodos de mantenimiento son particulares entre un tipo de industria y otra, generalmente el personal encargado de los mantenimientos junto con información del fabricante de los elementos a intervenir establece cuales serían los periodos de mantenimiento preventivo prudentes en cada situación.

Mantenimiento predictivo: hace uso de la estadística y de inspecciones visuales y detalladas periódicas que van generando un banco de datos con los cuales se busca predecir en qué momento el elemento o la instalación puede entrar en falla, es decir con los análisis realizados y registrados de forma periódica se tiene un control del estado en que se encuentra el elemento o la instalación y así tenerlo en funcionamiento el máximo tiempo posible antes de que pueda entrar en falla [14], llegado al punto donde se determina que el elemento o la instalación no puede continuar ejerciendo su función por más tiempo, se procede a realizar el mantenimiento preventivo para que la instalación eléctrica siga prestando sus funciones de servicio.

Mantenimiento correctivo: es un mantenimiento empleado cuando el elemento o instalación ha entrado en falla o avería, este tipo de mantenimiento se encuentra condicionado al estado del elemento mientras no haya una falla no se procederá a realizar mantenimiento correctivo, es por esta razón que también es conocido como mantenimiento reactivo. [14]

El mantenimiento correctivo dependiendo de los campos de aplicación puede llegar a ser el tipo de mantenimiento más costoso llegando a tener costos de hasta tres veces los costos de que se pueden presentar en un mantenimiento predictivo o preventivo, sin embargo, fue uno de las primeras formas de mantenimiento que se emplearon en la industria y fue por este método de mantenimiento que hoy día es importante en las prácticas de mantenimiento de un sistema [14]

Para efectos del presente proyecto el plan de mantenimiento se fundamentará en la combinación del mantenimiento preventivo y en el mantenimiento correctivo. El diagnóstico realizado a los polideportivos y centros educativos piloto nos proporciona información para establecer la metodología a realizar en el plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento presentado se ejecutará como una serie de actividades que sean aplicables a los centros educativos piloto y a los polideportivos piloto. Este plan de mejoramiento estará limitado a mantener la funcionalidad de la instalación eléctrica actual puesto que creación de nuevos circuitos, la ampliación de carga, la redistribución de circuitos, cambios de acometida, medidor o incluso instalación del sistema de puesta a tierra se abordará en la propuesta de mejoramiento, propuesta que debe cumplir todos los lineamientos que los diferentes reglamentos colombianos exigen.

A continuación, se presenta los cuatro mantenimientos para los cuatro establecimientos piloto.

Tabla 30 mantenimiento de las instalaciones eléctricas del centro educativo de la vereda arenal sector el rollo

Actividades	Tiempo de ejecución	Procedimiento
Adecuación de los accesorios eléctricos	Semana 1	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer cambio de todos los tomainterruptores presentes en la instalación porque sus condiciones físicas muestran que su vida útil ya se cumplió por ende pueden entrar en falla en cualquier momento • Realizar instalación de un tomacorriente doble en una de las cajas que no contiene accesorio eléctrico • Realizar nuevamente la fijación de los accesorios con sus respectivas cajas puesto que el uso constante de estos accesorios con el tiempo suele provocar que se desajusten • Limpieza externa de los accesorios eléctricos
limpieza de las cajas de accesorios, del gabinete del medidor y cajas del tablero de	Semana 1	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el cambio del breaker principal por un breaker de mayor capacidad (50A) • Hacer una limpieza exhaustiva de los cuerpos extraños presentes en el gabinete del medidor

distribución		<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de cajas de aquellos accesorios eléctricos que se encuentran desajustados • Limpieza de los cuerpos extraños que se encuentran en las cajas de los tableros de distribución.
Fijación de las conexiones entre contactos	Semana 1	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación nuevamente de las conexiones en los barrajes de los tableros de distribución puesto que el conductor cuando se calienta y enfría por el uso de los circuitos ocasiona que se provoque falsos contactos. • Fijación nuevamente de los conductores en los accesorios que no están bien sujetos a sus respectivas cajas.
Sellado de las canalizaciones tipo canaleta	Semana 1	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de cubierta en los tramos de la canaleta que tiene los conductores expuestos
Instalación de la iluminación faltante	Semana 1	<ul style="list-style-type: none"> • La instalación presenta dos puntos de iluminación que carecían de bombillos, realizar los cambios

Fuente: contenido propio

Tabla 31 Mantenimiento de las instalaciones eléctricas del centro educativo de la vereda del hoyo

Actividades	Tiempo de ejecución	Procedimiento
Adecuación de los accesorios eléctricos	Semana 1	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar instalación de un apagador doble en una de las cajas destinadas para un apagador doble. • Hay plafones que se encuentran desajustados y sus cajas se encuentran ocupadas con telarañas e insectos que con el tiempo han formado costras que pueden provocar cortos eléctricos, por ende, realizar

		<p>limpieza de todas las cajas de los plafones para luego fijar los plafones a las cajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar nuevamente la fijación de los accesorios con sus respectivas cajas puesto que el uso constante de estos accesorios (normalmente interruptores y tomacorrientes) con el tiempo suele provocar que se desajusten • Realizar una limpieza exterior de todos los accesorios eléctricos y verificar durante la limpieza que no queden con pequeños cuerpos extraños que entorpezcan su funcionamiento
limpieza de las cajas de accesorios, del gabinete del medidor y cajas del tablero de distribución	Semana 2	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el cambio del breaker principal del medidor bifásico por un breaker de mayor capacidad (2x40A) • En el medidor monofásico realizar la conexión nuevamente de los contactos entre los bornes de conexión del breaker y los correspondientes conductores • Realizar una limpieza del gabinete del medidor • Limpieza de cajas de aquellos accesorios eléctricos que se encuentran desajustados • Limpieza de las cajas de los tableros de distribución.
Fijación de las conexiones entre contactos	Semana 2	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar reajuste de los barrajes de conexión de todos los tableros de distribución, así mismo reajustar las conexiones entre los interruptores termomagnéticos y los conductores eléctricos en sus respectivos bornes de conexión • Fijación nuevamente de los conductores en los accesorios que no están bien sujetos a

		sus respectivas cajas.
Sellado de las canalizaciones tipo canaleta	Semana 2	<ul style="list-style-type: none"> • Fijar las cubiertas de manera temporal de todas las canaletas eléctricas para mantener el cableado protegido y dejar los accesorios eléctricos involucrados con este tipo de canalización bien fijado y hermético.
Instalación de la iluminación faltante	Semana 2	<ul style="list-style-type: none"> • La instalación presentó cuatro puntos de iluminación que carecían de bombillos, realizar los cambios

Fuente: contenido propio

Tabla 32 Mantenimiento del polideportivo principal del municipio de mogotes

Actividades	Tiempo de ejecución	Procedimiento
Limpieza de las cajas de inspección	Semana 3	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una limpieza de toda la maleza que se presenta en los alrededores de cada caja de inspección • Limpiar las tapas de cada caja de inspección y eliminar todo el contenido de moho y suciedad que presenten. • Realizar un aseo interno a todas las cajas de inspección eliminando los excesos de tierra que contienen y dejando las salidas de las tuberías limpias • Limpiar de forma detallada el gabinete del medidor y la caja del tablero de distribución para posteriormente darles un tratamiento de limpieza del oxido de las partes que presenten corrosión y por último aplicar pintura con componentes anticorrosivos para mejorar el estado en el que se encuentran estos gabinetes • Reparar el sistema de cerrado de la rejilla que protege el gabinete del medidor para

		que solo pueda ser abierta por personal autorizado.
Reconexión de todos los empalmes y renovación de aislamientos	Semana 3	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar cambio del breaker del medidor por uno de igual capacidad de amperaje puesto que el breaker actual. Tiene signos haber entrado en falla en el pasado • Realizar nuevamente la conexión ente el conductor de tierra y el electrodo de puesta a tierra limpiando todo rastro de oxido y mugre para renovar los contactos entre el electrodo y el conductor de tierra • En todas las cajas de inspección retirar el aislamiento de los empalmes reforzar dichos empalmes asegurando que la unión entre los conductores involucrados sea firme eléctrica y mecánicamente, luego aplicar cinta aislante que cubra toda la superficie del empalme más 3mc de cada conductor para que los empalmes queden con un buen grado de hermeticidad contra la humedad y suciedad.
Cambio de las luminarias que no se encuentren funcionando	Semana 3	<ul style="list-style-type: none"> • El reemplazo de luminarias para los polideportivos se encuentra contemplado en la propuesta de mejoramiento

Fuente: contenido propio

Tabla 33 Mantenimiento del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo

Actividades	Tiempo de ejecución	Procedimiento
Limpieza de las		<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una limpieza de toda la maleza que se presenta en los alrededores de cada caja de inspección • Limpiar las tapas de cada caja de inspección

cajas de inspección	Semana 4	<p>y eliminar todo el contenido de moho y suciedad que presenten.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un aseo interno a todas las cajas de inspección eliminando los excesos de tierra que contienen y dejando las salidas de las tuberías limpias • Realizar una limpieza la caja de control ubicada en uno de los apoyos del sistema de iluminación
Reconexión de todos los empalmes y renovación de aislamientos	Semana 4	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar nuevamente la conexión ente el conductor de tierra y el electrodo de puesta a tierra limpiando todo rastro de oxido y mugre para renovar los contactos entre el electrodo y el conductor de tierra • En todas las cajas de inspección retirar el aislamiento de los empalmes reforzar dichos empalmes asegurando que la unión entre los conductores involucrados sea firme eléctrica y mecánicamente, luego aplicar cinta aislante que cubra toda la superficie del empalme más 4cm de cada conductor para que los empalmes queden con un buen grado de hermeticidad contra la humedad y suciedad.
Cambio de las luminarias que no se encuentren funcionando	Semana 4	<ul style="list-style-type: none"> • El reemplazo de luminarias para los polideportivos se encuentra contemplado en la propuesta de mejoramiento

Fuente: contenido propio

8. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS CENTROS EDUCATIVOS Y POLIDEPORTIVOS EN LA PARTE ELÉCTRICA.

Por medio de las inspecciones realizadas en los 4 establecimientos públicos piloto se diagnosticó el estado en el que se encuentran las instalaciones eléctricas y con los cálculos de carga instalada en cada uno de los establecimientos se puede determinar las deficiencias que tiene cada una de las instalaciones eléctricas, adicional a lo anterior también se determina cuáles son los reglamentos técnicos que no se están cumpliendo para ser abordados en la presente propuesta de mejoramiento.

El plan de mantenimiento que se dio a conocer en el capítulo anterior sirve como complemento de la propuesta de mejoramiento, esta propuesta busca reacondicionar las instalaciones eléctricas, instalando o deshabilitando aquellos elementos que hagan parte de la instalación, que se cumplan los requisitos mínimos de seguridad y que las condiciones de la instalación eléctrica luego de que se haya realizado el mantenimiento permita que el servicio eléctrico sea de calidad, seguro y también aumente su durabilidad en el tiempo.

A continuación, se plantea las pautas a realizar para llevar a cabo el mejoramiento de cada instalación eléctrica y se tiene en cuenta toda la reglamentación previamente consultada teniendo como base todo el proceso que se ha venido realizando en este proyecto.

El plan de mejoramiento en los centros educativos piloto presentará un aumento de carga por el motivo de tener que cambiar los sistemas de iluminación y de la instalación de nuevos puntos de tomacorrientes. El tipo de iluminación que se eligió para realizar los cambios en el apartado de la iluminación es iluminación tipo led principalmente por el consumo reducido que presenta frente a otros tipos de iluminación, la reducción del efecto estroboscópico y también por tener una mejor reproducción del color, este último de mucha importancia al momento de estar realizando actividades que requieran de un esfuerzo visual. La instalación del sistema de puesta a tierra para cada uno de los centros educativos debe ser de dos electrodos por centro educativo, un electrodo será para las aulas de clase y áreas comunes y el otro electrodo será para la sala de informática, además de que se deben interconectar los electrodos de puesta a tierra como lo dicta el artículo 15 del RETIE.

Los polideportivos pilotos son polideportivos donde sus intereses son netamente recreativos abiertos y disponibles para la comunidad en todo momento, con una distribución de los puntos de apoyo para el sistema de iluminación correctamente distribuidos en las orillas laterales de la cancha, tienen instalado su correspondiente sistema de puesta y conductores para el circuito de calibre número 8AWG y como la instalación eléctrica es a un voltaje de 220V la

circulación de corriente es relativamente pequeña haciendo que las instalaciones eléctricas de cada polideportivo no necesiten modificación en sus conductores.

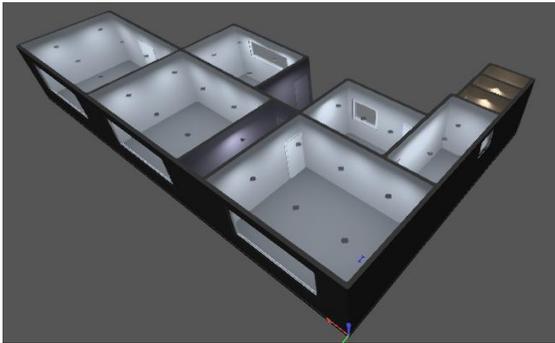
Todos los mejoramientos que se mencionan a continuación para los centros educativos y polideportivos se encuentran fundamentados por los cálculos realizados en dos libro de Excel, informes otorgados por el software DIALUX concernientes al número de luminarias, altura de instalación y niveles de iluminancia que se obtienen así como también el cumplimiento de los reglamentos consultados para que los centros educativos y polideportivos piloto presenten un servicio de calidad con índices de seguridad altos.

8.1 CENTRO EDUCATIVO ARENAL EL ROLLO

Con ayuda del diagnóstico realizado al centro educativo, la simulación de la iluminación por medio del software DIALux y los cálculos realizados y anexados en el cuadro de cargas, se determina los puntos que se deben mejorar o cambiar para garantizar que las instalaciones cumplan los reglamentos técnicos, sean más seguros y otorguen un servicio de energía de calidad.

Uno de los puntos negativos más relevantes que se le identificó al centro educativo fue la ausencia de un sistema de puesta a tierra, elemento de una instalación indispensable para aumentar los índices de seguridad y que en estos tipos de instalaciones no puede faltar por lo tanto se debe realizar la instalación de dos sistemas de puesta a tierra, uno para las aulas de clase y áreas comunes y otro para la sala de informática para tener bien protegidos los equipos eléctricos, las instalaciones eléctricas y sobre todo mitigar los riesgos eléctricos que involucre a las personas. Otro inconveniente a solucionar debe ser la iluminación que presenta el centro educativo ya que como se mostró en el capítulo 6 en la Ilustración 30 el nivel de iluminancia que tiene cada área interna el centro educativo es muy bajo por ende es uno de los aspectos a mejorar

Ilustración 71 Iluminación del centro educativo



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALux

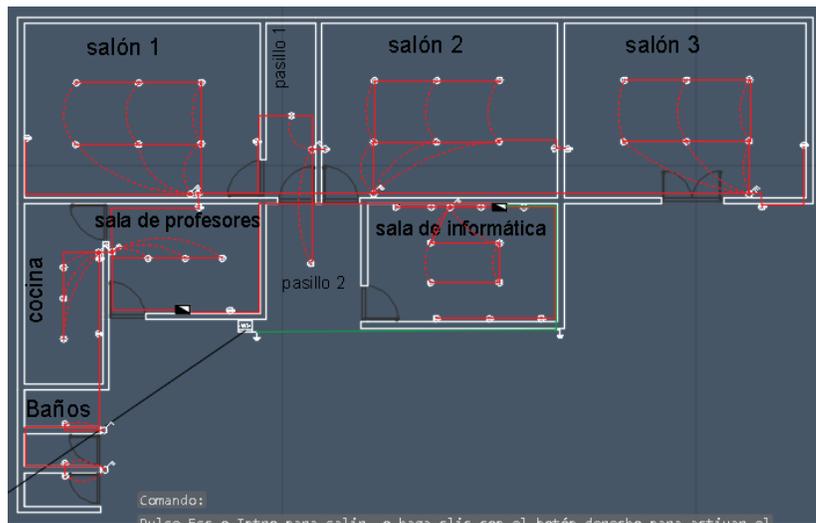
Ilustración 72 Distribución de los puntos de iluminación



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALux

Por medio de la simulación de la iluminación realizada cumpliendo los niveles de iluminancia mínimos propuestos por el RETILAP se tiene los puntos de iluminación que se deben agregar en el centro educativo y su correspondiente ubicación, además, la iluminación que se tiene destinada emplear en este centro educativo es iluminación led de la marca SYLVANIA que presenta un consumo de energía de 23W y con un flujo luminoso de 2000lm. El informe de la iluminación y el número de luminarias se alojará en una carpeta donde se encuentran los correspondientes anexos de este proyecto.

Ilustración 73 Pano eléctrico del centro educativo con el mejoramiento de las instalaciones



Fuente: contenido propio realizado con el software AUTOCAD

En la Ilustración 73 se observa el plano del centro educativo con la ubicación de los puntos de iluminación distribuidos de manera equidistante en cada área interna del mismo, cambio de los interruptores sencillos para disponer de interruptores dobles o triples como se muestra en el plano eléctrico, la reubicación de dos puntos de tomacorrientes del salón 3 para que se encuentren dispuestos adyacentes al tablero del salón y en la pared opuesta para los fines pedagógicos del docente, la inclusión de nuevos puntos de tomacorriente para el salón 1 y salón 2, la inclusión de los puntos de iluminación para los cuartos de baños que no cuentan con el servicio de iluminación y la adecuación de la instalación eléctrica del el sistema de puesta a tierra comprendido por dos electrodos de tierra, un electrodo para los salones y áreas comunes y otro electrodo para la sala de informática. El archivo del plano eléctrico se alojará en una carpeta donde se encuentran los correspondientes anexos de este proyecto.

Tabla 34 Cuadro de cargas con de las instalaciones eléctricas con el mejoramiento proyectado

Cuadro de cargas centro educativo de arenal sector el rollo										
Circuitos	Iluminación		Tomas 180VA y 250VA	Voltaje (v)	Potencia activa (w)	Potencia aparente (VA)	FP	Corriente (A)	Breaker Protección	Calibre conductor
	Can t.	Capacidad (w)								
circuito 1	9	23	5	120	1053,9	1171,00	0,9	9,76	20	12 y 14
	3	12,3								
circuito 2	11	23	3	120	739	821,11	0,9	6,84	15	12 y 14
circuito 3	6	23	4	120	786	873,33	0,9	7,28	15	12 y 14
sala informática cto1			4	120	900	1000,00	0,9	8,33	15	12
sala informática cto2	4	23	3	120	767	852,22	0,9	7,10	15	12 y 14
Total					4245,9	4717,67		39,31		

Fuente: contenido propio

En la Tabla 34 se tiene la información de la instalación eléctrica teniendo en cuenta los cambios de origen eléctrico que se deben de realizar en el mejoramiento como es el caso de la iluminación y de los tomacorrientes adicionales que deben de instalarse, este cuadro de cargas también fue realizado para elegir el breaker de protección principal que se debe colocar acorde a la

corriente total que demandará la instalación y para verificar que el calibre del conductor de la acometida soporte la corriente demandada por la instalación más un 25% de la misma por motivos previamente explicados.

Con la información del cuadro de cargas el breaker de protección que se debe colocar es de 50 A porque la corriente nominal de la instalación es 39.31A que al agregársele el 25% que debe tener el conductor de capacidad de amperaje adicional el valor de corriente que finalmente debe soportar la acometida es de 49.14A por lo que el conductor de la acometida que debe tener la instalación debe ser de un calibre mínimo número 8AWG que puede llegar a soportar 52.5A incluyendo el factor de corrección que se le aplicó al conductor en la Tabla 7. Por lo tanto, el breaker de protección que se instalara en el plan de mantenimiento será de 50A, En cuando a la acometida como actualmente no está realizada en conductor concéntrico antifraude como lo pide la norma de la ESSA y el RETIE por medio de este mejoramiento se establece que el conductor de la acometida sea reemplazado por el tipo de conductor que la norma establece teniendo presente que el calibre mínimo del conductor debe ser número 8AWG.

A continuación, en la Tabla 35 se encuentra los cambios a realizar para que las instalaciones eléctricas del centro educativo ofrezcan un servicio de energía de calidad y recordando que los cálculos de iluminación, cargas y creación de los planos se encuentran en la carpeta de anexos.

Tabla 35 Mejoramientos del centro educativo de la vereda arenal sector el rollo

Elemento	Mejoramiento
Acometida	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar cambio de la acometida de conductor #8 AWG con aislamiento THHN-THWN a conductor concéntrico antifraude #8 AWG con aislamiento XLPE
Breaker de protección	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliar la capacidad de protección del breaker cambiando el breaker principal de 30A por un breaker de 50A. (el breaker de protección será cambiado cuando se realice el plan de mantenimiento) • Fijar las conexiones entre el breaker de protección y los conductores de la instalación para evitar falsos contactos.
Interruptores termomagnéticos	<ul style="list-style-type: none"> • Con la redistribución de los circuitos será necesario fijar nuevamente los puntos de conexión entre los conductores y los interruptores termomagnéticos (aunque en

	<p>el plan de mantenimiento ya se haya realizado) para evitar falsos contactos que provoquen sobre calentamiento en los conductores</p>
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar símbolo de riesgo eléctrico en el gabinete del medidor, que esté fabricado en un material que sea resistente al agua y con propiedades reflectivas con un tamaño de un tercio del tamaño del gabinete del medidor. • Colocar el símbolo de “prohibido el paso” en el gabinete del medidor que este fabricado en un material resistente al agua, este símbolo es para que las personas particulares tengan precaución de intentar manipular los elementos eléctricos de protección del gabinete cuando se presentan fallas eléctricas. • Colocar el cuadro de cargas en la cubierta de los dos tableros de distribución
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de toda la iluminación en el centro educativo por iluminación tipo led (en la carpeta de anexos en el informe de iluminación se encuentra las características de la nueva iluminación)
Accesorios eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de los tomacorrientes adicionales colocándolos en la ubicación que se destinó y que se encuentra detallado en el plano eléctrico del centro educativo y que está en la carpeta de anexos. • Cambio de los interruptores sencillos a interruptores dobles y triples.
Sistema de puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar los electrodos de sistema de puesta a tierra en los puntos que se indican en el plano eléctrico del centro educativo • Instalar el conductor de tierra en todos los circuitos donde el conductor debe tener el mismo calibre que tiene el conductor activo
Canalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> • El plan de mejoramiento no busca realizar gastos innecesarios por lo cual la canalización por tubería que se encuentra existente en el centro educativo se seguirá

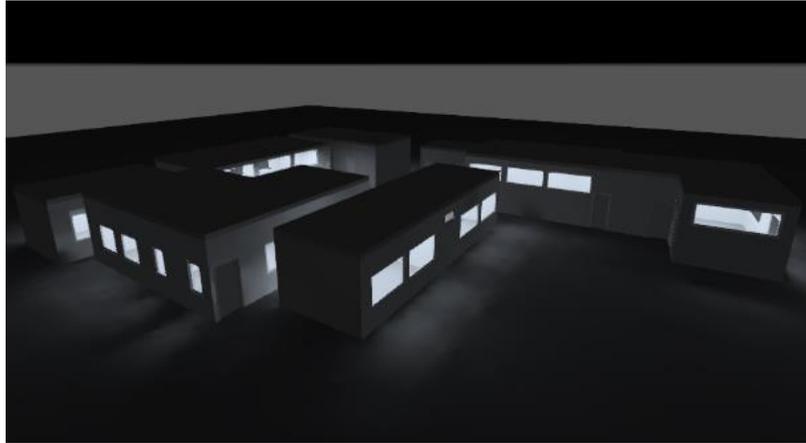
	<p>utilizando.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La canalización por canaleta que tiene la sala de informática por su buen estado solo necesita un mantenimiento de limpieza, no se realizara cambio a tubería empotrada en pared gracias a su ubicación estratégica detrás de los escritorios con acceso limitado a los estudiantes. • La canalización por canaleta que está presente en las demás áreas del centro educativo como son los salones debe de ser remplazada por tubería incrustada en pared, puesto que la canalización por canaleta en un centro educativo reduce su vida útil por el trato que reside de estudiantes (la mayoría de ocasiones de manera involuntaria)
conductores	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación del correspondiente conductor a tierra para todos los circuitos del centro educativo
Identificación de conductores	<ul style="list-style-type: none"> • En los tableros de distribución y en el gabinete del medidor hacer una identificación plena de los conductores por medio de cinta aislante de distintos colores que se colocará en los terminales de cada conductor donde el color verde es para el conductor de tierra, el color blanco es para el conductor neutro y el color amarillo, azul o rojo para el conductor de fase.
Lugares sin servicio eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Los cuartos de baño que no tienen servicio de iluminación dispondrán de un circuito con los respectivos puntos de iluminación y su correspondiente interruptor como se observa en el plano eléctrico que está en la carpeta de anexos.
Distribución de circuitos	<ul style="list-style-type: none"> • Con la redistribución de circuitos que se realizó y se encuentra en el plano eléctrico todos los circuitos se encuentran bien dimensionados y con capacidad de aumentar la carga.

Fuente: contenido propio

8.2 CENTRO EDUCATIVO EL HOYO

Este centro educativo por sus años de servicio a tenido innumerables mejoramientos de infraestructura para llegar a tener el número de salones que en el momento tiene, a raíz de esos cambios que ha ido experimentando con el paso del tiempo terminó con una instalación eléctrica muy desorganizada puesto que presenta más de 8 tableros de distribución que no se encuentran repartidos en todo el centro educativo si no que la mayoría de ellos están instalados en una sola aula de clase (ver Ilustración 38) y el sistema de iluminación que tiene el centro educativo no tiene los niveles de iluminancia mínimos que propone el RETILAP, además que en varias aulas de clase los puntos de tomacorrientes no es el indicado y los sistemas de puesta a tierra que tiene cada medidor no están ejerciendo a cabalidad su función. Cada uno de estos inconvenientes se les dará solución en el plan de mejoramiento piloto.

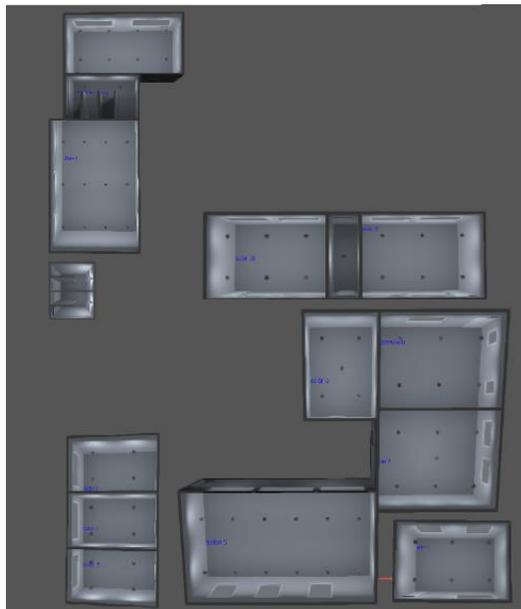
Ilustración 74 Iluminación del centro educativo de la vereda el hoyo



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALUX

En la Ilustración 74 se encuentra la simulación de la iluminación del centro educativo de la vereda el hoyo cumpliendo con los valores de iluminancia mínimos que exige el RETILAP

Ilustración 75 Ubicación de los puntos de iluminación del centro educativo de la vereda el hoyo



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALUX

Con la simulación de la iluminación que se realizó cumpliendo los valores mínimos de iluminancia que el RETILAP propone, se establece la ubicación de cada uno de los puntos de iluminación que debe tener cada uno de los salones y

demás áreas internas que tiene el centro educativo. al igual que el centro educativo de la vereda arenal sector el rollo, la iluminación que queda propuesta para instalar sobre la infraestructura es iluminación led de la marca Sylvania que tiene un consumo de energía de 23W y un flujo luminoso de 2000lm

Ilustración 76 Plano eléctrico del centro educativo de la vereda el hoyo con las mejoras a realizar en el plan de mejoramiento piloto



Fuente: contenido propio realizado con el software AUTOCAD

en la Ilustración 76 se observa un capture del plano eléctrico del centro educativo de la vereda el hoyo en el cual se encuentra los cambios realizados en toda la instalación eléctrica como son: la instalación de los electrodos de puesta a tierra, la reubicación y adición de los puntos de iluminación en cada área que tiene el centro educativo, el reordenamiento de todos los circuitos permitiendo disminuir el número de tableros de distribución a 3 y la instalación de los nuevos puntos de tomacorrientes en las aulas de clase que solo se mantienen con un toma corriente en una ubicación no conveniente para el docente. NOTA: debido a la gran cantidad de información contenida en el plano eléctrico, en la Ilustración 76 se tiene una vista general del plano eléctrico, por ende, el archivo que contiene la información del plano eléctrico se adjuntará como anexo para que por medio del

software AUTOCAD se pueda se pueda tener una mejor apreciación de la instalación eléctrica.

Tabla 36 Cuadro de cargas de las instalaciones eléctricas del medidor bifásico con el mejoramiento proyectado

Cuadro de cargas centro educativo del hoyo medidor bifásico												
Circuitos	Iluminación		Toma-co-riente	fase		Vol-taje (v)	Poten-cia activa (w)	Poten-cia apa-rente (VA)	FP	Co-rrien-te (A)	Brea-ker Pro-tección	Calibre con-ductor
	Ca-nt.	Capa-cidad (w)		R	S							
Circuito 1 (aula 7,9)	12	23	4	x		120	924	1026,67	0,9	8,56	20	12
Circuito 2 (aula 10,11, aseo)	13	23	4		x	120	947	1052,22	0,9	8,77	20	12
Circuito 3 (aula 9)	6	23	0	x		120	138	153,33	0,9	1,28	15	12
Circuito 4 (aula 9)	0	0	6		x	120	1350	1500,00	0,9	12,50	20	12
Circuito 5 (aula 9)	0	0	6		x	120	1350	1500	0,9	12,50	20	12
Circuito 6 (polide-portivo)	8	140	0	x	x	220	1120	1244,44	0,9	5,66	2*20	8
Total							5829	6476,67		29,44		

Fuente: contenido propio

Como el centro educativo de la vereda el hoyo presenta dos cuentas para el servicio de energía y no hay inconvenientes con la electrificadora de Santander, para efectos del plan de mejoramiento piloto se sigue dejando en uso las dos cuentas, ya que desde el momento que quedaron prestando el servicio de energía simultáneamente no se ha presentado inconvenientes que justifiquen realizar una inversión de dinero para dejar solamente una acometida.

En la Tabla 36 está el cuadro de cargas que contiene la cantidad de circuitos que tendrá la acometida luego de que se haya realizado la reestructuración de la instalación eléctrica interna, por medio de los cálculos realizados en el cuadro de cargas se identifica la corriente demanda la carga la cual es de 29.44A y con el 25% adicional de capacidad de corriente que debe manejar la acometida, el valor

de corriente total que debe soportar la acometida es de 36.8A y como el conductor de la acometida es en cobre en un calibre 8AWG el cual puede llegar a soportar 52.5A (incluido el factor de corrección por temperatura) no es necesario intervenir el conductor de la acometida actual.

Tabla 37 Cuadro de cargas de las instalaciones eléctricas del medidor monofásico con el mejoramiento proyectado

Cuadro de cargas centro educativo del hoyo medidor monofásico										
Circuitos	Iluminación		Tomacorriente	Voltaje (v)	Potencia activa (w)	Potencia aparente (VA)	FP	Corriente (A)	Breaker Protección	Calibre conductor
	Cant.	Capacidad (w)								
Circuito 1 (aula 2,3,4)	12	23	6	120	1248	1386,67	0,9	11,56	20	12
Circuito 2 (aula 5, corredor)	14	23	3	120	808	897,78	0,9	7,48	20	12
Circuito 3 (aula 6)	6	23	2	120	462	513,33	0,9	4,28	20	
Circuito 4 (aula 12, baños1)	10	23	3	120	716	795,56	0,9	6,63	20	12
Circuito 5 (aula 1)	14	23	3	121	808	897,78	0,9	7,42	20	12
Total					4042	4491,11		37,36		

Fuente: contenido propio

En el segundo medidor que tiene el centro educativo con el reordenamiento de los circuitos y el aumento en el número de puntos de iluminación y tomacorrientes que se establecieron un total de cinco circuitos con un total de 4491.11VA y como hubo un aumento de carga por los mejoramientos propuestos ahora la acometida dentro de los cálculos realizados debe soportar 37,36A y con el 25% adicional de carga a soportar por la acometida la corriente a soportar por la acometida es de 46.7A por lo que se puede mantener la acometida con el calibre del conductor en 8AWG el cual como ya se ha mencionado en repetidas ocasiones en este proyecto tiene una capacidad de corriente de 50A y con el factor de corrección por temperatura se queda puede llegar a soportar 52.5A.

A continuación, en la Tabla 38 se encuentra los cambios a realizar para que las instalaciones eléctricas del centro educativo ofrezcan un servicio de energía de calidad y recordando que los cálculos de iluminación, cargas y creación de los planos se encuentran en la carpeta de anexos.

Tabla 38 mejoramientos eléctricos del centro educativo de la vereda el hoyo

Elemento	Mejoramiento
Acometida	<ul style="list-style-type: none"> • La acometida que tiene el medidor monofásico debe ser reemplazada por una acometida con conductor concéntrico antifraude de calibre número 8AWG con aislamiento XLPE. • las conexiones de las dos acometidas deben ser renovadas reemplazando los conectores entre las líneas de la operadora de red y la acometida
Breaker de protección	<ul style="list-style-type: none"> • para el caso del medidor bifásico el breaker de protección debe ser cambiado a uno con mayor capacidad el cual con apoyo de los cálculos realizados en el libro de Excel el nuevo breaker de protección debe tener una capacidad mínima de 2x40A. (este cambio se realiza en el plan de mantenimiento) • el breaker del medidor monofásico requiere ser cambiado por un breaker con capacidad de corriente mayor (50A),
Interruptores termomagnéticos	<ul style="list-style-type: none"> • con los cálculos realizados y la redistribución de los circuitos en cada acometida, se deja registrado en los cuadros de cargas la capacidad de los breakers de protección de cada uno de los circuitos, los breakers de 15A que en la actualidad están en circuitos de iluminación y fuerza se deben reemplazar por breaker de 20A de capacidad como lo menciona la norma • con el reordenamiento de los circuitos las conexiones deben ser nuevamente realizadas. • Solo se dejará los tableros de distribución cuya ubicación está colocada en el plano eléctrico del centro educativo, los demás tableros van a ser desinstalados y removidos.
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de toda la iluminación en el centro educativo por iluminación tipo led (en la carpeta de anexos en el informe de iluminación se encuentra las características de la nueva iluminación)

<p>Señalización</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar símbolo de riesgo eléctrico en el gabinete de cada medidor, que esté fabricado en un material que sea resistente al agua y con propiedades reflectivas con un tamaño de un tercio del tamaño del gabinete de cada medidor. • Colocar el símbolo de “prohibido el paso” en el gabinete de cada medidor, que este fabricado en un material resistente al agua, este símbolo es para que las personas particulares tengan precaución de intentar manipular los elementos eléctricos de protección del gabinete. • Colocar el cuadro de cargas en la cubierta de los tres tableros de distribución
<p>Accesorios eléctricos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reubicación de los puntos de iluminación, tomacorrientes e interruptores tal como se muestra en el plano eléctrico del centro educativo que se encuentra en la carpeta de anexos.
<p>Sistema de puesta a tierra</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de los electrodos de tierra en la ubicación que se muestra en plano eléctrico y conexión de los electrodos entre sí por un conductor de cobre para evitar los lazos de tierra e incompatibilidad electromagnética. • Instalación del conductor de tierra en todos los circuitos que tendrá el centro educativo con el pan de mejoramiento.
<p>Canalizaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Con el reordenamiento de los circuitos eléctricos y el aumento de puntos de iluminación y tomacorrientes, todas las ramificaciones que se muestran en el plano eléctrico del centro educativo se realizarán con tubería eléctrica PVC incrustada en pared para no tener que realizar inversión monetaria periódica para los mantenimientos ya que, al estar incrustada en pared, la canalización por tubería estará protegida en todo momento. • La canalización por canaleta plástica presente en el centro educativo debe ser retirada y reemplazada por tubería eléctrica PVC.

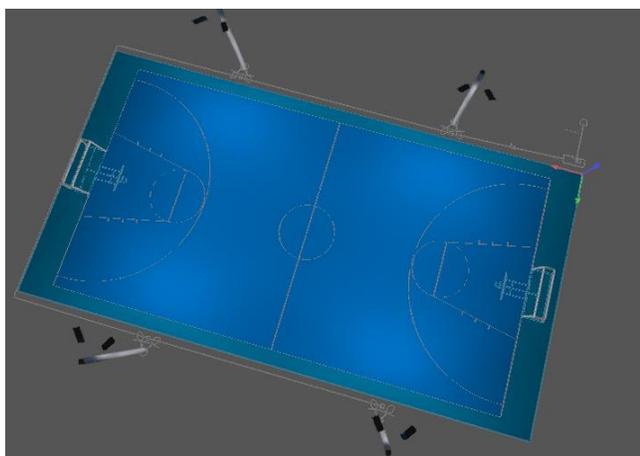
<p>Conductores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las terminaciones de los conductores en las cajas eléctricas, gabinetes de medidores y tableros de distribución deben realizarse sin dejar partes desnudas de los conductores, en dado caso de quedar con aberturas se sellarán con cinta eléctrica aislante • Instalación del conductor de tierra en todos los circuitos de la instalación.
<p>Identificación de conductores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En los tableros de distribución y en los gabinetes de los medidores hacer una identificación plena de los conductores por medio de cinta aislante de distintos colores que se colocará en los terminales de cada conductor donde el color verde es para el conductor de tierra, el color blanco es para el conductor neutro y los colores amarillo, azul o rojo para los conductores de fase.

Fuente: contenido propio

8.3 POLIDEPORTIVO PRINCIPAL DEL MUNICIPIO DE MOGOTES

Las instalaciones eléctricas que presenta el polideportivo principal en cuestiones de materiales, dimensionamiento, distribución, calibre de los conductores y ubicación de los apoyos del sistema de iluminación, están cumpliendo los reglamentos eléctricos.

Ilustración 77 Simulación de la nueva iluminación del polideportivo principal



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALUX

Ya que el polideportivo principal en la actualidad tiene todas las luminarias sin funcionar y los niveles de iluminancia que presentaba se encontraban levemente

por debajo de los niveles de iluminancia mínimos que sugiere el reglamento de la operadora de red, en la propuesta de mejoramiento las luminarias existentes se sustituyen por luminarias led de 140W de la marca Philips con las cuales se obtienen un nivel de iluminancia de 152Lx frente a los 68.8Lx que el polideportivo presentaba con las luminarias actuales si se encontraran en buen estado. En la Ilustración 77 se observa la simulación de la iluminación del polideportivo principal cumpliendo el nivel de iluminancia mínimo que exige el reglamento de la operadora de red.

Tabla 39 Cuadro de cargas con las modificaciones que tendrá el polideportivo principal del municipio

Cuadro de cargas polideportivo principal del municipio de Mogotes									
Circuitos	Iluminación		Vol-taje (v)	Poten-cia activa (w)	poten-cia aparente (VA)	FP	Co-rriente (A)	Breaker Protec-ción	Calibre conduc-tor
	Can-t.	Capaci-dad (w)							
Ilumina-ción	8	140	220	1120	1244,44	0,9	5,66	2x20	8
Total				1120	1244,44		5,66		

Fuente: contenido propio

En la Tabla 39 se encuentra el cuadro de cargas del polideportivo principal del municipio con el valor de potencia de cada luminaria y con el breaker de protección que debe instalarse acorde a la demanda de corriente que tiene el circuito de iluminación.

A continuación, en la Tabla 40 se encuentra los cambios a realizar para que las instalaciones eléctricas del centro educativo ofrezcan un servicio de energía de calidad y recordando que los cálculos de iluminación, cargas y creación de los planos se encuentran en la carpeta de anexos.

Tabla 40 Mejoramientos del polideportivo principal

Elemento	Mejoramiento
Acometida	<ul style="list-style-type: none"> Realizar nuevamente conexión de las conexiones y cambio de los conectores entre la operadora de red y la acometida del polideportivo.
Breaker de protección	<ul style="list-style-type: none"> Debe ser reemplazado por un breaker de protección que tenga una capacidad de corriente definida en el cuadro de cargas ya que el breaker actual se

	encuentra sobre dimensionado y deteriorado
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de todas las ocho luminarias que se encuentran dañadas, por luminarias de la misma marca la cual es Philips y con el mismo consumo eléctrico, pero con mayor flujo lumínico (en la carpeta de anexos en el informe de iluminación se encuentra las características de la nueva iluminación).
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar símbolo de riesgo eléctrico en el gabinete del medidor, que esté fabricado en un material que sea resistente al agua y con propiedades reflectivas con un tamaño de un tercio del tamaño del gabinete del medidor. • Colocar el símbolo de “prohibido el paso” en el gabinete del medidor que este fabricado en un material resistente al agua, este símbolo es para que las personas particulares tengan precaución de intentar manipular los elementos eléctricos de protección del gabinete cuando ocurre fallas de iluminación en el polideportivo. • Colocar el cuadro de cargas en la cubierta del tablero de distribución (para el caso de los polideportivos solo se tiene un circuito)
Sistema de puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> • El conector copperweld debe ser remplazado por un nuevo conector y el extremo del electrodo de tierra debe ser lijado para que haya buen contacto entre el electrodo de tierra y el conductor del sistema de puesta a tierra.
Identificación de conductores	<ul style="list-style-type: none"> • En los tableros de distribución y en los gabinetes de los medidores hacer una identificación plena de los conductores por medio de cinta aislante de distintos colores que se colocará en los terminales de cada conductor donde el color verde es para el conductor de tierra, el color blanco es para el conductor neutro y los colores amarillo, azul o rojo para los conductores de fase.

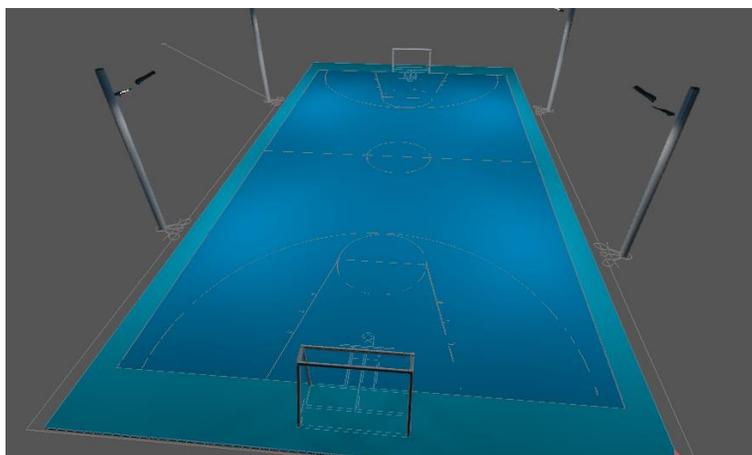
Conexiones	<ul style="list-style-type: none"> Realizar nuevamente las conexiones presentes en todas las cajas de inspección y renovar el aislamiento aplicado a cada conexión.
-------------------	--

Fuente: contenido propio

8.4 POLIDEPORTIVO DE LA VEREDA CALICHANA SECTOR EL GUAMO

Con el diagnóstico realizado en las instalaciones eléctricas se identificó las falencias de origen eléctrico que presenta el polideportivo, por lo tanto, con el apoyo del diagnóstico se procede a definir los mejoramientos que se deben aplicar para tener las condiciones eléctricas del polideportivo en excelente estado.

Ilustración 78 simulación de la iluminación del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo



Fuente: contenido propio realizado con el software DIALUX

Con ayuda del software DIALUX se realizó la simulación de la iluminación del polideportivo con las luminarias que se eligieron para instalar por medio de la propuesta de mejoramiento, son luminarias de 140W de consumo de la marca Philips que consigue una iluminancia de 151Lx sobre la superficie de la cancha, permitiendo cumplir con el nivel de iluminancia mínimo que exige el reglamento de la operadora de red (75Lx) con el mismo nivel de consumo, pero con mayor rendimiento lumínico.

Tabla 41 Cuadro de cargas del polideportivo después de que se realice el mejoramiento propuesto al polideportivo

Cuadro de cargas polideportivo vereda calichana sector el guamo									
Circuitos	Iluminación		Voltaje (v)	Potencia activa (w)	Potencia aparente (VA)	FP	Corriente (A)	Breaker Protección	Calibre conductor
	Cant	Capacidad (w)							
iluminación	8	140	220	1120	1244,44	0,9	5,66	2x20	8
Total				1120	1244,44		5,66		

Fuente: contenido propio

La instalación eléctrica del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo con el cambio de luminarias va a mantener el mismo nivel de demanda puesto que las luminarias que posee ahora consumen 140W por luminaria, mismo nivel de consumo que tiene las luminarias que se proponen colocar en el plan de mejoramiento y que a diferencia de la iluminación actual, las luminarias a instalar ofrecen mayor flujo luminoso lo que directamente repercute en un aumento de rendimiento por el mismo nivel de consumo

A continuación, en la Tabla 42 se encuentra los cambios a realizar para que las instalaciones eléctricas del centro educativo ofrezcan un servicio de energía de calidad y recordando que los cálculos de iluminación, cargas y creación de los planos se encuentran en la carpeta de anexos.

Tabla 42 mejoramientos del polideportivo de la vereda calichana sector el guamo

Elemento	Mejoramiento
Sistema de puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> El conector copperweld debe ser remplazado por un nuevo conector y el extremo del electrodo de tierra debe ser lijado para que haya buen contacto entre el electrodo de tierra y el conductor del sistema de puesta a tierra.
Identificación de conductores	<ul style="list-style-type: none"> En los tableros de distribución y en los gabinetes de los medidores hacer una identificación plena de los conductores por medio de cinta aislante de distintos colores que se colocará en los terminales de cada conductor donde el color verde es para el conductor de tierra, el color blanco es para el conductor neutro y los colores amarillo, azul o rojo para los conductores de fase.
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> Colocar símbolo de riesgo eléctrico en el tablero de

	<p>control, que esté fabricado en un material que sea resistente al agua y con propiedades reflectivas con un tamaño de un tercio del tamaño del gabinete del medidor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar el símbolo de “prohibido el paso” en el tablero de control que este fabricado en un material resistente al agua, este símbolo es para que las personas particulares tengan precaución de intentar manipular los elementos eléctricos de protección del tablero cuando ocurre fallas de iluminación en el polideportivo. • Colocar el cuadro de cargas en la cubierta del tablero de distribución (para el caso de los polideportivos solo se tiene un circuito)
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de todas las ocho luminarias que se encuentran dañadas, por luminarias de la misma marca la cual es Philips y con el mismo consumo eléctrico, pero con mayor flujo lumínico (en la carpeta de anexos en el informe de iluminación se encuentra las características de la nueva iluminación).
Conexiones	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar nuevamente las conexiones presentes en todas las cajas de inspección y renovar el aislamiento aplicado a cada conexión.

Fuente: contenido propio

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

- Se logró elaborar el plan de mejoramiento piloto para los centros educativos y polideportivos del municipio de Mogotes, mostrando en este los diferentes cambios necesarios para que las instalaciones tengan un mejor funcionamiento y un aumento en los índices de seguridad para las personas, equipos e instalaciones eléctricas.
- Con el análisis realizado a cada una de las instalaciones eléctricas de cada uno de los establecimientos se observó como los centros educativos son los que presentan mayores problemas en sus instalaciones eléctricas como es la ausencia de un SPT, mientras que las instalaciones eléctricas de los polideportivos tenían problemas menos cuestionables como el cambio de las luminarias
- Al realizar la visita técnica a los centros educativos piloto se encontraron instalaciones en un mal estado que requieren de una intervención profesional para corregir las malas prácticas realizadas en dichas instalaciones, actualmente, aunque prestan un servicio básico de energía no son instalaciones que cumplen a cabalidad los reglamentos técnicos eléctricos y no presentan un correcto aprovechamiento de los materiales y ubicación de accesorios eléctricos.
- Se logró determinar cuáles son los reglamentos eléctricos y de iluminación que se deben cumplir en un centro educativo y un polideportivo.
- Con el uso del software DIALUX se pudo establecer que el sistema de iluminación que presenta los centros educativos piloto no cumple los reglamentos técnicos de alumbrado y que la adecuación del sistema de iluminación de cada centro educativo no fue realizada por una persona competente en el diseño de iluminación.

9.2 RECOMENDACIONES

- Recomendar a la universidad de pamplona que promueva la gestión para agregar una materia adicional en la carrera de ingeniería eléctrica en la

cual se toquen temas netamente de diseño de iluminación y profundización de reglamentos como el RETILAP.

- Sugerir a la alcaldía de mogotes que se genere un puesto de trabajo para una persona con perfil profesional en la rama de la electricidad con el fin de mejorar todas las deficiencias de origen eléctrico que se encuentran presentes en los establecimientos públicos actuales del municipio, además, una persona con este perfil es necesario para que se encargue de los proyectos en los que se tenga que diseñar la parte eléctrica y así no terminen siendo instalaciones eléctricas inseguras y defectuosas obligando a realizar mejoramientos futuros innecesarios

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. m. Mogotes, «"Plan de desarrollo MOGOTES 2020-2023",» 2020.
- [2] V. E. Torre, «"Protección para Instalaciones Eléctricas en Edificaciones",» UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES, LIMA, 2017.
- [3] F. H. Robledo, "Riesgos Eléctricos y Mecánicos", BOGOTA: Ecoe Ediciones, 2011.
- [4] M. d. M. y. E. Colombia, «"Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas",» Bogotá, 2007.
- [5] UPME, «"UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA",» 2 ABRIL 2007. [En línea]. Available: http://www.upme.gov.co/Docs/Cartilla_Retie.pdf. [Último acceso: 12 marzo 2021].
- [6] ICONTEC, «"NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2050",» 1998.
- [7] M. d. M. y. Energía, "Reglamento Tecnico de Iluminación y Alumbrado Público", Bogotá, 2009.
- [8] Wikipedia, «Wikipedia,» 18 marzo 2021. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Estereoradi%C3%A1n>. [Último acceso: 1 mayo 2021].
- [9] Electrotec, «Electrotec Perú,» 2019. [En línea]. Available: <https://electrotec.pe/blog/aislamientocable>. [Último acceso: 15 04 2021].
- [10] D. D. D. ACEVEDO, APLICACIÓN DE LOS REGLAMENTOS TÉCNICOS RETIE Y RETILAP EN EL DISEÑO ELÉCTRICO DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA, Villa Del Rosario: Universidad de Pamplona, 2012.
- [11] J. E. P. GARCÍA, APLICACIÓN DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y NORMATIVIDADES VIGENTES PARA EL DISEÑO ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR DE CANCHAS DEPORTIVAS PARA FUTBOL, Villa del Rosario: Universidad de Pamplona, 2012.

- [12] ESSA, «Electrificadora de santander,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.essa.com.co/site/informacion-corporativa/quienes-somos>. [Último acceso: 30 Abril 2021].
- [13] ESSA, «"Normas para cálculo y diseño de sistemas de distribución",» electrificadora de santander , 2004.
- [14] DIALux, «DIALux,» [En línea]. Available: <https://www.dialux.com/es-ES/sobre>. [Último acceso: 31 mayo 2021].
- [15] D. F. A. MERCHÁN, "ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LAS PRINCIPALES SUBESTACIONES DE LA EMPRESA DE ENERGÍA DE BOYACÁ S.A. E.S.P. APLICADO POR LA EMPRESA ASISTENCIA TÉCNICA INDUSTRIAL LTDA", DUITAMA: UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA, 2017.
- [16] s. electricidad, «sector electricidad,» 19 Abril 2015. [En línea]. Available: <http://www.sectorelectricidad.com/12364/mexico-tensiones-de-toque-y-paso-con-y-sin-puesta-a-tierra/>.

11. ANEXOS

todos los anexos originados para este documento fueron organizados en una carpeta que está adjunta a este documento