

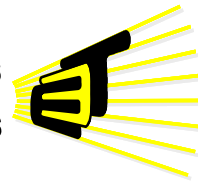
**ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS Y SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LA BIBLIOTECA  
ALEJANDRO GALVIS GALVIS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER SEDE BARRANCABERMEJA.**

**JONATHAN ALVAREZ PADILLA**

**OSWALDO MAURICIO GOMEZ CRUZADO**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
ELÉCTRICA, ELECTRONICA  
Y DE TELECOMUNICACIONES**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELÉCTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2013**

**ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS Y SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LA BIBLIOTECA  
ALEJANDRO GALVIS GALVIS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER SEDE BARRANCABERMEJA.**

**JONATHAN ALVAREZ PADILLA**

**OSWALDO MAURICIO GOMEZ CRUZADO**

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
ingeniero electricista**

**Director**

**Ing. CIRO JURADO JEREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELÉCTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2013**

## *DEDICATORIA*

*A mis padres OSWALDO GOMEZ y MARTHA HELENA por su gran apoyo, comprensión y dedicación brindada a lo largo de este camino, sin ustedes esto no habría sido posible.*

*A mi hermano RICARDO ANDRES con quien e compartido muchas experiencias a lo largo de nuestras vidas.*

*Amigos, compañeros, profesores y todas las demás personas que me apoyaron en todo este camino.*

*OSWALDO MAURICIO GOMEZ CRUZADO*

## *DEDICATORIA*

*Quiero empezar dándole gracias a DIOS por hacer tantas cosas maravillosas en mi vida, una de ellas permitirme alcanzar este logro, por ser mi fortaleza en todo momento y darme tantas bendiciones.*

*A mi madre EDITH CECILIA PADILLA GIL, quien con su apoyo, entrega y comprensión se convirtió en mi principal motivación para alcanzar esta meta tan importante en mi vida.*

*A mis familiares que de una u otra manera me han acompañado en cada momento de mi vida.*

*Amigos, compañeros, profesores y todas las demás personas que me apoyaron en todo este camino.*

*JONATHAN ALVAREZ PADILLA*

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del presente proyecto de grado presentan sus más sinceros agradecimientos a:

A Dios por su infinita sabiduría y sus bendiciones, al permitir la realización de este proyecto superando los obstáculos y dificultades presentados en el camino.

A Ciro Jurado Jerez, Ingeniero Electricista UIS y director del proyecto, por su orientación, dedicación y todas esas enseñanzas que nos permitieron la realización del presente proyecto.

A la sede UIS Barranca por el apoyo y la colaboración brindada durante la etapa de levantamiento del presente proyecto.

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

**ACIEM:** Asociación Colombiana de Ingenieros Electricistas, Mecánicos y Afines.

**ANSI:** American National Standards Institute (Instituto Nacional Americano de Estandarización).

**A.T.:** Alta Tensión.

**AWG:** American Wire Gage (Galga Americana).

**b:** Bite (Medida de Almacenamiento de Datos).

**B.T.:** Baja Tensión.

**c.a.:** Corriente Alterna.

**c.c.:** Corriente Continua.

**IEC:** International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional).

**Cv:** Regulación de Tensión.

**DPS:** Dispositivo de Protección contra Sobrecorriente.

**ESSA:** Electrificadora de Santander S.A.

**f.p.:** Factor de Potencia.

**Hz:** Hertz (Unidad de Medida de Frecuencia).

**I:** Intensidad de Corriente Eléctrica.

**ICONTEC:** Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronic Engineers (Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos).

**IES:** Illuminating Engineering Society.

**M.T.:** Media Tensión.

**NTC 2050:** Norma Técnica Colombiana 2050. Código Eléctrico Colombiano.

**V:** Volts (unidad de medida de tensión).

**R:** Resistencia en Ohm.

**Ohm:** Unida de Medida de Resistencia Eléctrica.

**Pp:** Pérdidas de Potencia.

**PT:** Puesta a Tierra.

**$\rho$ :** Resistividad.

**RETIE:** Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

**RETILAP:** Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.

**SI:** Sistema Internacional de Unidades.

**VA:** Volt-Amperes (Unidad de Medida de Potencia Aparente).

**°C:** Grados Celsius (Unidad de Medida de Temperatura).

**TGBT:** Tablero General de Baja Tensión.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>31</b>
<b>1. GENERALIDADES</b> .....	<b>33</b>
<b>1.1. OBJETIVOS</b> .....	<b>33</b>
1.1.1. OBJETIVO GENERAL .....	33
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
<b>1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>34</b>
1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	34
1.2.2. JUSTIFICACIÓN.....	35
1.2.3. ALCANCE .....	36
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>37</b>
<b>2.1. DEFINICIONES [2], [3], [4], [5], [6]</b> .....	<b>37</b>
<b>2.2. REGULACIÓN DE TENSIÓN DE LA RED</b> .....	<b>46</b>
<b>2.3. NIVELES DE ILUMINACIÓN</b> .....	<b>49</b>
2.3.1. GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN. ....	49
2.3.2. ILUMINACIÓN EFICIENTE.....	50
2.3.3. REQUISITOS GENERALES EN EL DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR.....	51
2.3.4. ALUMBRADO EN LOCALES DE TRABAJO INTERIOR. ....	52
2.3.5. ALUMBRADO EN OFICINAS. ....	53
2.3.6. ALUMBRADO EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS, SALAS DE LECTURA Y AUDITORIOS.....	54
2.3.7. MÉTODO DE CAVIDADES ZONALES[5].....	57
2.3.8. NIVELES DE ILUMINANCIA Y DESLUMBRAMIENTO. ....	64
2.3.9. MEDICIÓN DE ILUMINANCIA.....	65
<b>2.4. PUESTA A TIERRA</b> . ....	<b>66</b>
2.4.1. MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA. ....	67

2.4.2. MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD.....	70
<b>2.5. SELECCIÓN DE CONDUCTORES.....</b>	<b>73</b>
2.5.1. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR EN CIRCUITOS RAMALES. ....	73
2.5.2. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR EN CIRCUITOS RAMALES DE EQUIPOS INFORMÁTICOS[2]. ....	78
2.5.3. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR EN ACOMETIDAS. ....	78
2.5.4. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA. ....	78
<b>2.6. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES. ....</b>	<b>79</b>
<b>2.7. SELECCIÓN DE DUCTERÍA.....</b>	<b>80</b>
<b>2.8. PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA .....</b>	<b>80</b>
<b>2.9. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO.....</b>	<b>81</b>
2.9.1. RASTREADOR DE CIRCUITOS. ....	82
2.9.2. LUXÓMETRO.....	84
2.9.3. TELURÓMETRO. ....	86
2.9.4. ANALIZADOR DE REDES.....	86
2.9.5. MULTÍMETRO DIGITAL. ....	87
2.9.6. PINZA AMPERIMÉTRICA. ....	87
2.9.7. MEDIDOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MEGGER).....	88
<b>2.10. MEDICIÓN DE AISLAMIENTO. ....</b>	<b>88</b>
<b>3. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>91</b>
<b>3.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>91</b>
<b>3.2. LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO .....</b>	<b>92</b>
<b>3.3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN     ELÉCTRICA ACTUAL .....</b>	<b>94</b>
<b>3.4. REDISEÑO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO .....</b>	<b>95</b>
<b>4. LEVANTAMIENTO DE LA REDES ELÉCTRICAS ACTUALES.....</b>	<b>96</b>
<b>4.1. ALIMENTADOR .....</b>	<b>97</b>
<b>4.2. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>98</b>
4.2.1. CELDA DE MEDIDA:.....	98
4.2.2. CELDA DE ENTRADA Y DOBLE SALIDA CON SECCIONADORES ..	99

4.2.3. SECCIONADOR TRIPOLAR CON FUSIBLE (TRAFO 150 kVA).....	100
4.2.4. SECCIONADOR TRIPOLAR CON FUSIBLE (TRAFO 400 kVA): .....	101
4.2.5. TRANSFORMADOR DE 150 kVA. ....	101
4.2.6. TRANSFORMADOR DE 400 kVA. ....	103
<b>4.3. TABLEROS GENERALES .....</b>	<b>105</b>
4.3.1. TABLERO TG-S/E .....	105
4.3.2. TABLERO UA. ....	107
<b>4.4. TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN. ....</b>	<b>109</b>
4.4.1. TABLERO TD1-2 .....	109
4.4.2. TABLERO TD2-2 .....	112
4.4.3. TABLERO TD2-3 .....	115
4.4.4. TABLERO TD2-1 .....	118
4.4.5. TABLERO TC .....	120
4.4.6. TABLERO TD AP.....	122
4.4.7. TABLERO TN .....	124
4.4.8. TABLERO TR .....	126
4.4.9. TABLERO TI.....	127
4.4.10. TABLERO TP .....	129
4.4.11. TABLERO TR1 .....	130
<b>5. ANÁLISIS DE LAS REDES ELÉCTRICAS ACTUALES. ....</b>	<b>132</b>
<b>5.1. ANÁLISIS EN LA CALIDAD Y SUMINISTRO DE ENERGÍA. ....</b>	<b>132</b>
5.1.1. TABLERO GENERAL DE BAJA TENSIÓN 150 kVA.....	132
<b>5.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN.....</b>	<b>191</b>
5.2.1. MEDICIÓN DE LA REFLECTANCIA. ....	191
5.2.2. PROCESO DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN.....	193
5.2.3 .MÉTODO DE LAS CAVIDADES ZONALES .....	198
<b>5.3. MEDICIÓN DE AISLAMIENTOS. ....</b>	<b>204</b>
<b>5.4. CUADROS DE CARGA.....</b>	<b>212</b>
<b>5.5. CUADROS DE REGULACIÓN.....</b>	<b>222</b>
<b>5.6. MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA.....</b>	<b>232</b>

5.6.1. MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA .....	232
5.6.2. MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO. ....	234
<b>5.7. CONDICIONES DE SEGURIDAD. ....</b>	<b>235</b>
<b>6. REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....</b>	<b>236</b>
<b>6.1. RECOMENDACIONES GENERALES PARA TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y ALIMENTADORES .....</b>	<b>236</b>
6.1.1. PRIMER PISO .....	237
6.1.2. SEGUNDO PISO .....	243
<b>6.2. CUADROS DE CARGA DEL REDISEÑO. ....</b>	<b>247</b>
<b>6.3. CUADROS DE REGULACIÓN Y PÉRDIDAS DE POTENCIA.....</b>	<b>257</b>
<b>6.4. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN.....</b>	<b>270</b>
6.4.1. SELECCIÓN DE LUMINARIAS .....	270
6.4.2. SELECCIÓN DE BALASTO.....	275
6.4.3. SELECCIÓN LUMINARIA DE EMERGENCIA.....	276
6.4.4. SELECCIÓN DE SENSORES .....	276
6.4.5. NIVELES DE ILUMINACIÓN DEL REDISEÑO.....	277
<b>6.5 SELECCIÓN DE LOS DPS DE LOS TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y TABLERO GENERAL DE LA SUBESTACIÓN .....</b>	<b>278</b>
<b>7. LISTA DE MATERIALES, CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA BIBLIOTECA ALEJANDRO GALVIS GALVIS. ....</b>	<b>279</b>
7.1. LISTA DE MATERIALES .....	279
7.2. CANTIDAD DE OBRA Y PRESUPUESTO .....	280
7.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .....	282
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>309</b>
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>310</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>311</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>312</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA1. Factores de corrección para otras conexiones. ....	47
TABLA2. Constantes de regulación para conductores de cobre aislado en ducto no metálico.....	48
TABLA 3. Reflectancia efectiva de cavidad de techo y piso para varias combinaciones de reflectancias. ....	60
TABLA 4: Valores de Reflectancia (aproximada) en %, para colores y texturas. ..	61
TABLA 5. Factores de Corrección cuando la Reflectancia efectiva de Piso difiere del 20%. ....	63
TABLA 6. Uniformidades y relación de iluminancias de áreas circundantes inmediatas al área de tarea.....	64
TABLA 7. Constantes de regulación para conductores de cobre aislado en ducto no metálico.....	74
TABLA 8. Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente 30°C y Factores de corrección por temperatura. ....	75
TABLA 9. Número máximo de conductores y alambres de aparatos en tubo conduit rígido de PVC. ....	77
TABLA 10. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos. ....	79
TABLA 11. Pérdidas máximas de potencia y energía.....	81
TABLA 12. Nomenclatura de los Tableros Existentes. ....	97
TABLA 13. Datos de Placa transformador de 150 kVA.....	102
TABLA 14. Datos de Placa transformador de 400 kVA.....	104
TABLA 15. Circuitos del tablero TG-S/E. ....	106
TABLA 16. Circuitos del tablero UA. ....	108
TABLA 17. Circuitos del tablero TD1-2. ....	111
TABLA 18. Circuitos del tablero TD2-2. ....	114
TABLA 19. Circuitos del tablero TD2-3. ....	117
TABLA 20. Circuitos del tablero TD2-1. ....	119
TABLA 21. Circuitos del tablero TC. ....	121
TABLA 22. Circuitos del tablero TD AP. ....	123
TABLA 23. Circuitos del tablero TN. ....	125
TABLA 24. Circuitos del tablero TR. ....	127
TABLA 25. Circuitos del tablero TI.....	128
TABLA 26. Circuitos del tablero TP. ....	129
TABLA 27. Fotografía del tablero TR1.....	131
TABLA 28. Resumen de tensiones máximas, transformador de 150 kVA. ....	135
TABLA 29. Resumen de tensiones mínimas, transformador de 150 kVA. ....	138
TABLA 30. Resumen de tensiones promedio, transformador de 150 kVA. ....	140
TABLA 31. Resumen de corriente máxima, transformador de 150 kVA. ....	146

TABLA 32. Resumen de corriente mínima, transformador de 150 kVA.....	148
TABLA 33. Resumen de corriente promedio, transformador de 150 kVA.....	151
TABLA 34. Resumen del Nivel de armónicos en tensión, transformador de 150 kVA. ....	156
TABLA 35. Resumen del Nivel de armónicos en corriente, transformador de 150 kVA. ....	159
TABLA 36. Resumen tensiones máximas, transformador de 400 kVA.....	165
TABLA 37. Resumen tensiones mínimas, transformador de 400 kVA.....	167
TABLA 38. Resumen tensiones promedio, transformador de 400 kVA. ....	170
TABLA 39. Resumen de corriente máxima, transformador de 400 kVA. ....	175
TABLA 40. Resumen de corriente mínima, transformador de 400 kVA. ....	177
TABLA 41. Resumen de corriente promedio, transformador de 400 kVA.....	180
TABLA 42. Resumen del Nivel de armónicos en tensión, transformador de 400 kVA. ....	185
TABLA 43. Resumen del Nivel de armónicos en corriente, transformador de 400 kVA. ....	188
TABLA 44. Cálculo de Reflectancia Promedio.....	193
TABLA 45. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento. ....	197
TABLA 46. Eficiencia Energética de la Instalación. ....	198
TABLA 47. Reflectancia Efectiva del Piso. ....	200
TABLA 48. Coeficientes de Utilización.....	201
TABLA 49. Niveles de Iluminación Actuales. ....	204
TABLA 50. Cuadro de aislamiento para TG-SE.....	205
TABLA 51. Cuadro de aislamiento para TD1-2.....	206
TABLA 52. Cuadro de aislamiento para TC.....	207
TABLA 53. Cuadro de aislamiento para TD2-1.....	207
TABLA 54. Cuadro de aislamiento para TD-AP.....	208
TABLA 55. Cuadro de aislamiento para TD2-3.....	209
TABLA 56. Cuadro de aislamiento para TD2-2.....	210
TABLA 57. Cuadro de aislamiento Tablero UA.....	211
TABLA 58. Medición de la resistencia de la puesta a tierra.....	232
TABLA 59. Medición de la resistividad del terreno.....	234
TABLA 60. Propiedades de los conductores. ....	258
TABLA 61. Niveles de iluminación del rediseño.....	277
TABLA 62. Carga instalada en los tableros de distribución .....	312
TABLA 63. Factor de demanda de acuerdo con el tipo de ocupación .....	313
TABLA 64. Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en edificaciones no residenciales. ....	313
TABLA 65. Resumen tipo de pérdida.....	335

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Iluminación de aulas de clase. ....	55
FIGURA 2: Alumbrado adicional sobre el tablero. ....	56
FIGURA 3. Sala de conferencias iluminada exclusivamente con luz artificial.....	57
FIGURA 4. Distancias y cavidades para aplicación del método del Coeficiente de local.....	58
FIGURA 5. Esquema de conexión del método de la caída de potencial.....	68
FIGURA 6: Solapamiento de los gradientes de potencial producidos por los electrodos. ....	69
FIGURA 7: Gradientes de potencial y curva de Resistencia de la puesta a tierra vs. Distancia.....	70
FIGURA 8. Método de Wenner para determinación de resistividad.....	71
FIGURA 9. Medidas de aislamiento entre conductores activos a tierra. ....	90
FIGURA 10. Medidas de aislamiento entre conductores activos. ....	90
FIGURA 11. Fotografía del apoyo y Caja de Inspección de Piso.....	97
FIGURA 12. Fotografía Medidor de activa y reactiva respectivamente. ....	99
FIGURA 13. Fotografía Celda de entrada y doble salida.....	100
FIGURA 14. Fotografía Celda de Seccionador Tripolar (Transformador 150 kVA).....	100
FIGURA 15. Fotografía Celda de Seccionador Tripolar (Transformador 400 kVA).....	101
FIGURA 16. Fotografía Transformador 150 kVA. ....	103
FIGURA 17. Fotografía Transformador 400 kVA. ....	104
FIGURA 18. Fotografía Tablero TG-S/E. ....	106
FIGURA 19. Fotografía Tablero UA. ....	108
FIGURA 20. Fotografía del tablero TD1-2. ....	110
FIGURA 21. Fotografía del tablero TD2-2. ....	113
FIGURA 22. Fotografía del tablero TD2-3. ....	116
FIGURA 23. Fotografía del tablero TD2-1. ....	119
FIGURA 24. Fotografía del tablero TD2-1. ....	121
FIGURA 25. Fotografía del tablero TD AP. ....	123
FIGURA 26. Fotografía del tablero TN.....	125
FIGURA 27. Fotografía del tablero TR.....	126
FIGURA 28. Fotografía del tablero TI. ....	128
FIGURA 29. Fotografía del tablero TP. ....	129
FIGURA 30. Fotografía del tablero TR1. ....	130
FIGURA 31. Fotografía montaje del analizador de redes, transformador de 150 kVA. ....	133
FIGURA 32. Tensión máxima para la fase A, transformador de 150 kVA. ....	133
FIGURA 33. Tensión máxima para la fase B, transformador de 150 kVA. ....	134
FIGURA 34. Tensión máxima para la fase C, transformador de 150 kVA. ....	134
FIGURA 35. Tensión máxima en el Neutro, transformador de 150 kVA. ....	135
FIGURA 36. Tensión mínima para la fase A, transformador de 150 kVA. ....	136

FIGURA 37. Tensión mínima para la fase B, transformador de 150 kVA. ....	136
FIGURA 38. Tensión mínima para la fase C, transformador de 150 kVA. ....	137
FIGURA 39. Tensión mínima en el Neutro, transformador de 150 kVA. ....	137
FIGURA 40. Tensión promedio para la fase A, transformador de 150 kVA. ....	138
FIGURA 41. Tensión promedio para la fase B, transformador de 150 kVA. ....	139
FIGURA 42. Tensión promedio para la fase C, transformador de 150 kVA. ....	139
FIGURA 43. Tensión promedio en el Neutro, transformador de 150 kVA. ....	140
FIGURA 44. Diagramas de tensión durante el periodo de medición, transformador de 150 kVA. ....	142
FIGURA 45. Corriente máxima en la fase A, transformador de 150 kVA. ....	144
FIGURA 46. Corriente máxima en la fase B, transformador de 150 kVA. ....	144
FIGURA 47. Corriente máxima en la fase C, transformador de 150 kVA. ....	145
FIGURA 48. Corriente máxima en el Neutro, transformador de 150 kVA. ....	145
FIGURA 49. Corriente mínima en la fase A, transformador de 150 kVA. ....	146
FIGURA 50. Corriente mínima en la fase B, transformador de 150 kVA. ....	147
FIGURA 51. Corriente mínima en la fase C, transformador de 150 kVA. ....	147
FIGURA 52. Corriente mínima en el Neutro, transformador de 150 kVA. ....	148
FIGURA 53. Corriente promedio en la fase A, transformador de 150 kVA. ....	149
FIGURA 54. Corriente promedio en la fase B, transformador de 150 kVA. ....	149
FIGURA 55. Corriente promedio en la fase C, transformador de 150 kVA. ....	150
FIGURA 56. Corriente promedio en el Neutro, transformador de 150 kVA. ....	150
FIGURA 57. Diagramas de corriente durante el periodo de medición, transformador de 150 kVA. ....	152
FIGURA 58. Diagrama de armónicos en tensión fase A, transformador de 150 kVA. ....	154
FIGURA 59. Diagrama de armónicos en tensión fase B, transformador de 150 kVA. ....	155
FIGURA 60. Diagrama de armónicos en tensión fase C, transformador de 150 kVA. ....	155
FIGURA 61. Diagrama de armónicos en tensión NEUTRO, transformador de 150 kVA. ....	156
FIGURA 62. Diagrama de armónicos en corriente fase A, transformador de 150 kVA. ....	157
FIGURA 63. Diagrama de armónicos en corriente fase B, transformador de 150 kVA. ....	158
FIGURA 64. Diagrama de armónicos en corriente fase C, transformador de 150 kVA. ....	158
FIGURA 65. Diagrama de armónicos en corriente fase C, transformador de 150 kVA. ....	159
FIGURA 66. Fotografía montaje del analizador de redes, transformador de 400 kVA. ....	162
FIGURA 67. Tensión máxima para la fase A, transformador de 400 kVA. ....	163
FIGURA 68. Tensión máxima para la fase B, transformador de 400 kVA. ....	163
FIGURA 69. Tensión máxima para la fase C, transformador de 400 kVA. ....	164
FIGURA 70. Tensión máxima en el Neutro, transformador de 400 kVA. ....	164

FIGURA 71. Tensión mínima para la fase A, transformador de 400 kVA. ....	165
FIGURA 72. Tensión mínima para la fase B, transformador de 400 kVA. ....	166
FIGURA 73. Tensión mínima para la fase C, transformador de 400 kVA. ....	166
FIGURA 74. Tensión mínima en el Neutro, transformador de 400 kVA. ....	167
FIGURA 75. Tensión promedio para la fase A, transformador de 400 kVA. ....	168
FIGURA 76. Tensión promedio para la fase B, transformador de 400 kVA. ....	168
FIGURA 77. Tensión promedio para la fase C, transformador de 400 kVA. ....	169
FIGURA 78. Tensión promedio en el Neutro, transformador de 400 kVA. ....	169
FIGURA 79. Diagramas de tensión durante el periodo completo de medición, transformador de 400 kVA. ....	171
FIGURA 80. Corriente máxima en la fase A, transformador de 400 kVA. ....	173
FIGURA 81. Corriente máxima en la fase B, transformador de 400 kVA. ....	173
FIGURA 82. Corriente máxima en la fase C, transformador de 400 kVA. ....	174
FIGURA 83. Corriente máxima en el Neutro, transformador de 400 kVA. ....	174
FIGURA 84. Corriente mínima en la fase A, transformador de 400 kVA. ....	175
FIGURA 85. Corriente mínima en la fase B, transformador de 400 kVA. ....	176
FIGURA 86. Corriente mínima en la fase C, transformador de 400 kVA. ....	176
FIGURA 87. Corriente mínima en el Neutro, transformador de 400 kVA. ....	177
FIGURA 88. Corriente promedio en la fase A, transformador de 400 kVA. ....	178
FIGURA 89. Corriente promedio en la fase B, transformador de 400 kVA. ....	178
FIGURA 90. Corriente promedio en la fase C, transformador de 400 kVA. ....	179
FIGURA 91. Corriente promedio en el Neutro, transformador de 400 kVA. ....	179
FIGURA 92. Diagramas de corriente durante el periodo completo de medición, transformador de 400 kVA. ....	181
FIGURA 93. Diagrama de armónicos en tensión fase A, transformador de 400 kVA. ....	183
FIGURA 94. Diagrama de armónicos en tensión fase B, transformador de 400 kVA. ....	184
FIGURA 95. Diagrama de armónicos en tensión fase C, transformador de 400 kVA. ....	184
FIGURA 96. Diagrama de armónicos en tensión NEUTRO, transformador de 400 kVA. ....	185
FIGURA 97. Diagrama de armónicos en corriente fase A, transformador de 400 kVA. ....	186
FIGURA 98. Diagrama de armónicos en corriente fase B, transformador de 400 kVA. ....	187
FIGURA 99. Diagrama de armónicos en corriente fase C, transformador de 400 kVA. ....	187
FIGURA 100. Diagrama de armónicos en corriente fase C, transformador de 400 kVA. ....	188
FIGURA 101. Medición de flujo luminoso incidente .....	192
FIGURA 102. Medición de flujo luminoso reflejado.....	192
FIGURA 103. Resistencia de Puesta a tierra versus distancia electrodo de potencial.....	233
FIGURA 104. Medición de la resistividad del terreno. ....	234

FIGURA 105. Luminaria Efix TCS260.....	270
FIGURA 106. Características luminaria Efix TCS260.....	271
FIGURA 107. Características luminaria TL5 2x35 W.....	271
FIGURA 108. Datos fotométricos luminaria TL5 2x35 W.....	272
FIGURA 109. Características luminaria TL5 2x28 W.....	272
FIGURA 110. Datos fotométricos luminaria TL5 2x28 W.....	273
FIGURA 111. unicOne proyector micro LCS541.....	274
FIGURA 112. Datos fotométricos unicOne proyector micro LCS541.....	274
FIGURA 113. Características balasto Philips seleccionado.....	275
FIGURA 114. Dimensiones y conexión de balasto Philips seleccionado.....	275
FIGURA 115. Luminaria de emergencia sylvania 2x8 W.....	276
FIGURA 116. Campo de visión y apariencia externa del sensor de ocupación...277	
FIGURA 117. DPS 51120-3, DPS32120-DY3.....	278

## LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. Cuadro de cargas levantamiento tablero TP (Portería). .....	213
CUADRO 2. Cuadro de cargas levantamiento tablero TI (Geomática). .....	213
CUADRO 3. Cuadro de cargas levantamiento tablero TN (Geomática). .....	214
CUADRO 4. Cuadro de cargas levantamiento tablero TR (Geomática). .....	214
CUADRO 5. Cuadro de cargas levantamiento tablero TC (Corporación Cultural). .....	215
CUADRO 6. Cuadro de cargas levantamiento tablero TD 1-2 (Biblioteca Sala General). .....	216
CUADRO 7. Cuadro de cargas levantamiento tablero TD AP (Cuarto de Bombas). .....	217
CUADRO 8. Cuadro de cargas levantamiento tablero TD 2-1 (Pasillo Especializaciones). .....	217
CUADRO 9. Cuadro de cargas levantamiento tablero TD 2-2 (Oficina Especializaciones). .....	218
CUADRO 10. Cuadro de cargas levantamiento tablero TR1 (Centic). .....	219
CUADRO 11. Cuadro de cargas levantamiento tablero TD 2-3. ....	220
CUADRO 12. Cuadro de cargas levantamiento unidades de aires centralizadas. ....	221
CUADRO 13. Cuadro de cargas levantamiento tablero general subestación. ....	221
CUADRO 14. Regulación para unidades de aire centralizadas (levantamiento). ..	222
CUADRO 15. Regulación tablero general subestación (levantamiento). .....	223
CUADRO 16. Regulación de los circuitos ramales tablero TD-AP (levantamiento). .....	223
CUADRO 17. Regulación de los circuitos ramales tablero TC (levantamiento). ..	224
CUADRO 18. Regulación de los circuitos ramales tablero TD 1-2 (levantamiento). .....	225
CUADRO 19. Regulación de los circuitos ramales tablero TN (levantamiento). ..	226
CUADRO 20. Regulación de los circuitos ramales tablero TR (levantamiento). ..	226
CUADRO 21. Regulación de los circuitos ramales tablero TI (levantamiento). ....	227
CUADRO 22. Regulación de los circuitos ramales tablero TP (levantamiento). ..	227
CUADRO 23. Regulación de los circuitos ramales tablero TD 2-1 (levantamiento). .....	228
CUADRO 24. Regulación de los circuitos ramales tablero TD 2-2 (levantamiento). .....	229
CUADRO 25. Regulación de los circuitos ramales tablero TD 2-3 (levantamiento). .....	230
CUADRO 26. Regulación de los circuitos ramales subtablero TR1 (levantamiento). .....	231
CUADRO 27. Cuadro de cargas rediseño tablero TD 1-1 (Biblioteca Sala General). .....	247
CUADRO 28. Cuadro de cargas rediseño tablero TD 1-2 (Biblioteca Sala General). .....	248

CUADRO 29. Cuadro de cargas rediseño tablero TD 1-3 (Biblioteca Sala General).....	249
CUADRO 30. Cuadro de cargas rediseño tablero TC (Corporación Cultural). ....	249
CUADRO 31. Cuadro de cargas rediseño tablero TD AP (Cuarto de Bombas)...	250
CUADRO 32. Cuadro de cargas rediseño tablero TN (Geomática). ....	250
CUADRO 33. Cuadro de cargas rediseño tablero TR (Geomática). ....	251
CUADRO 34. Cuadro de cargas rediseño tablero TP (Porteria). ....	251
CUADRO 35. Cuadro de cargas rediseño tablero TD 2-1 (Pasillo Especializaciones). ....	252
CUADRO 36. Cuadro de cargas rediseño tablero TR1 (Centic). ....	253
CUADRO 37. Cuadro de cargas rediseño tablero TD 2-2 (Oficina Especializaciones). ....	254
CUADRO 38. Cuadro de cargas rediseño tablero TD 2-3. ....	255
CUADRO 39. Cuadro de cargas rediseño tablero general subestación. ....	256
CUADRO 40. Cuadro de cargas rediseño unidades de aires centralizadas. ....	256
CUADRO 41. Regulación y pérdidas de potencia para unidades de aire centralizadas (rediseño). ....	259
CUADRO 42. Regulación y pérdidas de potencia para tablero general subestación (rediseño). ....	259
CUADRO 43. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD-AP (rediseño). ....	260
CUADRO 44. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TN (rediseño). ....	261
CUADRO 45. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TC (rediseño). ....	262
CUADRO 46. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD 1-1 (rediseño). ....	263
CUADRO 47. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD 1-2 (rediseño). ....	264
CUADRO 48. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD 1-3 (rediseño). ....	265
CUADRO 49. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TR (rediseño). ....	265
CUADRO 50. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TP (rediseño). ....	266
CUADRO 51. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TR1 (rediseño). ....	266
CUADRO 52. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD 2-1 (rediseño). ....	267
CUADRO 53. Regulación de los circuitos ramales tablero TD 2-2 (rediseño). ....	268
CUADRO 54. Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD 2-3 (rediseño). ....	269

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS DE LA CARGA DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA (150kVA).....	312
ANEXO B. ANÁLISIS DE RIESGOS POR DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS PARA LAS INSTALACIONES DE LA BIBLIOTECA ALEJANDRO GALVIS GLALVIS.....	315
ANEXO C. ÍNDICE UGR MÁXIMO Y NIVELES DE ILUMINACIÓN EXIGIBLE PARA DIFERENTES ÁREAS Y ACTIVIDADES. RETILAP[6]. ....	336

## LISTA DE PLANOS (ANEXOS)

### PLANOS LEVANTAMIENTO:

PLANO 1 de 14 DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL (LEVANTAMIENTO).

PLANO 2 de 14 ACOMETIDA GENERAL, ACOMETIDA A TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN E ILUMINACIÓN EXTERIOR (LEVANTAMIENTO).

PLANO 3 de 14 ALIMENTACION TABLEROS DE DISTRIBUCION 2do PISO, SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y DETALLE DE PUESTA A TIERRA (LEVANTAMIENTO).

PLANO 4 de 14 ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TC Y PORTERIA TP (LEVANTAMIENTO).

PLANO 5 de 14 TOMACORRIENTES EN BBLIOTECA GENERAL, OFICINAS, UA5 y UA7 PRIMER PISO.(LEVANTAMIENTO).

PLANO 6 de 14 TOMACORRIENTES SALONES MÚLTIPLES I Y II, SALA DE EXPOSICIONES, OFICINA GEOMATICA, PRIMER PISO (LEVANTAMIENTO).

PLANO 7 de 14 SISTEMA DE ILUMINACIÓN BIBLIOTECA GENERAL, OFICINAS, UA5 Y UA7, PRIMER PISO(LEVANTAMIENTO).

PLANO 8 de 14 SISTEMA DE ILUMINACIÓN SALONES MULTIPLES I Y II, SALA DE EXPOSICIONES, OFICINA GEOMATICA, PRIMER PISO (LEVANTAMIENTO).

PLANO 9 de 14 LUCES CENTIC, SALON DE MUSICA, CAFETERIA Y SALONES 2, 3, 4 Y 5. 2do PISO (LEVANTAMIENTO)

PLANO 10 de 14 LUCES SALON DE CONFERENCIAS. 2do PISO (LEVANTAMIENTO)

PLANO 11 de 14 TOMAS SALON DE CONFERENCIAS. 2do PISO (LEVANTAMIENTO)

PLANO 12 de 14 TOMAS SEGUNDO CENTIC (LEVANTAMIENTO)

PLANO 13 de 14 LUCES Y TOMAS SEGUNDO PISO SALONES 6,7.(LEVANTAMIENTO)

PLANO 14 de 14 DIAGRAMAS DE CONTROL UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO Y BANCO DE CONDENSADORES (LEVANTAMIENTO)

### **PLANOS REDISEÑO:**

PLANO 1 de 13 DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL (REDISEÑO)

PLANO 2 de 13 ACOMETIDA GENERAL, ACOMETIDA A TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN PRIMER PISO E ILUMINACIÓN EXTERIOR (REDISEÑO)

PLANO 3 de 13 ACOMETIDA A TABLEROS DE DISTRIBUCION SEGUNDO PISO, SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y DETALLE DE PUESTA A TIERRA (REDISEÑO)

- PLANO 4 de 13 REDISEÑO DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES DE LOS TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TC Y TP (PRIMER PISO)
- PLANO 5 de 13 TOMACORRIENTES EN BBLIOTECA GENERAL, OFICINAS, UA5 y UA7, PRIMER PISO (REDISEÑO).
- PLANO 6 de 13 TOMACORRIENTES EN SALONES MÚLTIPLES I Y II, SALA DE EXPOSICIONES, OFICINA GEOMATICA, UA6 Y UA8, PRIMER PISO (REDISEÑO)
- PLANO 7 de 13 REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN BIBLIOTECA GENERAL, OFICINAS (PRIMER PISO).
- PLANO 8 de 13 REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN SALONES MULTIPLES I Y II, SALA DE EXPOSICIONES, OFICINA GEOMATICA (PRIMER PISO).
- PLANO 9 de 13 REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN CENTIC, SALÓN DE MÚSICA, CAFETERÍA Y SALONES 2, 3, 4 Y 5. 2do PISO (REDISEÑO)
- PLANO 10 de 13 REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN SALÓN DE CONFERENCIAS, (SEGUNDO PISO).
- PLANO 11 de 13 TOMACORRIENTES SALON DE CONFERENCIAS, SEGUNDO PISO (REDISEÑO).
- PLANO 12 de 13 TOMACORRIENTES CENTIC, SALON DE MUSICA, SALONES 2, 3, 4 Y 5, SEGUNDO PISO (REDISEÑO).
- PLANO 13 de 13 REDISEÑO DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES SALONES 6,7. SEGUNDO PISO (REDISEÑO).

## RESUMEN

**TÍTULO:** ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LA BIBLIOTECA ALEJANDRO GALVIS GALVIS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER SEDE BARRANCABERMEJA.\*

**AUTORES:** JONATHAN ALVAREZ PADILLA  
OSWALDO MAURICIO GOMEZ CRUZADO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Instalaciones eléctricas, análisis de redes, levantamiento, diagnóstico, rediseño, iluminación.

El presente proyecto tiene como finalidad realizar un estudio detallado de las instalaciones eléctricas actuales de la biblioteca Alejandro Galvis Galvis sede UIS Barrancabermeja y la elaboración de una propuesta de mejoramiento de las mismas, basados en las normas vigentes como lo son el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE[7]), el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050[3]) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP[6]).

Para llevar a cabo el proyecto se desarrollaron cuatro etapas que consisten en: recopilación de la información teórica relacionada con el tema y de las condiciones actuales de las instalaciones eléctricas; levantamiento de los planos eléctricos de la biblioteca; análisis e interpretación de los datos obtenidos a través de las mediciones e inspecciones realizadas; por último la etapa de rediseño, en la que se elaboró una propuesta de mejoramiento dando solución a las fallas y a las no conformidades que se encontraron en la instalación.

Como resultados del proyecto, se presenta el diagnóstico detallado y un rediseño de las instalaciones eléctricas, en el cual se especifican las acciones que se deben llevar a cabo para lograr un sistema eléctrico eficiente, acorde con las necesidades de la comunidad y que cumple con los requerimientos técnicos de las normas y reglamentos mencionadas.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Ing. Ciro Jurado Jeréz

## ABSTRACT

**TITLE:** ANALYSIS, EVALUATION AND REDESIGN OF THE ELECTRICAL INSTALLATIONS AND SYSTEM OF LIGHTING OF THE LIBRARY ALEJANDRO GALVIS GALVIS IN THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER HEADQUARTERS BARRANCABERMEJA.\*

**AUTHORS:** JONATHAN ALVAREZ PADILLA  
OSWALDO MAURICIO GOMEZ CRUZADO \*\*

**KEYWORDS:** electrical facilities, analysis of networks, development of diagnose, redesign, lighting.

The present project has the purpose to make a detailed study of the electrical current facilities of the library Alejandro Galvis Galvis UIS Barrancabermeja and the development of an offer of improvement of the same one, based on the in force procedure like the Technical Regulation of Electrical Facilities (RETIE[7]), the Electrical Colombian Code (NTC 2050[3]) and the Technical Regulation of Lighting and System of illumination Public (RETILAP[6]).

To carry out the project it will be develop in four stages that consist in: summary of the theoretical information related to the topic and of the current conditions of the electrical facilities; raising of the electrical planes of the library; analysis and interpretation of the information obtained across the measurements and inspections; Finally the stage of redesign, in which an offer of improvement was elaborated giving solution to the failings and to the non-conformities that they found in the installation.

As results of the project, we present the detailed diagnosis and a redesign of the electrical facilities, in which there are specified the actions that must be carried out to achieve an electrical efficient system, according to the needs of the community and that it fulfills with the technical requirements of the procedure and regulations mentioned.

---

\* Work of degree

\*\* Physic-Mechanic Science Faculty. Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering School. Directed by: Ing. Ciro Jurado Jeréz

## INTRODUCCIÓN

La verificación de los sistemas eléctricos con el fin de diagnosticar sus condiciones de funcionamiento cobra mucha importancia, considerando que los Reglamentos Técnicos RETIE[7] y RETILAP[6] establecen responsabilidades sobre las condiciones técnicas y de funcionamiento de las instalaciones eléctricas de uso final tanto nuevas como existente, los propietarios de dichas instalaciones deben procurar cumplir con los requerimientos mínimos exigidos para garantizar la seguridad en el uso de toda instalación eléctrica.

Estas actividades permiten disponer de información para implementar programas de mantenimiento y mejora, para mitigar o eliminar las condiciones de riesgo y que se cumpla con las mínimas características técnicas para su funcionamiento, según la prioridad definida de acuerdo con los resultados obtenidos en la inspección.

El diagnóstico de una instalación eléctrica consiste en la evaluación conforme a los lineamientos expresados en el RETIE[7] o RETILAP[6], identificando los aspectos de mejora que se requieren para garantizar la seguridad en la operación del sistema eléctrico evaluado, lo cual ofrece grandes beneficios como:

- Mayor seguridad a los usuarios de la instalación eléctrica.
- La instalación se adecua a las normas vigentes aplicables.
- Se reduce el riesgo de accidentes por deficiencias en el sistema eléctrico o de iluminación brindando confiabilidad de las instalaciones.
- Optimiza los costos de mantenimiento.
- Mejora las condiciones de iluminación en los lugares de trabajo, minimizando la posibilidad de enfermedades profesionales.
- Promueve el ahorro y uso racional de la energía.

Por lo anterior expuesto y ante las dificultades que se han presentado en el sistema eléctrico y de iluminación, la Universidad Industrial de Santander sede Barrancabermeja quien administra la Biblioteca Alejandro Galvis Galvis se ve en la necesidad de realizar una evaluación y diagnóstico de las instalaciones eléctricas mediante este proyecto de grado que busca proporcionar toda la información actualizada de dichas instalaciones y la elaboración de propuestas de mejoramiento que se requieran para un buen funcionamiento. Proporcionando material de soporte como levantamiento de planos eléctricos, cálculos eléctricos y datos de medición de tensión, corriente, potencia, resistencia de puesta a tierra y niveles de iluminación, de modo que se cuente con un diseño que cumpla con las normas vigentes como lo son el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050[3]), la norma para cálculo y diseño de sistemas de distribución de la Electrificadora de Santander (ESSA[4]), el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE[7]) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP[6]); todo esto con el fin de ofrecer calidad y confiabilidad de las redes eléctricas para los estudiantes, administrativos y comunidad en general.

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. OBJETIVOS**

#### **1.1.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio de las instalaciones eléctricas y del sistema de iluminación existente de la Biblioteca Alejandro Galvis Galvis, para conocer el estado actual de las mismas y de esta manera formular propuestas que brinden solución a las posibles fallencias detectadas, cumpliendo con las normas y especificaciones técnicas exigidas actualmente en Colombia.

#### **1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el levantamiento y estudiar las condiciones actuales del sistema eléctrico y en el caso de fallas realizar los planos de construcción respectivos, para el mejor funcionamiento de la instalación de acuerdo a las normas vigentes.
- Elaborar un informe detallado que contenga los datos y medidas obtenidas de los respectivos estudios y entregar detalles, observaciones, recomendaciones y propuestas para un rediseño óptimo, con el fin de cumplir los requisitos establecidos por la normativa vigente.
- Realizar un estudio técnico financiero de la propuesta de rediseño.

- Establecer cantidades de obra, presupuesto, análisis de precios unitarios necesarios para la ejecución del proyecto.
- Proponer si es necesario el respectivo balance de cargas, teniendo en cuenta cargas lineales y no lineales para optimizar el funcionamiento de la instalación.
- Efectuar estudios de regulación de tensión, dimensionamiento de conductores, iluminación, cargabilidad y aislamiento de conductores.
- Realizar el estudio y seleccionar las debidas protecciones. Apoyados en este estudio se realizarán las mediciones pertinentes del nivel de tensión del aislamiento y cargabilidad de los circuitos ramales.

## **1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La carga de una instalación eléctrica aumenta cuando se instalan nuevos equipos eléctricos, que poseen nuevas tecnologías, generando un mayor consumo de energía o simplemente por la no linealidad de las cargas terminan afectan el sistema. Sin embargo, muchas de las modificaciones que se hacen a las instalaciones eléctricas, no tienen en cuenta las características de las cargas que se van a instalar; estas modificaciones se hacen para dar solución inmediata a una necesidad.

Es el caso de la Biblioteca Alejandro Galvis Galvis que fue construida y posteriormente entregada a la Universidad Industrial de Santander; con el paso de los años se han implementado algunas modificaciones para acondicionar auditorios y zonas de estudio para el desarrollo de sus actividades, todas estas situaciones hacen que sea necesario realizar un estudio detallado, para tomar cualquier decisión en cuanto a las modificaciones que se deben aplicar al sistema eléctrico de acuerdo a las normas y los reglamentos vigentes en Colombia.

### **1.2.2. JUSTIFICACIÓN**

En los últimos años la comunidad educativa de la sede UIS Barrancabermeja a incrementado el número de estudiantes, a esto se suman los particulares que utilizan de forma frecuente la biblioteca Alejandro Galvis Galvis, edificación que hace parte de la Universidad Industrial de Santander, debido a esto es importante ofrecer y garantizar la calidad en el servicio prestado con respecto al aprendizaje como en su planta física, por lo cual se hace necesario otorgar a la comunidad educativa edificaciones que posean e ambiente adecuado para el desarrollo de diferentes actividades educativas y culturales en la ciudad, que otorgue seguridad y comodidad para los diferentes usuarios para que pueden ingresar y hacer uso de las instalaciones con tranquilidad y confiabilidad.

Se realizarán labores para identificar posibles fallas y a partir de esto hacer propuestas que ayuden a mejorar la red eléctrica existente en esta edificación, con el rediseño se logrará implementar sistemas más eficientes en cuanto al ámbito de iluminación y equipos de aire acondicionado, realizando un presupuesto para la inversión que permita su inminente ejecución y poder garantizar la confiabilidad

del sistema eléctrico y brindar seguridad y bienestar a la toda la comunidad educativa.

### **1.2.3. ALCANCE**

Como etapa inicial de este trabajo de grado, se plantea realizar el levantamiento y estudiar las condiciones actuales del sistema eléctrico. En esta etapa se lograra por medio de una revisión detallada, la identificación de las diferentes fallas que existen en la instalación eléctrica de la Biblioteca Alejandro Galvis Galvis.

Culminada esta etapa inicial, se procederá a realizar el rediseño de la instalación eléctrica y sus respectivos planos de construcción, basados en las normas y reglamentos vigentes en el país, como el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE[7], el reglamento técnico de alumbrado público RETILAP[6] y la norma técnica colombiana NTC 2050[3].

Como resultado se dará a conocer el estudio técnico financiero de la propuesta de rediseño, acompañado con un informe detallado que contiene toda la información referente a los cálculos de los niveles de iluminación, niveles de aislamiento, corriente, regulación de tensión.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. DEFINICIONES [2], [3], [4], [5], [6]

Al momento de realizar el análisis de una red o de una instalación eléctrica, se necesitan términos y condiciones técnicas que ya están estandarizadas para que todo el personal que involucra dicho proyecto, hable el mismo idioma y no se presenten confusiones, que pueden ocasionar sobre costos o en el caso más desfavorable dejar en peligro la instalación; por ello se busca en esta sección dar a conocer las principales definiciones y los principales términos, los cuales se trataran a lo largo de este proyecto.

A continuación se presentan algunas definiciones importantes para tener en cuenta:

**Acometida:** derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble. Tomadas de: Instituto técnico colombiano de normas y certificación. Código eléctrico colombiano NTC2050 (1998).

**Acometida aérea:** Los conductores aéreos de acometida que van desde el último poste o soporte aéreo, incluidos los conectores de derivación, si los hay, hasta los conductores de entrada de acometida de la edificación u otra estructura.

**Acometida subterránea:** conductores subterráneos de la acometida desde la red de la calle, incluidos los tramos desde un poste o cualquier otra estructura o desde los transformadores hasta el primer punto de conexión con los conductores de

entrada de la acometida en el tablero general, tablero de medidores o cualquier otro tablero con espacio adecuado, dentro o fuera del muro de una edificación.

**Alimentador:** Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, o la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

**Área de trabajo:** lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

**Aviso luminoso:** Equipo de utilización autónomo fijo, estacionario o portátil, iluminado eléctricamente con letras o símbolos, diseñado para transmitir información o llamar la atención.

**Bandeja portacables:** unidad o conjunto de unidades, con sus accesorios, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

**Barraje de puesta a tierra (Equipotencial):** conductor de tierra colectiva, usualmente una barra de cobre o un cable de diámetro equivalente.

**Canalización:** Canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras. Existen canalizaciones, entre otras, de conductos de metal rígido, de conductos rígidos no metálicos, de conductos metálicos intermedios, de conductos flexibles e impermeables, de tuberías metálicas flexibles, de conductos metálicos flexibles, de tuberías eléctricas no metálicas, de tuberías eléctricas metálicas, subterráneas, de hormigón en el suelo, de meta en el suelo, superficiales, de cables y de barras.

**Capacidad de corriente:** corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

**Capacidad de interrupción nominal:** la mayor corriente a tensión nominal, que un dispositivo eléctrico tiene previsto interrumpir, bajo unas condiciones normales de prueba.

**Carga:** Exigencia de potencia o corriente eléctrica que imponen los equipos conectados al sistema.

**Carga continua:** Carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más.

**Carga de diseño:** Carga que para efectos de diseño se considera atendida por una salida.

**Carga instalada:** Suma de las cargas de diseño de los equipos instalados en los predios de los suscriptores, susceptibles a ser conectados al sistema o a la parte del sistema que se considera.

**Circuito alimentador:** Línea de distribución que lleva potencia eléctrica de una central generadora o subestación a un centro de consumo.

**Circuito ramal:** Conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas.

**Circuito ramal de uso general:** Circuito ramal que alimenta diversas salidas para alumbrado y artefactos.

**Circuito ramal individual:** Circuito ramal que alimenta un solo equipo de utilización.

**Conductor activo:** Aquellas partes destinadas, en su condición de operación normal, a la transmisión de electricidad y por tanto sometidas a una tensión en servicio normal.

**Conductor energizado:** Todo aquel que no está conectado a tierra y que tiene una diferencia de potencia con respecto a ésta.

**Conductor de puesta a tierra:** Conductor destinado para conectar los equipos o el circuito puesta a tierra de una instalación, al electrodo o electrodos de tierra de la instalación.

**Conexión equipotencial:** unión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria eléctricamente conductora, que asegure la continuidad eléctrica y la capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente que pudiera pasar.

**Contacto directo:** Es el contacto de personas o animales con conductores activos de una instalación eléctrica.

**Contacto eléctrico:** Acción de unión de dos elementos con el fin de cerrar un circuito. Puede ser de frotamiento, de rodillo, líquido o de presión.

**Contacto indirecto:** Es el contacto de personas o animales con elementos puestos accidentalmente bajo tensión o el contacto con cualquier parte activa a través de un medio conductor.

**Contador de energía:** Es el aparato que registra el consumo de energía eléctrica.

**Corriente de contacto:** Corriente que circula a través del cuerpo humano cuando está sometido a una tensión.

**Corriente límite térmica:** Valor máximo de la intensidad de corriente que puede soportar térmicamente un componente del sistema sin deteriorarse.

**Cortocircuito:** fenómeno eléctrico ocasionado por una unión accidental o intencional de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

**Cuadro de distribución:** Panel sencillo, bastidor o conjunto de paneles de tamaño grande, en los que se montan, por delante o por detrás o por los dos lados, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, elementos de conexión y usualmente instrumentos.

**Electrodo de puesta a tierra:** elemento o conjunto metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física o suelo, ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor de puesta a tierra al sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura, la tubería metálica de agua en contacto directo con la tierra, un anillo o una malla formados por uno o más conductores desnudos destinados para este uso.

**Empalme:** conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica.

**Equipo de corte de acometida:** Consiste generalmente en un interruptor automático, o interruptor y fusibles, con sus accesorios, situado cerca del punto de acometida de un edificio, otra estructura o en una zona definida, destinada para servir de control principal y de medio de desconexión del suministro.

**Factor de potencia:** Relación entre la potencia activa (kW) la potencia aparente (kVA) del mismo sistema eléctrico o parte de él.

**Fase:** Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

**Herraje:** Accesorio como tuerca, pasacables u otra parte de una instalación eléctrica diseñado fundamentalmente para desempeñar una función mecánica, no eléctrica.

**Iluminación:** Flujo luminoso por unidad de superficie. Cuando la luz emitida por una fuente incide sobre una superficie, se dice que se encuentra iluminada, siendo entonces la iluminación la cantidad de flujo luminoso.

**Iluminancia (E):** Densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

**Iluminación promedio:** Valor dado por el promedio ponderado de las iluminaciones obtenidas en el centro de superficies elementales que componen la considerada.

**Interruptor automático:** Dispositivo diseñado para que energice y desenergice un circuito de manera automática y para que desenergice el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada sin daños para el mismo cuando se aplique adecuadamente dentro de sus valores nominales.

**Instalación eléctrica:** Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

**Interruptor de circuito contra fallas a tierra (GFCI):** Dispositivo diseñado para la protección de las personas, que funciona cortando el paso de corriente por un circuito o parte del mismo dentro de un determinado lapso, cuando la corriente a tierra supera un valor predeterminado, menor que el necesario para que funcione el dispositivo protector contra sobrecorriente del circuito de suministro.

**Línea muerta:** Término aplicado a una línea sin tensión o desenergizada.

**Luminancia:** En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado ( $\text{Cd}/\text{m}^2$ ).

**Lux:** Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (S.I). Un lux es igual a un lumen por metro cuadrado ( $1 \text{ lux} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2$ ).

**Luxómetro:** Instrumento para la medición del nivel de iluminación.

**Neutro:** Conductor activo conectado intencionalmente a una puesta a tierra, bien sea sólidamente o a través de una impedancia limitadora.

**Plano:** Representación de una superficie en un dibujo a escala.

**Plano de trabajo:** Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

**Red de distribución:** Conjunto de conductores que llevan energía desde una subestación a toda el área de consumo.

**Red interna:** Es el conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro del servicio público al inmueble a partir del medidor. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

**Puesta a tierra:** Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

**Sistema de puesta a tierra (SPT):** Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y el cableado puesto a tierra.

**Sobrecorriente:** Corriente por encima de la corriente nominal de un equipo o de la capacidad de corriente de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

**Sobrecarga:** Funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros nominales normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal que, si persiste durante un tiempo suficiente podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga.

**Subacometida:** Medio de conexión eléctrica entre el tablero general de acometida y un subtablero de acometida.

**Subestación:** Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

**Tablero de distribución:** Conjunto de equipos de protección, barrajes y cableado que recibe las acometidas parciales y del cual se derivan los circuitos ramales.

**Tensión de contacto:** Diferencia de potencial que se presenta durante una falla entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro.

**Tensión de paso:** Diferencia de potencial que se presenta durante una falla entre dos puntos del terreno separados por una distancia de un paso (aproximadamente un metro), en la dirección del gradiente de tensión máxima.

**Tomacorriente:** Dispositivos con contactos hembra, diseñado para instalación fija a una estructura o parte de un equipo, cuyo propósito es establecer una conexión eléctrica con una clavija.

**Tomacorriente GFCI:** Tomacorrientes de protección contra corrientes de falla a tierra

**Topología:** Diagrama sin escala de una red que indica la configuración gráfica del sistema.

## 2.2. REGULACIÓN DE TENSIÓN DE LA RED.

Uno de los aspectos más importantes que se debe tener en cuenta en el dimensionamiento de los conductores que forman parte de una instalación eléctrica, luego del cumplimiento de la capacidad amperimétrica o térmica, es el porcentaje de caída de tensión, denominado también en el ámbito técnico como porcentaje de regulación.

La regulación de tensión es la capacidad de mantener una tensión dada aun cuando existen cambios en la carga. El conductor puede ser considerado como un elemento de parámetros concentrados de cierta resistencia y reactancia, y cuando conduce cierta corriente la variación de tensión que por su causa se produce es:

$$\delta_v = \frac{(R * \cos\varphi + X * \sen\varphi) * L * I}{V} \quad [Ec. 1]$$

Dónde:

- $\delta_v$ : el valor de la regulación en porcentaje. [%]
- R y X: resistencia y reactancia por unidad de longitud. [ $\Omega$ /m]
- $\cos\varphi$ : el factor de potencia.
- L: la longitud del cable en metros. [m]
- V: la tensión. [V]

Una vez se fijan los valores de  $\delta_v$ , V, I, L,  $\cos\varphi$ , se procede a determinar la constante de regulación del conductor (K), la cual permite seleccionar el cable a usar y que puede ser interpretada como una resistencia aparente, que permite calcular la variación de tensión como si fuera una caída en corriente continua en un cable de resistencia. Para los cables considerados, los valores de KG para las distintas secciones, se calculan con base en distintos  $\cos\varphi$ . Para obtener la

constante de regulación, se divide el valor correspondiente de la constante generalizada (KG), por la tensión de la línea al cuadrado.

Según la ESSA[4] y teniendo en cuenta el factor de corrección definen la regulación de la siguiente manera.

$$\delta\% = \frac{KG * S * L * F_s}{V^2} \quad [Ec. 2]$$

Dónde:

- $\delta$  %: el valor de la regulación en por ciento.
- $F_s$ : Factor de corrección para transformadores y circuitos no trifásicos.
- $V$ : Tensión de línea en el extremo receptor, [V].
- $KG$ : constante de regulación del conductor. [km/V]
- $L$ : Longitud del conductor, [m]
- $S$ : Demanda máxima, [kVA]

El factor de corrección se utiliza de acuerdo al tipo de subestación y del tipo de red, y se muestran en la tabla 1. Para sistemas tetrafilares balanceados en baja tensión y balanceados en media tensión este factor corresponde a 1.

**TABLA1.** Factores de corrección para otras conexiones.

Tipo de Subestación	Tipo de red		
	Monofásica (FN)	Bifilar (FF)	Trifilar (FFN)
Monofásica	8	2	2
Trifásica	6	2	2,25

**Fuente:** Tabla 3.26 Norma ESSA [4].

La constante generalizada  $KG$  es un valor que depende de la tensión de la red y del factor de potencia. Los valores de  $KG$  especificados por la ESSA[4], para Conductores de cobre aislado en ducto no metálico, se muestran en la tabla 2.

**TABLA2.** Constantes de regulación para conductores de cobre aislado en ducto no metálico.

Tensión	(KG) Baja tensión (*)					
	Cos f	0,8	0,85	0,9	0,95	1
14 AWG		752,235	797,3404	842,141	886,377	927,36
12 AWG		476,467	504,4656	532,18	559,367	583,52
10 AWG		302,877	320,1481	337,154	353,67	367,36
8 AWG		196,463	207,1611	217,607	227,585	234,87
6 AWG		126,254	132,6717	138,855	144,602	147,84
4 AWG		81,9997	85,7495	89,2797	92,4032	93,184
2 AWG		53,8566	55,93171	57,8007	59,2879	58,576
1 AWG		44,2823	45,7401	46,9888	47,8501	46,48
1/0 AWG		36,3697	37,37117	38,1696	38,592	36,848
2/0 AWG		30,0602	30,70733	31,1578	31,244	29,232
3/0 AWG		25,049	25,41483	25,5891	25,4085	23,184
4/0 AWG		21,012	21,15945	21,1208	20,7374	18,368
250 kcmils		18,349	18,40482	18,2864	17,8453	15,5456
350 kcmils		14,5742	14,43523	14,1286	13,5115	11,1059
500 kcmils		11,9212	11,61412	11,139	10,3527	7,7739
750 kcmils		9,65586	9,242255	8,66627	7,78946	5,18
1000 kcmils		8,50015	8,037757	7,41674	6,50182	3,8942

**Fuente:** Tabla 3.25 de la Norma ESSA[4].

(\*)Para obtener la constante de regulación ( $K$ ) se divide el valor correspondiente de la constante generalizada ( $KG$ ) por el voltaje de línea al cuadrado.  $K = \frac{KG}{V_L^2}$

En circuitos ramales, para el cálculo de la regulación, se considera el momento eléctrico a partir de la carga instalada. La caída de tensión en el conductor se origina debido a la resistencia eléctrica al paso de la corriente. Esta resistencia depende de la longitud del circuito, el material, el calibre, la temperatura de operación del conductor y la configuración del circuito.

La NTC 2050[3], establece los porcentajes parciales de regulación admitidos para circuitos en baja tensión. Los valores para el cálculo y diseño de redes en las

instalaciones eléctricas en baja tensión, se ilustra en el artículo 210-19 nota 4 y el artículo 215-2 nota 2, los cuales se describen a continuación:

Artículo 210-19 nota 4.

Los conductores de circuitos ramales, con una sección que evite una caída de tensión superior al 3% en las salidas más lejanas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas.

Artículo 215-2 nota 2

Los conductores alimentadores en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentadores u ramales hasta la salida más lejana no supere el 5%, ofrecen eficiencia de funcionamiento razonable.

## **2.3. NIVELES DE ILUMINACIÓN.**

### **2.3.1. GENERALIDADES DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN.**

La luz es un componente esencial en cualquier medio ambiente, hace posible la visión del entorno y además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, el estado de ánimo y la motivación de las personas.

El diseño de iluminación debe comprender la naturaleza física, fisiológica y psicológica de esas interacciones y además, conocer y manejar los métodos y la tecnología para producirlas, pero fundamentalmente demanda, competencia, creatividad e intuición para utilizarlas.

El diseño de iluminación debe definirse como la búsqueda de soluciones que permitan optimizar la relación visual entre el usuario y su medio ambiente. Esto implica tener en cuenta diversas disciplinas y áreas del conocimiento.

La solución a una demanda específica de iluminación debe ser resuelta en un marco interdisciplinario, atendiendo los diversos aspectos interrelacionados y la integración de enfoques, metodologías, técnicas y resultados. La iluminación puede ser proporcionada mediante luz natural, luz artificial, en lo posible se debe buscar una combinación de ellas que conlleven al uso racional y eficiente de la energía.

### **2.3.2. ILUMINACIÓN EFICIENTE.**

En los proyectos de iluminación se deben aprovechar los desarrollos tecnológicos de las fuentes luminosas, las luminarias, los dispositivos ópticos y los sistemas de control, de tal forma que se tenga el mejor resultado lumínico con los menores requerimientos de energía posibles.

Un sistema de iluminación eficiente es aquel que, además de satisfacer necesidades visuales y crear ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios disfrutar de atmósferas agradables, empleando apropiadamente los recursos tecnológicos y evaluando todos los costos razonables que se incurren en la instalación, operación y mantenimiento del proyecto de iluminación.

Los sistemas de iluminación que se tendrán en cuenta para esta institución, deben ser eficientes y por tanto deben contemplar el uso racional y eficiente de energía, entre otros requisitos deben observarse los siguientes:

- a) En todo diseño se deben buscar obtener las mejores condiciones de iluminación usando fuentes luminosas de la mayor eficacia disponible, conjuntos eléctricos de alta eficiencia y luminarias con la fotometría más favorable en términos de factor de utilización.
  
- b) En los proyectos nuevos o remodelaciones de sistemas de iluminación de avenidas, grandes áreas o parques deportivos, donde se tienen altos consumos de energía, se debe considerar la posibilidad de reducir los consumos en las horas de baja circulación de personas o vehículos, mediante la instalación de tecnologías o prácticas apropiadas de control.

### **2.3.3. REQUISITOS GENERALES EN EL DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR.**

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada. Los factores a tener en cuenta son la forma y tamaño de los espacios, los colores y las reflectancias de las superficies del salón, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación natural y también los requerimientos estéticos requeridos por el cliente. Debe existir una colaboración estrecha entre el diseñador de la iluminación y el arquitecto.

Los ítems más importantes que el diseñador necesita investigar antes iniciar un diseño de alumbrado interior son los siguientes:

- a) Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio.
- b) Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización.
- c) Las condiciones de reflexión de las superficies

- d) Las necesidades para el espacio, modelación y rendimiento del color.
- e) La disponibilidad de la iluminación natural
- f) La apariencia del color de la fuente de luz y su unión con la iluminación natural.
- g) El control de luz directa e indirecta que ingresa por las ventanas.
- h) Localización de las luminarias y su acceso a ellas.
- i) Los requerimientos especiales en la calidad de las luminarias, tales como ambientes peligrosos, dificultad para encontrar acceso a ellas o para cumplir requerimientos de mantenimiento.

Todo diseño de iluminación interior debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) El índice de reproducción del color, lo natural que aparecen los objetos bajo la luz.
- b) La temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz.
- c) El tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria.
- d) Los niveles de iluminancia y coeficiente de uniformidad; estos valores se deben diseñar y medir sobre las zonas de trabajo del recinto.
- e) El deslumbramiento.

#### **2.3.4. ALUMBRADO EN LOCALES DE TRABAJO INTERIOR.**

Al diseñar el alumbrado para un local destinado a realizar algún tipo de trabajo, la meta más importante es la de obtener buenas condiciones visuales en el plano de trabajo. Una meta secundaria sería la creación de un medio ambiente visual que ejerza una influencia positiva sobre el rendimiento y el bienestar de sus usuarios. Cuando se realiza un proyecto de iluminación normalmente se establece un nivel de iluminación superior, según el factor de mantenimiento, que dependerá de la

fuente de luz elegida, de las luminarias, así como de la posibilidad de ensuciamiento del local. Con el tiempo el valor de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en las luminarias, paredes, techos y suelo.

Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener un nivel de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en el local, esto es lo que se llama nivel de iluminación mínimo mantenido, y se tendrán que sustituir las bombillas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este modo se asegura que las tareas se puedan desarrollar según las necesidades visuales.

### **2.3.5. ALUMBRADO EN OFICINAS.**

En estos locales las luminarias se disponen normalmente en el techo siguiendo un modelo regular en líneas rectas. Si al realizar el proyecto de iluminación de un edificio completo el emplazamiento de las luminarias debe coincidir con el módulo de las ventanas, se debe hacer el diseño de alumbrado de forma que proporcione el nivel luminoso adecuado a las salas de mayores dimensiones. La misma distribución de luminarias se podrá aplicar al resto de las salas, cualquiera que sean sus dimensiones, siempre y cuando cumplan con los requisitos de nivel de iluminación, uniformidad, deslumbramiento y los de uso racional de energía.

El alumbrado de oficinas puede diseñarse de un modo más esquemático que el de otras instalaciones de alumbrado, porque:

- El número de tareas visuales es limitado y bien definido (leer, escribir, dibujar, en monitores de computador, etc.).
- El plano horizontal de trabajo tiene una altura entre 0,75 y 0,85 m, por encima del nivel del piso.
- La altura de techos está entre 2,8 y 3 m.

Los requisitos visuales para el alumbrado de oficinas son los siguientes:

- Luminarias de baja luminancia.
- Ausencia de reflexiones en la superficie de las mesas de trabajo y paneles brillantes.
- Aspecto cromático y rendimiento de color agradables.

Para satisfacer estos requisitos las oficinas podrán usar luminarias empotradas en el techo o adosadas a él, equipadas con lámparas fluorescentes. Las luminarias respecto al control de deslumbramiento podrán estar provistas de rejillas, difusores opales, cubiertas prismáticas o elementos especulares para que la instalación cumpla con los valores de UGRL (Índice de Deslumbramiento Unificado) establecidos en el RETILAP[6].

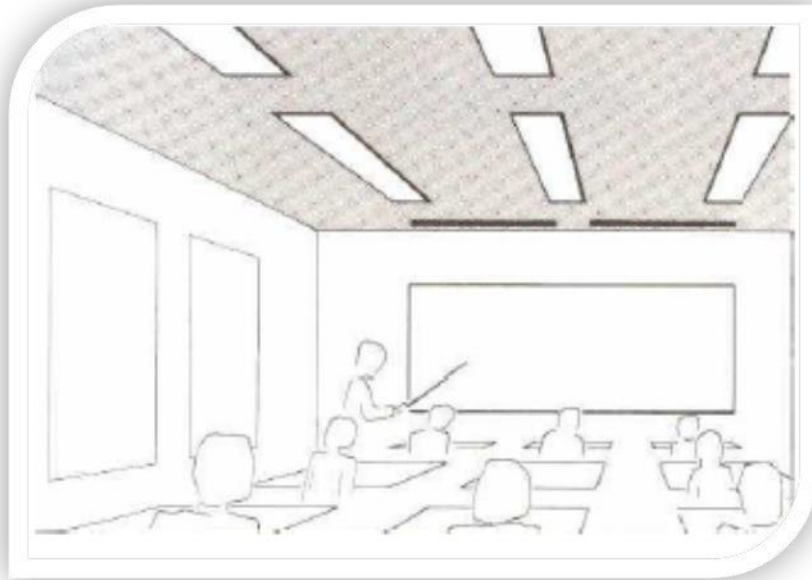
En las oficinas se podrá hacer uso de alumbrado localizado adicional para conseguir ahorro de energía, ya sea concentrando las luminarias sobre los puestos de trabajo y zonas adyacentes. En tal caso la instalación debe diseñarse para lograr la iluminancia requerida de acuerdo los puestos de trabajo, con menores valores sobre las zonas de circulación y de descanso, siempre respetando los valores de uniformidad mínima y deslumbramiento máximo.

### **2.3.6. ALUMBRADO EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS, SALAS DE LECTURA Y AUDITORIOS.**

La iluminación de aulas de clase, salas de lectura, requiere especial cuidado y una gran responsabilidad por parte de diseñadores y constructores de sistemas de iluminación, una iluminación deficiente en estos lugares puede generar serias afectaciones visuales especialmente a niños y adolescentes, con graves consecuencias en algunos casos por las limitaciones visuales.

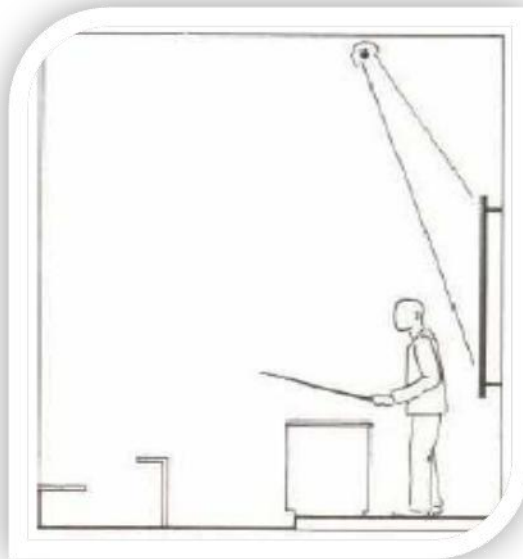
- a) Iluminación de aulas de clase: El alumbrado en un aula de enseñanza debe ser apropiado para actividades tales como; escritura, lectura de libros y del tablero. Como estas actividades son parecidas a las de las oficinas, los requisitos generales de alumbrado de éstas pueden aplicarse al de escuelas, ver figura 1.

**FIGURA 1. Iluminación de aulas de clase.**



**Fuente:** RETILAP[6].

**FIGURA 2:** Alumbrado adicional sobre el tablero.

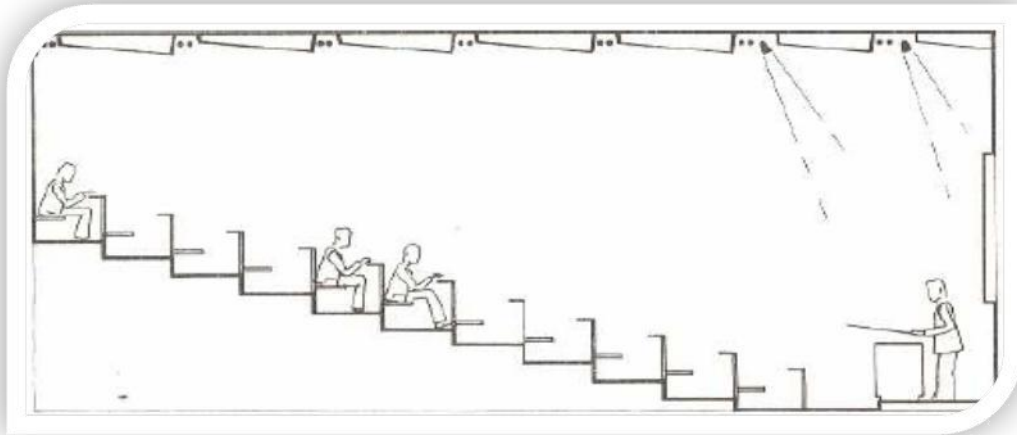


**Fuente:** RETILAP[6].

- b) Iluminación de salas de lectura y auditorios. En las salas de lectura y auditorios normalmente no hay luz diurna y sólo existe la artificial. En estos locales se debe tener en cuenta los siguientes requisitos:
- Niveles de iluminación requeridos para lectura y escritura según Tabla 440.b del RETILAP[6].
  - Se debe tener especial cuidado en prevenir el deslumbramiento.
  - Se debe disponer de un equipo especial de regulación de flujo luminoso para la proyección de películas y filminas.
  - Se debe instalar un alumbrado localizado sobre la pizarra de la pared con una iluminancia vertical de 750 Luxes.
  - Se debe contar con un panel de control que permita encender y apagar los distintos grupos de luminarias, manejar el equipo de regulación de alumbrado y eventualmente controlar el sistema automático de proyección.

- En estos recintos se debe contar con instalación de un alumbrado de emergencia y de señalización de las salidas.

**FIGURA 3.** Sala de conferencias iluminada exclusivamente con luz artificial.



**Fuente:** RETILAP[6].

### **2.3.7. MÉTODO DE CAVIDADES ZONALES[6].**

Para un local dado se consideran tres cavidades, las cuales tienen como límites intermedios planos imaginarios situados uno a la altura del plano de trabajo, y otro a la altura de montaje de las luminarias.

Las cavidades así delimitadas reciben las denominaciones de cavidad de techo, cavidad del local y cavidad del piso.

El método tiene cuatro pasos básicos:

- Determinar los índices de las cavidades zonales.
- Determinar las reflectancias efectivas de las cavidades.

- Seleccionar el coeficiente de utilización.
- Calcular el nivel promedio de iluminación.

La iluminancia promedio horizontal se calculará entonces para la cavidad del local mediante la siguiente fórmula, aunque por lo general se usa para estimar el número de luminarias a instalar de acuerdo con un nivel de iluminancia requerido:

$$E_{prom} = \frac{N * n * \Phi_l * CU * FM}{l * a} \quad [Ec. 3]$$

Dónde:

N = Número de luminarias en el local.

n = Número de bombillas por luminaria

$\Phi_l$  = Flujo luminoso de una Bombilla de la luminaria.

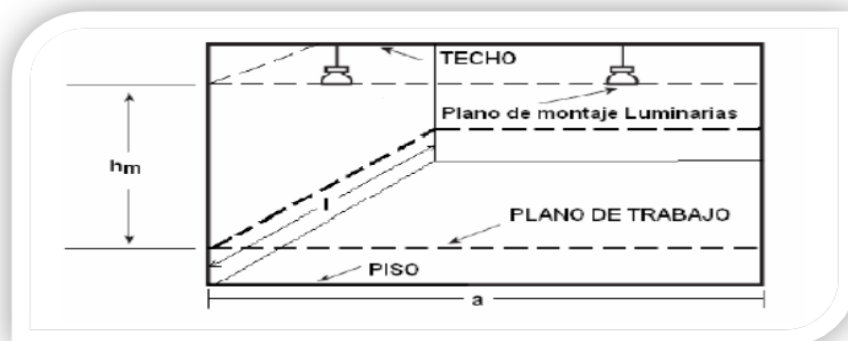
CU = Coeficiente o Factor de utilización para el plano de trabajo.

FM = Factor de mantenimiento de la instalación.

l = Longitud del local en metros

a = ancho del local en metros

**FIGURA 4.** Distancias y cavidades para aplicación del método del Coeficiente de local.



Fuente: RETILAP[6].

Las reflexiones de las cavidades de techo y piso son tenidas en cuenta mediante factores de corrección en la aplicación del método.

En este método la uniformidad se asocia con el criterio de espaciamiento propio de cada luminaria, el cual se determina en laboratorio junto con la información fotométrica. Tal criterio corresponde con la distancia máxima a respetar en un arreglo cuadrado de luminarias, determinada con base en el comportamiento fotométrico a lo largo de los ejes normales de la luminaria y su diagonal para mantener el nivel de uniformidad. Si este criterio no es suministrado se deberá evaluar la uniformidad mediante el cálculo puntual de niveles de iluminación mediante las curvas isocandela.

### 2.3.7.1. ÍNDICES DE LAS CAVIDADES.

Para un espacio rectangular se define los siguientes índices para cada una de las cavidades en función de sus dimensiones y la altura de montaje de las luminarias:

$$\text{Índice de la cavidad techo} = R_{ct} = \frac{5 \cdot h_{ct} \cdot (l+a)}{l \cdot a} \quad [Ec. 4]$$

$$\text{Índice de la cavidad local} = R_{cl} = \frac{5 \cdot h_{cl} \cdot (l+a)}{l \cdot a} \quad [Ec. 5]$$

$$\text{Índice de la cavidad piso} = R_{cp} = \frac{5 \cdot h_{cp} \cdot (l+a)}{l \cdot a} \quad [Ec. 6]$$

Dónde:

$h_{ct}$  = Altura de la cavidad del techo.

$h_{cl}$  = Altura de la cavidad del local.

$h_{cp}$  = Altura de la cavidad del piso.

$l$  = Longitud del local.

$a$  = Ancho de local.

### 2.3.7.2. REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE LAS CAVIDADES.

Conocidas las reflectancias de techo, piso y paredes en la tabla siguiente se determinan las reflectancias efectivas para las cavidades de techo ( $\rho_{cc}$ ) y piso ( $\rho_{fc}$ ) Mediante el uso de los índices de cavidad de techo y de cavidad de piso.

Nótese que si la luminaria está montada en el techo o el plano de trabajo corresponde con el piso, el índice de cavidad será cero (0), y por lo tanto la reflectancia corresponderá con la del techo o el piso, respectivamente.

**TABLA 3.** Reflectancia efectiva de cavidad de techo y piso para varias combinaciones de reflectancias.

% Reflectancia de techo o piso	90				80				70			50				30			10		
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10	50	30	10
% Reflectancia de paredes																					
Indice de cavidad																					
0.2	89	88	86	85	78	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	09
0.4	88	86	84	81	77	76	74	72	67	65	63	48	47	45	30	29	28	26	11	10	09
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	65	63	59	47	45	43	30	28	26	25	11	10	08
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	44	40	30	28	25	23	11	10	08
1.0	86	80	75	69	74	72	67	62	62	58	53	46	43	36	30	27	24	22	12	10	08
1.2	85	78	72	66	73	70	64	58	61	57	50	45	41	36	30	27	23	21	12	10	07
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	55	47	45	40	35	30	26	22	19	12	10	07
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	29	25	22	18	12	09	07
1.8	83	73	64	56	70	66	58	50	58	51	42	43	38	31	29	25	21	17	13	09	06
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	49	40	43	37	30	29	24	20	16	13	09	06
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	55	48	38	42	36	29	29	24	19	15	13	09	06
2.4	82	69	58	48	67	61	52	43	54	46	37	42	35	27	29	24	19	14	13	09	06
2.6	81	67	56	46	66	60	50	41	54	45	35	41	34	26	29	23	18	14	13	09	06
2.8	81	66	54	44	65	59	48	39	53	43	33	41	33	25	29	23	17	13	13	09	05
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	12	13	09	05
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	12	13	09	05
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	39	30	22	29	22	16	11	13	09	05
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	10	13	09	04
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	10	14	09	04
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	09	14	09	04
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	09	14	09	04
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	09	14	08	04
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04
4.8	75	54	39	28	58	49	36	26	45	32	23	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	08	14	08	04

Fuente: RETILAP[6].

### 2.3.7.3. LA REFLECTANCIA ( $\rho$ ).

La reflectancia de una superficie se define como la razón entre el flujo luminoso reflejado por la superficie y el flujo que incide sobre ella. Generalmente para las tablas de coeficiente de utilización se utiliza una reflexión de piso del 20% y se parametrizan los correspondientes a techo y paredes.

En la Tabla 4 se dan valores de reflectancias para algunos colores y texturas.

**TABLA 4:** Valores de Reflectancia (aproximada) en %, para colores y texturas.

TONO	COLOR	REFLECTANCIA (%)	SUPERFICIES	ACABADOS DE CONSTRUCCIÓN
Muy claro	Blanco nuevo	88	Maple 43 Nogal 16 Caoba 12 Pino 48 Madera clara 30-50 Madera oscura 10-25	Cantera clara 18
	Blanco viejo	76		Cemento 27
	Azul verde	76		Concreto 40
	Crema	81		Mármol blanco 45
	Azul	65		Vegetación 25
	Miel	76		Asfalto limpio 7
	Gris	83		Adoquín de roca 17
Claro	Azul verde	72	ACABADOS METÁLICOS	Grava 13
	Crema	79		Ladrillo claro 30-50
	Azul	55		Ladrillo oscuro 15-25
	Miel	70		
	Gris	73		
Mediano	Azul verde	54	Blanco polarizado 70-85 Aluminio pulido 75 Aluminio mate 75 Aluminio claro 59-79	
	Amarillo	65		
	Miel	63		
	Gris	61		
Oscuro	Azul	8		
	Amarillo	50		
	Café	10		
	Gris	25		
	Verde	7		
	Negro	3		

Fuente: RETILAP[6].

Para maximizar la efectividad de la luz suministrada es conveniente pintar la superficie de las paredes con colores claros, de esta forma se logra una buena reflectancia. Colores claros y brillantes pueden reflejar hasta un 80% de la luz incidente, mientras que colores oscuros pueden llegar a reflejar menos de un 10% de la luz incidente.

En un local se tienen tres tipos de reflectancias: del techo, de paredes y del plano de trabajo. Una cuarta reflectancia se da cuando las paredes tienen friso; es por ello que las reflectancias se definen en las tablas por un código de tres o cuatro dígitos, a manera de ejemplo: valores de la forma 7751 representa la reflectancia combinada de techo (0,7), friso (0,7), paredes (0,5) y plano de trabajo (0,1); 751 representa la reflectancia combinada de techo (0,7), paredes (0,5) y plano de trabajo (0,1).

#### **2.3.7.4. USO DE TABLAS FOTOMÉTRICAS DE CU.**

El coeficiente de utilización se determina con base en las tablas suministradas por los fabricantes relacionados con la información fotométrica de cada tipo de luminaria. Las tablas de CU están parametrizadas en función del índice de local ( $k_{13}$ ) y de los índices de reflectancias efectivas para las cavidades de techo ( $\rho_{cc}$ ) y piso ( $\rho_{fc}$ ), así como de la reflectancia de las paredes  $\rho_w$ . Luego, una vez determinado el índice de local  $k$  y las reflectancias efectivas para las cavidades del techo ( $\rho_{cc}$ ) y del piso ( $\rho_{cf}$ ), el factor de utilización o coeficiente de utilización (CU) se obtiene, por extrapolación, de los datos de la tabla de CU correspondiente a cada luminaria.

Normalmente como las tablas de coeficiente de utilización se construyen para una reflectancia efectiva del piso del 20% se deberá efectuar una corrección si el valor es distinto. Para el efecto se aplicará la tabla 5.

**TABLA 5.** Factores de Corrección cuando la Reflectancia efectiva de Piso difiere del 20%.

Reflectancia efectiva cavidad del techo $\rho_{ce}$ (%)	80				70				50			30			10		
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Reflectancia paredes $\rho_w$ (%)	<b>Para 10% de reflectancia efectiva de la cavidad del piso (20% : 1,00)</b>																
Indice del local																	
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002
	<b>Para 30% de reflectancia efectiva de la cavidad del piso (20% : 1,00)</b>																
Indice del local																	
1	0.923	0.929	0.935	0.940	0.933	0.939	0.943	0.948	0.956	0.960	0.963	0.973	0.976	0.979	0.989	0.991	0.993
2	0.931	0.942	0.950	0.958	0.940	0.949	0.957	0.963	0.962	0.968	0.974	0.976	0.980	0.985	0.988	0.991	0.995
3	0.939	0.951	0.961	0.969	0.945	0.957	0.966	0.973	0.967	0.975	0.981	0.978	0.983	0.988	0.988	0.992	0.996
4	0.944	0.958	0.969	0.978	0.950	0.963	0.973	0.980	0.972	0.980	0.986	0.980	0.986	0.991	0.987	0.992	0.996
5	0.949	0.964	0.976	0.983	0.954	0.968	0.978	0.985	0.975	0.983	0.989	0.981	0.988	0.993	0.987	0.992	0.997
6	0.953	0.969	0.980	0.986	0.958	0.972	0.982	0.989	0.977	0.985	0.992	0.982	0.989	0.995	0.987	0.993	0.997
7	0.957	0.973	0.983	0.991	0.961	0.975	0.985	0.991	0.979	0.987	0.994	0.983	0.990	0.996	0.987	0.993	0.998
8	0.960	0.976	0.986	0.993	0.963	0.977	0.987	0.993	0.981	0.988	0.995	0.984	0.991	0.997	0.987	0.994	0.998
9	0.963	0.978	0.987	0.994	0.965	0.979	0.989	0.994	0.983	0.990	0.996	0.985	0.992	0.998	0.988	0.994	0.999
10	0.965	0.980	0.985	0.990	0.967	0.981	0.990	0.995	0.984	0.991	0.997	0.986	0.993	0.998	0.988	0.994	0.999

Fuente: RETILAP[6].

### 2.3.7.5 ESPECIFICACIONES DE ILUMINACIÓN EN EL ALUMBRADO INTERIOR.

Para garantizar que la iluminación, sea factor de seguridad, productividad, rendimiento en el trabajo, mejora del confort visual y hacer más duradera la vida; debe garantizar el cumplimiento de los valores mínimos promedio mantenidos de iluminancia, requeridos para iluminación de acuerdo con el uso y el área o espacio a iluminar que tenga la edificación objeto de la instalación y demás parámetros exigidos en el RETILAP[6].

## 2.3.8. NIVELES DE ILUMINANCIA Y DESLUMBRAMIENTO.

### 2.3.8.1. UNIFORMIDAD.

Con el fin de evitar las molestias debidas a los cambios bruscos de luminancia la tarea debe ser iluminada de la forma más uniforme posible. La relación entre el valor del nivel de iluminación existente en el área del puesto donde se realiza la tarea y el alumbrado general no debe ser inferior al establecidos en el Anexo C.

En áreas adyacentes, aunque tengan necesidades de iluminación distintas, debe cumplirse con las relaciones de la citada tabla.

En los casos en que se ilumine en forma localizada en uno o varios puestos de trabajo, para complementar la iluminación general, esta última no podrá tener una intensidad menor que la indicada en el Anexo C.

**TABLA 6.** Uniformidades y relación de iluminancias de áreas circundantes inmediatas al área de tarea.

Iluminancia de tarea (lx)	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas (lx)
Mayor o igual a 750	500
500	300
300	200
Menor o igual a 200	$E_{\text{tarea}}$
<b>Uniformidad</b>	
Mayor o igual a 0,7	Mayor o igual a 0,5

Fuente: RETILAP[6].

La distribución de luminancias en el campo visual puede afectar la visibilidad de la tarea e influir en la fatiga del trabajador.

La agudeza visual es máxima cuando la luminosidad de la tarea es similar a la existente en el campo visual del trabajador. Sin embargo, cuando la luminosidad de la tarea es muy diferente a la del entorno se puede producir una reducción de la eficiencia visual y la aparición de fatiga, como consecuencia de la repetida adaptación de los ojos.

El equilibrio de luminancias se puede lograr controlando la reflectancia de las superficies del entorno y los niveles de iluminación; es decir, eligiendo colores más o menos claros para las paredes y otras superficies del entorno y empleando una iluminación general adecuada, de manera que la luminosidad del entorno no sea muy diferente a la existente en el puesto de trabajo.

#### **2.3.9. MEDICIÓN DE ILUMINANCIA.**

Para mediciones de precisión el área debe ser dividida en cuadrados y la iluminancia se mide en el centro de cada cuadrado y a la altura del plano de trabajo. Para la verificación de diseños se deberán usar las mismas mallas de cálculo empleadas. La iluminancia promedio del área total se puede obtener al promediar todas las mediciones.

Para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se debe colocar en el plano de trabajo, si no se especifica este parámetro, se considera un plano imaginario de trabajo de 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie. Esto se puede lograr por medio de un soporte portátil sobre el cual se coloca el sensor. La luz día se puede excluir de las lecturas, ya sea tomándolas en la noche o mediante persianas, superficies opacas que no permiten la penetración de la luz día.

El área se debe dividir en pequeños cuadrados, tomando lecturas en cada cuadrado y calculando la media aritmética. Una cuadrícula de 0,6 metros es apropiada para muchos espacios.

#### **2.4. PUESTA A TIERRA.**

La instalación de puesta a tierra en los sistemas eléctricos es un medio de protección de los elementos, equipos instalados en la red eléctrica y de las personas que puedan estar expuestas a contacto directo con partes que pudieran estar energizadas por falta de puesta a tierra (carcasa en contacto directo con fase, marcos, etc.).

La puesta a tierra protege de los efectos de sobretensión producidos por la caída de rayos y descargas estáticas, contacto accidental con otra u otras líneas, señales de interferencia electromagnética y corrientes de fuga a tierra, por lo tanto, la ejecución correcta de esta brinda importantes beneficios al evitar pérdidas de vidas, daños materiales e interferencias con otras instalaciones.

En cuanto al mantenimiento debe hacerse de manera rutinaria el cual debe consistir en la medición de resistencia a tierra del sistema completo y de la resistividad del terreno, la inspección de corrosión, apriete y el cepillado de las conexiones que fueron dejadas intencionalmente con conectores atornillables. Estas mediciones, deben ser hechas en diferentes épocas del año, con el fin de evaluar el comportamiento con los cambios de humedad.

Es vital tener presente que cada vez que se conecte un equipo nuevo, o se haga reposición de los existentes, el diseño de los sistemas de tierra debe ser reconsiderado. El cambio puede crear lazos de corriente, interferir con las

trayectorias de disipación de energía de descargas atmosféricas o proveer un camino a descargas externas.

#### **2.4.1. MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.**

La medición de la resistencia o impedancia de puesta a tierra es necesaria por diferentes razones, entre ellas:

- Determinar la resistencia actual de las conexiones a tierra.
- Verificar la necesidad de un nuevo sistema de Puesta a Tierra.
- Determinar cambios en el sistema de Puesta a Tierra actual. Se verifica si es posible o no incorporar nuevos equipos o utilizar el mismo sistema de puesta a tierra para protección contra descargas atmosféricas y otros.
- Determinar los valores de tensiones de paso y contacto y su posible aumento que resulta de una corriente de falla en el sistema.
- Diseñar protecciones para el personal y los circuitos de potencia

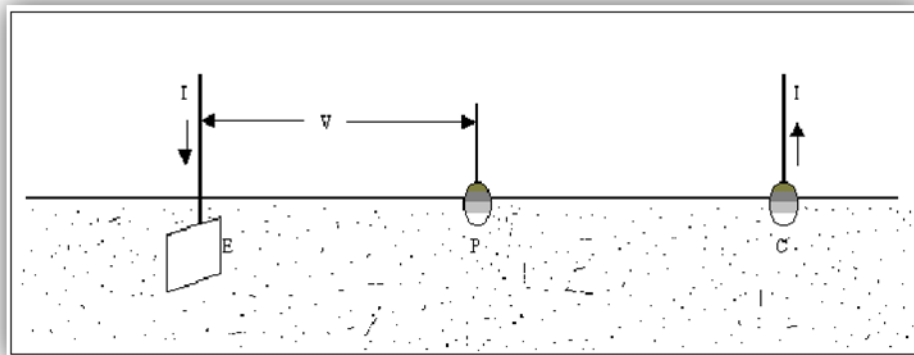
Para medir la resistencia de tierra se utilizará el método de la Caída de Potencial, a continuación se mostrará en qué consiste.

##### **2.4.1.1. MÉTODO DE LA REGLA DEL 62% O CAÍDA DE POTENCIAL.**

Este es el método más empleado, los electrodos son dispuestos como lo muestra la Figura 5; donde  $E$  es el electrodo de tierra con resistencia desconocida;  $P$  y  $C$  son los electrodos auxiliares colocados a una distancia adecuada. Una corriente ( $I$ ) conocida se hace circular a través de la tierra, entrando por el electrodo  $E$  y saliendo por el electrodo  $C$ . La medida de potencial entre los electrodos  $E$  y  $P$  se toma como el voltaje  $V$  para hallar la resistencia desconocida por medio de la relación  $V/I$ .

La resistencia de los electrodos auxiliares se desprecia, porque la resistencia del electrodo  $C$  no tiene determinación de la caída de potencial  $V$ . La corriente  $I$  una vez determinada se comporta como constante. La resistencia del electrodo  $P$ , hace parte de un circuito de alta impedancia y su efecto se puede despreciar.

**FIGURA 5.** Esquema de conexión del método de la caída de potencial.



**Fuente:** [www.sertec.com](http://www.sertec.com)[8].

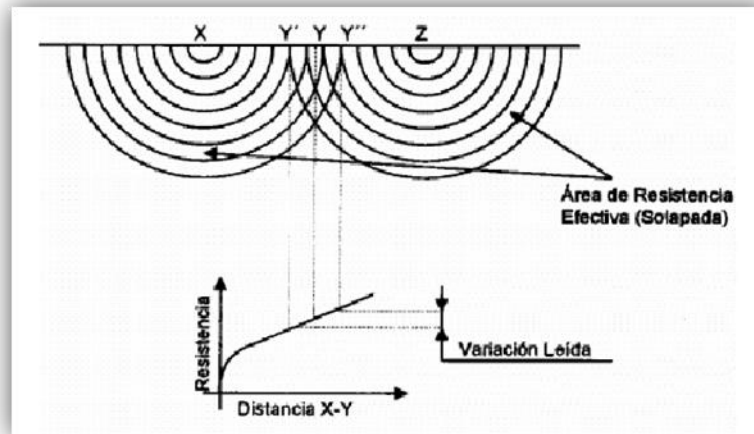
La forma correcta consiste en colocar el electrodo de corriente a una distancia de 6,5 veces la distancia más larga de la malla o 6,5 veces la longitud del electrodo, esto para evitar el acoplamiento de los gradientes de potencial.

Una vez se tengan los datos se grafica Resistencia vs. Distancia electrodo de tensión y se calcula el 62% de la distancia del electrodo de corriente y se hace la lectura de la resistencia. Es este punto el cual arroja el valor de la resistencia de puesta a tierra de la malla.

La medición de la resistencia de puesta a tierra por este método genera gradientes de potencial en el terreno producto de la inyección de corriente por tierra a través del electrodo de corriente. Por ello, si el electrodo de corriente, el de potencial y el

de tierra se encuentran muy cercanos entre sí, ocurrirá un solapamiento de los gradientes generados por cada electrodo; resultando una curva en la cual el valor de la resistencia medida se incrementara con respecto a la distancia, tal como se muestra en la Figura 6.

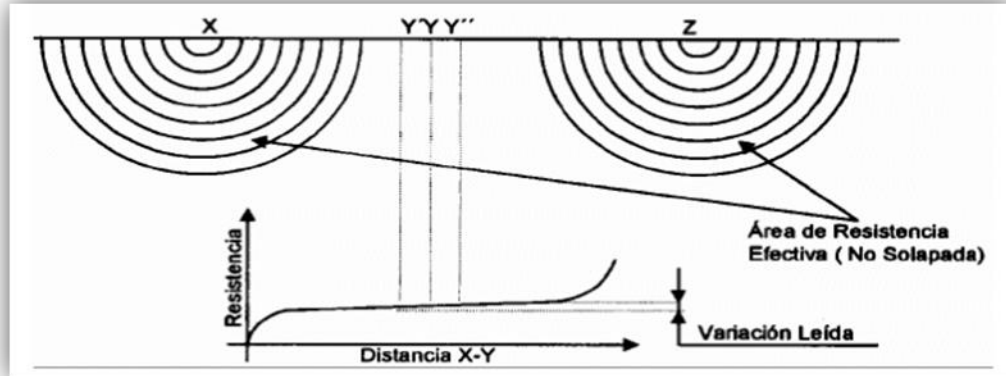
**FIGURA 6:** Solapamiento de los gradientes de potencial producidos por los electrodos.



**Fuente:** Casas Ospina Favio [2].

Cuando se ubica el electrodo de corriente a una distancia lo suficientemente lejos del electrodo de tierra, la variación de posición del electrodo de potencial, desde el electrodo de tierra hasta el electrodo de corriente, no producirá un solapamiento entre los gradientes de cada electrodo, originándose entonces una curva como lo muestra la Figura 7.

**FIGURA 7:** Gradientes de potencial y curva de Resistencia de la puesta a tierra vs. Distancia.



**Fuente:** Casas Ospina, Fabio [2].

Luego de conseguir una curva como la de la Figura 7, se calculan los valores de las resistencias al 50% y al 70% de la distancia del electrodo de corriente, a estos valores se les calcula la variación porcentual que tienen con respecto a la resistencia al 62% de la distancia del electrodo de corriente y si ambas variaciones son menores del 10% se toma la medición al 62% de la distancia como la resistencia de la puesta a tierra.

#### **2.4.2. MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD.**

La medición de resistividad es útil para los siguientes propósitos:

- Estimación de la resistencia de puesta a tierra de una estructura o un sistema.
- Estimación de gradientes de potencial incluyendo tensiones de contacto y paso.

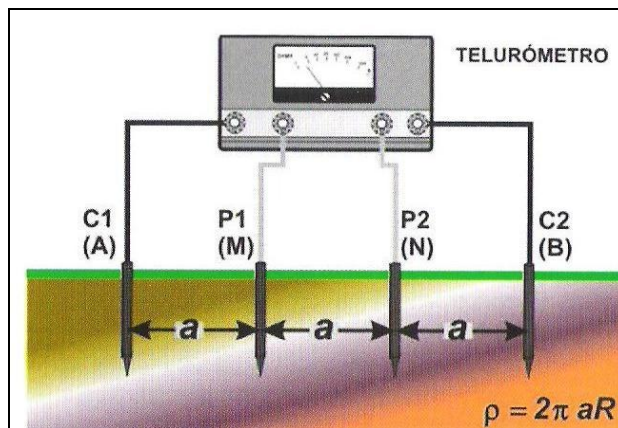
- Cálculo del acoplamiento inductivo entre circuitos de potencia y comunicación cercanos.

En este proyecto se empleará para la medición de la resistividad el Método de Wenner, a continuación se describirá en qué consiste.

#### 2.4.2.1. MÉTODO DE WENNER [2].

La medición de la resistividad no permite obtener el comportamiento del suelo de forma homogénea o por capas según el análisis de los resultados obtenidos en la prueba y tener un análisis del suelo a profundidad donde el rango de profundidad de exploración para un suelo homogéneo es aproximadamente “ $0,75a$ ”, siendo “ $a$ ” la separación entre los electrodos.

**FIGURA 8.** Método de Wenner para determinación de resistividad.



Fuente: <http://medicionresistividad.blogspot.com>.

El método dispone de la colocación en línea recta de 4 electrodos y equidistantes una distancia “a”, simétricamente respecto al punto en el que se desea medir la resistividad del suelo, no es de importancia la profundidad de los electrodos para profundidades mayores a 30 cm. El aparato de medida es un telurómetro clásico con 4 terminales, siendo los dos electrodos extremos los de inyección de la corriente de medida (I) y los dos centrales son los electrodos de medida de potencial (V).

En la práctica se puede decir que la resistividad aparente es, básicamente la de las capas comprendidas entre la superficie del suelo y la profundidad a la cual la densidad de corriente se ha reducido a la mitad del valor de superficie, es decir, la profundidad de investigación es “0,75a”. El eje del sondeo eléctrico vertical y en consecuencia, de medida de resistividad, se encuentra en el medio del sistema simétrico compuesto por los cuatro electrodos, entre los dos de potencial.

Para obtener la resistividad, se aplica la siguiente ecuación, que puede ser simplificada, si la profundidad de enterramiento de los electrodos es 1/20 de la separación entre ellos.

$$\rho = \frac{2 * \pi * R}{\frac{1}{a} - \frac{1}{2 * a} - \frac{1}{2 * a} + \frac{1}{a}} \cong 2 * \pi * a * R \quad [Ec. 7]$$

Donde

$\rho$ : Resistividad aparente del terreno en [ $\Omega$  m].

R: Resistencia medida por el telurómetro.

a: Distancia entre electrodos en metros.

## **2.5. SELECCIÓN DE CONDUCTORES.**

Uno de los aspectos que influye en el costo de una instalación es el dimensionamiento de los conductores, lo que a su vez se convierte en un factor de protección para la instalación, por lo cual se hace necesario que la temperatura de operación de los conductores sea la recomendada. Aquellos que están sobrecargados presentan temperaturas superiores a las normales, produciéndose pérdidas por calentamiento y riesgo de cortocircuito o incendio, además de mayor consumo energético.

Los parámetros que se deben tener en cuenta para el cálculo de los conductores son la caída de tensión admisible, temperatura de operación y la corriente requerida por la carga. La tabla 8, la cual corresponde a la tabla 310-16 de la NTC 2050[3], hace referencia a la capacidad de corriente de los conductores utilizados en las instalaciones.

### **2.5.1. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR EN CIRCUITOS RAMALES.**

El cálculo del conductor para una acometida o circuito se efectúa teniendo en cuenta la regulación de tensión, las pérdidas de energía y verificando la corriente que circula por este. Para el cálculo del conductor, se toman en consideración el numerales 210-19 y la tabla 310-16 de la NTC 2050[3] en los cuales se muestran los porcentajes de regulación y las capacidades de corriente en conductores, respectivamente.

Dada la necesidad que el conductor cumple con la condición de regulación, se considera el cálculo del conductor para el rediseño, Con la constante de regulación hallada KG, y el factor de potencia escogido de la carga, se selecciona el conductor que cumpla con el valor encontrado con la ecuación anterior o con un valor inmediatamente inferior a este. La ESSA[4], en su numeral 3.1.12.9.2

“Conductores de cobre aislado en ducto no metálico”, establece los valores de KG, para sistemas en baja tensión, los cuales se muestran en la tabla 7.

**TABLA 7.** Constantes de regulación para conductores de cobre aislado en ducto no metálico.

Tensión	(KG) Baja tensión (*)				
Cos f	0,8	0,85	0,9	0,95	1
14 AWG	752,235	797,3404	842,141	886,377	927,36
12 AWG	476,467	504,4656	532,18	559,367	583,52
10 AWG	302,877	320,1481	337,154	353,67	367,36
8 AWG	196,463	207,1611	217,607	227,585	234,87
6 AWG	126,254	132,6717	138,855	144,602	147,84
4 AWG	81,9997	85,7495	89,2797	92,4032	93,184
2 AWG	53,8566	55,93171	57,8007	59,2879	58,576
1 AWG	44,2823	45,7401	46,9888	47,8501	46,48
1/0 AWG	36,3697	37,37117	38,1696	38,592	36,848
2/0 AWG	30,0602	30,70733	31,1578	31,244	29,232
3/0 AWG	25,049	25,41483	25,5891	25,4085	23,184
4/0 AWG	21,012	21,15945	21,1208	20,7374	18,368
250 kcmils	18,349	18,40482	18,2864	17,8453	15,5456
350 kcmils	14,5742	14,43523	14,1286	13,5115	11,1059
500 kcmils	11,9212	11,61412	11,139	10,3527	7,7739
750 kcmils	9,65586	9,242255	8,66627	7,78946	5,18
1000 kcmils	8,50015	8,037757	7,41674	6,50182	3,8942

**Fuente:** Tabla 3.25 de la Norma ESSA[4].

La capacidad amperimétrica de los conductores debe ser igual o superior a la corriente de la carga instalada para cada circuito, multiplicada por un factor de 1,25 para cargas continuas, considerado como un factor de seguridad. La capacidad amperimétrica del conductor se afecta por el número de conductores portadores de corriente en el ducto, cuando la cantidad supera los tres conductores. Igualmente se debe considerar la corrección que se hace de la capacidad amperimétrica del conductor por la temperatura. En la tabla 8 se especifican los respectivos valores de los factores recomendados por la NTC 2050[3] en su tabla 310-16, y se indica las capacidades de corriente en baja tensión, para menos de tres conductores en canalización o cable enterrado para una temperatura de 30°C.

**TABLA 8.** Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente 30°C y Factores de corrección por temperatura.

SECCIÓN TRANSV.	TEMPERATURA NOMINAL DEL CONDUCTOR						CALIBRE
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	
	TW*	FEPW*	TBS,SA,SS,FEP*	TW*	RH*	TBS,SA,SS,	
	UF*	RH*, RHW*	FEPB*,MI,RHH*	UF*	RHW*	THHN*, THHW*,	
		THHW*	RHW-2, THHN*		THHW*	THW-2, THWN-2,	
		THW*	THHW*, THW-2*		THW*	RHH*, RHW-2,	
		THWN*	THWN-2*, USE-2,		THWN*	USE-2, XHH,	
	XHHW*	XHH, XHHW*		XHHW*	XHHW, XHHW-2,		
	USE*, ZW*	XHHW-2, ZW-2		USE*	ZW-2		
MM <sup>2</sup>	COBRE			ALUMINIO 0 ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o KCMILS
0,82	--	--	14	--	--	--	18
1,31	--	--	18	--	--	--	16
2,08	20*	20*	25	--	--	--	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1.000
633,38	495	590	665	405	485	545	1.250
760,05	520	625	705	435	520	585	1.500
886,73	545	650	735	455	545	615	1.750
1.013,40	560	665	750	470	560	630	2.000
FACTORES DE CORRECCION							
TEMP. AMBIENTE EN °C	PARA TEMPERATURAS AMBIENTES DISTINTAS DE 30°C, MULTIPLICAR LAS ANTERIORES CORRIENTES POR EL CORRESPONDIENTE FACTOR DE LOS SIGUIENTES						TEMP. AMBIENTE EN °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60		0,58	0,71		0,58	0,71	56-60
61-70		0,33	0,58		0,33	0,58	61-70

Fuente: Tabla 310-16 de la NTC 2050 [3].

(\*) Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (\*), no debe superar los 15 A para el conductor de sección transversal 2,08 mm<sup>2</sup> (14 AWG); 20 A para 3,3 mm<sup>2</sup> (12 AWG) y 30 A para 5,25 mm<sup>2</sup> (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3,3 mm<sup>2</sup> (12 AWG) y 25 A para 5,25 mm<sup>2</sup> (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

La selección del conductor también está afectado por el tipo de recubrimiento con el número de conductores en el ducto, los valores correspondientes se enuncian en la tabla C10 “Número máximo de conductores y alambres de aparatos en tubo conduit rígido de PVC”, de la NTC 2050[3]. Ver tabla 9.

**TABLA 9.** Número máximo de conductores y alambres de aparatos en tubo conduit rígido de PVC.

Letras de tipo	Sección transversal del conductor		Tamaño comercial											
	mm <sup>2</sup>	AWG kcmil	mm pulgadas											
			16 ½	21 ¾	27 1	36 1 ¼	41 1 ½	53 2	63 2 ½	78 3	91 3 ½	103 4	129 5	155 6
TW	2,08	14	8	14	24	42	57	94	135	209	280	361	568	822
	3,30	12	6	11	18	32	44	72	103	160	215	277	436	631
	5,25	10	4	8	13	24	32	54	77	119	160	206	325	470
	8,36	8	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	2,08	14	5	9	16	28	38	63	90	139	186	240	378	546
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW*	3,30	12	4	8	12	22	30	50	72	112	150	193	304	439
	5,25	10	3	6	10	17	24	39	56	87	117	150	237	343
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8,36	8	1	3	6	10	14	23	33	52	70	90	142	205
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13,29	6	1	2	4	8	11	18	26	40	53	69	109	157
	21,14	4	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117
	26,66	3	1	1	3	5	7	11	16	25	34	44	69	100
	33,62	2	1	1	2	4	6	10	14	22	29	37	59	85
	42,20	1	0	1	1	3	4	7	10	15	20	26	41	60
	53,50	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51

Fuente: Tabla C10 de la NTC 2050[3].

### **2.5.2. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR EN CIRCUITOS RAMALES DE EQUIPOS INFORMÁTICOS[3].**

Los conductores de los circuitos ramales que alimenten a uno o más equipos de procesamiento de datos deben tener una capacidad de corriente no menor al 125% de la carga total conectada.

### **2.5.3. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR EN ACOMETIDAS.**

Los conductores de las acometidas se seleccionan teniendo en cuenta la capacidad de corriente considerada según el método de la ESSA[4] en su numeral 3.1.6 y 3.1.7, remitiéndose al Código Eléctrico Colombiano[2] en las tablas 220-11 y 220-13.

### **2.5.4. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA.**

El conductor de puesta a tierra se selecciona teniendo en cuenta el valor del dispositivo de protección contra sobrecorriente según tabla 250-95 del Código Eléctrico Colombiano[2].

**TABLA 10.** Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

**Fuente:** Tabla 250-95 de la NTC 2050[3].

## 2.6. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.

Las protecciones eléctricas son elementos muy importantes en sistemas eléctricos, debido a que con estas evitamos que los equipos se destruyan cuando ocurre una falla eléctrica.

Para este proyecto se seleccionarán las protecciones de acuerdo a la sección 240, de la norma NTC 2050[3], de tal manera que para circuitos ramales se considere la sección 210, para las acometidas se tenga en cuenta la sección 230, para

bombas contra incendio la sección 695, para motores, circuitos de motores y controladores la sección 430 y para equipos de aire acondicionado y refrigeración la sección 440.

Cuando estas protecciones no se escogen adecuadamente, esto contribuye en alta proporción a que sobrecargas y cortocircuitos produzcan daños en la red, a los equipos conectados en esta, y en el peor de los casos a personas.

Luego se tendrá en cuenta que la protección se escoja superior a la corriente de demanda, pero menor a la capacidad de corriente de los conductores.

## **2.7. SELECCIÓN DE DUCTERÍA.**

La NTC-2050[2] hace referencia a la selección del ducto para los conductores eléctricos en la tabla C10 del apéndice C, donde se observan las tablas de ocupación de los tubos conduit y tuberías para conductores y conductores para aparatos de la misma sección transversal.

## **2.8. PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA**

En toda instalación eléctrica además de las restricciones de regulación que impone la normativa, se debe tener en cuenta las restricciones en cuanto a pérdidas de potencia y de energía que se puedan presentar en la red de baja tensión, los valores permisibles de estas pérdidas se muestran en la tabla 11.

**TABLA 11.** Pérdidas máximas de potencia y energía.

<b>Componente</b>	<b>Energía (%)</b>	<b>Potencia (%)</b>
Línea de distribución (34,5 kV)	1,5	2,7
Alimentadores primarios (Hasta 13,2 kV)	0,5	0,8
Transformadores	2,2	*
Redes de baja tensión	2,7	5,5

**Fuente:** Tabla 4.2 de la norma ESSA[4].

## **2.9. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO.**

Para el desarrollo del presente proyecto es importante tener en cuenta las diferentes mediciones de campo, las cuales son necesarias, ya que entregan la información concerniente al estado actual de las instalaciones eléctricas.

Para llevar a cabo las diferentes mediciones se hizo necesario la utilización de equipos especiales tales como:

- Rastreador de circuitos
- Luxómetro
- Telurómetro
- Analizador de Redes
- Multímetro.
- Pinza Amperimétrica
- Medidor de resistencia de aislamiento (MEGGER)

A continuación se hará una breve descripción de las características de cada equipo.

### 2.9.1. RASTREADOR DE CIRCUITOS.

Es un instrumento que permite localizar, trazar e identificar fases y conductores neutros de instalaciones en techo, piso y paredes.

Este equipo está compuesto por un transmisor y un detector que al conectarse a un circuito cerrado, permite hacer el seguimiento del mismo. El transmisor se conecta en paralelo con el circuito a ser localizado, el cual emite una señal de alta frecuencia, esta señal eléctrica genera un campo magnético alrededor del cable o alambre a ser seguido y el detector recibe la señal, el detector genera entonces una señal tanto audible como visual, cuyas intensidades varían dependiendo de la distancia al circuito.

Características generales.

Marca:	3M	
Serie:	TK-6B.	
Transmisor:	Frecuencia de operación:	4,6 kHz
	Ancho de pulso:	17 ms
	Velocidad de repetición:	2 Hz
	Corriente máxima de carga:	200 mA
	Voltaje de operación:	9 – 600 V, A.C. o D.C.
	Temperatura de Operación:	0 / 50 °C
	Temperatura de almacenaje:	-40 / 90 °C
	Humedad de operación:	95% hum. rel. máx.
	Tamaño:	111 x 83 x 38 mm
	Fusible:	250 V, 0,25 A, 3AG

Detector:	Detección:	Magnética
	Alcance máximo:	2,4 m
	#1 Conductor:	1
	#2 Breaker:	12
	#3 Búsqueda:	80
	#4 Búsqueda:	200
	Respuesta del detector:	Visual mediante 10 leds rojos Audible dos veces/s a 4,6 kHz
	Indicador de estado de batería:	Un led verde
	Temperatura de operación:	0 / 50 °C
	Temperatura de almacenaje:	-40/90°C sin batería instalada -40/50°C con batería instalada
	Humedad de operación:	95% hum. rel. máx.
	Tamaño:	188 x 52 x 28 mm
	Batería:	9 V alcalina NEDA No. 1604A
	Peso:	879 g

#### Modo de empleo.

El transmisor cuando se conecta a una fuente de energía de 9-600 V A.C. o D.C. induce una corriente de alta frecuencia a 4,6 kHz en pulsos de aproximadamente dos pulsos por segundo. Encima de la unidad hay un led rojo que alumbra intermitentemente a la misma velocidad indicando que el transmisor está energizado y trabajando correctamente. La corriente inducida por el transmisor crea un campo magnético característico alrededor del conductor bajo estudio, el cual es sintonizado por el detector haciendo que éste emita una respuesta. El detector solamente responde a la señal característica del transmisor por

iluminación intermitente de sus leds y por emisión de un sonido también intermitente.

Cuando el detector es orientado en la dirección apropiada, hacia el conductor o breaker que alimenta al transmisor, emite una respuesta tanto visual como sonora. El número y la intensidad de los leds que entren en intermitencia son directamente proporcionales a la distancia existente entre el rastreador y el conductor o breaker rastreado.

La instalación del transmisor consiste en conectar uno cualquiera de sus terminales a una buena tierra o a un neutro diferente al del circuito analizado y el otro terminal a la fase del circuito a identificar. A continuación se procede a desplazar el detector en forma sistemática y de forma tal que la intensidad de sus respuestas sonora y visual permita deducir con certeza el recorrido o la ubicación del conductor o breaker rastreado.

### **2.9.2. LUXÓMETRO.**

Es un instrumento de medición que permite medir de forma sencilla el nivel de iluminancia (lux o fc) existente en un ambiente.

El equipo consta de una cabeza de detección, botón de rango, botón retenedor de pico, botón de retener datos, selector de Lux/fc/off, conector de salida y una pantalla LCD.

## Características Generales

Marca:	Meterman LM631
Pantalla LCD:	3 ½ dígitos con una lectura máxima de 1999
Frecuencia de medición:	2,5 veces por segundo, nominal.
Entorno de operación:	0°C a 50°C, uso en interiores hasta 2000 m de altitud
Baterías:	4 unidades de 1,5 V, triple AAA
Peso:	220 g con las baterías
Rangos:	20 lux, 200 lux, 2000 lux y 20000 lux. 2 fc, 20 fc, 200 fc y 2000 fc.

## Modo de empleo.

Se coloca el interruptor en la unidad lux o fc deseada y se procede a quitar la cubierta protectora de la cabeza de detección, la cual se mantiene firme en el lugar donde se desea medir. En la pantalla LCD aparecerá el valor de luminancia, si no se conoce la magnitud en lux (o fc) se pulsa el botón de range, lo cual permite llegar al rango más alto y desde este reducir el valor hasta obtener una lectura satisfactoria. Es importante alejarse de la cabeza de detección para no proyectar sombras. La cabeza de detección tiene un cable de 1,5 metros para permitir la separación entre el observador y el lugar de medición. Una vez terminada la lectura se recomienda cubrir la cabeza de detección para extender la vida útil de la misma.

### 2.9.3. TELURÓMETRO.

Equipo profesional para efectuar mediciones en Sistemas de Puesta a Tierra en parámetros de voltaje y resistencia.

Características generales.

Marca:	Metrel
Modelo:	MI 2088-50
Precisión:	± (2% + 2 dígitos)
Resolución:	0,001; 0,01; 0,1; 1; 10; 100 M.
Voltaje de prueba nominal:	50 a 1000 V en pasos de 10 V
Corriente de cortocircuito de prueba:	<20 mA Pantalla LCD con lectura de 4 dígitos
Capacidad de memoria para 1000 pruebas	
Modelo de 4 varillas (2 de potencial, referencia y corriente).	

### 2.9.4. ANALIZADOR DE REDES.

Este equipo es utilizado para monitorear la calidad de la energía eléctrica. Para realizar las medidas usa cuatro entradas de tensión y cuatro entradas de corriente, con estas mide los valores de tensión, corriente, potencia activa, potencia reactiva, energía, frecuencia, factor de potencia, factor de cresta y armónicos en la red.

Se puede programar el modo y el tiempo de recopilación de datos, los datos pueden consultarse en tiempo real o también los guarda en una memoria para su posterior revisión.

Características generales:

Marca	: PowerVisa
Tensión de alimentación	: 230 V (+10%;-15%)
Frecuencia	: 50/60 Hz

Consumo	: 25 VA
Temperatura de trabajo	: 0/50 °C
Circuito de medida	: Trifásico o Aron
Rangos medida de tensión	: 20 a 500 V A.C. (entre fase y neutro), cambio de escala automática.

### **2.9.5. MULTÍMETRO DIGITAL.**

Instrumento utilizado para medir tensiones en AC RMS y en DC, corrientes AC RMS y en DC de hasta 10 A, continuidad de conductores, resistencias, entre otros parámetros.

Características generales.

Marca:	D' Lorenzo
Categoría de sobretensión:	1000 V CAT III POLLUTION 2
Fusible:	10 A / 250 V
Batería:	9 V NEDA 1604 6F22 006P
Cumple con la norma:	IEC1010-1.

### **2.9.6. PINZA AMPERIMÉTRICA.**

Instrumento utilizado para medir el valor de la corriente que circula por un conductor y para tal fin utiliza el principio de la inducción electromagnética, por lo que puede tomar su medida sin desconectar el circuito sobre el cual se toman los datos.

Características generales:

Marca:	Kiorytsu
Dial:	10/30/100/300/900 A.

### **2.9.7. MEDIDOR DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MEGGER)**

Este equipo se usa para medir la resistencia del aislamiento en los circuitos eléctricos, también es utilizado para medir la resistencia del aislamiento de los motores y los transformadores.

#### ***Especificaciones generales:***

Marca	: Fluke 1520 Megohmmeter
Tensión de trabajo	: 0 a 600 V de A.C. o D.C.
Frecuencia de operación	: 50/60 Hz
Rango de medición	: 4MΩ, 40MΩ, 400MΩ, 4000MΩ,
Tensiones de prueba	: 250 V, 500 V, 1000 V
Corriente nominal	: 1 mA
Temperatura de operación	: -10 a 50 °C
Temperatura de almacenamiento:	-40 a 70 °C
Altitud de funcionamiento	: 2500m máx.
Baterías	: 4 unidades tamaño C, 1,5 V alcalinas
Peso	: 1,1 kg
Dimensiones	: 241 x 108 x 72 mm

### **2.10. MEDICIÓN DE AISLAMIENTO.**

Los conductores activos de una instalación eléctrica (neutro y fases) deben estar unidos entre sí y con tierra a través de los aislantes que los recubren para controlar dicha imperfección o “corriente de fuga”. Dicha “corriente de fuga” se genera cuando se aplica una tensión entre los conductores por el paso de pequeñas cantidades de corrientes a través de los aislantes. Las Normas eléctrica que rige en Colombia anteriormente nombradas, establece algunas precisiones sobre los niveles de corriente de fuga permitidos.

Para instalaciones de hasta 100 metros de longitud se acepta que la corriente de fuga en la salida de la protección general, entre un conductor activo (fase y neutro) y tierra, o entre los dos conductores activos, no sea superior a 1 miliampere (mA). Las pruebas o ensayos de aislación que se deben realizar durante la supervisión eléctrica, son:

- Aislación entre cada conductor activo y tierra.
- Aislación entre conductores activos.

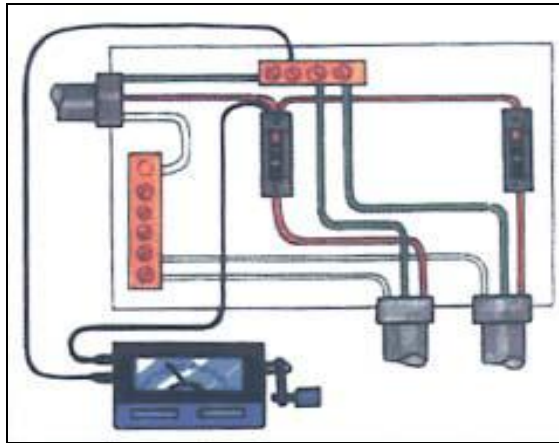
Para hacer ambas mediciones, la instalación debe estar en las siguientes condiciones:

- Sin tensión.
- Ningún receptor conectado. Es decir, sin artefactos conectados a los enchufes.
- Los interruptores que controlan a los receptores deben estar conectados, para continuidad eléctrica de la instalación.

Para realizar la prueba de aislación, se debe contar con un instrumento llamado megger, que mide resistencia de aislación. Posee un generador de corriente continua accionado por medio de una manivela, con tensiones de medida de 500 y 1000 V.

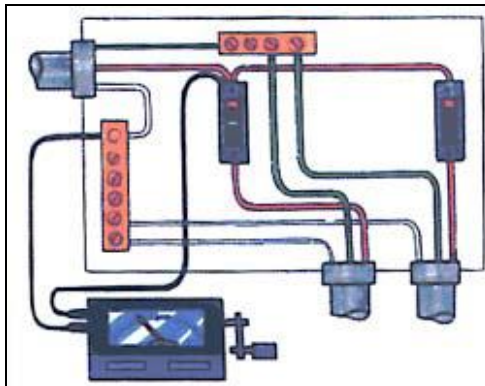
Para efectuar el ensayo de la medida de resistencia de aislamiento, se debe conectar el instrumento a la instalación tal como se muestra en la figura, para cada una de las mediciones indicadas anteriormente.

**FIGURA 9.** Medidas de aislamiento entre conductores activos a tierra.



**Fuente:** <http://www.equiposylaboratorio.com/sitio>

**FIGURA 10.** Medidas de aislamiento entre conductores activos.



**Fuente:** <http://www.equiposylaboratorio.com/sitio>

### **3. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

Para dar cumplimiento a todos los objetivos planteados en este proyecto de grado, que busca optimizar el funcionamiento de las instalaciones eléctricas de la Biblioteca Alejandro Galvis Galvis, es esencial desarrollar cada una de las etapas, en especial la de un levantamiento eléctrico detallado, ya que será el punto de partida para la elaboración de propuestas de mejoramiento y optimización de acuerdo a la reglamentación vigente en Colombia.

Se ejecutó un plan de acción que consta de; recopilación de información, levantamiento eléctrico, análisis e interpretación de datos de la instalación eléctrica actual, por último la etapa de rediseño y propuesta de mejoramiento.

#### **3.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

Como primera medida obtuvimos información teórica relacionada con el tema de instalaciones eléctricas, como lo es la norma técnica (NTC 2050[3]), los reglamentos de obligatorio cumplimiento (RETIE[7] y RETILAP[6]), entre otros con el fin de refrescar y afianzar conocimientos adquiridos durante nuestra formación universitaria, posteriormente acudimos a la dirección de planta física de la sede UIS Barrancabermeja en busca de información pertinente al sistema eléctrico, planos arquitectónicos, planos eléctricos e información de la subestación y de los posibles cambios que se han hecho en las instalaciones eléctricas del recinto, posteriormente se realizó una inspección general para identificar elementos desconocidos y así poder hacer una investigación al respecto acudiendo a catálogos, información en internet, entre otras cosas que fueron relevantes para la realización del proyecto.

### 3.2. LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO

Se ejecutó una inspección visual más detallada ubicando la acometida, los diferentes tableros y subtableros de distribución, unidades de aire acondicionado centralizadas teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Localización de la subestación.
  
- Identificación de fases de los barrajes del tablero general de la subestación en baja tensión de acuerdo a los bornes del transformador, quedando identificadas con los siguientes colores:
  - Fase A, rojo
  - Fase B, amarillo
  - Fase C, azul
  - Neutro, identificada con una pintura blanca en sus extremos.
  - El barraje de tierra se encuentra desnudo.
  
- Medida de distancias y ubicación de equipos, tableros y subtableros de distribución.
  
- Identificación de circuitos ramales de cada uno de los tableros de distribución. Con base en los planos arquitectónicos y eléctricos obtenidos se procedió a enumerar los tableros de distribución según el diseño inicial, con las letras TD que significan tablero de distribución, seguido de un numero que indica el piso o nivel en el que está instalado, un segundo número que hace referencia al tablero y entre paréntesis un numero que muestra el circuito ramal (ejemplo: TD 1-2(1) tablero de distribución numero dos del primer piso circuito ramal uno), en el caso de otros tableros que no hacían parte del diseño inicial se nombraron con la letra T seguidos de la

letra inicial correspondiente al sitio en el cual está instalado el tablero (según tabla de nomenclatura), esto para hacer el respectivo distintivo de los circuitos ramales en la elaboración de planos.

- Rastreo de circuitos ramales de los tableros y sus canalizaciones, para esto fue necesario destapar cajas de paso, tomacorrientes, interruptores, salidas de iluminación y tableros de distribución. Para conocer el recorrido de los conductores fue necesaria la utilización del rastreador de circuitos, también se registró el número de salidas de cada circuito ramal, diámetro de ductos, número de conductores por cada canalización y el número de salidas de iluminación que controlaba cada interruptor a través del accionamiento de contactores.
- Registro de datos de tensión, corriente, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y frecuencia en la subestación con la ayuda del analizador de redes.
- Medición de los niveles de iluminación en auditorios, oficinas, aulas de clase, sala general de la biblioteca, sala infantil y centro de computo (centic) en las horas del día en las que áreas donde había poca influencia de luz natural y de la noche, esto con la ayuda del luxómetro.
- Medición de la puesta a tierra, resistividad del terreno, condiciones de aislamiento con ayuda del telurómetro y medidor de aislamiento o megger (megohmmeter) respectivamente.

### **3.3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA ACTUAL**

En esta etapa se hace la recopilación de toda la información obtenida en el levantamiento, para realizar estudios de las redes eléctricas actuales, basados en la normatividad que rige actualmente se desarrollaron las siguientes actividades:

- Con la ayuda del software Autocad (Versión de Prueba), se dibujaron los planos eléctricos de cada planta, así como los diagramas unifilares de los tableros de distribución, tablero de potencia y control de aires acondicionados y de los tableros generales de baja tensión.
- Se realizaron los cuadros de carga de cada tablero y subtablero de distribución especificando la carga instalada, protección e identificación de fases de los circuitos ramales, así como su fuente de la alimentación y su respectiva protección.
- Con los planos eléctricos desarrollados se calcularon las distancias del punto más lejano (Condición más desfavorables) de cada circuito para realizar cálculos de regulación parcial (desde cada tablero de distribución) y total (desde bornes del transformador).
- Con los datos obtenidos de los niveles de iluminación en cada área se calcularon los niveles promedio de iluminancia y coeficientes de uniformidad. Posteriormente se compararon los resultados con los valores exigidos por el RETIE[7] y RETILAP[6] para poder determinar zonas críticas en las que se debe aplicar un rediseño.

- Las mediciones de resistencia de aislamiento de los conductores fueron comparadas con valores con los valores mínimos exigidos por el RETIE[7] para definir su reemplazo en la etapa de rediseño.
- Las condiciones del sistema de puesta a tierra se revisaron a partir de las mediciones de resistividad del terreno y resistencia de la puesta a tierra, por las cuales se pudo establecer la conformidad de estos parámetros con respecto a los valores permitidos y evaluar el estado de la malla de puesta a tierra.
- Con los datos obtenidos del analizador de redes fue posible revisar la calidad de la energía, los niveles de tensión y en general conocer el comportamiento de la carga en diferentes horarios. De esta manera se pudo establecer condiciones de demanda máxima para futuras ampliaciones.
- Diagnostico general del estado actual de las instalaciones.

### **3.4. REDISEÑO Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO**

En esta etapa del proyecto se hacen los cambios necesarios para mejorar las anomalías y no conformidades respecto con la normatividad vigente. Basados en las observaciones hechas en las etapas anteriores y el análisis de los resultados obtenidos en el levantamiento, se realizaron las modificaciones y observaciones pertinentes para mejorar la instalación.

Para el rediseño se presentaron planos por planta y por zonas tanto para el sistema de iluminación como para los circuitos de fuerza eléctrica con sus correspondientes diagramas unifilares generales, por tablero, cuadros de carga y regulación. Para el rediseño del sistema de iluminación se trabajo con el software

Dialux, de acuerdo a las necesidades más críticas de la instalación y recomendaciones técnicas a problemas particulares.

La operación normal de la instalación eléctrica se ha visto afectada por los constantes cambios en el en la biblioteca, ya que estos no se han planificado de manera correcta, además tampoco se contaba con información detallada del estado actual de las instalaciones. Por estas razones al finalizar esta etapa se realizará un informe final con la información obtenida del levantamiento y todo lo relacionado con el estado actual, además con los resultados obtenidos en el rediseño, conclusiones, recomendaciones y la elaboración del presupuesto.

#### **4. LEVANTAMIENTO DE LA REDES ELÉCTRICAS ACTUALES.**

La Biblioteca Alejandro Galvis Galvis es una edificación de dos plantas, con parqueadero ubicado en la parte frontal de la edificación, aérea de circulación y zonas verdes.

El área total del lote de la edificación 3 714,19  $m^2$ .

- Piso 1: 1989,32  $m^2$ .
- Piso 2: 1705,61  $m^2$ .
- Azotea: 19,26  $m^2$ .

Para la identificación de los diferentes tableros de eléctricos de la edificación se utilizo la siguiente nomenclatura.

**TABLA 12.** Nomenclatura de los Tableros Existentes.

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>ALIMENTADO DESDE</b>
<b>TD1-2</b>	Sala general biblioteca (1er piso)	TG-S/E
<b>TC</b>	Corporacion cultural (1er piso)	TG-S/E
<b>TN</b>	Oficinas Geomatica	TD1-2
<b>TR</b>	Oficinas Geomatica	TN
<b>TI</b>	Oficinas Geomatica	TD1-2
<b>TP</b>	Porteria	TD1-2
<b>TD2-1</b>	pasillo Especializaciones (2do piso)	TG-S/E
<b>TD2-2</b>	Especializaciones (2do piso)	TG-S/E
<b>TD2-3</b>	Cuarto junto al centic (2do piso)	TG-S/E
<b>TR1</b>	Salon Posterior Centic (2do Piso)	TD2-3
<b>UA</b>	Subestacion Electrica (1er Piso)	Trafo 400 kVA
<b>TD-AP</b>	Cuarto de Bombas (1er Piso)	TG-S/E
<b>TG-S/E</b>	Subestacion Electrica (1er Piso)	Trafo 150 kVA

**Fuente:** los Autores.

#### 4.1. ALIMENTADOR

La Biblioteca se alimenta en M.T. (13,2 kV) desde la red de media tensión propiedad de la ESSA S.A, que se encuentra instalada en el lado sur de la Biblioteca en la calle 60 entre las carreras 28 y 31, el apoyo de conexión de la acometida se encuentra ubicado en las zonas verdes del Colegio Diego Hernández de Gallego.

**FIGURA 11.** Fotografía del apoyo y Caja de Inspección de Piso.



**Fuente:** los Autores.

La acometida se deriva desde los bornes de la caja cortacircuitos 3x100 A, 15 kV con fusibles 3x15 A tipo K a través de un ducto galvanizado de 3" de diámetro adherido al poste por medio de cintas Band-it, bajando hasta la caja inspección de piso con 0,9x0,9x1 m de ancho, largo y profundidad respectivamente, ubicada al lado de la base del poste. De allí continua a través de un ducto tipo PVC con diámetro de 3" hasta otra caja de inspección con las mismas características, ubicada en la entrada de la subestación.

Esta acometida es trifásica trifilar con 3x2/0 AWG XLEP Cu, 15 kV y #1/0 Cu desnudo para la tierra, esta acometida tiene una longitud 113,3 m hasta la celda de medida.

### **Observaciones**

El apoyo de la acometida, se encuentra en zona verde con abundante arborización, se recomienda una poda preventiva para evitar las ramas de los arboles tengan contacto con las líneas de media tensión.

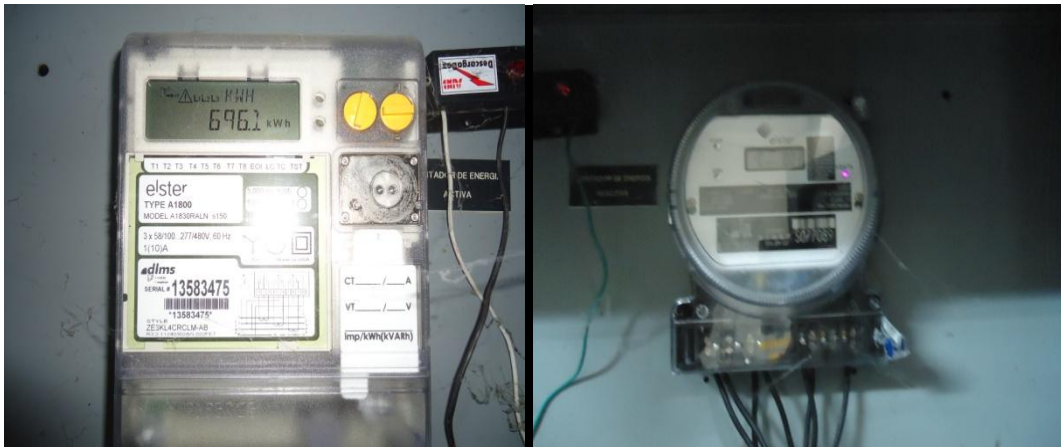
## **4.2. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA**

La conexión entre las diferentes celdas y elementos de subestación se realiza a través de una canalización de 0,4x0,4 m de ancho y profundidad respectivamente. La subestación presenta una buena distribución y señalización de las celdas, operación y maniobra.

**4.2.1. CELDA DE MEDIDA:** Caja metálica con dimensiones 2,4 m de alto, 0,94 m de ancho, 1 m de profundidad. Contiene los equipos para la medición de la energía consumida por la instalación tanto activa como reactiva, los equipos de medición son marca elster. Medidor de energía activa 3x58/100.... 227/480 V, 1(10) A, 60 Hz clase 0,5 s, medidor de reactiva 5(40) y 5(120) A, 60 Hz, 96 A, 288

V y clase 1, con dos ct's con relación de transformación 30/5 y dos pt's con relación de transformación 13,2 kV/120 V.

**FIGURA 12.** Fotografía Medidor de activa y reactiva respectivamente.



**Fuente:** los Autores.

**4.2.2. CELDA DE ENTRADA Y DOBLE SALIDA CON SECCIONADORES:** Caja metálica con dimensiones 2,4 m de alto por 0,94 m de ancho por 1 m de profundidad, esta celda se encarga de realizar la alimentación de los transformadores y permite la desconexión de la acometida, si es necesario para mantenimiento de los diferentes equipos de la subestación eléctrica. El seccionador de una entrada y doble salida se encuentra instalado en una celda marca Merlin Gerin que tiene las siguientes características; tensión nominal 15 kV y corriente nominal 600 A.

**FIGURA 13.** Fotografía Celda de entrada y doble salida.



**Fuente:** los Autores.

**4.2.3. SECCIONADOR TRIPOLAR CON FUSIBLE (TRAFO 150 kVA):** es un seccionador tripolar con apertura manual y fusible de 16 A 10/24 kV marca Siba para la protección del transformador en el caso de falla. El seccionador se encuentra instalado en una celda marca Merlín Gerin que tiene las siguientes características tensión nominal 15 kV y corriente nominal 600 A.

**FIGURA 14.** Fotografía Celda de Seccionador Tripolar (Transformador 150 kVA).



**Fuente:** los Autores.

**4.2.4. SECCIONADOR TRIPOLAR CON FUSIBLE (TRAFO 400 kVA):** es un seccionador tripolar con apertura manual y fusible de 25 A 10/24 kV marca Siba para la protección del transformador en el caso de falla. El seccionador se encuentra instalado en una celda marca Merlin Gerin que tiene las siguientes características tensión nominal 15 kV y corriente nominal 600 A.

**FIGURA 15.** Fotografía Celda de Seccionador Tripolar (Transformador 400 kVA).



**Fuente:** los Autores.

#### **4.2.5. TRANSFORMADOR DE 150 kVA.**

El transformador se encuentra en buen estado, ubicado dentro de una caja metálica con dimensiones de 2,4 m de alto, 1,1 m de ancho, 1,5 m de profundidad. Hace poco se le realizó un mantenimiento por parte de la empresa MACOR LTDA, realizando las siguientes actividades:

- Transporte de transformadores
- Préstamo e instalación de transformador reemplazo
- Pruebas preliminares de rutina
- Desencube de la parte activa

- Cambio de aislamiento en mal estado
- Horneado de la parte activa
- Revisión de puntos calientes de la parte activa y corrección de los mismos
- Cambio de conmutador de derivaciones
- Llenado de aceite dieléctrico nuevo
- Cambio de pasa tapas
- Suministro y cambio de empaquetaduras en general
- Pintura general de acabados
- Pruebas finales de rutina
- Verificación de buen funcionamiento
- Presentación de informe.

Para mayor información se anexa el informe de las diferentes pruebas realizadas al transformador. A continuación se presentan los datos de placa del transformador y respectiva fotografía.

**TABLA 13.** Datos de Placa transformador de 150 kVA.

Marca	RYMEL
Número de Serie	3095076
Potencia nominal	150 kVA
Tensión Nominal	13200 V
Tensión Secundaria	220 V
Bil	95/30 kV
Frecuencia	60 Hz
Refrigeración	ONAN

conexión	Dy5
aceite	lubtroil
Derivaciones	+1%, -3x2,5%

**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 16.** Fotografía Transformador 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

#### **4.2.6. TRANSFORMADOR DE 400 kVA.**

El transformador se encuentra en buen estado, ubicado dentro caja metálica con dimensiones 2,4 m de alto por 1,5 m de ancho por 2,4 m de profundidad. A continuación se presentan los datos de placa y la respectiva fotografía del transformador.

**TABLA 14.** Datos de Placa transformador de 400 kVA.

Marca	RYMEL
Numero de Serie	36300891
Potencia nominal	400 kVA
Tensión Nominal	13200 V
Tensión Secundaria	456 V
Bil	95/30 kV
Frecuencia	60 Hz
Refrigeración	ONAN
conexión	Dy5
aceite	380 L
Derivaciones	+2,5%, -3x2,5%

**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 17.** Fotografía Transformador 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

### **4.3. TABLEROS GENERALES**

#### **4.3.1. TABLERO TG-S/E**

Este tablero se encuentra ubicado en la subestación eléctrica, instalado a nivel del piso. Está alimentado desde el transformador de 150 kVA, a través de los siguientes conductores: 3#3/0 AWG THW Cu para las fases, 1#1/0 AWG THW Cu para el neutro y 1#1/0 AWG Cu desnudo para la tierra, los cuales van por canalización, los conductores de las fases llegan al tablero y se conectan al totalizador por medio de terminales de cobre premoldeados tipo interior.

Este totalizador es de acción tripolar de marca MERLIN GERIN con capacidad nominal de 3x360 A y corriente de corte de 30 kA. La conexión entre el totalizador y el barraje esta realizada con barras de cobre, La longitud total de la acometida del tablero es de 6,4464 m metros aproximadamente.

El tablero TG S/E está compuesto por una caja metálica con dimensiones 2,4 m de alto, 0,9 m de ancho y 0,65 m de profundidad, en esta caja metálica se encuentran instaladas las protecciones de las acometidas de los diferentes tableros mencionados a continuación: TD 1-2, TC, TD 2-1, TD 2-2, TD 2-3, TD AP, T- KZ, T Bombas.

**FIGURA 18. Fotografía Tablero TG-S/E.**



**Fuente:** los Autores

**TABLA 15. Circuitos del tablero TG-S/E.**

TG-SE				
CIRCUITO	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE DE COCI (kA)	MARCA	OBSERVACIONES
TD AP	3X50	25	MERLINGERIN	Cuarto de bombas (1er piso)
TC	3x100	25	GENERAL ELECTRIC	Corporacion cultural (1er piso)
TD 1-2	3x175	25	MERLINGERIN	Sala general biblioteca (1er piso)
TD 2-1	2x60	10	MERLINGERIN	Pasillo salones especialización (2do piso)
TD 2-2	3x140	25	MERLINGERIN	Cuarto junto a salon 6 (2do piso)
TD 2-3	3x140	25	MERLINGERIN	Cuarto junto al centic (2do piso)
T-KZ	30	10	MERLINGERIN	Anulado
T-BOMBAS	3x100	25	MERLINGERIN	Anulado
TOTALIZADOR	3X360	30	MERLINGERIN	VA A TRAF0 DE 15kVA

**Fuente:** los Autores.

#### **4.3.2. TABLERO UA.**

Este tablero se encuentra ubicado en la subestación eléctrica primer piso, instalado a nivel del piso. Está alimentado desde el transformador de 400 kVA, a través de los siguientes conductores: 3#300 MCM THW para las fases, 3#300 MCM THW para el neutro, #1/0 AWG en cobre desnudo para la puesta a tierra, los cuales van por canalización, los conductores de las fases llegan al tablero y se conectan al totalizador por medio de terminales de cobre premoldeados tipo interior.

Este totalizador es de acción tripolar de marca MERLIN GERIN con capacidad nominal de 3x550 A y corriente de corte de 50 kA. La conexión entre el totalizador y el barraje esta realizada con barras de cobre, La longitud total de la acometida del tablero es de 14,4352 m metros aproximadamente.

El tablero TG-S/E está compuesto por una caja metálica con dimensiones 2,4 m de alto por 0,92 m de ancho por 0,5 m de profundidad, en esta caja metálica se encuentran instaladas las protecciones de las acometidas de los diferentes tableros mencionados a continuación: UA-1, UA-2, UA-3, UA-4, UA-5, UA-6, UA-7, UA-8.

**FIGURA 19.** Fotografía Tablero UA.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 16.** Circuitos del tablero UA.

TABLERO UA				
CIRCUITO	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE DE COCI (kA)	MARCA	OBSERVACIONES
1	3X80	35	MERLINGERIN	unidad 1
2	3X80	25	MERLINGERIN	unidad 2
3	3X50	25	MERLINGERIN	unidad 3
4	3X50	25	MERLINGERIN	unidad 4
5	3X80	25	MERLINGERIN	unidad 5
6	3X80	25	MERLINGERIN	unidad 6
7	3X50	25	MERLINGERIN	unidad 7
8	3X80	25	MERLINGERIN	unidad 8
TOTALIZADOR	3X550	50	MERLINGERIN	VA AL TRAF0 DE 400kVA

**Fuente:** los Autores.

#### **4.4. TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.**

##### **4.4.1. TABLERO TD1-2**

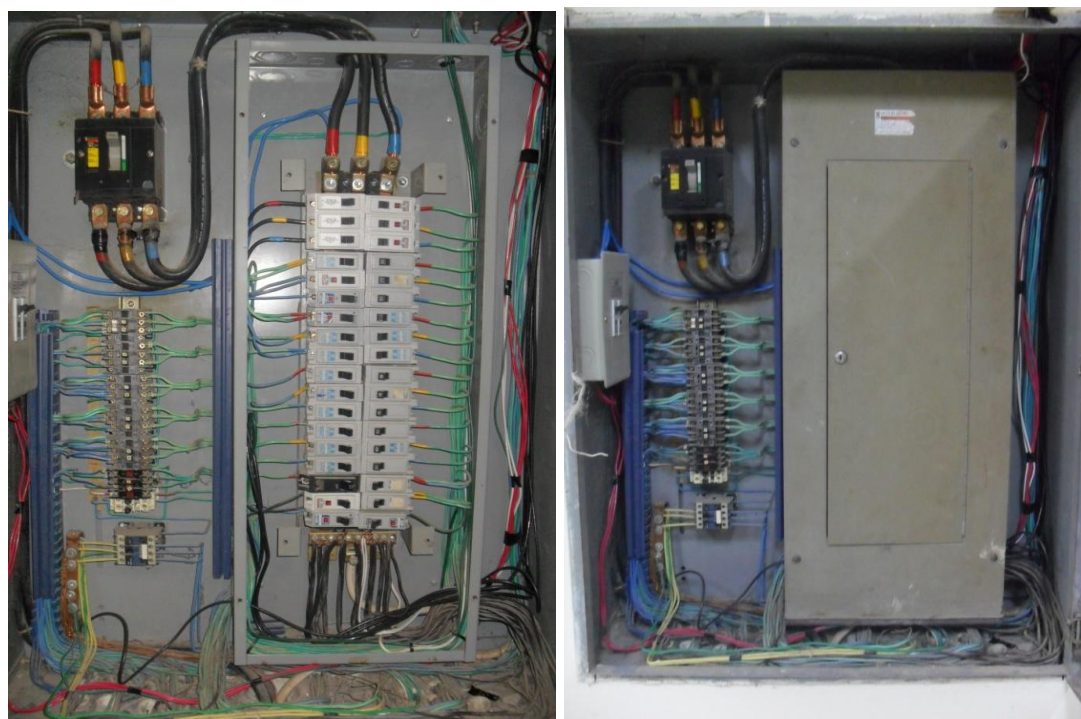
Este tablero se encuentra ubicado en la sala general para lectura del primer piso, a una altura de 1,2 m. Está alimentado desde el Tablero TG-S/E a través de los siguientes conductores: 3#3/0 AWG THHN para las fases, 1#1/0 AWG THHN para el neutro y 1#8 AWG Cobre desnudo para la tierra, los cuales van en un ducto PVC de diámetro de 1", los conductores de las fases llegan al tablero y se conectan al totalizador por medio de terminales de cobre premoldeados tipo interior.

Este totalizador es de acción tripolar de marca MERLIN GERIN con capacidad nominal de 3x175 A y corriente de corte de 25 kA. La conexión entre el totalizador y el barraje esta realizada con conductores 3#3/0 AWG THHN, La longitud total de la acometida del tablero es de 48,4273 m aproximadamente.

El tablero TD1-2 está compuesto por una caja metálica con dimensiones 1 m de alto, por 80 cm de ancho, por 30 cm de profundidad, en esta caja metálica se encuentran instalados dos tableros con capacidad de 36 circuitos y otro de 2, además del sistema de control de iluminación a través de contactores.

De este tablero se alimentan los tableros TI, TN, TP.

**FIGURA 20.** Fotografía del tablero TD1-2.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 17. Circuitos del tablero TD1-2.**

TABLERO TD1-2				
CIRCUITO	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE DE COCI (kA)	MARCA	OBSERVACIONES
1,2,3	3x40	10	LUMINEX	alimentacion tableros geomatica
4	15	10	LUMINEX	tomas sala general y salones multiples
5	20	10	LUMINEX	tomas sala general, salon multiple 2 y cuarto de aire acondicionado
6	20	10	LUMINEX	luces sala general
7	30	10	LUMINEX	tomas oficinas, salon multiple 1, sala exposiciones.
8	30	10	WESTINGHOUSE	tomas planta telefonica, sala de exposiciones y cuarto de aire acondicionado
9	15	10	WESTINGHOUSE	tomas baño de mujeres y luces sala general
10	15	10	WESTINGHOUSE	tomas baño de hombres
11	15	10	WESTINGHOUSE	toma baño de mujeres, alimentacion tablero de porteria
12	15	10	WESTINGHOUSE	luces salon multiple 2
13	15	10	WESTINGHOUSE	
14	30	10	WESTINGHOUSE	luces salon multiple 1 y 2, sala de espera
15	30	10	WESTINGHOUSE	luces salon multiple 1 y 2
16	50	10	GENERAL ELECTRIC	luces salon multiple 1 y 2
17 y 36	40	10	LUMINEX	alimentacion tablero TI
18	40	10	LUMINEX	luces sala general, tomas sala general y cuarto de aire acondicionado
19	30	10	LUMINEX	sala general y salon multiple 2
20	30	10	LUMINEX	luces sala general y salon multiple 2
21	30	10	LUMINEX	luces sala general
22	30	10	WESTINGHOUSE	luces sala general
23	30	10	WESTINGHOUSE	luces sala general
24	30	10	WESTINGHOUSE	luces sala general
25	30	10	WESTINGHOUSE	luces oficinas de prestamo
26	30	10	WESTINGHOUSE	luces oficinas
27	15	10	WESTINGHOUSE	luces oficinas (anulado)
28	15	10	WESTINGHOUSE	luces sala general y recepcion
29	15	10	WESTINGHOUSE	luces sala general
30	15	10	WESTINGHOUSE	luces sala general, recepcion primer piso
31	30	10	WESTINGHOUSE	luces sala de exposiciones
32	30	10	WESTINGHOUSE	luces sala de exposiciones
33	30	10	WESTINGHOUSE	luces sala exposicion (anulado)
34	15	10	WESTINGHOUSE	luces baños primer piso y baños oficinas, baño sala infantil
35	15	10	WESTINGHOUSE	baños salones multiples
37	15	10	LUMINEX	tomas computadores sala general
38	15	10	LUMINEX	tomas computadores sala general
TOTALIZADOR	3X175	25	MERLINGERIN	VA A TABLERO GENERAL SUBESTACION

Fuente: los Autores.

## **OBSERVACIONES:**

Este tablero por estar ubicado en la sala de lectura general, representa un riesgo para los usuarios por no contar con un elemento de seguridad que impida la apertura de dicho tablero, los contactores presentan deterioro debido a la antigüedad de su puesta en funcionamiento. Dentro del tablero se encuentra instalado un tablero que contiene dos circuitos ramales que posee una mala ubicación y conexión dentro del tablero.

No hay puestos del tablero para ampliaciones futuras y existe una mala identificación de los circuitos ramales, el cableado no se encuentra a escuadra.

### **4.4.2. TABLERO TD2-2**

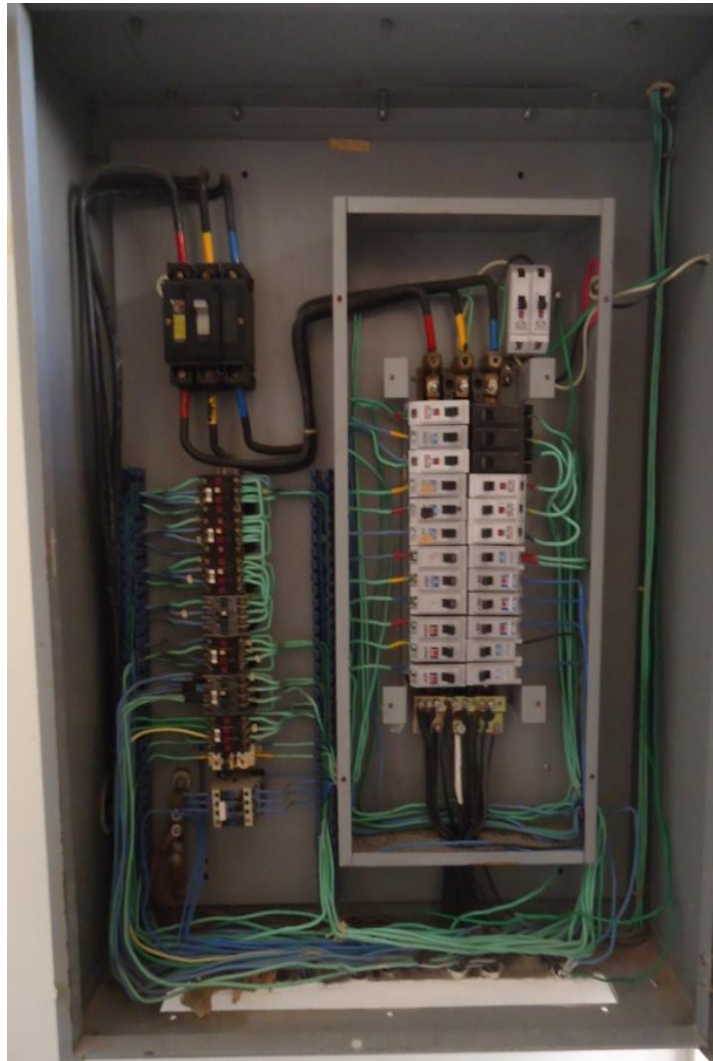
Este tablero se encuentra ubicado en la oficina de especializaciones segundo piso, a una altura de 1,2 m. Está alimentado desde el Tablero TG-S/E a través de los siguientes conductores: 3#2 AWG THHN para las fases, 1#4 AWG THHN para el neutro y 1#8 AWG Cobre desnudo para la tierra, los cuales van en un ducto PVC de diámetro de 1 1/2", los conductores de las fases llegan al tablero y se conectan al totalizador por medio de terminales de cobre premoldeados tipo interior.

Este totalizador es de acción tripolar de marca MERLIN GERIN con capacidad nominal de 3x100 A y corriente de corte de 25 kA. La conexión entre el totalizador y el barraje esta realizada con conductores 3#2 AWG THHN, La longitud total de la acometida del tablero es de 21,68413 m metros aproximadamente.

El tablero TD2-2 está compuesto por una caja metálica con dimensiones 1 m de alto por 80 cm de ancho por 30 cm de profundidad, en esta caja metálica se

encuentra instalado un tablero trifásico con capacidad de 24 circuitos, el sistema de control de iluminación y dos breakers instalados sin caja.

**FIGURA 21.** Fotografía del tablero TD2-2.



**Fuente:** los Autores

**TABLA 18.** Circuitos del tablero TD2-2.

TD2-2				
CIRCUITO	CORRIENTE	CORRIENTE DE	MARCA	OBSERVACIONES
	NOMINAL (A)	DE COCI (kA)		
1	30	10	LUMINEX	Tomas sala general
2	15	10	WESTINGHOUSE	Anulado
3	15	10	LUMINEX	Tomas zona posterior salones 2,3,4,5 y unidad de aire acondicionado 1
4	15	10	WESTINGHOUSE	Tomas tarima, salon posterior y unidad de aire acondicionado 2
5	15	10	WESTINGHOUSE	Tomas salon de conferencias
6	15	10	WESTINGHOUSE	Tomas salon de conferencias
7	30	10	WESTINGHOUSE	Luces salon conferencias
8	30	10	WESTINGHOUSE	Luces salon conferencias
9	30	10	WESTINGHOUSE	Luces salon conferencias
10	20	10	LUMINEX	Luces sala general
11	20	10	LUMINEX	Luces sala general
12	20	10	LUMINEX	Luces sala general
13	20	10	GENERAL ELECTRIC	Luces sala general
14	20	10	GENERAL ELECTRIC	Luces sala general
15	20	10	GENERAL ELECTRIC	Luces sala general
16	30	10	LUMINEX	Luces zona posterior salones 2,3,4.
17	30	10	LUMINEX	Ventiladores salon 5 y luces sala general
18	30	10	LUMINEX	Luces salon 5 y zona posterior salones 2,3,4.
19	15	10	WESTINGHOUSE	Luces unidades de aire 1 y 2
20	20	10	LUMINEX	Luces salon 4
21	20	10	LUMINEX	Ventiladores salon 3 y luces salon 2
22	20	10	LUMINEX	Luces salon 3
23	30	10	WESTINGHOUSE	Tomas salones 3,4,5
24	15	10	WESTINGHOUSE	Control de bobina de contactores de ctos 20,21,22
25 y 26	2x20	10	LUMINEX	Aire en sala del tablero TD2-2
TOTALIZADOR	3X100	25	MERLINGERIN	VA A TABLERO GENERAL SUBESTACION

**Fuente:** los Autores

## **OBSERVACIONES:**

En general el estado del tablero es bueno, presenta la instalación de dos breakers superando la capacidad de circuitos ramales que pueden ser instalados en el tablero, con el estado actual que presenta este tablero no se podría pensar en una ampliación.

Este tablero presenta buena ubicación y características mecánicas. Los contactores presentan deterioro debido a la antigüedad de su puesta en funcionamiento. Existe una mala identificación de los circuitos ramales y el cableado no se encuentra a escuadra.

### **4.4.3. TABLERO TD2-3**

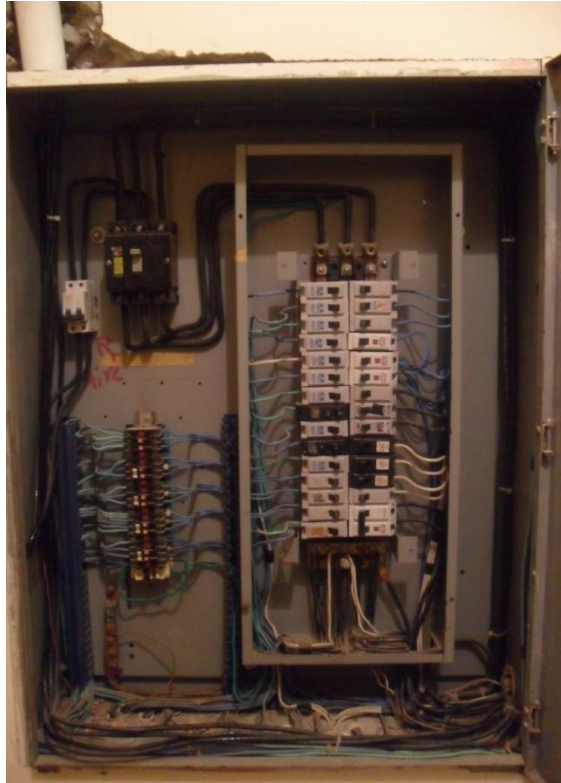
Este tablero se encuentra ubicado en el cuarto junto al Centic segundo piso, a una altura de 1,2 m. Está alimentado desde el Tablero TG-S/E a través de los siguientes conductores: 3#2 AWG THHN para las fases, 1#4 AWG THHN para el neutro y 1#8 AWG Cobre desnudo para la tierra, los cuales van en un ducto PVC de diámetro de  $1\frac{1}{2}$ ", los conductores de las fases llegan al tablero y se conectan al totalizador por medio de terminales de cobre premoldeados tipo interior.

Este totalizador es de acción tripolar de marca MERLIN GERIN con capacidad nominal de 3x100 A y corriente de corte de 25 kA. La conexión entre el totalizador y el barraje esta realizada con conductores 3#2 AWG THHN, La longitud total de la acometida del tablero es de 68,998 m metros aproximadamente.

El tablero TD2-2 está compuesto por una caja metálica con dimensiones 1 m de alto por 80 cm de ancho por 30 cm de profundidad, en esta caja metálica se

encuentras instalado un tablero trifásico con capacidad de 30 circuitos, el sistema de control de iluminación y dos breakers instalados sin caja.

**FIGURA 22.** Fotografía del tablero TD2-3.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 19.** Circuitos del tablero TD2-3.

<b>TABLERO TD2-3</b>				
<b>CIRCUITO</b>	<b>CORRIENTE</b>	<b>CORRIENTE DE</b>	<b>MARCA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
	<b>NOMINAL (A)</b>	<b>DE COCI (kA)</b>		
1	15	10	WESTINGHOUSE	Tomas salon de musica
2	15	10	WESTINGHOUSE	Anulado
3	15	10	WESTINGHOUSE	Toma salon de sonido
4	15	10	WESTINGHOUSE	Toma salon de sonido
5	15	10	WESTINGHOUSE	Tomas centic, sala de aseo y aire acondicionado bodega centic
6	15	10	WESTINGHOUSE	Anulado
7	15	10	WESTINGHOUSE	Tomas baño de mujeres
8	20	10	GENERAL ELECTRIC	Tomas baño de hombres
9	15	10	WESTINGHOUSE	Tomas sala cafeteria y unidad de aire acondicionado 4
10	40	10	GENERAL ELECTRIC	Tomas cafeteria
11	15	10	WESTINGHOUSE	Toma cafeteria
12	20	10	WESTINGHOUSE	Luces centic y salon de musica
13	20	10	WESTINGHOUSE	Luces centic y salon de musica
14	20	10	WESTINGHOUSE	Luces centic y salon de musica
15	15	10	WESTINGHOUSE	Luces baños, sala de aseo y unidades de aire acondicionado 3 y 4.
16	20	10	WESTINGHOUSE	Luces sala cafeteria
17	20	10	WESTINGHOUSE	Luces sala cafeteria
18	20	10	WESTINGHOUSE	Luces cafeteria
19	20	10	LUMINEX	Luces sala cafeteria
20	20	10	LUMINEX	Luces sala cafeteria
21	20	10	LUMINEX	Anulado luces
22	20	10	WESTINGHOUSE	Tomas centic y salon 6, 7
23	20	10	WESTINGHOUSE	Tomas oficina primer piso salon america y salon barrancabermeja
24	20	10	WESTINGHOUSE	Tomas centic
25 y 26	2x20	10	GENERAL ELECTRIC	Toma bifasco centic
27 y 28	20 - 30	10	NERAL ELECTRIC-WESTINGHOL	Toma bifasco centic
29 y 30	2x60	10	LUMINEX	Alimentacion tablero centic
31 y 32	2x50	10	MERLINGERIN	Aire acondicionado salon 2
TOTALIZADOR	3X100	25	MERLINGERIN	VA A TABLERO GENERAL SUBESTACION

**Fuente:** los Autores.

## **OBSERVACIONES:**

En general el estado del tablero es bueno, presenta la instalación de dos breakers superando la capacidad de circuitos ramales que pueden ser instalados en el tablero, con el estado actual que presenta este tablero no se podría pensar en una ampliación.

Este tablero presenta buena ubicación y características mecánicas. Los contactores presentan deterioro debido a la antigüedad de su puesta en funcionamiento. Existe una mala identificación de los circuitos ramales y el cableado no se encuentra a escuadra.

### **4.4.4. TABLERO TD2-1**

Este tablero se encuentra ubicado en el pasillo de especializaciones segundo piso, a una altura de 1,40 m. Está alimentado desde el Tablero TG-S/E a través de los siguientes conductores: 2#4 AWG THHN para las fases, 1#8 AWG THHN para el neutro y 1#8 AWG Cobre desnudo para la tierra, los cuales van en un ducto PVC de diámetro de **1 1/2"**.

La longitud total de la acometida del tablero es de 17,219 m metros aproximadamente. El tablero TD2-1 tiene las siguientes dimensiones 35 cm de alto por 25 cm de ancho por 10 cm de profundidad, tablero bifásico con capacidad de 16 circuitos.

**FIGURA 23.** Fotografía del tablero TD2-1



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 20.** Circuitos del tablero TD2-1.

TABLERO TD2-1				
CIRCUITO	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE DE COCI (kA)	MARCA	OBSERVACIONES
1	15	10	WESTINGHOUSE	luces baño mujeres
2	15	10	WESTINGHOUSE	toma sala general
3	30	10	LUMINEX	tomas salon 7 y sala general
4	15	10	WESTINGHOUSE	toma baño de hombres
5	15	10	WESTINGHOUSE	anulado
6	15	10	WESTINGHOUSE	toma sala general
7	15	10	WESTINGHOUSE	toma sala general
8	15	10	WESTINGHOUSE	toma baño hombres
9	30	10	LUMINEX	luces salon 7, salon 6 y ventilador oficina
10	20	10	LUMINEX	luces salon 7 y ventilador oficina
11	15	10	WESTINGHOUSE	luces baño hombres y sala general
12	20	10	GENERAL ELECTRIC	tomas salon 6 y oficinas
13 y 14	2x30	10	LUMINEX	aire acondicionado salon 7
15 y 16	2x30	10	LUMINEX	aire acondicionado salon 6

**Fuente:** los Autores.

## **OBSERVACIONES:**

En general el estado del tablero es bueno, todos los puestos del tablero están ocupados, con el estado actual que presenta este tablero no se podría pensar en una ampliación. Los conductores de los aires acondicionados salen del tablero de una forma no adecuada, por presentar aplastamiento del conductor con la tapa del tablero.

Este tablero presenta buena ubicación y buenas características mecánicas. Existe una mala identificación de los circuitos ramales y el cableado no se encuentra a escuadra.

### **4.4.5. TABLERO TC**

Este tablero se encuentra ubicado en la corporación cultural primer piso, a una altura de 1,40 m. Está alimentado desde el Tablero TG-S/E a través de los siguientes conductores: 2#4 AWG THHN para las fases, 1#8 AWG THHN para el neutro y 1#8 AWG Cobre desnudo para la tierra, los cuales van en un ducto PVC de diámetro 3/4".

La longitud total de la acometida del tablero es de 16,5903 m metros aproximadamente.

El tablero TC tiene las siguientes dimensiones 35 cm de alto, por 25 cm de ancho, por 10 cm de profundidad, tablero bifásico con capacidad de 16 circuitos.

**FIGURA 24.** Fotografía del tablero TD2-1



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 21.** Circuitos del tablero TC.

TABLERO TC				
CIRCUITO	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE DE COCI (kA)	MARCA	OBSERVACIONES
1 y 2	2x30	10	LUMINEX	toma bifasico salon barrancabermeja
3	15	10	WESTINGHOUSE	RESERVA
4	15	10	WESTINGHOUSE	tomas baños
5	20	10	LUMINEX	tomas salon america, barrancabermeja y recepcion
6	15	10	WESTINGHOUSE	luces salon barrancabermeja y salon america
7	15	10	WESTINGHOUSE	luces salon barrancabermeja y salon america
8	15	10	WESTINGHOUSE	luces pasillo, cafeteria, recepcion y toma recepcion, baños.
9 y 10	30-50	10	LUMINEX	toma bifasico salon america
11	15	10	WESTINGHOUSE	tomas oficina, cafeteria. Subestacion y cuarto de bombas
12 y 13	30-50	10	LUMINEX	toma bifasico salon barrancabermeja
14	15	10	WESTINGHOUSE	luces baños y exterior.
15	30	10	LUMINEX	toma bifasico oficina y tomas salon america
16	20	10	LUMINEX	tomas bifasico oficina

**Fuente:** los Autores

## **OBSERVACIONES:**

En general el estado del tablero es bueno, solo posee un circuito de reserva, con el estado actual que presenta este tablero no se podría pensar en una ampliación. Este tablero presenta buena ubicación y buenas características mecánicas. Existe una mala identificación de los circuitos ramales y el cableado no se encuentra a escuadra.

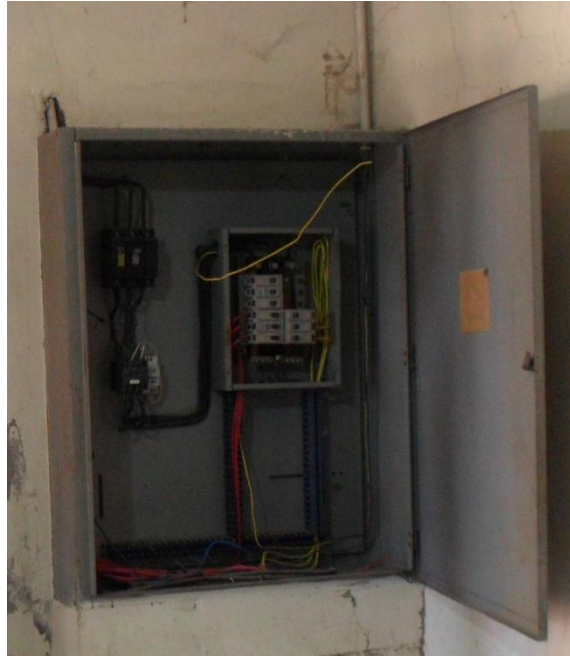
### **4.4.6. TABLERO TD AP**

Este tablero se encuentra ubicado en la cuarto de Bombas primer piso, a una altura de 1,40 m. Está alimentado desde el Tablero TG-S/E a través de los siguientes conductores: 3#4 AWG THHN para las fase y 1#8 AWG Cobre desnudo para la tierra, los cuales van en un ducto PVC de diámetro 1”.

Este totalizador es de acción tripolar de marca MERLIN GERIN con capacidad nominal de 3x50 A y corriente de corte de 25 kA. La conexión entre el totalizador y el barraje esta realizada con conductores 3#4 AWG THHN, La longitud total de la acometida del tablero es de 11,4048 m metros aproximadamente.

El tablero TD AP está compuesto por una caja metálica con dimensiones 1 m de alto por 80 cm de ancho por 30 cm de profundidad, en esta caja metálica se encuentra instalado un tablero trifásico con capacidad de 12 circuitos.

**FIGURA 25.** Fotografía del tablero TD AP.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 22.** Circuitos del tablero TD AP.

TD-AP				
CIRCUITO	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE DE COCI (kA)	MARCA	OBSERVACIONES
1				Reserva
2				Reserva
3				Reserva
4 y 5	15	10	WESTINGHOUSE	Luminarias exterior parte norte
5 y 6	15	10	WESTINGHOUSE	Luminarias exterior parte norte
4 y 6	15	10	WESTINGHOUSE	Luminarias exterior parte norte
7				Reserva
8				Reserva
9				Reserva
10 y 11	15	10	WESTINGHOUSE	Luminarias exterior parte sur
11 y 12	15	10	WESTINGHOUSE	Luminarias exterior parte sur
10 y 12	15	10	WESTINGHOUSE	Luminarias exterior parte sur
TOTALIZADOR	3X50	25	MERLINGERIN	VA A TABLERO GENERAL SUBESTACION

**Fuente:** los Autores.

## **OBSERVACIONES:**

En general el estado del tablero es bueno, solo posee un circuito de reserva, con el estado actual que presenta este tablero no se podría pensar en una ampliación. Este tablero presenta buena ubicación y buenas características mecánicas. Existe una mala identificación de los circuitos ramales y el cableado no se encuentra a escuadra.

### **4.4.7. TABLERO TN**

Este tablero se encuentra ubicado en la oficina Geomática primer piso, a una altura de 1,40 m. Está alimentado desde el Tablero TD1-2 a través de los siguientes conductores: 3#8 AWG THHN para las fases, 1#8 AWG THHN para el neutro y #8 AWG THHN para la tierra, los cuales van por canaleta.

La longitud total de la acometida del tablero es de 20,3318 m aproximadamente. El tablero TC tiene las siguientes dimensiones 1 m de alto, por 30 cm de ancho, por 10 cm de profundidad, tablero bifásico con totalizador 3x40 A, ABB corriente de corte 25 kA, con capacidad de 18 circuitos.

**FIGURA 26.** Fotografía del tablero TN.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 23.** Circuitos del tablero TN.

TABLERO TN				
CIRCUITO	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE DE COCI (kA)	MARCA	OBSERVACIONES
1	20	10	LUMINEX	tomas oficina de geomatica
2	20	10	LUMINEX	tomas oficina de geomatica
3	20	10	LUMINEX	tomas oficina de geomatica
4	20	10	LUMINEX	LUCES SALA REUNION
5	20	10	LUMINEX	BYPASS TABLERO REGULADO
6	20	10	LUMINEX	LUCES OFICINA
9 y 11	2x20	10	LUMINEX	AIRE OFICINA
18 y 12	2x20	10	LUMINEX	AIRE SALA CONFERENCIAS GEOMATICA
7				RESERVA
8				RESERVA
10				RESERVA
13				RESERVA
14				RESERVA
15				RESERVA
16				RESERVA
17				RESERVA
TOTALIZADOR	3X40	25	ABB	VA TD1-2

**Fuente:** los Autores.

## **OBSERVACIONES:**

En general el estado del tablero es bueno, su puesta en funcionamiento es reciente, este tablero presenta buena ubicación y buenas características mecánicas; Existe una buena identificación de los circuitos ramales.

### **4.4.8. TABLERO TR**

Este tablero se encuentra ubicado en la oficina Geomática primer piso, a una altura de 1,40 m. Está alimentado desde el Tablero TN a través de los siguientes conductores: #10 AWG THW para las fases, #10 AWG THW para el neutro y #12 AWG THW para la tierra, los cuales van por canaleta.

La longitud total de la acometida del tablero es de 2,9 m aproximadamente. El tablero TC tiene las siguientes dimensiones 35 cm de alto por 25 cm de ancho por 10 cm de profundidad, tablero monofásico con capacidad de 8 circuitos.

**FIGURA 27.** Fotografía del tablero TR



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 24.** Circuitos del tablero TR.

TABLERO TR				
CIRCUITO	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE DE COCI (kA)	MARCA	OBSERVACIONES
1	15	10	LUMINEX	oficina de geomatica
2	15	10	LUMINEX	oficina de geomatica
3	15	10	LUMINEX	oficina de geomatica
4	15	10	LUMINEX	oficina de geomatica
5				RESERVA
6				RESERVA
7				RESERVA
8				RESERVA

**Fuente:** los Autores.

#### **OBSERVACIONES:**

En general el estado del tablero es bueno, su puesta en funcionamiento es reciente, este tablero presenta buena ubicación y buenas características mecánicas. Existe una buena identificación de los circuitos ramales.

#### **4.4.9. TABLERO TI**

Este tablero se encuentra ubicado en la oficina Geomática primer piso, a una altura de 1,7 m. Está alimentado desde el Tablero TD1-2 a través de los siguientes conductores: 2#12 AWG THW para las fases, #12 AWG THW para el neutro y #12 AWG THW cobre desnudo para la tierra, los cuales van por canaleta.

La longitud total de la acometida del tablero es de 17,687 m aproximadamente. El tablero TI tiene las siguientes dimensiones 25 cm de alto por 35 cm de ancho por 10 cm de profundidad, tablero bifásico con capacidad de 8 circuitos.

**FIGURA 28. Fotografía del tablero TI**



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 25. Circuitos del tablero TI.**

TABLERO TI				
CIRCUITO	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE DE COCI (kA)	MARCA	OBSERVACIONES
1	15	10	LUMNEX	ANULADO (TACO SIN CIRCUITO)
2				RESERVA
3 y 5	2x30	10	LUMNEX	Aire planta telefonica, Aire exterior planta telefonica
4	15	10	WESTINGHOUSE	ANULADO (TACO SIN CIRCUITO)
6	15	10	WESTINGHOUSE	ANULADO (TACO SIN CIRCUITO)
7				RESERVA
8	15	10	LUMNEX	ANULADO (TACO SIN CIRCUITO)

**Fuente:** los Autores.

**OBSERVACIONES:**

En general el estado del tablero es bueno, solo tiene dos circuitos ramales en funcionamiento y tiene muchos conductores que no tienen conexión eléctrica alguna.

Este tablero presenta buena ubicación y buenas características mecánicas. Existe una mala identificación de los circuitos ramales y el cableado no se encuentra a escuadra.

#### 4.4.10. TABLERO TP

Este tablero se encuentra ubicado en la portería a una altura de 1,5 m. Está alimentado desde el Tablero TD1-2 a través de los siguientes conductores: #12 AWG THW para las fases, #12 AWG THW para el neutro y #14 AWG THW cobre desnudo para la tierra, los cuales van en un ducto PVC de diámetro 3/4”.

La longitud total de la acometida del tablero es de 57,511 m metros aproximadamente.

El tablero TP tiene las siguientes dimensiones 17 cm de alto, por 17 cm de ancho, por 8 cm de profundidad, tablero monofásico con capacidad de 4 circuitos.

**FIGURA 29.** Fotografía del tablero TP



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 26.** Circuitos del tablero TP.

TABLERO TP				
circuito	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE DE COCI (kA)	MARCA	OBSERVACIONES
1	15	10	KARLUZ	tomas caseta
2	15	10	KARLUZ	tomas caseta
3				ANULADO
4				ANULADO

**Fuente:** los Autores.

## **OBSERVACIONES:**

En general el estado del tablero es malo, solo tiene dos circuitos ramales en funcionamiento.

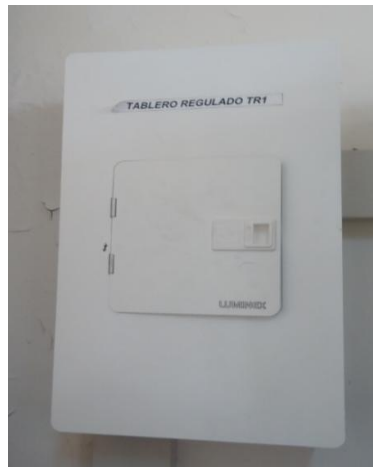
Este tablero presenta oxidación y suciedad, no hay identificación de los circuitos ramales y el cableado no se encuentra a escuadra.

### **4.4.11. TABLERO TR1**

Este tablero se encuentra ubicado en el salón posterior Centic a una altura de 1,7 m. Está alimentado desde el Tablero TD2-3 a través de los siguientes conductores: 2#6 AWG THHN para las fases, #6 AWG THHN para el neutro y #6 AWG THHN para la tierra, los cuales van en un ducto PVC de diámetro 2”.

La longitud total de la acometida del tablero es de 19,796 m aproximadamente. El tablero TR1 tiene las siguientes dimensiones 17 cm de alto, por 17cm de ancho, por 8 cm de profundidad, tablero bifásico con capacidad de 12 circuitos.

**FIGURA 30.** Fotografía del tablero TR1



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 27.** Fotografía del tablero TR1.

<b>TABLERO TR1</b>				
<b>CIRCUITO</b>	<b>CORRIENTE</b>	<b>CORRIENTE DE</b>	<b>MARCA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
	<b>NOMINAL (A)</b>	<b>DE COCI (kA)</b>		
1	15	10	LUMINEX	tomas centic
2	15	10	LUMINEX	Computadores centic
3	15	10	LUMINEX	Computadores centic
4	15	10	LUMINEX	Computadores centic
5	15	10	LUMINEX	Computadores centic
6	15	10	LUMINEX	Computadores centic
7	15	10	LUMINEX	Computadores centic
8	15	10	LUMINEX	Computadores centic
9	15	10	LUMINEX	Computadores centic
10	15	10	LUMINEX	tomas centic
11				reserva
12				reserva

**Fuente:** los Autores.

**OBSERVACIONES:**

En general el estado del tablero es bueno, su puesta en funcionamiento es reciente, este tablero presenta buena ubicación y buenas características mecánicas. Existe una buena identificación de los circuitos ramales.

## **5. ANÁLISIS DE LAS REDES ELÉCTRICAS ACTUALES.**

En esta etapa se hace una evaluación de los datos registrados, en las mediciones realizadas durante la etapa de levantamiento, para determinar los aspectos más críticos de la instalación y las acciones correctivas que se deben aplicar para mejorar el funcionamiento de las instalaciones eléctricas y dar conformidad a los parámetros mínimos exigidos por la normatividad vigente en caso de que sea necesario.

### **5.1. ANÁLISIS EN LA CALIDAD Y SUMINISTRO DE ENERGÍA.**

Con el fin de conocer la demanda actual y el estado de las variables eléctricas en la subestación de la Biblioteca Alejandro Galvis Galvis Sede UIS Barrancabermeja, se conectó el equipo analizador de redes eléctricas durante un periodo de 7 días en el barraje principal del tablero general de baja tensión, alimentado por el transformador de 150 kVA. De igual manera se conectó durante un periodo de 6 días en el barraje principal del tablero general de unidades de aires acondicionados, alimentado por el transformador de 400 kVA.

El equipo se configuró para registrar los datos cada 10 minutos. Los datos fueron analizados con la ayuda del software Dran view 6, del cual la escuela E3T posee licencia para su uso.

#### **5.1.1. TABLERO GENERAL DE BAJA TENSIÓN 150 KVA.**

Fecha de la medición: 20 de noviembre de 2012 al 27 de noviembre de 2012.

**FIGURA 31.** Fotografía montaje del analizador de redes, transformador de 150 kVA.

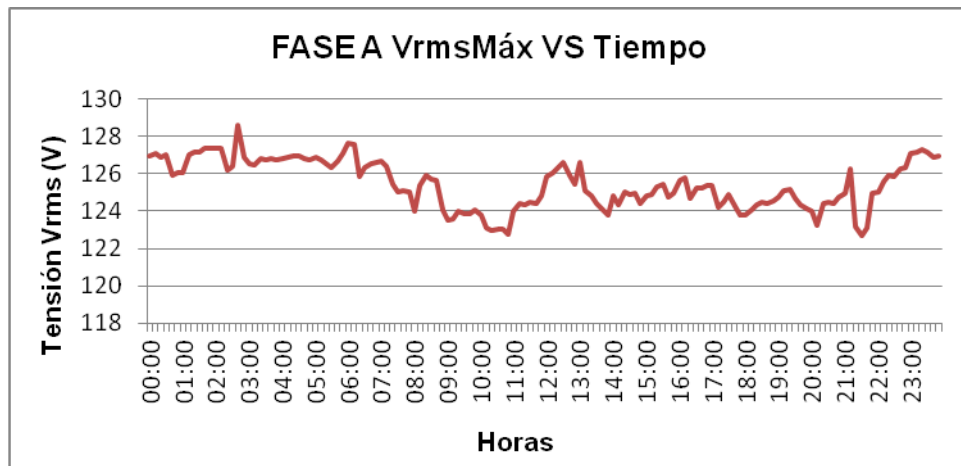


**Fuente:** los Autores.

A continuación se presentan los datos obtenidos para el día 23 de noviembre de 2012, fecha en la cual se registró la máxima demanda y posteriormente se analizarán para los 7 días completos de la medición.

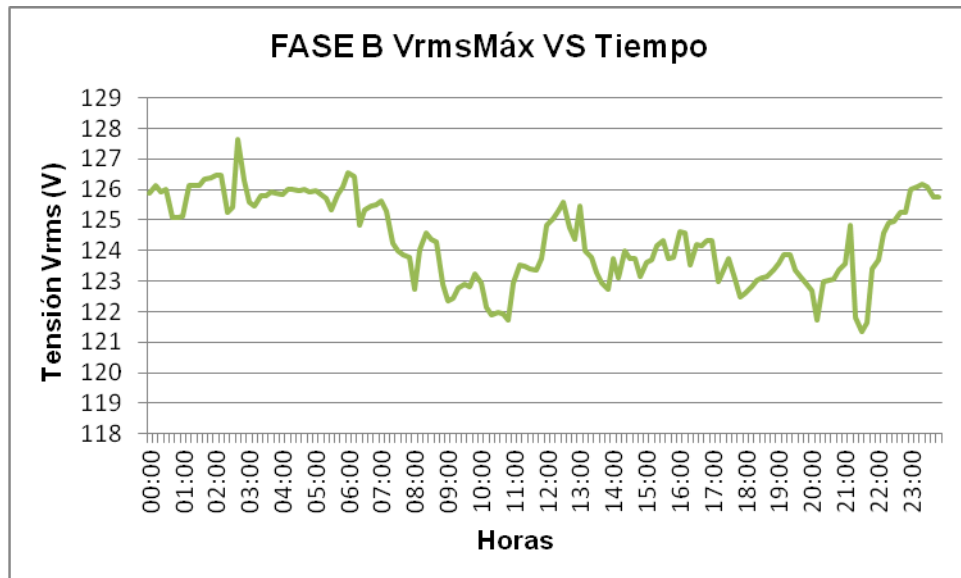
#### 5.1.1.1. Diagramas de tensión máxima.

**FIGURA 32.** Tensión máxima para la fase A, transformador de 150 kVA.



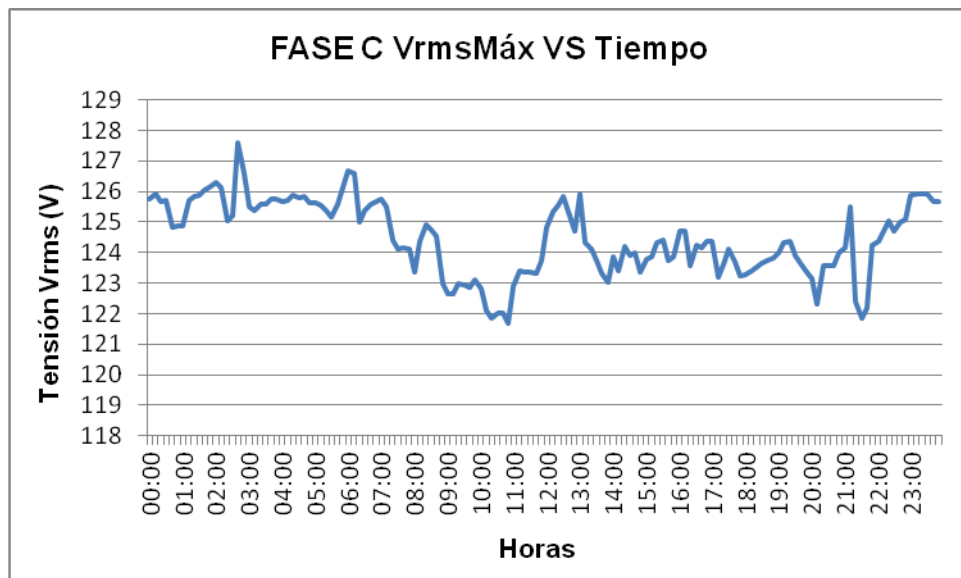
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 33.** Tensión máxima para la fase B, transformador de 150 kVA.



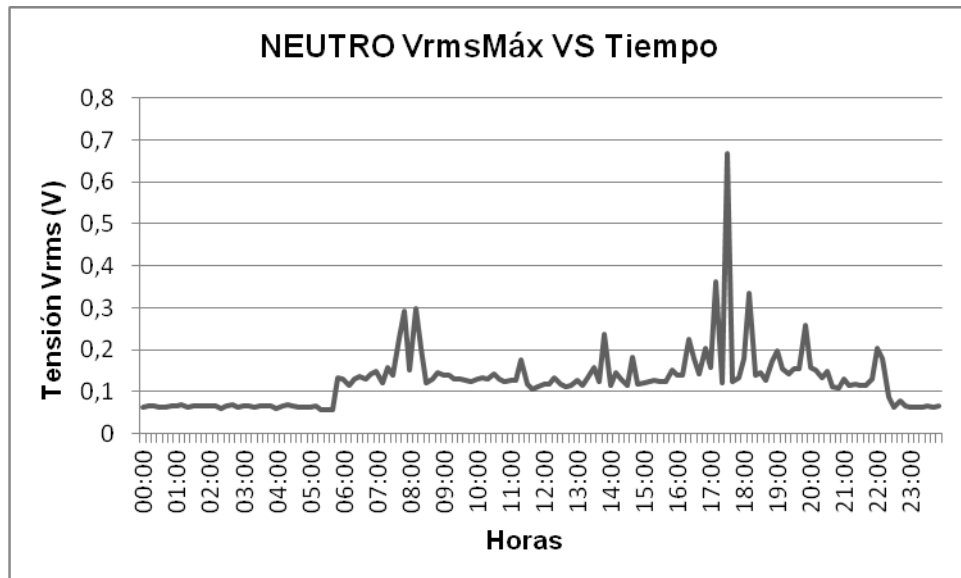
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 34.** Tensión máxima para la fase C, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 35.** Tensión máxima en el Neutro, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

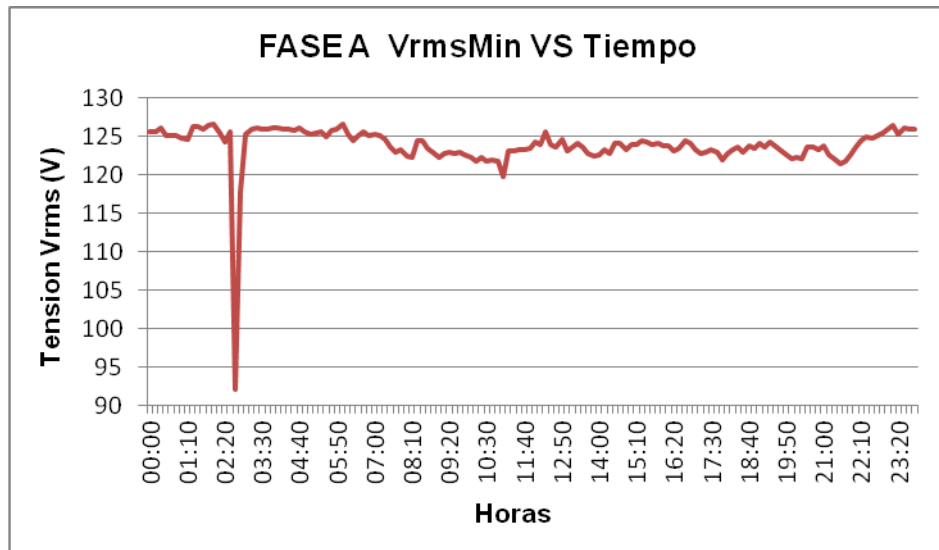
**TABLA 28.** Resumen de tensiones máximas, transformador de 150 kVA.

<b>Resumen tensiones máximas Vrms</b>		
<b>FASE</b>	<b>Vmin (V)</b>	<b>Vmax (V)</b>
A	122,7	128,63
B	121,33	127,66
C	121,69	127,59
NEUTRO	0,05668	0,6676

**Fuente:** los Autores.

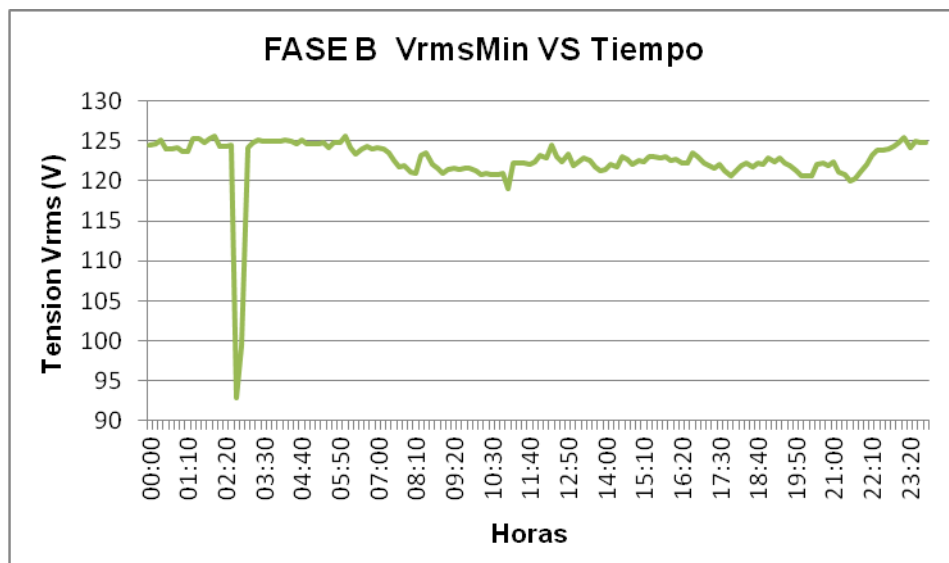
### 5.1.1.2. Diagramas de tensión mínima.

**FIGURA 36.** Tensión mínima para la fase A, transformador de 150 kVA.



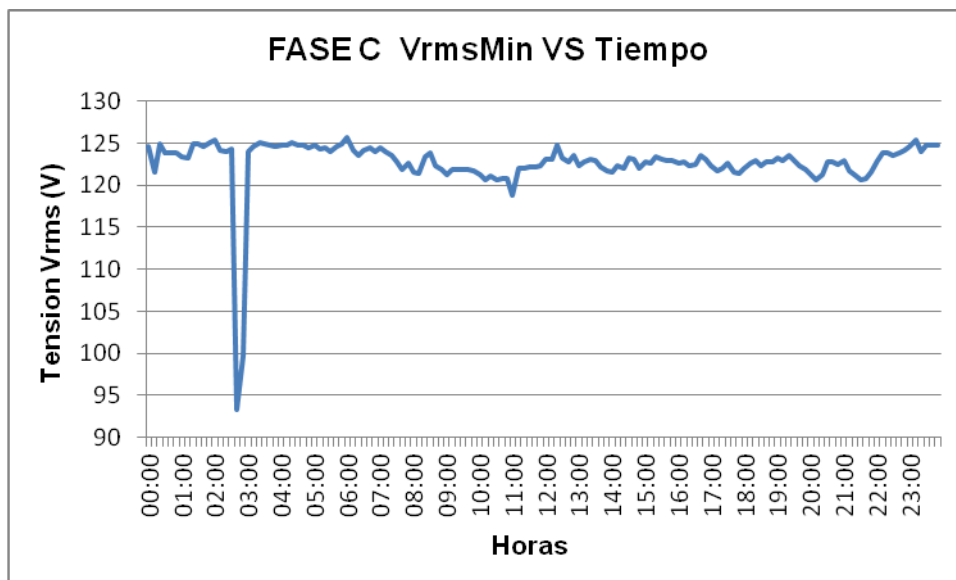
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 37.** Tensión mínima para la fase B, transformador de 150 kVA.



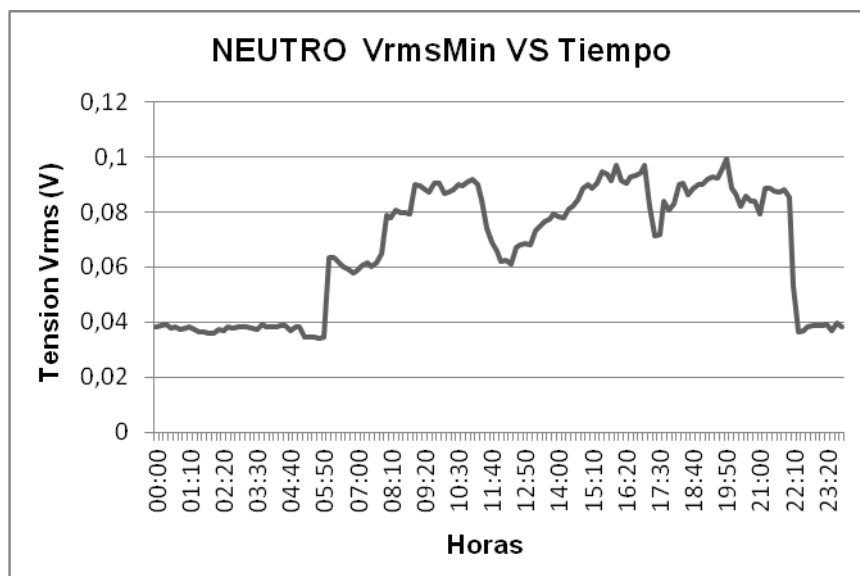
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 38.** Tensión mínima para la fase C, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 39.** Tensión mínima en el Neutro, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

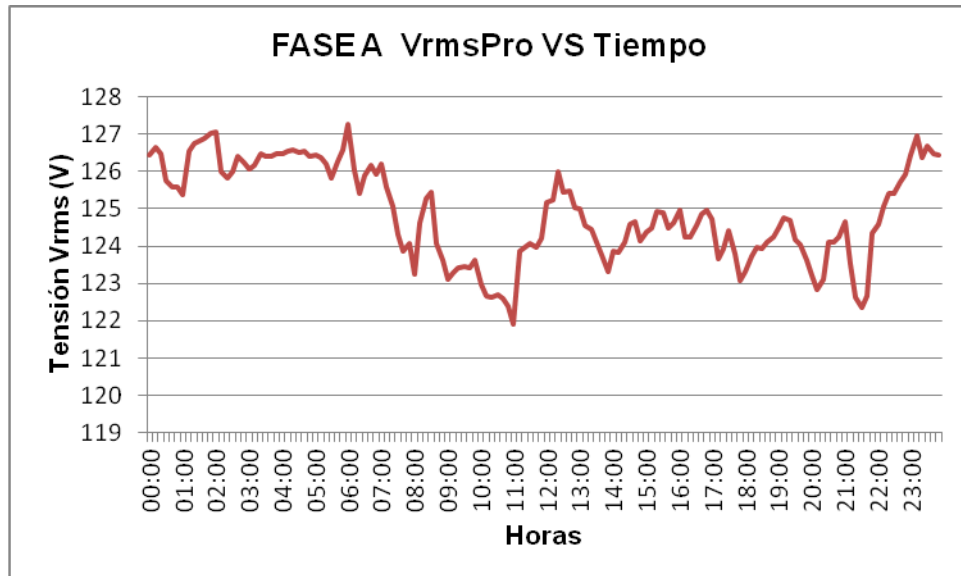
**TABLA 29.** Resumen de tensiones mínimas, transformador de 150 kVA.

Resumen tensiones mínimas Vrms		
FASE	Vmin (V)	Vmax (V)
A	92,05	126,65
B	92,95	125,62
C	93,35	125,66
NEUTRO	0,03405	0,09914

**Fuente:** los Autores.

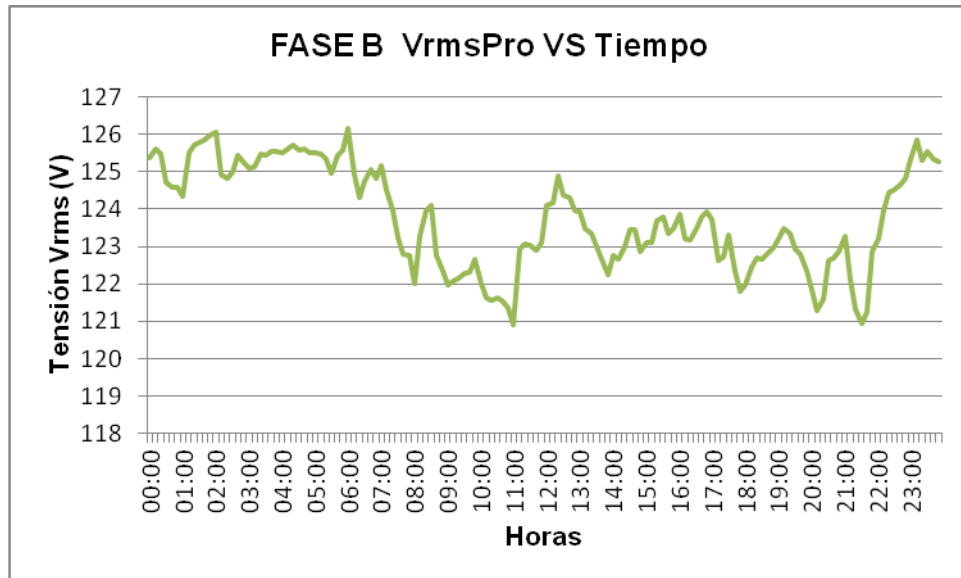
### 5.1.1.3. Diagramas de tensión promedio.

**FIGURA 40.** Tensión promedio para la fase A, transformador de 150 kVA.



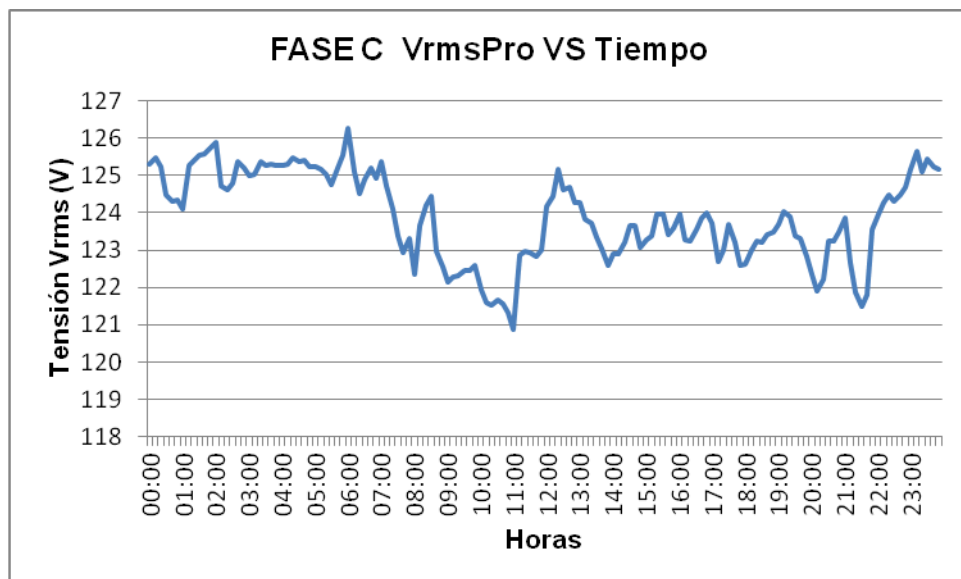
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 41.** Tensión promedio para la fase B, transformador de 150 kVA.



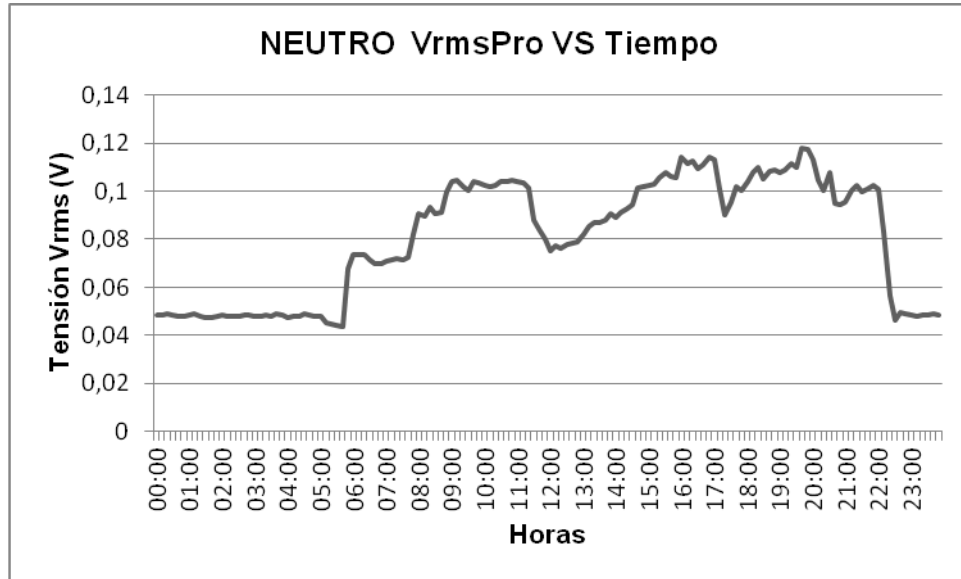
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 42.** Tensión promedio para la fase C, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 43.** Tensión promedio en el Neutro, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 30.** Resumen de tensiones promedio, transformador de 150 kVA.

<b>Resumen tensiones promedio Vrms</b>		
<b>FASE</b>	<b>Vmin (V)</b>	<b>Vmax (V)</b>
A	121,92	127,27
B	120,9	126,16
C	120,89	126,28
NEUTRO	0,0441	0,11782

**Fuente:** los Autores.

Con los datos y graficas obtenidas, presentadas anteriormente se puede apreciar el comportamiento de los niveles de tensión durante el día de mayor demanda, siendo esto muy importante para garantizar la confiabilidad de la instalación eléctrica, en este caso la tensión debería tender a ser estable y muy cercana a la

nominal para cumplir con lo estipulado por la norma ESSA[4] en su sección 2.1.3 (la tensión máxima no debe excederse de un 5% y no debe reducirse menos de un 10% de la tensión nominal) y evitar daños a los equipos que hacen parte de la instalación eléctrica.

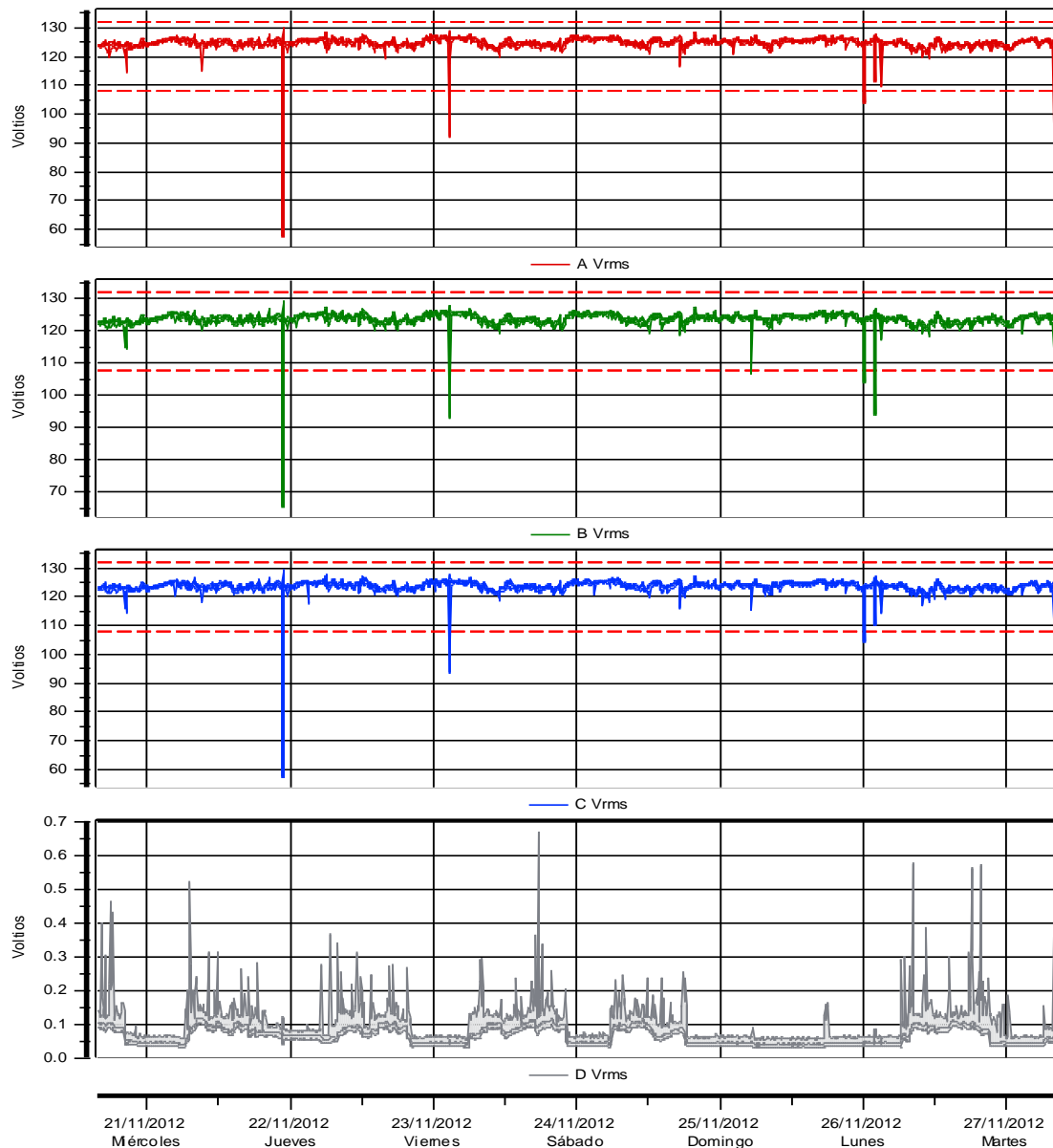
Se logra apreciar una variación en el nivel de tensión entre 92,05 y 128,63 V, no obstante el valor mínimo se presenta a las 2:40 AM, debido a un hueco de tensión generado por una falla trifásica simétrica en la red de media tensión, la biblioteca tiene un consumo de energía prácticamente nulo a esa hora, por lo cual no se puede atribuir a la carga dicha perturbación.

Teniendo en cuenta los valores promedio que oscilan entre 120,89 y 127,27 V, el valor se encuentra dentro de los valores permitidos de 133,35 V (+5%  $V_n$ ), por lo tanto el tap del transformador se encuentra una posición adecuada para las condiciones actuales.

#### 5.1.1.4. Diagramas de tensión del periodo de muestreo.

A continuación se muestran los diagramas de tensión de cada una de las fases registradas durante todo el periodo de medida (7 días):

**FIGURA 44.** Diagramas de tensión durante el periodo de medición, transformador de 150 kVA.



Fuente: los Autores.

## RESUMEN MIN/MAX/PRO

Sitio: PowerVisa Site

Medido desde 20/11/2012 15:50:00,0 Hasta 27/11/2012 08:35:00,0

### TENSIÓN

	<b>Canal A</b>	<b>Canal B</b>
Min Voltios	57,43 en 21/11/2012 22:50:00	65,47 en 21/11/2012 22:50:00
Máx Voltios	130,11 en 21/11/2012 22:50:00	129,00 en 21/11/2012 22:50:00
Mediana Voltios	124,93	123,91
Promedio Voltios	124,90	123,85

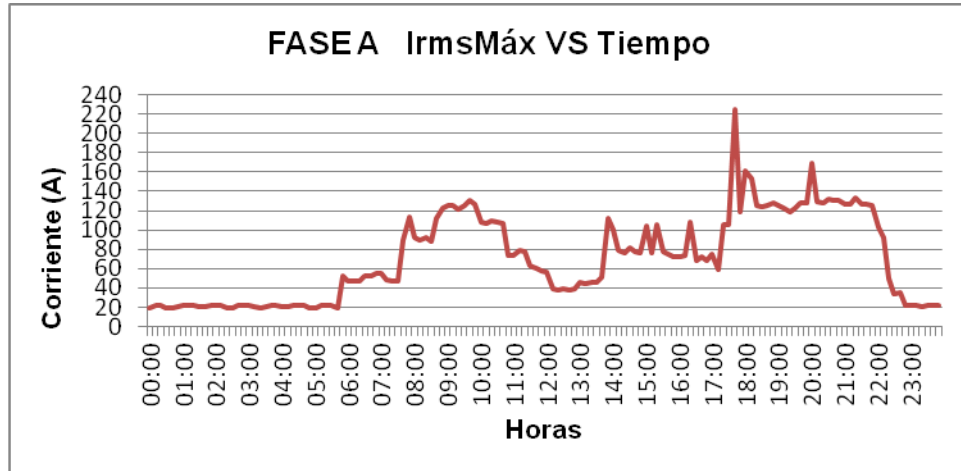
	<b>Canal C</b>	<b>Canal D</b>
Min Voltios	57,26 en 21/11/2012 22:50:00	0,033 en 25/11/2012 15:00:00
Máx Voltios	129,15 en 21/11/2012 22:50:00	0,668 en 23/11/2012 17:30:00
Mediana Voltios	123,95	0,068
Promedio Voltios	123,92	0,070

Los valores máximos y mínimos señalados en esta tabla hacen referencia a los valores extremos (pudiendo ser valores de condición estable o transitoria) que se registraron en cada fase, fecha y hora en las que ocurrió el evento, los valores oscilan entre 57,26 y 130,11 V, estas fluctuaciones de tensión en la red de alimentación, regularmente se presentan en horas de la mañana cuando entra en funcionamiento la biblioteca y en horas de la noche al terminar la jornada, esto debido a los diferentes equipos instalados como; computadores, aires acondicionados, luminarias fluorescentes, etc.. Sin embargo, se puede apreciar que la tensión promedio se mantiene entre los valores de 123,85 y 124,9 voltios.

De acuerdo a la norma de la ESSA[4] en su sección 2.1.3 que a su vez se basa en lo dispuesto por la norma técnica colombiana NTC 1340, se admite un rango en la variación de la tensión nominal entre -10% y +5% es decir entre 114,3 y 133,35 V. Teniendo en cuenta estas consideraciones por lo tanto el tap del transformador se encuentra una posición adecuada para las condiciones actuales.

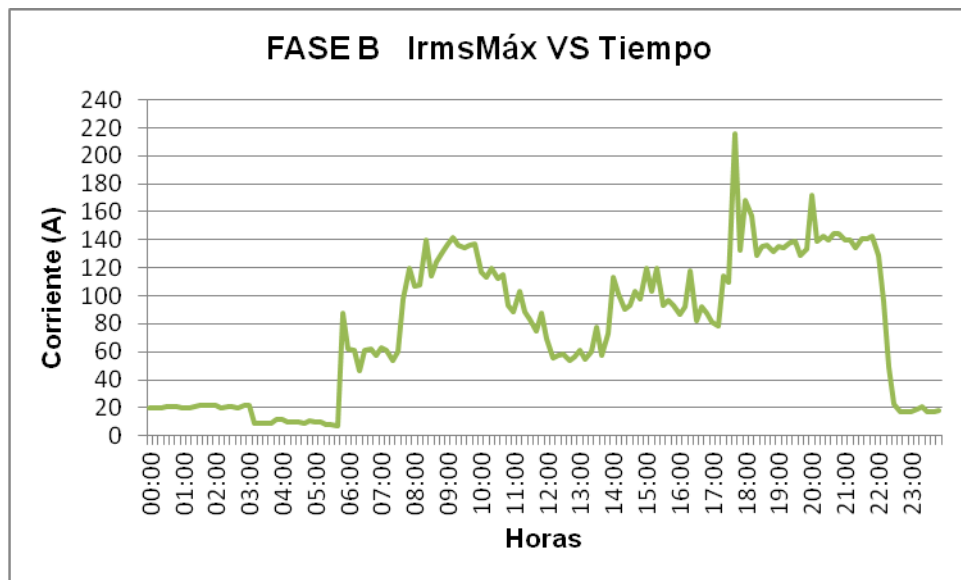
### 5.1.1.5. Diagramas de corriente máxima

**FIGURA 45.** Corriente máxima en la fase A, transformador de 150 kVA.



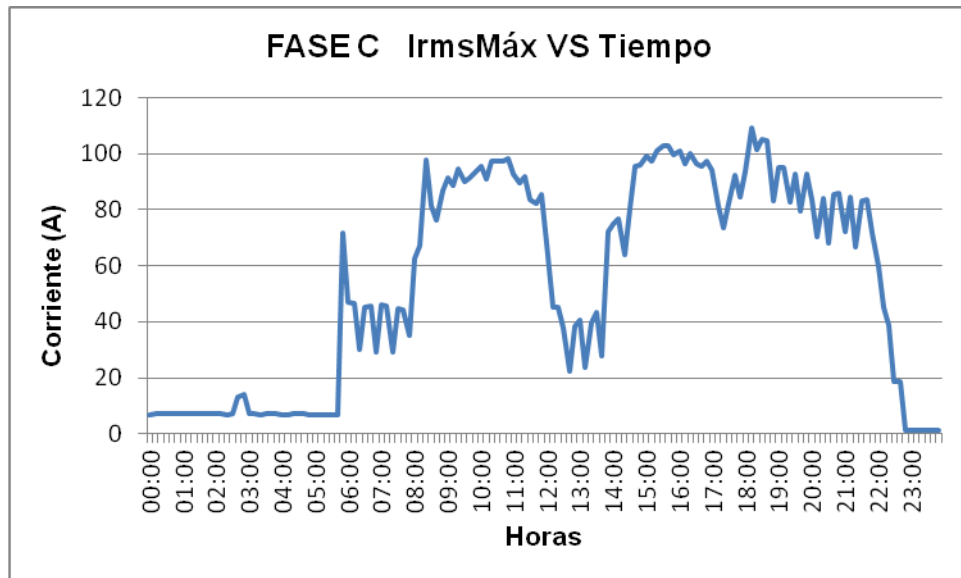
Fuente: los Autores.

**FIGURA 46.** Corriente máxima en la fase B, transformador de 150 kVA.



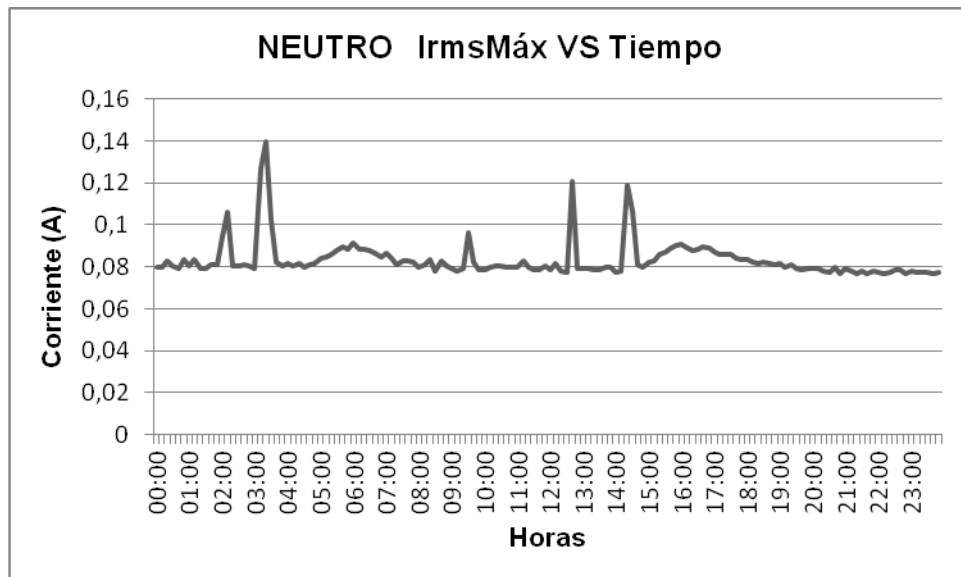
Fuente: los Autores.

**FIGURA 47.** Corriente máxima en la fase C, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 48.** Corriente máxima en el Neutro, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

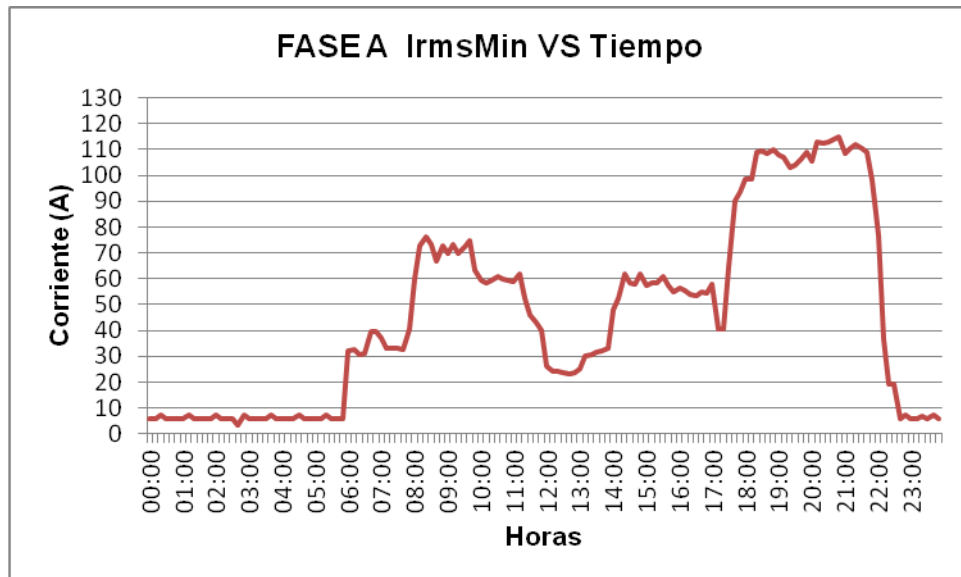
**TABLA 31.** Resumen de corriente máxima, transformador de 150 kVA.

Resumen corriente máxima Irms		
FASE	Imin (A)	Imax (A)
A	19,736	224,5
B	6,929	216,03
C	1,3518	109,22
NEUTRO	0,07806	0,13976

**Fuente:** los Autores.

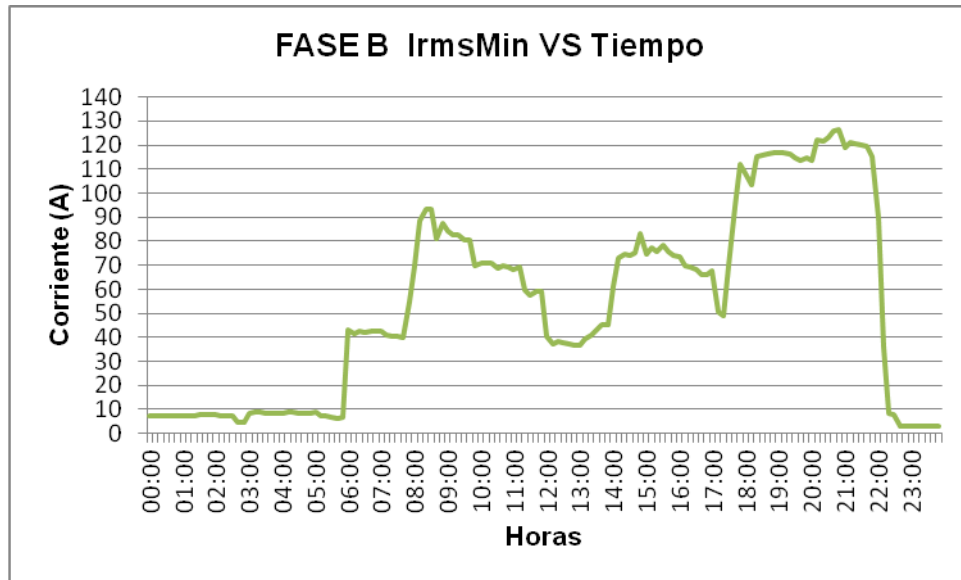
#### 5.1.1.6. Diagramas de corriente mínima

**FIGURA 49.** Corriente mínima en la fase A, transformador de 150 kVA.



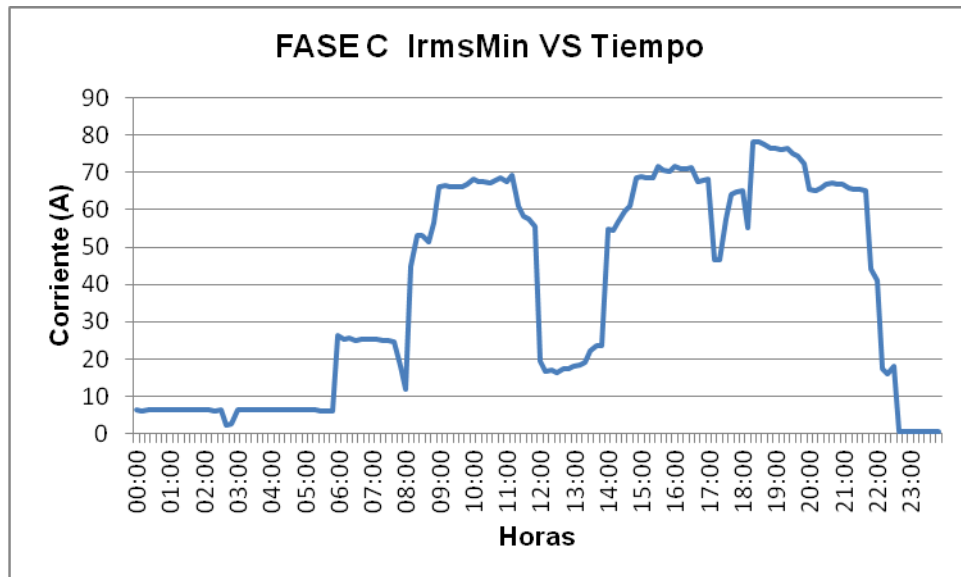
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 50.** Corriente mínima en la fase B, transformador de 150 kVA.



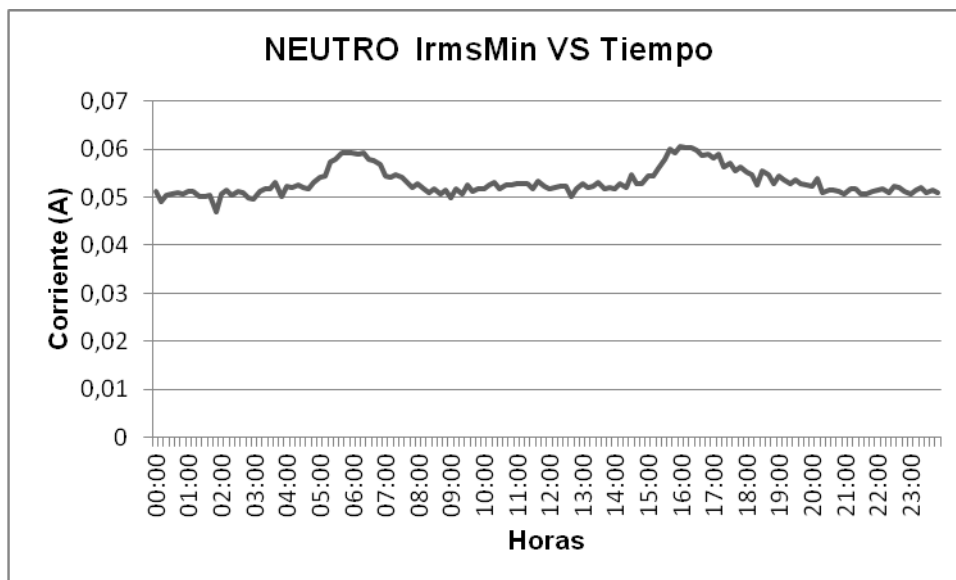
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 51.** Corriente mínima en la fase C, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 52.** Corriente mínima en el Neutro, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

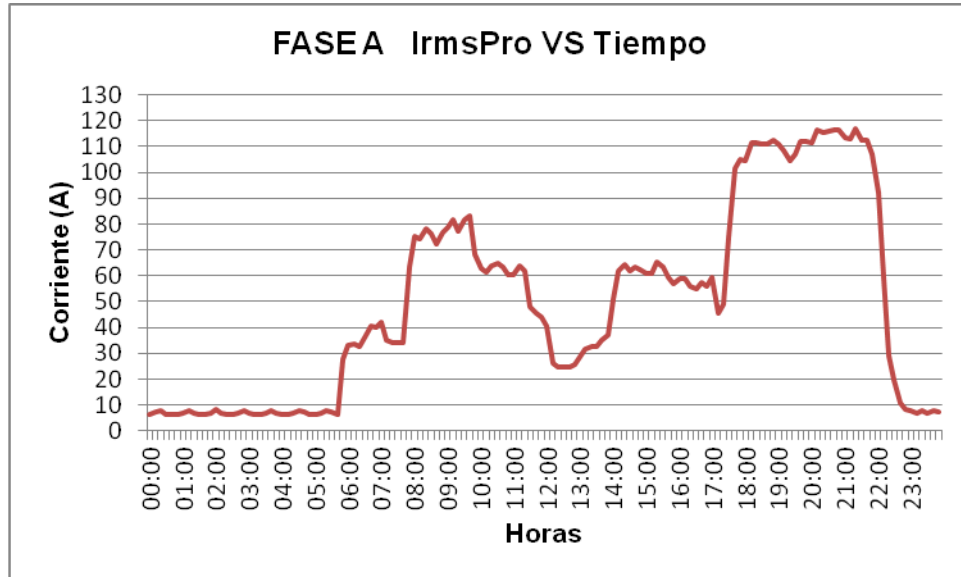
**TABLA 32.** Resumen de corriente mínima, transformador de 150 kVA.

<b>Resumen corriente mínima Irms</b>		
<b>FASE</b>	<b>Imin (A)</b>	<b>Imax (A)</b>
A	3,0908	115,14
B	3,0224	126,26
C	0,5406	78,35
NEUTRO	0,04706	0,06053

**Fuente:** los Autores.

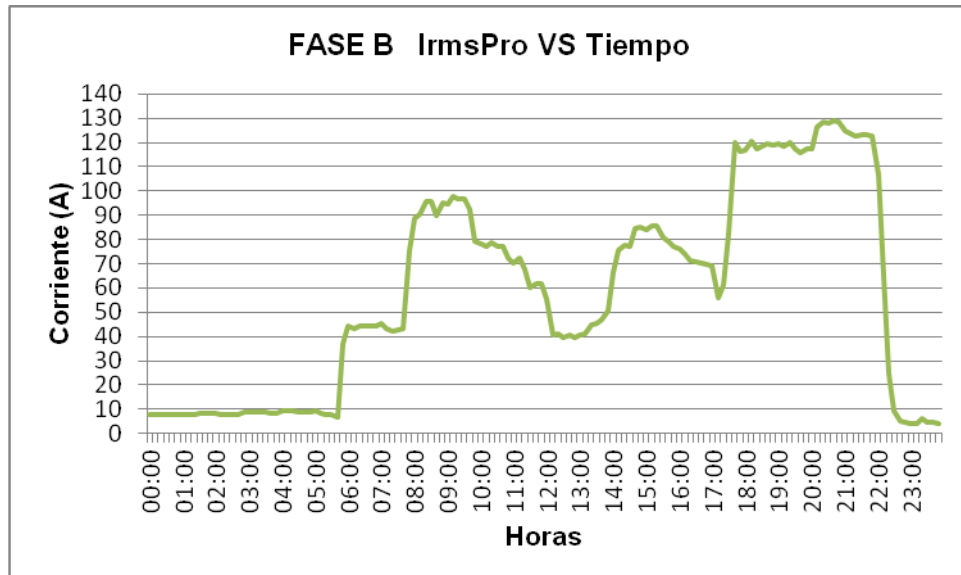
### 5.1.1.7. Diagramas de corriente promedio

**FIGURA 53.** Corriente promedio en la fase A, transformador de 150 kVA.



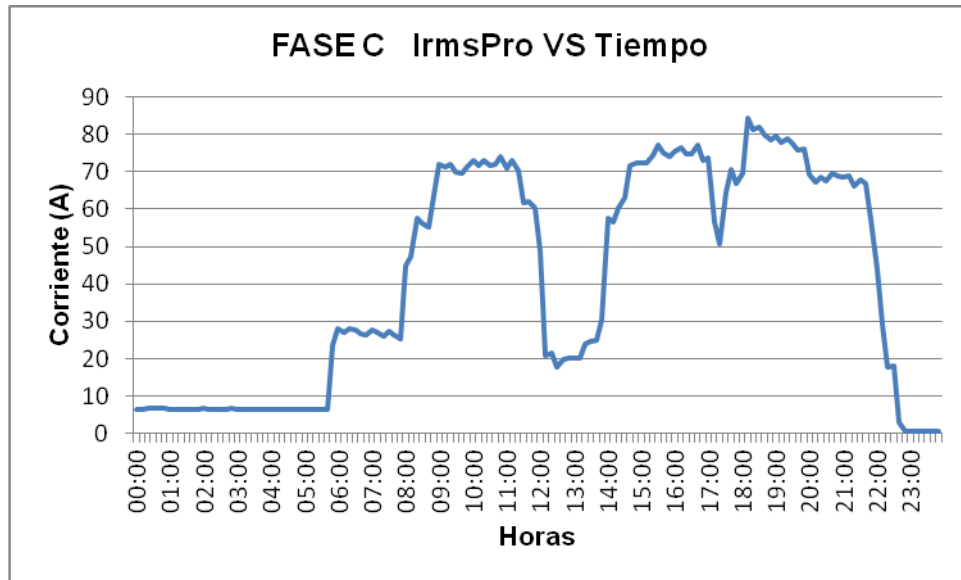
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 54.** Corriente promedio en la fase B, transformador de 150 kVA.



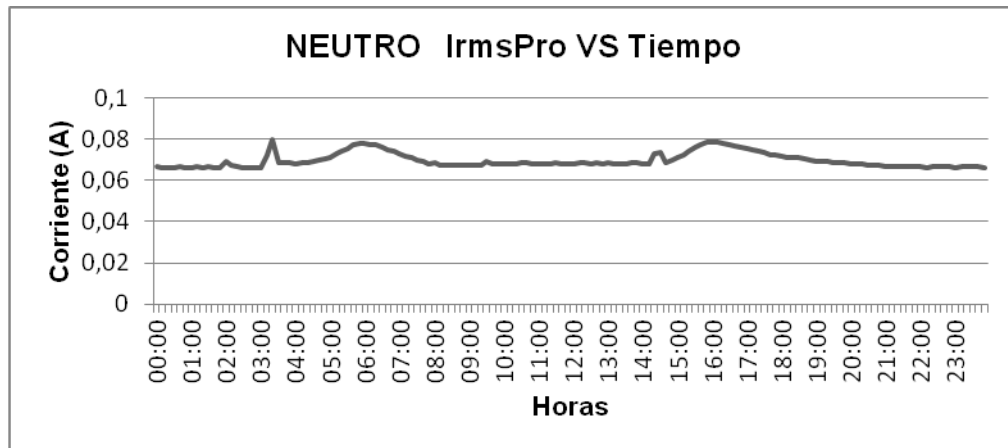
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 55.** Corriente promedio en la fase C, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 56.** Corriente promedio en el Neutro, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 33.** Resumen de corriente promedio, transformador de 150 kVA.

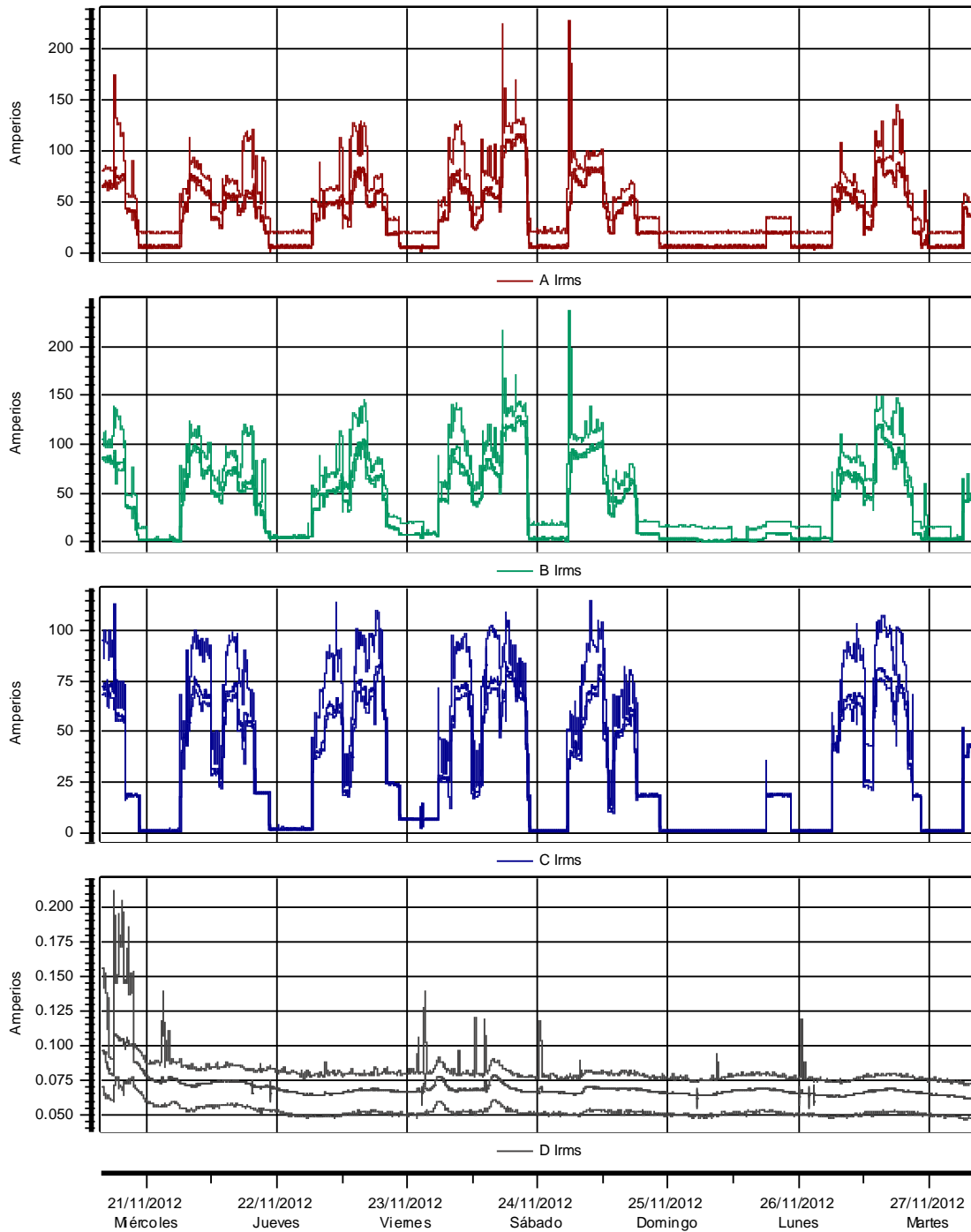
<b>Resumen corriente promedio Irms</b>		
<b>FASE</b>	<b>Imin (A)</b>	<b>Imax (A)</b>
A	6,147	116,95
B	4,329	128,98
C	0,6922	84,34
NEUTRO	0,0664	0,07976

**Fuente:** los Autores.

#### **5.1.1.8. Diagramas de corriente del periodo de muestreo.**

A continuación se muestran los diagramas de corriente de cada una de las fases registrados durante todo el periodo de medida (7 días):

**FIGURA 57.** Diagramas de corriente durante el periodo de medición, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

## INTENSIDAD

	<b>Canal A</b>		<b>Canal B</b>
Min Amperios	2,40	en 21/11/2012 22:50:00	0,82 en 21/11/2012 05:10:00
Máx Amperios	228,00	en 24/11/2012 05:50:00	236,64 en 24/11/2012 05:50:00
Mediana Amperios	24,88		29,46
Promedio Amperios	34,92		38,15
	<b>Canal C</b>		<b>Canal D</b>
Min Amperios	0,50	en 26/11/2012 00:10:00	0,045 en 27/11/2012 08:20:00
Máx Amperios	114,74	en 24/11/2012 09:50:00	0,212 en 20/11/2012 18:00:00
Mediana Amperios	19,33		0,068
Promedio Amperios	30,29		0,069

El comportamiento de las señales de corriente es el esperado, en el cual se evidencian los periodos en que se presenta un mayor consumo, que es en horas de la tarde y noche debido a que la biblioteca presta sus servicios de sala general hasta las 7:30 PM y además por ser viernes se hace el préstamo del auditorio para eventos y se utilizan los salones de especialización hasta altas horas de la noche. Generalmente es el día en que más se ocupa la biblioteca por lo tanto hay mayor demanda de energía.

En los valores obtenidos de las graficas de máxima corriente se puede apreciar que durante los periodos de máxima carga se presentan niveles de corriente que alcanzan hasta los 224,5 A para la fase A, 263,63 A para la fase B y 109 A para la fase C, lo cual nos indica que hay un desbalance de carga en las fases.

Teniendo en cuenta que el calibre de la acometida es 3/0 AWG THW Cu, cuya capacidad de corriente es de 200 A, se puede observar que el conductor no soporta la corriente máxima en las fases A y B, sin embargo también se puede apreciar que dichas corrientes son de muy corta duración, esto debido a la naturaleza de la carga instalada en la biblioteca (aires acondicionados, luminarias fluorescentes, equipos de computo, etc.) y al arranque o puesta en marcha de

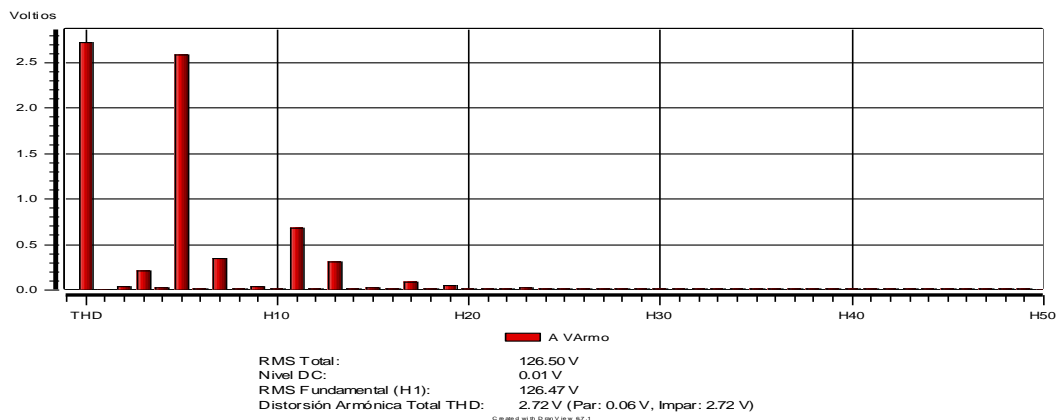
algunos aires acondicionados. Al realizar el análisis de las graficas de corriente promedio en las que el valor más alto es de 128,98 A, Se puede determinar que el conductor si soporta dicha carga, aunque se sigue presentando un desbalance en la carga de aproximadamente un 35%.

La protección es de 3x360 A, de esa manera si la demanda de la biblioteca aumentara en un 25%, es decir que la corriente máxima alcanzaría los 161,225 A, quedaría aun por debajo de la corriente nominal del interruptor termomagnético que es de 3x360 A. Por estas razones se puede concluir que tanto los conductores de la acometida como la protección soportan la corriente demandada por la instalación y no hay necesidad de reemplazarla.

#### 5.1.1.9. Nivel de armónicos en tensión.

- FASE A :

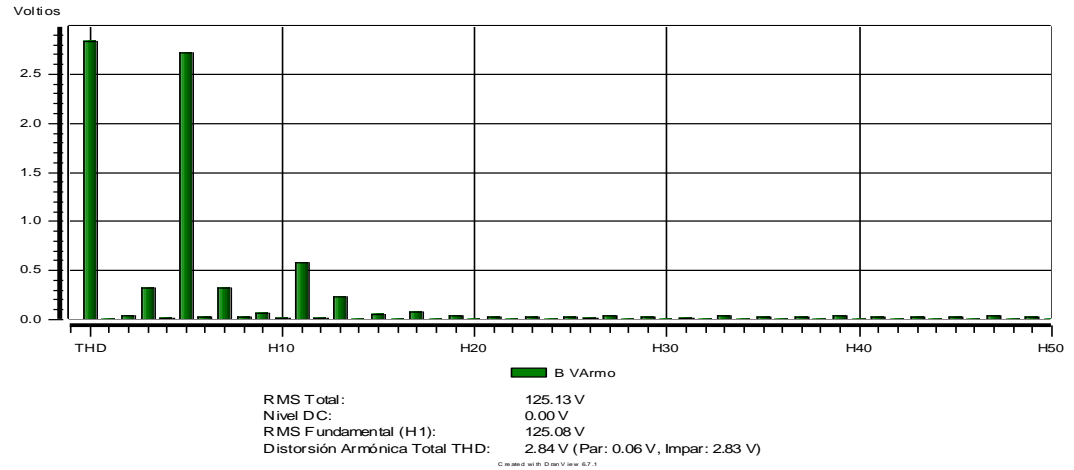
**FIGURA 58.** Diagrama de armónicos en tensión fase A, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

• **FASE B:**

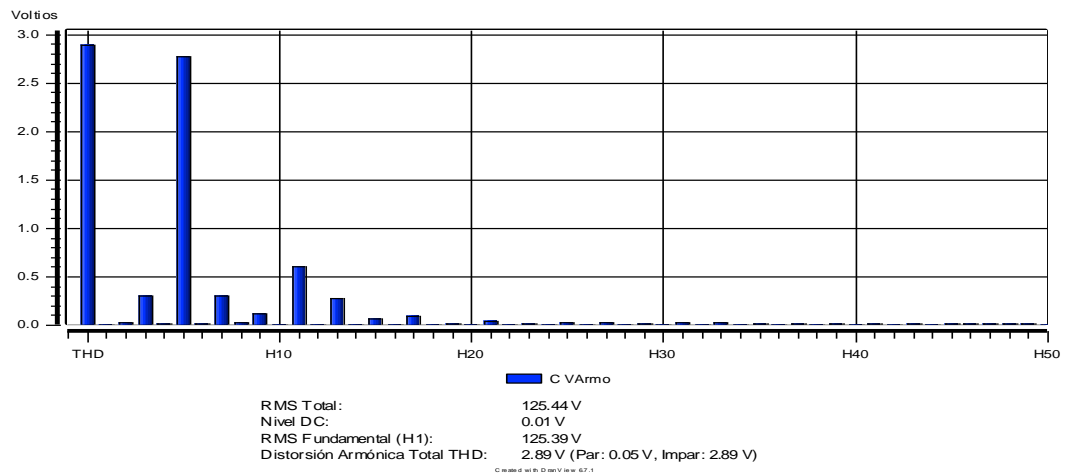
**FIGURA 59.** Diagrama de armónicos en tensión fase B, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

• **FASE C:**

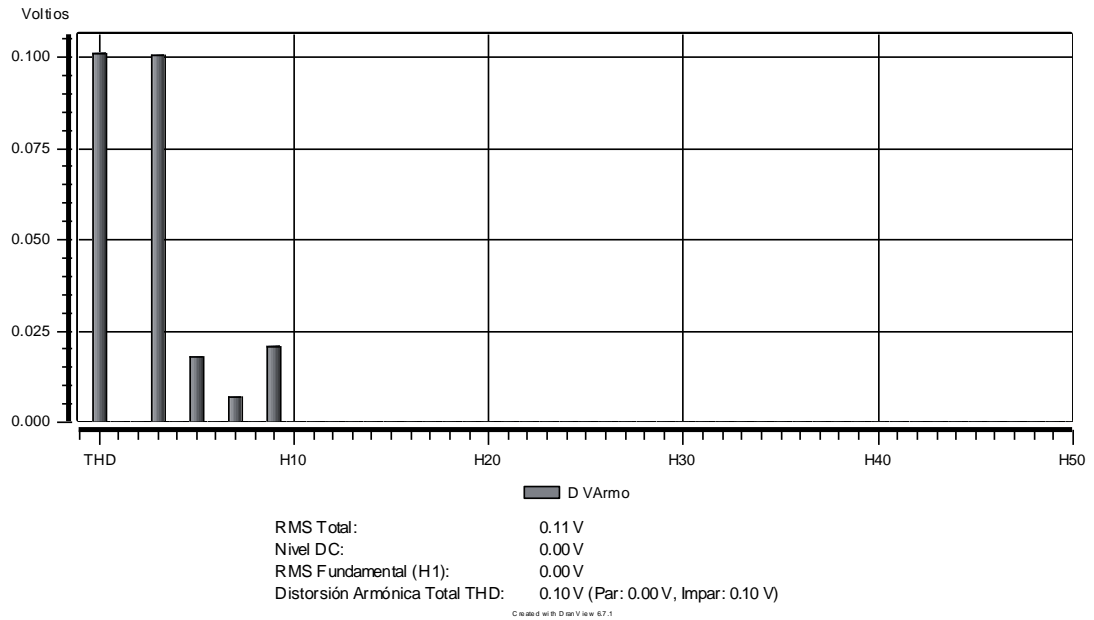
**FIGURA 60.** Diagrama de armónicos en tensión fase C, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

• **NEUTRO:**

**FIGURA 61.** Diagrama de armónicos en tensión NEUTRO, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 34.** Resumen del Nivel de armónicos en tensión, transformador de 150 kVA.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
RMS total (V)	126,5	125,13	125,44
Nivel DC	0,01	0,00	0,01
RMS fundamental (V)	126,47	125,08	125,39
Distorsión armónica total – THD (V)	2,72	2,84	2,89
<b>THD TENSION (%)</b>	<b>2,15%</b>	<b>2,27%</b>	<b>2,3%</b>

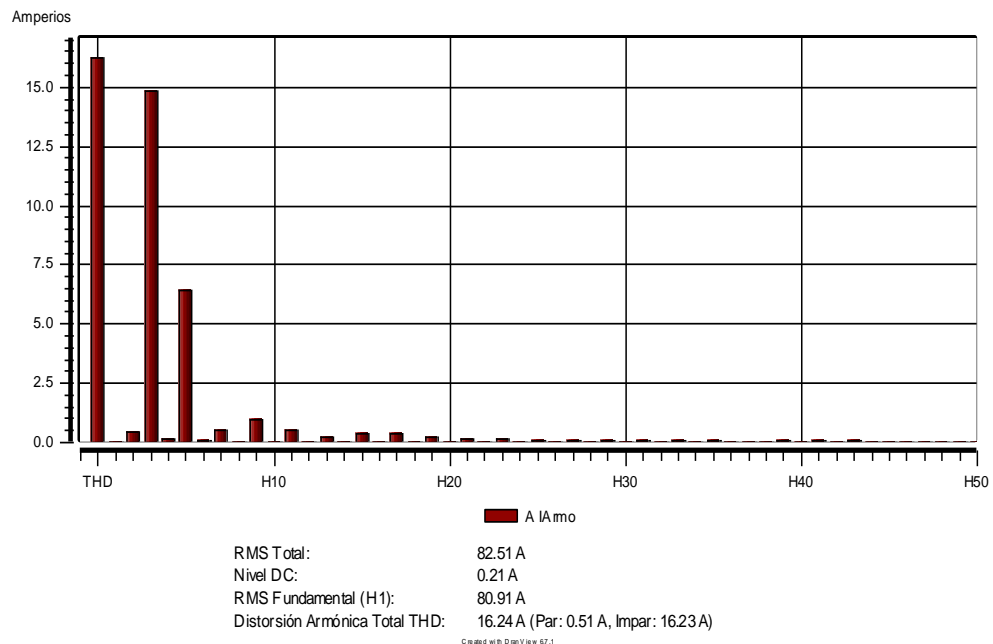
**Fuente:** los Autores.

Según la norma IEEE 1159 del 2009, los niveles de armónicos deben estar entre el 0% y el 5% del valor real RMS para mediciones de tensión. Por lo cual se puede ver que los niveles de armónicos en tensión están dentro del rango permisible, de esta manera la instalación eléctrica actual cumple con con estos parámetros y no se necesita hacer modificación alguna en cuanto a este aspecto.

### 5.1.1.10. Nivel de armónicos en corriente.

- **FASE A:**

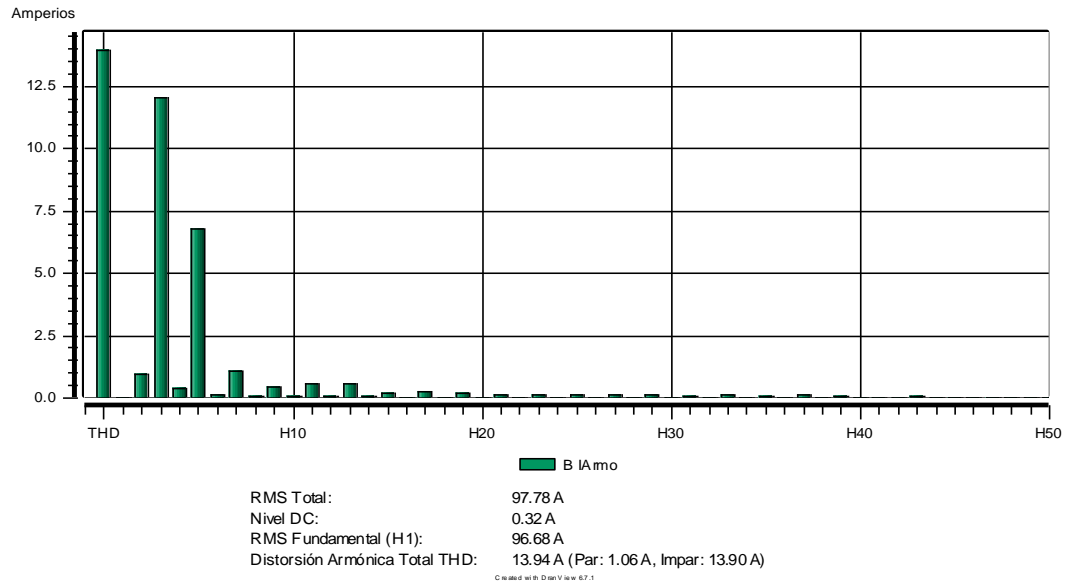
**FIGURA 62.** Diagrama de armónicos en corriente fase A, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

- **FASE B:**

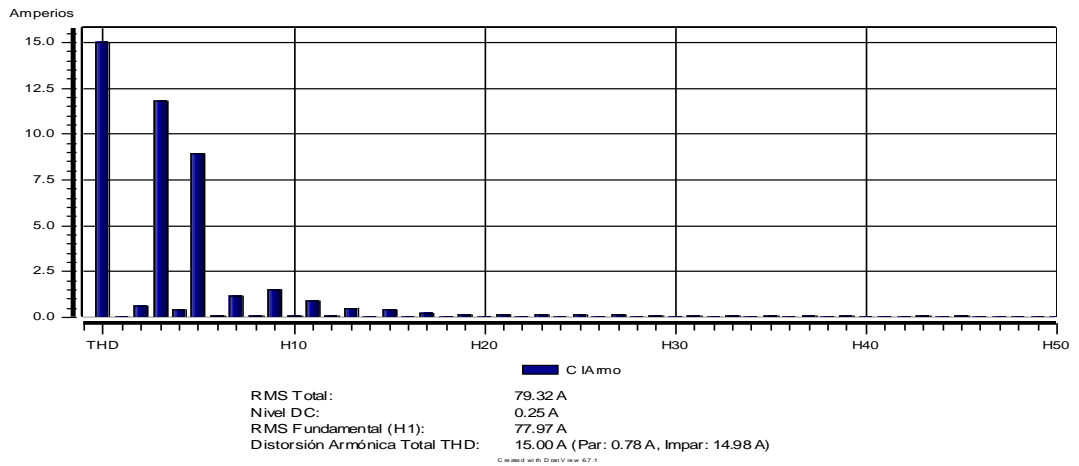
**FIGURA 63.** Diagrama de armónicos en corriente fase B, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

- **FASE C:**

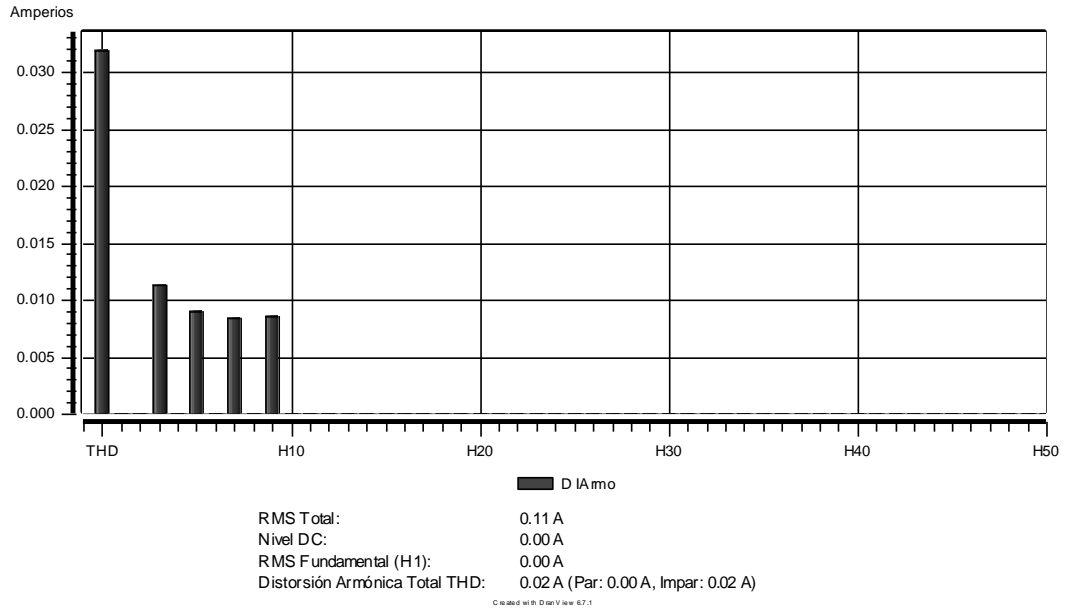
**FIGURA 64.** Diagrama de armónicos en corriente fase C, transformador de 150 kVA.



**Fuente:** los Autores.

- **NEUTRO:**

**FIGURA 65. Diagrama de armónicos en corriente fase C, transformador de 150 kVA.**



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 35. Resumen del Nivel de armónicos en corriente, transformador de 150 kVA.**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
RMS total (A)	82,51	97,78	79,32
Nivel de DC	0,21	0,32	0,25
RMS fundamental (A)	80,91	96,68	77,97
Distorsión armónica total – THD (A)	16,24	13,94	15
<b>THD CORRIENTE (%)</b>	<b>19,68%</b>	<b>14,26%</b>	<b>18,91%</b>

**Fuente:** los Autores.

Segun la norma IEEE 1159 de 2009, los niveles de armónicos deben estar entre 0% y el 20% del valor real RMS en mediciones de corriente. En este caso tambien se cumple con los requisitos normativos respecto a niveles de armónicos de corriente, aunque los valores porcentuales estan cercanos al limite del 20 %, esto puede ser por el desbalance de cargas y por el tipo de cargas como aires acondicionados, equipos de computó, lamparas fluorescentes y otros.

#### 5.1.1.11. Informe de potencia min/max/pro.

Sitio: PowerVisa Site

Medido desde 20/11/2012 15:50:00,0 Hasta 27/11/2012 08:35:00,0

#### POTENCIA ACTIVA P(W)

	A	B	C	D	TOTAL
Min kW	0,241	0,091	-0,265	-0,000	0,56 en 25/11/2012 08:30:00
Máx kW	15,722	14,578	10,962	0,000	38,49 en 23/11/2012 18:10:00
Mediana kW	2,068	3,164	2,257	0,000	7,77
Promedio kW	3,626	4,134	3,094	0,000	10,85

#### POTENCIA APARENTE, S(VA)

	A	B	C	D	TOTAL
Min kVA	0,659	0,114	0,071	0,000	0,92 en 25/11/2012 08:30:00
Máx kVA	17,756	17,191	12,026	0,000	43,62 en 23/11/2012 17:40:00
Mediana kVA	3,133	3,626	2,410	0,000	10,20
Promedio kVA	4,347	4,702	3,739	0,000	12,79

#### POTENCIA REACTIVA Q, A LA FREC. FUND.

	A	B	C	D	TOTAL
Min kVAR	-0,004	-0,476	-1,484	-0,000	-1,835 en 25/11/2012 18:10:00
Máx kVAR	6,025	11,618	7,308	0,000	21,102 en 26/11/2012 19:10:00
Mediana kVAR	1,767	1,550	0,381	0,000	2,566
Promedio kVAR	2,034	2,058	1,880	0,000	5,973

**FACTOR DE POTENCIA**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>TOTAL</b>
Min	-0,831	-0,996	-0,993	-0,201	-0,970 en 24/11/2012 05:40:00
Máx	0,995	0,998	0,996	0,204	0,996 en 24/11/2012 05:40:00
Mediana	0,717	0,878	0,793	-0,103	0,837
Promedio	0,718	0,691	0,483	-0,086	0,825

**DEMANDA DE POTENCIA ACTIVA**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>TOTAL</b>
Min kWh/h					0,66 en 25/11/2012 08:30:00
Máx kWh/h					35,62 en 23/11/2012 18:20:00
Mediana kWh/h					7,98
Promedio kWh/h					10,84

**ENERGÍA ACTIVA (WH)**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>TOTAL</b>
kWh	582,7	663,9	496,6	0,000	1743,2 en 27/11/2012 08:30:00

Durante el periodo de medicion, la potencia maxima consumida fue de 43,62 kVA y se obtuvo cuando se presentó la demanda maxima, esto nos indica que el transformador de 150 kVA está trabajando al 29,08% de su capacidad nominal, por lo tanto hay un sobredimensionamiento del mismo, muy posiblemente esto se debe a que la biblioteca estaba proyectada para edificar otros espacios como talleres y salones de integración cultural para la comunidad en gneral, sin embargo, esto no se llevo a cabo, provocando que la subestación quedara sobredimensionada, produciendo pérdidas de potencia y económicas.

La subestación cuenta con un banco de condensadores para este tablero que por el momento no se encuentra en funcionamiento y aunque el nivel de reactivos no es elevado es recomendable realizar los ajustes necesarios(mantenimiento general) para su puesta en marcha y de esta manera poder mejorar el factor de potencia promedio. En cada una de las fases se puede ver que dicho valor es bajo, esto podria ser a causa del deterioro de luminarias fluorescentes y balastos magneticos.

### 5.1.2. TABLERO DE UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO 400 kVA.

Fecha de la medición: 27 de noviembre de 2012 al 03 de diciembre de 2012.

**FIGURA 66.** Fotografía montaje del analizador de redes, transformador de 400 kVA.

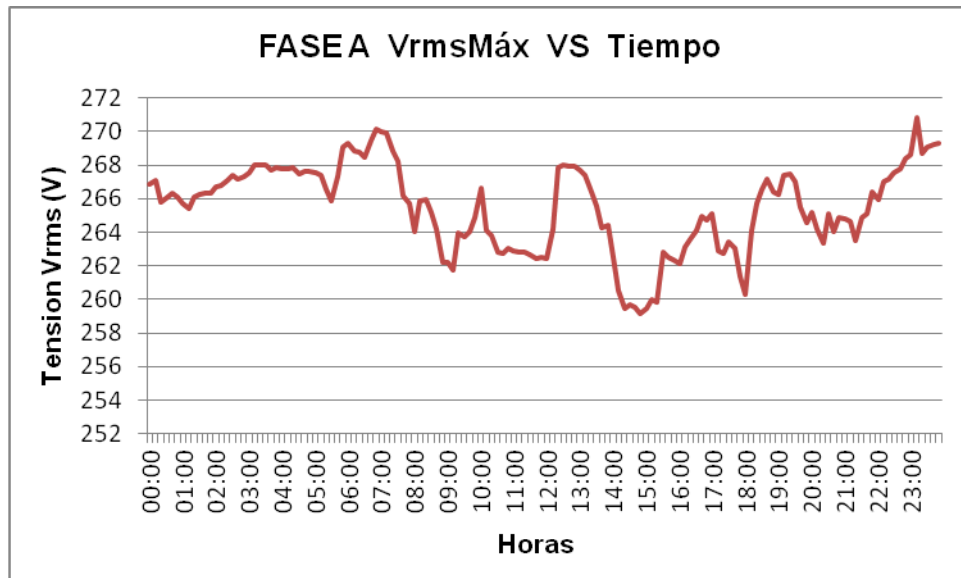


**Fuente:** los Autores.

Al igual que para el análisis del tablero anterior se presentan los datos obtenidos para el día en el que se registró la máxima demanda (30 de noviembre de 2012), y posteriormente se analizará para los 6 días completos de la medición.

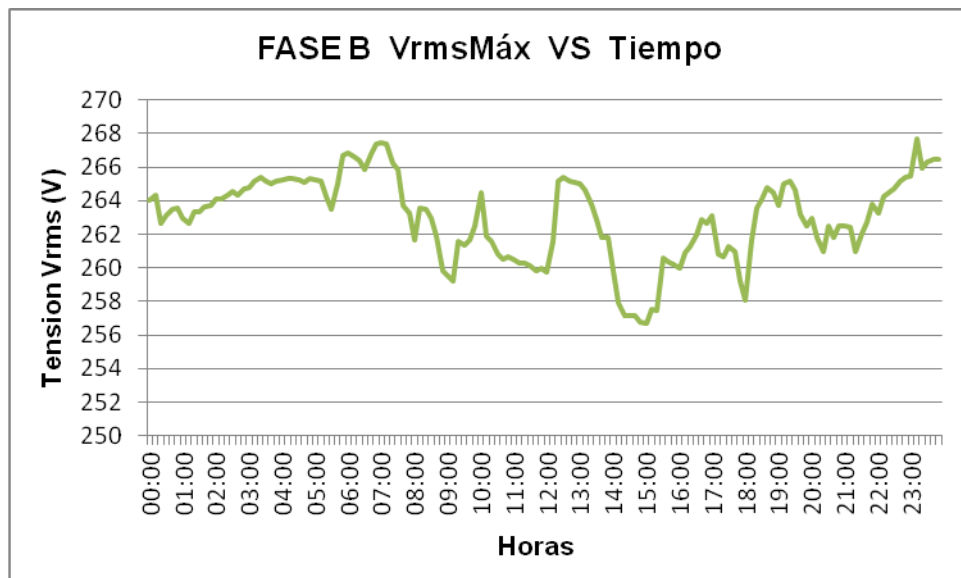
### 5.1.2.1. Diagramas de tensión máxima.

**FIGURA 67.** Tensión máxima para la fase A, transformador de 400 kVA.



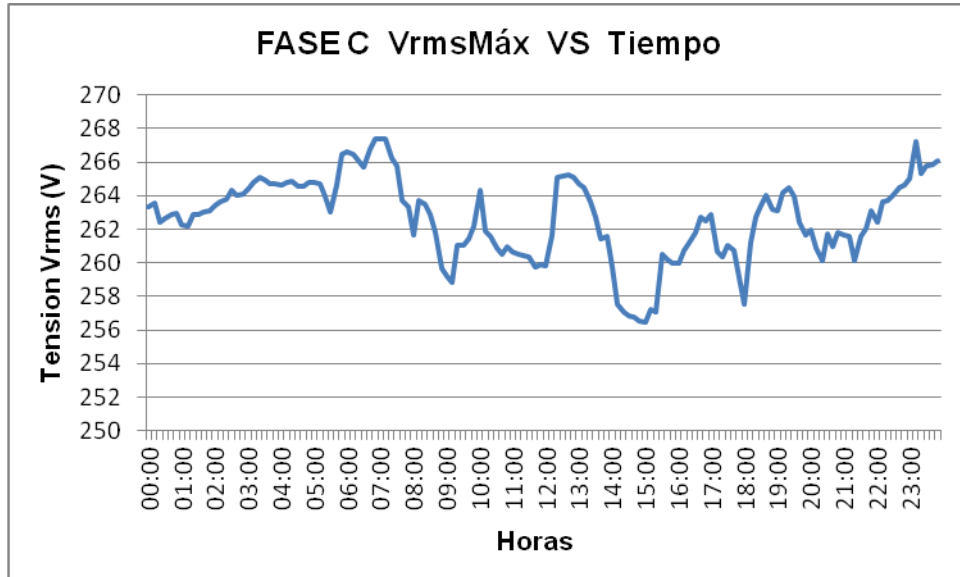
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 68.** Tensión máxima para la fase B, transformador de 400 kVA.



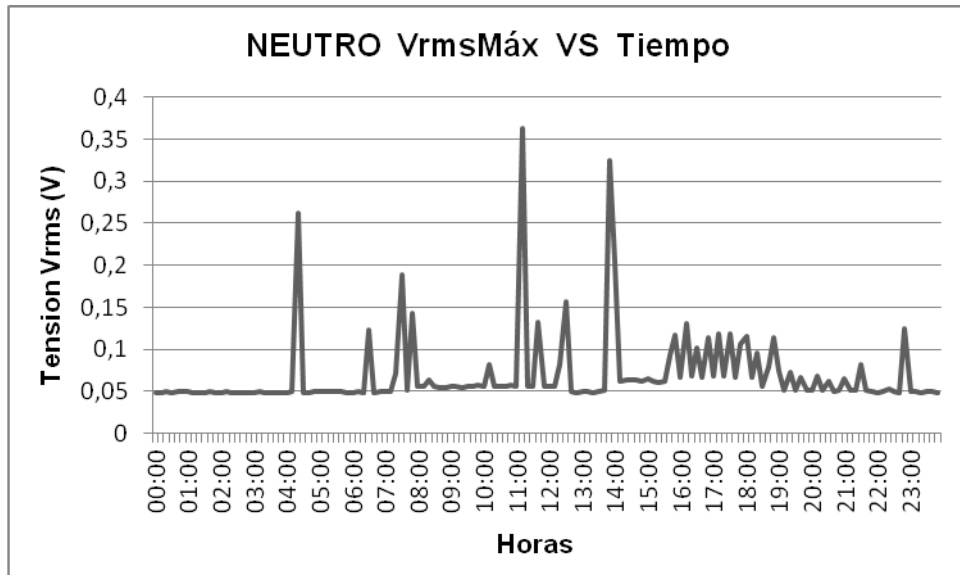
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 69.** Tensión máxima para la fase C, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 70.** Tensión máxima en el Neutro, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

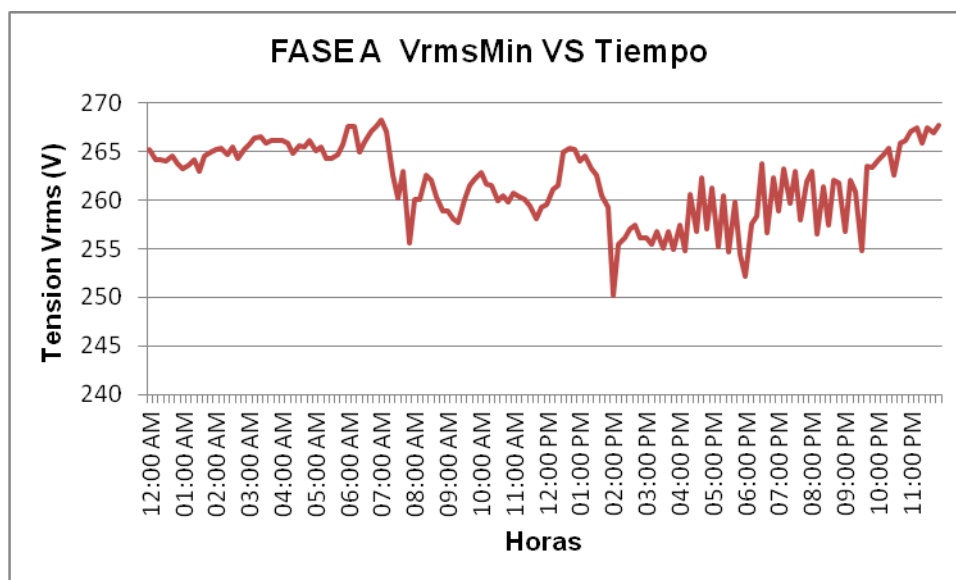
**TABLA 36.** Resumen tensiones máximas, transformador de 400 kVA.

Resumen tensiones máximas Vrms		
FASE	Vmin (V)	Vmax (V)
A	259,15	270,79
B	256,77	367,71
C	256,47	267,41
NEUTRO	0,04986	0,3633

**Fuente:** los Autores.

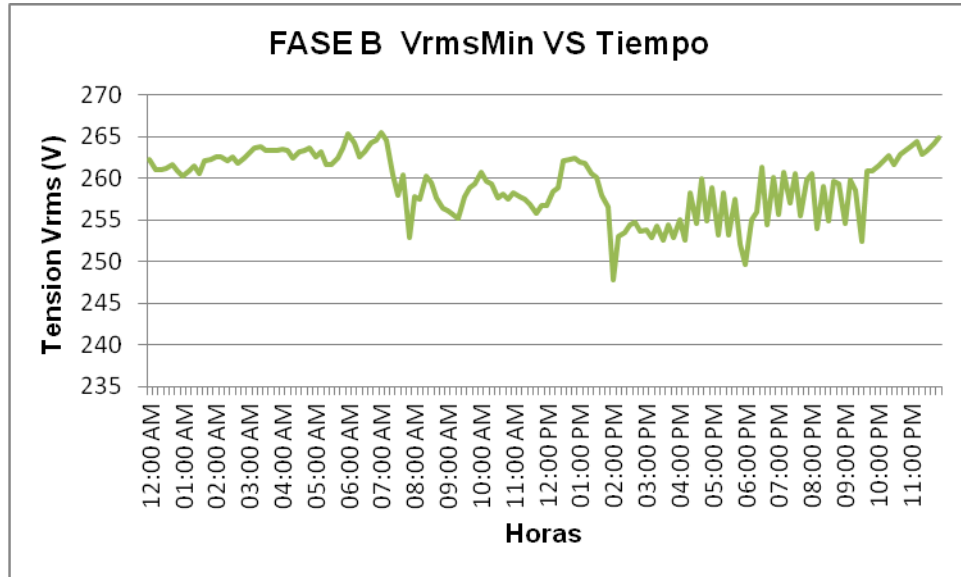
### 5.1.2.2. Diagramas de tensión mínima.

**FIGURA 71.** Tensión mínima para la fase A, transformador de 400 kVA.



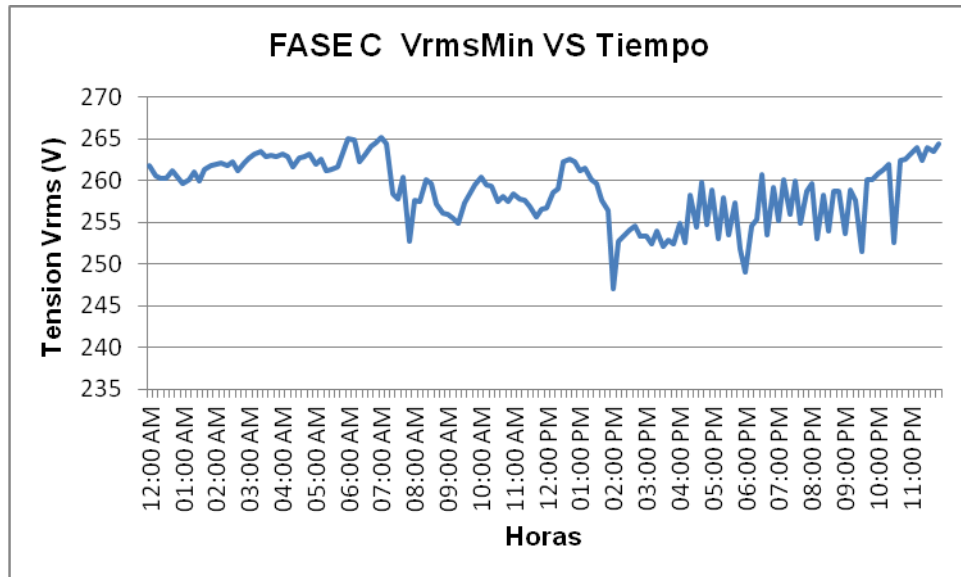
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 72.** Tensión mínima para la fase B, transformador de 400 kVA.



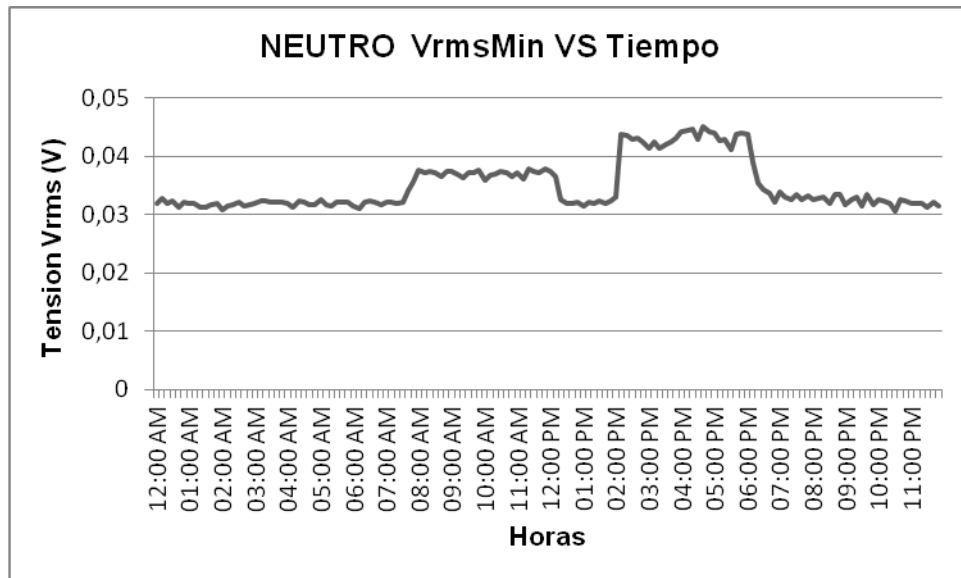
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 73.** Tensión mínima para la fase C, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 74.** Tensión mínima en el Neutro, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

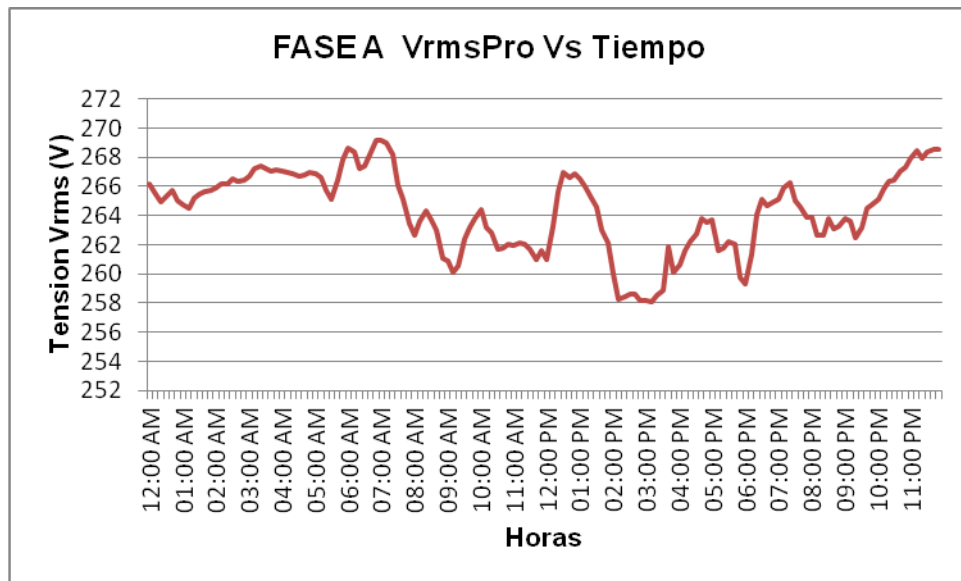
**TABLA 37.** Resumen tensiones mínimas, transformador de 400 kVA.

<b>Resumen tensiones mínimas Vrms</b>		
<b>FASE</b>	<b>Vmin (V)</b>	<b>Vmax (V)</b>
A	250,47	268,18
B	247,8	265,45
C	247	265,25
NEUTRO	0,030543	0,04501

**Fuente:** los Autores.

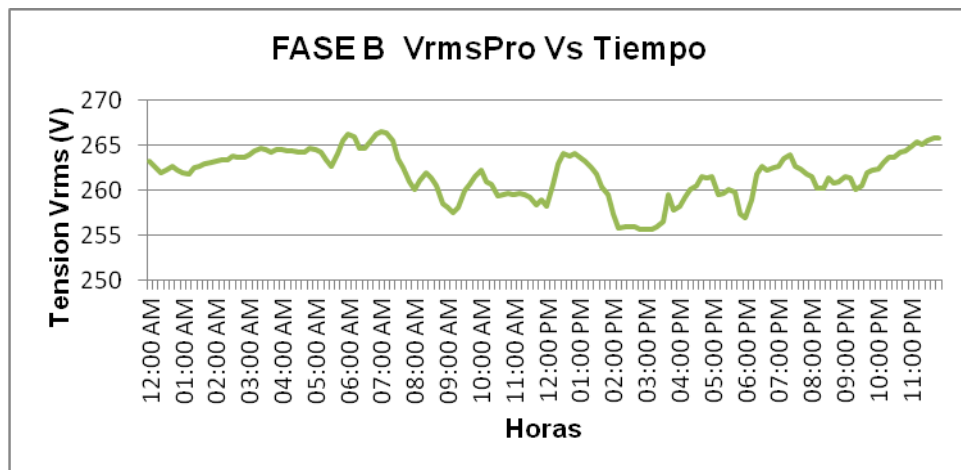
### 5.1.2.3. Diagramas de tensión promedio.

**FIGURA 75.** Tensión promedio para la fase A, transformador de 400 kVA.



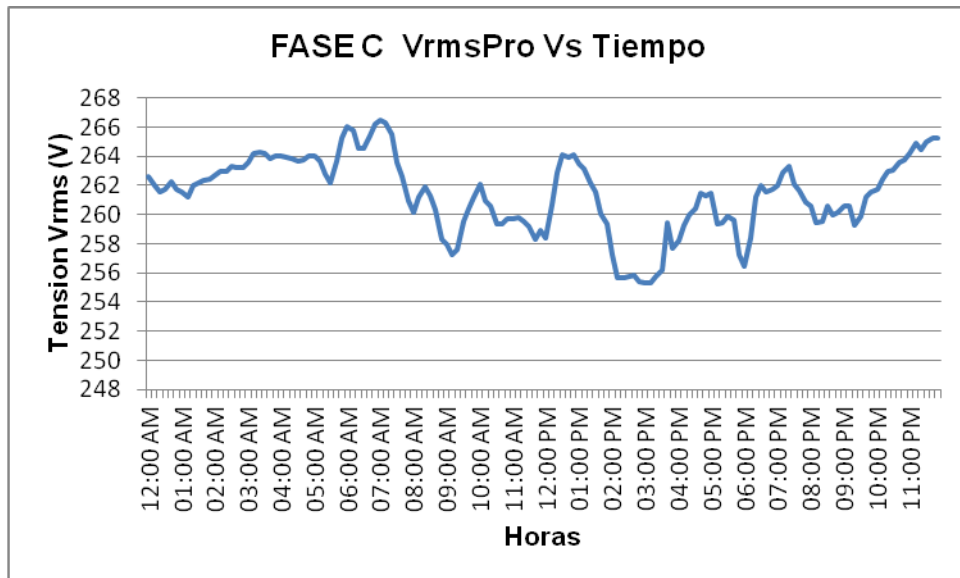
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 76.** Tensión promedio para la fase B, transformador de 400 kVA.



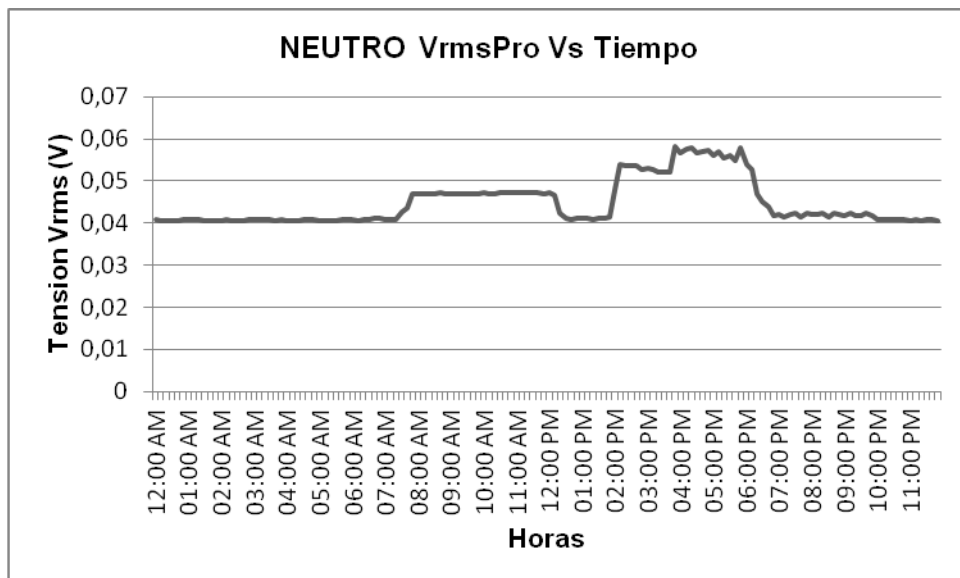
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 77.** Tensión promedio para la fase C, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 78.** Tensión promedio en el Neutro, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 38.** Resumen tensiones promedio, transformador de 400 kVA.

<b>Resumen tensiones promedio Vrms</b>		
<b>FASE</b>	<b>Vmin (V)</b>	<b>Vmax (V)</b>
A	258,1	269,19
B	255,6	266,5
C	255,27	266,44
NEUTRO	0,0406	0,05774

**Fuente:** los Autores.

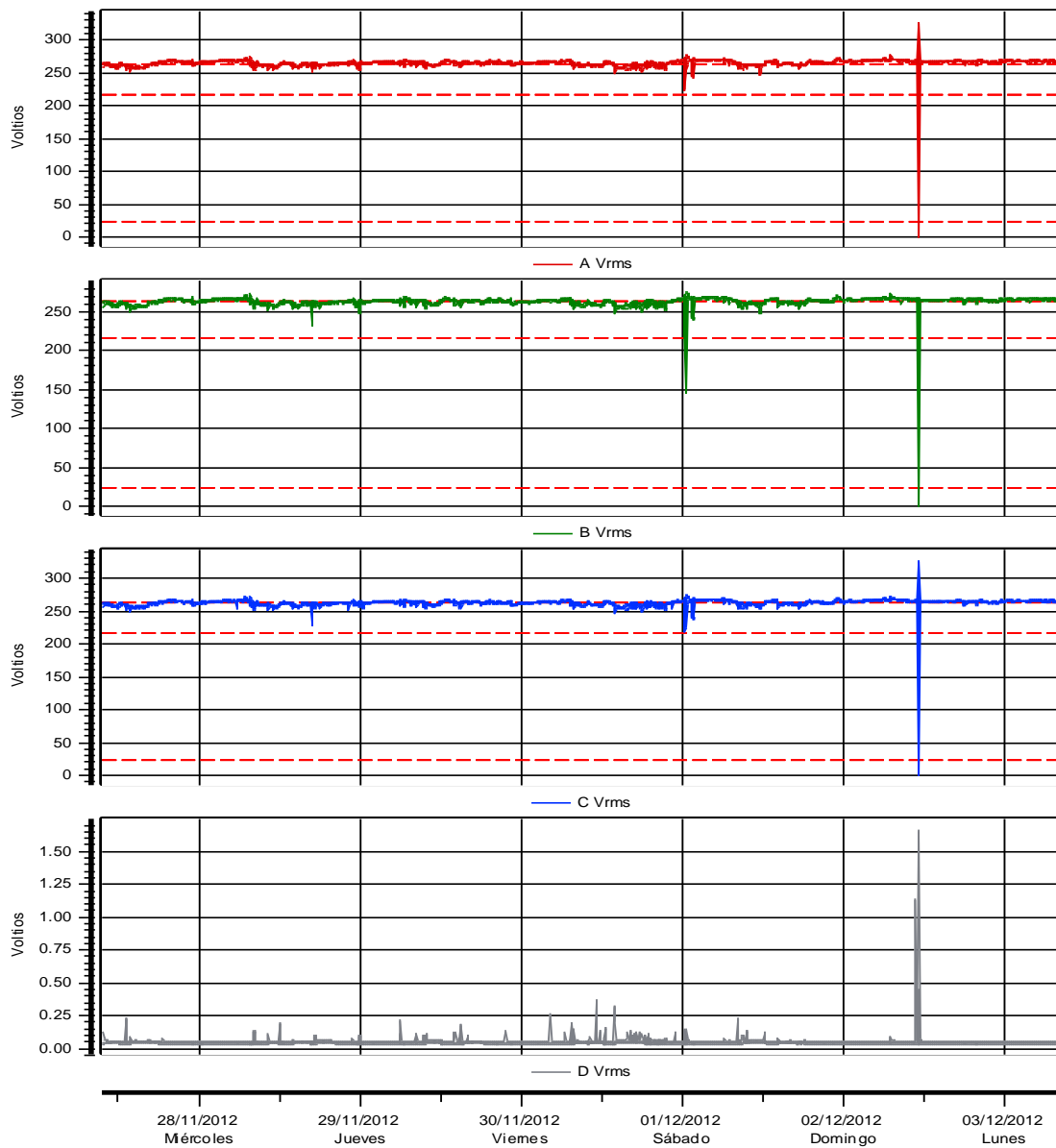
De acuerdo a la norma ESSA[4] en su sección 2.1.3 que define los niveles de tensión nominal, los valores porcentuales de máximos y mínimos (la tensión máxima no debe excederse de un 5% y no debe reducirse menos de un 10% de la tensión nominal), los valores deben estar entre 228,6 [V] y 266,7 [V]. Se puede apreciar que los datos obtenidos durante el día de mayor demanda para este transformador, están dentro del rango de valores anteriormente mencionados, ya que oscilan entre 255,27 [V] y 266,5 [V], por lo tanto son valores permitidos.

Las variaciones en los niveles de tensión son debidas a la naturaleza de la carga, ya que se trata de unidades de aire acondicionado centralizadas de gran tamaño y potencia que al entrar o salir de funcionamiento, el arranque de los motores y unidades condensadoras puede causar esas fluctuaciones alcanzando valores máximos de hasta 270,79 [V] para el día de mayor demanda de este transformador, sin embargo esas variaciones son instantáneas por lo cual no es necesario ajustar el tap del transformador ya que los valores promedio se encuentran dentro del rango de valores permitidos por la normatividad vigente.

#### 5.1.2.4. Diagramas de tensión del periodo de muestreo.

A continuación se muestran los diagramas de tensión de cada una de las fases registradas durante todo el periodo de medida (6 días):

**FIGURA 79.** Diagramas de tensión durante el periodo completo de medición, transformador de 400 kVA.



Fuente: los Autores.

## INFORME RESUMEN MIN/MAX/PRO

Sitio: PowerVisa Site

Medido desde 27/11/2012 09:45:00,0 Hasta 03/12/2012 08:10:00,00

### TENSIÓN

	<b>Canal A</b>	<b>Canal B</b>
Min Voltios	0,0 en 02/12/2012 11:10:00	0,04 en 02/12/2012 11:10:00
Máx Voltios	326,4 en 02/12/2012 11:10:00	275,15 en 01/12/2012 00:30:00
Mediana Voltios	266,5	264,05
Promedio Voltios	265,9	263,51

	<b>Canal C</b>	<b>Canal D</b>
Min Voltios	0,0 en 02/12/2012 11:10:00	0,030 en 02/12/2012 06:10:00
Máx Voltios	325,6 en 02/12/2012 11:10:00	1,660 en 02/12/2012 11:10:00
Mediana Voltios	263,4	0,041
Promedio Voltios	263,0	0,043

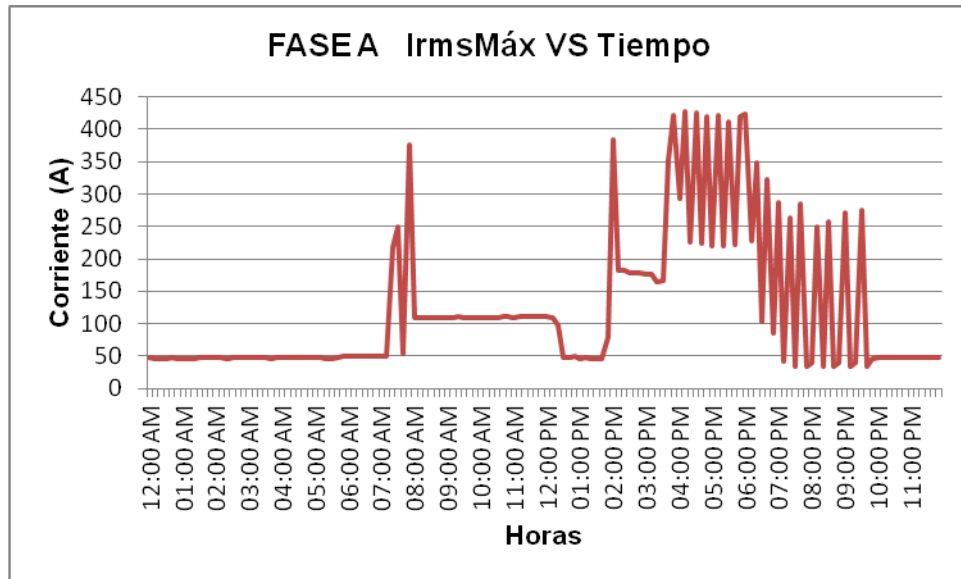
Al igual que para el transformador anterior se obtienen los valores máximos y mínimos, que se muestran en esta tabla y hacen referencia a los valores extremos (pudiendo ser valores de condición estable o transitoria) que se registraron en cada fase, fecha y hora en la que ocurrió el evento.

De acuerdo a la norma de la ESSA[4] en su sección 2.1.3 que a su vez se basa en lo dispuesto por la norma técnica colombiana NTC 1340, se admite un rango en la variación de la tensión nominal entre - 10% y + 5%, es decir entre 228,6 [V] y 266,7 [V].

Teniendo en cuenta estas consideraciones y analizando el periodo completo de la medición, se puede determinar que no es necesaria ninguna acción correctiva en cuanto al nivel de tensión, ya que se observa que los niveles de tensión promedio cumplen con los límites permitidos.

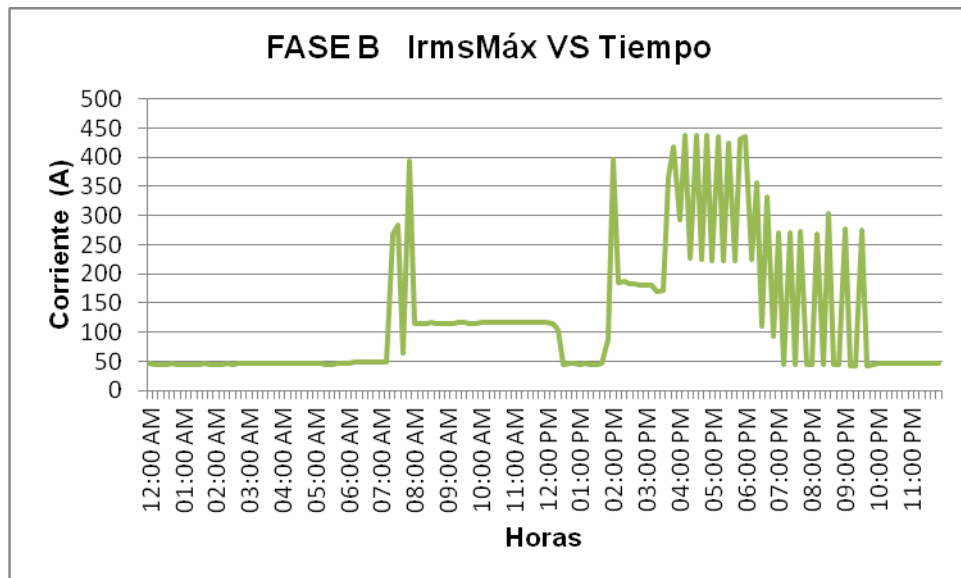
### 5.1.2.5. Diagramas de corriente máxima

**FIGURA 80.** Corriente máxima en la fase A, transformador de 400 kVA.



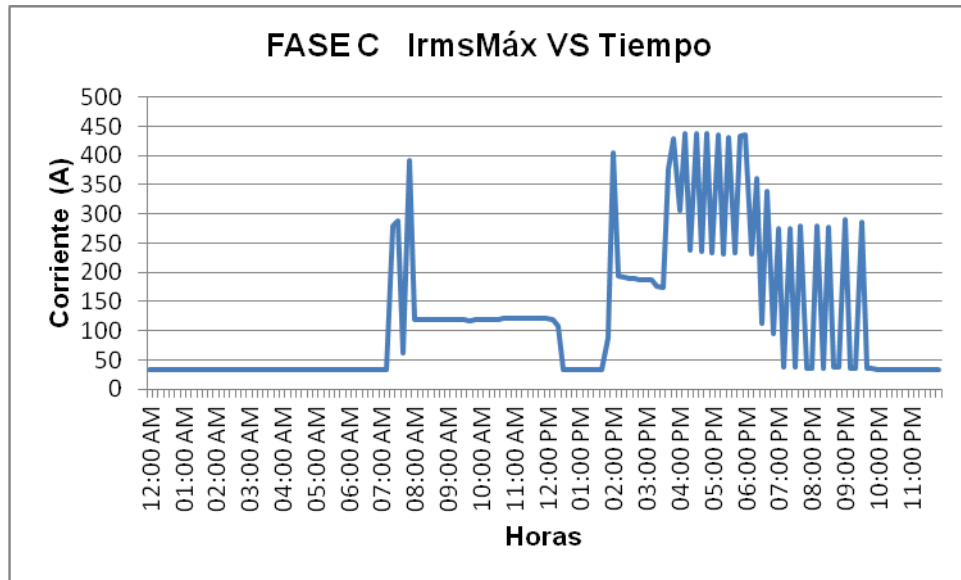
Fuente: los Autores.

**FIGURA 81.** Corriente máxima en la fase B, transformador de 400 kVA.



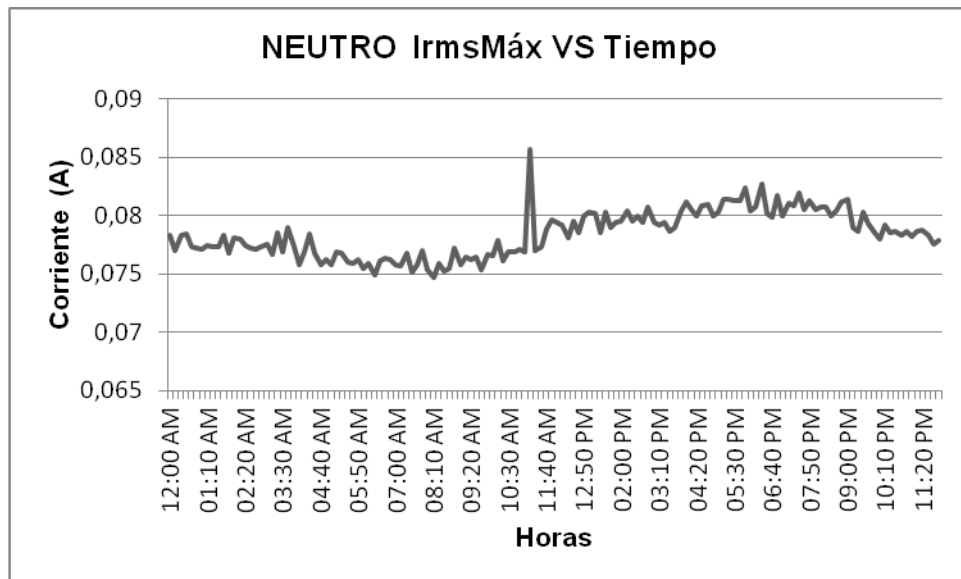
Fuente: los Autores.

**FIGURA 82.** Corriente máxima en la fase C, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 83.** Corriente máxima en el Neutro, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

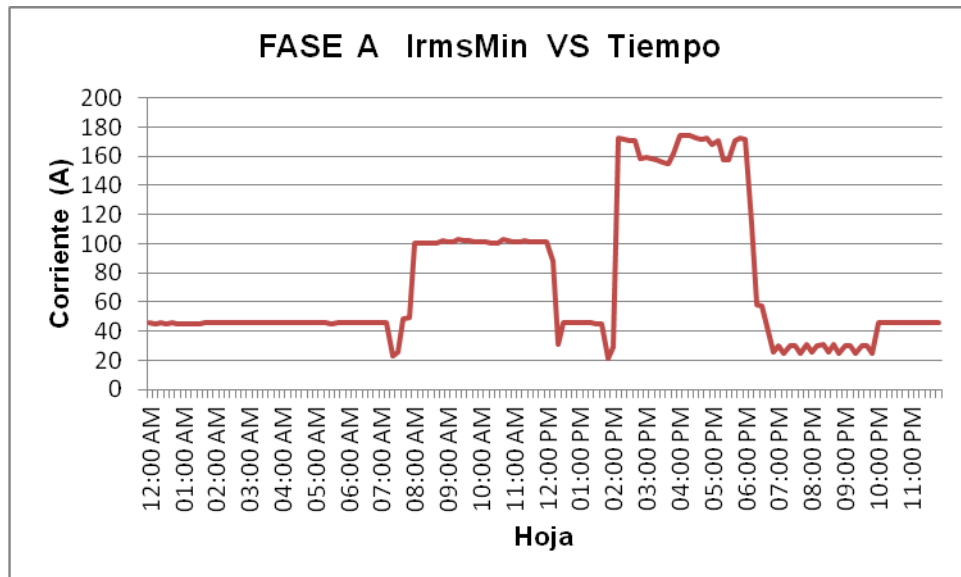
**TABLA 39.** Resumen de corriente máxima, transformador de 400 kVA.

Resumen corriente máxima Irms		
FASE	Imin (A)	Imax (A)
A	33,06	427
B	42,54	437,9
C	32,74	438,7
NEUTRO	0,07467	0,08563

**Fuente:** los Autores.

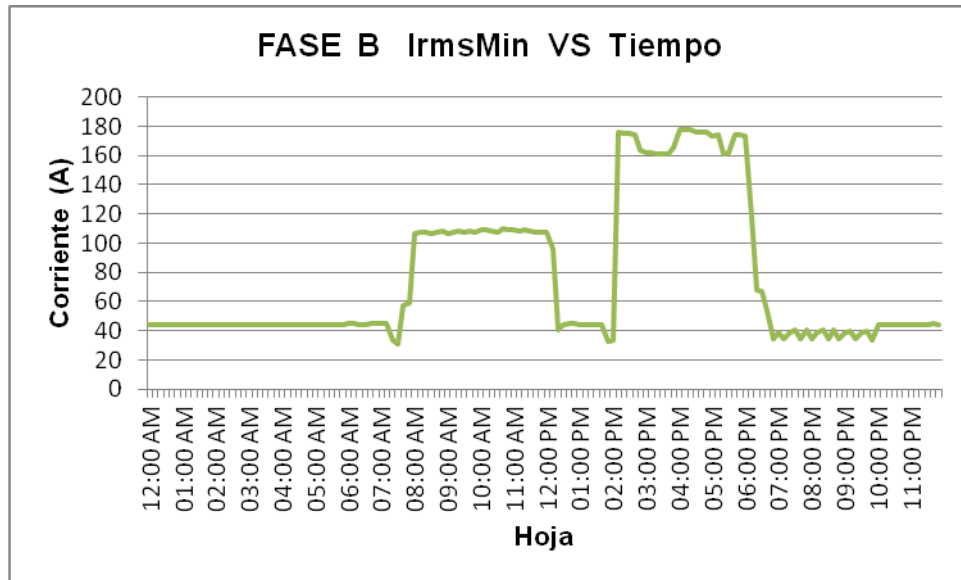
#### 5.1.2.6. Diagramas de corriente mínima

**FIGURA 84.** Corriente mínima en la fase A, transformador de 400 kVA.



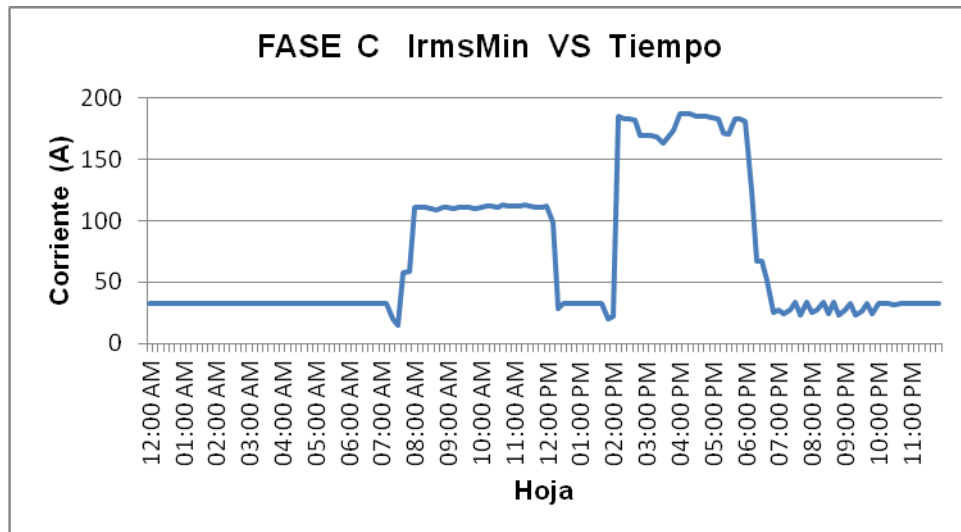
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 85.** Corriente mínima en la fase B, transformador de 400 kVA.



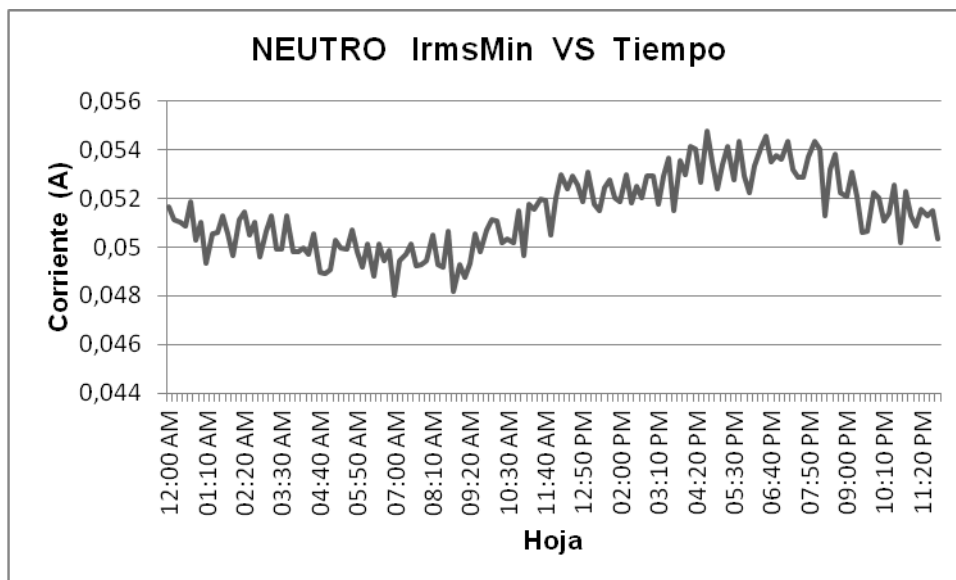
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 86.** Corriente mínima en la fase C, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** Autores.

**FIGURA 87.** Corriente mínima en el Neutro, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

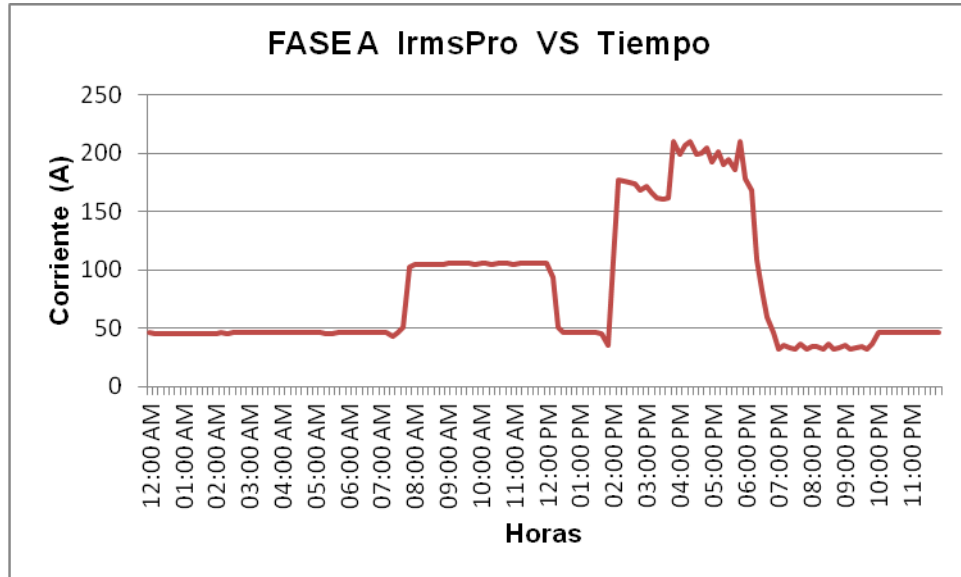
**TABLA 40.** Resumen de corriente mínima, transformador de 400 kVA.

<b>Resumen corriente mínima Irms</b>		
<b>FASE</b>	<b>Imin (A)</b>	<b>Imax (A)</b>
A	20,993	174,44
B	30,953	177,47
C	15,269	186,8
NEUTRO	0,04803	0,05475

**Fuente:** los Autores.

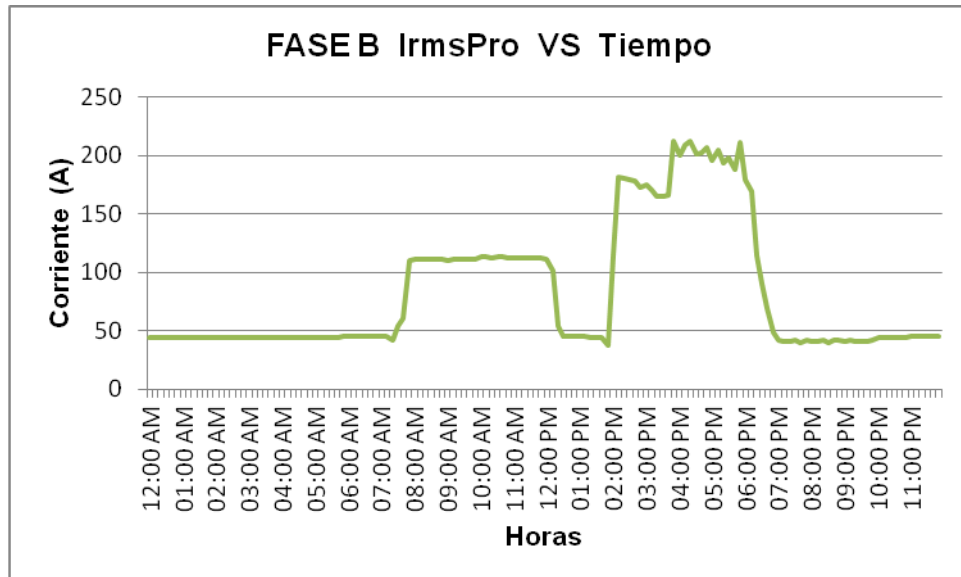
### 5.1.2.7. Diagramas de corriente promedio

**FIGURA 88.** Corriente promedio en la fase A, transformador de 400 kVA.



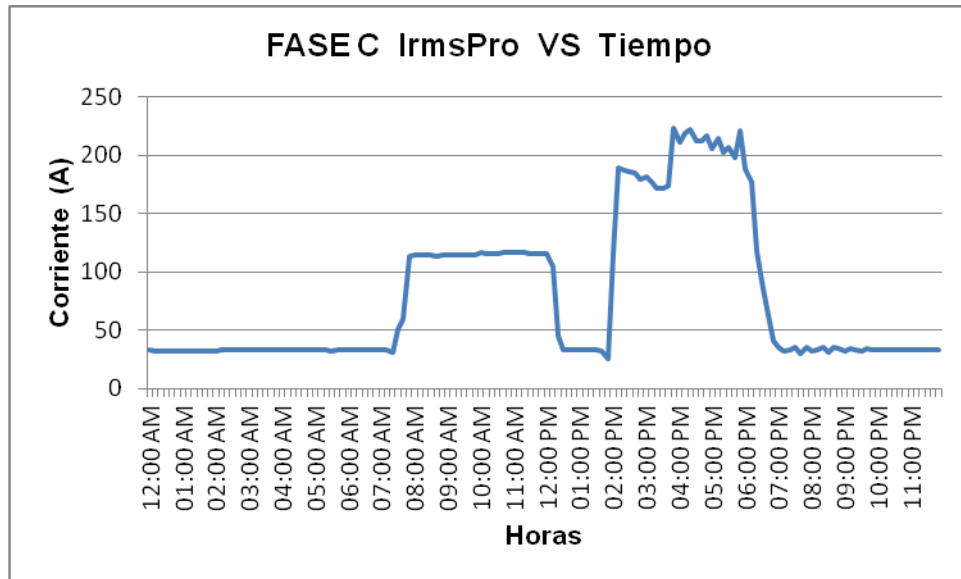
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 89.** Corriente promedio en la fase B, transformador de 400 kVA.



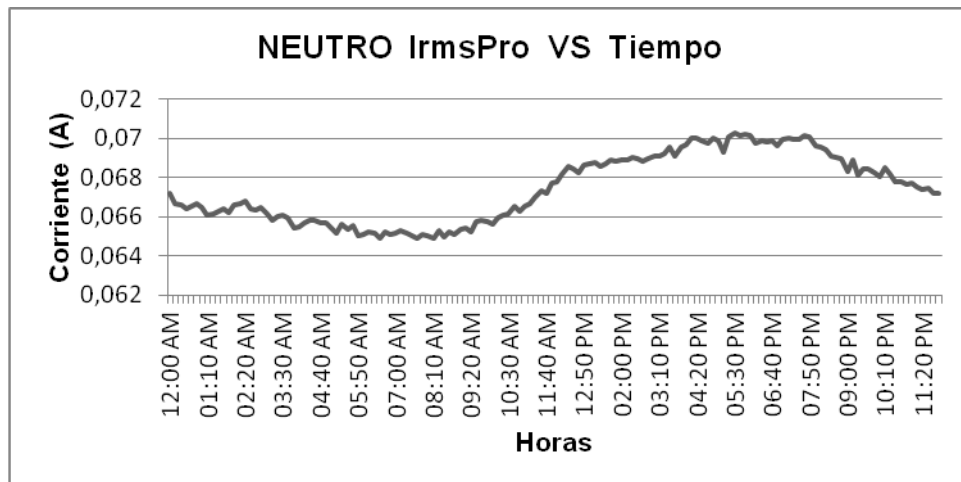
**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 90.** Corriente promedio en la fase C, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 91.** Corriente promedio en el Neutro, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 41.** Resumen de corriente promedio, transformador de 400 kVA.

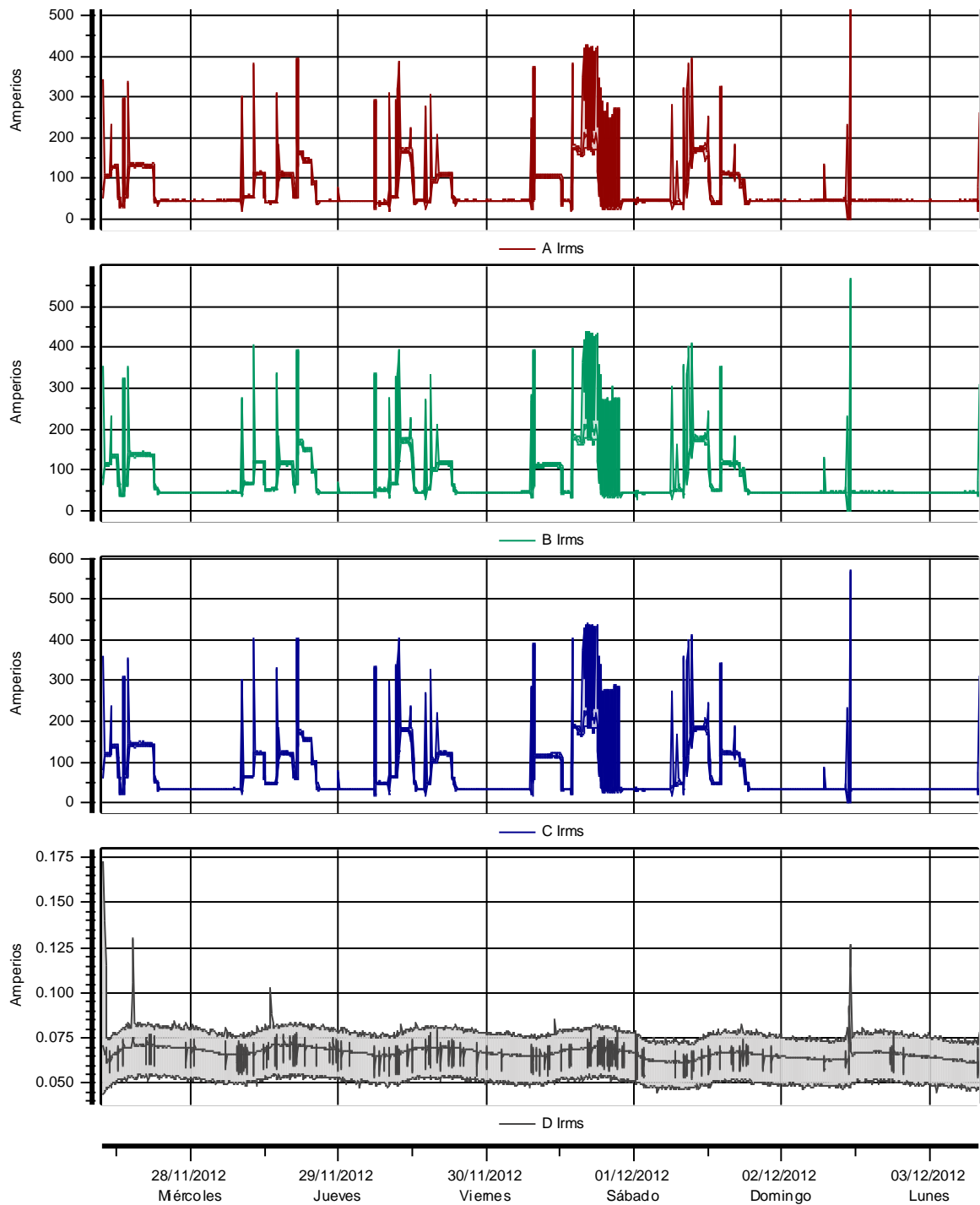
<b>Resumen corriente promedio Irms</b>		
<b>FASE</b>	<b>Imin (A)</b>	<b>Imax (A)</b>
A	31,483	210,32
B	38,03	212,36
C	25,768	223,52
NEUTRO	0,06488	0,0703

**Fuente:** los Autores.

#### **5.1.2.8. Diagramas de corriente del periodo de muestreo.**

A continuación se muestran los diagramas de corriente de cada una de las fases registrados durante todo el periodo de medida (6 días):

**FIGURA 92.** Diagramas de corriente durante el periodo completo de medición, transformador de 400 kVA.



Fuente: los Autores.

## INTENSIDAD

<b>Canal A</b>		<b>Canal B</b>	
Min Amperios	0,1 en 02/12/2012 11:10:00	0,1	en 02/12/2012 11:10:00
Máx Amperios	570,0 en 02/12/2012 11:10:00	567,7	en 02/12/2012 11:10:00
Mediana Amperios	46,3	45,0	
Promedio Amperios	67,4	69,6	

<b>Canal C</b>		<b>Canal D</b>	
Min Amperios	0,1 en 02/12/2012 11:10:00	0,044	en 27/11/2012 09:50:00
Máx Amperios	571,2 en 02/12/2012 11:10:00	0,172	en 27/11/2012 09:50:00
Mediana Amperios	33,1	0,067	
Promedio Amperios	63,1	0,067	

Los gráficos obtenidos para el día de máxima demanda reflejan la utilización de aproximadamente el 60% del sistema de unidades de aire acondicionado, esto ocurre normalmente los viernes y fines de semana, debido al gran volumen de usuarios que maneja la biblioteca, sumado a esto los grupos de especialización y diplomados que realizan actividades los fines de semana.

Los valores obtenidos en el resumen de datos muestran un evento en el que ocurrió el máximo de corriente, esto puede ser debido al arranque de unidades de aire acondicionado, estos valores de corriente alcanzan hasta los 570 [A] para la fase A, 567,7 [A] para la fase B y 571,2 [A] para la fase C, lo cual nos indica que el tablero esta correctamente balanceado.

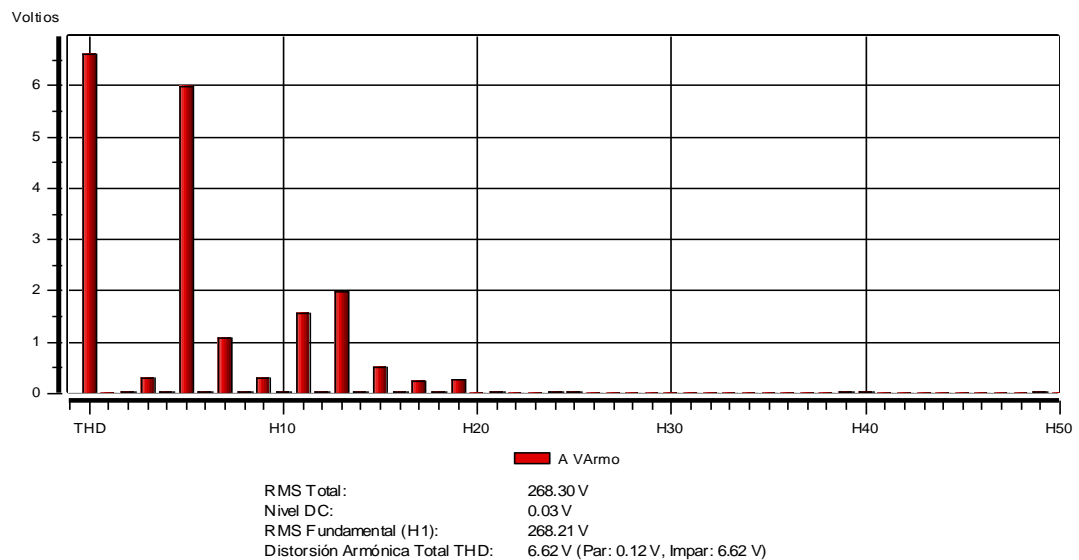
Teniendo en cuenta que el calibre de la acometida es 350 MCM AWG THW Cu, cuya capacidad de corriente es de 310 amperios, se puede observar que el conductor no soporta la corriente máxima, no obstante dichas corrientes son transitorias de muy corta duración, esto debido a la naturaleza de la carga

instalada en este tablero (unidades de aires acondicionados) y al arranque o puesta en marcha de estas unidades. Sin embargo al analizar los valores promedio es evidente que en condiciones de carga normal el conductor tiene la capacidad de soportar estas cargas. La protección es de 3x550 A, de esa manera si la demanda de la biblioteca aumentara en un 25%, no existiría ningún problema con respecto a la capacidad de la acometida, incluso si aumentara un poco mas no habría inconvenientes, pero tratándose de unidades de aire acondicionado centralizadas es poco probable que se dé un aumento de la carga, teniendo en cuenta esto, se puede determinar que tanto el calibre de los conductores como el interruptor termomagnético de protección soportan la corriente demandada por la instalación y no hay necesidad de reemplazarla.

#### 5.1.2.9. Nivel de armónicos en tensión.

- FASE A :

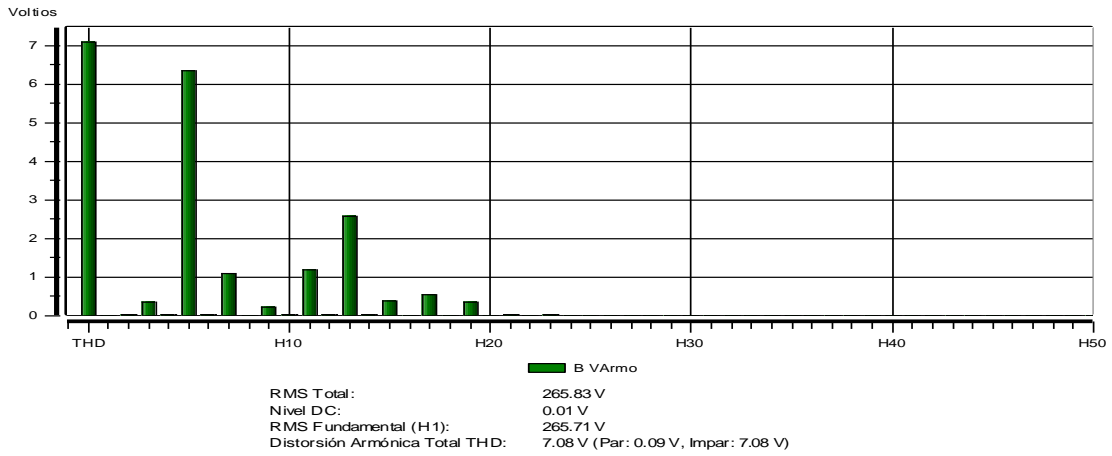
**FIGURA 93.** Diagrama de armónicos en tensión fase A, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

• **FASE B:**

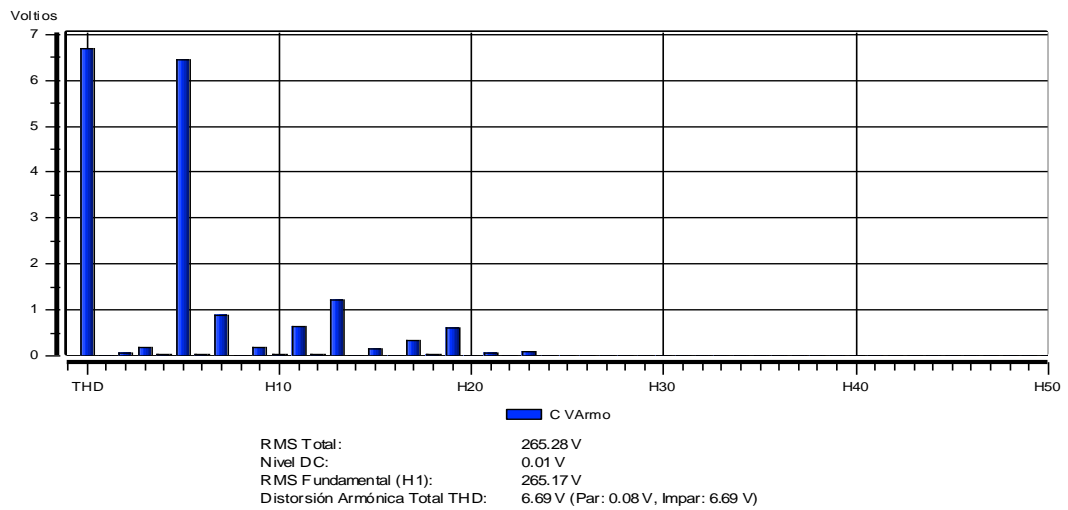
**FIGURA 94.** Diagrama de armónicos en tensión fase B, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

• **FASE C:**

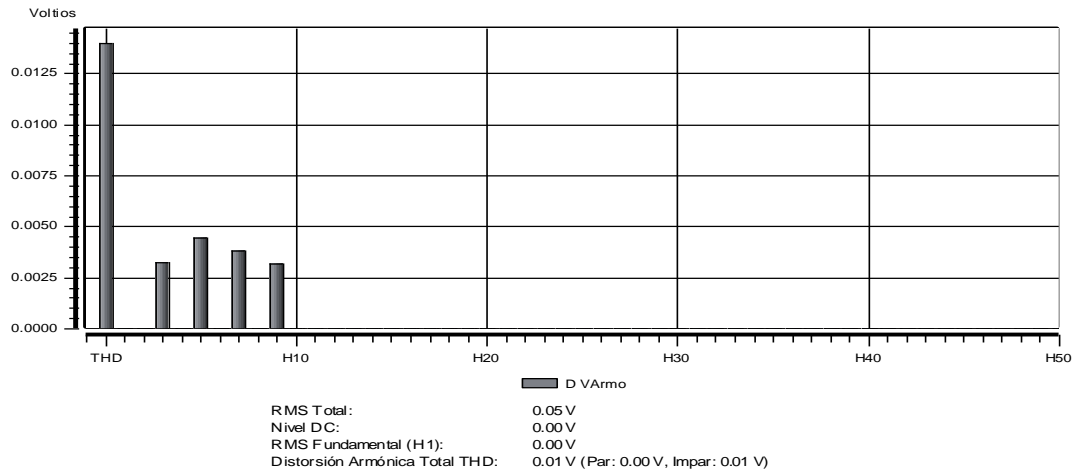
**FIGURA 95.** Diagrama de armónicos en tensión fase C, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

• **NEUTRO:**

**FIGURA 96.** Diagrama de armónicos en tensión NEUTRO, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 42.** Resumen del Nivel de armónicos en tensión, transformador de 400 kVA.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
RMS total (V)	268,3	265,83	265,28
Nivel DC	0,03	0,01	0,01
RMS fundamental (V)	268,21	265,71	265,17
Distorsión armónica total – THD (V)	6,62	7,08	6,69
<b>THD TENSION (%)</b>	<b>2,47%</b>	<b>2,66%</b>	<b>2,52%</b>

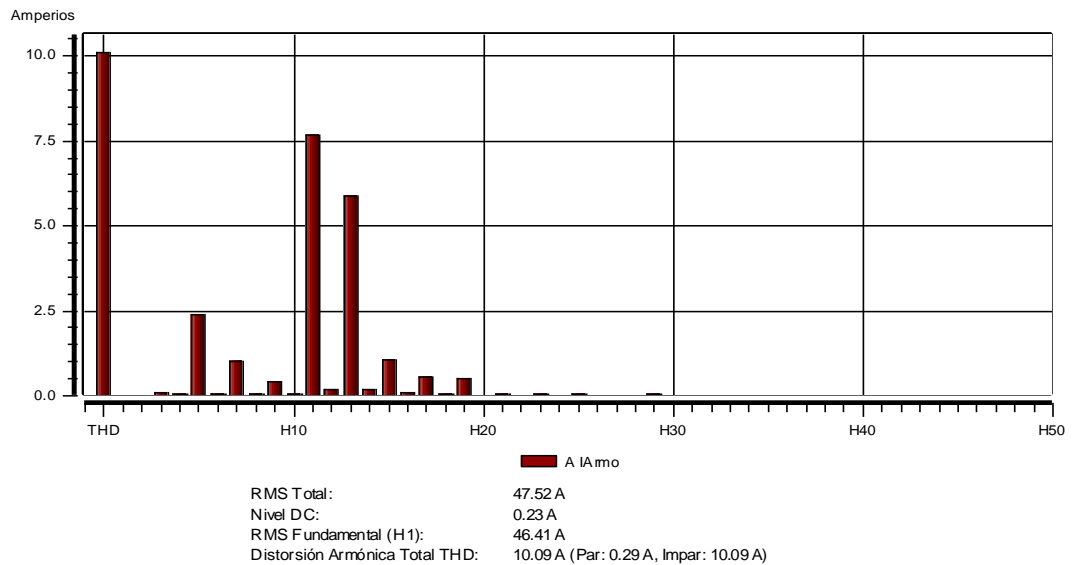
**Fuente:** los Autores.

Según la norma IEEE 1159 del 2009, los niveles de armónicos deben estar entre el 0% y el 5% del valor real RMS para mediciones de tensión. Para este transformador los niveles de armónicos en tensión están dentro del rango permisible, de esta manera la instalación eléctrica actual cumple con con estos parámetros y no se necesita hacer modificación alguna en cuanto a este aspecto.

### 5.1.2.10. Nivel de armónicos en corriente.

- **FASE A:**

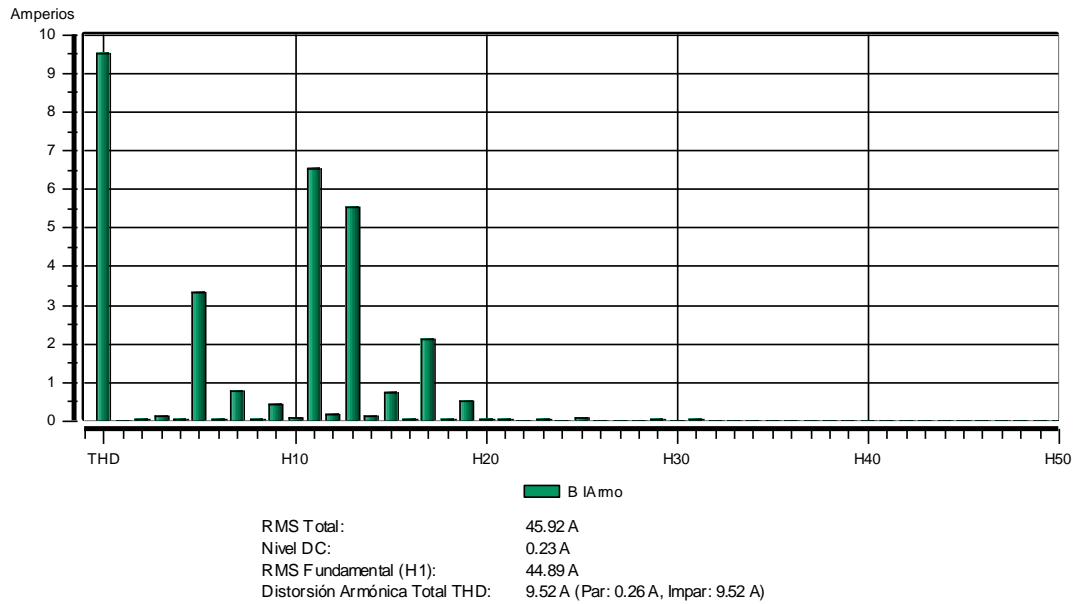
**FIGURA 97.** Diagrama de armónicos en corriente fase A, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

- **FASE B:**

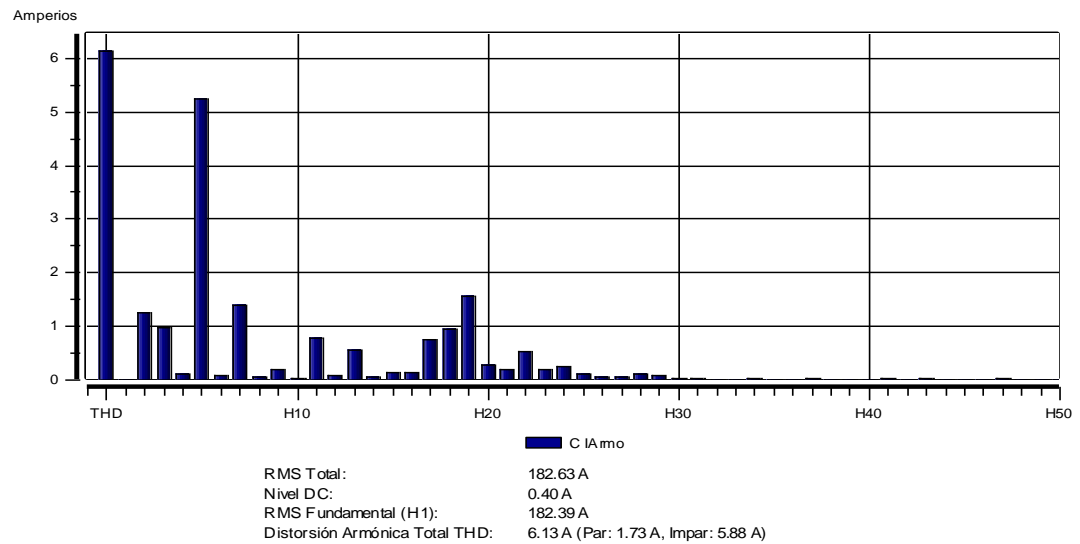
**FIGURA 98.** Diagrama de armónicos en corriente fase B, transformador de 400 kVA.



Fuente: los Autores.

- **FASE C:**

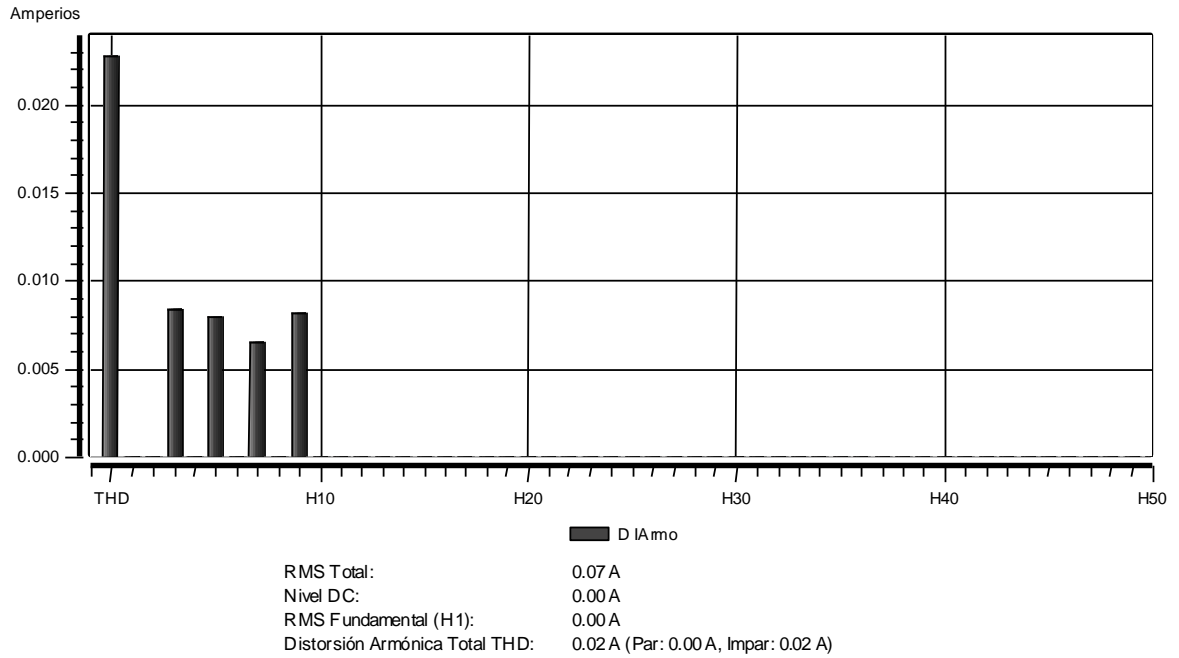
**FIGURA 99.** Diagrama de armónicos en corriente fase C, transformador de 400 kVA.



Fuente: los Autores.

• **NEUTRO:**

**FIGURA 100.** Diagrama de armónicos en corriente fase C, transformador de 400 kVA.



**Fuente:** los Autores.

**TABLA 43.** Resumen del Nivel de armónicos en corriente, transformador de 400 kVA.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
RMS total (A)	47,52	45,92	182,63
Nivel de DC	0,23	0,23	0,4
RMS fundamental (A)	46,41	44,89	182,39
Distorsión armónica total – THD (A)	10,09	9,52	6,13
<b>THD CORRIENTE (%)</b>	<b>21,23%</b>	<b>20,73%</b>	<b>3,36%</b>

**Fuente:** los Autores.

Segun la norma IEEE 1159 de 2009, los niveles de armónicos deben estar entre 0% y el 20% del valor real RMS en mediciones de corriente. En este caso los porcentajes de armonicos en corriente no cumplen con los requisitos normativos, esto puede ser por la naturaleza de la carga (unidades de aire acondicionado), que en el momento de arranque generan picos de corriente.

#### 5.1.2.11. Informe de potencia min/max/pro.

Sitio: PowerVisa Site

Medido desde 27/11/2012 09:45:00,0 Hasta 03/12/2012 08:10:00,0

#### POTENCIA ACTIVA P (W)

	A	B	C	D	TOTAL
Min kW	-1,82	-0,09	-0,12	-0,000	-0,01 en 02/12/2012 10:40:00
Máx kW	51,34	51,77	53,31	0,000	156,39 en 30/11/2012 16:30:00
Mediana kW	-1,68	2,23	0,01	0,000	0,51
Promedio kW	8,45	11,56	10,10	0,000	30,11

#### POTENCIA APARENTE, S (VA)

	A	B	C	D	TOTAL
Min kVA	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00 en 02/12/2012 11:10:00
Máx kVA	62,51	62,30	65,04	0,000	189,84 en 30/11/2012 16:30:00
Mediana kVA	12,43	12,01	8,81	0,000	33,31
Promedio kVA	17,85	18,26	16,51	0,000	52,61

#### POTENCIA REACTIVA Q, A LA FREC. FUND.

	A	B	C	D	TOTAL
Min kVAR	-12,914	-12,431	-9,263	-0,000	-34,55 en 01/12/2012 00:30:00
Máx kVAR	33,518	32,744	34,706	0,000	100,97 en 30/11/2012 16:30:00
Mediana kVAR	-11,962	-11,398	-8,510	-0,000	-31,87
Promedio kVAR	-3,333	-2,980	-0,381	-0,000	-6,69

## FACTOR DE POTENCIA

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>TOTAL</u>
Min	-0,990	-0,994	-0,994	-0,518	-1,000 en 29/11/2012 06:00:00
Máx	0,995	0,995	0,994	0,296	1,000 en 29/11/2012 06:00:00
Mediana	0,139	-0,185	0,361	-0,131	0,738
Promedio	0,304	0,086	0,445	-0,133	0,595

## DEMANDA DE POTENCIA ACTIVA

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>TOTAL</u>
Min kWh/h					0,05 en 02/12/2012 10:50:00
Máx kWh/h					144,45 en 30/11/2012 16:20:00
Mediana kWh/h					0,51
Promedio kWh/h					30,10

## ENERGÍA ACTIVA (WH)

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>TOTAL</u>
kWh	1265,2	1645,4	1436,8	0,000	4285 en 03/12/2012 08:05:00

Durante el período de medición, la potencia máxima consumida fue de 189,84 kVA y se obtuvo cuando se presentó la demanda máxima, esto nos indica que el transformador de 400 kVA está trabajando al 46,22% de su capacidad nominal.

La subestación cuenta con un banco de condensadores para este tablero que por el momento no se encuentra en funcionamiento, es recomendable realizar los ajustes de mantenimiento necesarios, que permitan su puesta en marcha y de esta manera poder mejorar el factor de potencia promedio en cada una de las fases, así mejorarían las condiciones de funcionamiento para la carga de este transformador.

## **5.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN.**

En la biblioteca existen espacios para el desarrollo de diferentes actividades tanto culturales como de carácter académico, para el buen desarrollo de estas actividades se requiere un sistema de iluminación que ofrezca confort, comodidad y una buena visualización.

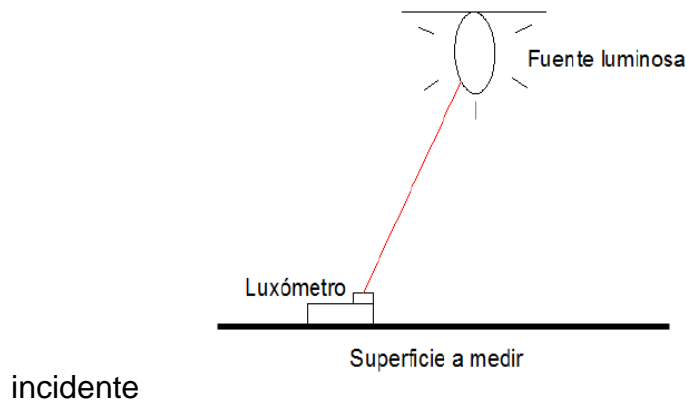
Para la realización de la medición, se controló la influencia de la luz natural por medio de persianas y en las zonas donde no fue posible, las mediciones fueron realizadas en las horas de la noche que corresponde a la condición más desfavorable.

Para poder conocer el estado actual del sistema de iluminación, se requiere realizar medidas con el luxómetro descrito en la sección 2.9.2.

### **5.2.1. MEDICIÓN DE LA REFLECTANCIA.**

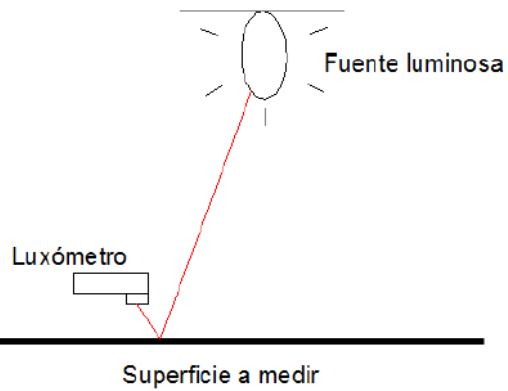
La reflectancia es la relación entre el flujo radiante luminoso reflejado y el flujo incidente sobre una superficie, dado por la ecuación  $\rho = \frac{\Phi_r}{\Phi_i}$ . La medición del flujo reflejado se realizó como se indica en la figura 102 y la medición del flujo incidente en la superficie como lo indica la figura 101, a una distancia de 15 cm de la superficie.

**FIGURA 101.** Medición de flujo luminoso



**Fuente:** los Autores

**FIGURA 102.** Medición de flujo luminoso reflejado



**Fuente:** los Autores

Para el cálculo de la reflectancia se tomaron varios valores para cada una de las superficies, para poder obtener el valor promedio de reflectancia de cada superficie en la biblioteca. Se midió la reflectancia de las paredes, techos y pisos dependiendo del color y el material.

**TABLA 44. Cálculo de Reflectancia Promedio**

SUPERFICIE	REFLECTANCIA	REFLECTANCIA	REFLECTANCIA	REFLECTANCIA
	INCIDENTE	REFLEJADA	EN %	PROMEDIO
Tableros	245	184	75,10	66,73
	279	145	51,97	
	227	166	73,13	
Pared color crema	259	196	75,68	75,20
	270	196	72,59	
	250	183	73,20	
	242	192	79,34	
Suelo marmol	315	125	39,68	41,89
	307	137	44,63	
	278	115	41,37	
Madera	116	24,7	21,29	19,36
	76,5	16,7	21,83	
	150,8	30,2	20,03	
	123,3	17,6	14,27	
Division cubiculo de oficina	40,7	14,3	35,14	27,83
	25,8	6,5	25,19	
	25	5,7	22,80	
	62,1	17,5	28,18	
Vidrio	39,7	18,5	46,60	37,02
	40,8	12,2	29,90	
	38,5	13,3	34,55	
Techo blanco	65	34,8	53,54	52,93
	53	27,6	52,08	
	41	21,8	53,17	

**Fuente:** los Autores.

### 5.2.2. PROCESO DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN.

El proceso de medición se realizó según lo establecido en el RETILAP[6], sección 490.1:

1. Cada zona a medir se dividió en cuadrados de más de 0,6 m.
2. Se tomó la medida de iluminancia en el centro de cada cuadrado a una altura de 0,75 m en los planos de trabajo y a 0,85 m para los trabajos de pie.
3. Luego se tabulan los datos obtenidos siguiendo los formatos de la sección 490.3 del RETILAP[6], obteniendo los valores de iluminancia promedio, uniformidad, eficiencia energética de la instalación entre otros.

A continuación se muestra un ejemplo de la medición de iluminancia realizada.

## FORMATO 1

### INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO

#### 1. CONDICIONES DEL ÁREA:

##### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA:

Zona destinada a la realización de eventos socioculturales, para la comunidad en general.

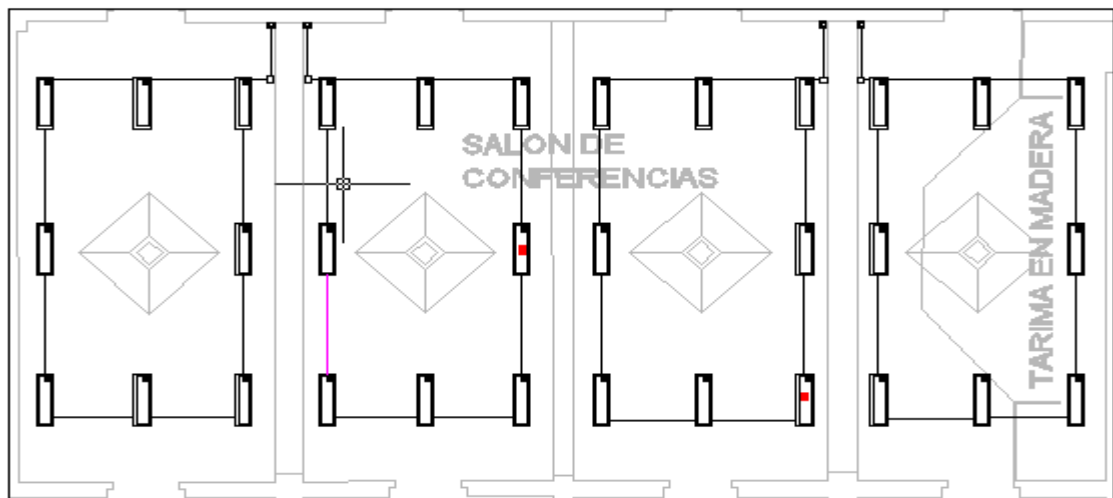
##### DIMENSIONES:

**LONGITUD:** 23,92 m

**ANCHO:** 12,47 m

**ALTURA:** 3,6 m

##### PLANO DEL AREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:



## 2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS

DESCRIPCION	CONDICIONES DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
PAREDES	Material	Crema	Lisa		x	
TECHO	Material	Blanco	Corrugado		x	
PISO	Mármol	Blanco	Lisa	x		
SUPERFICIE DE TRABAJO	Madera	café	Lisa		x	

## 3. CONDICIONES GENERALES:

TIPO DE LUMINARIAS	fluorescente
ESPECIFICACION DE LA BOMBILLAS	T12
BOMBILLAS POR LUMINARIA	4
NUMERO DE LUMINARIAS	32
NUMERO DE FILAS	3
LUMINARIAS POR FILA	12
ALTURA DEL MONTAJE	3,6 m
ESPACIO ENTRE LUMINARIAS	2,40
CONDICION DE LA LUMINARIAS	Buena

## ESPECIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN ALUMBRADO

### APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL:

Iluminancia exterior producida por la luz natural: 16750 lux.

Iluminancia interior producida por la luz natural: 7 lux.

Coefficiente de luz diurna (CLD): 0,041%.

Coefficiente mínimo promedio exigido de luz diurna: 2%.

### TIPO INSTALACIÓN ILUMINACIÓN NATURAL:

Instalación luz día

Techo \_\_\_\_\_ ventanas \_\_\_\_\_ otras: puertas.

**ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:**

**Número de luminarias:** 32.

**Área de trabajo: Largo:** 23,92 m **Ancho:** 12,47 m.

**Altura del plano de trabajo sobre el nivel del piso:** 0,85 m / 0,75 m.

**Altura de las luminarias sobre el plano de trabajo:** 2,75 m / 2,85 m.

**Altura de suspensión de las luminarias desde el techo:** no existe.

**Distancia entre centro de luminarias a lo Ancho:** 2,4 m.

**BOMBILLAS o LÁMPARAS:**

**Fabricante y referencia:** sylvania.

**Tipo de bombilla:** fluorescente.

**Potencia de la bombilla:** 39 W.

**LUMINARIA:**

**Bombillas por luminaria:** 4.

**Potencia total por luminaria:** 156 W.

**CONTROLES:**

**Tipo manual:** interruptor conmutable.

**Tipo control automático:** no existe.

**ESQUEMA**

**Factor de mantenimiento estimado:** 0,5.

**Cálculo de iluminancia promedio mínima mantenida:** 108,32 lux

**Carga eléctrica instalada en alumbrado:** 4,9 kW.

**Factor de potencia:** 0,9.

**Eficiencia energética de la instalación, (VEEI):** 15,45  $W/m^2$ .

**MANTENIMIENTO:**

**Período limpieza de ventanas:** nunca.

**Período de limpieza de techos:** nunca.

**Período limpieza de luminarias:** nunca.

**Período de reemplazo de las bombillas:** cuando dejan de funcionar.

**Período de limpieza de manteniendo de pisos:** pisos diariamente.

A continuación se muestran los valores medidos correspondientes iluminancia, uniformidad y deslumbramiento de las diferentes zonas de la edificación. En algunas zonas no se realizó la medición por tener un sistema de iluminación fuera de funcionamiento.

**TABLA 45.** Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento.

LUGAR	Em (Medida)	E <sub>min</sub> (Medida)	E <sub>máx</sub> (Medida)	UNIFORMIDAD	DESLUMBRAMIENTO
	(Lux)	(Lux)	(Lux)	E <sub>min</sub> /E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> /E <sub>máx</sub>
SALÓN 6	313,78	149,00	452,00	0,47	0,33
SALÓN 7	302,30	103,00	394,00	0,34	0,26
SALÓN 5	318,20	112,30	422,00	0,35	0,27
SALÓN 3,4	136,57	27,40	99,70	0,20	0,27
SALÓN CONFERENCIAS	108,33	48,50	178,20	0,45	0,27
TARIMA	115,61	34,90	180,80	0,30	0,19
CENTIC	115,80	63,90	187,10	0,55	0,34
SALÓN 2	74,06	15,40	88,20	0,21	0,17
SALÓN DE MUSICA	145,70	75,20	192,00	0,52	0,39
SALA GENERAL 2 PISO	67,03	9,70	163,40	0,14	0,06
SALA EXPOSICIÓN 1 PISO	42,28	5,30	106,70	0,13	0,05
SALA GENERAL	103,54	9,00	420,00	0,09	0,02
SALÓN BARRANCABERMEJA	155,84	87,60	261,00	0,56	0,34
SALÓN AMERICA	212,22	69,00	339,00	0,33	0,20
SALÓN MULTIPLE 1	278,67	122,00	414,00	0,44	0,29
SALÓN MULTIPLE 2	274,32	76,00	387,00	0,28	0,20
SALA INFANTIL	102,34	20,20	169,10	0,20	0,12
OFICINAS 1 PISO	56,65	12,30	94,90	0,22	0,13
PRESTAMO DE LIBROS	251,00	213,00	287,00	0,85	0,74
RESERVA DE LIBROS	61,06	17,00	131,30	0,28	0,13
RECEPCIÓN 1 PISO	118,91	25,70	193,40	0,22	0,13
ESCALERAS	176,75	8,00	372,00	0,05	0,02
PASILLO ESPECIALIZACIÓN	50,09	3,50	89,90	0,07	0,04
OFICINAS GEOMATICA	724,75	633,00	823,00	0,87	0,77
SALA EXPOSICIONES GEOMATICA	680,93	570,00	871,00	0,84	0,65

Fuente: los Autores.

Con color amarillo se resaltan las diferentes zonas, que no cumplen con los niveles mínimos de uniformidad expuestos en la tabla 410.4 del RETILAP[6].

A continuación se presentan los cálculos de eficiencia energética para las diferentes zonas de la edificación.

**TABLA 46.** Eficiencia Energética de la Instalación.

LUGAR	ÁREA	Em (Medida)	Emín (Norma)	P	EFICIENCIA
	m <sup>2</sup>	(Lux)	(Lux)	W	VEEI (W/m <sup>2</sup> )
SALÓN 6	72,42	313,78	300	1404	6,179
SALÓN 7	57,57	302,30	300	936	5,379
SALÓN 5	84,47	318,20	300	1092	4,063
SALÓN 3,4	84,47	136,57	300	312	2,705
SALÓN CONFERENCIAS	195,90	108,33	300	3432	16,172
TARIMA SALÓN CONFERENCIAS	32,83	115,61	500	1248	32,883
CENTIC	100,56	115,80	300	2028	17,415
SALÓN 2	63,21	74,06	300	624,00	13,33
SALÓN DE MUSICA	68,54	145,70	300	1092,00	10,94
RECEPCIÓN 2 PISO	349,61	67,03	100	1872,00	7,99
SALA EXPOSICIÓN 1 PISO	144,10	42,28	300	120,00	1,97
SALA GENERAL(Lectura)	668,10	103,54	300	8034,00	11,61
SALÓN BARRANCABERMEJA	36,41	155,84	300	624,00	11,00
SALÓN AMERICA	52,19	212,22	300	936,00	8,45
SALÓN MULTIPLE 1	139,71	278,67	300	2808,00	7,21
SALÓN MULTIPLE 2	135,60	274,32	300	2808,00	7,55
SALA INFANTIL	44,49	102,34	300	624,00	13,70
OFICINAS 1 PISO	48,70	56,65	300	1092,00	39,58
PRESTAMO DE LIBROS	40,88	251,00	300	624,00	6,08
RESERVA DE LIBROS	60,42	61,06	100	936,00	25,37
RECEPCIÓN 1 PISO	117,29	118,91	100	624,00	4,47
ESCALERAS	19,46	176,75	100	312,00	9,07
PASILLO ESPECIALIZACIÓN	71,25	50,09	100	468,00	13,11
OFICINAS GEOMATICA	17,74	724,75	300	224,00	1,74
SALA EXPOSICIONES GEOMATICA	18,39	680,93	300	224,00	1,79

**Fuente:** los Autores.

Las zonas resaltadas con color amarillo no cumplen con el mínimo de lúmenes estipulado en la tabla 410.1 RETILAP[6].

### 5.2.3. MÉTODO DE LAS CAVIDADES ZONALES

Como ejemplo se desarrollo el cálculo del nivel de iluminación del salón de conferencias.

**Color del techo:** Blanco, pct=52,93%.  
**Color paredes:** Crema, pcl=75,2%.  
**Color piso:** Tableta Mármol pcp=41,89%.  
**Puertas:** Vidrio opaco, pclv=37,02%.  
**Largo del local (L):** 23,92 m.  
**Ancho del local (A):** 12,47 m.  
**Altura total del local (h):** 3,6 m.  
**Altura de cavidad de techo (hc):** 0 m.  
**Altura de cavidad de piso (hf):** 0,75 m.  
**Altura de cavidad de local (hm):** 2,85 m.  
**Tipo de lámpara:** Fluorescente 4x39 W desnudos, flujo luminoso de 1820 lumen cada uno.

**Pasos a seguir:**

## 1. DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE LA CAVIDADES ZONALES

$$RCT = \frac{5h_c * (l + a)}{(l * a)} = \frac{5 * 0 * (23,92 + 12,47)}{(23,92 * 12,47)} = 0$$

$$RCL = \frac{5h_m * (l + a)}{(l * a)} = \frac{5 * 2,85 * (23,92 + 12,47)}{(23,92 * 12,47)} = 1,73$$

$$RCP = \frac{5h_f * (l + a)}{(l * a)} = \frac{5 * 0,75 * (23,92 + 12,47)}{(23,92 * 12,47)} = 0,45$$

## 2. CÁLCULO DE LAS REFLECTANCIA EFECTIVA DE LAS CAVIDADES

Para el cálculo de la reflectancia media de cada cavidad local, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\rho_m = \frac{\sum \rho_i * A_i}{\sum A_i} \quad E(8)$$

pmcl= 65,65%.

Este valor corresponde a la reflectancia media de la cavidad local, calculada en el auditorio que presenta aéreas irregulares. Para el cálculo de la reflectancia efectiva de la cavidad de techo no se aplica corrección.

pct= 52,93%.

Para el cálculo de la reflectancia efectiva de la cavidad de piso, se utiliza la tabla 430.2.2.a del RETILAP[6], como los datos que se van a ingresar no son los que corresponden a la tabla, se realiza una interpolación de datos.

pcp= 41,89%.  $RCP = 0,45$ .

**TABLA 47.** Reflectancia Efectiva del Piso.

Reflectancia Piso %	50				41,89	30		
	70	50	30	10		50	30	10
Reflectancia Pared %								
Coefficiente de piso								
0,2	49	48	47	30		29	29	28
0,4	48	47	45	30		29	28	26
<b>0,45</b>		46,5			<b>29,3</b>		27,3	
0,6	47	45	43	30		28	26	25
0,8	47	44	40	30		28	25	23

**Fuente:** los Autores

La reflectancia efectiva de la cavidad de piso tiene un valor aproximado de pcp=29,3%.

### 3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU).

Coefficiente de utilización se determina por una interpolación de datos de la tabla 430.2.3.a, los datos a tener en cuenta para la interpolación son las reflectancias efectivas de las superficies y el índice de cavidad local. Estas

tablas se construyen normalmente para una reflectancia del 20%, por tanto hay que aplicar un factor de corrección.

$\rho_{mcl} = 65,65\%$ .

$\rho_{ct} = 52,93\%$ .

$RCL = 2,33$ .

**TABLA 48.** Coeficientes de Utilización.

Reflectancia de 20%				
Reflectancia techo %	50			
Reflectancia Pared %	70	65,65	50	30
índice local				
1	0,8		0,78	0,75
<b>1,73</b>		<b>0,67</b>		
2	0,7		0,66	0,62
3	0,6		0,56	0,52
4	0,54		0,48	0,43

**Fuente:** los Autores.

$C_u = 0,67$

En este caso hay que aplicar un factor de corrección debido a que la reflectancia de piso no corresponde al valor dado por la tabla. El factor de corrección se encuentra en la tabla 230.2.3.b del RETILAP[6].

$\rho_{ct} = 52,93\%$ .

$\rho_{cp} = 29,3\%$ . Aproximación a 30%.

$RCL = 2,33$

$C_u = 0,67 * 0,968$

$C_u = 0,6485$ .

#### 4. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO

Es la relación de iluminancia promedio en el plano de trabajo después de un periodo determinado de uso de la instalación, y la iluminancia promedio obtenida al empezar a funcionar la misma como nueva.

$$FM=FE \times DLB \times Fb. \text{ E(9)}$$

FM= Factor de mantenimiento de la instalación.

FE= Depreciación de la luminaria por ensuciamiento.

DLB= Depreciación por disminución del flujo luminoso de la bombilla.

Fb= Factor de balastro.

##### **Factor de balastro (Fb)**

Este valor corresponde al tipo de balastro utilizado en la instalación, y sus condiciones de funcionamiento  $Fb= 0,95$ .

##### **Depreciación por disminución del flujo luminoso de la bombilla (DLB)**

Este valor corresponde a la pérdida de producción de flujo que se va generando en cada luminaria  $DLB=0,88$ .

##### **Depreciación de la luminaria por ensuciamiento (FE)**

Este valor corresponde a las condiciones ambientales en que funcionan las luminarias y a la capa de suciedad que se acumula sobre ella.  $FE= 0,7$ .

$$FM= 0,95 \times 0,88 \times 0,7= 0,5852.$$

## 5. CÁLCULO DE ILUMINANCIA MEDIA

Para el cálculo de iluminancia media se utiliza la fórmula del RETILAP[6] dada por:

$$E_m = \frac{N * n * \Phi_L * CU * FM}{l * a} \quad E(10)$$

N= numero de luminarias en el local.

n = numero de bombillas por luminaria.

$\Phi_L$ = flujo luminoso de una bombilla.

CU =coeficiente de utilización para el plano de trabajo.

L=longitud del local en metros.

a = ancho del local en metros.

Cálculo para el auditorio:

$$E_m = \frac{32 * 4 * 1820 * 0,6485 * 0,5852}{23,92 * 12,47}$$
$$E_m = 296,54 \text{ lx.}$$

A continuación se muestra el resumen, de los niveles de iluminación de cada área de la edificación, calculados por el método de las cavidades zonales.

**TABLA 49. Niveles de Iluminación Actuales.**

LUGAR	a	L	NL	Nb	FLUJO [lux]	h [m]	hf [m]	hc [m]	hm [m]	RCT	RCL	RCP	Cu [%]	FM	Em [Lx]
	[m]	[m]													
SALÓN 6	6,01	12,1	9	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	3,55	0,94	0,649	0,585	343,22
SALÓN 7	6,49	8,87	6	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	3,80	1,00	0,653	0,585	289,86
SALÓN 5	5,55	15,2	9	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	3,50	0,92	0,650	0,585	294,94
SALÓN 3	5,55	15,2	10	2	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	3,50	0,92	0,652	0,585	164,36
SALÓN 4	5,55	15,2	12	2	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	3,50	0,92	0,657	0,585	198,75
SALÓN CONFERENCIAS	19,6	12,5	24	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	1,87	0,49	0,640	0,585	267,10
TARIMA	19,6	12,5	8	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	1,80	0,56	0,649	0,585	90,28
CENTIC	8,86	11,4	13	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	2,86	0,75	0,643	0,585	354,01
SALÓN 2	5,17	12,2	8	2	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	3,92	1,03	0,663	0,585	178,92
SALÓN DE MUSICA	5,17	12,2	8	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	3,79	1,17	0,651	0,585	351,36
SALA GENERAL 2 PISO	21	16,7	24	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	1,48	0,46	0,649	0,585	189,59
SALA EXPOSICIÓN 1 PISO	12,1	11,9	8	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	2,29	0,71	0,649	0,585	153,32
SALA GENERAL	27,2	26,9	66	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	1,05	0,28	0,653	0,585	251,32
SALÓN BARRANCABERMEJA	5,77	6,31	4	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	4,73	1,24	0,580	0,585	271,38
SALÓN AMERICA	8,67	6,02	6	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	4,01	1,06	0,570	0,585	279,06
SALÓN MULTIPLE 1	11,9	11,8	18	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	2,41	0,63	0,657	0,585	360,50
SALÓN MULTIPLE 2	11,8	11,5	18	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	2,45	0,64	0,640	0,585	361,82
SALA INFANTIL	8,6	5,97	5	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	3,90	1,21	0,649	0,585	269,17
OFICINAS 1 PISO(Coordinadora)	5,82	4,57	2	4	1820	3,6	0,8	0	2,8	0	5,47	1,56	0,649	0,585	207,84
OFICINAS 1 PISO(Directora)	3,27	8,55	3	4	1820	3,6	0,8	0	2,85	0	6,02	1,59	0,580	0,585	265,05
PRESTAMO DE LIBROS	6,51	6,28	4	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	4,30	1,33	0,663	0,585	276,26
RESERVA DE LIBROS	5,76	10,5	6	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	3,70	1,14	0,649	0,585	274,25
RECEPCIÓN 1 PISO	11,5	11,9	11	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	2,35	0,73	0,653	0,585	223,71
ESCALERAS	2,8	6,95	1	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	6,89	2,13	0,650	0,585	142,25
PASILLO ESPECIALIZACIÓN	2,93	24,3	6	2	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	5,26	1,63	0,652	0,585	116,95
OFICINAS GEOMATICA	3,22	5,51	4	2	2511	3,6	0,8	0,5	2,35	1,23	5,78	1,85	0,657	0,585	435,16
OFICINA SONIDO	1,95	4,39	2	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	10,18	3,15	0,649	0,585	645,75
PASILLO POSTERIOR SALON CONFERENCIA	2,91	35,5	11	4	1820	3,6	0,9	0	2,75	0	5,11	1,58	0,663	0,585	300,32

Fuente: los Autores.

Las zonas resaltadas con color amarillo no cumplen con el mínimo de lúmenes estipulado en la tabla 410.1 del RETILAP[6].

### 5.3. MEDICIÓN DE AISLAMIENTOS.

La medición se realizó con el Megohmmetro como se indica en la sección 2.9.7 del presente proyecto, este equipo permite conocer el estado del aislamiento de los diferentes conductores que hacen parte de la instalación como: circuitos ramales y acometida de los diferentes tableros.

La medición de la resistencia de aislamiento se realizó con un voltaje de 500 Vcc, entre los conductores bajo estudio.

En algunos de los circuitos ramales no fue posible realizar la medición, no hubo autorización para la manipulación de dichas cargas. En algunos casos la medida superó el rango máximo de la pantalla del equipo, indicando >2000 MΩ con una tensión de prueba de 500 Vcc.

Precauciones a tener en cuenta:

- Desenergización de los circuitos ramales y acometidas a medir.
- Desconexión de los diferentes equipos.
- Apertura del control de iluminación.
- Mediciones a realizar entre: fase-fase, fase-neutro y fase-tierra.

A continuación se presentan las medidas de aislamiento, realizadas en las acometidas de los tableros y circuitos ramales.

**TABLA 50.** Cuadro de aislamiento para TG-SE.

TG-SE								
circuito	CALIBRE	TIPO DE MEDIDA						OBSERVACIONES
	CONDUCTOR AWG	FASE-FASE MΩ		FASE-NEUTRO MΩ		FASE-TIERRA MΩ		
TD AP	3#4	A-C	1270	-	-	A-T	790	Cuarto de bombas (1er piso)
		A-B	960	-	-	B-T	500	
		B-C	920	-	-	C-T	730	
TC	2#4	A-B	400	A-N	420	A-T	420	Corporacion cultural (1er piso)
		-	-	B-N	380	B-T	370	
TD 1-2	3# 3/0	A-C	249	A-N	59,1	A-T	59,1	Sala general biblioteca (1er piso)
		A-B	410	B-N	410	B-T	400	
		B-C	840	C-N	298	C-T	420	
TD 2-1	2#4	A-B	388	A-N	410	A-T	410	Pasillo salones especialización (2do piso)
		-	-	B-N	322	B-T	315	
TD 2-2	3#2	A-C	1210	A-N	810	A-T	750	Cuarto junto a salon 6 (2do piso)
		A-B	1130	B-N	680	B-T	640	
		B-C	1140	C-N	760	C-T	690	
TD 2-3	3#2	A-C	560	A-N	270	A-T	270	Cuarto junto al centic (2do piso)
		A-B	580	B-N	170	B-T	170	
		B-C	590	C-N	185	C-T	185	
T-KZ	-	-	-	-	-	-	-	Anulado
T-BOMBAS	-	-	-	-	-	-	-	Anulado

Fuente: los Autores.

**TABLA 51. Cuadro de aislamiento para TD1-2.**

TABLERO TD1-2								
CIRCUITO	CALIBRE		TIPO DE MEDIDA					OBSERVACIONES
	CONDUCTOR AWG	FASE-FASE MΩ	FASE-NEUTRO MΩ	FASE-TIERRA MΩ				
1,2,3	3#8	A-B	400	A-N	490	A-T	490	alimentacion tableros geomatica
	3#8	A-C	370	B-N	410	B-T	420	
	3#8	B-C	590	C-N	298	C-T	430	
4	2#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	tomas sala general y salones multiples
5	2#12	-	-	B-N	> 2000	-	> 2000	tomas sala general, salon multiple 2 y cuarto de aire acondicionado
6	#12	-	-	C-N	> 2000	-	> 2000	luces sala general
7	2#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	tomas oficinas, salon multiple 1, sala exposiciones.
8	2#12	-	-	B-N	> 2000	-	> 2000	tomas planta telefonica, sala de exposiciones y cuarto de aire acondicionado
9	2#12	-	-	C-N	> 2000	-	> 2000	tomas baño de mujeres y luces sala general
10	#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	tomas baño de hombres
11	#12	-	-	B-N	16,39	B-T	16,39	toma baño de mujeres, alimentacion tablero de porteria
12	#12	-	-	C-N	> 2000	-	> 2000	luces salon multiple 2
13	#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	
14	2#12	-	-	B-N	> 2000	-	> 2000	luces salon multiple 1 y 2, sala de espera
15	2#12	-	-	C-N	> 2000	-	> 2000	luces salon multiple 1 y 2
16	2#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	luces salon multiple 1 y 2
17 y 36	2#12	B-C	95	B-N	17,49	B-T	17,49	alimentacion tablero TI
		-	-	C-N	18,25	C-T	18,25	
18	2#12	-	-	C-N	> 2000	-	> 2000	luces sala general, tomas sala general y cuarto de aire acondicionado
19	#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	sala general y salon multiple 2
20	#12	-	-	B-N	> 2000	-	> 2000	luces sala general y salon multiple 2
21	#12	-	-	C-N	> 2000	-	> 2000	luces sala general
22	3#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	luces sala general
23	3#12	-	--	B-N	> 2000	-	> 2000	luces sala general
24	3#12	-	-	C-N	> 2000	-	> 2000	luces sala general
25	2#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	luces oficinas de prestamo
26	2#12	-	-	B-N	> 2000	-	> 2000	luces oficinas
27	#12	-	-	C-N	> 2000	-	> 2000	luces oficinas (anulado)
28	3#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	luces sala general y recepcion
29	3#12	-	-	B-N	> 2000	-	> 2000	luces sala general
30	2#12	-	-	C-N	> 2000	-	> 2000	luces sala general, recepcion primer piso
31	#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	luces sala de exposiciones
32	#12	-	-	B-N	> 2000	-	> 2000	luces sala de exposiciones
33	#12	-	-	C-N	> 2000	-	> 2000	luces sala exposicion (anulado)
34	2#12	-	-	A-N	> 2000	-	> 2000	luces baños primer piso y baños oficinas, baño sala infantil
35	2#12	-	-	B-N	> 2000	-	> 2000	baños salones multiples
37	#12	-	-	-	-	-	-	tomas computadores sala general
38	2#12	-	-	-	-	-	-	tomas computadores sala general

Fuente: los Autores.

**TABLA 52.** Cuadro de aislamiento para TC.

TABLERO TC						
circuito	CALIBRE	TIPO DE MEDIDA				OBSERVACIONES
	CONDUCTOR AWG	FASE-NEUTRO MΩ	FASE-TIERRA MΩ	FASE-TIERRA MΩ	FASE-TIERRA MΩ	
1 y 2	2#12	A-N	> 2000	A-T	> 2000	toma bifasico salon barrancabermeja
3	-	-	-	-	-	RESERVA
4	#10,#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	tomas baños
5	2#12	A-N	> 2000	A-T	> 2000	tomas salon america, barrancabermeja y recepcion
6	2#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	luces salon barrancabermeja y salon america
7	2#12	A-N	> 2000	A-T	> 2000	luces salon barrancabermeja y salon america
8	3#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	luces pasillo, cafeteria, recepcion y toma recepcion, baños.
9 y 10	2#10	-	-	-	-	toma bifasico salon america
11	2#12	A-N	> 2000	A-T	> 2000	tomas oficina, cafeteria. Subestacion y cuarto de bombas
12 y 13	2#12	-	-	-	-	toma bifasico salon barrancabermeja
14	#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	luces baños y exterior.
15	#12	A-N	> 2000	AT	> 2000	toma bifasico oficina y tomas salon america
16	#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	tomas bifasico oficina

Fuente: los Autores.

**TABLA 53.** Cuadro de aislamiento para TD2-1.

TABLERO TD2-1						
circuito	CALIBRE	TIPO DE MEDIDA				OBSERVACIONES
	CONDUCTOR AWG	FASE-NEUTRO MΩ	FASE-TIERRA MΩ	FASE-TIERRA MΩ	FASE-TIERRA MΩ	
1	#12	A-N	> 2000	A-T	> 2000	luces baño mujeres
2	#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	toma sala general
3	#12	A-N	> 2000	A-T	> 2000	tomas salon 7 y sala general
4	#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	toma baño de hombres
5	-	-	-	-	-	anulado
6	#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	toma sala general
7	#12	A-N	> 2000	A-T	> 2000	toma sala general
8	#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	toma baño hombres
9	2#12	A-N	> 2000	A-T	> 2000	luces salon 7, salon 6 y ventilador oficina
10	2#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	luces salon 7 y ventilador oficina
11	2#12	A-N	> 2000	A-T	> 2000	luces baño hombres y sala general
12	2#12	B-N	> 2000	B-T	> 2000	tomas salon 6 y oficinas
13 y 14	2#10	-	-	-	-	aire acondicionado salon 7
15 y 16	2#10	-	-	-	-	aire acondicionado salon 6

Fuente: los Autores.

**TABLA 54.** Cuadro de aislamiento para TD-AP.

TD-AP				
circuito	CALIBRE	TIPO DE MEDIDA		OBSERVACIONES
	CONDUCTOR AWG	FASE-FASE MΩ		
1	-	-	-	Reserva
2	-	-	-	Reserva
3	-	-	-	Reserva
4 y 5	2#8	A-B	0,08	Luminarias exterior parte norte
5 y 6	2#8	B-C	0,035	Luminarias exterior parte norte
4 y 6	2#8	A-C	0,021	Luminarias exterior parte norte
7	-	-	-	Reserva
8	-	-	-	Reserva
9	-	-	-	Reserva
10 y 11	2#10	A-B	0,025	Luminarias exterior parte sur
11 y 12	2#10	B-C	0,04	Luminarias exterior parte sur
10 y 12	2#10	A-C	0,03	Luminarias exterior parte sur

**Fuente:** los Autores.

**TABLA 55.** Cuadro de aislamiento para TD2-3.

TABLERO TD2-3								
circuito	CALIBRE		TIPO DE MEDIDA					OBSERVACIONES
	CONDUCTOR AWG	FASE-FASE MΩ	FASE-NEUTRO MΩ	FASE-TIERRA MΩ	FASE-TIERRA MΩ	FASE-TIERRA MΩ		
1	#12	-	-	A-N	95	A-T	95	Tomas salon de musica
2	#12	-	-	-	-	-	-	Anulado
3	#12	-	-	C-N	470	C-T	470	Toma salon de sonido
4	#12	-	-	A-N	440	A-T	440	Toma salon de sonido
5	#12	-	-	B-N	93	B-T	93	Tomas centic, sala de aseo y aire acondicionado bodega centic
6	#12	-	-	-	-	-	-	Anulado
7	#12	-	-	A-N	8,2	A-T	8,2	Tomas baño de mujeres
8	#12	-	-	B-N	8,19	B-T	8,19	Tomas baño de hombres
9	#12	-	-	C-N	530	C-T	530	Tomas sala cafeteria y unidad de aire acondicionado 4
10	#12	-	-	A-N	370	A-T	370	Tomas cafeteria
11	#12	-	-	B-N	323	B-T	323	Toma cafeteria
12	3#12	-	-	C-N	420	C-T	420	Luces centic y salon de musica
13	3#12	-	-	A-N	560	A-T	560	Luces centic y salon de musica
14	3#12	-	-	B-N	500	B-T	500	Luces centic y salon de musica
15	3#12	-	-	C-N	960	C-T	960	Luces baños, sala de aseo y unidades de aire acondicionado 3 y 4.
16	#12	-	-	A-N	400	A-T	400	Luces sala cafeteria
17	#12	-	-	B-N	430	B-T	430	Luces sala cafeteria
18	#12	-	-	C-N	520	C-T	520	Luces cafeteria
19	3#12	-	-	A-N	380	A-T	380	Luces sala cafeteria
20	3#12	-	-	B-N	370	B-T	370	Luces sala cafeteria
21	3#12	-	-	-	-	-	-	Anulado luces
22	10#12	-	-	A-N	120	A-T	120	Tomas centic y salon 6, 7
23	6#12	-	-	B-N	156	B-T	156	Tomas oficina primer piso salon america y salon barrancabermeja
24	10#12	-	-	C-N	170	C-T	170	Tomas centic
25 y 26	2#10	-	-	-	-	-	-	Toma bifasco centic
27 y 28	2#10	-	-	-	-	-	-	Toma bifasco centic
29 y 30	2#6	B-C	590	B-N	430	B-T	630	Alimentacion tablero centic
		-	-	C-N	520	C-T	720	
31 y 32	2#4	-	-	-	-	-	-	Aire acondicionado salon 2

**Fuente:** los Autores.

**TABLA 56.** Cuadro de aislamiento para TD2-2.

TD2-2						
circuito	CALIBRE	TIPO DE MEDIDA				OBSERVACIONES
	CONDUCTOR AWG	FASE-NEUTRO MΩ		FASE-TIERRA MΩ		
1	2#12	A-N	370	A-T	370	Tomas sala general
2	#12	-	-	-	-	Anulado
3	2#12	C-N	420	C-T	420	Tomas zona posterior salones 2,3,4,5 y unidad de aire acondicionado 1
4	#12	A-N	560	A-T	560	Tomas tarima, salon posterior y unidad de aire acondicionado 2
5	#12	B-N	500	B-T	500	Tomas salon de conferencias
6	#12	C-N	960	C-T	960	Tomas salon de conferencias
7	4#12	A-N	400	A-T	400	Luces salon conferencias
8	4#12	B-N	430	B-T	430	Luces salon conferencias
9	5#12	C-N	520	C-T	520	Luces salon conferencias
10	#12	A-N	380	A-T	380	Luces sala general
11	#12	B-N	440	B-T	440	Luces sala general
12	#12	C-N	510	C-T	510	Luces sala general
13	#12	A-N	490	A-T	490	Luces sala general
14	#12	B-N	8,2	B-T	8,2	Luces sala general
15	#12	C-N	490	C-T	490	Luces sala general
16	2#12	A-N	530	A-T	530	Luces zona posterior salones 2,3,4.
17	2#12	B-N	370	B-T	370	Ventiladores salon 5 y luces sala general
18	2#12	C-N	323	C-T	323	Luces salon 5 y zona posterior salones 2,3,4.
19	2#12	A-N	420	A-T	420	Luces unidades de aire 1 y 2
20	#12	B-N	530	B-T	530	Luces salon 4
21	#12	C-N	350	C-T	350	Ventiladores salon 3 y luces salon 2
22	#12	A-N	530	A-T	530	Luces salon 3
23	#12	B-N	270	B-T	270	Tomas salones 3,4,5
24	#12	-	-	-	-	Control de bobina de contactores de ctos 20,21,22
25 y 26	2#12	-	-	-	-	Aire en sala del tablero TD2-2

**Fuente:** los Autores.

**TABLA 57.** Cuadro de aislamiento Tablero UA.

TABLERO UA						
circuito	CALIBRE	TIPO DE MEDIDA				OBSERVACIONES
	CONDUCTOR AWG	FASE-FASE MΩ		FASE-TIERRA MΩ		
1	3#4	A-C	1970	A-T	920	unidad 1
		A-B	1450	B-T	1076	
		B-C	2110	C-T	1210	
2	3#4	A-C	3670	A-T	1970	unidad 2
		A-B	3500	B-T	1360	
		B-C	3110	C-T	1310	
3	3#8	A-C	122	A-T	147	unidad 3
		A-B	192	B-T	530	
		B-C	72	C-T	698	
4	3#4	A-C	1450	A-T	660	unidad 4
		A-B	1460	B-T	670	
		B-C	1480	C-T	6650	
5	3#4	A-C	850	A-T	1080	unidad 5
		A-B	720	B-T	13,21	
		B-C	85,7	C-T	80,3	
6	3#4	A-C	2190	A-T	1010	unidad 6
		A-B	2170	B-T	890	
		B-C	1490	C-T	990	
7	3#4	A-C	304	A-T	540	unidad 7
		A-B	1050	B-T	43,1	
		B-C	276	C-T	0,33	
8	3#4	A-C	560	A-T	510	unidad 8
		A-B	530	B-T	12,81	
		B-C	16,32	C-T	7,09	

**Fuente:** los Autores.

Un nivel de aislamiento aceptable debe ser mayor a 250 kΩ para que se produzca una corriente de fuga menor o igual a 1mA, de tal forma que se asegure un flujo de corriente a lo largo del conductor y no por su periferia.

Según lo anterior se puede llegar a la conclusión de que el aislamiento en los circuitos ramales y acometida de los tableros se encuentra en buen estado, ya que los valores obtenidos en la medición son del orden de los Megaohm (MΩ).

#### **5.4. CUADROS DE CARGA.**

A continuación se relacionan los cuadros de carga para cada tablero y subtablero de distribución, los cuales fueron obtenidos a partir del levantamiento de las instalaciones eléctricas, en ellos se asocia la carga de cada circuito ramal.

En los cuadros de carga se utiliza el símbolo asterisco (\*), indica que el conductor es en cobre desnudo para la puesta a tierra.

**CUADRO 1.** Cuadro de cargas levantamiento tablero TP (Portería).

<b>CUADRO DE CARGA TABLERO TP (Primer Piso)</b>															
CIRCUITO	LUMINARIAS		TOMAS COMÚN	FASES			FP	P(W)	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
	2x39w	BOMBILLOS		A	B	C					F	N	T		
1			4	648			0,9	648	720	6	#12	#12	#14*	15	tomas caseta
2	1	5		539			0,9	539	598,89	4,991	#12	#12	#14*	15	tomas caseta
3															Anulado
4															Anulado
<b>TOTALES</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1187</b>			<b>0,9</b>	<b>1187</b>	<b>1318,89</b>	<b>10,991</b>	<b>#12</b>	<b>#12</b>	<b>#14*</b>	<b>15</b>	<b>VA A TD1-2(11)</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 2.** Cuadro de cargas levantamiento tablero TI (Geomática).

<b>CUADRO DE CARGA TABLERO TI (Primer Piso)</b>													
CIRCUITO	TOMAS	FASES			FP	P(W)	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
	ESPECIAL	A	B	C					F	N	T		
1												15	Anulado (brecker sin conexión)
2													Reserva
3 y 5	1	2000	2000		0,85	4000	4705,88	22,62	#10		#12	2x30	Aire planta telefonica, Aire exterior planta telefonica
4												15	Anulado (brecker sin conexión)
6												15	Anulado (brecker sin conexión)
7													Reserva
8												15	Anulado (brecker sin conexión)
<b>TOTALES</b>	<b>1</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>		<b>0,85</b>	<b>4000</b>	<b>4705,88</b>	<b>22,62</b>	<b>2#12</b>	<b>#12</b>	<b>#12*</b>	<b>40</b>	<b>Alimentador viene de TD1-2 (17-36)</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 3.** Cuadro de cargas levantamiento tablero TN (Geomática).

<b>CUADRO DE CARGAS TABLERO TN (Primer Piso)</b>															
CIRCUITO	LUMINARIAS	TOMAS		FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
	62 W	ESPECIALES	COMÚN	A	B	C					F	N	T	(A)	
1			6	972			972	0,9	1080	9	#12	#12	#12	20	tomas oficina de geomatica
2			5	810			810	0,9	900	7,5	#12	#12	#12	20	tomas oficina de geomatica
3			4		648		648	0,9	720	6	#12	#12	#12	20	tomas oficina de geomatica
4	4				248		248	0,9	275,556	2,296	#12	#12	#12	20	Luces sala de reunión
5		9				2700	2700	0,9	3000	25	#10	#10	#12	20	Bypass taablero regulado
6	4					248	248	0,9	275,556	2,296	#12	#12	#12	20	Luces oficina
9 y 11				1621	1621		3242	0,85	3814,12	18,34	#12	#12	#12	2x20	Aire oficina geomática
18 y 12				1621	1621		3242	0,85	3814,12	18,34	#12	#12	#12	2x20	Aire sala conferencias geomática
7 AL 17															Rserva
<b>TOTALES</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>5024</b>	<b>4138</b>	<b>2948</b>	<b>12110</b>	<b>0,89</b>	<b>13645,1</b>	<b>37,87</b>	<b>3#8</b>	<b>#8</b>	<b>#8</b>	<b>3x40</b>	<b>VA A TD1-2(1-2-3)</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 4.** Cuadro de cargas levantamiento tablero TR (Geomática).

<b>CUADRO DE CARGA TABLERO TR (Primer Piso)</b>														
CIRCUITO	TOMAS		FASES			FP	P(W)	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
	ESPECIALES		A	B	C					F	N	T	(A)	
1	3				900	0,9	900	1000	8,333	#12	#12	#12	15	Oficina de geomatica
2	2				600	0,9	600	666,67	5,556	#12	#12	#12	15	Oficina de geomatica
3	3				900	0,9	900	1000	8,333	#12	#12	#12	15	Oficina de geomatica
4	1				300	0,9	300	333,33	2,778	#12	#12	#12	15	Oficina de geomatica
5 AL 8														Reserva
	<b>9</b>				<b>2700</b>	<b>0,9</b>	<b>2700</b>	<b>3000</b>	<b>25</b>	<b>#10</b>	<b>#10</b>	<b>#12</b>	<b>20</b>	<b>VA A TN(5) BYPASS UPS</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 5.** Cuadro de cargas levantamiento tablero TC (Corporación Cultural).

<b>CUADRO DE CARGA TABLERO TC (Primer Piso)</b>																	
CIRCUITO	LUMINARIAS			TOMAS		FASES			FP	P(W)	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
	4x39w	2x39w	BOMBILLOS	ESPECIAL	COMÚN	A	B	C					F	N	T		
1 y 2				1		1621	1621		0,85	3242	3814,12	18,34	2#12	-	#14*	2x30	toma bifasico salon barrancabermeja
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	RESERVA
4					3		486		0,90	486	540,00	4,50	#10,#12	#12	#14*	15	tomas baños
5				1	7	1434			0,90	1434	1593,33	13,28	2#12	#12	#12*	20	tomas salon america, barrancabermeja y recepcion
6	5						780		0,90	780	866,67	7,22	2#12	#12	#14*	15	luces salon barrancabermeja y salon america
7	5					780			0,90	780	866,67	7,22	2#12	#12	#14*	15	luces salon barrancabermeja y salon america
8		5	3	1	2		1314		0,90	1314	1460,00	12,17	3#12	#12	#14*	15	luces pasillo, cafeteria, recepcion y toma recepcion, baños
9 y 10				1		1621	1621		0,85	3242	3814,12	18,34	2#10	-	#14*	30-50	toma bifasico salon america
11		2	1	1	11	2338			0,90	2338	2597,78	21,65	2#12	2#12	2#14*	15	tomas oficina, cafeteria. Subestacion y cuarto de bombas
12 y 13				1		1621	1621		0,90	3242	3602,22	17,32	2#12	-	#14*	30-50	toma bifasico salon barrancabermeja
14		3	8				1034		0,90	1034	1148,89	9,57	#12	#12	#14*	15	luces baños y exterior.
15					3	2107			0,85	2107	571,76	13,93	#12	-	#14*	30	toma bifasico oficina y tomas salon america
16							1621		0,85	1621	1907,06	9,17	#12	#12	#14*	20	tomas bifasico oficina
<b>TOTALES</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>12</b>		<b>26</b>	<b>11522</b>	<b>10098</b>		<b>0,9</b>	<b>21620</b>	<b>22782,61</b>	<b>109,53</b>	<b>2#4</b>	<b>#8</b>	<b>#8*</b>	<b>3x100</b>	<b>Va al tablero general de la subestacion</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 6.** Cuadro de cargas levantamiento tablero TD 1-2 (Biblioteca Sala General).

<b>CUADRO DE CARGA TABLERO TD1-2 (Primer Piso)</b>																		
CIRCUITO	LUMINARIAS				TOMAS		FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
	4x39 W	62 W	2x39 W	BOMBILLOS	ESPECIALES	COMÚN	A	B	C					F	N	T		
1,2,3		8			9	15	5024	4138	2948	12110	0,89	13645,07	37,87	3#8	#8	#12	3x40	alimentacion tableros geomatica
4					1	9	1758			1758	0,9	1953,33	16,28	2#12	#12	#14*	15	tomas sala general y salones multiples
5						12		1944		1944	0,9	2160,00	18,00	2#12	#12	#14*	20	tomas sala general, salon multiple 2 y cuarto de aire
6			10						780	780	0,9	866,67	7,22	#12	#12	#14*	20	luces sala general
7					2	21	4002			4002	0,9	4446,67	37,06	2#12	#12	#14*	30	tomas oficinas, salon multiple 1, sala exposiciones.
8						12		1944		1944	0,9	2160,00	18,00	2#12	#12	#14*	30	tomas planta telefonica, sala de exposiciones y cuarto de
9	6		10			2			2040	2040	0,9	2266,67	18,89	2#12	#12	#14*	15	tomas baño de mujeres y luces sala general
10						3	486			486	0,9	540,00	4,50	#12	#12	#14*	15	tomas baño de hombres
11			1	5		5		1349		1349	0,9	1498,89	12,49	#12	#12	#14*	15	toma baño de mujeres, alimentacion tablero de porteria
12	3								468	468	0,9	520,00	4,33	#12	#12	#14*	15	luces salon multiple 2
13														#12	#12	#14*	15	Anulado
14	10							1560		1560	0,9	1733,33	14,44	2#12	#12	#14*	30	luces salon multiple 1 y 2, sala de espera
15	9								1404	1404	0,9	1560,00	13,00	2#12	#12	#14*	30	luces salon multiple 1 y 2
16	9						1404			1404	0,9	1560,00	13,00	2#12	#12	#14*	50	luces salon multiple 1 y 2
17 y 36					1			2000	2000	4000	0,9	4705,88	22,62	2#12	#12	#12*	40	alimentacion tablero TI
18			10			20			4020	4020	0,9	4466,67	37,22	2#12	#12	#14*	40	luces sala general, tomas sala general y cuarto de aire
19	11						1716			1716	0,9	1906,67	15,89	#12	#12	#14*	30	sala general y salon multiple 2
20	10							1560		1560	0,9	1733,33	14,44	#12	#12	#14*	30	luces sala general y salon multiple 2
21	7							1092		1092	0,9	1213,33	10,11	#12	#12	#14*	30	luces sala general
22	8						1248			1248	0,9	1386,67	11,56	3#12	#12	#14*	30	luces sala general
23	7							1092		1092	0,9	1213,33	10,11	3#12	#12	#14*	30	luces sala general
24	15								2340	2340	0,9	2600,00	21,67	3#12	#12	#14*	30	luces sala general
25	10						1560			1560	0,9	1733,33	14,44	2#12	#12	#14*	30	luces oficinas de prestamo
26	16							2496		2496	0,9	2773,33	23,11	2#12	#12	#14*	30	luces oficinas
27														#12	#12	#14*	15	luces oficinas (anulado)
28	4						624			624	0,9	693,33	5,78	3#12	#12	#14*	15	luces sala general y recepcion
29	2							312		312	0,9	346,67	2,89	3#12	#12	#14*	15	luces sala general
30	6								936	936	0,9	1040,00	8,67	2#12	#12	#14*	15	luces sala general, recepcion primer piso
31				5			500			500	0,9	555,56	4,63	#12	#12	#14*	30	luces sala de exposiciones
32				3				300		300	0,9	333,33	2,78	#12	#12	#14*	30	luces sala de exposiciones
33				2					200	200	0,9	222,22	1,85	#12	#12	#14*	30	luces sala exposicion
34	4			4			1024			1024	0,9	1137,78	9,48	2#12	#12	#14*	15	luces baños primer piso y baños oficinas, baño sala infantil
35			2	6				756		756	0,9	840,00	7,00	2#12	#12	#14*	15	baños salones multiples
37					2		324			324	0,9	360,00	3,00	#12	#12	#14*	15	tomas computadores sala general
38						4			648	648	0,9	720,00	6,00	2#12	#12	#14*	15	tomas computadores sala general
<b>TOTALES</b>	<b>137</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>105</b>	<b>19670</b>	<b>19451</b>	<b>18876</b>	<b>57997</b>	<b>0,9</b>	<b>64441,11</b>	<b>178,87</b>	<b>3#3/0</b>	<b>#1/0</b>	<b>#8*</b>	<b>3x175</b>	<b>VA A TABLERO GENERAL SUBESTACION</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 7.** Cuadro de cargas levantamiento tablero TD AP (Cuarto de Bombas).

CUADRO DE CARGAS TABLERO TD-AP (Primer Piso)													
CIRCUITO	LUMINARIAS	FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION	OBSERVACIONES
	250 W	A	B	C					F	N	T	(A)	
1 AL 3													Reserva
4 y 5	3	375	375		750	0,85	882,35	4,24	2#8	-	#8*	15	Luminarias exterior parte norte
5 y 6	2		250	250	500	0,85	588,24	2,83	2#8	-	#8*	15	Luminarias exterior parte norte
4 y 6	2	250		250	500	0,85	588,24	2,83	2#8	-	#8*	15	Luminarias exterior parte norte
7 AL 9													Reserva
10 y 11	2	250	250		500	0,85	588,24	2,83	2#10	-	#8*	15	Luminarias exterior parte sur
11 y 12	2		250	250	500	0,85	588,24	2,83	2#10	-	#8*	15	Luminarias exterior parte sur
10 y 12	2	250		250	500	0,85	588,24	2,83	2#10	-	#8*	15	Luminarias exterior parte sur
<b>TOTALES</b>	<b>13</b>	<b>1125</b>	<b>1125</b>	<b>1000</b>	<b>3250</b>	<b>0,85</b>	<b>3823,53</b>	<b>18,38</b>	<b>3#4</b>	<b>-</b>	<b>#8*</b>	<b>3X50</b>	<b>Va a tablero general S/E</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 8.** Cuadro de cargas levantamiento tablero TD 2-1 (Pasillo Especializaciones).

CUADRO DE CARGA TABLERO TD2-1 (Segundo Piso)																		
CIRCUITO	ALUMBRADO			TOMAS		OTROS	FASES (W)			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION	OBSERVACIONES
	4x39 w	2x39 w	BOMBILLOS	ESPECIAL	COMÚN	VENTILADORES	A	B	C					F	N	T	(A)	
1		1					78		-	78	0,9	86,67	0,72	#12	#12	#14*	15	luces baño mujeres
2					1		162		-	162	0,9	180,00	1,50	#12	#12	#14*	15	toma sala general
3					10		1620		-	1620	0,9	1800,00	15,00	#12	#12	#14*	30	tomas salon 7 y sala general
4					1		162		-	162	0,9	180,00	1,50	#12	#12	#14*	15	toma baño de hombres
5									-					#12	#12	#14*	15	anulado
6					1		162		-	162	0,9	180,00	1,50	#12	#12	#14*	15	toma sala general
7					1		162		-	162	0,9	180,00	1,50	#12	#12	#14*	15	toma sala general
8					1		162		-	162	0,9	180,00	1,50	#12	#12	#14*	15	toma baño hombres
9	14		1			1	2284		-	2284	0,9	2537,78	21,15	2#12	#12	#14*	30	luces salon 7, salon 6 y ventilador oficina
10	3					1	468		-	468	0,9	520,00	4,33	2#12	#12	#14*	20	luces salon 7 y ventilador oficina
11	1	5					546		-	546	0,9	606,67	5,06	2#12	#12	#14*	15	luces baño hombres y sala general
12					11		1782		-	1782	0,9	1980,00	16,50	2#12	#12	#14*	20	tomas salon 6 y oficinas
13 y 14				1			2810	2810	-	5620	0,9	6611,76	31,79	2#10	-	#10	2x30	aire acondicionado salon 7
15 y 16				1			2810	2810	-	5620	0,9	6611,76	31,79	2#10	-	#10	2x30	aire acondicionado salon 6
<b>TOTALES</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>8774</b>	<b>10054</b>	<b>-</b>	<b>18828</b>	<b>0,9</b>	<b>21654,64</b>	<b>104,11</b>	<b>2#4</b>	<b>#8</b>	<b>#8*</b>	<b>2x60</b>	<b>Va a tablero general S/E</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 9.** Cuadro de cargas levantamiento tablero TD 2-2 (Oficina Especializaciones).

CUADRO DE CARGAS TABLERO TD2-2 (Segundo Piso)																		
CIRCUITO	LUMINARIAS			TOMAS		OTROS	FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION	OBSERVACIONES
	4x39 w	2x39 w	BOMBILLOS	ESPECIAL	COMÚN	VENTILADORES	A	B	C					F	N	T	(A)	
1					8		1296			1296	0,9	1440,00	12,00	2#12	2#12	#14*	30	Tomas sala general
2														#12	#12	#14*	15	Anulado
3					11				1782	1782	0,9	1980,00	16,50	2#12	#12	#14*	15	Tomas zona posterior salones 2,3,4,5 y unidad de aire acondicionado 1
4					9		1458			1458	0,9	1620,00	13,50	#12	#12	#14*	15	Tomas tarima, salon posterior y unidad de aire acondicionado 2
5			1	1	4			868		868	0,9	964,44	8,04	#12	#12	#14*	15	Tomas salon de conferencias
6					5				810	810	0,9	900,00	7,50	#12	#12	#14*	15	Tomas salon de conferencias
7	13						2028			2028	0,9	2253,33	18,78	4#12	4#12	4#14*	30	Luces salon conferencias
8	10							1560		1560	0,9	1733,33	14,44	4#12	4#12	4#14*	30	Luces salon conferencias
9	10							1560		1560	0,9	1733,33	14,44	5#12	4#12	4#14*	30	Luces salon conferencias
10	3						468			468	0,9	520,00	4,33	#12	#12	#14*	20	Luces sala general
11	2							312		312	0,9	346,67	2,89	#12	#12	#14*	20	Luces sala general
12	3								468	468	0,9	520,00	4,33	#12	#12	#14*	20	Luces sala general
13	2						312			312	0,9	346,67	2,89	#12	#12	#14*	20	Luces sala general
14	8							1248		1248	0,9	1386,67	11,56	#12	#12	#14*	20	Luces sala general
15	6							936		936	0,9	1040,00	8,67	#12	#12	#14*	20	Luces sala general
16	5						780			780	0,9	866,67	7,22	2#12	#12	#14*	30	Luces zona posterior salones 2,3,4.
17	3					4		1116		1116	0,9	1240,00	10,33	2#12	#12	#14*	30	Ventiladores salon 5 y luces sala general
18	12								1872	1872	0,9	2080,00	17,33	2#12	#12	#14*	30	Luces salon 5 y zona posterior salones 2,3,4.
19			4				400			400	0,9	444,44	3,70	2#12	#12	#14*	15	Luces unidades de aire 1 y 2
20		8				4		1272		1272	0,9	1413,33	11,78	#12	#12	#14*	20	Luces salon 4
21		8				4			1272	1272	0,9	1413,33	11,78	#12	#12	#14*	20	Ventiladores salon 3 y luces salon 2
22		8					624			624	0,9	693,33	5,78	#12	#12	#14*	20	Luces salon 3
23					4			648		648	0,9	720,00	6,00	#12	#12	#14*	30	Tomas salones 3,4,5
24									4,25	4,25	0,9	5,00		#12	-	#14*	15	Control de bobina de contactores de ctos 20,21,22
25 y 26				1				810,5	810,5	1621	0,9	1907,06	9,17	2#12	-	#12	2x20	Aire en sala del tablero TD2-2
<b>TOTALES</b>	<b>77</b>	<b>24</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>41</b>	<b>12</b>	<b>7366</b>	<b>7835</b>	<b>9514,8</b>	<b>24715,3</b>	<b>0,90</b>	<b>27567,61</b>	<b>76,52</b>	<b>3#2</b>	<b>#4</b>	<b>#8*</b>	<b>3x100</b>	<b>Alimentador, va a tablero general S/E</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 10.** Cuadro de cargas levantamiento tablero TR1 (Centic).

<b>CUADRO DE CARGAS TABLERO TR1 (CENTIC)</b>														
<b>CIRCUITO</b>	<b>TOMAS</b>		<b>FASES</b>			<b>P(W)</b>	<b>FP</b>	<b>S(VA)</b>	<b>I(A)</b>	<b>CONDUCTORES AWG</b>			<b>PROTECCIÓN (A)</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
	<b>ESPECIAL</b>	<b>COMÚN</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>					<b>F</b>	<b>N</b>	<b>T</b>		
1		4	-	648		648	0,9	720,00	6,00	#12	#12	#12	15	tomas centic
2	6		-	900		900	0,85	1058,82	8,82	#12	#12	#12	15	Computadores centic
3	6		-		900	900	0,85	1058,82	8,82	#12	#12	#12	15	Computadores centic
4	6		-		900	900	0,85	1058,82	8,82	#12	#12	#12	15	Computadores centic
5	6		-	900		900	0,85	1058,82	8,82	#12	#12	#12	15	Computadores centic
6	6		-	900		900	0,85	1058,82	8,82	#12	#12	#12	15	Computadores centic
7	6		-		900	900	0,85	1058,82	8,82	#12	#12	#12	15	Computadores centic
8	6		-		900	900	0,85	1058,82	8,82	#12	#12	#12	15	Computadores centic
9	6		-	900		900	0,85	1058,82	8,82	#12	#12	#12	15	Computadores centic
10		2	-	324		324	0,9	360,00	3,00	#12	#12	#12	15	tomas centic
11														reserva
12														reserva
<b>TOTALES</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>4572</b>	<b>3600</b>	<b>8172</b>	<b>0,86</b>	<b>9502,33</b>	<b>45,68</b>	<b>2#6</b>	<b>#6</b>	<b>#6</b>	<b>2x60</b>	<b>Va a TD 2-3</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 11. Cuadro de cargas levantamiento tablero TD 2-3.**

CUADRO DE CARGAS TABLERO TD2-3																	
CIRCUITO	LUMINARIAS			TOMAS		FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION (A)	OBSERVACIONES
	4x39 w	2x39 w	BOMBILLOS	ESPECIAL	COMÚN	A	B	C					F	N	T		
1					7	1134			1134	0,9	1260,00	10,50	#12	#12	#14*	15	Tomas salon de musica
2													#12	#12	#14*	15	Anulado
3					1			162	162	0,9	180,00	1,50	#12	#12	#14*	15	Toma salon de sonido
4					1	162			162	0,9	180,00	1,50	#12	#12	#14*	15	Toma salon de sonido
5				1	2		1544		1544	0,9	1715,56	14,30	#12	#12	#14*	15	Tomas centic, sala de aseo y aire acondicionado bodega centic
6													#12	#12	#14*	15	Anulado
7					2	324			324	0,9	360,00	3,00	#12	#12	#14*	15	Tomas baño de mujeres
8					3		486		486	0,9	540,00	4,50	#12	#12	#14*	20	Tomas baño de hombres
9					10			1620	1620	0,9	1800,00	15,00	#12	#12	#14*	15	Tomas sala cafeteria y unidad de aire acondicionado 4
10					6	972			972	0,9	1080,00	9,00	#12	#12	#14*	40	Tomas cafeteria
11					1		162		162	0,9	180,00	1,50	#12	#12	#14*	15	Toma cafeteria
12	8							1248	1248	0,9	1386,67	11,56	3#12	3#12	2#14*	20	Luces centic y salon de musica
13	7					1092			1092	0,9	1213,33	10,11	3#12	3#12	2#14*	20	Luces centic y salon de musica
14	8						1248		1248	0,9	1386,67	11,56	3#12	3#12	2#14*	20	Luces centic y salon de musica
15		4	6					912	912	0,9	1013,33	8,44	3#12	3#12	#14*	15	Luces baños, sala de aseo y unidades de aire acondicionado 3 y 4.
16	7					1092			1092	0,9	1213,33	10,11	#12	#12	#14*	20	Luces sala cafeteria
17	6						936		936	0,9	1040,00	8,67	#12	#12	#14*	20	Luces sala cafeteria
18	10							1560	1560	0,9	1733,33	14,44	#12	#12	#14*	20	Luces cafeteria
19	5					780			780	0,9	866,67	7,22	3#12	2#12	2#14*	20	Luces sala cafeteria
20	5						780		780	0,9	866,67	7,22	3#12	2#12	2#14*	20	Luces sala cafeteria
21													3#12	2#12	2#14*	20	Anulado luces
22					5	810			810	0,9	900,00	7,50	10#12	10#12	#14*	20	Tomas centic y salon 6, 7
23					9		1458		1458	0,9	1620,00	13,50	6#12	6#12	#14*	20	Tomas oficina primer piso salon america y salon barrancabermeja
24					8			1296	1296	0,9	1440,00	12,00	10#12	10#12	#14*	20	Tomas centic
25 y 26				1		1800	1800		3600	0,9	4000,00		2#10	-	#12	2x20	Toma bifasco centic
27 y 28				1		1800		1800	3600	0,9	4000,00		2#10	-	#12	20 - 30	Toma bifasco centic
29 y 30				48	6		4572	3600	8172	0,9	9502,33	45,68	2#6	#6	#6	2x60	Alimentacion tablero centic
31 y 32				1		2940	2940		5880	0,9	6917,65	33,26	2#4	-	#4	2x50	Aire acondicionado salon 2
<b>TOTALES</b>	<b>56</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>52</b>	<b>61</b>	<b>12906</b>	<b>15926</b>	<b>12198</b>	<b>41030</b>	<b>0,90</b>	<b>46395,53</b>	<b>128,78</b>	<b>3#2</b>	<b>#4</b>	<b>#8*</b>	<b>3x100</b>	<b>Alimentador, va a tablero general S/E</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 12.** Cuadro de cargas levantamiento unidades de aires centralizadas.

CUADRO DE CARGA UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO (S/E Primer Piso)												
CIRCUITO	FASES			FP	P(W)	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION (A)	OBSERVACIONES
	A	B	C					F	N	T		
1	7773,44	7773,44	7773,44	0,85	23320,33	27435,68	36	3#4	-	#8*	3X80	unidad 1
2	7773,44	7773,44	7773,44	0,85	23320,33	27435,68	36	3#4	-	#8*	3X80	unidad 2
3	2159,29	2159,29	2159,29	0,85	6477,87	7621,02	10	3#8	-	#8*	3X50	unidad 3
4	2159,29	2159,29	2159,29	0,85	6477,87	7621,02	10	3#4	-	#8*	3X50	unidad 4
5	7773,44	7773,44	7773,44	0,85	23320,33	27435,68	36	3#4	-	#8*	3X80	unidad 5
6	7773,44	7773,44	7773,44	0,85	23320,33	27435,68	36	3#4	-	#8*	3X80	unidad 6
7	2159,29	2159,29	2159,29	0,85	6477,87	7621,02	10	3#4	-	#8*	3X50	unidad 7
8	7773,44	7773,44	7773,44	0,85	23320,33	27435,68	36	3#4	-	#8*	3X80	unidad 8
<b>TOTALES</b>	<b>45345,09</b>	<b>45345,09</b>	<b>45345,09</b>	<b>0,85</b>	<b>136035,27</b>	<b>160041,49</b>	<b>210</b>	<b>3#350MCM</b>	<b>#300 MCM</b>	<b>#1/0*</b>	<b>3X550</b>	<b>VA AL TRAF0 400VA</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 13.** Cuadro de cargas levantamiento tablero general subestación.

CUADRO DE CARGAS TABLERO GENERAL SUBESTACIÓN																					
CIRCUITO	LUMINARIAS					TOMAS		OTROS	FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION (A)	OBSERVACIONES	
	4x39 W	2x39 W	62 W	250 W	BOMBILLOS	ESPECIAL	COMÚN		VENTILADORES	A	B					C	F	N			T
TD AP	-	-	-	13	-	-	-	-	1125	1125	1000	3250	0,85	3823,53	18,28	3#4	-	#8*	3X50	Cuarto de bombas (1er piso)	
TC	10	10	-	-	12	3	26	-	11522	10098	-	21620	0,9	22782,61	109,53	2#4	#8	#8*	3x100	Corporacion cultural (1er piso)	
TD 1-2	137	33	8	-	25	13	105	-	19670	19451	18876	57997	0,9	64441,11	178,87	3# 3/0	# 1/0	#8*	3x175	Sala general biblioteca (1er piso)	
TD 2-1	18	6	-	-	1	2	26	2	8774	10054	-	18828	0,9	21654,64	104,11	2#4	#8	#8*	2x60	Pasillo salones especialización (2do piso)	
TD 2-2	77	24	-	-	5	2	41	12	7366	7834,5	9514,75	24715,25	0,9	27567,61	76,52	3#2	#4	#8*	3x140	Cuarto junto a salon 6 (2do piso)	
TD 2-3	56	4	-	-	6	52	61	-	12906	15926	12198	41030	0,9	46395,53	128,78	3#2	#4	#8*	3x140	Cuarto junto al centic (2do piso)	
T-KZ																			30	Anulado	
T-BOMBAS																				3x100	Anulado
<b>TOTALES</b>	<b>298</b>	<b>77</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>49</b>	<b>72</b>	<b>259</b>	<b>14</b>	<b>61363</b>	<b>64488,5</b>	<b>41588,75</b>	<b>167440,25</b>	<b>0,9</b>	<b>186044,72</b>	<b>589,55</b>	<b>3# 3/0</b>	<b># 1/0</b>	<b># 1/0*</b>	<b>3x360</b>		

Fuente: los Autores.

## 5.5. CUADROS DE REGULACIÓN

A continuación se presentan los cuadros de regulación para cada circuito ramal desde bornes del transformador, los cuales fueron obtenidos a partir del levantamiento de las instalaciones eléctrica del edificio.

En amarillo se resaltan los circuitos que no cumple con los porcentajes de regulación establecidos por las normas vigentes (3% hasta tablero de distribución y 2% para circuitos ramales), por lo que se hace inevitable hacer modificaciones en los tableros y circuitos ramales durante la etapa de rediseño, para dar cumplimiento con estos parámetros, evitar daños, reducción en la vida útil de equipos y eliminar riesgos para las personas que hacen uso de las instalaciones eléctricas de la biblioteca.

**CUADRO 14.** Regulación para unidades de aire centralizadas (levantamiento).

Unidades de aire acondicionado											
CIRCUITO	FP	P(W)	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION
					AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m			TOTAL (%)
1	0,85	23320,33	27,436	3	3#4	1	24,298	666,62	85,7495	1,32125	1,82508
2	0,85	23320,33	27,436	3	3#4	1	46,884	1286,29	85,7495	2,54942	3,05325
3	0,85	6477,87	7,621	3	3#8	1	74,465	567,50	207,1611	2,71736	3,22119
4	0,85	6477,87	7,621	3	3#4	1	91,316	695,92	85,7495	1,37932	1,88315
5	0,85	23320,33	27,436	3	3#4	1	11,835	324,70	85,7495	0,64356	1,14739
6	0,85	23320,33	27,436	3	3#4	1	31,855	873,95	85,7495	1,73218	2,23600
7	0,85	6477,87	7,621	3	3#4	1	55,623	423,91	85,7495	0,84019	1,34401
8	0,85	23320,33	27,436	3	3#4	1	78,155	2144,24	85,7495	4,24991	4,75373
<b>TOTALES</b>	<b>0,85</b>	<b>136035,26</b>	<b>160,041</b>	<b>3</b>	<b>3#350MCM</b>	<b>1</b>	<b>9,435</b>	<b>1510,03</b>	<b>14,43523</b>	<b>0,50383</b>	<b>-</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 15.** Regulación tablero general subestación (levantamiento).

REGULACION TABLERO GENERAL SUBESTACIÓN											
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION
					AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)
TD AP	3250	0,85	3,82	3	#4	1	11,495	43,95	85,7495	0,0871	0,7965
TC	21620	0,9	24,02	2	#4	2,25	16,590	398,54	89,2797	1,8504	2,5598
TD 1-2	57997	0,9	64,44	3	# 3/0	1	48,427	3120,71	25,5891	1,8458	2,5552
TD 2-1	18828	0,9	20,92	2	#4	2,25	17,219	360,23	89,2797	1,6726	2,3819
TD 2-2	24715,3	0,9	27,46	3	#2	1	21,684	595,48	57,8007	0,7956	1,5049
TD 2-3	41030	0,9	45,59	3	#2	1	68,999	3145,57	57,8007	4,2025	4,9118
T-KZ											
T-BOMBAS											
<b>TOTALES</b>	<b>167440,3</b>	<b>0,9</b>	<b>186,04</b>	<b>3</b>	<b># 3/0</b>	<b>1</b>	<b>6,446</b>	<b>1199,33</b>	<b>25,5891</b>	<b>0,7094</b>	

Fuente: los Autores.

**CUADRO 16.** Regulación de los circuitos ramales tablero TD-AP (levantamiento).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD-AP											
Circuito	P(W)	FP	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION
					AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)
1 AL 3											
4 y 5	750	0,85	0,882	2	#8	2	90,397	79,762	207,1611	0,7638	1,6608
5 y 6	500	0,85	0,588	2	#8	2	79,904	47,002	207,1611	0,4501	1,3471
4 y 6	500	0,85	0,588	2	#8	2	63,776	37,515	207,1611	0,3593	1,2562
7 AL 9											
10 y 11	500	0,85	0,588	2	#10	2	121,721	71,600	320,1481	1,0597	1,9566
11 y 12	500	0,85	0,588	2	#10	2	112,094	65,938	320,1481	0,9759	1,8728
10 y 12	500	0,85	0,588	2	#10	2	95,713	56,302	320,1481	0,8332	1,7302

Fuente: los Autores.

**CUADRO 17.** Regulación de los circuitos ramales tablero TC (levantamiento).

<b>REGULACIÓN CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TC</b>											
CIRCUITO	FP	P(W)	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION
					AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m			TOTAL (%)
1 y 2	0,85	3242	3,814	2	#12	2	18,6208	71,0219	504,4686	1,6563	4,3165
3											
4	0,9	486	0,540	1	#10	6	20,8480	11,2579	337,154	0,5264	3,1867
5	0,9	1434	1,593	1	#12	6	32,7219	52,1370	532,18	3,8479	6,5082
6	0,9	780	0,867	1	#12	6	29,3311	25,4203	532,18	1,8761	4,5364
7	0,9	780	0,867	1	#12	6	25,6598	22,2385	532,18	1,6413	4,3016
8	0,9	1314	1,460	1	#12	6	23,8480	34,8181	532,18	2,5697	5,2300
9 y 10	0,85	3242	3,814	2	#10	2	10,3662	39,5380	320,1481	0,5852	3,2454
11	0,9	2338	2,598	1	#12	6	28,9858	75,2986	532,18	5,5574	8,2177
12 y 13	0,9	3242	3,602	2	#12	2	24,9226	89,7769	504,4686	2,0936	4,7539
14	0,9	1034	1,149	1	#12	6	46,5665	53,4997	532,18	3,9485	6,6088
15	0,85	2107	0,572	1	#12	6	21,0295	12,0239	504,4686	0,8412	3,5015
16	0,85	1621	1,907	1	#12	6	6,2101	11,8429	504,4686	0,8285	3,4888

**Fuente:** los Autores.

**CUADRO 18.** Regulación de los circuitos ramales tablero TD 1-2 (levantamiento).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD1-2											
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION
					AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m			TOTAL (%)
1,2,3	12110	0,89	13,6451	3	#8	1	20,332	277,429	217,607	1,3954	4,8057
4	1758	0,9	1,9533	1	#12	6	26,683	52,121	532,180	3,8468	7,2571
5	1944	0,9	2,1600	1	#12	6	64,356	139,008	532,180	10,2594	13,6698
6	780	0,9	0,8667	1	#12	6	61,586	53,375	532,180	3,9393	7,3496
7	4002	0,9	4,4467	1	#12	6	53,348	237,223	532,180	17,5081	20,9185
8	1944	0,9	2,1600	1	#12	6	44,780	96,724	532,180	7,1387	10,5490
9	2040	0,9	2,2667	1	#12	6	32,965	74,721	532,180	5,5147	8,9251
10	486	0,9	0,5400	1	#12	6	34,371	18,560	532,180	1,3698	4,7802
11	1349	0,9	1,4989	1	#12	6	57,512	86,204	532,180	6,3622	9,7726
12	468	0,9	0,5200	1	#12	6	49,181	25,574	532,180	1,8875	5,2978
13											
14	1560	0,9	1,7333	1	#12	6	36,663	63,549	532,180	4,6902	8,1005
15	1404	0,9	1,5600	1	#12	6	33,313	51,968	532,180	3,8355	7,2458
16	1404	0,9	1,5600	1	#12	6	35,163	54,854	532,180	4,0485	7,4588
17 y 36	4000	0,9	4,7059	2	#12	2,25	17,688	83,235	504,466	2,1837	5,5940
18	4020	0,9	4,4667	1	#12	6	67,204	300,180	532,180	22,1546	25,5650
19	1716	0,9	1,9067	1	#12	6	49,309	94,016	532,180	6,9388	10,3492
20	1560	0,9	1,7333	1	#12	6	52,709	91,363	532,180	6,7430	10,1533
21	1092	0,9	1,2133	1	#12	6	32,264	39,147	532,180	2,8892	6,2995
22	1248	0,9	1,3867	1	#12	6	55,304	76,688	532,180	5,6599	9,0702
23	1092	0,9	1,2133	1	#12	6	56,187	68,173	532,180	5,0315	8,4418
24	2340	0,9	2,6000	1	#12	6	53,504	139,110	532,180	10,2669	13,6773
25	1560	0,9	1,7333	1	#12	6	84,102	145,778	532,180	10,7591	14,1694
26	2496	0,9	2,7733	1	#12	6	81,779	226,801	532,180	16,7389	20,1493
27											
28	624	0,9	0,6933	1	#12	6	44,646	30,954	532,180	2,2846	5,6949
29	312	0,9	0,3467	1	#12	6	29,527	10,236	532,180	0,7555	4,1658
30	936	0,9	1,0400	1	#12	6	46,153	47,999	532,180	3,5425	6,9529
31	500	0,9	0,5556	1	#12	6	37,358	20,755	532,180	1,5318	4,9421
32	300	0,9	0,3333	1	#12	6	31,931	10,644	532,180	0,7855	4,1959
33	200	0,9	0,2222	1	#12	6	38,393	8,532	532,180	0,6297	4,0400
34	1024	0,9	1,1378	1	#12	6	81,398	92,613	532,180	6,8352	10,2456
35	756	0,9	0,8400	1	#12	6	92,443	77,652	532,180	5,7311	9,1414
37	324	0,9	0,3600	1	#12	6	17,093	6,154	532,180	0,4542	3,8645
38	648	0,9	0,7200	1	#12	6	21,856	15,736	532,180	1,1614	4,5718

Fuente: los Autores.

**CUADRO 19.** Regulación de los circuitos ramales tablero TN (levantamiento).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TN												
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION	REGULACION	
					AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m		%	TOTAL (%)	
1	972	0,9	1,0800	1	#12	6	8,031	8,673	532,180	0,640	5,464	
2	810	0,9	0,9000	1	#12	6	14,132	12,719	532,180	0,939	5,763	
3	648	0,9	0,7200	1	#12	6	22,826	16,435	532,180	1,213	6,037	
4	224	0,9	0,2489	1	#12	6	12,581	3,131	532,180	0,231	5,055	
5	2700	0,9	3,0000	1	#10	6	2,900	8,700	337,154	0,407	5,231	
6	224	0,9	0,2489	1	#12	6	6,841	1,703	532,180	0,126	4,950	
9 y 11	3242	0,85	3,8141	2	#12	2	3,599	13,729	504,466	0,320	5,144	
18 y 12	3242	0,85	3,8141	2	#12	2	3,774	14,393	504,466	0,336	5,160	
7 AL 17												

Fuente: los Autores.

**CUADRO 20.** Regulación de los circuitos ramales tablero TR (levantamiento).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TR												
CIRCUITO	FP	P(W)	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION	REGULACION	
					AWG/FASE	FC	(m)	Kva-m		%	TOTAL (%)	
1	0,9	900	1,000	1	#12	6	7,617	7,617	532,180	0,562	5,793	
2	0,9	600	0,667	1	#12	6	12,099	8,066	532,180	0,595	5,826	
3	0,9	900	1,000	1	#12	6	22,900	22,900	532,180	1,690	6,921	
4	0,9	300	0,333	1	#12	6	17,338	5,779	532,180	0,427	5,658	
5 AL 8												

Fuente: los Autores.

**CUADRO 21.** Regulación de los circuitos ramales tablero TI (levantamiento).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES TABLERO TI											
CIRCUITO	FP	P(W)	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION	REGULACION
					AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m		%	TOTAL (%)
1											
2											
3 y 5	0,85	4000	4,706	2	#10	2	35,424	166,71	320,1481	2,4672	8,06127
4 AL 8											

Fuente: los Autores.

**CUADRO 22.** Regulación de los circuitos ramales tablero TP (levantamiento).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TP											
CIRCUITO	FP	P(W)	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION	REGULACION
					AWG/FASE	FC	(m)	(kVA)		%	TOTAL (%)
1	0,9	648	0,72	1	#12	6	7,4696	5,3781	532,1800	0,3969	10,1695
2	0,9	539	0,5989	1	#12	6	11,1400	6,6716	532,1800	0,4924	10,2650
3											
4											

Fuente: los Autores.

**CUADRO 23.** Regulación de los circuitos ramales tablero TD 2-1 (levantamiento).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD 2-1											
Circuito	P(W)	FP	S(kVA)	FASES	Calibre	Factor	Longitud	Momento	KG	REGULACION %	REGULACION
					AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)
1	78	0,9	0,0867	1	#12	6	8,741	0,758	532,180	0,0559	2,5383
2	162	0,9	0,1800	1	#12	6	6,957	1,252	532,180	0,0924	2,5748
3	1620	0,9	1,8000	1	#12	6	35,881	64,586	532,180	4,7667	7,2491
4	162	0,9	0,1800	1	#12	6	23,301	4,194	532,180	0,3095	2,7920
5											
6	162	0,9	0,1800	1	#12	6	14,078	2,534	532,180	0,1870	2,6694
7	162	0,9	0,1800	1	#12	6	15,557	2,800	532,180	0,2067	2,6891
8	162	0,9	0,1800	1	#12	6	21,177	3,812	532,180	0,2813	2,7637
9	2184	0,9	2,4267	1	#12	6	30,488	73,983	532,180	5,4603	7,9427
10	468	0,9	0,5200	1	#12	6	33,385	17,360	532,180	1,2813	3,7637
11	546	0,9	0,6067	1	#12	6	75,743	45,951	532,180	3,3914	5,8738
12	1782	0,9	1,9800	1	#12	6	23,877	47,276	532,180	3,4891	5,9716
13 y 14	5620	0,85	6,6118	2	#10	2	25,926	171,418	320,877	2,5427	5,0251
15 y 16	5620	0,85	6,6118	2	#10	2	17,425	115,210	320,877	1,7090	4,1914

**Fuente:** los Autores.

**CUADRO 24.** Regulación de los circuitos ramales tablero TD 2-2  
(levantamiento).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD 2-2											
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION
					AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)
1	1296	0,9	1,4400	1	#12	6	33,393	48,086	532,18	3,5490	5,1543
2											
3	1782	0,9	1,9800	1	#12	6	54,362	107,637	532,18	7,9441	9,5495
4	1458	0,9	1,6200	1	#12	6	46,044	74,591	532,18	5,5052	7,1105
5	868	0,9	0,9644	1	#12	6	47,520	45,830	532,18	3,3825	4,9879
6	810	0,9	0,9000	1	#12	6	77,422	69,680	532,18	5,1427	6,7481
7	2028	0,9	2,2533	1	#12	6	49,866	112,365	532,18	8,2931	9,8984
8	1560	0,9	1,7333	1	#12	6	48,855	84,682	532,18	6,2499	7,8553
9	1560	0,9	1,7333	1	#12	6	45,733	79,270	532,18	5,8505	7,4559
10	468	0,9	0,5200	1	#12	6	26,207	13,627	532,18	1,0058	2,6112
11	312	0,9	0,3467	1	#12	6	30,125	10,443	532,18	0,7708	2,3761
12	468	0,9	0,5200	1	#12	6	27,924	14,521	532,18	1,0717	2,6771
13	312	0,9	0,3467	1	#12	6	40,670	14,099	532,18	1,0406	2,6460
14	1248	0,9	1,3867	1	#12	6	44,767	62,076	532,18	4,5815	6,1869
15	936	0,9	1,0400	1	#12	6	43,655	45,402	532,18	3,3508	4,9562
16	780	0,9	0,8667	1	#12	6	52,759	45,724	532,18	3,3747	4,9800
17	1116	0,9	1,2400	1	#12	6	47,025	58,311	532,18	4,3036	5,9090
18	1872	0,9	2,0800	1	#12	6	48,858	101,624	532,18	7,5003	9,1057
19	400	0,9	0,4444	1	#12	6	24,919	11,075	532,18	0,8174	2,4228
20	1272	0,9	1,4133	1	#12	6	36,763	51,958	532,18	3,8347	5,4401
21	1272	0,9	1,4133	1	#12	6	56,274	79,534	532,18	5,8700	7,4754
22	624	0,9	0,6933	1	#12	6	48,711	33,773	532,18	2,4926	4,0980
23	648	0,9	0,7200	1	#12	6	30,904	22,251	532,18	1,6422	3,2476
24	4,25	0,85	0,0050	1	#12	6	0,500	0,003	504,4656	0,0002	1,6056
25 y 26	1621	0,85	1,9071	2	#12	2	1,751	3,339	504,4656	0,0779	1,6833

Fuente: los Autores.

**CUADRO 25.** Regulación de los circuitos ramales tablero TD 2-3 (levantamiento).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD 2-3											
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION
					AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)
1	1134	0,9	1,260	1	#12	6	39,015	49,159	532,18	3,6281	8,6404
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	162	0,9	0,180	1	#12	6	11,886	2,139	532,18	0,1579	5,1702
4	162	0,9	0,180	1	#12	6	7,896	1,421	532,18	0,1049	5,1172
5	1544	0,9	1,716	1	#12	6	26,108	44,790	532,18	3,3057	8,3180
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	324	0,9	0,360	1	#12	6	19,938	7,178	532,18	0,5297	5,5420
8	486	0,9	0,540	1	#12	6	34,311	18,528	532,18	1,3675	6,3798
9	1620	0,9	1,800	1	#12	6	41,491	74,685	532,18	5,5121	10,5244
10	972	0,9	1,080	1	#12	6	17,366	18,755	532,18	1,3842	6,3965
11	162	0,9	0,180	1	#12	6	11,780	2,120	532,18	0,1565	5,1688
12	1248	0,9	1,387	1	#12	6	35,825	49,677	532,18	3,6664	8,6787
13	1092	0,9	1,213	1	#12	6	36,546	44,342	532,18	3,2726	8,2849
14	1248	0,9	1,387	1	#12	6	37,546	52,064	532,18	3,8425	8,8548
15	912	0,9	1,013	1	#12	6	50,378	51,049	532,18	3,7677	8,7800
16	1092	0,9	1,213	1	#12	6	67,338	81,703	532,18	6,0300	11,0423
17	936	0,9	1,040	1	#12	6	73,755	76,705	532,18	5,6612	10,6735
18	1560	0,9	1,733	1	#12	6	71,337	123,650	532,18	9,1259	14,1382
19	780	0,9	0,867	1	#12	6	55,593	48,181	532,18	3,5560	8,5683
20	780	0,9	0,867	1	#12	6	57,138	49,520	532,18	3,6548	8,6671
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	810	0,9	0,900	1	#12	6	84,373	75,935	532,18	5,6044	10,6167
23	1458	0,9	1,620	1	#12	6	73,851	119,638	532,18	8,8299	13,8422
24	1296	0,9	1,440	1	#12	6	37,581	54,116	532,18	3,9940	9,0063
25 y 26	3600	0,9	4,000	2	#10	2	19,045	76,181	337,154	1,1874	6,1997
27 y28	3600	0,9	4,000	2	#10	2	15,913	63,651	337,154	0,9921	6,0044
29 y 30	8172	0,86	9,502	2	#6	2,25	19,797	188,117	138,855	1,3585	6,3708
31 y 32	5880	0,85	6,918	2	#4	2	39,945	276,326	85,7495	1,0954	6,1077

Fuente: los Autores.

**CUADRO 26.** Regulación de los circuitos ramales subtablero TR1 (levantamiento).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TR1											
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION
					AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)
1	648	0,9	0,720	1	#12	6	4,833	3,4800	532,1800	0,25684	6,6276
2	900	0,85	1,059	1	#12	6	11,119	11,7733	504,4656	0,82368	7,1944
3	900	0,85	1,059	1	#12	6	22,849	24,1929	504,4656	1,69256	8,0633
4	900	0,85	1,059	1	#12	6	13,314	14,0971	504,4656	0,98625	7,3570
5	900	0,85	1,059	1	#12	6	20,913	22,1436	504,4656	1,54919	7,9199
6	900	0,85	1,059	1	#12	6	15,321	16,2221	504,4656	1,13492	7,5057
7	900	0,85	1,059	1	#12	6	18,846	19,9543	504,4656	1,39603	7,7668
8	900	0,85	1,059	1	#12	6	17,329	18,3486	504,4656	1,28368	7,6544
9	900	0,85	1,059	1	#12	6	16,653	17,6329	504,4656	1,23361	7,6044
10	324	0,9	0,360	1	#12	6	16,347	5,8851	532,1800	0,43435	6,8051
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

## 5.6. MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA.

### 5.6.1. MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

La medición de la resistencia de puesta a tierra de la biblioteca, se obtuvo por medio del telurómetro aplicando el método de la caída de potencial mencionado en la sección 2.4.1.1 del presente proyecto.

La malla de puesta a tierra ubicada en la parte frontal de la edificación es de forma triangular, el electrodo de corriente fue ubicado a 27 m de la malla de puesta a tierra, su distancia más larga es de 2,96 m. Los datos recolectados se expresan a continuación.

**TABLA 58.** Medición de la resistencia de la puesta a tierra.

Posición electrodo de corriente 27 m	
Ubicación electrodo de potencial [m]	Resistencia de puesta a tierra $\Omega$
3	2,15
4	2,54
5	2,91
6	3,06
7	3,1
8	2,97
9	3
16	3,32
17	3,36

18	3,46
19	4,01
20	5,09
21	6,81
22	9,09
23	13,24
24	24,3

Fuente: los Autores.

**FIGURA 103.** Resistencia de Puesta a tierra versus distancia electrodo de potencial



Fuente: los Autores.

De acuerdo a los datos tomados, el valor de resistencia para el sistema de puesta a tierra corresponde a  $R=3,36 \Omega$  aproximadamente. Este valor de resistencia corresponde al dato tomado al 62% de la distancia de ubicación del electrodo de corriente. Por lo anteriormente expuesto se evidencia que la resistencia de puesta a tierra cumple con lo estipulado en la tabla 2.5 de la norma ESSA[4].

## 5.6.2. MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.

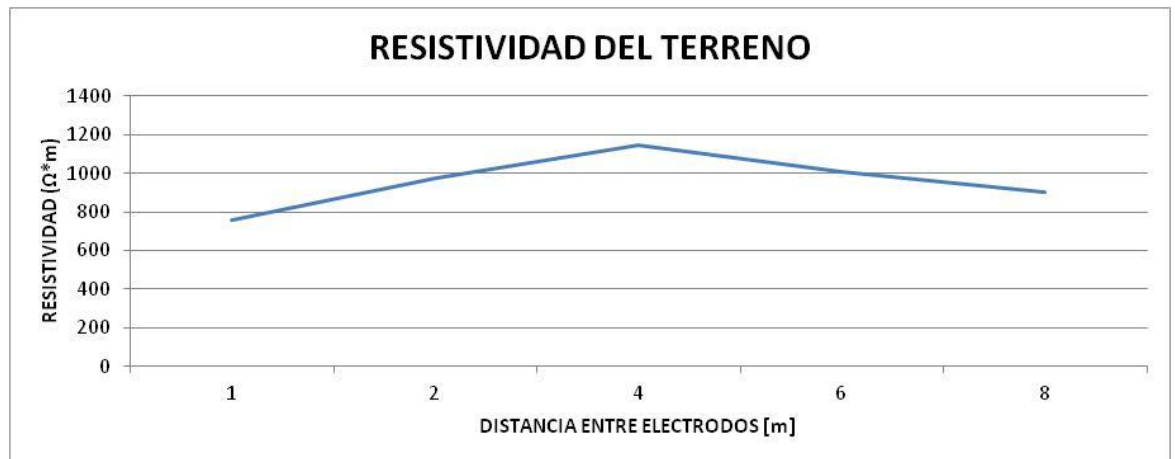
La medición de la resistividad del terreno ubicado al lado norte de la biblioteca, se obtuvo por medio del telurómetro aplicando el método de Wenner mencionado en la sección 2.4.1 del presente proyecto.

**TABLA 59.** Medición de la resistividad del terreno.

a[m]	DIRECCION N-S		DIRECCION E-W		RESISTIVIDAD PROMEDIO
	R( $\Omega$ )	$\rho$ ( $\Omega$ .m)	R( $\Omega$ )	$\rho$ ( $\Omega$ .m)	$\rho$ ( $\Omega$ .m)
1	91,3	573,7	149,5	939,3384	756,4973
2	76,5	961,3	78,9	991,48896	976,4093
4	50,4	1266,7	40,6	1020,39168	1143,5424
6	27,8	1048,0	25,5	961,3296	1004,6837
8	16,84	846,5	19,18	964,094208	905,2835

**Fuente:** los Autores.

**FIGURA 104.** Medición de la resistividad del terreno.



**Fuente:** los Autores.

Al aplicar el análisis se obtuvo un resultado aproximado de 957,2832  $\Omega$ -m para el terreno bajo estudio.

## **5.7. CONDICIONES DE SEGURIDAD.**

Tomando como referencia las disposiciones establecidas por el Reglamento Técnico de las instalaciones Eléctricas RETIE[7], se evalúan y analizan las condiciones de seguridad de instalación eléctrica, identificando los principales riesgos que ponen en peligro la vida del personal que interactúa con dicha instalación.

Los tableros de distribución cuentan con buenas distancias de seguridad, para prevención del arco eléctrico y realizar labores de mantenimiento, instalación o edición. Se recomienda colocar los siguientes símbolos:

- En la Subestación eléctrica y Tableros de distribución TD2-3, TD-AP prohibido el paso y símbolo de riesgo eléctrico.
- Tableros de distribución TD1-2, TD2-1, TD2-2, TC, TN, TI, TP y TR1 símbolo de riesgo eléctrico.

En las áreas donde hay circulación de personal no calificado, se recomienda colocar un dispositivo de bloqueo para evitar la apertura de los diferentes tableros de distribución y su respectiva señalización.

Para tener en cuenta, en el RETIE[7] se indica que para un nivel de tensión de 51 a 300 V el límite de aproximación seguro para partes móviles expuestas es de 3 m, dentro de lo cual se considera que se debe evitar contacto ya sea por movimientos directos o involuntarios.

## **6. REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

### **6.1. RECOMENDACIONES GENERALES PARA TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y ALIMENTADORES**

La propuesta de rediseño está basada en lo expuesto por el código eléctrico colombiano NTC 2050[3], el reglamento técnico de de instalaciones eléctricas RETIE[7], la norma ESSA[4] entre otras. La selección y adecuación de los tableros de distribución se realizó teniendo en cuenta la carga instalada para el rediseño. Para su montaje cada tablero deberá cumplir con las descripciones del RETIE[7] Sección 17.9 “Tableros Eléctricos” en cuanto a exigencias constructivas, rotulado, entre otros aspectos. El número de circuitos ramales de cada tablero se especifica en los cuadros de carga y en los planos del rediseño.

Según el análisis realizado de la subestación actual, no es necesario modificar elementos que hacen parte de la misma, teniendo en cuenta que tanto la acometida general de la biblioteca como los equipos instalados en las celdas que componen la subestación se encuentran en buen estado y cumplen a cabalidad con la demanda de la instalación eléctrica según los cálculos de rediseño.

A continuación se mencionan las modificaciones que se deben realizar en cada uno de los tableros de distribución para dar cumplimiento a los parámetros exigidos por las normativas vigentes y de esta manera lograr un buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas en la biblioteca.

### **6.1.1. PRIMER PISO**

Se instalarán 2 tableros nuevos, debido a que toda la carga de este piso se encuentra concentrada en el tablero TD 1-2 y este presenta problemas graves de regulación y cargabilidad, según se evidenció en los cuadros de carga y regulación obtenidos durante el levantamiento (ver secciones 5.4 y 5.5), con esto se busca eliminar dichas deficiencias en la instalación, dando cumplimiento a lo estipulado por las normativas vigentes.

#### **6.1.1.1. TABLERO GENERAL DE LA SUBESTACIÓN TG S/E**

- Se instalarán protecciones de 3x50 A,  $I_{cc}=25$  kA a 240 V, como respaldo para los tableros TD 1-1 y TD 1-3.
- Se instalarán protecciones de 2x100 A,  $I_{cc}=25$  kA a 240 V, como respaldo para los tableros TC, TD 2-1 y TR1.
- Se instalará un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (DPS), tipo 2, 120/208 V, 80 kA 3ØY, 4 hilos + tierra.
- Se instalarán 2 conductores calibre #2 AWG Cu THW para las fases de la acometida del tablero TD 2-1 y un conductor #2 AWG Cu THW para el neutro.
- Se instalará conductores calibre #1/0 AWG Cu THW para fases, en la acometida de tableros bifásicos TC y TR1, el conductor de neutro será en calibre #1/0 AWG Cu THW y conductor #8 AWG Cu THW para la tierra.
- Se instalarán las acometidas para los tableros trifásicos TD 1-1 y TD 1-3 en conductores calibre #4 AWG Cu THW para las tres fases, un conductor calibre #4 AWG Cu THW para el neutro y un conductor de puesta a tierra calibre #8 AWG Cu THW.

### 6.1.1.2. TABLERO TD 1-1

- Se propone instalar un tablero con alimentación trifásica de 30 puestos, dentro de una caja metálica, con sus respectivos barrajes de neutro y puesta a tierra, con espacio para totalizador y para 5 contactores a 220 V, para control de iluminación. El tablero se instalará a una altura de 1,4 metros tomados desde el suelo hasta la parte inferior de dicha caja metálica.
- El tablero debe llevar un totalizador de 3x50 A,  $I_{cc}=25$  kA a 240 V.
- Se instalará un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (DPS), tipo 2, 120/208 V, 50 kA 3ØY, 4 hilos + tierra.
- La acometida será trifásica en conductores calibre #4 AWG Cu THW para las tres fases, un conductor calibre #4 AWG Cu THW para el neutro y un conductor de puesta a tierra calibre #8 AWG Cu THW.
- El ducto de la acometida será metálico tipo EMT con un diámetro de 1 ½”.
- En este tablero se deben instalar 24 protecciones de 15 A para los circuitos ramales de iluminación y tomacorrientes, dejando las otras 6 posiciones libres para futuras ampliaciones.
- Se instalará ductería metálica tipo EMT a la vista para los circuitos ramales de iluminación y en algunos tramos de los circuitos de tomacorrientes, según diámetros y especificaciones dadas en los planos de rediseño.
- Se instalarán cajas metálicas tipo EMT según especificaciones en planos de rediseño.
- Todos los circuitos de este tablero se cablearán con conductores calibre #12 AWG Cu THW, para las fases, neutro y puesta tierra.
- Se instalarán luminarias, interruptores y salidas de tomacorrientes, para cada circuito ramal según corresponda, de acuerdo a los planos de rediseño.

- Se instalarán luminarias de emergencia de 2x8 W, a una altura conveniente y visible para la iluminación de las rutas de evacuación.

### **6.1.1.3. TABLERO TD 1-2**

Se realizará un mantenimiento, limpieza y adecuación del tablero, para redistribuir las cargas de los circuitos ramales, ya que se encuentra en buenas condiciones mecánicas para un buen funcionamiento, además no es necesario realizar cambios en la acometida debido a que cumple con las condiciones de cargabilidad. Los subtableros TN y TP ubicados en la oficina de geomática, que se alimentan de los circuitos ramales 1, 2 y 3, no se modificarán ya que cumplen con las condiciones mínimas exigibles.

- Se instalará un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (DPS), tipo 2, 120/208 V, 50 kA 3ØY, 4 hilos + tierra.
- Se deben instalar 11 protecciones de 15 A para los circuitos ramales 5, 6, 7, 8, 13, 15, 19, 22, 23, 26, 27.
- Se debe instalar una protección bipolar de 2x20 A para el aire acondicionado ubicado en la planta telefónica, que corresponde a los circuitos ramales 24 y 25.
- Se instalará ductería metálica tipo EMT a la vista para los circuitos ramales de iluminación y en algunos tramos de los circuitos de tomacorrientes, según diámetros y especificaciones dadas en los planos de rediseño.
- Se instalarán cajas metálicas tipo EMT según especificaciones en planos de rediseño.

- Se cablearán los circuitos ramales de iluminación (4 al 13), que hacen parte de este tablero en calibres #12 AWG Cu THW, para las fases, neutro y tierra.
- Cablear para los circuitos 14, 16, 18, 19 y 23, con conductores nuevos en calibre #12 AWG Cu THW, para la fase y el neutro. En este caso se aprovechara el conductor de puesta a tierra existente.
- Cablear los conductores de fase en calibre #10 AWG Cu THW y el conductor de tierra en calibre #12 AWG Cu THW, para el tomacorriente bifásico ubicado en planta telefónica que pertenece a los circuitos ramales 24 y 25.
- Se debe instalar el conductor de puesta a tierra para los circuitos ramales 20 y 21 en calibre #12 AWG Cu THW.
- Se instalarán luminarias, interruptores y salidas de tomacorrientes, para cada circuito ramal según corresponda, de acuerdo a los planos de rediseño.
- Se instalarán luminarias de emergencia de 2x8 W, a una altura conveniente y visible para la iluminación de las rutas de evacuación.

#### **6.1.1.4. TABLERO TD 1-3**

- Se propone instalar este tablero con alimentación trifásica de 18 puestos, con sus respectivos barrajes de neutro y puesta a tierra, con espacio para totalizador y para 2 contactores a 220 V, que se utilizarán para control de iluminación, El tablero deberá instalarse a una altura de 1,4 metros tomados desde el suelo hasta la parte inferior del tablero.
- El tablero debe llevar un totalizador de 3x50 A,  $I_{cc}=25$  kA a 240 V.

- Se instalará un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (DPS), tipo 2, 120/208 V, 50 kA 3ØY, 4 hilos + tierra.
- La acometida será trifásica con conductores calibre #4 AWG Cu THW para las tres fases, un conductor calibre #4 AWG Cu THW para el neutro y un conductor de puesta a tierra calibre #8 AWG Cu THW.
- El ducto de la acometida será metálico tipo EMT con un diámetro de 1 ½".
- En este tablero se deben instalar 13 protecciones de 15 A para los circuitos ramales de iluminación y tomacorrientes.
- Se debe instalar una protección de 30 A para el circuito ramal numero 13, el cual esta designado para la acometida del tablero TP ubicado en la portería.
- Se instalará acometida subterránea para el tablero TP, en ducto PVC Schedule 80 de 3/4".
- Se cableará la acometida del tablero TP en conductores calibre #8 AWG Cu THW para la fase y en calibre #10 AWG Cu THW para el neutro y el conductor puesto a tierra.
- Se reemplazará el tablero de distribución TP de la portería por uno de igual tamaño (4 puestos) que este en perfectas condiciones para su funcionamiento.
- Se instalará ductería metálica tipo EMT a la vista para los circuitos ramales de iluminación y en algunos tramos de los circuitos de tomacorrientes, según diámetros y especificaciones dadas en los planos de rediseño.
- Se instalarán cajas metálicas tipo EMT según especificaciones en planos de rediseño.
- Los circuitos ramales de este tablero se cablearán con conductores calibre #12 AWG Cu THW para las fases, neutro y tierra, excepto el circuito número 13 que corresponde a la acometida del tablero TP.

- Se instalarán luminarias, interruptores y salidas de tomacorrientes, para cada circuito ramal según corresponda, de acuerdo a los planos de rediseño.
- Se instalarán luminarias de emergencia 2x8 W, a una altura conveniente y visible para la iluminación de las rutas de evacuación.

#### **6.1.1.5. TABLERO TC**

Se propone Instalar un nuevo tablero de disposición vertical, alimentación bifásica, con sus respectivos barrajes de neutro y puesta a tierra, para la redistribución de las cargas dimensionadas en el rediseño.

- Se debe cambiar el tablero existente de 18 puestos, por uno de mayor capacidad (24 circuitos).
- Instalar un ducto metálico tipo EMT de 2", para la acometida de este tablero según plano número 2 del rediseño.
- Se instalará un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (DPS), tipo 2, 120/208 V, 50 kA 3ØY, 4 hilos + tierra.
- Se deberá cablear la acometida con conductores calibre #1/0 AWG Cu THW para las 2 fases y para el neutro, en calibre #8 AWG Cu THW para el conductor de puesta a tierra.
- Se debe instalar un totalizador bifásico de 2x100 A  $I_{cc}=25$  kA a 240 V.
- Se instalarán 4 protecciones bifásicas de 2x20 A para los circuitos bifásicos (1,2; 3,4; 5,6; 7,8) según plano 4 del rediseño.
- Se cableará el conductor de puesta a tierra para los circuitos ramales bifásicos (1,2; 3,4; 5,6; 7,8), en calibre #12 AWG Cu THW.

- Cablear los conductores de fase en calibre #12 AWG Cu THW, para los circuitos ramales de tomacorrientes 9, 11 y 14.
- Se debe instalar 4 protecciones de 15 A para los circuitos ramales de iluminación 15, 16, 17 y 18.
- El cableado de los circuitos de iluminación (15 al 18) será totalmente nuevo, en calibre #12 AWG Cu THW para la fase, el neutro y el conductor de puesta a tierra.
- Se instalarán luminarias, interruptores y salidas de tomacorrientes, para cada circuito ramal según corresponda, de acuerdo a los planos de rediseño.
- Se instalarán luminarias de emergencia 2x8 W, a una altura conveniente y visible para la iluminación de las rutas de evacuación.

## **6.1.2. SEGUNDO PISO**

### **6.1.2.1. TABLERO TD2-1**

- Se instalará 3 conductores #2 AWG Cu THW, para la fase de la acometida y un conductor #2 AWG Cu THW para el neutro.
- Se debe instalar un nuevo tablero TD2-1, el cual debe ser de 24 puestos con espacio para la instalación de totalizador.
- Se instalará un totalizador de 2x100 A.
- Se deben instalar protecciones 1x15 A para los circuitos ramales 3, 9, 10,12.
- Instalar luminarias en los circuitos ramales 6, 7, 9, 10, 11, según cuadros de carga y planos del rediseño.

- Realizar el cableado de los circuitos ramales 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, según cuadros de carga y planos del rediseño.
- Se instalarán el número de cajas de paso y de conexión especificadas en los planos del rediseño.
- Se instalarán luminarias, interruptores y salidas de tomacorrientes según corresponda, de acuerdo a los planos de rediseño.
- Se instalará ductería metálica tipo EMT a la vista para los circuitos ramales de iluminación y en algunos tramos de los circuitos de toma corrientes según diámetros y especificaciones dadas en los planos del rediseño.
- Se le pondrá a cada circuito su respectiva señalización.
- Se hace balance de cargas cambiando la posición de algunos circuitos.
- Se instalará un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (DPS), tipo 2, 120/208 V, 50 kA 3ØY 4hilos +tierra.
- Se instalarán luminarias de emergencia a 2x8 W, a una altura conveniente para la señalización de las diferentes rutas de evacuación.

#### **6.1.2.2. TABLERO TD2-2**

- Se debe instalar un nuevo tablero TD2-2, el cual debe ser de 36 puestos.
- Se deben instalar protecciones 1x20 A para los circuitos ramales 1 y 23.
- Se deben instalar protecciones 1x15 A para los circuitos ramales del 7 al 18 y para los circuitos 20, 21, 22, 25, 28, 30.
- Instalar luminarias en los circuitos ramales del 7 al 18 y para los circuitos 20, 21, 22, 24, 25, según cuadros de carga y planos del rediseño.
- Se instalarán el número de cajas de paso y de conexión especificadas en los planos del rediseño.
- Realizar el cableado de los circuitos ramales del 7 al 18 y para los circuitos 20, 21, 22, 24, 25, 28, 30, según cuadros de carga y planos del rediseño.

- Se instalarán ductería metálica tipo EMT a la vista para los circuitos ramales de iluminación y en algunos tramos de los circuitos de toma corrientes según diámetros y especificaciones dadas en los planos del rediseño.
- Se le pondrá a cada circuito su respectiva señalización.
- Se hace balance de cargas cambiando la posición de algunos circuitos.
- Se instalará un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (DPS), tipo 2, 120/208 V, 50 kA 3ØY 4hilos +tierra.
- Se instalarán luminarias de emergencia 2x8 W, a una altura conveniente para la señalización de las diferentes rutas de evacuación.

### **6.1.2.3. Tablero TD2-3**

- Se deben instalar protecciones 1x20 A para los circuitos ramales 10.
- Se deben instalar protecciones 2x20 A para los circuitos ramales 26-30 que alimentan toma bifásico en el centic.
- Se deben instalar protecciones 1x15 A para los circuitos ramales del 16 al 24 y para los circuitos 12, 13, 28.
- Instalar luminarias en los circuitos ramales del 16 al 24 y para los circuitos 12, 11, 13, 28, según cuadros de carga y planos del rediseño.
- Se instalarán el número de cajas de paso y de conexión especificadas en los planos del rediseño.
- Realizar el cableado de los circuitos ramales del 7 al 18 y para los circuitos 20, 21, 22, 24, 25, 28, 30, según cuadros de carga y planos del rediseño.
- Se instalarán ductería metálica tipo EMT a la vista para los circuitos ramales de iluminación y en algunos tramos de los circuitos de toma corrientes según diámetros y especificaciones dadas en los planos del rediseño.
- Se le pondrá a cada circuito su respectiva señalización.
- Se hace balance de cargas cambiando la posición de algunos circuitos.

- Se instalará un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (DPS), tipo 2, 120/208 V, 50 kA 3ØY 4hilos +tierra.
- Se instalarán luminarias de emergencia 2x8 W, a una altura conveniente para la señalización de las diferentes rutas de evacuación.

#### **6.1.2.4. Tablero TR1**

- Se instalarán 2 conductores #1/0 AWG Cu THW, para la fase de la acometida y un conductor #1/0 AWG Cu THW para el neutro y conductor #8 AWG Cu THW para la tierra.
- Se debe instalar un nuevo tablero TD2-1, el cual debe ser de 24 puestos con espacio para la instalación de totalizador.
- Se instalará un totalizador de 2x100 A.
- Se deben instalar protecciones 1x15 A para los circuitos ramales 13, 14.
- El ducto de acometida será metálico EMT con diámetro 2".
- Se deben instalar protecciones 2x50 A para los circuitos ramales 11, 12 que alimenta el aire acondicionado del salón numero 2.
- Los tomacorrientes del centic instalados en las paredes pasan de tablero TD2-3 al TR1 circuitos ramales 13 y 14.
- Se instalará un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (DPS), tipo 2, 120/208 V, 50 kA 3ØY 4hilos +tierra.
- Se le pondrá a cada circuito su respectiva señalización.
- Se hace balance de cargas cambiando la posición de algunos circuitos.

## 6.2. CUADROS DE CARGA DEL REDISEÑO.

En color rojo se muestran los elementos nuevos, que harán parte de la instalación una vez ejecutada la propuesta de rediseño del presente proyecto.

**CUADRO 27.** Cuadro de cargas rediseño tablero TD 1-1 (Biblioteca Sala General).

CUADRO DE CARGA TABLERO TD1-1 (Primer Piso)																	
CIRCUITO	LUMINARIAS			TOMAS		FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
	2x35 W	2X28 W	BOMBILLOS	ESPECIAL	COMÚN	A	B	C					F	N	T		
1	4	2	4			832			832	0,9	924,44	7,7037	4#12	2#12	2#12	15	Iluminación biblioteca general
2	8						616		616	0,9	684,44	5,7037	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
3	7							539	539	0,9	598,89	4,9907	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
4	8					616			616	0,9	684,44	5,7037	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
5	8						616		616	0,9	684,44	5,7037	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
6	8							616	616	0,9	684,44	5,7037	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
7	8					616			616	0,9	684,44	5,7037	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
8	7						539		539	0,9	598,89	4,9907	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
9	7							539	539	0,9	598,89	4,9907	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
10	8					616			616	0,9	684,44	5,7037	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
11	8						616		616	0,9	684,44	5,7037	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
12	6							462	462	0,9	513,33	4,2778	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
13	6					462			462	0,9	513,33	4,2778	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
14	6						462		462	0,9	513,33	4,2778	#12	#12	#12	15	Iluminación biblioteca general
15					5			810	810	0,9	900,00	7,5000	#12	#12	#12	15	Tomacorrientes biblioteca general y UA6
16					2	324			324	0,9	360,00	3,0000	#12	#12	#12	15	Tomacorriente sala infantil y biblioteca general
17				1			400		400	0,9	444,44	3,7037	#12	#12	#12	15	Tomacorriente fotocopiadora
18				1				500	500	0,9	555,56	4,6296	#12	#12	#12	15	Tomacorriente fotocopiadora
19					3	486			486	0,9	540,00	4,5000	#12	#12	#12	15	Tomacorrientes biblioteca general
20					7		1134		1134	0,9	1260,00	10,5000	2#12	2#12	2#12	15	Tomacorrientes biblioteca general y UA5
21					3			486	486	0,9	540,00	4,5000	#12	#12	#12	15	Tomacorrientes biblioteca general
22				2		600			600	0,9	666,67	5,5556	#12	#12	#12	15	Computadores de consulta
23					3		486		486	0,9	540,00	4,5000	#12	#12	#12	15	Tomacorrientes biblioteca general
24					3			486	486	0,9	540,00	4,5000	#12	#12	#12	15	Tomacorrientes biblioteca general
25 al 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reservas
<b>TOTALES</b>	<b>99</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>4552</b>	<b>4869</b>	<b>4438</b>	<b>13859</b>	<b>0,9</b>	<b>15398,89</b>	<b>42,743</b>	<b>3#4</b>	<b>#4</b>	<b>#8</b>	<b>3x50</b>	<b>VA A TABLERO GENERAL DE LA SUBESTACION</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 28.** Cuadro de cargas rediseño tablero TD 1-2 (Biblioteca Sala General).

CUADRO DE CARGA TABLERO TD1-2 (Primer Piso)																	
CIRCUITO	LUMINARIAS			TOMAS		FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
	2x35W	2x28 W	50 W	ESPECIAL	COMÚN	A	B	C					F	N	T		
1-3		8		9	15	4052	4138	3896	12086	0,9	13428,89	37,275	3#8	#8	#8	3x40	Alimentacion tablero TN geomatica
4	8					616			616	0,9	684,44	5,704	#12	#12	#12	15	Luces salón multiple I
5	8						616		616	0,9	684,44	5,704	#12	#12	#12	15	Luces salón multiple I
6	8							616	616	0,9	684,44	5,704	#12	#12	#12	15	Luces salón multiple I
7	8					616			616	0,9	684,44	5,704	#12	#12	#12	15	Luces salón multiple II
8	8						616		616	0,9	684,44	5,704	#12	#12	#12	15	Luces salón multiple II
9	8							616	616	0,9	684,44	5,704	#12	#12	#12	15	Luces salón multiple II
10		6				372			372	0,9	413,33	3,444	#12	#12	#12	15	Luces baños y pasillo de salones multiples
11	3		6				531		531	0,9	590,00	4,917	#12	#12	#12	15	Luces sala de exposiciones
12	3		6					531	531	0,9	590,00	4,917	#12	#12	#12	15	Luces sala de exposiciones
13			12			600			600	0,9	666,67	5,556	#12	#12	#12	15	Luces sala de exposiciones
14					4		648		648	0,9	720,00	6,000	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes salón multiple I y sala de exposiciones
15					2			324	324	0,9	360,00	3,000	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes salón multiples I y pasillo salones multiples
16					5	810			810	0,9	900,00	7,500	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes salón multiples I
17					5		810		810	0,9	900,00	7,500	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes sala general y salón multiple I
18					3		486		486	0,9	540,00	4,500	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes sala de exposiciones
19					3	486			486	0,9	540,00	4,500	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes salón multiples II
20				4			1000		1000	0,9	1111,11	9,259	#12	#12	#12	15	Computadores de busqueda referencias bibliograficas
21				3				750	750	0,9	833,33	6,944	#12	#12	#12	15	Computadores de busqueda referencias bibliograficas
22					3	486			486	0,9	540,00	4,500	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes UA8
23					4		648		648	0,9	720,00	6,000	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes planta telefónica
24 y 25				1		2000		2000	4000	0,85	4705,88	22,624	2#10	-	#12	2x20	Aire acondicionado planta telefónica
26					5		810		810	0,9	900,00	7,500	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes salon multiples II
27					3			486	486	0,9	540,00	4,500	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes baño hombres
28 - 36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>Reservas</b>
<b>TOTALES</b>	<b>54</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>52</b>	<b>10038</b>	<b>9817</b>	<b>9705</b>	<b>29560</b>	<b>0,9</b>	<b>32844,44</b>	<b>91,167</b>	<b>3#3/0</b>	<b>#1/0</b>	<b>#8*</b>	<b>3x175</b>	<b>VA A TABLERO GENERAL DE LA SUBESTACION</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 29.** Cuadro de cargas rediseño tablero TD 1-3 (Biblioteca Sala General).

CUADRO DE CARGA TABLERO TD1-3 (Primer Piso)																	
CIRCUITO	LUMINARIAS			TOMAS		FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
	2x35 W	2x28 W	BOMBILLOS	ESPECIAL	COMÚN	A	B	C					F	N	T		
1	11					847			847	0,9	941,11	7,8426	#12	#12	#12	15	Luces oficinas prestamo de libros
2	10						770		770	0,9	855,56	7,1296	#12	#12	#12	15	Luces oficinas prestamo de libros
3	4		1					408	408	0,9	453,33	3,7778	#12	#12	#12	15	Luces sala infantil
4	4		2			508			508	0,9	564,44	4,7037	#12	#12	#12	15	Luces sala infantil
5		11					682		682	0,9	757,78	6,3148	#12	#12	#12	15	Luces recepción y esaleras
6		9						558	558	0,9	620,00	5,1667	#12	#12	#12	15	Luces baños y recepción
7			3			300			300	0,9	333,33	2,7778	#12	#12	#12	15	Luces planta telefonica, UA7 y UA8
8					5		810		810	0,9	900,00	7,5000	2#12	2#12	2#12	15	Tomacorrientes baño mujeres y UA7
9				2	3			1086	1086	0,9	1206,67	10,0556	#12	#12	#12	15	Tomacorrientes oficinas
10					4	648			648	0,9	720,00	6,0000	#12	#12	#12	15	Tomacorrientes recepción
11				1	2		624		624	0,9	693,33	5,7778	#12	#12	#12	15	Tomacorrientes oficina prestamo y sala infantil
12				2	4			1248	1248	0,9	1386,67	11,5556	#12	#12	#12	15	Tomacorrientes oficina
13		1	5		4	1187			1187	0,9	1318,89	10,9907	#8	#10	#10	30	Alimentación tablero TP (porteria)
14					4		648		648	0,9	720,00	6,0000	#12	#12	#12	15	Tomacorrientes oficina prestamo y sala infantil
15 al 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reservas
<b>TOTALES</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>26</b>	<b>3490</b>	<b>3534</b>	<b>3300</b>	<b>10324</b>	<b>0,9</b>	<b>11471,11</b>	<b>31,8406</b>	<b>3#4</b>	<b>#4</b>	<b>#8</b>	<b>3x50</b>	<b>VA A TABLERO GENERAL DE LA SUBESTACION</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 30.** Cuadro de cargas rediseño tablero TC (Corporación Cultural).

CUADRO DE CARGA TABLERO TC (Primer Piso)																	
CIRCUITO	LUMINARIAS			TOMAS		FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
	2x35 W	2x28 W	BOMBILLOS	ESPECIAL	COMÚN	A	B	C					F	N	T		
1,2				1		1621	1621	3242	0,85	3814,12	18,337	2#12	-	#12	2x20	Aire acondicionado 1 salón barrancabermeja	
3,4				1		1621	1621	3242	0,85	3814,12	18,337	2#12	-	#12	2x20	Aire acondicionado 2 salón barrancabermeja	
5,6				1		1621	1621	3242	0,85	3814,12	18,337	2#10	-	#12	2x20	Aire acondicionado salón america	
7,8				1		1621	1621	3242	0,85	3814,12	18,337	2#12	-	#12	2x20	Aire acondicionado oficina	
9					4	648			648	0,90	720,00	6,000	2#12	2#12	2#14*	15	Tomacorrientes salón america
10					7			1134	1134	0,90	1260,00	10,500	2#12	2#12	2#14*	15	Tomacorrientes oficina y cafeteria
11					6	972			972	0,90	1080,00	9,000	2#12	2#12	2#14*	15	Tomacorrientes baños y pasillo
12					5		810		810	0,90	900,00	7,500	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes salon barrancabermeja
13					3	486			486	0,90	540,00	4,500	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes subestación eléctrica y cuarto de bombas
14					3		486		486	0,90	540,00	4,500	#12	#12	#14*	15	Tomacorrientes subestación eléctrica
15	2	6				526			526	0,90	584,44	4,870	#12	#12	#12	15	Luces entrada y exterior de la corporación cultural
16	11	4					1095		1095	0,90	1216,67	10,139	4#12	4#12	4#12	15	Luces salon america, oficina y pasillo
17	10					770			770	0,90	855,56	7,130	#12	#12	#12	15	Luces salon barrancabermeja
18		3	1				286		286	0,90	317,78	2,648	#12	#12	#12	15	Luces subestación eléctrica y cuarto de bombas
19 al 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reservas
<b>TOTALES</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>28</b>	<b>9886</b>	<b>10295</b>	<b>20181</b>	<b>0,9</b>	<b>22423,33</b>	<b>107,804</b>	<b>2#1/0</b>	<b>#1/0</b>	<b>#8</b>	<b>2x100</b>	<b>Va al tablero general de la subestacion</b>	

Fuente: los Autores.

**CUADRO 31.** Cuadro de cargas rediseño tablero TD AP (Cuarto de Bombas).

CUADRO DE CARGAS TABLERO TD-AP (Primer Piso)													
CIRCUITO	LUMINARIAS 250 W	FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
		A	B	C					F	N	T		
1 al 3													<b>Reservas</b>
4 y 5	3	375	375		750	0,9	882,35	4,24	2#8	-	#8*	15	Luminarias exterior parte norte
5 y 6	2		250	250	500	0,9	588,24	2,83	2#8	-	#8*	15	Luminarias exterior parte norte
4 y 6	2	250		250	500	0,9	588,24	2,83	2#8	-	#8*	15	Luminarias exterior parte norte
7 al 9													<b>Reservas</b>
10 y 11	2	250	250		500	0,9	588,24	2,83	2#10	-	#8*	15	Luminarias exterior parte sur
11 y 12	2		250	250	500	0,9	588,24	2,83	2#10	-	#8*	15	Luminarias exterior parte sur
10 y 12	2	250		250	500	0,9	588,24	2,83	2#10	-	#8*	15	Luminarias exterior parte sur
<b>TOTALES</b>	<b>13</b>	<b>1125</b>	<b>1125</b>	<b>1000</b>	<b>3250</b>	<b>0,9</b>	<b>3823,53</b>	<b>10,61</b>	<b>3#4</b>	<b>-</b>	<b>#8*</b>	<b>3X50</b>	<b>Va a tablero general S/E</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 32.** Cuadro de cargas rediseño tablero TN (Geomática).

CUADRO DE CARGAS TABLERO TN (Primer Piso)															
CIRCUITO	LUMINARIAS 62 W	TOMAS		FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
		ESPECIAL	COMUN	A	B	C					F	N	T		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>Reserva</b>
2			5	810			810	0,9	900	7,5	#12	#12	#12	20	Tomas oficina de geomatica
3			4		648		648	0,9	720	6	#12	#12	#12	20	Tomas oficina de geomatica
4	4				248		248	0,9	275,56	2,296	#12	#12	#12	20	Luces sala de reunión
5		9				2700	2700	0,9	3000	25	#10	#10	#12	20	Bypass tablero regulado
6	4					224	224	0,9	248,89	2,074	#12	#12	#12	20	Luces oficina
7 y 9				1621	1621		3242	0,85	3814,12	18,34	#12	#12	#12	2x20	Aire oficina geomática
8 y 10				1621	1621		3242	0,85	3814,12	18,34	#12	#12	#12	2x20	Aire sala conferencias geomática
11			6			972	972	0,9	1080	9	#12	#12	#12	20	Tomas oficina de geomatica
12 al 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>Reservas</b>
<b>TOTALES</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>4052</b>	<b>4138</b>	<b>3896</b>	<b>12086</b>	<b>0,9</b>	<b>13428,889</b>	<b>37,27</b>	<b>3#8</b>	<b>#8</b>	<b>#12</b>	<b>3x40</b>	<b>VA A TD1-2(1-2-3)</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 33.** Cuadro de cargas rediseño tablero TR (Geomática).

CUADRO DE CARGA TABLERO TR (Geomática Primer Piso)													
CIRCUITO	TOMAS	FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
	ESPECIAL	A	B	C					F	N	T		
1	3	-	-	900	900	1	1000,00	8,333	#12	#12	#12	15	Computadores oficina de geomatica
2	2	-	-	600	600	1	666,67	5,556	#12	#12	#12	15	Computadores oficina de geomatica
3	3	-	-	900	900	1	1000,00	8,333	#12	#12	#12	15	Computadores oficina de geomatica
4	1	-	-	300	300	1	333,33	2,778	#12	#12	#12	15	Computadores oficina de geomatica
5 al 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reservas
<b>TOTALES</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2700</b>	<b>2700</b>	<b>1</b>	<b>3000,00</b>	<b>25,000</b>	<b>#10</b>	<b>#10</b>	<b>#12</b>	<b>20</b>	<b>VA A TN(5)</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 34.** Cuadro de cargas rediseño tablero TP (Porteria).

CUADRO DE CARGA TABLERO TP (Primer Piso)															
CIRCUITO	LUMINARIAS		TOMAS COMÚN	FASES			FP	P(W)	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCIÓN (A)	OBSERVACIONES
	2x28 W	BOMBILLOS		A	B	C					F	N	T		
1			4	648			0,9	648	720	6	#12	#12	#14*	15	Tomas caseta celador
2	1	5		539			0,9	539	598,89	4,991	#12	#12	#14*	15	Luces y tomas caseta celador
3 y 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reservas
<b>TOTALES</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1187</b>			<b>0,9</b>	<b>1187</b>	<b>1318,89</b>	<b>10,991</b>	<b>#8</b>	<b>#10</b>	<b>#10*</b>	<b>-</b>	<b>VA A TD1-3(13)</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 35. Cuadro de cargas rediseño tablero TD 2-1 (Pasillo Especializaciones).**

CUADRO DE CARGA TABLERO TD2-1 (Segundo Piso)																		
Circuito	ALUMBRADO			TOMACORRIENTES		OTROS	FASES (W)			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION (A)	OBSERVACIONES
	2x35 w	2x28 w	BOMBILLOS	ESPECIAL	COMÚN	VENTILADORES	A	B	C					F	N	T		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva	
2					6		972		-	972	0,9	1080,000	9,0000	2#12	#12	#14*	15	Tomas sala general, oficina y baño de mujeres
3					4			648	-	648	0,9	720,000	6,0000	#12	#12	#14*	15	Tomas salon 7
4					4			648	-	648	0,9	720,000	6,0000	#12	#12	#12*	15	Toma baño de hombres y tomas pasillo
5					3			486	-	486	0,9	540,000	4,5000	#12	#12	#14*	15	Tomas salon 7
6	2	5	2				664		-	664	0,9	737,778	6,1481	3#12	2#12	2#12	15	Luces pasillo y oficina del tablero TD2-2
7	6							462	-	462	0,9	513,333	4,2778	#12	#12	#12	15	luces salon 6
8					3			486	-	486	0,9	540,000	4,5000	#12	#12	#14*	15	Toma baño hombres y tomas sala general
9	7		1			1	729		-	729	0,9	810,000	6,7500	2#12	#12	#12	15	Luces salon 6 y luces oficina
10	8						616		-	616	0,9	684,444	5,7037	#12	#12	#12	15	Luces salon 7
11	2	2				1		368	-	368	0,9	408,889	3,4074	2#12	#12	#12	15	Luces baño hombres y sala general
12					7			1134	-	1134	0,9	1260,000	10,5000	#12	#12	#12*	15	Tomas salon 6 y oficinas
13 y 14				1			2810	2810	-	5620	0,85	6611,765	31,7873	2#10	-	#10	2x30	Aire acondicionado salon 7
15 y 16				1			2810	2810	-	5620	0,85	6611,765	31,7873	2#10	-	#10	2x30	Aire acondicionado salon 6
17-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
<b>TOTALES</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>27</b>	<b>2</b>	<b>9087</b>	<b>9366</b>	<b>-</b>	<b>18453</b>	<b>0,9</b>	<b>21237,974</b>	<b>102,1056</b>	<b>2#2</b>	<b>#2</b>	<b>#8*</b>	<b>2x100</b>	<b>Va a tablero general S/E</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 36.** Cuadro de cargas rediseño tablero TR1 (Centic).

<b>CUADRO DE CARGAS TABLERO TR1 (CENTIC SEGUNDO PISO)</b>														
CIRCUITO	TOMAS		FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION	OBSERVACIONES
	ESPECI	COMÚN	A	B	C					F	N	T	(A)	
1		4		648		648	0,9	720,00	6,000	#12	#12	#12	15	Tomas centic
2	6				900	900	0,85	1058,82	8,824	#12	#12	#12	15	Tomas Computadores centic
3	6			900		900	0,85	1058,82	8,824	#12	#12	#12	15	Tomas Computadores centic
4	6				900	900	0,85	1058,82	8,824	#12	#12	#12	15	Tomas Computadores centic
5	6			900		900	0,85	1058,82	8,824	#12	#12	#12	15	Tomas Computadores centic
6	6				900	900	0,85	1058,82	8,824	#12	#12	#12	15	Tomas Computadores centic
7	6			900		900	0,85	1058,82	8,824	#12	#12	#12	15	Tomas Computadores centic
8		2			324	324	0,9	360,00	3,000	#12	#12	#12	15	Tomas centic
9	6			900		900	0,85	1058,82	8,824	#12	#12	#12	15	Tomas Computadores centic
10	6				900	900	0,85	1058,82	8,824	#12	#12	#12	15	Tomas Computadores centic
11-12	1			2940	2940	5880	0,85	6917,65	33,26	2#4	-	#10	2x50	Aire Acondicionado salon 2
13		5		810		810	0,9	900,00	4,33	#12	#12	#14*	15	Tomas sala centic
14		6			972	972	0,9	1080,00	5,19	#12	#12	#14*	15	Tomas sala centic
16-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
<b>TOTALES</b>	<b>49</b>	<b>17</b>		<b>7998</b>	<b>7836</b>	<b>15834</b>	<b>0,9</b>	<b>18448,24</b>	<b>88,693</b>	<b>2#1/0</b>	<b>#1/0</b>	<b>#8</b>	<b>2x100</b>	<b>Va a TD 2-3</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 37.** Cuadro de cargas rediseño tablero TD 2-2 (Oficina Especializaciones).

CUADRO DE CARGAS TABLERO TD2-2 (Segundo Piso)																		
Circuito	LUMINARIAS			TOMACORRIENTES		OTROS	FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION	OBSERVACIONES
	2x35 w	2x28 w	BOMBILLO	ESPECIAL	COMÚN	VENTILADOR	A	B	C					F	N	T	(A)	
1					4		648			648	0,9	720,000	6,000	#12	#12	#14*	20	Tomas sala general
2					6			972		972	0,9	1080,00	9,000	#12	#12	#14*	15	Tomas salon 5, tomas unidad de aire 1
3					3				486	486	0,9	540,000	4,500	#12	#12	#14*	15	Tomas salon 2
4					3		486			486	0,9	540,000	4,500	#12	#12	#14*	15	Tomas pasillo posterior salon conferencias y UA2
5			1		4			748		748	0,9	831,111	6,926	#12	#12	#14*	15	Tomas tarima
6					2				324	324	0,9	360,000	3,000	#12	#12	#14*	15	Tomas salon de conferencias
7	8						616			616	0,9	684,444	5,704	2#12	2#12	2#12	15	Luces salon conferencias
8	8							616		616	0,9	684,444	5,704	2#12	2#12	2#12	15	Luces salon conferencias
9	8							616		616	0,9	684,444	5,704	2#12	2#12	2#12	15	Luces salon conferencias
10	8	1					678			678	0,9	753,333	6,278	2#12	2#12	2#12	15	Luces salon de conferencias
11	8	1						678		678	0,9	753,333	6,278	2#12	2#12	2#12	15	Luces salon de conferencias
12	8							616		616	0,9	684,444	5,704	2#12	2#12	2#12	15	Luces salon de conferencias
13	5	1				1	537			537	0,9	596,667	4,972	#12	#12	#12	15	Luces salon 3
14	3	6				1		693		693	0,9	770,000	6,417	#12	#12	#12	15	Luces salon 3 y sala general
15	6	1							524	524	0,9	582,222	4,852	#12	#12	#12	15	Luces salon 3
16	6					4	822			822	0,9	913,333	7,611	#12	#12	#12	15	Luces salon 5 y ventiladores salon 5
17		11						682		682	0,9	757,778	6,315	2#12	2#12	#12	15	Luces sala general
18	8							616		616	0,9	684,444	5,704	#12	#12	#12	15	Luces salon 5
19			4				400			400	0,9	444,444	3,704	2#12	#12	#14*	15	Luces unidades de aire 1 y 2
20	7							539		539	0,9	598,889	4,991	#12	#12	#12	15	Luces salon 4
21	7								539	539	0,9	598,889	4,991	#12	#12	#12	15	Luces salon 4
22		6				4	732			732	0,9	813,333	6,778	#12	#12	#12	15	Luces sala general y ventiladores salon 4
23					4			648		648	0,9	720,000	6,000	#12	#12	#14*	20	Tomas salones 3,4,5
24	6					1			552	552	0,9	613,333	5,111	#12	#12	#12	15	Luces salon 2 y ventilador salon 3
25	6					1	552			552	0,9	613,333	5,111	#12	#12	#12	15	Luces salon 2 y ventilador salon 3
26 - 27				1				811	811	1621	0,85	1907,059	9,169	2#12	-	#14	2x20	Aire en sala del tablero TD2-2
28					3		486			486	0,9	540,000	2,596	#12	#12	#12*	15	Tomas salon de conferencias
30					6				972	972	0,9	1080,00	5,192	#12	#12	#12*	15	Tomas tarima, salon posterior y UA2
29,31 -36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reservas
<b>TOTALES</b>	<b>102</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>35</b>	<b>12</b>	<b>5957</b>	<b>6387</b>	<b>6056</b>	<b>18399</b>	<b>0,90</b>	<b>20549,281</b>	<b>57,039</b>	<b>3#2</b>	<b>#4</b>	<b>#8*</b>	<b>3x100</b>	Alimentador, va a tablero general S/E

Fuente: los Autores.

**CUADRO 38.** Cuadro de cargas rediseño tablero TD 2-3.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TD2-3 (Segundo Piso)																		
Circuito	LUMINARIAS				TOMACORRIENTES		FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION (A)	OBSERVACIONES
	2x35 w	2x28 w	BOMBILLO	50 W	ESPECIAL	COMÚN	A	B	C					F	N	T		
1		4	6			848			848	0,9	942,22	7,85	3#10	3#12	2#12*	30	Luces baños y unidades de aire acondicionado 3 y 4.	
2					7		1134		1134	0,9	1260,00	10,50	#12	#12	#14*	15	Tomas salon de musica	
3	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva	
4					3	486			486	0,9	540,00	4,50	#12	#12	#12*	15	Tomas salon de sonido	
5					5		810		810	0,9	900,00	7,50	#12	#12	#14*	15	Tomas centic, sala de aseo y aire acondicionado bodega centic	
6	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva	
7					2	324			324	0,9	360,00	3,00	#12	#12	#14*	15	Tomas baño de mujeres	
8					4		648		648	0,9	720,00	6,00	#12	#12	#14*	20	Tomas baño de hombres , unidad de aire 4	
9					4			648	648	0,9	720,00	6,00	#12	#12	#14*	15	Tomas sala cafeteria	
10					7	1134			1134	0,9	1260,00	10,50	#12	#12	#14*	20	Tomas cafeteria	
11	2						154		154	0,9	171,11	1,43	#12	#12	#12	15	Luces Salon de sonido	
12	9							693	693	0,9	770,00	6,42	2#12	2#12	2#12	15	Luces centic y salon de musica	
13	9							693	693	0,9	770,00	6,42	2#12	2#12	2#12	15	Luces centic y salon de musica	
14	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva	
15	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva	
16		3				186			186	0,9	206,67	1,72	#12	#12	#12	15	Luces Pasillo posterior salon de conferencias	
17		4					248		248	0,9	275,56	2,30	#12	#12	#12	15	Luces Pasillo posterior salon de conferencias	
18		3						186	186	0,9	206,67	1,72	#12	#12	#12	15	Luces Pasillo posterior salon de conferencias	
19		3		1		236			236	0,9	262,22	2,19	#12	#12	#12	15	Luces Zonas escalera	
20		3		2			286		286	0,9	317,78	2,65	#12	#12	#12	15	Luces Zonas escalera	
21		3		1				236	236	0,9	262,22	2,19	#12	#12	#12	15	Luces Zonas escalera	
22		3				186			186	0,9	206,67	1,72	#12	#12	#12	15	Luces sala cafeteria	
23		3					186		186	0,9	206,67	1,72	#12	#12	#12	15	Luces sala cafeteria	
24		3						186	186	0,9	206,67	1,72	2#12	#12	#12	15	Luces sala cafeteria	
25 y 27					1	1800		1800	3600	0,9	4000,00	19,23	2#10	-	#14*	2x20	Toma bifasco centic	
26 y 30					1		1800	1800	3600	0,9	4000,00	19,23	2#10	-	#14*	2x20	Toma bifasco centic	
28	9					693			693	0,9	770,00	6,42	2#12	2#12	2#12	15	Luces centic y salon de musica	
29	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva	
<b>TOTALES</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>6586</b>	<b>5266</b>	<b>5549</b>	<b>17401</b>	<b>0,90</b>	<b>19334,44</b>	<b>53,67</b>	<b>3#2</b>	<b>#4</b>	<b>#8*</b>	<b>3x100</b>	<b>Alimentador, va a tablero general S/E</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 39.** Cuadro de cargas rediseño tablero general subestación.

CUADRO DE CARGAS TABLERO GENERAL SUBESTACIÓN																				
CIRCUITO	LUMINARIAS					TOMAS		OTROS	FASES			P(W)	FP	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION	OBSERVACIONES
	2x35 W	2x28 W	50 W	250 W	BOMBILLOS	ESPECIAL	COMUN	VENTILADORES	A	B	C					F	N	T	(A)	
TD 1-1	99	2			4	4	26		4552	4869	4438	13859	0,9	15398,89	42,743	3#4	#4	#8	3x50	Sala general biblioteca (1er piso)
TD 1-2	54	14	24			17	52		10038	9817	9705	29560	0,9	32844,44	91,167	3# 3/0	# 1/0	#8*	3x175	Sala general biblioteca (1er piso)
TD 1-3	29	21			11	5	26		3490	3534	3300	10324	0,9	11471,11	31,841	3#4	#4	#8	3x50	UA7 (1er piso)
TD AP				13					1125	1125	1000	3250	0,9	3823,53	10,613	3#4	-	#8*	3x50	Cuarto de bombas (1er piso)
TC	23	13			1	4	28		9732	-	10064	19796	0,9	21995,56	105,748	2#1/0	#1/0	#8	2x100	Corporacion cultural (1er piso)
TD 2-1	25	7			3	2	27	2	9087	9366	-	18453	0,9	21237,97	102,106	2#2	#2	#8*	2x100	Pañilo salones especialización (2do piso)
TD 2-2	102	27			5	1	35	12	5957	6387	6055,5	18399,5	0,9	20549,28	57,039	3#2	#4	#8*	3x100	Oficina junto a salon 6 (2do piso)
TD 2-3	29	32	4		6	2	32		6536	5166	5499	17201	0,9	19112,22	53,050	3#2	#4	#8*	3x100	Cuarto junto al centic (2do piso)
TR1						49	17		-	7998	7836	15834	0,9	18448,24	88,693	2#1/0	#1/0	#8	2x100	Centic (2do piso)
<b>TOTALES</b>	<b>361</b>	<b>116</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>30</b>	<b>84</b>	<b>243</b>	<b>14</b>	<b>50517</b>	<b>48262</b>	<b>47898</b>	<b>146676,5</b>	<b>0,9</b>	<b>162973,89</b>	<b>589,546</b>	<b>3# 3/0</b>	<b># 1/0</b>	<b># 1/0*</b>	<b>3x360</b>	<b>ACOMETIDA GENERAL BIBLIOTECA</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 40.** Cuadro de cargas rediseño unidades de aires centralizadas.

CUADRO DE CARGA UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO (S/E Primer Piso)												
CIRCUITO	FASES			FP	P(W)	S(VA)	I(A)	CONDUCTORES AWG			PROTECCION	OBSERVACIONES
	A	B	C					F	N	T	(A)	
1	7773,44	7773,44	7773,44	0,85	23320,33	27435,68	36	3#4	-	#8*	3X80	unidad 1
2	7773,44	7773,44	7773,44	0,85	23320,33	27435,68	36	3#4	-	#8*	3X80	unidad 2
3	2159,29	2159,29	2159,29	0,85	6477,87	7621,02	10	3#8	-	#8*	3X50	unidad 3
4	2159,29	2159,29	2159,29	0,85	6477,87	7621,02	10	3#4	-	#8*	3X50	unidad 4
5	7773,44	7773,44	7773,44	0,85	23320,33	27435,68	36	3#4	-	#8*	3X80	unidad 5
6	7773,44	7773,44	7773,44	0,85	23320,33	27435,68	36	3#4	-	#8*	3X80	unidad 6
7	2159,29	2159,29	2159,29	0,85	6477,87	7621,02	10	3#4	-	#8*	3X50	unidad 7
8	7773,44	7773,44	7773,44	0,85	23320,33	27435,68	36	3#4	-	#8*	3X80	unidad 8
<b>TOTALES</b>	<b>45345,09</b>	<b>45345,09</b>	<b>45345,09</b>	<b>0,85</b>	<b>136035,27</b>	<b>160041,49</b>	<b>210</b>	<b>3#350MCM</b>	<b>#300 MCM</b>	<b>#1/0*</b>	<b>3X550</b>	<b>VA AL TRAF0 400VA</b>

Fuente: los Autores.

### 6.3. CUADROS DE REGULACIÓN Y PÉRDIDAS DE POTENCIA.

Estas pérdidas se generan debido al efecto Joule que genera la circulación del flujo eléctrico a través de los conductores de la instalación, para un buen diseño se debe tratar de reducir estas pérdidas en los conductores.

Para el cálculo de las pérdidas se utilizará la siguiente ecuación:

$$Pp\% = \frac{100 * r * \sum S_m L_m}{S_m * V^2} \quad Ec(11)$$

r = Resistencia del conductor a 50°C

Pp%=Porcentaje de las pérdidas de potencia

Lm= longitud del conductor

Sm= Potencia aparente del circuito

V= Tensión de alimentación del circuito

Como los valores de resistencias expresados en la NTC son para una temperatura de 75°C, se aplica la corrección por temperatura para poder obtener la resistencia de cada conductor a 50°C. Para dicha corrección se aplicó la siguiente ecuación:

$$R_2 = R_1 * [1 + 0,00323(T_2 - 75)] \quad Ec(12)$$

R<sub>2</sub>= resistencia del conductor a 50°C

R<sub>1</sub>= resistencia del conductor a 75°C

T<sub>2</sub>=50°C

Se procede al cálculo de las pérdidas de potencia tomando como punto de referencia las pérdidas máximas permitidas expresadas en la tabla 2.4 norma ESSA[4].

**TABLA 60.** Propiedades de los conductores.

Calibre AWG Kcmils	sección transv. mm <sup>2</sup>	Conductores				Resistencia en c.c. a 75°C		
		Trenzados		Todos		Cobre		Aluminio
		Canti- dad	Diám. en mm	Diám. en mm	sección mm <sup>2</sup>	Sin recubrir ohmios/km	Recubierto ohmios/km	ohmios/km
18	0,82	1	--	1,02	0,65	25,49	26,51	41,99
18		7	0,38	1,17	1,29	26,08	27,72	42,98
16	1,31	1	--	1,30	1,29	16,04	16,67	26,41
16		7	0,48	1,47	1,94	16,37	17,36	26,96
14	2,08	1	--	1,63	1,94	10,07	10,47	16,6
14		7	0,61	1,85	2,58	10,3	10,7	16,96
12	3,31	1	--	2,06	3,23	6,33	6,59	10,43
12		7	0,76	2,34	3,87	6,49	6,73	10,66
10	5,26	1	--	2,59	5,16	3,97	4,13	6,56
10		7	0,97	2,95	7,1	4,07	4,23	6,69
8	8,37	1	--	3,25	8,39	2,51	2,58	4,13
8		7	1,24	3,71	10,97	2,55	2,65	4,20
6	13,30	7	1,55	4,67	17,42	1,61	1,67	2,65
4	21,15	7	1,96	5,89	27,1	1,01	1,05	1,67
3	26,66	7	2,21	6,6	34,19	0,80	0,833	1,32
2	33,63	7	2,46	7,42	43,23	0,64	0,659	1,05
1	42,41	19	1,68	8,43	56,13	0,51	0,525	0,83
1/0	53,51	19	1,88	9,45	70,32	0,4	0,417	0,66
2/0	67,44	19	2,13	10,62	88,39	0,317	0,331	0,52
3/0	85,03	19	2,39	11,94	111,61	0,251	0,261	0,41
4/0	107,22	19	2,69	13,41	141,29	0,199	0,205	0,33
250	--	37	2,08	14,61	167,74	0,169	0,175	0,278
300	--	37	2,23	16,0	201,29	0,141	0,146	0,232
350	--	37	2,46	17,3	234,84	0,120	0,125	0,198
400	--	37	2,64	18,49	268,39	0,105	0,109	0,174
500	--	37	2,95	20,65	334,84	0,085	0,087	0,139
600	--	61	2,51	22,68	403,87	0,070	0,073	0,116
700	--	61	2,72	24,49	470,97	0,060	0,062	0,099
750	--	61	2,82	25,35	504,52	0,0561	0,058	0,093
800	--	61	2,90	26,16	538,06	0,0528	0,054	0,087
900	--	61	3,1	27,79	606,45	0,047	0,048	0,077
1000	--	61	3,25	29,26	672,26	0,042	0,043	0,0696
1250	--	91	2,97	32,74	841,93	0,034	0,035	0,0554
1500	--	91	3,25	35,86	1 010,32	0,02815	0,0272	0,0463
1750	--	127	2,97	38,76	1180	0,02411	0,0248	0,0397
2000	--	127	3,2	41,45	1 349,67	0,0211	0,0217	0,0348

Fuente: Tabla8 NTC 2050[3].

**CUADRO 41.**Regulación y pérdidas de potencia para unidades de aire centralizadas (rediseño).

Unidades de aire acondicionado												
CIRCUITO	FP	P(W)	S(kVA)	FASES	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION	
					AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	
1	0,85	23320,33	27,436	3	3#4	1	24,298	666,62	85,7495	1,32125	1,82508	
2	0,85	23320,33	27,436	3	3#4	1	46,884	1286,29	85,7495	2,54942	3,05325	
3	0,85	6477,87	7,621	3	3#8	1	74,465	567,50	207,1611	2,71736	3,22119	
4	0,85	6477,87	7,621	3	3#4	1	91,316	695,92	85,7495	1,37932	1,88315	
5	0,85	23320,33	27,436	3	3#4	1	11,835	324,70	85,7495	0,64356	1,14739	
6	0,85	23320,33	27,436	3	3#4	1	31,855	873,95	85,7495	1,73218	2,23600	
7	0,85	6477,87	7,621	3	3#4	1	55,623	423,91	85,7495	0,84019	1,34401	
8	0,85	23320,33	27,436	3	3#4	1	78,155	2144,24	85,7495	4,24991	4,75373	
<b>TOTALES</b>	<b>0,85</b>	<b>136035,26</b>	<b>160,041</b>	<b>3</b>	<b>3#350MCM</b>	<b>1</b>	<b>9,435</b>	<b>1510,03</b>	<b>14,43523</b>	<b>0,50383</b>	<b>-</b>	

uente: los Autores.

**CUADRO 42.** Regulación y pérdidas de potencia para tablero general subestación (rediseño).

REGULACION TABLERO GENERAL SUBESTACIÓN													
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION	R 50°C	Pp %	Pp %
				AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	Ω/m		TOTAL
TD 1-1	13859	0,9	15,39889	3#4	1	21,203	326,50	89,2797	0,6738	1,2952	0,0009652	0,7284	1,21059
TD 1-2	29560	0,9	32,84444	3#3/0	1	48,427	1590,57	25,5891	0,9408	1,5622	0,00019856	0,7300	1,21217
TD 1-3	10324	0,9	11,47111	3#4	1	72,556	832,29	89,2797	1,7175	2,3389	0,0009652	1,8568	2,33898
TD AP	3250	0,85	3,82353	3#4	1	11,495	43,95	85,7495	0,0871	0,7085	0,0009652	0,0981	0,58023
TC	19796	0,9	21,99556	2#1/0	2,25	16,590	364,91	38,1696	0,7244	1,3458	0,0003833	0,3233	0,80547
TD 2-1	18453	0,9	21,14353	2#2	2,25	17,219	364,08	57,8007	1,0944	1,7158	0,00060578	0,5098	0,99195
TD 2-2	18399,5	0,9	20,44389	3#2	1	21,684	443,31	57,8007	0,5923	1,2137	0,00060578	0,6207	1,10289
TD 2-3	17201	0,9	19,11222	3#2	1	68,999	1318,72	57,8007	1,7618	2,3832	0,00060578	1,8465	2,32863
TR1	15834	0,9	18,44824	2#1/0	2,25	62,030	1144,34	38,1696	2,2716	2,8930	0,0003833	1,0138	1,49601
<b>TOTALES</b>	<b>146676,5</b>	<b>0,9</b>	<b>162,97389</b>	<b>3# 3/0</b>	<b>1</b>	<b>6,446</b>	<b>1050,61</b>	<b>25,5891</b>	<b>0,6214</b>	<b>-</b>	<b>0,00019856</b>	<b>0,482176</b>	<b>-</b>

Fuente: los Autores.

**CUADRO 43.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD-AP (rediseño).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD-AP													
Circuito	P(W)	FP	S(kVA)	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION	R 50°C	Pp %	Pp %
				AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	$\Omega/m$		TOTAL
1 al 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 y 5	750	0,85	0,882	2#8	2	90,397	79,762	207,1611	0,7638	1,4723	0,002436	0,4491	1,0293
5 y 6	500	0,85	0,588	2#8	2	79,904	47,002	207,1611	0,4501	1,1586	0,002436	0,2646	0,8449
4 y 6	500	0,85	0,588	2#8	2	63,776	37,515	207,1611	0,3593	1,0678	0,002436	0,2112	0,7915
7 al 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10 y 11	500	0,85	0,588	2#10	2	121,721	71,600	320,1481	1,0597	1,7682	0,002436	0,4031	0,9834
11 y 12	500	0,85	0,588	2#10	2	112,094	65,938	320,1481	0,9759	1,6844	0,002436	0,3713	0,9515
10 y 12	500	0,85	0,588	2#10	2	95,713	56,302	320,1481	0,8332	1,5417	0,002436	0,3170	0,8972

**Fuente:** los Autores.

**CUADRO 44.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TN (rediseño).

**REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TN**

CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION	REGULACION	R 50°C	Pp %	Pp %
				AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m		%	TOTAL (%)	Ω/m		TOTAL
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	810	0,9	0,900	#12	6	14,132	12,719	532,180	0,939	3,874	0,00619	0,546741	3,296241
3	648	0,9	0,720	#12	6	22,826	16,435	532,180	1,213	4,148	0,00619	0,706458	3,455958
4	248	0,9	0,276	#12	6	12,581	3,467	532,180	0,256	3,191	0,00619	0,149018	2,898518
5	2700	0,9	3,000	#10	6	2,900	8,700	337,154	0,407	3,342	0,003888	0,2349	2,9844
6	224	0,9	0,249	#12	6	6,841	1,703	532,180	0,126	3,061	0,00619	0,073194	2,822694
7 y 9	3242	0,85	3,814	2#12	2	3,599	13,729	504,466	0,320	3,256	0,00619	0,196423	2,945923
8 y 10	3242	0,85	3,814	2#12	2	3,774	14,393	504,466	0,336	3,271	0,00619	0,205929	2,955429
11	972	0,9	1,080	#12	6	8,031	8,673	532,180	0,640	3,576	0,00619	0,372832	3,122332
12 al 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

**CUADRO 45.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TC (rediseño).

REGULACIÓN CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TC													
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION	R 50°C	Pp %	Pp%
				AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	Ω/m		TOTAL
1 y 2	3242	0,85	3,814	2#12	2	18,9519	72,2848	504,4686	1,6857	3,0315	0,00619	1,0342	1,8397
3 y 4	3242	0,85	3,814	2#12	2	22,2687	84,9354	504,4686	1,9807	3,3265	0,00619	1,2152	2,0207
5 y 6	3242	0,85	3,814	2#12	2	10,8995	41,5720	504,4686	0,9695	2,3153	0,00619	0,5948	1,4003
7 y 8	3242	0,85	3,814	2#12	2	7,0559	26,9120	504,4686	0,6276	1,9734	0,00619	0,3850	1,1905
9	648	0,9	0,720	#12	6	21,6137	15,5619	532,18	1,1485	2,4943	0,00619	0,6689	1,4744
10	1134	0,9	1,260	#12	6	17,5503	22,1134	532,18	1,6321	2,9779	0,00619	0,9506	1,7560
11	972	0,9	1,080	#12	6	23,1142	24,9633	532,18	1,8424	3,1882	0,00619	1,0731	1,8785
12	810	0,9	0,900	#12	6	30,0220	27,0198	532,18	1,9942	3,3400	0,00619	1,1615	1,9669
13	486	0,9	0,540	#12	6	28,5636	15,4243	532,18	1,1384	2,4842	0,00619	0,6630	1,4685
14	486	0,9	0,540	#12	6	25,6550	13,8537	532,18	1,0225	2,3683	0,00619	0,5955	1,4010
15	526	0,9	0,584	#12	6	42,5016	24,8398	532,18	1,8333	3,1791	0,00619	1,0678	1,8732
16	1095	0,9	1,217	#12	6	23,4897	28,5791	532,18	2,1093	3,4551	0,00619	1,2285	2,0340
17	770	0,9	0,856	#12	6	29,2833	25,0535	532,18	1,8491	3,1949	0,00619	1,0770	1,8824
18	286	0,9	0,318	#12	6	37,4997	11,9166	533,18	0,8811	2,2269	0,00619	0,5122	1,3177
19 al 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

**CUADRO 46.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD 1-1 (rediseño).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD1-1													
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACIÓN %	REGULACIÓN	R 50°C	Pp %	Pp %
				AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	Ω/m		TOTAL
1	832	0,9	0,92444	#12	6	29,1225	26,9221	532,18	1,986976	3,282176	0,0062	1,1573	2,3679
2	616	0,9	0,68444	#12	6	28,1347	19,2566	532,18	1,421228	2,716428	0,0062	0,8278	2,0384
3	539	0,9	0,59889	#12	6	25,3264	15,1677	532,18	1,119445	2,414645	0,0062	0,6520	1,8626
4	616	0,9	0,68444	#12	6	26,3327	18,0233	532,18	1,330199	2,625399	0,0062	0,7748	1,9853
5	616	0,9	0,68444	#12	6	37,4532	25,6346	532,18	1,891953	3,187153	0,0062	1,1019	2,3125
6	616	0,9	0,68444	#12	6	39,2086	26,8361	532,18	1,980627	3,275827	0,0062	1,1536	2,3642
7	616	0,9	0,68444	#12	6	38,3843	26,2719	532,18	1,938987	3,234187	0,0062	1,1293	2,3399
8	539	0,9	0,59889	#12	6	41,0274	24,5709	532,18	1,813441	3,108641	0,0062	1,0562	2,2668
9	539	0,9	0,59889	#12	6	39,3707	23,5787	532,18	1,740213	3,035413	0,0062	1,0136	2,2241
10	616	0,9	0,68444	#12	6	39,5228	27,0512	532,18	1,996499	3,291699	0,0062	1,1628	2,3734
11	616	0,9	0,68444	#12	6	38,3777	26,2674	532,18	1,938654	3,233854	0,0062	1,1291	2,3397
12	462	0,9	0,51333	#12	6	27,4457	14,0888	532,18	1,039817	2,335017	0,0062	0,6056	1,8162
13	462	0,9	0,51333	#12	6	25,6437	13,1638	532,18	0,971546	2,266746	0,0062	0,5659	1,7764
14	462	0,9	0,51333	#12	6	29,3494	15,0660	532,18	1,111941	2,407141	0,0062	0,6476	1,8582
15	810	0,9	0,90000	#12	6	25,4377	22,8939	532,18	1,689676	2,984876	0,0062	0,9841	2,1947
16	324	0,9	0,36000	#12	6	59,7376	21,5055	532,18	1,587206	2,882406	0,0062	0,9244	2,1350
17	400	0,9	0,44444	#12	6	52,1893	23,1952	532,18	1,711915	3,007115	0,0062	0,9971	2,2077
18	500	0,9	0,55556	#12	6	47,874	26,5967	532,18	1,962955	3,258155	0,0062	1,1433	2,3539
19	486	0,9	0,54000	#12	6	42,2433	22,8114	532,18	1,683584	2,978784	0,0062	0,9806	2,1912
20	1134	0,9	1,26000	#12	6	17,9152	22,5732	532,18	1,666001	2,961201	0,0062	0,9703	2,1809
21	486	0,9	0,54000	#12	6	49,9793	26,9888	532,18	1,991898	3,287098	0,0062	1,1601	2,3707
22	600	0,9	0,66667	#12	6	38,0441	25,3627	532,18	1,871885	3,167085	0,0062	1,0902	2,3008
23	486	0,9	0,54000	#12	6	34,2438	18,4917	532,18	1,364768	2,659968	0,0062	0,7949	2,0055
24	486	0,9	0,54000	#12	6	37,2438	20,1117	533,18	1,487121	2,782321	0,0062	0,8645	2,0751
25 al 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

**CUADRO 47.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD 1-2 (rediseño).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD1-2													
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION	R 50°C	Pp %	Pp %
				AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	$\Omega/m$		TOTAL
1 al 3	12086	0,9	13,4289	3#8	1	20,3318	273,0335	217,607	1,3733	2,9355	0,002436	1,5373	2,7495
4	616	0,9	0,6844	#12	6	28,683	19,6319	532,18	1,4489	3,0111	0,00619	0,8439	2,0561
5	616	0,9	0,6844	#12	6	29,6936	20,3236	532,18	1,5000	3,0622	0,00619	0,8736	2,0858
6	616	0,9	0,6844	#12	6	32,2935	22,1031	532,18	1,6313	3,1935	0,00619	0,9501	2,1623
7	616	0,9	0,6844	#12	6	36,6169	25,0622	532,18	1,8497	3,4119	0,00619	1,0773	2,2895
8	616	0,9	0,6844	#12	6	32,9203	22,5321	532,18	1,6630	3,2252	0,00619	0,9686	2,1807
9	616	0,9	0,6844	#12	6	38,344	26,2443	532,18	1,9370	3,4992	0,00619	1,1281	2,3403
10	372	0,9	0,4133	#12	6	47,6457	19,6936	532,18	1,4535	3,0157	0,00619	0,8465	2,0587
11	531	0,9	0,5900	#12	6	38,2652	22,5765	532,18	1,6662	3,2284	0,00619	0,9705	2,1826
12	531	0,9	0,5900	#12	6	40,1009	23,6595	532,18	1,7462	3,3084	0,00619	1,0170	2,2292
13	600	0,9	0,6667	#12	6	38,9279	25,9519	532,18	1,9154	3,4776	0,00619	1,1156	2,3277
14	648	0,9	0,7200	#12	6	21,033	15,1438	532,18	1,1177	2,6799	0,00619	0,6510	1,8631
15	324	0,9	0,3600	#12	6	33,6153	12,1015	532,18	0,8931	2,4553	0,00619	0,5202	1,7324
16	810	0,9	0,9000	#12	6	28,1585	25,3427	532,18	1,8704	3,4326	0,00619	1,0894	2,3016
17	810	0,9	0,9000	#12	6	26,5524	23,8972	532,18	1,7637	3,3259	0,00619	1,0272	2,2394
18	486	0,9	0,5400	#12	6	26,0874	14,0872	532,18	1,0397	2,6019	0,00619	0,6056	1,8177
19	486	0,9	0,5400	#12	6	49,4517	26,7039	532,18	1,9709	3,5331	0,00619	1,1479	2,3601
20	1000	0,9	1,1111	#12	6	23,3285	25,9206	532,18	1,9131	3,4753	0,00619	1,1142	2,3264
21	750	0,9	0,8333	#12	6	28,0081	23,3401	532,18	1,7226	3,2848	0,00619	1,0033	2,2155
22	486	0,9	0,5400	#12	6	47,5486	25,6762	532,18	1,8950	3,4572	0,00619	1,1037	2,3159
23	648	0,9	0,7200	#12	6	35,5239	25,5772	532,18	1,8877	3,4499	0,00619	1,0995	2,3116
24 y 25	4000	0,85	4,7059	2#10	2	30,0975	141,6353	302,877	1,9831	3,5453	0,003888	1,2728	2,4850
26	810	0,9	0,9000	#12	6	28,5875	25,7288	532,18	1,8989	3,4611	0,00619	1,1060	2,3181
27	486	0,9	0,5400	#12	6	39,2281	21,1832	532,18	1,5634	3,1256	0,00619	0,9106	2,1228
28 al 36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

**CUADRO 48.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD 1-3 (rediseño).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD1-3													
CIRCUITO	P(W)	FP	S(kVA)	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION	R 50°C	Pp %	Pp %
				AWG/FASE	FC	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	Ω/m		TOTAL
1	847	0,9	0,94111	#12	6	23,9686	22,5571	532,18	1,6648	3,3823	0,00619	0,9696	3,9086
2	770	0,9	0,85556	#12	6	28,2058	24,1316	532,18	1,7810	3,4985	0,00619	1,0373	3,9763
3	408	0,9	0,45333	#12	6	46,7913	21,2121	532,18	1,5655	3,2830	0,00619	0,9118	3,8508
4	508	0,9	0,56444	#12	6	44,6989	25,2300	532,18	1,8621	3,5796	0,00619	1,0845	4,0235
5	682	0,9	0,75778	#12	6	28,3465	21,4803	532,18	1,5853	3,3028	0,00619	0,9234	3,8623
6	558	0,9	0,62000	#12	6	37,5403	23,2750	532,18	1,7178	3,4353	0,00619	1,0005	3,9395
7	300	0,9	0,33333	#12	6	59,3101	19,7700	532,18	1,4591	3,1766	0,00619	0,8498	3,7888
8	810	0,9	0,90000	#12	6	29,6129	26,6516	532,18	1,9670	3,6845	0,00619	1,1456	4,0846
9	1086	0,9	1,20667	#12	6	22,0854	26,6497	532,18	1,9669	3,6844	0,00619	1,1456	4,0845
10	648	0,9	0,72000	#12	6	20,951	15,0847	532,18	1,1133	2,8308	0,00619	0,6484	3,5874
11	624	0,9	0,69333	#12	6	39,0832	27,0977	532,18	1,9999	3,7174	0,00619	1,1648	4,1038
12	1248	0,9	1,38667	#12	6	18,9522	26,2804	532,18	1,9396	3,6571	0,00619	1,1297	4,0687
13	1187	0,9	1,31889	#8	6	39,3765	51,9332	217,61	1,5673	3,2848	0,002436	0,8785	3,8175
14	648	0,9	0,72000	#12	6	29,4142	21,1782	532,18	1,5630	3,2805	0,00619	0,9104	3,8493
15 al 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

**CUADRO 49.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TR (rediseño).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TR													
CIRCUITO	FP	P(W)	S(kVA)	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION	REGULACION	R 50°C	Pp %	Pp %
				AWG/FASE	FC	(m)	Kva-m		%	TOTAL (%)	Ω/m		TOTAL
1	0,9	900	1,000	#12	6	7,617	7,617	532,180	0,562	3,904	0,00619	0,3274	3,3118
2	0,9	600	0,667	#12	6	12,099	8,066	532,180	0,595	3,937	0,00619	0,3467	3,3311
3	0,9	900	1,000	#12	6	20,900	20,900	532,180	1,542	4,884	0,00619	0,8984	3,8828
4	0,9	300	0,333	#12	6	17,338	5,779	532,180	0,427	3,769	0,00619	0,2484	3,2328
5 al 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

**CUADRO 50.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TP (rediseño).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TP													
CIRCUITO	FP	P(W)	S(kVA)	CALIBRE	FACTOR	LONGITUD	MOMENTO	KG	REGULACION %	REGULACION	R 50°C	Pp %	Pp %
				AWG/FASE	FC	(m)	(kVA)			TOTAL (%)	Ω/m		TOTAL
1	0,9	648	0,72	#12	6	7,4696	5,3781	532,18	0,3969	4,4402	0,00619	0,2312	4,0487
2	0,9	539	0,5989	#12	6	11,1400	6,6716	532,18	0,4924	4,5357	0,00619	0,2868	4,1043
3 y 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

**CUADRO 51.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TR1 (rediseño).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TR1 (CENTIC)													
Circuito	P(W)	FP	S(kVA)	Calibre	Factor	Longitud	Momento	KG	REGULACION %	REGULACION	R 50°C	Pp%	Pp%
				AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	(Ω/m)		TOTAL
1	648	0,9	0,7200	#12	6	4,8334	3,4800	532,18	0,25684	3,1498	0,00619	0,1496	1,6456
2	900	0,85	1,0588	#12	6	11,1193	11,7733	504,4656	0,82368	3,7167	0,00619	0,5061	2,0021
3	900	0,85	1,0588	#12	6	22,8489	24,1929	504,4656	1,69256	4,5856	0,00619	1,0400	2,5360
4	900	0,85	1,0588	#12	6	13,3139	14,0971	504,4656	0,98625	3,8792	0,00619	0,6060	2,1020
5	900	0,85	1,0588	#12	6	20,9134	22,1436	504,4656	1,54919	4,4422	0,00619	0,9519	2,4479
6	900	0,85	1,0588	#12	6	15,3209	16,2221	504,4656	1,13492	4,0279	0,00619	0,6973	2,1933
7	900	0,85	1,0588	#12	6	18,8458	19,9543	504,4656	1,39603	4,2890	0,00619	0,8578	2,3538
8	324	0,9	0,3600	#12	6	16,3475	5,8851	532,18	0,43435	3,3273	0,00619	0,2530	1,7490
9	900	0,85	1,0588	#12	6	16,6533	17,6329	504,4656	1,23361	4,1266	0,00619	0,7580	2,2540
10	900	0,85	1,0588	#12	6	17,3292	18,3486	504,4656	1,28368	4,1767	0,00619	0,7887	2,2847
11 -12	5880	0,85	6,9176	2#4	2	23,1600	160,2127	85,7495	0,63509	3,5281	0,0009652	0,3574	1,8534
13	810	0,9	0,9000	#12	6	26,7400	24,0660	532,18	1,77618	4,6692	0,00619	1,0345	2,5305
14	972	0,9	1,0800	#12	6	21,8700	23,6196	532,18	1,74323	4,6362	0,00619	1,0153	2,5113
16-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

**CUADRO 52.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD 2-1 (rediseño).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD 2-1													
Circuito	P(W)	FP	S(kVA)	Calibre	Factor	Longitud	Momento	KG	REGULACION %	REGULACION	R 50°C	Pp%	Pp%
				AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	(Ω/m)		TOTAL
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	972	0,9	1,0800	#12	6	10,12000	10,9296	532,180	0,80665	2,52245	0,00619	0,4698	1,4618
3	648	0,9	0,7200	#12	6	37,64000	27,1008	532,180	2,00016	3,71596	0,00619	1,1650	2,1570
4	648	0,9	0,7200	#12	6	23,30078	16,7766	532,180	1,23819	2,95399	0,00619	0,7212	1,7132
5	486	0,9	0,5400	#12	6	40,56000	21,9024	532,180	1,61650	3,33230	0,00619	0,9415	1,9335
6	664	0,9	0,7378	#12	6	26,31000	19,4109	532,180	1,43262	3,14842	0,00619	0,8344	1,8264
7	462	0,9	0,5133	#12	6	23,02000	11,8169	532,180	0,87214	2,58794	0,00619	0,5080	1,5000
8	486	0,9	0,5400	#12	6	21,17665	11,4354	532,180	0,84398	2,55978	0,00619	0,4916	1,4836
9	729	0,9	0,8100	#12	6	32,77000	26,5437	532,180	1,95905	3,67485	0,00619	1,1410	2,1330
10	616	0,9	0,6844	#12	6	33,38532	22,8504	532,180	1,68646	3,40226	0,00619	0,9822	1,9742
11	368	0,9	0,4089	#12	6	24,22000	9,9033	532,180	0,73091	2,44671	0,00619	0,4257	1,4177
12	1134	0,9	1,2600	#12	6	18,22000	22,9572	532,180	1,69435	3,41015	0,00619	0,9868	1,9788
13 y 14	5620	0,85	6,6118	2#10	2	25,92628	171,4185	320,877	2,54273	4,25853	0,003888	4,6283	5,6203
15 y 16	5620	0,85	6,6118	2#10	2	17,42493	115,2095	320,877	1,70895	3,42475	0,003888	3,1107	4,1027
17-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

**CUADRO 53.** Regulación de los circuitos ramales tablero TD 2-2 (rediseño).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD 2-2													
Circuito	P(W)	FP	S(kVA)	Calibre	Factor	Longitud	Momento	KG	REGULACION %	REGULACION	R 50°C	Pp%	Pp%
				AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	(Ω/m)		TOTAL
1	648	0,9	0,7200	#12	6	34,5200	24,8544	532,18	1,834368	3,04807	0,00619	1,0684	2,1713
2	972	0,9	1,0800	#12	6	26,8270	28,9732	532,18	2,138351	3,35205	0,00619	1,2454	2,3483
3	486	0,9	0,5400	#12	6	54,3620	29,3555	532,18	2,166570	3,38027	0,00619	1,2619	2,3648
4	486	0,9	0,5400	#12	6	46,0439	24,8637	532,18	1,835056	3,04876	0,00619	1,0688	2,1717
5	748	0,9	0,8311	#12	6	47,5199	39,4944	532,18	2,914863	4,12856	0,00619	1,6977	2,8006
6	324	0,9	0,3600	#12	6	55,2100	19,8756	532,18	1,466910	2,68061	0,00619	0,8544	1,9573
7	616	0,9	0,6844	#12	6	50,1400	34,3180	337,154	1,604632	2,81833	0,00619	1,4752	2,5781
8	616	0,9	0,6844	#12	6	46,9000	32,1004	337,154	1,500942	2,71464	0,00619	1,3799	2,4828
9	616	0,9	0,6844	#12	6	45,7328	31,3016	337,154	1,463588	2,67729	0,00619	1,3455	2,4484
10	678	0,9	0,7533	#12	6	36,2400	27,3008	532,18	2,014923	3,22862	0,00619	1,1736	2,2764
11	678	0,9	0,7533	#12	6	34,7300	26,1633	532,18	1,930968	3,14467	0,00619	1,1247	2,2275
12	616	0,9	0,6844	#12	6	37,9200	25,9541	532,18	1,915533	3,12923	0,00619	1,1157	2,2186
13	537	0,9	0,5967	#12	6	44,5900	26,6054	532,18	1,963597	3,17730	0,00619	1,1437	2,2466
14	693	0,9	0,7700	#12	6	34,9500	26,9115	532,18	1,986191	3,19989	0,00619	1,1568	2,2597
15	524	0,9	0,5822	#12	6	45,2800	26,3630	532,18	1,945711	3,15941	0,00619	1,1332	2,2361
16	822	0,9	0,9133	#12	6	31,5200	28,7883	532,18	2,124705	3,33841	0,00619	1,2375	2,3404
17	682	0,9	0,7578	#12	6	31,0700	23,5442	532,18	1,737666	2,95137	0,00619	1,0121	2,1150
18	616	0,9	0,6844	#12	6	37,6000	25,7351	532,18	1,899368	3,11307	0,00619	1,1063	2,2091
19	400	0,9	0,4444	#12	6	24,9189	11,0751	532,18	0,817391	2,03109	0,00619	0,4761	1,5790
20	539	0,9	0,5989	#12	6	32,2900	19,3381	532,18	1,427241	2,64094	0,00619	0,8313	1,9342
21	539	0,9	0,5989	#12	6	41,5800	24,9018	532,18	1,837866	3,05157	0,00619	1,0704	2,1733
22	732	0,9	0,8133	#12	6	31,5900	25,6932	532,18	1,896275	3,10998	0,00619	1,1045	2,2073
23	648	0,9	0,7200	#12	6	30,9037	22,2506	532,18	1,642199	2,85590	0,00619	0,9565	2,0594
24	552	0,9	0,6133	#12	6	42,5300	26,0851	532,18	1,925197	3,13890	0,00619	1,1213	2,2242
25	552	0,9	0,6133	#12	6	40,5300	24,8584	532,18	1,834663	3,04836	0,00619	1,0686	2,1715
26 - 27	1621	0,85	1,9071	2#12	2	1,7510	3,3393	532,18	0,082152	1,29585	0,00619	0,0478	1,1507
28	486	0,9	0,5718	#12	6	47,1900	26,9816	532,18	1,991363	3,20506	0,00619	1,1598	2,2627
30	972	0,9	1,1435	#12	6	24,7900	28,3481	532,18	2,092218	3,30592	0,00619	1,2186	2,3215
29, 31 - 36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

**CUADRO 54.** Regulación y pérdidas de potencia para los circuitos ramales tablero TD 2-3 (rediseño).

REGULACION CIRCUITOS RAMALES DEL TABLERO TD 2-3													
Circuito	P(W)	FP	S(kVA)	Calibre	Factor	Longitud	Momento	KG	REGULACION %	REGULACION	R 50°C	Pp%	Pp%
				AWG/Fase	Fc	(m)	kVA-m			TOTAL (%)	(Ω/m)		TOTAL
1	848	0,9	0,9422	#10	6	42,1400	39,7052	337,154	1,856525	4,2397	0,003888	1,0720	3,4007
2	1134	0,9	1,2600	#12	6	39,0149	28,0900	532,18	1,980000	4,3632	0,00619	2,1131	4,4418
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	486	0,9	0,5400	#12	6	7,8965	4,2641	532,18	0,314709	2,6979	0,00619	0,1833	2,5119
5	810	0,9	0,9000	#12	6	31,7800	28,6020	532,18	2,110958	4,4942	0,00619	1,2295	3,5581
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	324	0,9	0,3600	#12	6	19,9380	7,1777	532,18	0,529745	2,9129	0,00619	0,3085	2,6372
8	648	0,9	0,7200	#12	6	35,7700	25,7544	532,18	1,900792	4,2840	0,00619	1,1071	3,4357
9	648	0,9	0,7200	#12	6	37,5200	27,0144	532,18	1,993786	4,3770	0,00619	1,1612	3,4899
10	1134	0,9	1,2600	#12	6	17,3660	21,8811	532,18	1,614924	3,9981	0,00619	0,9406	3,2692
11	154	0,9	0,1711	#12	6	26,5000	4,5344	532,18	0,334663	2,7179	0,00619	0,1949	2,5235
12	693	0,9	0,7700	#12	6	29,3800	22,6226	532,18	1,669651	4,0529	0,00619	0,9725	3,3011
13	693	0,9	0,7700	#12	6	29,0900	22,3993	532,18	1,653170	4,0364	0,00619	0,9629	3,2915
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	186	0,9	0,2067	#12	6	67,4700	13,9438	532,18	1,029116	3,4123	0,00619	0,5994	2,9280
17	248	0,9	0,2756	#12	6	75,8400	20,8981	532,18	1,542377	3,9256	0,00619	0,8983	3,2270
18	186	0,9	0,2067	#12	6	72,1700	14,9151	532,18	1,100805	3,4840	0,00619	0,6411	2,9698
19	236	0,9	0,2622	#12	6	47,1000	12,3507	532,18	0,911535	3,2947	0,00619	0,5309	2,8595
20	286	0,9	0,3178	#12	6	49,9700	15,8794	532,18	1,171969	3,5552	0,00619	0,6826	3,0112
21	236	0,9	0,2622	#12	6	43,1800	11,3228	532,18	0,835671	3,2189	0,00619	0,4867	2,8154
22	186	0,9	0,2067	#12	6	27,2700	5,6358	532,18	0,415948	2,7991	0,00619	0,2423	2,5709
23	186	0,9	0,2067	#12	6	26,7700	5,5325	532,18	0,408321	2,7915	0,00619	0,2378	2,5664
24	186	0,9	0,2067	#12	6	27,2700	5,6358	532,18	0,415948	2,7991	0,00619	0,2423	2,5709
25 y 27	3600	0,9	4,0000	2#10	2	19,0454	76,1814	337,154	1,187356	3,5706	0,003888	0,6846	3,0132
26 y 30	3600	0,9	4,0000	2#10	2	15,9127	63,6508	337,154	0,992054	3,3753	0,003888	0,5720	2,9006
28	693	0,9	0,7700	#12	6	31,8810	24,5484	532,18	1,811781	4,1950	0,00619	1,0552	3,3839
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: los Autores.

## 6.4. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación actual, se encuentra en estado crítico debido a las diferentes dificultades que presenta; estas dificultades van desde el quemado de las luminarias y mala iluminación en algunas zonas. Estas dificultades se ven reflejadas en los datos registrados con el luxómetro (ver tabla 44, tabla 45).

En las diferentes zonas de lectura de la Biblioteca no se cumple con el mínimo lúmenes expresado en el RETILAP[6], para el plano de trabajo en zonas de lectura y actividades educativas. Debido al estado del sistema de iluminación es necesaria la implementación de nuevas luminarias con mayor eficiencia y un menor consumo. Se debe hacer un cambio de la mayoría del cableado de los circuitos de iluminación e implementar un control iluminación más eficiente.

### 6.4.1. SELECCIÓN DE LUMINARIAS

Las lámparas seleccionadas para el rediseño de iluminación, son marca Philips ya que cumple con las siguientes características como intensidad de flujo luminoso, consumo y vida útil.

**FIGURA 105.** Luminaria Efix TCS260.



**Fuente:** Catálogo Philips.

**FIGURA 106.** Características luminaria Efix TCS260.

Efix de montaje adosado TCS260			
<b>Características</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlador por luz diurna Luxsense integrado disponible</li> <li>• Cierre superior de fácil extracción: permite ajustar el haz para proporcionar iluminación directa o directa/indirecta</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño sencillo</li> <li>• Lámparas MASTER TL5; adecuadas para su uso con equipos de alta frecuencia</li> <li>• Mini-ópticas; rendimiento conforme a normas EN-12464</li> </ul>			
<b>Aplicaciones</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiendas</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oficinas</li> </ul>			
<b>Especificaciones</b>			
• Tipo	TCS260	• Color	Blanco RAL9016 (VH) Plateado RAL9006 (SI)
• Lámpara	Fluorescente: - 1 ó 2 MASTER TL5 / GS / 28, 35, 49, 54, 80 W	• Opción	Sistemas de control: controlador de luz diurna Luxsense (LX) y sistema Dali
• Lámpara incluida	Sí (color de lámpara 830 u 840)	• Materiales	Carcasa: acero prelacado Óptica: acero prelacado o aluminio Tapa final: policarbonato
• Óptica	Óptica mate, rejillas doble parabólica, cerrada (M6)	• Instalación	Individual o en línea; montaje a presión de la luminaria en soportes de techo
• Conexión eléctrica	Conector Push-in, acceso desde el exterior	• Accesorios	Conjunto de suspensión con cable eléctrico, ZCS260 SME WH o SI
		• Observaciones	Se entrega con lámparas, conector Push-in y soportes de techo

Fuente: Catálogo Philips.

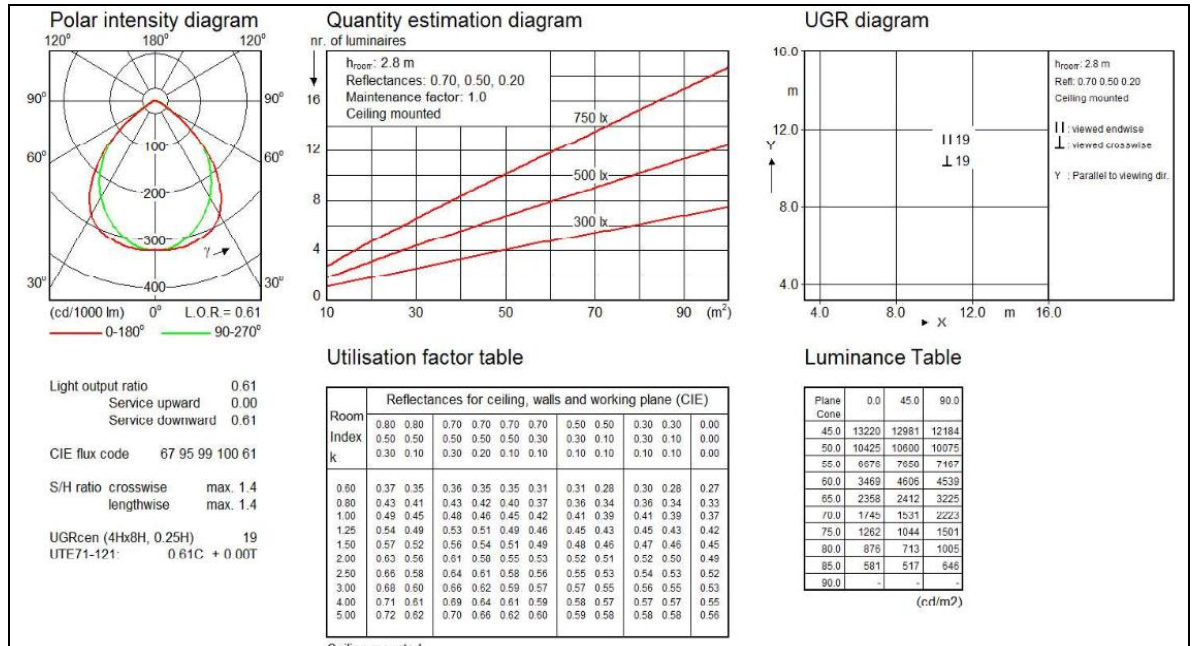
#### 6.4.1.1. TCS260 2xTL5-35W HFP M6

**FIGURA 107.** Características luminaria TL5 2x35 W.

Efix TCS260	
Luminaire	: TCS260 2xTL5-35W HFP M6
Total Lamp Flux	: 6650 lm
Light Output Ratio	: 0.61
System Flux	: 4057 lm
System Power	: 77 W
LxBxH	: 1.54x0.16x0.07 m

Fuente: Catálogo Philips.

**FIGURA 108.** Datos fotométricos luminaria TL5 2x35 W.



Fuente: Catálogo Philips.

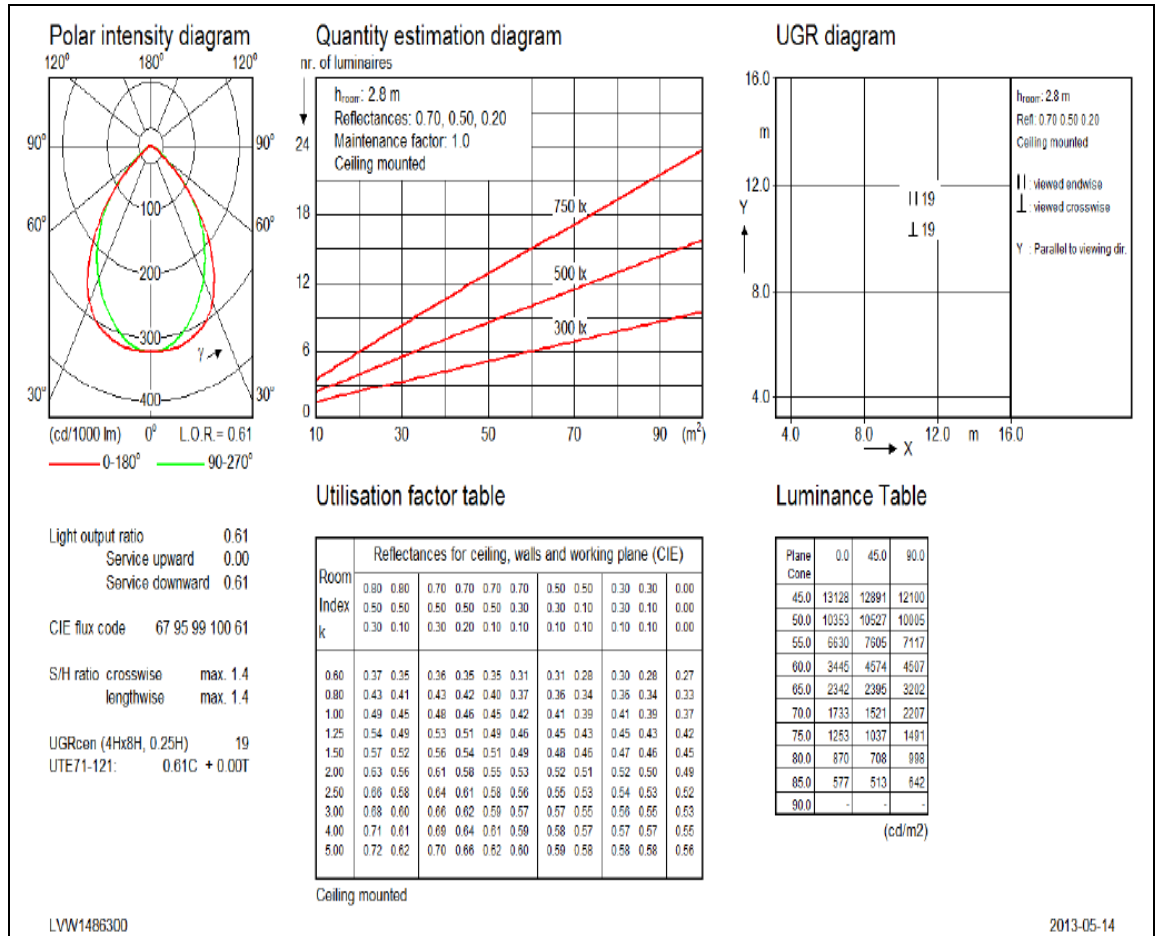
**6.4.1.2. TCS260 2xTL5-28W HFP M6**

**FIGURA 109.** Características luminaria TL5 2x28 W.

EFix TCS260	
Luminaire	: TCS260 2xTL5-28W HFP M6
Total Lamp Flux	: 5250 lm
Light Output Ratio	: 0.61
System Flux	: 3203 lm
System Power	: 62 W
LxBxH	: 1.24x0.16x0.07 m

Fuente: Catálogo Philips.

**FIGURA 110.** Datos fotométricos luminaria TL5 2x28 W.



Fuente: Catálogo Philips.

### 6.4.1.3. UnicOne proyector micro

Es un proyector de diseño orientable para iluminación en aplicaciones de interior, es ideal para las diferentes obras de arte que se exponen en la biblioteca, ya que con este micro proyector se puede enfocar de forma fácil y rápida.

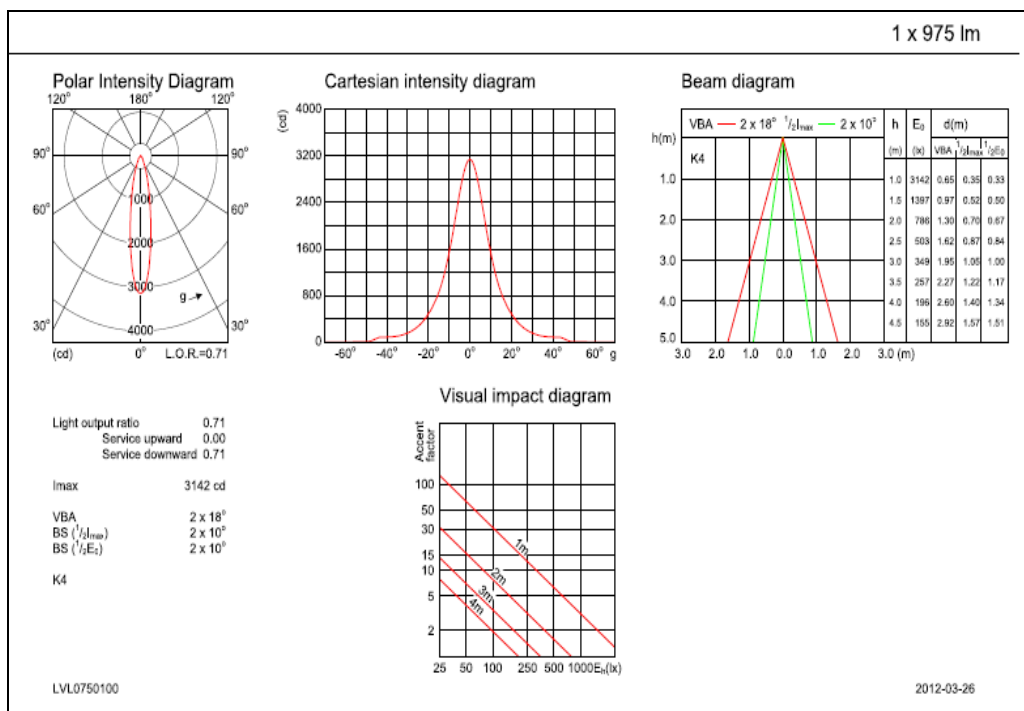
UnicOne proyector micro LCS541 HAL-C50W K ET 24 BA WH, capsule line pro, 50 W.

**FIGURA 111.** unicOne proyector micro LCS541



**Fuente:** Catálogo Philips.

**FIGURA 112.** Datos fotométricos unicOne proyector micro LCS541



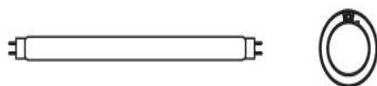
**Fuente:** Catálogo Philips.

## 6.4.2. SELECCIÓN DE BALASTO

En estas luminarias se utilizará un balastro ICN2S28N de la familia centium de Philips, este es un balastro electrónico de arranque rápido-programado. Estos balastos son de bajo consumo y ayudan a proteger los tubos T5 instalados en la luminaria.

**FIGURA 113.** Características balastro Philips seleccionado.

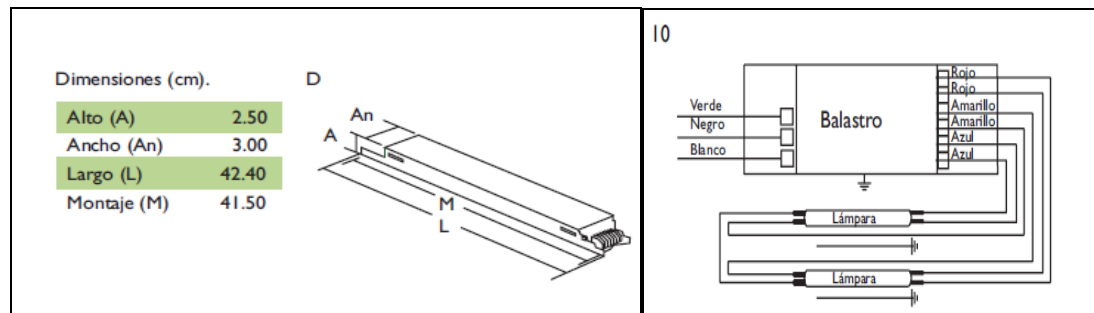
**T5**



No. de lámp.	Tipo de lámpara	Tensión de línea (V~)	Tipo de encendido	Familia	No de catálogo	No de artículo	Potencia de línea (W)	Factor de Balastro (F.B.)	Corriente de línea (A)	THD %	Tem. Min. de arranque °F/°C	Dimensión / Conexión
1	F28T5(28W)	120-277	Rápido-programado	Centium	ICN2S28	N821	33	1.04	10	0.28-0.12	0°F/-18°C	D/9
2	F28T5(28W)	120-277	Instantáneo	Centium	ICN2M32MC	N1519	68	1.05	10	0.57-0.25	32°F/0°C	A2/5
			Rápido-programado	Centium	ICN2S28	N821	64-63	1.03	10	0.55-0.23	0°F/-18°C	D/10
1	F35T5(35W)	120-277	Rápido-programado	Centium	ICN2S28	N821	41	1.01	10	0.34-0.15	0°F/-18°C	D/9
2	F35T5(35W)	120-277	Rápido-programado	Centium	ICN2S28	N821	80-77	1.00	10	0.67-0.28	0°F/-18°C	D/10

Fuente: Catálogo Philips.

**FIGURA 114.** Dimensiones y conexión de balastro Philips seleccionado.



Fuente: Catálogo Philips.

### 6.4.3. SELECCIÓN LUMINARIA DE EMERGENCIA

Para la correcta evacuación del personal presente en la edificación, se instalarán luminarias de emergencia marca sylvania en los pasillos y zonas de circulación.

**FIGURA 115.** Luminaria de emergencia sylvania 2x8 W.



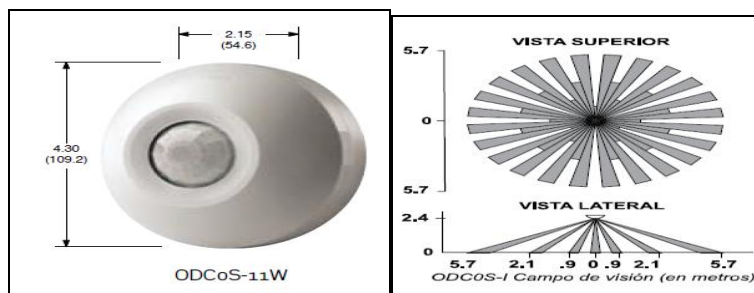
**Fuente:** Catálogo sylvania.

### 6.4.4. SELECCIÓN DE SENSORES

Debido a la necesidad de optimizar el consumo de energía en la edificación, se implementaran sensores en los diferentes baños públicos, que ayudaran a generar un ahorro entre el 30% y 90% de la energía consumida sin automatización.

Los sensores seleccionados son de la marca leviton, estos son ideales para baños; ODCo-SI1W sensor de ocupación pasivo infrarrojo, independiente para montaje en techo y relevador de conmutación 120 V, cobertura 360°.

**FIGURA 116.** Campo de visión y apariencia externa del sensor de ocupación.



Fuente: Catálogo leviton.

### 6.4.5. NIVELES DE ILUMINACIÓN DEL REDISEÑO

Después de aplicado el método de las cavidades zonales con las luminarias y elementos de iluminación seleccionados, se presentan los valores obtenidos en el análisis.

**TABLA 61.** Niveles de iluminación del rediseño.

LUGAR	a	L	NL	Nb	FLUJO [lux]	h	hf	hc	hm	RCT	RCL	RCP	Cu		Em
	[m]	[m]				[m]	[m]	[m]	[m]				[m]	[m]	[%]
SALÓN 6	6,01	12,1	12	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	3,55	0,94	0,649	0,585	418,03
SALÓN 7	6,49	8,87	8	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	3,80	1,00	0,653	0,585	353,03
SALÓN 5	5,55	15,2	14	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	3,50	0,92	0,650	0,585	419,09
SALÓN 3	5,55	15,2	14	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	3,50	0,92	0,652	0,585	420,38
SALÓN 4	5,55	15,2	14	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	3,50	0,92	0,657	0,585	423,61
SALÓN CONFERENCIAS	19,6	12,5	36	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	1,87	0,49	0,640	0,585	365,98
TARIMA	7,65	4,24	10	2	3325	3,6	0,9	0	2,75	0	5,04	1,56	0,649	0,585	778,39
CENTIC	8,86	11,4	17	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	2,86	0,75	0,643	0,585	422,87
SALÓN 2	5,17	12,2	12	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	3,92	1,17	0,663	0,585	490,30
SALÓN DE MUSICA	5,17	12,2	8	2	3325	3,6	0,9	0	2,75	0	3,79	1,17	0,651	0,585	320,95
SALA GENERAL 2 PISO	21	16,7	18	2	2625	3,6	0,9	0	2,75	0	1,48	0,46	0,649	0,585	102,54
SALA EXPOSICIÓN 1 PISO	12,1	11,9	6	2	3325	3,6	0,9	0	2,75	0	2,29	0,71	0,649	0,585	227,30
SALA GENERAL	27,2	26,9	99	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	1,05	0,28	0,653	0,585	344,35
SALÓN BARRANCABERMEJA	5,77	6,31	10	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	4,73	1,24	0,580	0,585	619,73
SALÓN AMERICA	8,67	6,02	8	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	4,01	1,06	0,630	0,585	375,66
SALÓN MULTIPLE 1	11,9	11,8	24	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	2,41	0,63	0,657	0,585	439,07
SALÓN MULTIPLE 2	11,8	11,5	24	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	2,45	0,64	0,640	0,585	440,68
SALA INFANTIL	8,6	5,97	8	2	3325	3,6	0,9	0	2,75	0	3,90	1,21	0,649	0,585	393,40
OFICINAS 1 PISO(Coordinadora)	5,82	4,57	4	2	3325	3,6	0,8	0	2,8	0	5,47	1,56	0,649	0,585	379,70
OFICINAS 1 PISO(Directora)	3,27	8,55	5	2	3325	3,6	0,8	0	2,85	0	6,02	1,59	0,580	0,585	403,52
PRESTAMO DE LIBROS	6,51	6,28	4	2	3325	3,6	0,9	0	2,75	0	4,30	1,33	0,663	0,585	252,35
RESERVA DE LIBROS	5,76	10,5	8	2	3325	3,6	0,9	0	2,75	0	3,70	1,14	0,649	0,585	334,03
RECEPCIÓN 1 PISO	11,5	11,9	16	2	2625	3,6	0,9	0	2,75	0	2,35	0,73	0,653	0,585	234,66
PASILLO ESPECIALIZACIÓN	2,93	24,3	6	2	2625	3,6	0,9	0	2,75	0	5,26	1,63	0,652	0,585	168,68
OFICINAS GEOMATICA	3,22	5,51	4	2	2511	3,6	0,8	0,5	2,35	1,23	5,78	1,85	0,657	0,585	435,16
OFICINA SONIDO	1,95	4,39	2	2	3325	3,6	0,9	0	2,75	0	10,18	3,15	0,649	0,585	589,87
PASILLO POSTERIOR SALON CONFERENCIA	2,91	35,5	8	2	2625	3,6	0,9	0	2,75	0	5,11	1,58	0,663	0,585	157,51

Fuente: los Autores.

## 6.5 SELECCIÓN DE LOS DPS DE LOS TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y TABLERO GENERAL DE LA SUBESTACIÓN

En los diferentes tableros de distribución y tableros generales, se instalarán dispositivos de protección contra transitorios, para evitar el incremento de la tensión de operación en caso de que ocurra una falla de este tipo.

Los DPS a instalar son marca leviton tipo 2:

- DPS para tableros de distribución 51120-3, 120/208 3ØY, 50/60 Hz, 4 hilos +tierra, máxima corriente transitoria 50 kA.
- DPS para tablero general 32120-DY3, 120/208 3ØY, 50/60 Hz, 4 hilos +tierra, máxima corriente transitoria 80 kA.

**FIGURA 117.** DPS 51120-3, DPS32120-DY3.



**Fuente:** catálogo leviton.

Los equipos seleccionados son ideales para el despeje de fallas generadas en los diferentes tableros de la instalación, van conectados en paralelo al barraje.

## 7. LISTA DE MATERIALES, CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LA BIBLIOTECA ALEJANDRO GALVIS GALVIS.

### 7.1. LISTA DE MATERIALES

LISTA GENERAL DE MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	Breaker enchufable 1x15 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	93	\$ 6.900,00	\$ 641.700,00
2	Breaker enchufable 1x20 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	3	\$ 6.900,00	\$ 20.700,00
3	Breaker enchufable 1x30 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	2	\$ 6.900,00	\$ 13.800,00
4	Breaker enchufable 2x20 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	6	\$ 23.000,00	\$ 138.000,00
5	Breaker enchufable 2x50 A, 10kA a 120/240 V	Unidad	1	\$ 23.000,00	\$ 23.000,00
6	Breaker enchufable 3x20 A , 10kA a 120 /240 V	Unidad	8	\$ 48.700,00	\$ 389.600,00
7	Breaker atomillable 3x30 A, 10kA a 120/240 V	Unidad	1	\$ 53.000,00	\$ 53.000,00
8	Totalizador de 2x100 A, lcc= 25kA	Unidad	4	\$ 92.700,00	\$ 370.800,00
9	Totalizador de 3x50 A, lcc= 25kA	Unidad	4	\$ 96.800,00	\$ 387.200,00
10	DPS, marca LEVITON 32120 – Dy3 tipo 2, 120/208 V, 80 kA	Unidad	1	\$ 960.200,00	\$ 960.200,00
11	DPS, marca LEVITON 51120 – 3 tipo 2, 120/208 V, 50 kA	Unidad	8	\$ 808.560,00	\$ 6.468.480,00
12	Gabinete 1000x800x300 mm	Unidad	1	\$ 530.231,00	\$ 530.231,00
13	Gabinete 800x600x300 mm	Unidad	1	\$ 373.030,00	\$ 373.030,00
14	Tablero trifasico de 36 circuitos con puerta	Unidad	1	\$ 256.592,00	\$ 256.592,00
15	Tablero trifasico de30 circuitos con puerta	Unidad	1	\$ 243.252,00	\$ 243.252,00
16	Tablero trifasico de 18 circuitos con puerta	Unidad	1	\$ 153.990,00	\$ 153.990,00
17	Tablero bifasico de 24 circuitos con puerta y espacio para totalizador	Unidad	3	\$ 298.000,00	\$ 894.000,00
18	Tablero Monofasico de 4 circuitos, disposicion horizontal	Unidad	1	\$ 20.350,00	\$ 20.350,00
19	Tomacorriente Monofasico Doble con Polo a Tierra	Unidad	16	\$ 4.500,00	\$ 72.000,00
20	Interruptor Sencillo	Unidad	12	\$ 2.500,00	\$ 30.000,00
21	Interruptor Doble	Unidad	7	\$ 3.000,00	\$ 21.000,00
22	Interruptor triple	Unidad	6	\$ 4.900,00	\$ 29.400,00
23	Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x28 W, 120 V	Unidad	116	\$ 148.000,00	\$ 17.168.000,00
24	Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x35 W, 120 V	Unidad	361	\$ 165.000,00	\$ 59.565.000,00
25	Sensor de Ocupación OSCoS-I1W, 120 V marca LEVITON	Unidad	10	\$ 31.900,00	\$ 319.000,00
26	Contactador telemecanique LC1D 09	Unidad	7	\$ 89.703,00	\$ 627.921,00
27	Tubo conduit metalico tipo EMT de 1/2" x 3m	Unidad	457	\$ 5.900,00	\$ 2.696.300,00
28	Tubo conduit metalico tipo EMT de 3/4" x 3m	Unidad	91	\$ 10.900,00	\$ 991.900,00
29	Tubo conduit metalico tipo EMT de 1" x 3m	Unidad	27	\$ 15.900,00	\$ 429.300,00
30	Tubo conduit metalico tipo EMT de 1 1/2" x 3m	Unidad	40	\$ 20.500,00	\$ 820.000,00
31	Tubo conduit metalico tipo EMT de 2" x 3m	Unidad	35	\$ 27.250,00	\$ 953.750,00
32	Grapa doble ala EMT 1/2"	Unidad	952	\$ 150,00	\$ 142.800,00
33	Grapa doble ala EMT 3/4"	Unidad	96	\$ 200,00	\$ 19.200,00
34	Grapa doble ala EMT 1"	Unidad	54	\$ 300,00	\$ 16.200,00
35	Grapa doble ala EMT 1 1/2"	Unidad	84	\$ 500,00	\$ 42.000,00
36	Conector terminal EMT 1/2"	Unidad	1011	\$ 1.900,00	\$ 1.920.900,00
37	Conector terminal EMT 3/4"	Unidad	113	\$ 1.900,00	\$ 214.700,00
38	Conector terminal EMT 1"	Unidad	50	\$ 1.900,00	\$ 95.000,00
39	Conector terminal EMT 1 1/2"	Unidad	15	\$ 2.150,00	\$ 32.250,00
40	Conector terminal EMT 2"	Unidad	8	\$ 2.350,00	\$ 18.800,00
41	Caja cuadrada EMT 10x10 Elite, con tapa	Unidad	119	\$ 5.795,00	\$ 689.605,00
42	Union metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	202	\$ 900,00	\$ 181.800,00
43	Union metalica tipo EMT 3/4"	Unidad	55	\$ 1.900,00	\$ 104.500,00
44	Union metalica tipo EMT 1"	Unidad	17	\$ 1.900,00	\$ 32.300,00
45	Union metalica tipo EMT 1 1/2"	Unidad	50	\$ 2.350,00	\$ 117.500,00
46	Union metalica tipo EMT 2"	Unidad	22	\$ 3.800,00	\$ 83.600,00
47	Curva metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	49	\$ 1.900,00	\$ 93.100,00
48	Curva metalica tipo EMT 3/4"	Unidad	18	\$ 2.900,00	\$ 52.200,00
49	Curva metalica tipo EMT 1"	Unidad	11	\$ 4.900,00	\$ 53.900,00
50	Curva metalica tipo EMT 1 1/2"	Unidad	19	\$ 5.600,00	\$ 106.400,00
51	Curva metalica tipo EMT 2"	Unidad	12	\$ 8.950,00	\$ 107.400,00
52	Cable de Cobre #12 AWG THW	Metro	9897	\$ 1.150,00	\$ 11.381.550,00
53	Cable de Cobre #10 AWG THW	Metro	137	\$ 2.150,00	\$ 294.550,00
54	Cable de Cobre #8 AWG THW	Metro	275	\$ 3.150,00	\$ 866.250,00
55	Cable de Cobre #4 AWG THW	Metro	397	\$ 5.500,00	\$ 2.183.500,00
56	Cable de Cobre #2 AWG THW	Metro	52	\$ 7.800,00	\$ 405.600,00
57	Cable de Cobre #1/0 AWG THW	Metro	360	\$ 12.650,00	\$ 4.554.000,00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>\$ 119.471.101,00</b>

## 7.2. CANTIDAD DE OBRA Y PRESUPUESTO

<b>CANTIDAD DE OBRA Y PRESUPUESTO PARA EL REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA BIBLIOTECA ALEJANDRO GALVIS GALVIS SEDE UIS BARRANCABERMEJA</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>TABLERO TD 1-1</b>				
1.01	Instalación del tablero	GLOBAL	1	\$ 869.483,00	\$ 869.483,00
1.02	Instalación de breakers	GLOBAL	1	\$ 255.600,00	\$ 255.600,00
1.03	Instalación de totalizador	GLOBAL	1	\$ 192.800,00	\$ 192.800,00
1.04	Instalación de ducteria	GLOBAL	1	\$ 2.464.290,00	\$ 2.464.290,00
1.05	Cableado de circuitos ramales	GLOBAL	1	\$ 3.320.500,00	\$ 3.320.500,00
1.06	Cableado de la acometida	GLOBAL	1	\$ 724.950,00	\$ 724.950,00
1.07	Instalación de DPS	GLOBAL	1	\$ 1.042.260,00	\$ 1.042.260,00
1.08	Instalación de contactores	GLOBAL	1	\$ 624.515,00	\$ 624.515,00
1.09	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes	GLOBAL	1	\$ 18.285.200,00	\$ 18.285.200,00
<b>1 ST</b>	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 27.779.598,00</b>
<b>2</b>	<b>TABLERO TD 1-2</b>				
2.01	Instalación de breakers	GLOBAL	1	\$ 209.600,00	\$ 209.600,00
2.02	Instalación de ducteria	GLOBAL	1	\$ 1.812.160,00	\$ 1.812.160,00
2.03	Cableado de circuitos ramales	GLOBAL	1	\$ 1.723.300,00	\$ 1.723.300,00
2.04	Instalación de DPS	GLOBAL	1	\$ 1.042.260,00	\$ 1.042.260,00
2.05	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes	GLOBAL	1	\$ 14.709.000,00	\$ 14.709.000,00
<b>2 ST</b>	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 19.496.320,00</b>
<b>3</b>	<b>TABLERO TD 1-3</b>				
3.01	Instalación del tablero	GLOBAL	1	\$ 623.020,00	\$ 623.020,00
3.02	Instalación de breakers	GLOBAL	1	\$ 186.600,00	\$ 186.600,00
3.03	Instalación de totalizador	GLOBAL	1	\$ 192.800,00	\$ 192.800,00
3.04	Instalación de ducteria	GLOBAL	1	\$ 3.730.665,00	\$ 3.730.665,00
3.05	Cableado de circuitos ramales	GLOBAL	1	\$ 1.931.550,00	\$ 1.931.550,00
3.06	Cableado de la acometida	GLOBAL	1	\$ 2.146.700,00	\$ 2.146.700,00
3.07	Instalación de DPS	GLOBAL	1	\$ 1.042.260,00	\$ 1.042.260,00
3.08	Instalación de contactores	GLOBAL	1	\$ 364.406,00	\$ 364.406,00
3.09	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes	GLOBAL	1	\$ 8.757.900,00	\$ 8.757.900,00
3.10	Instalación del tablero de la porteria	GLOBAL	1	\$ 111.350,00	\$ 111.350,00
<b>3 ST</b>	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 19.087.251,00</b>

<b>4</b>						<b>TABLERO TC</b>						
4.01	Instalación del tablero	GLOBAL	1	\$	394.000,00	\$	394.000,00					
4.02	Instalación de breakers	GLOBAL	1	\$	188.900,00	\$	188.900,00					
4.03	Instalación de totalizador	GLOBAL	1	\$	188.700,00	\$	188.700,00					
4.04	Instalación de ducteria	GLOBAL	1	\$	1.582.995,00	\$	1.582.995,00					
4.05	Cableado de circuitos ramales	GLOBAL	1	\$	1.506.950,00	\$	1.506.950,00					
4.06	Cableado de la acometida	GLOBAL	1	\$	1.240.900,00	\$	1.240.900,00					
4.07	Instalación de DPS	GLOBAL	1	\$	1.042.260,00	\$	1.042.260,00					
4.08	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes	GLOBAL	1	\$	6.241.800,00	\$	6.241.800,00					
<b>4 ST</b>	<b>SUBTOTAL</b>						<b>\$</b>	<b>12.386.505,00</b>				
<b>5</b>						<b>TABLERO TD 2-1</b>						
5.01	Instalación del tablero	GLOBAL	1	\$	394.000,00	\$	394.000,00					
5.02	Instalación de breakers	GLOBAL	1	\$	117.600,00	\$	117.600,00					
5.03	Instalación de totalizador	GLOBAL	1	\$	188.700,00	\$	188.700,00					
5.04	Instalación de ducteria	GLOBAL	1	\$	924.450,00	\$	924.450,00					
5.05	Cableado de circuitos ramales	GLOBAL	1	\$	1.604.700,00	\$	1.604.700,00					
5.06	Cableado de la acometida	GLOBAL	1	\$	590.600,00	\$	590.600,00					
5.07	Instalación de DPS	GLOBAL	1	\$	1.042.260,00	\$	1.042.260,00					
5.08	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes	GLOBAL	1	\$	5.666.000,00	\$	5.666.000,00					
<b>5 ST</b>	<b>SUBTOTAL</b>						<b>\$</b>	<b>10.528.310,00</b>				
<b>6</b>						<b>TABLERO TD 2-2</b>						
6.01	Instalación del tablero	GLOBAL	1	\$	352.592,00	\$	352.592,00					
6.02	Instalación de breakers	GLOBAL	1	\$	228.000,00	\$	228.000,00					
6.03	Instalación de ducteria	GLOBAL	1	\$	3.318.075,00	\$	3.318.075,00					
6.04	Cableado de circuitos ramales	GLOBAL	1	\$	4.856.800,00	\$	4.856.800,00					
6.05	Instalación de DPS	GLOBAL	1	\$	1.042.260,00	\$	1.042.260,00					
6.06	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes	GLOBAL	1	\$	21.679.500,00	\$	21.679.500,00					
<b>6 ST</b>	<b>SUBTOTAL</b>						<b>\$</b>	<b>31.477.227,00</b>				
<b>7</b>						<b>TABLERO TD 2-3</b>						
7.01	Instalación de breakers	GLOBAL	1	\$	209.600,00	\$	209.600,00					
7.02	Instalación de ducteria	GLOBAL	1	\$	3.829.620,00	\$	3.829.620,00					
7.03	Cableado de circuitos ramales	GLOBAL	1	\$	5.147.750,00	\$	5.147.750,00					
7.04	Instalación de DPS	GLOBAL	1	\$	1.042.260,00	\$	1.042.260,00					
7.05	Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes	GLOBAL	1	\$	10.699.000,00	\$	10.699.000,00					
<b>7 ST</b>	<b>SUBTOTAL</b>						<b>\$</b>	<b>20.928.230,00</b>				
<b>8</b>						<b>TABLERO TD TR1</b>						
8.01	Instalación del tablero	GLOBAL	1	\$	394.000,00	\$	394.000,00					
8.02	Instalación de breakers	GLOBAL	1	\$	126.800,00	\$	126.800,00					
8.03	Instalación de totalizador	GLOBAL	1	\$	188.700,00	\$	188.700,00					
8.04	Instalación de ducteria	GLOBAL	1	\$	1.969.400,00	\$	1.969.400,00					
8.05	Cableado de circuitos ramales	GLOBAL	1	\$	262.050,00	\$	262.050,00					
8.06	Cableado de la acometida	GLOBAL	1	\$	4.073.700,00	\$	4.073.700,00					
8.07	Instalación de DPS	GLOBAL	1	\$	1.042.260,00	\$	1.042.260,00					
						<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>		<b>\$</b>	<b>141.683.441,00</b>			
						AIU 25%	ADMON 12%		\$	17.002.012,00		
							IMPREVISTO 5 %		\$	7.084.172,00		
							UTILIDAD 8%		\$	11.334.675,00		
						RETENSION EN LA FUENTE 6%		\$	8.501.006,46			
						ESTAMPILLA PRO UIS 2%		\$	2.833.668,82			
						IMPUESTO DE TIMBRE 0.75%		\$	1.062.625,81			
						<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>\$</b>	<b>47.818.160,09</b>			
						<b>COSTO TOTAL</b>		<b>\$</b>	<b>189.501.601,09</b>			

## 7.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM 1: TABLERO TD 1-1				
ITEM 1.01		Instalación del tablero		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Gabinete metalico de 1000x800x300 mm	Unidad	1	\$ 530.231,00	\$ 530.231,00
Tablero trifasico de30 circuitos con puerta	Unidad	1	\$ 243.252,00	\$ 243.252,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 773.483,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Transporte	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 1.01</b>				<b>\$ 869.483,00</b>
ITEM 1.02		Instalación de breakers		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker enchufable 1x15 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	24	\$ 6.900,00	\$ 165.600,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 165.600,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Transporte	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 10.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 1.02</b>				<b>\$ 255.600,00</b>
ITEM 1.03		Instalación de totalizador		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Totalizador de 3x50 A, lcc= 25kA	Unidad	1	\$ 96.800,00	\$ 96.800,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 96.800,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00	
Transporte	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 1.03</b>				<b>\$ 192.800,00</b>

ITEM 1.04		Instalación de ducteria		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tubo conduit tipo EMT de 1/2" x 3m	Unidad	46	\$ 5.900,00	\$ 271.400,00
Tubo conduit tipo EMT de 3/4" x 3m	Unidad	40	\$ 10.900,00	\$ 436.000,00
Tubo conduit tipo EMT de 1" x 3m	Unidad	16	\$ 15.900,00	\$ 254.400,00
Tubo conduit tipo EMT de 1 1/2" x 3m	Unidad	7	\$ 20.500,00	\$ 143.500,00
Caja EMT 10x10 Elite, con tapa	Unidad	12	\$ 5.795,00	\$ 69.540,00
Conector terminal EMT 1/2"	Unidad	69	\$ 1.900,00	\$ 131.100,00
Conector terminal EMT 3/4"	Unidad	60	\$ 1.900,00	\$ 114.000,00
Conector terminal EMT 1"	Unidad	30	\$ 1.900,00	\$ 57.000,00
Conector terminal EMT 1 1/2"	Unidad	7	\$ 2.150,00	\$ 15.050,00
Union metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	22	\$ 900,00	\$ 19.800,00
Union metalica tipo EMT 3/4"	Unidad	15	\$ 1.900,00	\$ 28.500,00
Union metalica tipo EMT 1"	Unidad	10	\$ 1.900,00	\$ 19.000,00
Union metalica tipo EMT 1 1/2"	Unidad	4	\$ 2.350,00	\$ 9.400,00
Curva metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	12	\$ 1.900,00	\$ 22.800,00
Curva metalica tipo EMT 3/4"	Unidad	2	\$ 2.900,00	\$ 5.800,00
Curva metalica tipo EMT 1"	Unidad	4	\$ 4.900,00	\$ 19.600,00
Curva metalica tipo EMT 1 1/2"	Unidad	4	\$ 5.600,00	\$ 22.400,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.639.290,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00
Técnico Electricista	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 1.04</b>				<b>\$ 2.464.290,00</b>
ITEM 1.05		Cableado de circuitos ramales		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #12 AWG THW	Metro	2170	\$ 1.150,00	\$ 2.495.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 2.495.500,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00
Técnico Electricista	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 1.05</b>				<b>\$ 3.320.500,00</b>

ITEM 1.06		Cableado de la acometida		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #8 AWG THW	Metro	23	\$ 3.150,00	\$ 72.450,00
Cable de Cobre #4 AWG THW	Metro	85	\$ 5.500,00	\$ 467.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 539.950,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Electricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 1.06</b>				<b>\$ 724.950,00</b>
ITEM 1.07		Instalación de DPS		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker de 3x20 A , 10kA a 120 /240 V	Unidad	1	\$ 48.700,00	\$ 48.700,00
DPS, marca LEVITON 51120 – 3 tipo 2, 120/208 V, 50 kA	Unidad	1	\$ 808.560,00	\$ 808.560,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 857.260,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Electricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 1.07</b>				<b>\$ 1.042.260,00</b>
ITEM 1.08		Instalación de contactores		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Contactador telemechanique LC1D 09	Unidad	5	\$ 89.703,00	\$ 448.515,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 448.515,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Electricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 1.08</b>				<b>\$ 624.515,00</b>

ITEM 1.09		Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Interruptor Sencillo	Unidad	1	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
Interruptor Doble	Unidad	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
Interruptor triple	Unidad	3	\$ 4.900,00	\$ 14.700,00
Tomacorriente Monofasico Doble con Polo a Tierra	Unidad	4	\$ 4.500,00	\$ 18.000,00
Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x28 W, 120 V	Unidad	2	\$ 148.000,00	\$ 296.000,00
Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x35 W, 120 V	Unidad	99	\$ 165.000,00	\$ 16.335.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.669.200,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 6.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 5.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	10	\$ 90.000,00	\$ 900.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	10	\$ 45.000,00	\$ 450.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	10	\$ 25.000,00	\$ 250.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.600.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 1.09</b>				<b>\$ 18.285.200,00</b>

ITEM 2: TABLERO TD 1-2				
ITEM 2.01		Instalación de breakers		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker enchufable 1x15 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	14	\$ 6.900,00	\$ 96.600,00
Breaker enchufable 2x20 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	1	\$ 23.000,00	\$ 23.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 119.600,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Transporte	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 10.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 2.01</b>				<b>\$ 209.600,00</b>

ITEM 2.02		Instalación de ducteria		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tubo conduit tipo EMT de 1/2" x 3m	Unidad	43	\$ 5.900,00	\$ 253.700,00
Tubo conduit tipo EMT de 3/4" x 3m	Unidad	28	\$ 10.900,00	\$ 305.200,00
Tubo conduit tipo EMT de 1" x 3m	Unidad	7	\$ 15.900,00	\$ 111.300,00
Caja EMT 10x10 Elite, con tapa	Unidad	8	\$ 5.795,00	\$ 46.360,00
Conector terminal EMT 1/2"	Unidad	45	\$ 1.900,00	\$ 85.500,00
Conector terminal EMT 3/4"	Unidad	32	\$ 1.900,00	\$ 60.800,00
Conector terminal EMT 1"	Unidad	16	\$ 1.900,00	\$ 30.400,00
Union metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	15	\$ 900,00	\$ 13.500,00
Union metalica tipo EMT 3/4"	Unidad	13	\$ 1.900,00	\$ 24.700,00
Union metalica tipo EMT 1"	Unidad	8	\$ 1.900,00	\$ 15.200,00
Curva metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	9	\$ 1.900,00	\$ 17.100,00
Curva metalica tipo EMT 3/4"	Unidad	3	\$ 2.900,00	\$ 8.700,00
Curva metalica tipo EMT 1"	Unidad	3	\$ 4.900,00	\$ 14.700,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 987.160,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00
Técnico Electricista	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 2.02</b>				<b>\$ 1.812.160,00</b>
ITEM 2.03		Cableado de circuitos ramales		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #10 AWG THW	Metro	45	\$ 2.150,00	\$ 96.750,00
Cable de Cobre #12 AWG THW	Metro	697	\$ 1.150,00	\$ 801.550,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 898.300,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00
Técnico Electricista	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 2.03</b>				<b>\$ 1.723.300,00</b>

ITEM 2.04		Instalación de DPS		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker de 3x20 A , 10kA a 120 /240 V	Unidad	1	\$ 48.700,00	\$ 48.700,00
DPS, marca LEVITON 51120 – 3 tipo 2, 120/208 V, 50 kA	Unidad	1	\$ 808.560,00	\$ 808.560,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 857.260,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 2.04</b>				<b>\$ 1.042.260,00</b>
ITEM 2.05		Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Interruptor Sencillo	Unidad	5	\$ 2.500,00	\$ 12.500,00
Interruptor Doble	Unidad	2	\$ 3.000,00	\$ 6.000,00
Tomacorriente Monofasico Doble con Polo a Tierra	Unidad	1	\$ 4.500,00	\$ 4.500,00
Proyector orientable 50 W, 120 V	Unidad	24	\$ 87.000,00	\$ 2.088.000,00
Luminaria marca philips, EFix TCS260 de 2x28 W, 120 V	Unidad	14	\$ 148.000,00	\$ 2.072.000,00
Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x35 W, 120 V	Unidad	54	\$ 165.000,00	\$ 8.910.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 13.093.000,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 6.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 5.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	10	\$ 90.000,00	\$ 900.000,00
Técnico Electricista	Jornal	10	\$ 45.000,00	\$ 450.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	10	\$ 25.000,00	\$ 250.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.600.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 2.05</b>				<b>\$ 14.709.000,00</b>

<b>ITEM 3: TABLERO TD 1-3</b>				
<b>ITEM 3.01</b>		<b>Instalación del tablero</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Gabinete 800x600x300 mm	Unidad	1	\$ 373.030,00	\$ 373.030,00
Tablero trifasico de 18 circuitos con puerta	Unidad	1	\$ 153.990,00	\$ 153.990,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 527.020,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Transporte	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 3.01</b>				<b>\$ 623.020,00</b>
<b>ITEM 3.02</b>		<b>Instalación de breakers</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker enchufable 1x30 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	1	\$ 6.900,00	\$ 6.900,00
Breaker enchufable 1x15 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	13	\$ 6.900,00	\$ 89.700,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 96.600,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Transporte	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 10.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 3.02</b>				<b>\$ 186.600,00</b>

ITEM 3.03		Instalación de totalizador		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Totalizador de 3x50 A, lcc= 25kA	Unidad	1	\$ 96.800,00	\$ 96.800,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 96.800,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 3.03</b>				<b>\$ 192.800,00</b>
ITEM 3.04		Instalación de ductería		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tubo conduit tipo EMT de 1/2" x 3m	Unidad	45	\$ 5.900,00	\$ 265.500,00
Tubo conduit tipo EMT de 3/4" x 3m	Unidad	23	\$ 10.900,00	\$ 250.700,00
Tubo conduit tipo EMT de 1" x 3m	Unidad	4	\$ 15.900,00	\$ 63.600,00
Tubo conduit metalico tipo EMT de 1 1/2" x 3m	Unidad	25	\$ 20.500,00	\$ 512.500,00
Caja EMT 10x10 Elite, con tapa	Unidad	7	\$ 5.795,00	\$ 40.565,00
Conector terminal EMT 1/2"	Unidad	114	\$ 1.900,00	\$ 216.600,00
Conector terminal EMT 3/4"	Unidad	21	\$ 1.900,00	\$ 39.900,00
Conector terminal EMT 1"	Unidad	4	\$ 1.900,00	\$ 7.600,00
Conector terminal EMT 1 1/2"	Unidad	2	\$ 2.150,00	\$ 4.300,00
Union metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	35	\$ 900,00	\$ 31.500,00
Union metalica tipo EMT 3/4"	Unidad	27	\$ 1.900,00	\$ 51.300,00
Union metalica tipo EMT 1"	Unidad	7	\$ 1.900,00	\$ 13.300,00
Union metalica tipo EMT 1 1/2"	Unidad	42	\$ 2.350,00	\$ 98.700,00
Curva metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	15	\$ 1.900,00	\$ 28.500,00
Curva metalica tipo EMT 3/4"	Unidad	13	\$ 2.900,00	\$ 37.700,00
Curva metalica tipo EMT 1"	Unidad	4	\$ 4.900,00	\$ 19.600,00
Curva metalica tipo EMT 1 1/2"	Unidad	10	\$ 5.600,00	\$ 56.000,00
Grapa doble ala EMT 1/2"	Unidad	112	\$ 150,00	\$ 16.800,00
Grapa doble ala EMT 3/4"	Unidad	20	\$ 200,00	\$ 4.000,00
Grapa doble ala EMT 1"	Unidad	15	\$ 300,00	\$ 4.500,00
Grapa doble ala EMT 1 1/2"	Unidad	45	\$ 500,00	\$ 22.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.785.665,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	12	\$ 90.000,00	\$ 1.080.000,00
Técnico Electricista	Jornal	12	\$ 45.000,00	\$ 540.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	12	\$ 25.000,00	\$ 300.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.920.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 3.04</b>				<b>\$ 3.730.665,00</b>

ITEM 3.05		Cableado de circuitos ramales		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #8 AWG THW	Metro	50	\$ 3.150,00	\$ 157.500,00
Cable de Cobre #10 AWG THW	Metro	92	\$ 2.150,00	\$ 197.800,00
Cable de Cobre #12 AWG THW	Metro	375	\$ 1.150,00	\$ 431.250,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 786.550,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	7	\$ 90.000,00	\$ 630.000,00
Técnico Electricista	Jornal	7	\$ 45.000,00	\$ 315.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	7	\$ 25.000,00	\$ 175.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.120.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 3.05</b>				<b>\$ 1.931.550,00</b>
ITEM 3.06		Cableado de la acometida		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #8 AWG THW	Metro	78	\$ 3.150,00	\$ 245.700,00
Cable de Cobre #4 AWG THW	Metro	312	\$ 5.500,00	\$ 1.716.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.961.700,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000</b>
<b>TOTAL ITEM 3.06</b>				<b>\$ 2.146.700</b>

ITEM 3.07		Instalación de DPS			
<b>I. MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL	
Breaker de 3x20 A , 10kA a 120 /240 V	Unidad	1	\$ 48.700,00	\$ 48.700,00	
DPS, marca LEVITON 51120 – 3 tipo 2, 120/208 V, 50 kA	Unidad	1	\$ 808.560,00	\$ 808.560,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 857.260,00</b>	
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial		
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00		
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00		
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00		
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>	
<b>III. MANO DE OBRA</b>					
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial	
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00	
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00	
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>	
<b>TOTAL ITEM 3.07</b>				<b>\$ 1.042.260,00</b>	
ITEM 3.08		Instalación de contactores			
<b>I. MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL	
Contactador telemecanique LC1D 09	Unidad	2	\$ 89.703,00	\$ 179.406,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 179.406,00</b>	
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial		
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00		
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00		
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00		
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>	
<b>III. MANO DE OBRA</b>					
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial	
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00	
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00	
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>	
<b>TOTAL ITEM 3.08</b>				<b>\$ 364.406,00</b>	

ITEM 3.09		Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes			
<b>I. MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL	
Interruptor Sencillo	Unidad	2	\$ 2.500,00	\$ 5.000,00	
Interruptor Doble	Unidad	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	
Interruptor triple	Unidad	1	\$ 4.900,00	\$ 4.900,00	
Tomacorriente Monofasico Doble con Polo a Tierra	Unidad	6	\$ 4.500,00	\$ 27.000,00	
Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x28 W, 120 V	Unidad	21	\$ 148.000,00	\$ 3.108.000,00	
Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x35 W, 120 V	Unidad	29	\$ 165.000,00	\$ 4.785.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 7.932.900,00</b>	
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial		
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00		
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00		
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00		
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>	
<b>III. MANO DE OBRA</b>					
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial	
Ingeniero Eléctricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00	
Técnico Electricicsta	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00	
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000,00</b>	
<b>TOTAL ITEM 3.09</b>				<b>\$ 8.757.900,00</b>	
ITEM 3.10		Instalación del tablero de la porteria			
<b>I. MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL	
Tablero Monofasico de 4 circuitos, disposicion horizontal	Unidad	1	\$ 20.350,00	\$ 20.350,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 20.350,00</b>	
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial		
Herramienta	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00		
Transporte	\$ 3.000,00	100%	\$ 3.000,00		
Accesorios	\$ 3.000,00	100%	\$ 3.000,00		
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 11.000,00</b>	
<b>III. MANO DE OBRA</b>					
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial	
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00	
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00	
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>	
<b>TOTAL ITEM 3.10</b>				<b>\$ 111.350,00</b>	

<b>ITEM 4: TABLERO TC</b>				
<b>ITEM 4.01</b>		<b>Instalación del tablero</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tablero bifasico de 24 circuitos con puerta y espacio para totalizador	Unidad	1	\$ 298.000,00	\$ 298.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 298.000,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 4.01</b>				<b>\$ 394.000,00</b>
<b>ITEM 4.02</b>		<b>Instalación de breakers</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker enchufable 2x20 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	4	\$ 23.000,00	\$ 92.000,00
Breaker enchufable 1x15 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	5		\$ 6.900,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 98.900,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 10.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 4.02</b>				<b>\$ 188.900,00</b>

ITEM 4.03		Instalación de totalizador		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Totalizador de 2x100 A, lcc= 25kA	Unidad	1	\$ 92.700,00	\$ 92.700,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 92.700,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00	
Transporte	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 4.03</b>				<b>\$ 188.700,00</b>
ITEM 4.04		Instalación de ductería		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tubo conduit tipo EMT de 1/2" x 3m	Unidad	40	\$ 5.900,00	\$ 236.000,00
Tubo conduit tipo EMT de 2" x 3m	Unidad	7	\$ 27.250,00	\$ 190.750,00
Caja EMT 10x10 Elite, con tapa	Unidad	1	\$ 5.795,00	\$ 5.795,00
Conector terminal EMT 1/2"	Unidad	94	\$ 1.900,00	\$ 178.600,00
Conector terminal EMT 2"	Unidad	2	\$ 2.350,00	\$ 4.700,00
Union metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	22	\$ 900,00	\$ 19.800,00
Union metalica tipo EMT 2"	Unidad	10	\$ 3.800,00	\$ 38.000,00
Curva metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	13	\$ 1.900,00	\$ 24.700,00
Curva metalica tipo EMT 2"	Unidad	4	\$ 8.950,00	\$ 35.800,00
Grapa doble ala EMT 1/2"	Unidad	79	\$ 150,00	\$ 11.850,00
Grapa doble ala EMT 2"	Unidad	16	\$ 750,00	\$ 12.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 757.995,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00
Técnico Electricista	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 4.04</b>				<b>\$ 1.582.995,00</b>

<b>ITEM 4.05</b>		<b>Cableado de circuitos ramales</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #12 AWG THW	Metro	593	\$ 1.150,00	\$ 681.950,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 681.950,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 4.05</b>				<b>\$ 1.506.950,00</b>
<b>ITEM 4.06</b>		<b>Cableado de la acometida</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #8 AWG THW	Metro	30	\$ 3.150,00	\$ 94.500,00
Cable de Cobre #1/0 AWG THW	Metro	76	\$ 12.650,00	\$ 961.400,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.055.900,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 4.06</b>				<b>\$ 1.240.900,00</b>

ITEM 4.07		Instalación de DPS		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker de 3x20 A , 10kA a 120 /240 V	Unidad	1	\$ 48.700,00	\$ 48.700,00
DPS, marca LEVITON 51120 – 3 tipo 2, 120/208 V, 50 kA	Unidad	1	\$ 808.560,00	\$ 808.560,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 857.260,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 4.07</b>				<b>\$ 1.042.260,00</b>
ITEM 4.08		Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Interruptor Sencillo	Unidad	2	\$ 2.500,00	\$ 5.000,00
Interruptor Doble	Unidad	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
Interruptor triple	Unidad	2	\$ 4.900,00	\$ 9.800,00
Luminaria marca philips, EFix TCS260 de 2x28 W, 120 V	Unidad	13	\$ 148.000,00	\$ 1.924.000,00
Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x35 W, 120 V	Unidad	23	\$ 165.000,00	\$ 3.795.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 5.736.800,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	3	\$ 90.000,00	\$ 270.000,00
Técnico Electricista	Jornal	3	\$ 45.000,00	\$ 135.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	3	\$ 25.000,00	\$ 75.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 480.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 4.08</b>				<b>\$ 6.241.800,00</b>

<b>ITEM 5: TABLERO TD 2-1</b>				
<b>ITEM 5.01</b>		<b>Instalación del tablero</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tablero bifasico de 24 circuitos con puerta y espacio para totalizador	Unidad	1	\$ 298.000,00	\$ 298.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 298.000,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 5.01</b>				<b>\$ 394.000,00</b>
<b>ITEM 5.02</b>		<b>Instalación de breakers</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker enchufable 1x15 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	4	\$ 6.900,00	\$ 27.600,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 27.600,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 10.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 5.02</b>				<b>\$ 117.600,00</b>
<b>ITEM 5.03</b>		<b>Instalación de totalizador</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Totalizador de 2x100 A, lcc= 25kA	Unidad	1	\$ 92.700,00	\$ 92.700,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 92.700,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 5.03</b>				<b>\$ 188.700,00</b>

ITEM 5.04		Instalación de ducteria		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tubo conduit tipo EMT de 1/2" x 3m	Unidad	29	\$ 5.900,00	\$ 171.100,00
Caja EMT 10x10 Elite, con tapa	Unidad	10	\$ 5.795,00	\$ 57.950,00
Conector terminal EMT 1/2"	Unidad	95	\$ 1.900,00	\$ 180.500,00
Grapa doble ala EMT 1/2"	Unidad	66	\$ 150,00	\$ 9.900,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 419.450,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Electricista	Jornal	3	\$ 90.000,00	\$ 270.000,00
Técnico Electricista	Jornal	3	\$ 45.000,00	\$ 135.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	3	\$ 25.000,00	\$ 75.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 480.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 5.04</b>				<b>\$ 924.450,00</b>
ITEM 5.05		Cableado de circuitos ramales		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #12 AWG THW	Metro	678	\$ 1.150,00	\$ 779.700,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 779.700,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Electricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00
Técnico Electricista	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 5.05</b>				<b>\$ 1.604.700,00</b>
ITEM 5.06		Cableado de la acometida		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #2 AWG THW	Metro	52	\$ 7.800,00	\$ 405.600,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 405.600,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Electricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 5.06</b>				<b>\$ 590.600,00</b>

<b>ITEM 5.07</b>		<b>Instalación de DPS</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker de 3x20 A , 10kA a 120 /240 V	Unidad	1	\$ 48.700,00	\$ 48.700,00
DPS, marca LEVITON 51120 – 3 tipo 2, 120/208 V, 50 kA	Unidad	1	\$ 808.560,00	\$ 808.560,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 857.260,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 5.07</b>				<b>\$ 1.042.260,00</b>
<b>ITEM 5.08</b>		<b>Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Luminaria marca philips, EFix TCS260 de 2x28 W, 120 V	Unidad	7	\$ 148.000,00	\$ 1.036.000,00
Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x35 W, 120 V	Unidad	25	\$ 165.000,00	\$ 4.125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 5.161.000,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	3	\$ 90.000,00	\$ 270.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	3	\$ 45.000,00	\$ 135.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	3	\$ 25.000,00	\$ 75.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 480.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 5.08</b>				<b>\$ 5.666.000,00</b>

<b>ITEM 6: TABLERO TD 2-2</b>				
<b>ITEM 6.01</b>		<b>Instalación del tablero</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tablero trifasico de 36 circuitos con puerta	Unidad	1	\$ 256.592,00	\$ 256.592,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 256.592,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 6.01</b>				<b>\$ 352.592,00</b>
<b>ITEM 6.02</b>		<b>Instalación de breakers</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker enchufable 1x20 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	2	\$ 6.900,00	\$ 13.800,00
Breaker enchufable 1x15 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	18	\$ 6.900,00	\$ 124.200,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 138.000,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 10.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 6.02</b>				<b>\$ 228.000,00</b>

ITEM 6.03		Instalación de ducteria		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tubo conduit EMT de 1/2" x 3m	Unidad	112	\$ 5.900,00	\$ 660.800,00
Caja EMT 10x10 Elite, con tapa	Unidad	25	\$ 5.795,00	\$ 144.875,00
Conector terminal EMT 1/2"	Unidad	268	\$ 1.900,00	\$ 509.200,00
Union metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	35	\$ 900,00	\$ 31.500,00
Grapa doble ala EMT 1/2"	Unidad	178	\$ 150,00	\$ 26.700,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.373.075,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	12	\$ 90.000,00	\$ 1.080.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	12	\$ 45.000,00	\$ 540.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	12	\$ 25.000,00	\$ 300.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.920.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 6.03</b>				<b>\$ 3.318.075,00</b>
ITEM 6.04		Cableado de circuitos ramales		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #12 AWG THW	Metro	2532	\$ 1.150,00	\$ 2.911.800,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 2.911.800,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	12	\$ 90.000,00	\$ 1.080.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	12	\$ 45.000,00	\$ 540.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	12	\$ 25.000,00	\$ 300.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.920.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 6.04</b>				<b>\$ 4.856.800,00</b>

<b>ITEM 6.05</b>		<b>Instalación de DPS</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker de 3x20 A , 10kA a 120 /240 V	Unidad	1	\$ 48.700,00	\$ 48.700,00
DPS, marca LEVITON 51120 – 3 tipo 2, 120/208 V, 50 kA	Unidad	1	\$ 808.560,00	\$ 808.560,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 857.260,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 6.05</b>				<b>\$ 1.042.260,00</b>
<b>ITEM 6.06</b>		<b>Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Interruptor Doble	Unidad	2	\$ 3.000,00	\$ 6.000,00
Tomacorriente Monofasico Doble con Polo a Tierra	Unidad	5	\$ 4.500,00	\$ 22.500,00
Luminaria marca philips, EFix TCS260 de 2x28 W, 120 V	Unidad	27	\$ 148.000,00	\$ 3.996.000,00
Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x35 W, 120 V	Unidad	102	\$ 165.000,00	\$ 16.830.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 20.854.500,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00
Técnico Electricista	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 6.06</b>				<b>\$ 21.679.500,00</b>

<b>ITEM 7: TABLERO TD 2-3</b>				
<b>ITEM 7.01</b>		<b>Instalación de breakers</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker enchufable 2x20 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	1	\$ 23.000,00	\$ 23.000,00
Breaker enchufable 1x30 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	1	\$ 6.900,00	\$ 6.900,00
Breaker enchufable 1x20 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	1	\$ 6.900,00	\$ 6.900,00
Breaker enchufable 1x15 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	12	\$ 6.900,00	\$ 82.800,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 119.600,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Transporte	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 10.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 7.01</b>				<b>\$ 209.600,00</b>
<b>ITEM 7.02</b>		<b>Instalación de ducteria</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tubo conduit EMT de 1/2" x 3m	Unidad	142	\$ 5.900,00	\$ 837.800,00
Caja EMT 10x10 Elite, con tapa	Unidad	56	\$ 5.795,00	\$ 324.520,00
Conector terminal EMT 1/2"	Unidad	326	\$ 1.900,00	\$ 619.400,00
Union metalica tipo EMT 1/2"	Unidad	73	\$ 900,00	\$ 65.700,00
Grapa doble ala EMT 1/2"	Unidad	248	\$ 150,00	\$ 37.200,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.884.620,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	12	\$ 90.000,00	\$ 1.080.000,00
Técnico Electricista	Jornal	12	\$ 45.000,00	\$ 540.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	12	\$ 25.000,00	\$ 300.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.920.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 7.02</b>				<b>\$ 3.829.620,00</b>

<b>ITEM 7.03</b>		<b>Cableado de circuitos ramales</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #12 AWG THW	Metro	2785	\$ 1.150,00	\$ 3.202.750,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 3.202.750,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	12	\$ 90.000,00	\$ 1.080.000,00
Técnico Electricista	Jornal	12	\$ 45.000,00	\$ 540.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	12	\$ 25.000,00	\$ 300.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.920.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 7.03</b>				<b>\$ 5.147.750,00</b>
<b>ITEM 7.04</b>		<b>Instalación de DPS</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker de 3x20 A , 10kA a 120 /240 V	Unidad	1	\$ 48.700,00	\$ 48.700,00
DPS, marca LEVITON 51120 – 3 tipo 2, 120/208 V, 50 kA	Unidad	1	\$ 808.560,00	\$ 808.560,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 857.260,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 7.04</b>				<b>\$ 1.042.260,00</b>

<b>ITEM 7.05</b>		<b>Instalación de luminarias, interruptores y tomacorrientes</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Interruptor Sencillo	Unidad	2	\$ 2.500,00	\$ 5.000,00
Proyector orientable 50 W, 120 V	Unidad	4	\$ 87.000,00	\$ 348.000,00
Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x28 W, 120 V	Unidad	32	\$ 148.000,00	\$ 4.736.000,00
Luminaria marca philips, Efix TCS260 de 2x35 W, 120 V	Unidad	29	\$ 165.000,00	\$ 4.785.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 9.874.000,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN	TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial	
Herramienta menor	\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00	
Accesorios	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
Transporte	\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00	
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00
Técnico Electricista	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 7.05</b>				<b>\$ 10.699.000,00</b>

<b>ITEM 8: TABLERO TR1</b>				
<b>ITEM 8.01</b>		<b>Instalación del tablero</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tablero bifasico de 24 circuitos con puerta y espacio para totalizador	Unidad	1	\$ 298.000,00	\$ 298.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 298.000,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 8.01</b>				<b>\$ 394.000,00</b>
<b>ITEM 8.02</b>		<b>Instalación de breakers</b>		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker enchufable 2x50 A, 10kA a 120/240 V	Unidad	1	\$ 23.000,00	\$ 23.000,00
Breaker enchufable 1x15 A, 10 kA a 120/240 V	Unidad	2	\$ 6.900,00	\$ 13.800,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 36.800,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 10.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 8.02</b>				<b>\$ 126.800,00</b>

ITEM 8.03		Instalación de totalizador		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Totalizador de 2x100 A, lcc= 25kA	Unidad	1	\$ 92.700,00	\$ 92.700,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 92.700,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 6.000,00	100%	\$ 6.000,00
Transporte		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 16.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1/2	\$ 90.000,00	\$ 45.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	1/2	\$ 45.000,00	\$ 22.500,00
Asistente de Técnico	Jornal	1/2	\$ 25.000,00	\$ 12.500,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 80.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 8.03</b>				<b>\$ 188.700,00</b>
ITEM 8.04		Instalación de ducteria		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Tubo conduit EMT de 2" x 3m	Unidad	28	\$ 27.250,00	\$ 763.000,00
Tubo conduit EMT de 1 1/2" x 3m	Unidad	8	\$ 20.500,00	\$ 164.000,00
Conector terminal EMT 2"	Unidad	4	\$ 2.350,00	\$ 9.400,00
Conector terminal EMT 1 1/2"	Unidad	6	\$ 2.150,00	\$ 12.900,00
Grapa doble ala EMT 2"	Unidad	42	\$ 750,00	\$ 31.500,00
Grapa doble ala EMT 1 1/2"	Unidad	18	\$ 500,00	\$ 9.000,00
Curva metalica tipo EMT 2"	Unidad	8	\$ 8.950,00	\$ 71.600,00
Curva metalica tipo EMT 1 1/2"	Unidad	5	\$ 5.600,00	\$ 28.000,00
Union metalica tipo EMT 2"	Unidad	12	\$ 3.800,00	\$ 45.600,00
Union metalica tipo EMT 1 1/2"	Unidad	4	\$ 2.350,00	\$ 9.400,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1.144.400,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	5	\$ 90.000,00	\$ 450.000,00
Técnico Electricicsta	Jornal	5	\$ 45.000,00	\$ 225.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	5	\$ 25.000,00	\$ 125.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 800.000</b>
<b>TOTAL ITEM 8.04</b>				<b>\$ 1.969.400</b>

ITEM 8.05		Cableado de circuitos ramales		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #12 AWG THW	Metro	67	\$ 1.150,00	\$ 77.050,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 77.050,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 8.05</b>				<b>\$ 262.050,00</b>
ITEM 8.06		Cableado de la acometida		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Cable de Cobre #8 AWG THW	Metro	94	\$ 3.150,00	\$ 296.100,00
Cable de Cobre #1/0 AWG THW	Metro	284	\$ 12.650,00	\$ 3.592.600,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 3.888.700,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 8.06</b>				<b>\$ 4.073.700,00</b>
ITEM 7.07		Instalación de DPS		
<b>I. MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. PARCIAL
Breaker de 3x20 A , 10kA a 120 /240 V	Unidad	1	\$ 48.700,00	\$ 48.700,00
DPS, marca LEVITON 51120 – 3 tipo 2, 120/208 V, 50 kA	Unidad	1	\$ 808.560,00	\$ 808.560,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 857.260,00</b>
<b>II. HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
DESCRIPCIÓN		TARIFA	RENDIMIENTO	V. parcial
Herramienta menor		\$ 5.000,00	100%	\$ 5.000,00
Accesorios		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
Transporte		\$ 10.000,00	100%	\$ 10.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 25.000,00</b>
<b>III. MANO DE OBRA</b>				
TRABAJADOR	UNIDAD	Cantidad	V. Unitario	V. parcial
Ingeniero Eléctricista	Jornal	1	\$ 90.000,00	\$ 90.000,00
Técnico Electricista	Jornal	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Asistente de Técnico	Jornal	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 160.000,00</b>
<b>TOTAL ITEM 8.07</b>				<b>\$ 1.042.260,00</b>

## **8. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda el cambio de los tomacorrientes que se encuentran instalados en el sistema eléctrico, aquellos que no poseen polo a tierra para ofrecer protección a los equipos y a los usuarios.
- Se deben instalar las luminarias de emergencia, para que al momento de ocurrir una falla en el suministro de energía, las rutas de emergencia queden iluminadas y faciliten la evacuación de las personas que realizan actividades dentro de la edificación en las horas de la noche, puedan evacuar de forma tranquila y segura.
- Es necesaria la instalación de los diferentes DPS seleccionados, estos deberán ser conectados al barraje de los diferentes tableros. Estos elementos son importantes para el despeje de las diferentes fallas que puedan presentarse en la instalación eléctrica.
- Colocar en los diferentes tableros el símbolo de riesgo eléctrico, para indicar el riesgo que corren las personas al entrar en contacto con los elementos instalados en dichos tableros.
- Realizar el rotulado de los circuitos ramales en los tableros, para la correcta identificación de las cargas controladas de dicho tablero de distribución.

## 9. CONCLUSIONES

- Este proyecto sirve de base y soporte para la operación y mantenimiento de la instalación eléctrica en la biblioteca, ya que en el levantamiento se encuentra la descripción del estado de la instalación eléctrica actual.
- Los cambios realizados en la distribución de las luminarias, son enfocados a las diferentes zonas, ya que con el pasar de los años se han hecho redistribución de las mismas y no se ha modificado el sistema de iluminación. Esta nueva distribución mejora el nivel de iluminación y ofrece un ambiente adecuado para las actividades a realizar en dichas zonas.
- Las propuestas de remodelación y de rediseño fueron elaboradas con base en la normativa vigente, como la NTC 2050[3], norma de la Electricadora de Santander para el cálculo de sistemas de distribución, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE[7] y el Reglamento técnico de Iluminación y alumbrado público RETLAP[6].

## 10. BIBLIOGRAFÍA.

[1] Apuntes de clase de la asignatura Instalaciones Eléctricas.

[2] Casas Ospina, Fabio. Tierras: Soporte de la Seguridad Eléctrica.

[3] Código Eléctrico Colombiano, Norma Técnica Colombiana – NTC 2050.

[4] Norma para el cálculo y Diseño de sistemas de Distribución, ESSA.

[5] Norma Técnica Colombiana NTC 4552-2

[6] Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP.

[7] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.

[8] [www.sertec.com.py/telergia/telergia/informaciones/medicion\\_resistencia\\_puesta\\_tierra.html](http://www.sertec.com.py/telergia/telergia/informaciones/medicion_resistencia_puesta_tierra.html)

## ANEXOS

### ANEXO A. ANÁLISIS DE LA CARGA DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA (150 kVA).

#### A.1.CARGA INSTALADA

Se determina la carga por tablero, carga de tomas, iluminación, ventiladores, bombillos. Se suman todos los tableros para conocer la carga total instalada en la edificación. Esta carga instalada corresponde al transformador de 150 kVA.

**TABLA 62.** Carga instalada en los tableros de distribución.

CIRCUITO	LUMINARIAS				BOMBILLOS	TOMAS		OTROS	S(VA)
	2x35 W	2x28 W	50 W	250 W		ESPECIAL	COMÚN	VENTILADORES	
TD 1-1	99	2			4	4	26		15398,89
TD 1-2	54	14	24			17	52		32844,44
TD 1-3	29	21			11	5	26		11471,11
TD AP				13					3823,53
TC	23	13			1	4	28		21995,56
TD 2-1	25	7			3	2	27	2	21237,97
TD 2-2	102	27			5	1	35	12	20549,28
TD 2-3	29	32	4		6	2	32		19112,22
TR1						49	17		18448,24
<b>TOTALES</b>	<b>361</b>	<b>116</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>30</b>	<b>84</b>	<b>243</b>	<b>14</b>	<b>162973,89</b>

**Fuente:** los Autores.

Hay que tener presente que la carga de cada toma común instalado, se asumen 180 VA por la norma ESSA[4].

#### A.2.DEMANDA MÁXIMA PARA ILUMINACIÓN.

Con esta información se establece el factor de demanda para el alumbrado, para ello miramos la tabla 220-11 de la NTC 2050[3], en donde se muestran los factores de demanda de acuerdo al tipo de ocupación.

**TABLA 63.**Factor de demanda de acuerdo con el tipo de ocupación

Tipo de ocupación	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 o menos	100
	De 3.001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Hospitales*	Primeros 50 000 o menos	40
	A partir de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina *	Primeros 20 000 o menos	50
	De 20.001 a 100 000	40
	A partir de 100 000	30
Depósitos	Primeros 12 500 o menos	100
	A partir de 12 500	50
Todos los demás	VA totales	100

**Fuente:** Tabla 220-11 de la NTC 2050[3].

De acuerdo a la tabla anterior la biblioteca, está en el ítem “todos los demás” por lo cual el factor de demanda para iluminación será del 100%, no se aplica factor de demanda, se toma toda la carga a pleno.

### **A.3. DEMANDA MÁXIMA PARA TOMACORRIENTES.**

Según el artículo 220-13 de la NTC 2050[3], el factor de demanda para tomacorrientes en edificaciones no residenciales se establece de acuerdo con la tabla 220-13 de la NTC 2050[3].

**TABLA 64.** Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en edificaciones no residenciales.

Parte de la carga del tomacorriente a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Primeros 10 000 VA o menos	100
A partir de 10 000 VA	50

**Fuente:** Tabla 220-13 de la NTC 2050[3].

#### **A.4. DEMANDA MÁXIMA PARA VENTILADORES Y AIRES ACONDICIONADOS.**

Tanto los ventiladores como el aire acondicionado es de esperarse que estén en uso la mayor parte del tiempo debido a las condiciones climáticas. Por esto se establece que para estos aparatos el factor de demanda será del 100%.

#### **A.5. CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA.**

Teniendo los factores de demanda y la carga instalada se procede a calcular la demanda máxima de la instalación, tomando en cuenta las consideraciones mencionadas con anterioridad sobre las diferentes cargas y la aplicación de los diferentes factores de demanda.

Carga instalada para ventiladores, luminarias, bombillos, aires acondicionados.

$$Carga\ instalada = 119,233\ kVA$$

Carga instalada para tomas.

$$Carga\ instalada = 43,740\ kVA$$

Para el cálculo de la demanda máxima de los tomacorrientes aplicamos lo mencionado en la tabla 220-13 de la NTC 2050[3].

$$D_{max\ tomas} = 10000 + (43740 - 10000) * 0.5 = 26870\ VA$$

Por último sumamos la demanda máxima de las luminarias, ventiladores, tomacorrientes y aire acondicionado dando como resultado.

$$D_{max} = 119,233 \text{ kVA} + 26,870 \text{ kVA} = 146,103 \text{ kVA}$$

Tenemos una demanda máxima de 146,103 kVA, la instalación cuenta con transformador de 150 kVA que satisface la demanda de estas cargas, por lo tanto no se requieren modificaciones en la potencia del transformador. Debido a la dinámica de la carga en la biblioteca, observada en el analizador de redes es muy difícil que se llegue a sobre pasar la capacidad que tiene este transformador de 150 kVA.

## **ANEXO B. ANÁLISIS DE RIESGOS POR DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS PARA LAS INSTALACIONES DE LA BIBLIOTECA ALEJANDRO GALVIS GLALVIS.**

Para la protección del personal y usuarios de las instalaciones de la biblioteca, se analiza y valorara el riesgo que existe debió a las descargas atmosféricas, este análisis se utilizará como criterio para saber si es necesario instalar un sistema de de protección.

La metodología para el cálculo del nivel de riesgo es el presentado en la NTC 4552-2[5], esta norma establece la evaluación del riego, y los limites tolerable que se deben cumplir para protección tanto del personal como de la infraestructura.

Teniendo en cuenta los siguientes procedimientos:

- Identificación de la estructura a proteger y sus características.
- Identificación de los diferentes tipos de pérdidas en los objetos y riesgos pertinentes.
- Evaluación de riesgo para cada tipo de pérdida.

- Evaluación de la necesidad de protección.

De acuerdo al artículo 5.2 de la NTC 4552-2[5]. La estructura a proteger debe incluir:

- La estructura misma.
- Las instalaciones dentro de la estructura.
- El contenido de la estructura.
- Las personas dentro de la estructura o que permanezcan en zonas aledañas hasta 3m fuera de la estructura.
- Ambientes afectados por un daño en la estructura.

parámetro	observación	símbolo	Valor
Dimensiones (m)	Largo	L	61,14
	Ancho	W	48,49
	Alto	H	9
Longitud de la acometida subterránea	m	LC	
Altura de la estructura de donde proviene la acometida de servicio	m	Ha	12
Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de servicio	m	Hb	0
Densidad de descargas a tierra	Rayos/ $km^2$ /año	DDT	9
Factor de localización	Estructura rodeada de Objetos o arboles de Mayor altura.	Cd	0,25
Factor ambiental	Urbano	Ce	0,1

Factor de corrupción por presencia del transformador	Transformador con devanado Primario y secundario Desacoplados eléctricamente	Ct	0,2
--	--	----	-----

## B.1. CÁLCULOS

### B.1.1. Evaluación del promedio anual de descargas sobre la estructura (ND)

$$N_D = DDT * A_d * C_d * 10^{-6}$$

$$DDT = 9 \text{ Densidad de rayos a tierra (rayos / km}^2 \text{ - año)}$$

$$A_d = \text{Área efectiva de la estructura en m}^2$$

$$C_d = 0,25 \text{ Factor de corrección. Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 26 tabla10.}$$

$$A_d = LW + 6H(L + W) + 9\pi(H)^2$$

$$\text{Longitud } L = 61,14 \text{ [m]}$$

$$\text{Ancho } W = 48,49 \text{ [m]}$$

$$\text{Alto } H = 9 \text{ [m]}$$

$$A_d = (61,14 * 48,49) + 6 * 9 * (61,14 + 48,49) + 9 * \pi * (9)^2 = 11174,91 \text{ m}^2$$

$$N_D = DDT * A_d * C_d * 10^{-6}$$

$$N_D = 9 * 11174,91 * 0,25 * 10^{-6} = 0,025$$

### B.1.2. Evaluación del promedio anual de descargas sobre estructura adyacente (NDA)

$$NDa = DDT * Ad/a * Cd/a * Ct * 10^{-6}$$

$DDT = 9$  Densidad de rayos a tierra (rayos /km<sup>2</sup> – año)

$Ad/a =$  Área efectiva de la estructura adyacente aislada en m<sup>2</sup>

$$Cd/a = 0,25$$

Factor que toma en cuenta la localización de la estructura adyacente.

Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 26 tabla10.

$Ct = 0,2$  Factor de corrección por la presencia de un transformador.

Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 29 tabla11.

$$Ad/a = LW + 6H(L + W) + 9\pi(H)^2$$

$$\text{Longitud } L = 20 \text{ [m]}$$

$$\text{Ancho } W = 35 \text{ [m]}$$

$$\text{Alto } H = 15 \text{ [m]}$$

$$Ad/a = 12011,75$$

$$NDa = DDT * Ad/a * Cd/a * Ct * 10^{-6}$$

$$NDa = 9 * 12011,75 * 0,25 * 0,2 * 10^{-6}$$

$$NDa = 0,00540$$

### **B.1.3. Evaluación del número promedio anual de descargas cercanas a la estructura (NM).**

$$NM = DDT * (Am - Ad/b * Cd/b) * 10^{-6}$$

$$DDT = 9 \text{ Densidad de rayos a tierra (rayos /km}^2 \text{ - año)}$$

$$Am = \text{Área influencia de estructura en m}^2$$

Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 29 Figura 9.

$$Ad/b = \text{Área efectiva de la estructura en m}^2 .$$

$$Cd/b = 0,25$$

Factor que toma en cuenta la localización de la estructura a ser protegida .Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 26 tabla10.

En este caso la edificación en estudio cuenta con un área de influencia definida por la norma NTC4552-2[5] así:

$$A_m = (L + 250) * (W + 250)$$

$$A_m = (61,14 + 250) * (48,49 + 250)$$

$$A_m = 92872,17 \text{ m}^2.$$

$$Ad/b = (61,14 * 48,49) + 6 * 9 * (61,14 + 48,49) + 9 * \pi * (9)^2 = 11174,91 \text{ m}^2$$

$$NM = DDT * (Am - Ad/b * Cd/b) * 10^{-6}$$

$$NM = 9 * (92872,17 - 11174,91 * 0,25) * 10^{-6} = 0,8107.$$

### **B.1.4. Evaluación del número promedio anual de descarga sobre las acometidas de servicio (NL)**

$$NL = DDT * AL * Cd * Ct * 10^{-6}$$

$$DDT = 9 \text{ Densidad de rayos a tierra (rayos /km}^2 \text{ - año)}$$

$$A_L = \text{Área efectiva de descargas al servicio en m}^2$$

Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 30 tabla 12.

$$C_d = 0,25$$

Factor de localización del servicio .Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 26 tabla10.

$$C_t = 0,2$$

Factor de corrección por la presencia de un transformador. Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 26 tabla11.

$$A_L = [L_c - 3(H_a + H_b)] * \sqrt{\rho}$$

$L_c$  = longitud de la acometida

$H_a$  = altura de la estructura de donde proviene la acometida de servicio

$H_b$  = altura del punto de la estructura por donde ingresala acometida

$$A_L = [113,3 - 3(12 + 0)] * \sqrt{500}$$

$$A_L = 1728,48$$

$$N_L = DDT * A_L * C_d * C_t * 10^{-6}$$

$$N_L = 9 * 1728,48 * 0,25 * 0,2 * 10^{-6} = 0,00077$$

### **B.1.5. Evaluación del número promedio anual de descarga cercanas a las acometidas de servicio ( $N_i$ )**

$$N_i = DDT * A_i * C_e * C_t * 10^{-6}$$

$DDT = 9$  Densidad de rayos a tierra (rayos /km<sup>2</sup> – año)

$A_i$  = Área efectiva de descargas cercansa al servicio en m<sup>2</sup>

Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 30 tabla 12 y figura 9.

$$C_e = 0,1$$

Factor ambiental .Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 31 tabla13.

*C<sub>t</sub> = 0,2 Factor de corrección por la presencia de un transformador.*

Tomado de la NTC4552-2[5] pág. 26 tabla11.

$$A_i = 25L_c * \sqrt{\rho}$$

$$A_i = 25 * 113,3 * \sqrt{500} = 63336,62$$

$$N_i = DDT * A_i * C_e * C_t * 10^{-6}$$

$$N_i = 9 * 63336,62 * 0,1 * 0,2 * 10^{-6} = 0,011$$

### **B.1.6. Evaluación de la probabilidad de daño $P_x$ .**

La evaluación de la probabilidad de daño se realizara siguiendo los parámetros y tablas enunciadas entre los numerales 6.6.1 hasta 6.6.10 de la NTC 4552-2[5].

Los valores de probabilidad menores a 1 solo se seleccionan si existe medida al interior de la estructura o zona a ser protegida.

De las tablas se obtiene la siguiente información:

#### **B.1.6.1. Probabilidad de daño $P_A$**

Tomada de la NTC 4552-2[5] pag32 tabla 14.

$P_A = 1 \times 0.01 = 0.01$  Sin medidas de protección.

#### **B.1.6.2. Probabilidad de daño $P_B$**

Tomada de la NTC 4552-2[5] pag32 tabla 15.

$P_B = 1$  Estructura no protegida.

#### **B.1.6.3. Probabilidad de daño $P_C$**

Tomada de la NTC 4552-2[5] pag33 tabla 16.

$P_C = 1$  Sin sistema coordinado de protección.

#### **B.1.6.4. Probabilidad de daño $P_M$**

La probabilidad de daño  $P_M$ , se determina de acuerdo al factor  $K_{Ms}$ , Tomada de la NTC 4552-2[5] pag34 tabla 18.

$$K_{Ms} = K_{s1} \times K_{s2} \times K_{s3} \times K_{s4}$$

$K_{s1} = 0,12 \times W$  Factor de eficacia del apantallamiento del sistema

$K_{s2} = 0,12 \times W$  Factor de eficacia del apantallamiento interno de la estructura

$K_{s3}$  Factor de característica del cableado interno

$K_{s4} = 1.5/U_m$  Factor de soportabilidad al impulso tipo rayo del sistema a proteger

$W$  Ancho de la malla o de los conductos bajantes

$U_m$  Es el menor valor de la tensión soportable al impulso tipo rayo

Nota: Para sistemas internos con equipos con niveles de soportabilidad al impulso inferiores a los estándar, se asignara un valor de  $P_{ms}=1$ .

Nota: Cuando no es provisto un sistema coordinado de protecciones  $P_m=P_{ms}$ .

$$P_M = 1$$

#### **B.1.6.5. Probabilidad de daño $P_u$**

Tomada de la NTC 4552-2[5] pag35 tabla 19.

$$P_u = 1$$

#### **B.1.6.6. Probabilidad de daño $P_v$**

Tomada de la NTC 4552-2[5] pag35 tabla 19.

$$P_v = 1$$

#### **B.1.6.7. Probabilidad de daño $P_w$**

$$P_w = 1$$

Tomada de la NTC 4552-2[5] pag35 tabla 19.

#### **B.1.6.8. Probabilidad de daño $P_z$**

$$P_z = 1$$

Tomada de la NTC 4552-2[5] pag36 tabla 20.

#### **B.1.7. Evaluación de las cantidades de pérdidas.**

Basados y documentados de la norma NTC4552-2[5], de los numerales 6.7.1 y 6.7.2, se tiene:

Las pérdidas  $L_x$  se refieren al monto medio relativo de un tipo de daño articular, el cual puede ocurrir como el resultado de la descarga del rayo, varían según el tipo de pérdida considerada ( $L_1, L_2, L_3$  y  $L_4$ ) y cada tipo de pérdida con el tipo de daño causado.

La simbología utilizada es la siguiente:

*L<sub>t</sub>* = *Perdidas debido a las lesiones por tensiones de lazo y contacto.*

*L<sub>f</sub>* = *Perdidas debido a daños físicos.*

*L<sub>o</sub>* = *perdidas debido a fallas en sistemas internos.*

#### **B.1.7.1. Pérdidas de vidas humanas *L<sub>1</sub>*.**

El valor de *L<sub>t</sub>*, *L<sub>f</sub>* y *L<sub>o</sub>* puede ser expresado en términos del número relativo de las víctimas. Tomados de la NTC 4552-2[5] pag41 tabla 26.

$$L_t = 0,0001$$

$$L_f = 0,05$$

$$L_o = 0,1$$

##### **B.1.7.1.1. Pérdida de vidas por tensiones de paso y contacto fuera de la estructura (*L<sub>A</sub>*)**

$$L_A = r_A * L_t$$

*r<sub>A</sub>*=Factor reductor de pérdida de vidas por características del suelo o terreno, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 41 tabla 27.

$$r_A = 0,001$$

$$L_A = r_A * L_t = 0,001 * 0,0001 = 0,0000001$$

**B.1.7.1.2. Pérdida de vidas por fuego o explosiones dentro de la estructura por arco eléctrico por impacto sobre la estructura ( $L_B$ )**

$$L_B = r_p * h_z * r_f * L_f$$

$r_p$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 42 tabla 28.

$$r_p = 1$$

$r_f$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos el cual depende del riesgo de fuego de la estructura, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 29.

$$r_f = 0,01$$

$h_z$ =Factor de incremento de pérdida debida a daños físicos por presencia de condiciones especiales peligrosas, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 30.

$$h_z = 1$$

$$L_B = r_p * h_z * r_f * L_f = 1 * 0,01 * 1 * 0,05 = 0,0005$$

**B.1.7.1.3. Pérdida de vidas por fuego o explosiones dentro de la estructura por arco eléctrico por impacto sobre la estructura ( $L_U$ )**

$$L_U = r_U * L_T$$

$r_U$ =Factor reductor de pérdida de vidas humanas por características constructivas del piso, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 41 tabla 27.

$$r_U = 0,001$$

$$L_U = r_U * L_T = 0,001 * 0,0001 = 0,0000001$$

**B.1.7.1.4. Pérdida de vidas humanas por daños físicos a causa de descarga en acometida de servicio ( $L_V$ )**

$$L_V = r_p * h_z * r_f * L_f$$

$r_p$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 42 tabla 28.

$$r_p = 1$$

$r_f$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos el cual depende del riesgo de fuego de la estructura, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 29.

$$r_f = 0,01$$

$h_z$ =Factor de incremento de pérdida debida a daños físicos por presencia de condiciones especiales peligrosas, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 30.

$$h_z = 1$$

$$L_V = r_p * h_z * r_f * L_f = 1 * 0,01 * 1 * 0,05 = 0,0005$$

**B.1.7.1.5. Pérdida de vidas humanas por fallas de sistemas internos por ier a causa de descargas en la estructura ( $L_C$ )**

$L_C = L_o = 0,1$  Tomada de la NTC 4552-2[5] pag41 tabla 26.

**B.1.7.1.6. Pérdida de vidas humanas por falta de sistemas internos a causa de descargas próximas a la estructura ( $L_M$ )**

$L_M = L_o = 0,1$  Tomada de la NTC 4552-2[5] pag41 tabla 26.

**B.1.7.1.7. Pérdida de vidas humanas por falla de sistemas internos a causa de descargas sobre las acometidas de servicio ( $L_w$ )**

$L_w = L_o = 0,1$  Tomada de la NTC 4552-2[5] pag41 tabla 26.

**B.1.7.1.8. Pérdida de vidas humanas por falla de sistemas internos a causa de descargas sobre las acometidas de servicio ( $L_z$ )**

$L_z = L_o = 0,1$  Tomada de la NTC 4552-2[5] pag41 tabla 26.

**B.1.7.2. Pérdidas inaceptable del servicio público I2**

Se pueden asumir valores medios de  $L_f$  y  $L_o$  según la tabla 31 de la NTC 4552-2[5],  $L_f = 0,01$

$L_o = 0,001$

**B.1.7.2.1. Pérdida inaceptable del servicio público por explosión dentro de la estructura por arco eléctrico ( $L_B$ )**

$$L_B = r_p * r_f * L_f$$

$r_p$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 42 tabla 28.

$$r_p = 1$$

$r_f$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos el cual depende del riesgo de fuego de la estructura, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 29.

$$r_f = 0,01$$

$$L_B = r_p * r_f * L_f = 1 * 0,01 * 0,01 = 0,000001$$

#### **B.1.7.2.2. Pérdida inaceptable del servicio público por daños físicos a causa de descarga sobre las acometidas de servicio ( $L_V$ )**

$$L_V = r_p * r_f * L_f$$

$r_p$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 42 tabla 28.

$$r_p = 1$$

$r_f$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos el cual depende del riesgo de fuego de la estructura, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 29.

$$r_f = 0,01$$

$$L_V = r_p * h_z * r_f * L_f = 1 * 0,01 * 0,01 = 0,000001$$

#### **B.1.7.2.3. Pérdida inaceptable del servicio público por falla de sistemas internos a causa de descargas en la estructura ( $L_C$ )**

$$L_C = L_0$$

$L_0 = 0,001$  Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 46 tabla 31

#### **B.1.7.2.4. Pérdida inaceptable del servicio público por falla de sistemas internos a causa de descargas próximas a la estructura ( $L_M$ )**

$$L_M = L_0$$

$L_0 = 0,001$  Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 46 tabla 31

**B.1.7.2.5. Pérdida inaceptable del servicio público por falla de sistemas internos a causa de descargas sobre las acometidas de servicio ( $L_w$ )**

$$L_w = L_0$$

$L_0 = 0,001$  Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 46 tabla 31

**B.1.7.2.6. Pérdida inaceptable del servicio público a causa de descargas cercanas a las acometidas de servicio ( $L_z$ )**

$$L_z = L_0$$

$L_0 = 0,001$  Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 46 tabla 31

**B.1.7.3. Pérdidas de valor cultural irremplazables I3**

$$L_f = 0,1$$

**B.1.7.3.1. Pérdida de valor cultural irremplazables por fuego o explosión dentro de las estructura por arco eléctrico por impacto sobre la estructura ( $L_B$ )**

$$L_B = r_p * r_f * L_f$$

$r_p$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 42 tabla 28.

$$r_p = 1$$

$r_f$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos el cual depende del riesgo de fuego de la estructura, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 29.

$$r_f = 0,01$$

$$L_B = r_p * r_f * L_f = 1 * 0,01 * 0,1 = 0,001$$

#### **B.1.7.3.2. Pérdida de valor cultural irreemplazables por daños físicos a causa descarga sobre las acometidas de servicio ( $L_V$ )**

$$L_V = r_p * r_f * L_f$$

$r_p$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 42 tabla 28.

$$r_p = 1$$

$r_f$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos el cual depende del riesgo de fuego de la estructura, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 29.

$$r_f = 0,01$$

$$L_V = r_p * r_f * L_f = 1 * 0,01 * 0,1 = 0,001$$

#### **B.1.7.4. Pérdidas de valor cultural irreemplazables I4**

Se pueden asumir valores medios de  $L_f$  y  $L_0$  según la tabla 32 de la NTC 4552-2[5],

$$L_T = L_0 = L_f = 0,2$$

##### **B.1.7.4.1. Pérdidas económicas por tensiones de paso y contacto fuera de la estructura ( $L_A$ )**

$$L_A = r_a * L_T$$

$r_a$ =Factor reductor de pérdida de vidas por características del suelo o terreno, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 41 tabla 27.

$$L_A = r_a * L_T = 0,001 * 0,2 = 0,0002$$

#### **B.1.7.4.2. Pérdidas económicas por tensiones de contacto dentro de la estructura ( $L_U$ )**

$$L_U = r_U * L_T$$

$r_U$ =Factor reductor de pérdida de vidas humanas por características constructivas del piso, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 41 tabla 27.

$$L_U = r_U * L_T = 0,001 * 0,2 = 0,0002$$

#### **B.1.7.4.3. Pérdidas económicas por fuego o explosión dentro de la estructura por arco eléctrico por impacto sobre la estructura ( $L_B$ )**

$$L_B = r_p * h_z * r_f * L_f$$

$r_p$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 42 tabla 28.

$$r_p = 1$$

$r_f$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos el cual depende del riesgo de fuego de la estructura, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 29.

$$r_f = 0,01$$

$h_z$ =Factor de incremento de pérdida debida a daños físicos por presencia de condiciones especiales peligrosas, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 30.

$$h_z = 1$$

$$L_B = r_p * h_z * r_f * L_f = 1 * 0,01 * 1 * 0,2 = 0,002$$

#### **B.1.7.4.4. Pérdidas económicas por daños físicos a causa de descargas en acometida de servicio ( $L_V$ )**

$$L_V = r_p * h_z * r_f * L_f$$

$r_p$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 42 tabla 28.

$$r_p = 1$$

$r_f$ =Factor reductor de pérdida debido a daños físicos el cual depende del riesgo de fuego de la estructura, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 29.

$$r_f = 0,01$$

$h_z$ =Factor de incremento de pérdida debida a daños físicos por presencia de condiciones especiales peligrosas, Tomada de la NTC 4552-2[5] pág. 43 tabla 30.

$$h_z = 1$$

$$L_V = r_p * h_z * r_f * L_f = 1 * 0,01 * 1 * 0,2 = 0,002$$

#### **B.1.7.4.5. Pérdidas económicas por falla de sistemas internos a causa de descargas en la estructura ( $L_C$ )**

$$L_C = L_0 = 0,2$$

Según la tabla 32 de la NTC 4552-2[5].

#### **B.1.7.4.6. Pérdidas económicas por falla de sistemas internos a causa de descargas próximas a la estructura ( $L_M$ )**

$$L_M = L_0 = 0,2$$

Según la tabla 32 de la NTC 4552-2[5].

#### **B.1.7.4.7. Pérdidas económicas por falla de sistemas internos a causa de descargas sobre las acometidas de servicio ( $L_W$ )**

$$L_W = L_0 = 0,2$$

Según la tabla 32 de la NTC 4552-2[5].

#### **B.1.7.4.8. Pérdidas económicas por falla de sistemas internos a causa de descargas cercanas a las acometidas de servicio ( $L_z$ )**

$$L_W = L_0 = 0,2$$

Según la tabla 32 de la NTC 4552-2[5].

#### **B.1.8. Cálculo de los componentes de riesgo.**

Los componentes de riesgo para la estructura estudiada son  $RA, RB, RC, RM, RU, RV, RW$  y  $RZ$ , los componentes son calculados con los valores obtenidos anteriormente para  $P_x$  y  $L_x$ .

- Para tipo de pérdida  $L1$ :

$$RA = N_D * P_A * L_A = 0.025 * 0.01 * 0,001 = 2.5 * 10^{-7}$$

$$RB = N_D * P_B * L_B = 0.025 * 1 * 0,0005 = 1,25 * 10^{-5}$$

$$RU = (N_i + N_{DA}) * P_U * L_U = (0,011 + 0,0054) * 1 * 0,0000001 = 1,64 * 10^{-9}$$

$$RV = (N_L + N_{DA}) * P_V * L_V = (0,00077 + 0,0054) * 1 * 0,0005 = 3.085 * 10^{-6}$$

- Para el tipo de pérdida *L2*:

$$RB = ND * PB * LB = 0.025 * 0,000001 = 2,5 * 10^{-8}$$

$$RC = ND * PC * LC = 0.025 * 1 * 0,001 = 2,5 * 10^{-5}$$

$$RM = NM * PM * LM = 0.8107 * 1 * 0,001 = 8,107 * 10^{-4}$$

$$RV = (NL + NDA) * PV * LV = (0,00077 + 0,0054) * 1 * 0,000001 = 6,17 * 10^{-9}$$

$$RW = (NL + NDA) * PW * LW = (0,00077 + 0,0054) * 1 * 0,001 = 6,17 * 10^{-6}$$

$$RZ = (Ni + Ni) * Pz * Lz = (0,011 + 0,00077) * 1 * 0,001 = 1,177 * 10^{-5}$$

- Para el tipo de la pérdida *L3*:

$$RB = ND * PB * LB = 0.025 * 1 * 0,001 = 2,5 * 10^{-5}$$

$$RV = (NL + NDA) * PV * LV = (0,00077 + 0,0054) * 1 * 0,001 = 6,17 * 10^{-6}$$

- Para el tipo de pérdida *L4*:

$$RB = ND * PB * LB = 0.025 * 1 * 0.002 = 5 * 10^{-5}$$

$$RC = ND * PC * LC = 0.025 * 1 * 0,2 = 5 * 10^{-3}$$

$$RM = NM * PM * LM = 0.8107 * 1 * 0.2 = 162,14 * 10^{-3}$$

$$RV = (NL + NDA) * PV * LV = (0,00077 + 0,0054) * 1 * 0.002 = 1.234 * 10^{-5}$$

$$RW = (NL + NDA) * PW * LW = (0,00077 + 0,0054) * 1 * 0.2 = 1,234 * 10^{-3}$$

$$RZ = (Ni + Ni) * Pz * Lz = (0,011 + 0,00077) * 1 * 0.2 = 2,354 * 10^{-3}$$

**B.1.9.** Posteriormente se procede a realizar el cálculo de la sumatoria de los componentes de riesgo para determinar el riesgo total.

- *Riesgo sobre la estructura L1:*

$$R = \sum R_x = RA + RB + RU + RV = 1.5836 * 10^{-5}$$

- *Riesgo sobre el servicio publico L2:*

$$R = \sum R_x = RB + RC + RM + RV + RW + RZ = 8,536 * 10^{-4}$$

- *Riesgo sobre patrimonio cultural L3:*

$$R = \sum R_x = RB + RV = 3,117 * 10^{-5}$$

- *Riesgo sobre perdidas económicas L4:*

$$R = \sum R_x = RB + RC + RM + RV + RW + RZ = 0,1707$$

### B.1.10. Riesgo Tolerable RT.

Los valores de riesgo tolerable  $RT$  en donde una descarga atmosférica significa pérdida de la vida humana como pérdida de los valores sociales y culturales se obtienen de la tabla 7 de la norma NTC 4552-2[5].

**TABLA 65.** Resumen tipo de pérdida.

TIPO DE PÉRDIDA	$RT(y^{-1})$	$\Sigma RT$
pérdida de vidas o lesiones permanentes	$10^{-5}$	$1.5836 * 10^{-5}$
pérdidas de servicio público	$10^{-3}$	$8.536 * 10^{-4}$
pérdida de patrimonio cultural	$10^{-3}$	$3,117 * 10^{-5}$
pérdidas económicas	-----	0.1707

**Fuente:** Los Autores.

Tomando como referencia los datos de tabla 7 de la norma NTC 4552-2[5] y comparándolas con los valores obtenidos se ve que el valor calculado para la pérdida de vidas o lesiones permanentes resaltado en amarillo en la tabla 65, es mayor que el riesgo máximo tolerable, por lo cual se requiere implementar un sistema de protección contra descargas atmosféricas para la edificación. El diseño del sistema no está contemplado en los objetivos iniciales de este proyecto.

**ANEXO C. ÍNDICE UGR MÁXIMO Y NIVELES DE ILUMINACIÓN EXIGIBLE PARA DIFERENTES ÁREAS Y ACTIVIDADES. RETILAP[6].**

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR <sub>L</sub>	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Talleres de ensamble				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de automotores	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000
Procesos químicos				
Procesos automáticos	–	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fábricas	25	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios.	19	300	500	750
Industria farmacéutica	22	300	500	750
Inspección	19	500	750	1000
Balanceo de colores	16	750	1000	1500
Fabricación de llantas de caucho	22	300	500	750
Fábricas de confecciones				
Costura	22	500	750	1000
Inspección	16	750	1000	1500
Prensado	22	300	500	750
Industria eléctrica				
Fabricación de cables	25	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	19	300	500	750
Ensamble de devanados	19	500	750	1000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	19	750	1000	1500
Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos	16	1000	1500	2000
Industria alimenticia				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Procesos automáticos	–	150	200	300
Decoración manual, inspección	16	300	500	750
Fundición				
Pozos de fundición	25	150	200	300
Moldeado basto, elaboración basto de machos	25	200	300	500
Moldeo fino, elaboración de machos, inspección	22	300	500	750
Trabajo en vidrio y cerámica				
Zona de hornos	25	100	150	200
Recintos de mezcla, moldeo, conformado y estufas	25	200	300	500
Terminado, esmaltado, envidriado	19	300	500	750
Pintura y decoración	16	500	750	1000
Afilado, lentes y cristalería, trabajo fino	19	750	1000	1500
Trabajo en hierro y acero				
Plantas de producción que no requieren intervención manual	-	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	250
Puestos de trabajo permanentes en plantas de producción	25	200	300	500
Plataformas de control e inspección	22	300	500	750
Industria del cuero				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Prensado, corte, costura y producción de calzado	22	500	750	1000
Clasificación, adaptación y control de calidad	19	750	1000	1500

<b>Inspección y clasificación</b>	<b>22</b>	<b>300</b>	<b>500</b>	<b>750</b>
Trabajos de impresión y encuadernación de libros				
Recintos con máquinas de impresión	19	300	500	750
Cuartos de composición y lecturas de prueba	19	500	750	1000
Pruebas de precisión, retoque y grabado	16	750	1000	1500
Reproducción del color e impresión	19	1000	1500	2000
Grabado con acero y cobre	16	1500	2000	3000
Encuadernación	22	300	500	750
Decoración y estampado	19	500	750	1000
<b>Industria textil</b>				
Rompimiento de la paca, cardado, hilado	25	200	300	500
Giro, embobinado, enrollamiento peinado, tintura	22	300	500	750
Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido, tejido	22	500	750	1000
Costura, desmote o inspección	19	750	1000	1500
<b>Talleres de madera y fábricas de muebles</b>				
Aserraderos	25	150	200	300
Trabajo en banco y montaje	25	200	300	500
Maquinado de madera	19	300	500	750
Terminado e inspección final	19	500	750	1000
<b>Oficinas</b>				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750
<b>Centros de atención médica</b>				
<b>Salas</b>				
Iluminación general	22	50	100	150
Examen	19	200	300	500
Lectura	16	150	200	300
Circulación nocturna	22	3	5	10
<b>Salas de examen</b>				
Iluminación general	19	300	500	750
Inspección local	19	750	1000	1500
<b>Terapia intensiva</b>				
Cabecera de la cama	19	30	50	100
Observación	19	200	300	500
Estación de enfermería	19	200	300	500
<b>Salas de operación</b>				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local	19	10000	30000	100000
<b>Salas de autopsia</b>				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local	-	5000	10000	15000
<b>Consultorios</b>				
Iluminación general	19	300	500	750
Iluminación local	19	500	750	1000
<b>Farmacia y laboratorios</b>				
Iluminación general	19	300	400	750
Iluminación local	19	500	750	1000

Almacenes				
<i>Iluminación general:</i>				
En grandes centros comerciales	19	500	750	1000
Ubicados en cualquier parte	22	300	500	750
Supermercados	19	500	750	1000
Colegios y centros educativos.				
<i>Salones de clase</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros para emplear con tizas	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
<i>Salas de conferencias</i>				
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: RETILAP[6].