

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA LEP EN UN ESTADIO**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por el Br. Padrón C., Argenis J.  
para optar al título de  
Ingeniero Electricista

Caracas, 2014

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA LEP EN UN ESTADIO**

TUTOR ACADÉMICO: Ing. Rafael Malpica

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por el Br. Padrón C., Argenis J.  
para optar al título de  
Ingeniero Electricista

Caracas, 2014

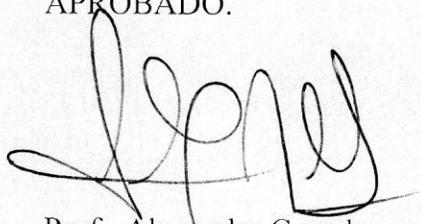
## CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 11 de julio de 2014

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Argenis J. Padrón C., titulado:

### **“ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA LEP EN UN ESTADIO”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención Potencia, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



Prof. Alexander Cepeda  
Jurado



Prof. Patricia Sánchez  
Jurado



Prof. Rafael Malpica  
Prof. Guía

## **DEDICATORIA**

*A José de Jesús Padrón Busnego*

*Por ser la fuente de inspiración de mis estudios universitarios.*

*Gracias por dejarnos ese legado de alegría, felicidad y unión familiar*

*Te extraño y te extrañare infinitamente abuelo*

*Argenis José Padrón Cruz*

## **RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme el don de la sabiduría y el entendimiento.

A mis padres, los pilares fundamentales de la familia, gracias por su apoyo incondicional, por sus madrugonazos, su sacrificio para darme todo lo que necesité durante la carrera y por siempre estar allí para todo.

A mis hermanos por siempre darme ánimos para seguir adelante, por estar pendientes de mis avances y por siempre escuchar mis inquietudes.

A mi novia Dayana Flores por estar allí en todo momento apoyándome, escuchándome y dándome fuerzas para ser cada día mejor, le doy gracias a Dios por tenerla a mi lado.

A mis compañeros y grandes amigos José María “El Mormón” Márquez, Gabriel Bonnet y Juan Carlos López por los buenos momentos y por ser un excelente grupo de trabajo.

Al Ing. Rafael Malpica por creer en mí para la realización de este trabajo de grado y por su apoyo técnico.

Al personal de COPRED y FUNDACION UCV por proporcionar mucha de la información técnica para la realización de este estudio.

**Padrón C., Argenis J.**

**ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL USO DE LUMINARIAS  
CON TECNOLOGÍA LEP EN UN ESTADIO**

**Tutor Académico: Rafael Malpica. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Potencia. Institución: U.C.V. 2014. 182 h. + anexos.**

**Palabras Claves:** Iluminación, Tecnología LEP, DIALux, Estadio Olímpico, Estadio Universitario, Nuevas Tecnologías, Demanda Eléctrica, Consumo Eficiente.

**Resumen:** La Ciudad Universitaria de Caracas, cuenta con bajos niveles de iluminación artificial en las áreas públicas, de acceso y zonas aledañas a sus Estadios; además, el sistema de iluminación original fue sustituido sin estudios previos. El presente trabajo se caracteriza por tomar como base el uso de simulaciones para realizar las mediciones del sistema actual y del sistema propuesto para la implementación de un sistema basado en tecnología LEP (Light Emitting Plasma) en las áreas del Estadio Olímpico y del Estadio de Béisbol mediante el uso del software DIALux; con los resultados obtenidos se realizó un estudio comparativo entre el sistema actual y el sistema propuesto. Luego de hacer el diseño del sistema propuesto se compiló la información necesaria para la realización de una estimación de costos de los materiales para la implementación del proyecto a futuro.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONSTANCIA DE APROBACIÓN</b> .....	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>20</b>
<b>CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>20</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	21
1.3. OBJETIVO GENERAL .....	21
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>23</b>
<b>MARCO TEÓRICO.</b> .....	<b>23</b>
2.1. Luz.....	23
2.2. Propiedades de la Luz.....	24
2.3. Espectro de longitudes de onda visibles y Efecto Purkinje.....	25
2.4. Propiedades Cromáticas de la Luz .....	27
2.5. Conceptos de Iluminación.....	29
2.5.1. Candela.....	30
2.5.2. Cuerpo Negro.....	30
2.5.3. Curva de Distribución de Intensidad Luminosa.....	30
2.5.4. Curvas Isocandelas.....	31
2.5.5. Curvas Isolux. ....	31
2.5.6. Deslumbramiento o Encandilamiento.....	31
2.5.7. Apantallamiento.....	33
2.5.8. Eficacia luminosa.....	33
2.5.9. Flujo luminoso.....	34
2.5.10. Iluminación.....	34
2.5.11. Iluminancia inicial.....	35
2.5.12. Iluminación media.....	35
2.5.13. Lumen.....	35
2.5.14. Luminancia.....	36
2.5.15. Luminaria.....	36
2.5.16. Lux.....	36

2.6.	Luminarias.....	37
2.6.1.	Los espejos.....	37
2.6.2.	La curva de distribución luminosa.....	39
2.6.3.	Rendimiento de la luminaria.....	41
2.6.4.	Distribución luminosa.....	41
2.7.	Programa DIALux.....	42
2.7.1.	Datos de entrada.....	45
2.7.2.	Factor de Mantenimiento.....	46
2.7.3.	Factor de Utilización.....	47
2.8.	Plasma.....	48
2.8.1.	Plasma como el cuarto estado de la materia.....	48
2.8.2.	Descarga eléctrica en gases.....	49
2.9.	Luminarias LEP.....	50
2.9.1.	Funcionamiento.....	52
2.9.2.	Características de una lámpara LEP.....	53
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>55</b>
<b>METODOLOGÍA DE DISEÑO.....</b>		<b>55</b>
3.1.	Sistema de Iluminación.....	55
3.1.1.	Fase 1. Recopilación Documental.....	55
3.1.2.	Fase 2. Levantamiento, Registro y Cuantificación de las Características Eléctricas y Lumínicas.....	56
3.1.3.	Fase 3. Modelación y Simulación de los Niveles de Iluminación.....	56
<b>CAPITULO IV.....</b>		<b>58</b>
<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>		<b>58</b>
4.1.	Estado Actual del Sistema de Iluminación.....	58
4.1.1.	Descripción de las instalaciones eléctricas.....	58
4.1.2.	Diagnóstico general de los sistemas de alumbrado.....	62
4.1.3.	Estacionamiento.....	64
4.1.4.	Edificio Anexo.....	64
4.1.5.	Pasillo Mezzanina.....	64
4.1.6.	Pasillo PB.....	65
4.1.7.	Pasillo Piso 1.....	65
4.1.8.	Baños (piso 1).....	66
4.1.9.	Baños (fachada del estadio olímpico).....	66
4.1.10.	Fachada del Estadio Olímpico.....	66
4.1.11.	Accesos a PB.....	67
4.1.12.	Tribunas Techadas.....	67
4.1.13.	Fachada del Estadio de Béisbol.....	67
4.1.14.	Baños (fachada del estadio de béisbol).....	68
4.2.	Pruebas y ensayos de desempeño de luminarias convencionales y luminarias con tecnología LEP.....	69
4.3.	Niveles de Iluminación Experimentales y Simulación.....	72
4.3.1.	Edificio Anexo.....	72
4.3.2.	Mezzanina.....	73
4.3.3.	Pasillo PB.....	74

4.3.4.	Pasillo Piso 1 .....	75
4.3.5.	Baños (piso 1) .....	77
4.3.6.	Fachada del Estadio Olímpico .....	78
4.3.7.	Accesos a PB.....	79
4.3.8.	Fachada del Estadio de Béisbol.....	81
4.3.9.	Baños (fachada del estadio de béisbol).....	82
4.4.	Estudio Comparativo de los Niveles de Iluminación. ....	84
4.4.1.	Estacionamiento .....	85
4.4.2.	Edificio Anexo .....	92
4.4.3.	Pasillo de Mezzanina.....	96
4.4.4.	Pasillo PB.....	99
4.4.5.	Pasillo Piso 1 .....	102
4.4.6.	Baños (fachada del estadio olímpico). ....	107
4.4.7.	Baños (piso 1) .....	112
4.4.8.	Fachada del Estadio Olímpico. ....	121
4.4.9.	Accesos a PB.....	127
4.4.10.	Tribunas techadas del Estadio Olímpico .....	136
4.4.11.	Fachada del Estadio de Béisbol. ....	140
4.4.12.	Baños (fachada del estadio de béisbol) .....	147
4.5.	Luminaria BRIGHT LIGHT SYSTEMS BLP1000 y adecuación del sistema eléctrico para su alimentación. ....	158
4.5.1.	Características técnicas de la luminaria .....	158
4.5.2.	Sistema de Gestión de Iluminación BLMS (Bright Light Management System) .....	159
4.5.3.	Adecuación del sistema eléctrico .....	160
4.6.	Estimación de Costos. ....	166
4.7.	Determinación de Ahorro Energético.....	169
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>171</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>174</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>176</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>179</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>183</b>
	ANEXO 1. Especificaciones Luminaria Philips RVP351 A/52.5 .....	183
	ANEXO 2. Especificaciones Luminaria Silvania Onwall 1 Gry SS.....	186
	ANEXO 3. Especificaciones Luminaria Philips TMS011 .....	190
	ANEXO 4. Especificaciones Luminaria Philips TBS318 C HFE P .....	192
	ANEXO 5. Especificaciones Luminaria Philips TCS740.....	194
	ANEXO 6. Especificaciones Luminaria Osram HALLODIUM II T 400 W NSI AS .....	196
	ANEXO 7. Especificaciones Luminaria Philips TBS464 3x14W SQR D8 IPD-WH .....	199
	ANEXO 8. Especificaciones Luminaria Philips CDS504 PC 1xHPI-P250W-BU SGR S.....	202
	ANEXO 9. Especificaciones Luminaria Philips HPK460 1xHPL-N400W P-D635-NB .....	204

ANEXO 10. Especificaciones Lámpara Philips MASTER HPI-T Plus 400W/645 E40 1SL.....	206
ANEXO 11. Especificaciones Lámpara Osram HQI-T 400 W/N .....	208
ANEXO 12. Especificaciones Lámpara Sylvania SA SHP-TD 70W R7S.....	212
ANEXO 13. Especificaciones Lámpara Philips MASTER TL-D Super 80 36W840 1SL .....	216
ANEXO 14. Especificaciones Lámpara Osram L 32 W/830 E .....	219
ANEXO 15. Especificaciones Lámpara Osram L 32 W/640 C .....	224
ANEXO 16. Especificaciones Lámpara Philips MASTER TL-D 90 De Luxe 18W/930 1SL .....	229
ANEXO 17. Especificaciones Lámpara Philips TL5-14W/830 .....	232
ANEXO 18. Especificaciones Lámpara Philips HPI-P250W-BU .....	234
ANEXO 19. Especificaciones Lámpara Philips HPL-N400W +GPK138 R-WB .....	237
ANEXO 20. Especificaciones Lámpara Bright Light Systems BLP1000 .....	240
ANEXO 21. Especificaciones Luxómetro Digital AMPROBE LM-100. ....	243
ANEXO 22. Metodología de Medición Experimental Edificio Anexo .....	245
ANEXO 23. Metodología de Medición Experimental Mezzanina .....	246
ANEXO 24. Metodología de Medición Experimental Pasillo PB .....	247
ANEXO 25. Metodología de Medición Experimental Pasillo Piso 1 .....	248
ANEXO 26. Metodología de Medición Experimental Baño Caballeros Piso 1 ...	249
ANEXO 27. Metodología de Medición Experimental Fachada Estadio Olímpico .....	250
ANEXO 28. Metodología de Medición Experimental Acceso Oeste.....	251
ANEXO 29. Metodología de Medición Experimental Fachada Estadio Béisbol (1) .....	252
ANEXO 30. Metodología de Medición Experimental Fachada Estadio Béisbol (2) .....	253
ANEXO 31. Metodología de Medición Experimental Baño Caballeros Fachada Estadio de Béisbol.....	254
ANEXO 32. Metodología de Medición Experimental Baño Damas Fachada Estadio de Béisbol.....	255
ANEXO 33. Características de Iluminación de Áreas públicas para estacionamiento de vehículos y áreas. ....	256
ANEXO 34. Características de Iluminación de Vías y Áreas Públicas de circulación de Peatones. ....	257
ANEXO 35. Características de Iluminación de Áreas de Servicio, Pasillo y Escaleras.....	258
ANEXO 36. Características de Iluminación de Áreas Públicas con Alrededores Tipo B .....	259
ANEXO 37. Memoria de Cálculo de conductores para cada área de estudio.....	260

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. Índice de deslumbramiento fisiológico. ....	32
ECUACIÓN 2. Índice de deslumbramiento psicológico. ....	32
ECUACIÓN 3. Eficacia Luminosa. ....	33
ECUACIÓN 4. Iluminancia Media.....	35
ECUACIÓN 5. Luminancia.....	36
ECUACIÓN 6. Tamaño de la Cuadrícula.....	43
ECUACIÓN 7. Índice del Local.....	46
ECUACIÓN 8. Corriente por fase.....	162
ECUACIÓN 9. Porcentaje de caída de tensión por fase.....	163
ECUACIÓN 10. Verificación de la capacidad de cortocircuito.....	163
ECUACIÓN 11. Determinación factor de costo. [26].....	166

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Espectro Electromagnético.....	23
FIGURA 2. Diferentes tipos de modificación de la Luz.....	25
FIGURA 3. Espectro Visible .....	25
FIGURA 4. Curva $v\lambda$ y Efecto Purkinje .....	27
FIGURA 5. Temperatura de Color.....	28
FIGURA 6. Reflector especular .....	37
FIGURA 7. Reflector dispersor .....	37
FIGURA 8. Reflector elíptico .....	38
FIGURA 9. Reflector parabólico .....	38
FIGURA 10. Reflector asimétrico .....	38
FIGURA 11. Curva de distribución luminosa .....	39
FIGURA 12. Curva de distribución luminosa con simetría.....	40
FIGURA 13. Ajuste de Tramas en DIALux .....	44
FIGURA 14. Dimensiones del Local.....	45
FIGURA 15. Funcionamiento LEP Paso 1 .....	52
FIGURA 16. Funcionamiento LEP Paso 2 .....	53
FIGURA 17. Funcionamiento LEP Paso 3 .....	53
FIGURA 18. Ubicación área experimental Edificio Anexo .....	73
FIGURA 19. Ubicación área experimental Mezzanina .....	74
FIGURA 20. Ubicación área experimental Pasillo PB .....	75
FIGURA 21. Ubicación área experimental Pasillo Piso 1 .....	76
FIGURA 22. Ubicación área experimental Baños Piso 1 (Caballeros) .....	77
FIGURA 23. Ubicación área experimental Fachada Estadio Olímpico. ....	78
FIGURA 24. Ubicación área experimental Escaleras Acceso Oeste.....	80
FIGURA 25. Ubicación áreas experimentales Fachada Estadio de Béisbol.....	81
FIGURA 26. Ubicación área experimental Baños Fachada Estadio de Béisbol (Caballeros).....	83
FIGURA 27. Ubicación área experimental Baños Fachada Estadio de Béisbol (Damas).....	83
FIGURA 28. Ubicación de las luminarias en el Estacionamiento (1) Sistema Actual	86
FIGURA 29. Ubicación de las luminarias en el Estacionamiento (2) Sistema Actual	86
FIGURA 30. Ubicación de las luminarias en el Estacionamiento (3) Sistema Actual	87
FIGURA 31. Superficie de cálculo del área de interés Estacionamiento .....	87
FIGURA 32. Ubicación de las Luminarias en el Estacionamiento (1) Sistema Propuesto.....	88
FIGURA 33. Ubicación de las Luminarias en el Estacionamiento (2) Sistema Propuesto.....	89
FIGURA 34. Ubicación de las Luminarias en el Estacionamiento (3) Sistema Propuesto.....	89
FIGURA 35. Colores Falsos del Estacionamiento (Panorámica) Sistema Propuesto.	90

FIGURA 36. Colores Falsos del Estacionamiento (1) (Planta) Sistema Propuesto....	91
FIGURA 37. Colores Falsos del Estacionamiento (2) (Planta) Sistema Propuesto....	91
FIGURA 38. Colores Falsos del Estacionamiento (3) (Planta) Sistema Propuesto....	92
FIGURA 39. Ubicación de las Luminarias en el Edificio Anexo Sistema Actual. ....	92
FIGURA 40. Ubicación de las Luminarias Operativas en el Edificio Anexo Sistema Actual. ....	93
FIGURA 41. Superficie de cálculo del Edificio Anexo.....	93
FIGURA 42. Colores Falsos del Edificio Anexo (Panorámica) Sistema Actual. ....	94
FIGURA 43. Colores Falsos del Edificio Anexo (Planta) Sistema Actual. ....	94
FIGURA 44. Ubicación de las Luminarias en el Edificio Anexo Sistema Propuesto.	95
FIGURA 45. Colores Falsos del Edificio Anexo (Panorámica) Sistema Propuesto...	95
FIGURA 46. Colores Falsos del Edificio Anexo (Planta) Sistema Propuesto. ....	96
FIGURA 47. Ubicación de las Luminarias en el área Mezzanina Sistema Actual. ....	96
FIGURA 48. Ubicación de las Luminarias Operativas en el área Mezzanina Sistema Actual. ....	96
FIGURA 49. Superficie de cálculo del área de interés Mezzanina.....	97
FIGURA 50. Colores Falsos del área Mezzanina (Panorámica) Sistema Actual. ....	97
FIGURA 51. Colores Falsos del área Mezzanina (Planta) Sistema Actual. ....	97
FIGURA 52. Ubicación de las Luminarias en el área Mezzanina Sistema Propuesto	98
FIGURA 53. Colores Falsos del área Mezzanina (Panorámica) Sistema Propuesto..	99
FIGURA 54. Colores Falsos del área Mezzanina (Planta) Sistema Propuesto. ....	99
FIGURA 55. Ubicación de las Luminarias en el Pasillo PB Sistema Actual. ....	99
FIGURA 56. Ubicación de las Luminarias Operativas en el Pasillo PB Sistema Actual. ....	100
FIGURA 57. Superficie de cálculo del área de interés Pasillo PB. ....	100
FIGURA 58. Colores Falsos del Pasillo PB (Panorámica) Sistema Actual.....	100
FIGURA 59. Colores Falsos del Pasillo PB Este (Planta) Sistema Actual.....	101
FIGURA 60. Colores Falsos del Pasillo PB Oeste (Planta) Sistema Actual. ....	101
FIGURA 61. Ubicación de las Luminarias en el Pasillo PB Sistema Propuesto.....	101
FIGURA 62. Colores Falsos del Pasillo PB (Panorámica) Sistema Propuesto. ....	102
FIGURA 63. Colores Falsos del Pasillo PB Este (Planta) Sistema Propuesto. ....	102
FIGURA 64. Colores Falsos del Pasillo PB Oeste (Planta) Sistema Propuesto. ....	102
FIGURA 65. Ubicación de las Luminarias del Piso 1 Sistema Actual. ....	103
FIGURA 66. Ubicación de las Luminarias Operativas del Piso 1 Sistema Actual..	103
FIGURA 67. Superficie de cálculo del área de interés del Piso 1. ....	103
FIGURA 68. Colores Falsos del Piso 1 (Panorámica) Sistema Actual.....	104
FIGURA 69. Colores Falsos del Piso 1 (Planta) Sistema Actual. ....	104
FIGURA 70. Ubicación de las Luminarias del Piso 1 Sistema Propuesto.....	105
FIGURA 71. Colores Falsos del Piso 1 (Panorámica) Sistema Propuesto. ....	106
FIGURA 72. Colores Falsos del Piso 1 (Planta) Sistema Propuesto. ....	106
FIGURA 73. Ubicación de los baños de damas y caballeros en la fachada del Estadio Olímpico UCV .....	108
FIGURA 74. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Caballeros de la fachada del Estadio Olímpico Sistema Actual. ....	108

FIGURA 75. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Damas de la fachada del Estadio Olímpico Sistema Actual. ....	108
FIGURA 76. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Caballeros de la fachada del Estadio Olímpico Sistema Propuesto. ....	109
FIGURA 77. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Damas de la fachada del Estadio Olímpico Sistema Propuesto. ....	109
FIGURA 78. Colores Falsos de los Baños de Caballeros de la fachada del Estadio Olímpico (Panorámica) Sistema Propuesto. ....	110
FIGURA 79. Colores Falsos de los Baños de Caballeros de la fachada del Estadio Olímpico (Planta) Sistema Propuesto. ....	111
FIGURA 80. Colores Falsos de los Baños de Damas de la fachada del Estadio Olímpico (Panorámica) Sistema Propuesto. ....	111
FIGURA 81. Colores Falsos de los Baños de Damas de la fachada del Estadio Olímpico (Planta) Sistema Propuesto. ....	112
FIGURA 82. Ubicación de los baños de damas y caballeros en el Piso 1.....	113
FIGURA 83. Ubicación de las Luminarias de los Baños de Caballeros del Piso 1 Sistema Actual. ....	113
FIGURA 84. Ubicación de las Luminarias de los Baños de Damas del Piso 1 Sistema Actual. ....	114
FIGURA 85. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Piso 1 (Panorámica) Sistema Actual. ....	115
FIGURA 86. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Piso 1 (Planta) Sistema Actual. ....	115
FIGURA 87. Colores Falsos de los Baños de Damas del Piso 1 (Panorámica) Sistema Actual. ....	116
FIGURA 88. Colores Falsos de los Baños de Damas del Piso 1 (Planta) Sistema Actual. ....	116
FIGURA 89. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Caballeros del Piso 1 Sistema Propuesto. ....	117
FIGURA 90. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Damas del Piso 1 Sistema Propuesto. ....	118
FIGURA 91. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Piso 1 (Panorámica) Sistema Propuesto. ....	119
FIGURA 92. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Piso 1 (Planta) Sistema Propuesto. ....	119
FIGURA 93. Colores Falsos de los Baños de Damas del Piso 1 (Panorámica) Sistema Propuesto. ....	120
FIGURA 94. Colores Falsos de los Baños de Damas del Piso 1 (Planta) Sistema Propuesto. ....	120
FIGURA 95. Ubicación de las Luminarias en la Fachada del Estadio Olímpico Sistema Actual. ....	121
FIGURA 96. Ubicación de las Luminarias Operativas en la Fachada del Estadio Olímpico Sistema Actual. ....	121
FIGURA 97. Superficie de cálculo de la Fachada del Estadio Olímpico. ....	122

FIGURA 98. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Panorámica Norte) Sistema Actual. ....	123
FIGURA 99. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Panorámica Sur) Sistema Actual. ....	123
FIGURA 100. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Planta) Sistema Actual. ....	124
FIGURA 101. Ubicación de las Luminarias en la Fachada del Estadio Olímpico Sistema Propuesto .....	125
FIGURA 102. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Vista Completa Norte) Sistema Propuesto.....	126
FIGURA 103. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Vista Completa Sur) Sistema Propuesto. ....	126
FIGURA 104. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Planta) Sistema Propuesto.....	127
FIGURA 105. Ubicación de las Luminarias en el Acceso Oeste Sistema Actual. ...	128
FIGURA 106. Ubicación de las Luminarias en el Acceso Este Sistema Actual. ....	128
FIGURA 107. Ubicación de las Luminarias operativas en el Acceso Oeste Sistema Actual. ....	129
FIGURA 108. Superficie de cálculo del área de interés Acceso Oeste. ....	130
FIGURA 109. Superficie de cálculo del área de interés Acceso Este. ....	130
FIGURA 110. Colores Falsos del Acceso Oeste (Panorámica) Sistema Actual.....	131
FIGURA 111. Colores Falsos del Pasillo del Acceso Oeste (Planta) Sistema Actual. ....	132
FIGURA 112. Colores Falsos de las Escaleras del Acceso Oeste (Planta) Sistema Actual. ....	132
FIGURA 113. Ubicación de las Luminarias en el Acceso Oeste Sistema Propuesto. ....	133
FIGURA 114. Ubicación de las Luminarias en el Acceso Este Sistema Propuesto. ....	134
FIGURA 115. Colores Falsos del Acceso Este (Panorámica) Sistema Propuesto. ..	135
FIGURA 116. Colores Falsos del Acceso Oeste (Panorámica) Sistema Propuesto. ....	135
FIGURA 117. Colores Falsos de la rampa del Acceso Este (Planta) Sistema Propuesto.....	135
FIGURA 118. Colores Falsos del Pasillo del Acceso Oeste (Planta) Sistema Propuesto.....	136
FIGURA 119. Colores Falsos de las Escaleras del Acceso Oeste (Planta) Sistema Propuesto.....	136
FIGURA 120. Ubicación de las luminarias en las Tribunas techadas del Estadio Olímpico Sistema Actual .....	137
FIGURA 121. Superficie de cálculo del área de interés de las Tribunas techadas...	137
FIGURA 122. Ubicación de las Luminarias en las Tribunas techadas Sistema Propuesto.....	138
FIGURA 123. Colores Falsos de las Tribunas techadas (Panorámica) Sistema Propuesto.....	139
FIGURA 124. Colores Falsos de las Tribunas techadas (Planta) Sistema Propuesto. ....	139

FIGURA 125. Ubicación de las Luminarias en la Fachada del Estadio de Béisbol Sistema Actual. ....	140
FIGURA 126. Ubicación de las Luminarias Operativas en la Fachada del Estadio de Béisbol Sistema Actual. ....	141
FIGURA 127. Superficie de cálculo de la Fachada del Estadio de Béisbol. ....	141
FIGURA 128. Colores Falsos de la Fachada del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Actual. ....	143
FIGURA 129. Colores Falsos de la Fachada del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Actual. ....	144
FIGURA 130. Ubicación de las Luminarias en la Fachada del Estadio de Béisbol Sistema Propuesto. ....	145
FIGURA 131. Colores Falsos de la Fachada del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Propuesto. ....	146
FIGURA 132. Colores Falsos de la Fachada del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Propuesto. ....	147
FIGURA 133. Ubicación de los baños de damas y caballeros en la fachada del Estadio de Béisbol. ....	148
FIGURA 134. Ubicación de las Luminarias de los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol Sistema Actual. ....	149
FIGURA 135. Ubicación de las Luminarias de los Baños de Damas del Estadio de Béisbol Sistema Actual. ....	149
FIGURA 136. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Actual. ....	150
FIGURA 137. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Actual. ....	151
FIGURA 138. Colores Falsos de los Baños de Damas del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Actual. ....	151
FIGURA 139. Colores Falsos de los Baños de Damas del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Actual. ....	152
FIGURA 140. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol Sistema Propuesto. ....	153
FIGURA 141. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Damas del Estadio de Béisbol Sistema Propuesto. ....	153
FIGURA 142. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Propuesto. ....	154
FIGURA 143. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Propuesto. ....	155
FIGURA 144. Colores Falsos de los Baños de Damas del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Propuesto. ....	155
FIGURA 145. Colores Falsos de los Baños de Damas del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Propuesto. ....	156
FIGURA 146. Ubicación palco de prensa en las tribunas techadas del Estadio Olímpico (Propuesta de ubicación del centro de control con BLMS) .....	160
FIGURA 147. Pantalla principal del software del sistema BLMS .....	160

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Índice de Rendimiento Cromático de acuerdo al tipo de Luz Artificial. [3][12] .....	29
TABLA 2. Características Fotométricas de Lámparas [5] [12] .....	34
TABLA 3. Factores de reflexión de distintos colores y materiales para luz blanca ...	48
TABLA 4. Canalizaciones del sistema actual .....	63
TABLA 5. Estado actual de las lámparas y las canalizaciones por área.....	69
TABLA 6. Normas de referencia para realización de ensayos por tecnología. ....	72
TABLA 7. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Edificio Anexo ...	73
TABLA 8. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Mezzanina .....	74
TABLA 9. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Pasillo PB .....	75
TABLA 10. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Pasillo Piso 1 ....	76
TABLA 11. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Baños Piso 1 (Caballeros).....	77
TABLA 12. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Fachada Estadio Olímpico.....	79
TABLA 13. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Escaleras Acceso Oeste.....	80
TABLA 14. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Fachada Estadio de Béisbol.....	81
TABLA 15. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Baños Fachada Estadio Béisbol .....	83
TABLA 16. Niveles de iluminación requeridos por área. ....	85
TABLA 17. Valores de Iluminancias Estacionamiento Sistema Propuesto .....	90
TABLA 18. Valores de Iluminancias en el Edificio Anexo Sistema Actual .....	93
TABLA 19. Valores de Iluminancias en el Edificio Anexo Sistema Propuesto.....	95
TABLA 20. Valores de Iluminancias en el área Mezzanina Sistema Actual. ....	97
TABLA 21. Valores de Iluminancias en el área Mezzanina Sistema Propuesto. ....	98
TABLA 22. Valores de Iluminancias en el Pasillo PB Sistema Actual.....	100
TABLA 23. Valores de Iluminancias en el Pasillo PB Sistema Propuesto .....	101
TABLA 24. Valores de Iluminancias del Piso 1 Sistema Actual. ....	103
TABLA 25. Valores de Iluminancias del Piso 1 Sistema Propuesto. ....	105
TABLA 26. Valores de Iluminancias en los Baños de la fachada del Estadio Olímpico Sistema Propuesto. ....	110
TABLA 27. Valores de Iluminancias en los Baños del Piso 1 Sistema Actual. ....	114
TABLA 28. Valores de Iluminancias en los Baños del Piso 1 Sistema Propuesto...	118
TABLA 29. Valores de Iluminancias en la Fachada del Estadio Olímpico Sistema Actual. ....	122
TABLA 30. Valores de Iluminancias en la Fachada del Estadio Olímpico Sistema Propuesto.....	125
TABLA 31. Valores de Iluminancias los Accesos a PB Sistema Actual.....	131

TABLA 32. Valores de Iluminancias los Accesos a PB Sistema Propuesto. ....	134
TABLA 33. Valores de Iluminancias en las Tribunas techadas Sistema Propuesto.	138
TABLA 34. Valores de Iluminancias en la Fachada del Estadio de Béisbol Sistema Actual. ....	142
TABLA 35. Valores de Iluminancias en la Fachada del Estadio de Béisbol Sistema Propuesto.....	145
TABLA 36. Valores de Iluminancias en los Baños de la fachada del Estadio de Béisbol Sistema Actual. ....	150
TABLA 37. Valores de Iluminancias en los Baños de la fachada del Estadio de Béisbol Sistema Propuesto.....	154
TABLA 38. Comparación de niveles de iluminación experimentales.....	157
TABLA 39. Condiciones y componentes para la adecuación del sistema eléctrico..	165
TABLA 40. Estimación de Costos de Materiales. ....	168
TABLA 41. Estimación de Costos de Mano de Obra. [27][28].....	169
TABLA 42. Determinación de Ahorro Energético .....	170

## INTRODUCCIÓN

Históricamente, el desarrollo de la sociedad humana se ha basado en el aprovechamiento de fuentes energéticas tradicionales: carbón, petróleo y gas natural. Producto de su uso indiscriminado se ha generado un deterioro ambiental en todos los ámbitos que puede llegar a niveles insostenibles si no se toman correctivos oportunos. Evidencias palpables de la degradación del ecosistema mundial son: el calentamiento global, la disminución de la capa de ozono y la lluvia ácida, por lo que la necesidad de utilizar en primer término sistemas más eficientes de aprovechamiento de la energía y en segundo término desarrollar otras fuentes energéticas que replacen los combustibles fósiles, es cada vez más apremiante. En el área de iluminación de espacios a cielo abierto, la utilización de Luminarias de Plasma garantiza más y mejores espacios exteriores iluminados artificialmente, con larga vida útil (>50000 h).

Los Estadios de la Ciudad Universitaria de Caracas representan también una demanda alta a la hora de su utilización, además existen zonas pobremente iluminadas. Con este proyecto se busca adecuar los niveles de iluminación en las zonas aledañas y dentro de las instalaciones de los Estadios y además disminuir la carga que esta genera a la hora de su utilización con respecto a la carga actual.

# **CAPITULO I**

## **CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La iluminación de espacios es un factor sumamente importante en el desarrollo de todas las actividades humanas, desde ambientes de trabajo o estudio hasta salas de operaciones quirúrgicas, cada una con distintas características y requerimientos de intensidad lumínica.

Actualmente el criterio de selección de tecnologías de iluminación se centra principalmente en el ahorro energético, economía, tiempo de vida y eficiencia. Hoy en día la calidad de la iluminación ha mejorado considerablemente, sin embargo la tendencia actual se enfoca principalmente en el ahorro energético y el aumento de la eficiencia. En Venezuela se ha incentivado el uso de los “bombillos ahorradores” para contribuir al ahorro energético, sin embargo persisten otros problemas tecnológicos, como la eficiencia, vida útil y la emisión de luz en espectros imperceptibles al ojo humano (infrarrojo, ultravioleta) que pudiesen comprometer la salud del usuario.

El manejo eficiente de la energía representa simplemente, anticiparse a la posibilidad de reducir el consumo. Significa un replanteamiento de conciencia y voluntad en el rol que se debe desempeñar para lograr una contribución en la supervivencia y prosperidad de la Sociedad, de las Instituciones y de las Empresas, tomando como inicio el respeto por la vida, los recursos y el entorno.

Por todo lo antes expuesto se propone el presente Trabajo Especial de Grado que plantea la necesidad de estudiar y proyectar un sistema de alumbrado, basado en

tecnología de luminarias de plasma, a fin de contribuir con la valoración de métodos de implantación de Alumbrados Públicos no convencionales así como también; cambios en la infraestructura eléctrica existente, alimentados desde un sistema energético tradicional con luminarias de tecnología Metal Halide y Halógeno a uno considerado de menor consumo eléctrico, este estudio se desarrollará en los Estadios Olímpico y Universitario de la Universidad Central de Venezuela además de las zonas y sendas aledañas a estas estructuras.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad Venezuela presenta deficiencias en la generación de energía eléctrica a través de los métodos convencionales debido al gran consumo que se ha manifestado durante los últimos años, por el incremento de la población y el despilfarro de la misma, debido a esto y otras razones se está estudiando la posibilidad de utilizar sistemas de iluminación más eficientes alimentados por luminarias de menor consumo como las lámparas LEP para contribuir con la reducción del consumo; además de esto, ciertas zonas de los Estadios presentan bajos niveles de iluminación en las diversas áreas que la componen y con la puesta en marcha de esta iniciativa se contribuye con las regulaciones impuestas por el ejecutivo nacional, mejorando el sistema de iluminación existente brindando mayor confort y confianza a la comunidad universitaria.

## **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Proyectar un estudio de factibilidad técnica de un sistema de iluminación de espacios exteriores (áreas verdes, corredores techados y no techados, sendas y gradas) e interiores (baños y vestidores) de los Estadios a través de lámparas con tecnología LEP alimentadas del sistema eléctrico nacional.

#### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar el estado actual de las instalaciones eléctricas asociadas al alumbrado, su estado de deterioro y establecer que equipos se pueden reutilizar para el nuevo sistema de iluminación.
- Documentar pruebas y ensayos de desempeño en las lámparas de uso actual y lámparas de tecnología LEP alimentadas con el sistema eléctrico nacional.
- Realizar propuestas para un estudio comparativo, por simulación a través del software DIALux, entre el sistema de alumbrado actual y un sistema basado en tecnología LEP, en los mismos puntos del alumbrado existentes y proponer, en caso necesario, la reubicación de los puntos de iluminación para adecuar los niveles de iluminación.
- Especificar las características de las luminarias de tecnología LEP, además proyectar la adecuación del sistema eléctrico existente para su alimentación.
- Comparar experimentalmente en áreas accesibles de las instalaciones (vestidores, áreas verdes, áreas comunes) los niveles de iluminación de las luminarias actuales.
- Determinar el costo de implantación del sistema de alumbrado propuesto y estimar los ahorros energéticos y financieros asociados a la propuesta de iluminación y de suministro de energía.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. Luz.

Es la energía electromagnética capaz de estimular al órgano de la visión, el cual es sensible a las radiaciones de determinadas longitudes de onda (espectro visual). [1]

Manifestación de la energía en forma de radiaciones ondulatorias y corpusculares que se propagan en línea recta a gran velocidad y que pueden, según sea su longitud de onda, ser percibidas por el ojo humano.

Su velocidad aproximada en el vacío es de 300000 km/seg y su percepción por el ojo se realiza cuando su longitud de onda está comprendida entre 7000 y 4000 armstrongs. [2]

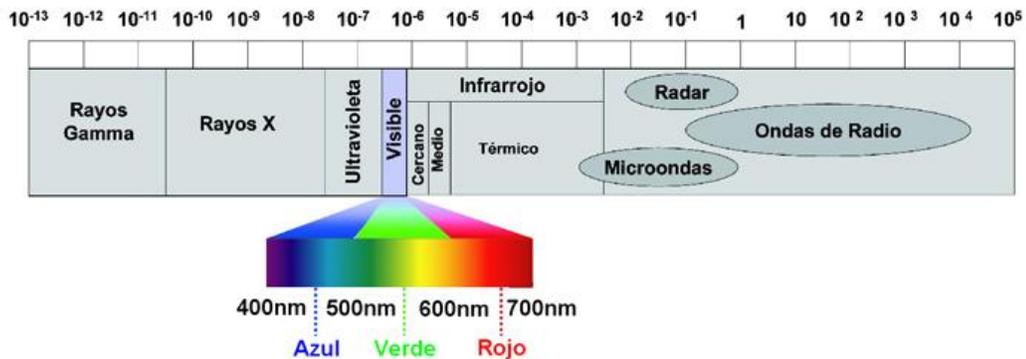


FIGURA 1. Espectro Electromagnético

La manera en la que percibimos la apariencia de los objetos depende de cómo estos reflejan la luz y de cómo están iluminados. Un objeto que parece rojo a nuestra vista se ve de tal color porque refleja la porción roja de las ondas del espectro y absorbe todas las demás. [3]

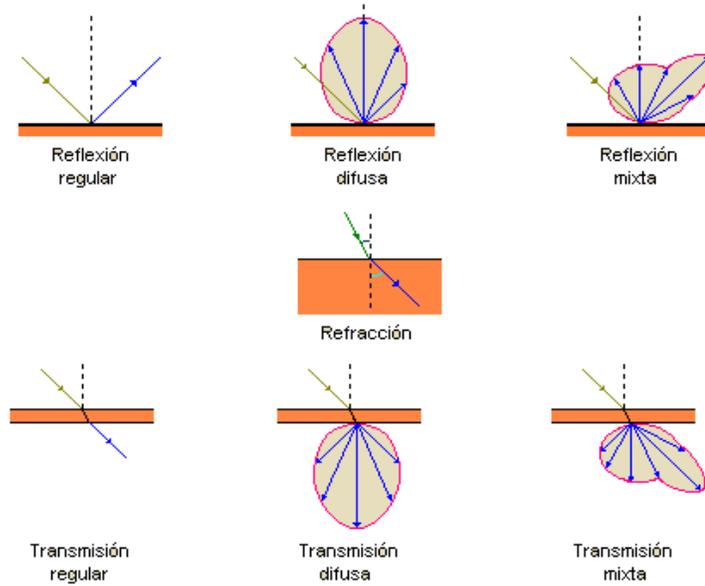
La separación de los componentes de la luz según rango de longitud de onda es lo que se conoce como “Espectro”. Si se hace pasar la luz por un prisma de vidrio transparente, produce un espectro formado por los colores rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta. Este fenómeno es causado por las diferencias de sus longitudes de onda. El rojo es la longitud del onda más larga y el violeta la más corta. El ojo humano percibe estas diferentes longitudes de onda como Colores. [3]

## 2.2. Propiedades de la Luz.

Cuando un rayo de luz encuentra un obstáculo en su camino choca contra la superficie de éste y una parte es reflejada. Si el cuerpo es opaco, el resto de la luz será absorbida y la otra atravesará el cuerpo, transmitiéndose. De esta forma se tiene cuatro fenómenos diferentes:

- **Reflexión:** Es la devolución de una radiación por una superficie sin que se modifiquen las frecuencias de las radiaciones monocromáticas que la componen. [1]
- **Refracción:** Es el cambio en la dirección de propagación de una radiación, causada por diferencias de la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en un medio ópticamente heterogéneo o por su paso de un medio a otro. [1]
- **Transmisión:** Es el paso de una radiación a través de un medio, sin cambiar las frecuencias de las radiaciones monocromáticas que la componen. [1]
- **Absorción:** Sucede cuando la luz blanca choca con un objeto. La luz reflejada por dicho objeto es la que el ojo percibe como color, mientras que el resto de los componentes de la luz son absorbidos. De esta manera, si el objeto refleja

todos los componentes de la luz veremos a dicho objeto blanco. De lo contrario, si los absorbe todos lo veremos negro. [3]



**FIGURA 2. Diferentes tipos de modificación de la Luz**

### 2.3. Espectro de longitudes de onda visibles y Efecto Purkinje.

El espectro de longitudes de onda visibles es aquel que va desde los 380 nm de longitud de onda para el color violeta hasta los 780 nm para el color rojo.

Luz visible		
Color	Frecuencia	Longitud de onda
Violeta	668–789 THz	380–450 nm
Azul	631–668 THz	450–475 nm
Ciano	606–630 THz	476–495 nm
Verde	526–606 THz	495–570 nm
Amarillo	508–526 THz	570–590 nm
Naranja	484–508 THz	590–620 nm
Rojo	384–484 THz	620–780 nm

**FIGURA 3. Espectro Visible**

La sensibilidad del ojo a las distintas longitudes de onda, suponiendo todas las radiaciones luminosas de igual energía, se representa mediante una curva denominada “curva de sensibilidad del ojo” o “curva  $v\lambda$ ”. [4]

El ojo tiene su mayor sensibilidad en la longitud de onda de 555 nm que corresponde al color amarillo verdoso y la mínima a los colores rojo y violeta. Esta situación es la que se presenta a la luz del día o con buena iluminación y se denomina “visión fotópica” (actúan ambos sensores de la retina: los conos, fundamentalmente sensibles al color y los bastoncillos, sensibles a la luz). En el crepúsculo y la noche, (“visión escotópica”) se produce el denominado Efecto Purkinje, que consiste en el desplazamiento de la curva  $v\lambda$  hacia las longitudes de onda más bajas, quedando la sensibilidad máxima en la longitud de onda de 507 nm. Esto significa que, aunque no hay visión de color, (no trabajan los conos) el ojo se hace relativamente muy sensible a la energía en el extremo azul del espectro y casi ciego al rojo; es decir que, durante el Efecto Purkinje, de dos haces de luz de igual intensidad, uno azul y otro rojo, el azul se verá mucho más brillante que el rojo. [4]

El efecto Purkinje data del siglo XIX cuando el investigador Johannes Purkinje, se dio cuenta que si uno mira por un buen rato el paisaje nocturno bañado por la luz de la Luna llena de a poco éste se va poniendo azul. Este efecto recibe el nombre de "desplazamiento Purkinje" o "desplazamiento azul" y se puede apreciar con bastante nitidez en zonas oscuras que se encuentren alejadas de las grandes e iluminadas ciudades. La respuesta fisiológica de este efecto podría estar en la distribución y características de los "conos" y "bastones" existentes en la retina de nuestros ojos. Los conos nos permiten ver los colores y los finos detalles, pero funcionan sólo con una alta intensidad luminosa. Sin embargo, a medida que el Sol se oculta y comienza a transitar por los "tres tipos de crepúsculo", de a poco los bastones comienzan a activarse permitiéndonos alcanzar un nivel aceptable de visión nocturna. Los bastones son mil veces más sensibles que los conos aunque no son capaces de percibir los colores; y esto explicaría en parte del porqué vemos "todo gris" bajo la

luz de la luna llena. Pese a lo anterior, la explicación fisiológica del "desplazamiento azul" sería que la luz de la Luna llena excita de tal manera a los bastones hasta el punto que ellos son capaces de interactuar con los conos sólo en el rango azul del espectro.

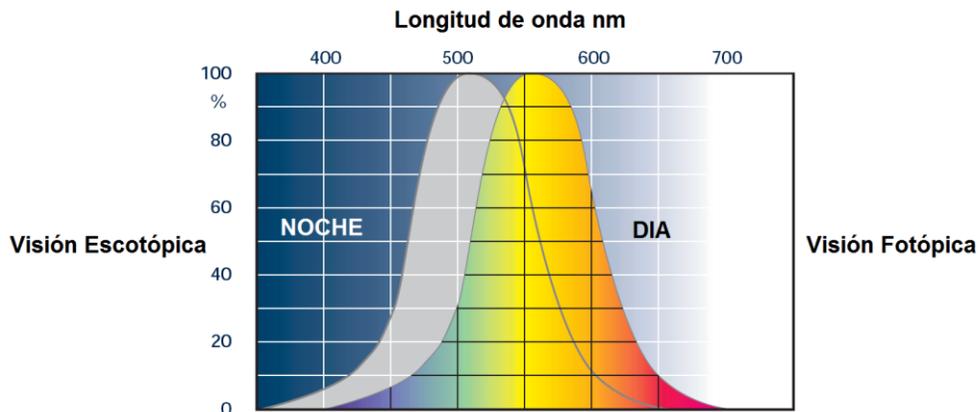


FIGURA 4. Curva  $v\lambda$  y Efecto Purkinje

## 2.4. Propiedades Cromáticas de la Luz

Las propiedades de una fuente de luz, a los efectos de la reproducción de los colores, se valorizan mediante el Índice de Reproducción Cromática (IRC) o CRI (Color Rendering Index). Este factor se determina comparando el aspecto cromático que presentan los objetos iluminados por una fuente dada respecto al que presentan iluminados por una luz de referencia.

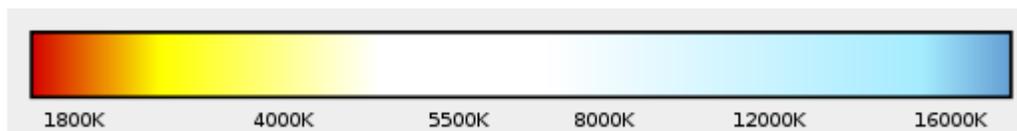
Generalmente se usan dos sistemas para medir las propiedades cromáticas de una fuente lumínica. Uno de ellos es la temperatura de color, la cual indica la apariencia cromática de la luz y cuyos resultados son cuantitativos en términos de cantidad de violeta o rojo. El otro es el índice de rendimiento del color, el cual indica la apariencia de un objeto que está siendo iluminado, en términos cualitativos de reproducción del color. [3]

- **Temperatura de Color:** La temperatura de color ( $T_c$ ) de una fuente lumínica es medida por su apariencia cromática y está basada en el principio según el cual, todos los objetos cuando aumentan su temperatura, emiten luz. El color de esa luz cambia dependiendo del incremento de la temperatura, expresada en Kelvin (K).

Cuando un metal es calentado, pasa por una gama de colores que van desde el rojo al azul, pasando por el rojo claro, naranja, amarillo, blanco y blanco azulado. A los efectos de la temperatura de color, se habla de un radiante teórico perfecto denominado cuerpo negro de Planck. El cero de la escala Kelvin equivale a  $-273\text{ }^\circ\text{C}$ , lo que significa que exceden a la escala centígrada en  $273\text{ }^\circ\text{C}$ . Así por ejemplo, una lámpara de  $6500\text{ K}$  equivale al color que toma el cuerpo negro cuando es calentado a una temperatura de  $6500 - 273 = 6227\text{ }^\circ\text{C}$ .

Cuando en una fuente de luz predomina el rojo, se dice que es una luz cálida, por el contrario si predomina el azul se dice que es fría. En la práctica, para conseguir un ambiente agradable a la vista, las fuentes frías requieren niveles de iluminación mayores que las fuentes cálidas. Las lámparas utilizadas normalmente se dividen en tres grupos de temperaturas de color:

- Blanco cálido (ww). Temperatura de color inferior a  $3300\text{ K}$
- Blanco neutro (nw). Entre  $3300$  y  $5000\text{ K}$
- Luz día (tw). Superior a  $5000\text{ K}$



**FIGURA 5. Temperatura de Color**

- **Índice de reproducción cromática (IRC o Ra)**

Dependiendo del lugar de aplicación y de la tarea visual a realizar, la luz artificial debe procurar una percepción del color adecuada. La capacidad de una fuente de luz para reproducir los colores se mide con el índice de reproducción cromática Ra. El concepto de la reproducción cromática de una fuente luminosa se define por el aspecto de los colores de los objetos iluminados en comparación con el aspecto que ofrecen bajo una luz de referencia (en principio, la luz natural o luz de espectro continuo). El valor Ra se determina iluminando un conjunto de ocho colores de muestra establecidos por la norma DIN 6169-1 [1], con la luz de referencia y con la luz que se analiza, valorando de 0 a 100 la reproducción cromática de cada muestra. Haciendo la media de los índices de los ocho colores se obtiene el índice Ra. Para Ra=100, los colores obtenidos con la fuente de luz son idénticos a los producidos por la fuente de referencia.

**TABLA 1. Índice de Rendimiento Cromático de acuerdo al tipo de Luz Artificial. [3][12]**

<b>Fuente de Luz Artificial</b>	<b>Índice de Rendimiento Cromático (IRC – Ra)</b>
Lámpara Incandescente	100 (valor de referencia)
Lámpara Luz Mixta	60
Lámpara Vapor de Mercurio	45 – 60
Lámpara Haluros Metálicos	60 – 97
Lámpara Sodio Alta Presión	21 – 25
Lámpara Sodio Baja Presión	Nulo (monocromático)
Lámpara Fluorescentes	65 – 97
Lámparas LED	20 – 80
Lámparas LEP	92

## **2.5. Conceptos de Iluminación.**

Como es habitual en todas las disciplinas técnicas y científicas, la tecnología de la iluminación también tiene una terminología propia. Términos especiales, conceptos específicos y unidades de medida se utilizan para definir las características

de las lámparas y de las luminarias. A continuación se presentan los más representativos a utilizar para efecto de este trabajo.

### **2.5.1. Candela.**

Es la unidad internacional (S.I) normalizada de la intensidad luminosa y representa la intensidad producida por una superficie de  $1/600.000 \text{ m}^2$  de un cuerpo negro a la temperatura de solidificación del platino a una presión de 101,35 newton/ $\text{m}^2$ , en la dirección normal a dicha superficie. [1]

Unidad: Cd o Lm/sr

### **2.5.2. Cuerpo Negro.**

- a) Es el radiador térmico que absorbe completamente sin distinción de longitudes de ondas, dirección o polarización, todas las radiaciones incidentes sobre el mismo. [1]
- b) Es el radiador térmico que para una determinada temperatura, tiene la máxima densidad espectral de excitancia radiante para cualquier valor de longitud de onda. [1]

### **2.5.3. Curva de Distribución de Intensidad Luminosa.**

Es la curva generalmente en coordenadas polares, que representa la distribución de los valores de la intensidad luminosa de una fuente, en un plano que pasa por el centro de la luz, en función del ángulo que forma el vector representativo de la intensidad luminosa con una dirección determinada en el plano. [1]

#### **2.5.4. Curvas Isocandelas.**

Son las curvas que representan las direcciones en las cuales la intensidad luminosa es constante. Ordinariamente estas curvas se indican mediante una representación plana de una esfera imaginaria, en cuyo centro se sitúa el punto de luz y sobre cuya superficie se han trazado las curvas isocandelas, en función de sus ángulos verticales y horizontales. [1]

#### **2.5.5. Curvas Isolux.**

Son las curvas que representan el lugar geométrico de todos los puntos de una superficie iluminada por una fuente luminosa situada a una determinada altura de montaje, en los cuales el valor de la iluminancia es el mismo. Generalmente las coordenadas de los puntos se expresan en un sistema de ejes rectangulares. Con la altura de montaje como unidad de longitud. [1]

#### **2.5.6. Deslumbramiento o Encandilamiento.**

Es el estado de la visión en el cual se siente incomodidad, reducción de la capacidad de percibir objetos visualmente (confiabilidad visual) o ambas cosas a la vez, debido a una distribución inadecuada de las luminarias de las fuentes o al contraste de luminancias en el campo de visión, entre valores extremos o excesivos en el espacio y en el tiempo.

Se denomina deslumbramiento fisiológico o perturbador (Disability Glare) al que produce una disminución en la capacidad de visión y deslumbramiento psicológico o molesto (Discomfort Glare) al que reduce la comodidad visual. [1]

El deslumbramiento fisiológico se cuantifica mediante la siguiente ecuación.

[3]

$$TI = 65 \frac{k \sum_{i=1}^n \frac{E_{ojo i}}{\theta^2 i}}{L_{med}^{0,8}}$$

**ECUACIÓN 1. Índice de deslumbramiento fisiológico.**

Dónde:

TI : Índice de deslumbramiento fisiológico (incremento del umbral).

$E_{ojo i}$  : Iluminancia sobre el ojo causada por la fuente de deslumbramiento i (lux).

$\theta i$  : Angulo entre la dirección de visión y a la dirección incidencia de la luz sobre el ojo de la fuente de deslumbramiento i (grados).

k : Factor de edad (tomado como 10 a los efectos de realizar cálculos).

$L_{med}$  : Luminancia media de la superficie.

El deslumbramiento psicológico se cuantifica mediante la siguiente ecuación.

[3]

$$G = 1384 - 3,31 \log I_{80} + 1,3(\log(I_{80}/I_{88}))^{1/2} - 0,08 \log(I_{80}/I_{88}) + 1,291 \log F + 0,971 \log L_{med} + 4,41 \log h - 1,461 \log p + c$$

**ECUACIÓN 2. Índice de deslumbramiento psicológico.**

Dónde:

G : Índice de deslumbramiento psicológico.

$I_{80}$  : Intensidad luminosa en un ángulo de 80° a la vertical en el plano C.

$I_{88}$  : Intensidad luminosa en un ángulo de 88° a la vertical en el plano C.

F : Área de emisión de luz de la luminaria, proyectada por debajo de 76° (m<sup>2</sup>).

$L_{med}$  : Luminancia media de la superficie del camino (cd/m<sup>2</sup>).

h : Altura entre el nivel del ojo y las luminarias (m).

p : el número de luminaria por kilómetro.

$c$  = factor de corrección del color ( $c = 0,4$  para sodio de baja presión y  $c = 0$  para otras lámparas).

### **2.5.7. Apantallamiento.**

Es la técnica usada para ocultar de la visión directa por parte de un observador las fuentes de luz y otras superficies de alta luminancia en el interior de una luminaria, con el fin de evitar o reducir el deslumbramiento. [1]

### **2.5.8. Eficacia luminosa.**

Es la relación entre el flujo luminoso total emitido y la potencia total absorbida. La eficacia de una lámpara se determina mediante la siguiente ecuación. [1]

$$\eta_L = F/P$$

**ECUACIÓN 3. Eficacia Luminosa.**

Dónde:

$\eta_L$  : Eficacia luminosa [lm/W]

$F$  : Flujo luminoso total emitido [lm]

$P$  : Potencia total absorbida [W]

**TABLA 2. Características Fotométricas de Lámparas [5] [12]**

<b>Lámpara</b>	<b>Temperatura de Color (K)</b>	<b>Eficiencia (lm/W)</b>
Incandescente convencional	2700	15
Incandescente halógena lineal	2950	18
Incandescente halógena reflectora	2850	15
Incandescente halógena de baja tensión	3000 – 3200	18
Fluorescente lineal T5 alta frecuencia	3000 – 4100	104
Fluorescente lineal T8 alta frecuencia	3000 – 4100	75
Fluorescente compacta	2700 – 4000	80
Fluorescente compacta doble	2700 – 4100	70
Vapor de Mercurio	6500	50
Mercurio halogenado (baja potencia)	3200	80
Mercurio halogenado (alta potencia)	4000	85
Sodio de alta presión (baja potencia)	2100	90
Sodio de alta presión (alta potencia)	2100	104
Plasma	4000 – 7000	105 - 150

### **2.5.9. Flujo luminoso.**

Es la potencia radiante evaluada según su acción sobre un receptor selectivo, cuya sensibilidad espectral está definida por las eficiencias luminosas espectrales normalizadas (curva de sensibilidad normalizada del ojo humano). [1]

Símbolo:  $\phi$

Unidad: lumen [lm]

### **2.5.10. Iluminación.**

Es la aplicación de la radiación visible a un objeto. [1]

### 2.5.11. Iluminancia inicial.

Es la iluminancia medida en condiciones normales de operación y con los equipos e instalaciones limpias y nuevas. [1]

### 2.5.12. Iluminación media.

Es el promedio ponderado en el área de una superficie, de los valores de la iluminancia en cada uno de sus puntos. [1]

$$E_{med} = \int \frac{E}{A} .dA$$

**ECUACIÓN 4. Iluminancia Media**

Dónde:

$E_{med}$  : Iluminancia media [lm]

$E$  : Iluminancia [lm/m<sup>2</sup>]

$A$  : Área [m<sup>2</sup>]

### 2.5.13. Lumen.

Es el flujo luminoso emitido por una fuente puntiforme de intensidad igual a una candela, contenido en un ángulo sólido de un estereorradián. [1]

Símbolo: lm

$$lumen = \frac{cd}{sr} \text{ (unidad internacional normalizada de flujo luminoso)}$$

#### **2.5.14. Luminancia.**

Es el cociente entre el flujo luminoso útil que llega a un elemento de superficie y el área de dicho elemento (densidad de flujo luminoso incidente sobre una superficie) [1]

$$L = \frac{dF}{dA}$$

**ECUACIÓN 5. Luminancia**

Dónde:

$L$  : Luminancia [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]

$F$  : Flujo luminoso

$A$  : Área

#### **2.5.15. Luminaria.**

Es el artefacto o aparato que sirve para distribuir, filtrar o transformar la luz producida por una o varias lámparas en su interior y que comprende todas las partes necesarias para fijar, proteger y conectar al circuito de alimentación de dichas lámparas. [1]

#### **2.5.16. Lux.**

Es la iluminancia producida por un flujo luminoso de un lumen, uniforme distribuido sobre una superficie de un metro cuadrado. [1]

$$Lux = \frac{lumen}{m^2} \text{ (unidad internacional normalizada de flujo luminoso)}$$

## 2.6. Luminarias.

La óptica de las luminarias es el elemento que define el tipo de emisión luminosa que tendrá esta. Las ópticas tienen un componente básico que es el espejo o reflector. Este será el encargado de “modelar” la distribución luminosa de cada luminaria.

### 2.6.1. Los espejos

El material por excelencia para la construcción de los espejos es el aluminio en sus versiones básicas de brillante o semi-mate. El aluminio brillante pulido a espejo, liso y anodizado, es el material indicado para todas aquellas ópticas en las que la precisión en el direccionamiento de los haces de luz sea fundamental. Cuando lo que se busca es que la luminaria tenga una emisión de luz del tipo dispersora, el espejo que se utiliza generalmente es del mismo material pero “gofrado” (efecto de martillado del aluminio). [4]

#### Reflector especular

Su superficie lisa y de alto poder reflectante permite una gran precisión en el direccionamiento de los haces pudiéndose lograr así luminarias de muy alto rendimiento. [4]

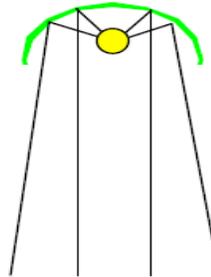


FIGURA 6. Reflector especular

#### Reflector dispersor

Con aluminio de superficie “gofrada” y de alto poder reflectante se pueden lograr excelentes espejos destinados a distribuciones de luz más abiertas. [4]

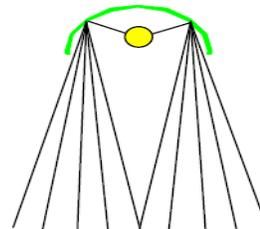
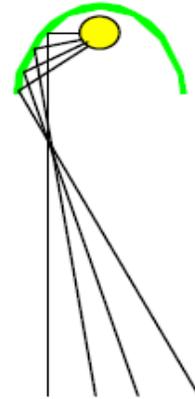


FIGURA 7. Reflector dispersor

Los espejos pueden clasificarse por su forma en tres grandes grupos: circulares, parabólicos y elípticos. Existen otras formas y también combinaciones entre algunas de las anteriores (circular con parabólico, asimétricos, etc.). Aunque sin duda los más populares son los reflectores parabólicos, elípticos y asimétricos. [4]

### **Reflector elíptico**

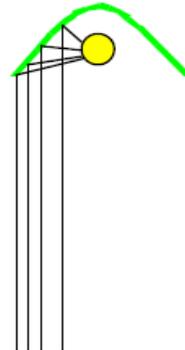
Típico perfil del espejo de las luminarias destinadas a iluminar los puestos de trabajo con pantallas de video. El desarrollo de este reflector evita que las altas intensidades se extiendan por encima de un determinado ángulo (generalmente  $65^\circ$ ) reflejándose en los monitores. [4]



**FIGURA 8. Reflector elíptico**

### **Reflector parabólico**

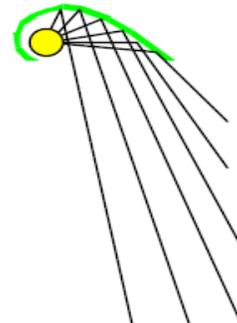
Muestra la tradicional concentración de haces paralelos producidos cuando una fuente puntual se encuentra en el centro del foco. La intensidad será mayor en el centro del haz. Con este perfil se logran proyectores de gran rendimiento. [4]



**FIGURA 9. Reflector parabólico**

### **Reflector asimétrico**

Estos reflectores tienen la propiedad de dirigir los haces de luz hacia una sola mitad del hemisferio inferior. Se les utiliza fundamentalmente en todos aquellos casos donde se desee iluminar intensamente una superficie vertical. [4]



**FIGURA 10. Reflector asimétrico**

### 2.6.2. La curva de distribución luminosa

La curva de distribución luminosa es el resultado de tomar medidas de intensidad luminosa en diversos ángulos alrededor de una luminaria y transcribirlas en forma gráfica, generalmente en coordenadas polares. La distancia de cualquier punto de la curva al centro indica la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección (a mayor distancia mayor intensidad). Estas mediciones se efectúan en distintos planos verticales de la luminaria, ya que la emisión de luz podrá diferir de uno a otro plano según el tipo de lámpara y de difusor (louver). [4]

En general, la curva de distribución luminosa polar de una luminaria se representa mostrando dos de sus planos verticales; el transversal y el longitudinal ( $0^\circ$  y  $90^\circ$ ). Cuando la representación es en color, generalmente el plano transversal es rojo y el longitudinal azul o negro. Cuando se presenta en blanco y negro, el transversal es en trazo lleno y el longitudinal en punteado. [4]

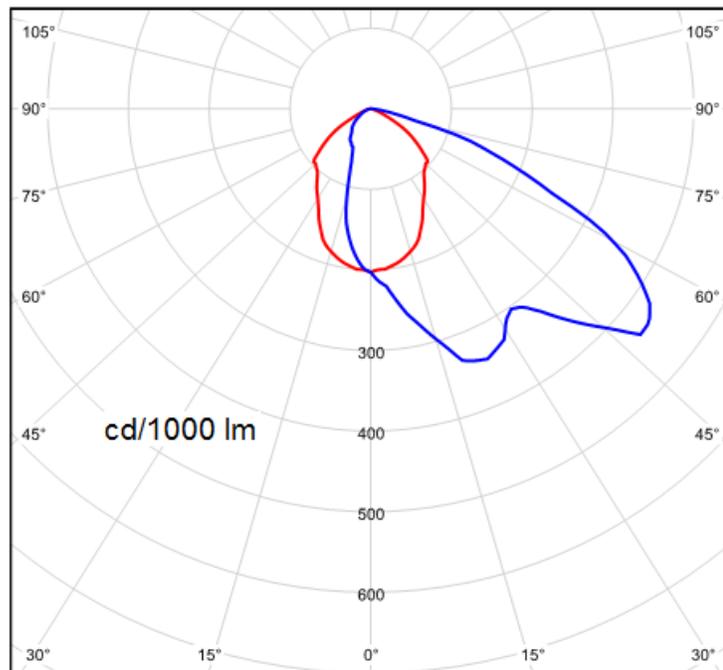
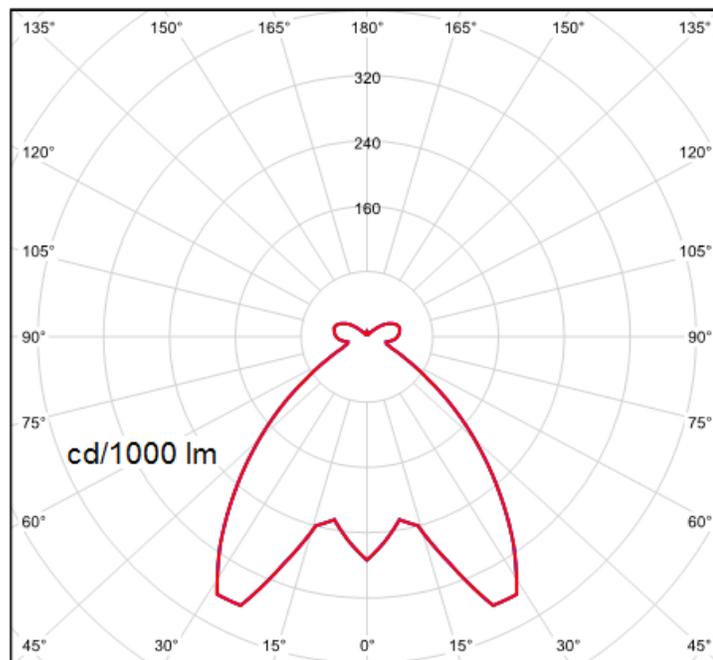


FIGURA 11. Curva de distribución luminosa

Una vez conformada la curva de distribución luminosa, esta dará lugar a todo el resto de la información fotométrica suministrada por el laboratorio de luminotecnia encargado del estudio (rendimiento de la luminaria, coeficiente de utilización, gráfico de luminancias, curvas isolux, etc.) [4]

En los casos en los que la distribución luminosa de una luminaria tiene el mismo comportamiento en todos sus planos verticales, la curva polar se representa mediante un solo trazo generalmente de color rojo o bien en negro de trazo lleno. Este es el caso de las luminarias de distribución luminosa con simetría alrededor de su eje vertical, conocidas como “sólido fotométrico”. [4]



**FIGURA 12. Curva de distribución luminosa con simetría**

La lectura de la curva de distribución luminosa permitirá optar por la luminaria más adecuada y lograr un proyecto más económico. Una luminaria de distribución ancha y buen rendimiento permitirá un gran distanciamiento entre las mismas sin sacrificar la uniformidad de la iluminación. [4]

### 2.6.3. Rendimiento de la luminaria.

El rendimiento de la luminaria permite conocer qué cantidad del flujo luminoso de la fuente de luz utilizada es devuelto por dicha luminaria. Este dato es de vital importancia en el aspecto económico de una instalación de iluminación. [4]

Existen luminarias que, por sus características constructivas como así también por los elementos reflectantes y difusores que la componen (espejos, pantallas, louvers, acrílicos, vidrios, etc.) entregan un porcentaje muy pequeño del total del flujo luminoso emitido por la fuente. Esto da como resultado una instalación antieconómica tanto en la inversión inicial como en el costo del consumo eléctrico, por cuanto se deberán colocar demasiadas luminarias para obtener el nivel de iluminación deseado. [4]

### 2.6.4. Distribución luminosa

La más importante de las funciones que cumple una luminaria es la de modificar la distribución del flujo luminoso que emana de la fuente a la cual contiene. Así podrá convertirse en un proyector, haciendo que la emisión sea fuertemente concentrada, o en difusora, y apantallar las lámparas ocultándolas del ángulo de visión para evitar el deslumbramiento. [4]

Por la forma en que las luminarias distribuyen el flujo luminoso, se clasifican básicamente en cinco grupos:

- **Iluminación Directa:** Es aquella en la cual la fuente luminosa está dirigida directamente hacia el área de trabajo o el área a iluminarse.

- **Iluminación semi – Directa:** Es la que la proyección del flujo luminoso que sale al área de trabajo proviene de la combinación de la luz directa de la fuente de luz y una parte del flujo luminoso que se refleja en las paredes techos y mobiliario.
- **Iluminación Indirecta:** Es en la que la fuente luminosa es dirigida a una pared, techo o a un mobiliario la cual o las cuales reflejan al flujo luminoso a la zona a iluminarse.
- **Iluminación semi - Indirecta:** es aquella en la cual el manantial emite flujos luminosos, unos inciden en el techo o en otro tipo de superficie que los refleja hacia la zona de trabajo, otras traspasan directamente superficies opacas y se distribuyen en todas las direcciones y uniformemente en la zona de trabajo.
- **Iluminación Difusa:** Es aquella en la que la fuente luminosa emite rayos, los cuales son dirigidos directamente a una superficie opaca y al traspasarlas se reparten uniformemente en todas las direcciones del área de trabajo.

## 2.7. Programa DIALux

La empresa alemana DIAL ha desarrollado un software de cálculo de iluminación, llamado DIALux, adaptado a los productos que ofrecen los grandes fabricantes de luminarias, este software se basa en el “Método de Radiosidad”, este método emplea el principio de la conservación de energía, ya que toda la luz que es proyectada sobre una superficie y no es absorbida será remitida por esta superficie. [7]

Luego de crear una geometría para los cálculos en DIALux (puede ser un escenario exterior o interior), se pasa por el módulo RadiCal (Radiosity Calculator) donde se subdivide en superficies y patches (cuadriculas), debido a que existen

diferentes valores de iluminancia en todas las partes de una superficie. En las normas, UNE-EN 12193 [8] y UNE-EN 12464-2 [9], se determinan los parámetros para una trama. Estos parámetros proporcionan un tamaño de cuadrícula máximo que no se debe sobrepasar. Este módulo calcula tanto el intercambio de luz entre luminarias y cualquier otra superficie (alumbrado directo) como el intercambio de luz entre superficies iluminadas (alumbrado indirecto) [7]. El cálculo se lleva a cabo utilizando la fórmula siguiente:

$$p = 0,2 * 5^{\log(d)}$$

#### **ECUACIÓN 6. Tamaño de la Cuadrícula**

Dónde:

$p$  : Tamaño máximo de la cuadrícula [m]

$d$  : Es la distancia más larga de la superficie [m]

Entonces se tiene una trama de 10 x 10 puntos sobre una superficie de 10 m x 10 m o un tamaño de cuadrícula máximo de 1 m. Para comprobar mediciones eso es seguramente un valor sensato, pero no se puede considerar suficiente para calcular el intercambio de irradiación en un local. Porque cuando más estrechos son los rayos de luz emitidas de las luminarias, serán más grandes los errores producidos por este método. [7]

El efecto de la luz de una luminaria con un rayo de luz estrecho, o incluso el simple efecto de un rayo de luz cuando una luminaria está instalada cerca de la superficie iluminada, no se puede representar hasta que no se use una trama más fina. Por otra parte una trama muy fina para todas las superficies excedería el tiempo de cálculo y la capacidad de memoria de cualquier ordenador. Es por eso que un buen software tiene que decidir por sí solo cuando una cuadrícula tiene que ser subdividida aún más y cuando no. Por supuesto, el tiempo de cálculo es considerablemente más corto si se trabaja con tramas menos finas. La relación del tiempo de cálculo al

tamaño de trama no es lineal pero si exponencial, ya que cada superficie (cuadrícula) puede intercambiar irradiación con cualquier otra superficie (cuadrícula). El DIALux es capaz de ajustar la trama más fina, cuando se va a calcular la luz directa y de igual manera al calcular la luz indirecta. [7]



**FIGURA 13. Ajuste de Tramas en DIALux**

En la figura 13 se puede observar que en todas las partes donde la iluminancia sobre una superficie cambia considerablemente se divide la superficie en cuadrículas más pequeñas.

DIALux emplea la radiosidad jerárquica, este proceso jerárquico calcula primero una estructura de vínculo que indica cuál cuadrícula intercambia luz, cuando se ha establecida esta estructura, se efectúa el intercambio de luz verdadero. A continuación la estructura de vínculo es afinada y el intercambio de luz repetido. Este proceso es reiterado. De esta manera se obtiene cada vez aproximaciones mejores a las condiciones de alumbrado reales. La estructura de vínculo puede ser comprendida como una representación compacta de la matriz del factor de forma. Como factor de forma se define la parte de la energía emisora la cual alcanza el receptor. El factor de

forma es 1 cuando toda la energía de un cuadrícula es transmitida a otra. Debido a las relaciones de tamaño y de ángulo, el factor de forma es siempre más pequeño que 1. Además del elemento emisor - receptor se memorizan informaciones sobre los factores de forma y las relaciones de visibilidad. Este procedimiento tiene una ventaja enorme. De esta manera DIALux es capaz de calcular diferentes energías simultáneamente. [7]

### 2.7.1. Datos de entrada.

- Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de trabajo), normalmente de 0,85 m.
- Elegir la luminaria en los catálogos instalados en el programa o crear la luminaria de interés.
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación (suspendido, empotrado).

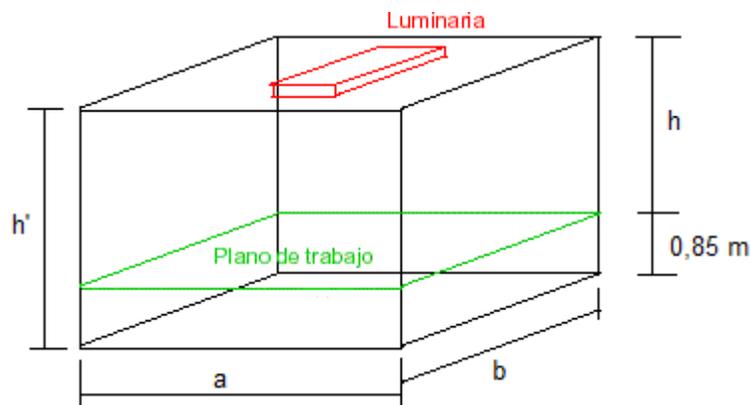


FIGURA 14. Dimensiones del Local

- Índice del local se determina a partir de la geometría del local, a través de la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

#### ECUACIÓN 7. Índice del Local

Dónde:

$k$  : Índice del local

$a$  : Ancho del local [m]

$b$  : Largo del local [m]

$h$  : Altura desde la luminaria hasta el plano de trabajo [m]

El valor de  $k$  es un número comprendido entre 1 y 10, a pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 utilizando la fórmula, y estos valores no se consideran ya que la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable. [10]

#### 2.7.2. Factor de Mantenimiento.

El factor de mantenimiento ( $F_m$ ) o de conservación de la instalación se define como la relación entre la iluminancia producida por la instalación de alumbrado en un instante dado y la iluminancia producida cuando ésta es nueva. Este factor incluye las pérdidas debidas a la disminución del flujo de la lámpara y a la acumulación de suciedad en las luminarias y el ambiente. Con un programa de mantenimiento adecuado se puede limitar la depreciación de la emisión de luz, teniendo en cuenta que el elemento más influyente es la suciedad de las luminarias. Los valores que se estiman para ambientes de trabajos limpios son considerando que el factor de mantenimiento está en torno a 0,8 – 0,9 y para ambientes sucios en torno a 0,5 – 0,6. [10]

### 2.7.3. Factor de Utilización

El factor de utilización ( $F_u$ ) es la relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie de referencia (flujo útil) y el flujo luminoso total de la lámpara. Su valor se encuentra tabulado en función de los valores que tomen los siguientes parámetros:

- Índice del local, calculado a partir de sus dimensiones.
- Reflectancias de techo, paredes y suelo.
- Tipo de alumbrado y distribución de la intensidad luminosa (curva fotométrica de la luminaria).

Por lo tanto, el factor de utilización depende por una parte de las características de las luminarias y por otra parte, de las características del local a iluminar.

Las reflectancias de techo, paredes y suelo deben fijarse con la mayor exactitud posible ya que parte del flujo incidente sobre dichas superficies es reflejado hacia la superficie de referencia, pudiendo contribuir notablemente al valor final del flujo útil. Estos valores se pueden apreciar en la tabla 3 para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabados. Normalmente están disponibles en los manuales de iluminación o en la documentación técnica que facilitan los fabricantes para sistemas de alumbrados. [10]

**TABLA 3. Factores de reflexión de distintos colores y materiales para luz blanca**

<b>Color</b>	<b>Factor de reflexión</b>	<b>Material</b>	<b>Factor de reflexión</b>
Blanco	0,70 – 0,85	Mortero claro	0,35 – 0,55
Gris claro	0,40 – 0,50	Mortero oscuro	0,20 – 0,30
Gris oscuro	0,10 – 0,20	Hormigón claro	0,30 – 0,50
Negro	0,03 – 0,07	Hormigón oscuro	0,15 – 0,25
Crema, amarillo claro	0,50 – 0,75	Arenisca clara	0,30 – 0,40
Marrón claro	0,30 – 0,40	Arenisca oscura	0,15 – 0,25
Marrón oscuro	0,10 – 0,20	Ladrillo claro	0,30 – 0,40
Rosa	0,45 – 0,55	Ladrillo oscuro	0,15 – 0,25
Rojo claro	0,30 – 0,50	Mármol blanco	0,60 – 0,70
Rojo oscuro	0,10 – 0,20	Granito	0,15 – 0,25
Verde claro	0,45 – 0,65	Madera clara	0,30 – 0,50
Verde oscuro	0,10 – 0,20	Madera oscura	0,10 – 0,25
Azul claro	0,40 – 0,55	Aluminio mate	0,55 – 0,60
Azul oscuro	0,005 – 0,15	Aluminio brillantado	0,80 – 0,85

## **2.8. Plasma**

La palabra plasma proviene del griego y significa “algo moldeado”, esta palabra es usada para describir una amplia variedad de sustancias macroscópicamente neutras que contienen muchos electrones libres y átomos o moléculas ionizadas interactuando entre sí, las cuales exhiben un comportamiento colectivo debido a las fuerzas de Coulomb de largo alcance. El término fue aplicado por primera vez por Tanks y Langmuir en 1929 para describir la región interior, lejos de los límites, de un gas ionizado brillante producido por una descarga eléctrica en un tubo. [11]

### **2.8.1. Plasma como el cuarto estado de la materia**

Desde un punto de vista científico, la materia en el universo conocido se clasifica a menudo en términos de cuatro estados: sólido, líquido, gaseoso y plasma. La distinción básica entre sólidos, líquidos y gases reside en la diferencia entre la fuerza de los enlaces que mantienen sus partículas constituyentes juntas. [11]

Si una sustancia dada se encuentra en uno de estos estados depende de la energía cinética al azar (energía térmica) de sus átomos o moléculas, es decir, en su temperatura. El equilibrio entre esta energía térmica de las partículas y las fuerzas de unión entre partículas determina el estado. Si se proporciona suficiente energía, un gas molecular se disociara gradualmente en un gas atómico como resultado de las colisiones entre partículas cuya energía cinética térmica supere la energía del enlace molecular de las mismas. A temperaturas suficientemente elevadas, se aumenta la fracción de átomos que posee suficiente energía cinética para superar, por las colisiones, la energía de enlace de los electrones orbitales más externos y de esta manera se producirá un gas ionizado o plasma. [11]

### **2.8.2. Descarga eléctrica en gases**

Un plasma es producido naturalmente por el aumento de la temperatura de una sustancia hasta que se obtiene una alta ionización razonablemente fraccionada. En el laboratorio se puede producir más comúnmente a partir de procesos de fotoionización y por descarga eléctrica en gases, y, dependiendo del método, el plasma puede tener una alta o baja densidad, alta o baja temperatura, puede ser continuo o transitorio, estable o inestable, y así sucesivamente. [11]

En la descarga eléctrica en gases, un campo eléctrico se aplica a través del gas ionizado, el cual acelera los electrones libres a energías suficientemente altas para ionizar otros átomos por las colisiones. Una característica de este proceso es que el campo eléctrico aplicado transfiere la energía mucho más eficientemente a los electrones de luz que a los iones relativamente pesados, por tanto, la temperatura de los electrones en las descargas de gas es por lo general más alta que la temperatura de los iones, ya que la transferencia de energía térmica a partir de los electrones para las partículas más pesadas es muy lento. Cuando la fuente de ionización se apaga, la

ionización disminuye gradualmente debido a la recombinación hasta que alcanza un valor de equilibrio coherente con la temperatura del medio. En el laboratorio, la recombinación se produce tan rápido que el plasma desaparece por completo en una pequeña fracción de segundo. [11]

## **2.9. Luminarias LEP**

Son lámparas de alto rendimiento, mucho más eficientes energéticamente que halogenuros metálicos o HID. Ideal para alumbrado público, LEP pueden reducir el consumo de energía hasta en un 70 por ciento. Mejor aún, mantienen más del 80% de sus niveles iniciales de luz para 50.000 horas, lo que reduce significativamente los costos de mantenimiento. [12]

Uno de los principales beneficios del LEP sobre LED y HID es la capacidad de escalar en rendimiento lumínico sin perder eficiencia y el aumento de la sobrecarga del sistema, como el tamaño y el costo. Adicionalmente estas lámparas emiten una luz de espectro blanco completo, sin la necesidad de una conversión secundaria de fósforo, tales como los utilizados por las fuentes LED o de inducción. La iluminación natural generada por la fuente LEP mejora considerablemente la visibilidad y la apariencia de color, con un CRI hasta 92%. [12]

Las fuentes LEP pueden ser utilizadas para lograr la eficiencia de aplicación más efectiva que HID, iluminación de inducción o LED debido a su direccionalidad y tamaño. La fuente direccional evita que la luz quede atrapada en el interior de una luminaria. Incluso con una amplia operación durante largos períodos de tiempo, las lámparas de cuarzo LEP no muestran oscurecimiento en las paredes, fenómeno que afecta a las lámparas de halogenuros metálicos tradicionales y HPS. [12]

Las lámparas de plasma no son más que una fuente luminosa artificial de última generación, y físicamente son ampollas de cristal de cuarzo que se encuentran

rellenas de una mezcla de gases inertes (argón, criptón) a baja presión que al aplicarle una tensión conducen y generan una luz brillante y visible en forma de plasma donde su color e intensidad varía en función del gas con el que estén cargadas, la presión interna y de la alta tensión aplicada. [12]

En términos simples, un LEP consta de dos partes fundamentales:

I.- Emisor resonante de cerámica que tiene dos principales funciones:

- a) Proporcionar un medio de soporte y fijación de la cápsula de cuarzo.
- b) Direccionar una señal de radio frecuencia para generar y concentrar un campo magnético de alta intensidad dentro de la cápsula de cuarzo.

II.- Amplificador electrónico de radio frecuencia que emite una señal de muy alto rango hacia el emisor resonante de cerámica, el cual tiene las siguientes características:

- Voltaje universal de alimentación: 120 – 277 V
- Factor de potencia: 98 %
- Distorsión total de armónicas: <10%
- Frecuencia de operación: 2 -3 GHz
- Potencia de consumo: 10% de la potencia de lámpara

Aunque pequeño, este producto emite luz blanca brillante suficiente para permitir a los diseñadores de iluminación reducir la cantidad de luminarias necesarias en la mayoría de los casos. LEP es la única fuente de alta intensidad de luz que puede atenuarse hasta alcanzar el 20% y volver a su máxima intensidad en una fracción de segundo. Esta capacidad proporciona una gran oportunidad para ahorrar energía y reducir los costos de operación cuando se combina con un sensor. [12]

### 2.9.1. Funcionamiento

Estas fuentes crean emisores de luz de plasma mediante el acoplamiento de radio-frecuencia (RF) en una bombilla de cuarzo sin electrodos. La energía de RF se crea y se amplifica por medio de un circuito de RF que es accionado por un amplificador de potencia de estado sólido. Los tres pasos siguientes describen el proceso de generación de luz en todos los sistemas plasma emisor de luz:

- Paso 1: Un circuito de RF se establece mediante la conexión de un amplificador de potencia de RF a una cavidad resonante de cerámica (disco). [12]

En el centro de la cavidad está una bombilla sellada de cuarzo que contiene materiales consistentes de lámparas de halogenuros metálicos.

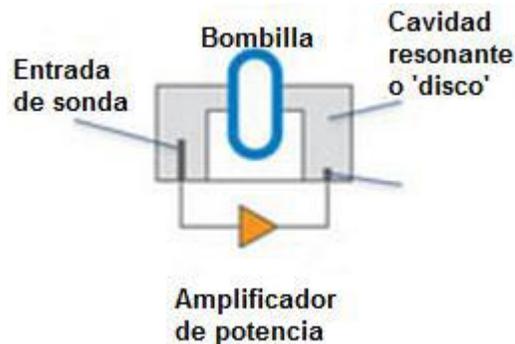


FIGURA 15. Funcionamiento LEP Paso 1

- Paso 2: El disco, accionado por el amplificador de potencia, crea una onda estacionaria limitada dentro de sus paredes. El campo eléctrico es más fuerte en el centro de la bombilla que ioniza los gases que se encuentran dentro de la misma (resplandor violeta). [12]



**FIGURA 16. Funcionamiento LEP Paso 2**

- Paso 3: El gas ionizado a su vez, calienta y evapora el material de halogenuros metálicos que forman una columna de plasma brillante dentro de la bombilla (azul a luz brillante blanca). Esta columna de plasma está centrada dentro de la envoltura de cuarzo e irradia la luz de manera muy eficiente. En la parte trasera de la bombilla, un polvo altamente reflectante se utiliza para reflejar casi toda esta luz en la dirección de avance. [12]



**FIGURA 17. Funcionamiento LEP Paso 3**

### **2.9.2. Características de una lámpara LEP**

Las lámparas de plasma tienen las siguientes características [12] [21]:

- Vida útil promedio: > 50 mil horas
- Temperatura de color:  $T_c = 4000-7000K$
- Índice de rendimiento de color:  $CRI = 92\%$
- Eficiencia promedio: 115 – 150 lm/w
- Depreciación del flujo luminoso: baja (<2%, después de 10.000 horas)
- Temperatura de operación:  $-40^\circ$  a  $+50^\circ C$

- Tiempo de encendido: 45 segundos
- Tiempo de reencendido: 2 minutos

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE DISEÑO**

Este capítulo describe de manera explicativa y secuencial el procedimiento que se siguió con el propósito de alcanzar cada uno de los objetivos propuestos en el presente trabajo. A continuación se presenta la descripción de cada una de las fases que se desarrollaron para lograr el alcance de los objetivos en estudio:

#### **3.1. Sistema de Iluminación.**

##### **3.1.1. Fase 1. Recopilación Documental.**

En esta fase se procederá a buscar los Trabajos Especiales desarrollados en el área de Alumbrado Público y de fuentes alternas de energía de los últimos cinco años, normas y prácticas recomendadas nacionales e internacionales en el área de alumbrado, pruebas y ensayos de desempeño de lámparas de uso actual y lámparas de tecnología LEP y demás documentos bibliográficos afines al tema de estudio en las que destacan: COVENIN 2249:1993 “Iluminancias en tareas y áreas de trabajo” [13], COVENIN 3126:1994 “Alumbrado público definiciones” [4], COVENIN 3290:1997 “Alumbrado público diseño” [6], y COVENIN 200:2009 “Código Eléctrico Nacional” [14].

En la actualidad (Febrero 2014) la República Bolivariana de Venezuela no posee una normativa específica para la realización de pruebas y ensayos de lámparas de tecnología LEP cuyos cálculos fotoeléctricos se rigen por la Norma IESNA LM-79-2008 “Mediciones eléctricas y fotométricas de productos de iluminación de estado

sólido” [25], por lo que para poder hacer la homologación de las características se debe recurrir a las siguientes normativas: COVENIN 0389:1998 “Bombillos de filamento de tungsteno para alumbrado general” [15], COVENIN 0551:1971 “Lámparas tubulares fluorescentes. Dimensiones y características eléctricas” [16], COVENIN 0730:1975 “Métodos de ensayos de lámparas tubulares fluorescentes para alumbrado general” [17], COVENIN 2773:1991 “Bombillos (lámparas) de vapor de sodio en alta presión” [18] y COVENIN 2799:1991 “Bombillos (lámparas) de vapor de mercurio en alta presión” [19].

### **3.1.2. Fase 2. Levantamiento, Registro y Cuantificación de las Características Eléctricas y Lumínicas.**

En esta fase se realizará el levantamiento, registro y cuantificación de las características eléctricas y lumínicas del sistema de alumbrado existente en las inmediaciones del estadio universitario de la Universidad Central de Venezuela, ubicado en la Avenida Los Mangos de Los Chaguaramos.

### **3.1.3. Fase 3. Modelación y Simulación de los Niveles de Iluminación.**

Se realizará la evaluación de los niveles de iluminación tomando en cuenta dos casos de estudio: el primero será el sistema actual, el cual está conformado a base de lámparas convencionales y el segundo caso de estudio es el sistema propuesto, el cual estará compuesto por luminarias de tecnología LEP. La modelación de los niveles de iluminación se efectuará tomando como base las mediciones experimentales en cada uno de los casos de estudio.

El procedimiento que se empleará en las mediciones experimentales se realizará seleccionando un área representativa de cada una de las superficies de cálculo, las cuales serán divididas en cuadrículas de distintas longitudes dependiendo del caso, luego se considerará un tiempo de espera de 30 minutos, para asegurar que

la instalación este energizada, además el luxómetro a utilizar se debe encender durante 5 minutos, para que el instrumento se estabilice de acuerdo a la iluminancia existente; posteriormente se medirá la iluminancia tomando las precauciones para eliminar la influencia de personas en tránsito que puedan causar perturbaciones a los resultados. Este procedimiento se establece conforme a la norma COVENIN 2249-93 [13].

Después se adaptará los valores experimentales al modelo de la simulación bajo la ayuda de la herramienta computacional DIALux con lámparas convencionales y luego se repetirá el mismo modelo para la simulación con lámparas a base de tecnología LEP.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y ANÁLISIS**

En la siguiente sección se presentan los resultados obtenidos para los objetivos planteados en el presente Trabajo Especial de Grado así como la discusión de los mismos.

#### **4.1. Estado Actual del Sistema de Iluminación.**

##### **4.1.1. Descripción de las instalaciones eléctricas.**

- **Estadio Olímpico**

La distribución eléctrica del estadio olímpico de la UCV está formada por un anillo trifásico en 12,47 KV, que alimenta a través de cinco (5) subestaciones de transformación, tipo interior, los diferentes servicios de alumbrado y los servicios generales de las dependencias del complejo.

Este anillo es alimentado mediante una línea de CORPOELEC que llega a una celda de seccionamiento tipo intemperie, propiedad de la UCV, ubicada en la Plaza Simón Bolívar, esta celda consta de dos seccionadores-fusibles trifásicos con capacidad de 100 A para la protección de ambas líneas del anillo.

Los elementos principales que forman la distribución eléctrica de este estadio son los siguientes:

1. Celda de seccionamiento en 12,47 KV, con dos seccionadores-fusibles trifásicos de 100 A.
2. Línea de alimentación en 12,47 KV con Cable # 2/0, en bancada subterránea.
3. Subestación Eléctrica # 1: Ubicada en la zona adyacente a la rampa de entrada al estadio desde la plaza, está formada por un banco de transformación de 3 x 250 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
4. Subestación Eléctrica # 2: Ubicada detrás de las gradas frente donde se encuentra la Torre “B” de alumbrado (zona nor-este), y formada por un banco de transformación de 3 x 100 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
5. Subestación Eléctrica # 3: Ubicada detrás de las gradas, frente donde se encuentra la Torre “C” de alumbrado (zona nor-oeste), y formada por un banco de transformación de 3 x 100 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
6. Subestación Eléctrica Pizarra: Ubicada como su nombre lo indica en el área de la pizarra y formada por un banco de transformación de 3 x 250 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
7. Subestación Eléctrica # 4: Ubicada en el cuarto donde está la planta eléctrica, en la planta baja de las tribunas principales, y formada por un banco de transformación de 3 x 333 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
8. Planta eléctrica de emergencia: Adicionalmente a las subestaciones eléctricas el estadio cuenta con un generador con motor diésel, con una capacidad de 325 KVA, 416 V, utilizada inicialmente para alimentar los circuitos de iluminación de emergencia en caso de falla. Actualmente esta planta está fuera de servicio.
9. Torres de alumbrado: La iluminación del campo está compuesta por cuatro (4) torres de estructura metálica, de aproximadamente 30 metros de altura, en cada torre se encuentran 72 reflectores de 1000 W, 240 V, del tipo HNF, con bombillos del tipo metal-halide. La alimentación de estas torres proviene de

cuatro (4) tableros instalados en una cabina al pie de la torre, donde también se encuentran instalados los arrancadores o balastos de los reflectores.

10. Red de distribución en baja tensión: Todos los servicios del complejo están alimentados a través de tableros en 416 V asociados a las subestaciones y de transformadores del tipo seco, para llevar la tensión a los valores de 220/120 V.

- **Estadio de Béisbol**

La distribución eléctrica del estadio de béisbol está formada también por un anillo trifásico en 12,47 KV, que alimenta a través de ocho (8) subestaciones de transformación los diferentes servicios de alumbrado y los servicios generales de las dependencias del complejo.

Las subestaciones son siete (7) del tipo exterior ubicadas al pie de cada una de las torres de alumbrado y una (1) del tipo interior.

La acometida es alimentada mediante una línea de CORPOELEC que llega a una celda de seccionamiento ubicada en una caseta vecina a la caseta de la corporación, ubicada frente al acceso principal del estadio. Esta celda consta de dos seccionadores-fusibles trifásicos con capacidad de 100 A, para la protección de ambas líneas del anillo.

Los elementos principales que forman la distribución eléctrica de este estadio son los siguientes:

1. Celda de seccionamiento en 12,47 KV, con dos seccionadores-fusibles trifásicos de 100 A.
2. Línea de alimentación en 12,47 KV con Cable # 2/0, en bancada subterránea.

3. Subestación Eléctrica tipo exterior, ubicada en torre “A” a la izquierda de la entrada principal, está formada por un banco de transformación de 3 x 75 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
4. Subestación Eléctrica tipo exterior, ubicada en Torre “B” a la derecha de la entrada principal, está formada por un banco de transformación de 3 x 75 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
5. Subestación Eléctrica tipo exterior, ubicada en Torre “C” frente a zona de tercera base, está formada por un banco de transformación de 3 x 75 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
6. Subestación Eléctrica tipo exterior, ubicada en Torre “D” frente a zona de primera base, está formada por un banco de transformación de 3 x 167,5 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
7. Subestación Eléctrica tipo exterior, ubicada en Torre “E” frente a zona del jardín izquierdo, está formada por un banco de transformación de 3 x 75 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
8. Subestación Eléctrica tipo exterior, ubicada en Torre “F” en zona entre jardines izquierdo y central, está formada por un banco de transformación de 3 x 75 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
9. Subestación Eléctrica ubicada en Torre “G”, corresponde al área de la pizarra, está formada por un banco de transformación de 3 x 167,5 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
10. Subestación Eléctrica tipo exterior, ubicada en Torre “H” en zona frente al jardín derecho, está formada por un banco de transformación de 3 x 100 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
11. Subestación Eléctrica Tribuna, tipo interior, ubicada en cuarto de tribunas frente a la Torre “A”, está formada por un banco de transformación de 3 x 167,5 KVA, relación de transformación 12,47/0,416-0,24 KV.
12. Planta eléctrica de emergencia, cuenta con un generador con motor diésel, con una capacidad de 82 KVA, 416 V, utilizada para alimentar los circuitos en condiciones de falla. Actualmente la planta está operativa.

13. Torres de alumbrado: La iluminación del campo está compuesta por ocho (8) torres de estructura metálica, de aproximadamente 30 m de altura cada una, las cuatro torres ubicadas detrás de las tribunas techadas tienen 72 reflectores de 1000 W, 240 V, del tipo HNF, con bombillos del tipo metal-halide, y las cuatro ubicadas en las gradas tienen 48 reflectores de las mismas características. La alimentación de estas torres proviene desde un tablero instalado en el área de la subestación al pie de la torre. Los arrancadores o balastos de los reflectores se encuentran instalados en una caseta anexa en el área de la subestación.
14. Red de distribución en baja tensión: El resto de los servicios del complejo están alimentados a través de tableros y de transformadores del tipo seco ubicados en cuartos eléctricos asociados a las subestaciones, para llevar la tensión a los valores de 220/120 V.

#### **4.1.2. Diagnóstico general de los sistemas de alumbrado.**

Para el diagnóstico del estado actual de las instalaciones eléctricas asociadas al alumbrado se realizó con un recorrido minucioso observando el sistema de iluminación de las inmediaciones del estadio olímpico de la UCV y tomando nota de las características de las luminarias del sistema actual (estado de operatividad de luminarias y lámparas) y de las características de las canalizaciones asociadas al sistema (calibre, tipo de aislamiento, tipo de tubería y estado de operatividad), donde se evidenció un alto deterioro y poco mantenimiento; además de constatar que el diseño original del alumbrado en algunas áreas ha sido remplazado sin realizar los indispensables estudios previos.

Es importante destacar que las luminarias LEP no son compatibles en ninguno de sus elementos con las luminarias del sistema actual por lo que para

efectos prácticos se debe considerar una sustitución completa de las luminarias actuales con las de tecnología LEP.

En este diagnóstico se determinó que las canalizaciones utilizadas para los sistemas de iluminación las áreas de estudio constan de conductores de cobre, calibre # 12 AWG con aislamiento THW (75°C) y # 10 AWG con aislamiento THW (75°C) ubicados generalmente en tuberías de hierro galvanizado, sin rosca tipo EMT embutida o fijadas a la estructura con calibres entre ¾” (20,9 mm) y 2” (52,5 mm).

En la siguiente tabla se muestra la distribución de las canalizaciones divididas por área de estudio

**TABLA 4. Canalizaciones del sistema actual.**

Área	Canalizaciones	
	Tipo de Conductor	Tubería
<b>Estacionamiento</b>	# 10 AWG Cu – THW	Hierro Galvanizado, tipo EMT, 2”
<b>Edificio Anexo</b>	# 12 AWG Cu – THW	Hierro Galvanizado, tipo EMT, ¾”
<b>Mezzanina</b>	# 12 AWG Cu – THW	Hierro Galvanizado, tipo EMT, ¾”
<b>Planta Baja</b>	# 10 AWG Cu – THW	Hierro Galvanizado, tipo EMT, 2”
<b>Piso 1</b>	# 10 AWG Cu – THW	Hierro Galvanizado, tipo EMT, 2”
<b>Accesos a PB</b>	# 12 AWG Cu – THW	Hierro Galvanizado, tipo EMT, ¾”
<b>Tribunas Techadas</b>	# 10 AWG Cu – THW	Hierro Galvanizado, tipo EMT, 2”
<b>Fachada del Estadio Olímpico</b>	# 10 AWG Cu – THW	Hierro Galvanizado, tipo EMT, 2”
<b>Fachada del Estadio de Béisbol</b>	# 10 AWG Cu – THW	Hierro Galvanizado, tipo EMT, 2”
<b>Baños</b>	# 12 AWG Cu – THW	Hierro Galvanizado, tipo EMT, ¾”

Al realizar la adecuación del sistema eléctrico actual para la implementación del nuevo sistema de iluminación, se tomaran en cuenta los elementos que se puedan reutilizar para minimizar el impacto de las modificaciones estructurales en las áreas de estudio debido a las restricciones de intervención desde la inscripción (2002) de la

Ciudad Universitaria de Caracas en la lista UNESCO de Patrimonios Mundiales de la Humanidad.

#### **4.1.3. Estacionamiento.**

El área del estacionamiento del estadio olímpico utiliza lámparas Philips RVP351 A/52.5 (ver anexo 1) y Sylvania Onwall 1 Gry SS x 1 x 70W RX7S MGR (ver anexo 2). Esta área actualmente se encuentra sin iluminación gracias a una falla en el sistema eléctrico causada por la sustracción de varios conductores a finales del año 2013, situación que no ha podido ser solventada a la fecha actual (Febrero 2014). Para la implementación del nuevo sistema se hace necesaria la sustitución de las canalizaciones defectuosas, la adquisición de postes del tipo hexagonal comercial de 9 metros de altura y la desincorporación total del sistema actual siendo sustituido por sistema propuesto a base de LEP.

#### **4.1.4. Edificio Anexo**

El área del Edificio Anexo ubicada al sur del estadio utiliza el diseño original basado en lámparas Philips TMS011 (ver anexo 3) donde se observaron 24 bombillos del tipo Philips MASTER TL-D Super 80 1m 36W/830 1SL (ver anexo 13) fuera de servicio lo cual representa un 48% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, se pudo presenciar que en esta área recibe poco mantenimiento observándose la presencia de óxido en varias de las luminarias. Para la implementación del sistema basado en LEP se hace necesaria la desincorporación total del sistema actual.

#### **4.1.5. Pasillo Mezzanina**

El área de Mezzanina ubicada al sur del estadio utiliza lámparas Philips TBS318 C (ver anexo 4) donde se observaron 12 bombillos del tipo Osram L 32

W/830 E (ver anexo 14) fuera de servicio, y lámparas Philips TCS740 (ver anexo 5), donde se observaron 11 bombillos del tipo Osram L 32 W/640 C (ver anexo 15), lo cual en total representa un 45,1% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, se pudo presenciar que en esta área recibe poco mantenimiento a pesar de ser una sustitución del diseño original. Para la implementación del sistema basado en LEP se hace necesaria la desincorporación total del sistema actual.

#### **4.1.6. Pasillo PB**

El área del Pasillo PB ubicada al sur del estadio junto al campo utiliza lámparas Philips RVP351 A/52.5 (ver anexo 1) donde se observaron 2 bombillos del tipo Philips MASTER HPI-TP400W (ver anexo 10) fuera de servicio lo cual representa un 10,5% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, esta área presenta una buena iluminación gracias a la restauración reciente de la misma. Para la implementación del sistema basado en LEP se hace necesaria la desincorporación total del sistema actual.

#### **4.1.7. Pasillo Piso 1**

El área del pasillo de acceso a tribunas del piso 1 ubicada al sur del estadio bajo las gradas techadas utiliza lámparas Osram HALLODIUM II T 400 W NSI AS (ver anexo 6) donde se observaron 12 bombillos del tipo Philips MASTER HPI-TP400W (ver anexo 10) y 10 bombillos del tipo Osram HQI-T 400W/N/SI (ver anexo 11) fuera de servicio lo que en total representa un 56,4% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, asimismo se presenció el poco mantenimiento que estas reciben, lo cual disminuye la eficiencia, vida útil y al mismo tiempo aumenta las fallas en el sistema de alumbrado. Para la implementación del nuevo sistema se hace necesaria la sustitución de las canalizaciones defectuosas y la desincorporación total del sistema actual siendo sustituido por el sistema propuesto a base de LEP.

#### **4.1.8. Baños (piso 1)**

Los baños ubicados en el área de acceso a tribunas del piso 1 utilizan lámparas Philips TBS464 3x14W SQR D8 IPD-WH (ver anexo 7) donde se observaron 18 bombillos del tipo Philips TL5-14W/830 (ver anexo 17) fuera de servicio lo que en total representa un 33,3% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, se pudo presenciar que esta zona se encuentra bastante deteriorada por la falta de mantenimiento por lo que solo dos baños se encuentran en funcionamiento aunque en condiciones precarias. Para la implementación del sistema basado en LEP se hace necesaria la desincorporación total del sistema actual.

#### **4.1.9. Baños (fachada del estadio olímpico)**

Los baños ubicados en la fachada del estadio utilizan lámparas Philips TMS011 (ver anexo 3) donde se observó que la totalidad del sistema está deteriorado (80 bombillos del tipo Philips MASTER TL-D 90 De Luxe 18W/930 1SL fuera de servicio) lo que en total representa un 100% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, se pudo presenciar que esta es la zona más afectada por la falta de mantenimiento y se presentan varios casos en los que las luminarias fueron sustraídas de su ubicación original. Para la implementación del sistema basado en LEP se hace necesaria la sustitución de las canalizaciones defectuosas y la desincorporación total del sistema actual.

#### **4.1.10. Fachada del Estadio Olímpico**

El área de la fachada del estadio olímpico que rodea al campo utiliza lámparas Philips CDS504 PC 1xHPI-P250W-BU SGR S (ver anexo 8) donde se observaron 55 bombillos del tipo Philips HPI-P250W-BU (ver anexo 18) fuera de servicio lo cual representa un 64,7% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, se pudo presenciar que esta zona también está muy afectada por la falta de

mantenimiento y se presentan varios casos en los que las luminarias y lámparas fueron sustraídas de su ubicación. Para la implementación del sistema basado en LEP se hace necesaria la reubicación de los puntos de luz y la desincorporación total del sistema actual.

#### **4.1.11. Accesos a PB**

Los accesos a PB ubicados a los lados de las tribunas techadas ubicadas al sur del estadio olímpico utilizan lámparas Philips HPK460 (ver anexo 9) donde se observaron 11 bombillos del tipo Philips HPI-P250W-BU (ver anexo 18) fuera de servicio lo cual representa un 91,7% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, se presenció el poco mantenimiento que estas reciben, lo cual disminuye la eficiencia, vida útil y al mismo tiempo aumenta las fallas en el sistema de alumbrado. Para la implementación del sistema basado en LEP se hace necesaria la desincorporación total del sistema actual.

#### **4.1.12. Tribunas Techadas**

En el área de las tribunas techadas del Estadio Olímpico se observó que la totalidad del sistema está deteriorado (46 bombillos del tipo Philips HPL-N400W +GPK138 R-WB fuera de servicio) lo que en total representa un 100% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, se pudo presenciar que esta es también una de las zonas más afectadas por la falta de mantenimiento. Para la implementación del sistema basado en LEP se hace necesaria la desincorporación total del sistema actual.

#### **4.1.13. Fachada del Estadio de Béisbol**

El área de la fachada del estadio de béisbol utiliza lámparas Philips CDS504 PC 1xHPI-P250W-BU SGR S (ver anexo 8) y Philips TMS011 2xTL-D36W HFE R

(ver anexo 3), se observaron 10 bombillos del tipo Philips HPI-P250W-BU (ver anexo 18) y 4 bombillos del tipo Philips TL-D36W HFE R (ver anexo 13) fuera de servicio lo cual representa un 11,6% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, se pudo presenciar que esta zona se encuentra levemente afectada y las lámparas reportadas como inoperativas es debido a que fueron sustraídas de su ubicación. Para la implementación del sistema basado en LEP se hace necesaria la reubicación de los puntos de luz y la desincorporación total del sistema actual.

#### **4.1.14. Baños (fachada del estadio de béisbol)**

Los baños ubicados en la fachada del estadio de béisbol utilizan lámparas Philips TBS464 3x14W SQR D8 IPD-WH (ver anexo 7) donde se observaron 48 bombillos del tipo Philips TL5-14W/830 (ver anexo 17) fuera de servicio lo que en total representa un 30,8% inoperativo para la fecha de Febrero 2014, se pudo presenciar que estas zonas se encuentran deterioradas por la falta de mantenimiento en los baños por lo que 8 de ellos tienen acceso restringido. Para la implementación del sistema basado en LEP se hace necesaria la desincorporación total del sistema actual.

En la siguiente tabla se muestra un resumen del estado actual de las lámparas y de las canalizaciones en base a la inspección visual en cada uno de los espacios considerados en el presente trabajo de grado.

**TABLA 5. Estado actual de las lámparas y las canalizaciones por área.**

Área	Lámparas			Canalizaciones		
	Operativas	Inoperativas	% de daño	Buen Estado*	Mal Estado**	Muy Mal Estado***
Estacionamiento	0	38	100,0		X	
Edificio Anexo	26	24	48,0	X		
Mezzanina	28	23	45,1	X		
Planta Baja	17	2	10,5	X		
Piso 1	17	22	56,4		X	
Accesos a PB	1	11	91,7	X		
Tribunas Techadas	0	46	100,0			X
Fachada del Estadio Olímpico	30	55	64,7	X		
Fachada del Estadio de Béisbol	107	14	11,6	X		
Baños (piso 1)	36	18	33,3	X		
Baños (fachada estadio olímpico)	0	80	100,0			X
Baños (fachada estadio de béisbol)	108	48	30,8	X		

\*Por inspección visual, se determinó que se puede reutilizar para el nuevo sistema.

\*\*Por inspección visual, se plantea la sustitución de las canalizaciones defectuosas.

\*\*\*Por inspección visual, se plantea la sustitución completa de las canalizaciones.

#### **4.2. Pruebas y ensayos de desempeño de luminarias convencionales y luminarias con tecnología LEP**

Los sistemas de iluminación convencionales presentes en las inmediaciones de las instalaciones de los estadios de la UCV están compuestas por lámparas de vapor de mercurio a alta presión, lámparas de halogenuros metálicos (metal-halide) y lámparas fluorescentes por lo cual para la realización de las pruebas de desempeño de estas lámparas se recurre a las normas COVENIN 0389:1998 [15], COVENIN 0551:1971 [16], COVENIN 0730:1975 [17], COVENIN 2773:1991 [18] y COVENIN 2799:1991 [19] donde se establecen los distintos ensayos para la

medición de los parámetros mecánicos, físicos, eléctricos y lumínicos; para de esta manera garantizar además su intercambiabilidad y seguridad. Para efectos prácticos se concentró la atención solo en los ensayos de las características eléctricas y lumínicas. A continuación se muestran con detalle los ensayos correspondientes:

- **Características Eléctricas:**

Para la realización de esta prueba se requiere de un tablero de prueba y una rampa de calentamiento, y para la preparación de las condiciones de ensayo se debe envejecer previamente la lámpara (muestra) unas 100 horas y luego colocarla en la rampa de calentamiento por aproximadamente 10 minutos.

El procedimiento se basa en verificar los parámetros de potencia, corriente y voltaje de la muestra comprobando si cumplen con lo establecido en las tablas de desempeño de los parámetros eléctricos de cada tipo de luminaria.

- **Características Lumínicas:**

Para la realización de esta prueba se requiere de una esfera fotométrica, un tablero de prueba y una rampa de calentamiento y para la preparación de las condiciones de ensayo se debe envejecer previamente la lámpara (muestra) unas 100 horas y luego colocarla en la rampa de calentamiento por aproximadamente 10 minutos.

El procedimiento se basa en colocar la muestra dentro de la esfera fotométrica en perfecta posición horizontal y verificar luego de pasados 10 minutos los parámetros luminotécnicos (cantidad de lúmenes después de 100 horas de operación, tiempo de encendido, tiempo de reencendido y vida útil promedio).

La norma COVENIN 3126-94 [1] establece el método a seguir para la medición de las luminancias en las áreas de estudio el cual será utilizado para la determinación de los valores experimentales. Este método ya ha sido utilizado para hacer ensayos en instalaciones con sistemas de iluminación convencionales como se verifica en el punto 4.2 del trabajo de grado titulado “Sistema de iluminación exterior de la facultad de ingeniería a través de tecnología L.E.D. y fuentes alternas de energía.” [24].

Para la realización de pruebas de desempeño de las lámparas de tecnología LEP el fabricante hace referencia a la norma IESNA LM-79-08 [25] donde se establecen los ensayos para la medición de los parámetros eléctricos y lumínicos de luminarias de estado sólido, y donde se da una atención especial a las características colorimétricas (índice de rendimiento de color y temperatura de color) y a la eficacia luminosa. En la hoja de datos suministrada por el fabricante de la luminaria con tecnología LEP (ver anexo 20) se verifica un ensayo del desempeño energético y los posibles ahorros financieros de la implementación de la tecnología.

Al verificar el procedimiento de ensayo de la norma IESNA LM-79-08 [25] se establece que se puede recurrir a las normas venezolanas referentes al desempeño de lámparas convencionales para plantear la homologación de la tecnología LEP, y de esta manera normalizar su implementación en el país, lo cual traería grandes beneficios en lo referente a la reducción del consumo energético y a la emisión de gases de efecto invernadero.

En la siguiente tabla se muestran las normas a las cuales se debe hacer referencia para la realización de ensayos de desempeño de cada tecnología

**TABLA 6. Normas de referencia para realización de ensayos por tecnología.**

<b>Luminaria</b>	<b>Norma</b>
Fluorescente	COVENIN 0730-1975
Halogenuros Metálicos	COVENIN 2799-1991
Plasma	IESNA LM-79-2008

### **4.3. Niveles de Iluminación Experimentales y Simulación.**

Para la medición de la iluminancia (luz incidente) se utilizó el luxómetro AMPROBE LM-100 (ver anexo 21), el cual posee repuesta espectral corregida de acuerdo con la curva de visión normalizada (C.I.E.) y difusor corrector de coseno que garantiza la medición de iluminación en el plano de colocación del instrumento.

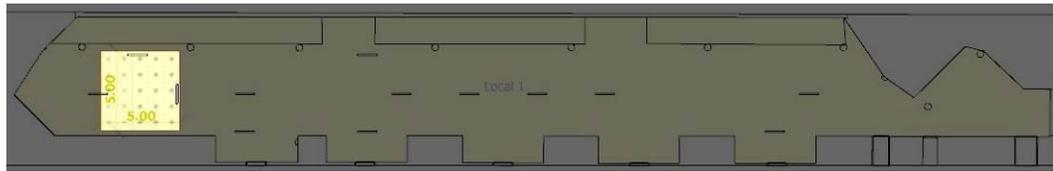
Luego para realizar la adaptación de los valores experimentales medidos se modelaron, de la manera más precisa y tomando en cuenta todos los detalles posibles, las distintas áreas de estudio en el software DIALux y luego se hizo un análisis comparativo de los valores experimentales con los que arroja el programa para verificar la validez de los resultados.

En la actualidad (Febrero 2014) los sistemas de iluminación de las áreas del estacionamiento, los baños de la fachada y tribunas techadas del estadio olímpico no se encuentran operativos a causa de diversas fallas (robo de conductores, canalizaciones deterioradas, cortocircuitos en los tableros, etc.) por lo que no se pudieron hacer las mediciones de las luminancias experimentales.

#### **4.3.1. Edificio Anexo**

- Procedimiento Experimental: Se seleccionó un área representativa de la superficie de cálculo, ver plano de ubicación en la figura 18, la cual consta de un sector cuadrado de 5m por 5m dividiendo dicha área en cuadrículas de 1m

por 1m obteniendo un total de 25 mediciones, luego se hizo espera por 30 minutos, para que la instalación estuviera energizada y se encendió el luxómetro durante 5 minutos, para que el instrumento se estabilizara a la iluminancia existente, posteriormente se midió la iluminancia tomando las precauciones para eliminar la influencia de personas que pudieran causar perturbaciones a los resultados.



**FIGURA 18. Ubicación área experimental Edificio Anexo**

**TABLA 7. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Edificio Anexo**

Superficie de Cálculo	$E_M$ [lux]	$E_{MÍN}$ [lux]	$E_{MÁX}$ [lux]	U1 ( $E_{MÍN}/E_M$ )	U2 ( $E_{MÍN}/E_{MÁX}$ )
1 (Exp.)	$227 \pm 13$	$148 \pm 8$	$303 \pm 18$	$0,65 \pm 0,07$	$0,48 \pm 0,05$
1 (Sim.)	239	156	319	0,653	0,489

En la tabla anterior se observa que los valores arrojados por el software están por encima de los registrados por el luxómetro pero se mantienen dentro del rango de error aceptable. En el anexo 22 se puede apreciar el protocolo de medición utilizado en esta área y los valores de cada una de las mediciones para obtener los valores experimentales mostrados en la tabla 7, la apreciación publicada se determinó a través de lo sugerido por el catalogo del fabricante del luxómetro utilizado para las mediciones.

#### 4.3.2. Mezzanina

- Procedimiento Experimental: Se seleccionó un área representativa de la superficie de cálculo, ver plano de ubicación en la figura 19, la cual consta de un sector rectangular de 2m por 3m dividiendo dicha área en cuadrículas de

1m por 1m obteniendo un total de 6 mediciones, luego se hizo espera por 30 minutos, para que la instalación estuviera energizada y se encendió el luxómetro durante 5 minutos, para que el instrumento se estabilizara a la iluminancia existente, posteriormente se midió la iluminancia tomando las precauciones para eliminar la influencia de personas que pudieran causar perturbaciones a los resultados.



**FIGURA 19. Ubicación área experimental Mezzanina**

**TABLA 8. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Mezzanina**

Superficie de Cálculo	$E_M$ [lux]	$E_{MÍN}$ [lux]	$E_{MÁX}$ [lux]	U1 ( $E_{MÍN}/E_M$ )	U2 ( $E_{MÍN}/E_{MÁX}$ )
1 (Exp.)	239±14	182±10	346±20	0,76±0,09	0,52±0,06
1 (Sim.)	251	192	361	0,764	0,532

En la tabla anterior se aprecia como los valores del simulador nuevamente exceden las mediciones registradas por el instrumento de medición pero se encuentran dentro del rango de valores aceptable. En el anexo 23 se puede apreciar el protocolo de medición utilizado en la Mezzanina y los valores de cada una de las mediciones para obtener los valores experimentales mostrados en la tabla 8, la apreciación publicada se determinó a través de lo sugerido por el catalogo del fabricante del luxómetro utilizado para las mediciones.

#### **4.3.3. Pasillo PB**

- Procedimiento Experimental: Se seleccionó un área representativa de la superficie de cálculo, ver plano de ubicación en la figura 20, la cual consta de un sector rectangular de 4m por 3m dividiendo dicha área en cuadrículas de 1m por 1m obteniendo un total de 12 mediciones, luego se hizo espera por 30

minutos, para que la instalación estuviera energizada y se encendió el luxómetro durante 5 minutos, para que el instrumento se estabilizara a la iluminancia existente, posteriormente se midió la iluminancia tomando las precauciones para eliminar la influencia de personas que pudieran causar perturbaciones a los resultados.



**FIGURA 20. Ubicación área experimental Pasillo PB**

**TABLA 9. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Pasillo PB**

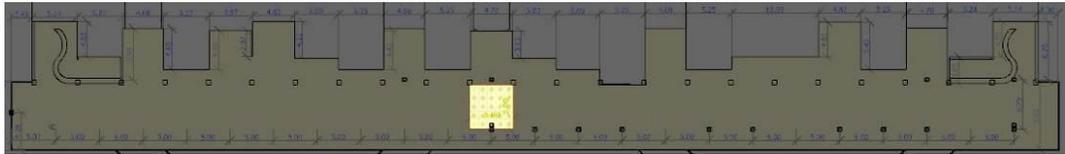
Superficie de Cálculo	$E_M$ [lux]	$E_{MÍN}$ [lux]	$E_{MÁX}$ [lux]	U1 ( $E_{MÍN}/E_M$ )	U2 ( $E_{MÍN}/E_{MÁX}$ )
1 (Exp.)	563±34	272±16	910±54	0,48±0,05	0,29±0,03
1 (Sim.)	591	287	958	0,486	0,300

En la tabla anterior se aprecia como los valores arrojados por el software DIALux se adecuan con los valores experimentales por cumplir con el rango de error. En el anexo 24 se puede apreciar el protocolo de medición utilizado en el Pasillo PB y los valores de cada una de las mediciones para obtener los valores experimentales mostrados en la tabla 9, la apreciación publicada se determinó a través de lo sugerido por el catalogo del fabricante del luxómetro utilizado para las mediciones.

#### 4.3.4. Pasillo Piso 1

- Procedimiento Experimental: Se seleccionó un área representativa de la superficie de cálculo, ver plano de ubicación en la figura 21, la cual consta de un sector cuadrado de 5m por 5m dividiendo dicha área en cuadrículas de 1m por 1m obteniendo un total de 25 mediciones, luego se hizo espera por 30 minutos, para que la instalación estuviera energizada y se encendió el

luxómetro durante 5 minutos, para que el instrumento se estabilizara a la iluminancia existente, posteriormente se midió la iluminancia tomando las precauciones para eliminar la influencia de personas que pudieran causar perturbaciones a los resultados.



**FIGURA 21. Ubicación área experimental Pasillo Piso 1**

**TABLA 10. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Pasillo Piso 1**

Superficie de Cálculo	$E_M$ [lux]	$E_{MÍN}$ [lux]	$E_{MÁX}$ [lux]	U1 ( $E_{MÍN}/E_M$ )	U2 ( $E_{MÍN}/E_{MÁX}$ )
1 (Exp.)	269±16	111±6	442±26	0,41±0,04	0,25±0,03
1 (Sim.)	287	133	469	0,462	0,283

En la tabla anterior se observa como todos los valores del simulador exceden los medidos por el luxómetro AMPROBE LM-100 y se salen de los rangos de error, este resultado se puede justificar por el grado de deterioro que presentan las luminarias de esta zona por la falta de mantenimiento y por estar rodeadas de telarañas, polvo y otros agentes que obstruyen el libre paso de la luz hacia el instrumento de medición.

En el anexo 25 se puede apreciar el protocolo de medición utilizado en el Pasillo Piso 1 y los valores de cada una de las mediciones para obtener los valores experimentales mostrados en la tabla 10, la apreciación publicada se determinó a través de lo sugerido por el catalogo del fabricante del luxómetro utilizado para las mediciones.

#### 4.3.5. Baños (piso 1)

- Procedimiento Experimental: Se seleccionó un área representativa la superficie de cálculo, ver plano de ubicación en la figura 22. El Baño de Caballeros consta de un sector rectangular de 1,5m por 2,5m dividido en cuadrículas de 0,5m por 0,5m para un total de 15 mediciones, luego se hizo espera por 30 minutos, para que la instalación estuviera energizada y se encendió el luxómetro durante 5 minutos, para que el instrumento se estabilizara a la iluminancia existente, posteriormente se midió la iluminancia tomando las precauciones para eliminar la influencia de personas que pudieran causar perturbaciones a los resultados.

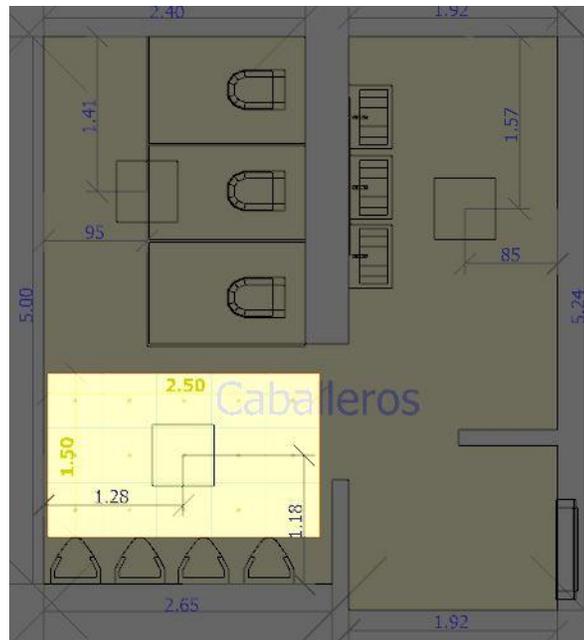


FIGURA 22. Ubicación área experimental Baños Piso 1 (Caballeros)

TABLA 11. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Baños Piso 1 (Caballeros)

Superficie de Cálculo	$E_M$ [lux]	$E_{MÍN}$ [lux]	$E_{MÁX}$ [lux]	U1 ( $E_{MÍN}/E_M$ )	U2 ( $E_{MÍN}/E_{MÁX}$ )
1 (Exp.)	287±17	223± 13	336± 20	0,77±0,09	0,66±0,07
1 (Sim.)	301	235	354	0,779	0,663

En la tabla anterior se puede apreciar como los valores que arroja el simulador se adecuan con los registrados experimentalmente. En el anexo 26 se puede apreciar el protocolo de medición utilizado en el Baño de Caballeros del Piso 1 y los valores de cada una de las mediciones para obtener los valores experimentales mostrados en la tabla 11, la apreciación publicada se determinó a través de lo sugerido por el catalogo del fabricante del luxómetro utilizado para las mediciones.

#### 4.3.6. Fachada del Estadio Olímpico

- Procedimiento Experimental: Se seleccionó un área representativa de la superficie de cálculo, ver plano de ubicación en la figura 23, la cual consta de un sector cuadrado de 5m por 5m dividiendo dicha área en cuadrículas de 1m por 1m obteniendo un total de 25 mediciones, luego se hizo espera por 30 minutos, para que la instalación estuviera energizada y se encendió el luxómetro durante 5 minutos, para que el instrumento se estabilizara a la iluminancia existente, posteriormente se midió la iluminancia tomando las precauciones para eliminar la influencia de personas que pudieran causar perturbaciones a los resultados.



**FIGURA 23.** Ubicación área experimental Fachada Estadio Olímpico.

**TABLA 12. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Fachada Estadio Olímpico.**

<b>Superficie de Cálculo</b>	<b><math>E_M</math> [lux]</b>	<b><math>E_{MÍN}</math> [lux]</b>	<b><math>E_{MÁX}</math> [lux]</b>	<b>U1 (<math>E_{MÍN}/E_M</math>)</b>	<b>U2 (<math>E_{MÍN}/E_{MÁX}</math>)</b>
1 (Exp.)	99±6	52±3	124±7	0,52±0,06	0,41±0,05
1(Sim.)	105	55	131	0,520	0,416

En la tabla anterior se observa como todos los valores arrojados por DIALux se adecuan con las mediciones experimentales ya que se encuentran dentro del rango de error. En el anexo 27 se puede apreciar el protocolo de medición utilizado en la Fachada del Estadio Olímpico y los valores de cada una de las mediciones para obtener los valores experimentales mostrados en la tabla 12, la apreciación publicada se determinó a través de lo sugerido por el catalogo del fabricante del luxómetro utilizado para las mediciones.

#### **4.3.7. Accesos a PB**

- Procedimiento Experimental: Se seleccionó un área representativa de la superficie de cálculo, ver plano de ubicación en la figura 24, la cual consta de un sector rectangular de 3,6m por 2,4m dividiendo dicha área en cuadrículas de 1,2m por 1,2m obteniendo un total de 6 mediciones, luego se hizo espera por 30 minutos, para que la instalación estuviera energizada y se encendió el luxómetro durante 5 minutos, para que el instrumento se estabilizara a la iluminancia existente, posteriormente se midió la iluminancia tomando las precauciones para eliminar la influencia de personas que pudieran causar perturbaciones a los resultados.

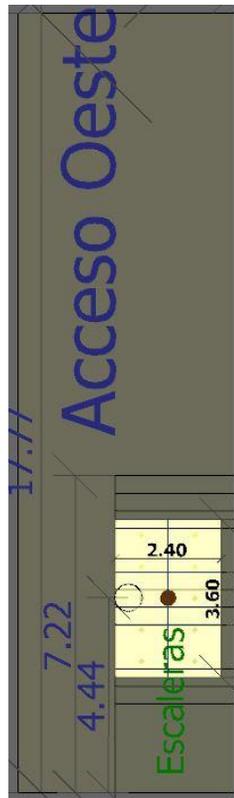


FIGURA 24. Ubicación área experimental Escaleras Acceso Oeste

TABLA 13. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Escaleras Acceso Oeste

Superficie de Cálculo	$E_M$ [lux]	$E_{MÍN}$ [lux]	$E_{MÁX}$ [lux]	U1 ( $E_{MÍN}/E_M$ )	U2 ( $E_{MÍN}/E_{MÁX}$ )
1 (Exp.)	127±7	91±5	165± 9	0,71±0,08	0,55±0,06
1 (Sim.)	134	96	174	0,718	0,522

En la tabla anterior se observa como los valores que arroja el software se adecuan con las mediciones experimentales hechas con el instrumento de medición. En el anexo 28 se puede apreciar el protocolo de medición utilizado en las Escaleras del Acceso Oeste a PB y los valores de cada una de las mediciones para obtener los valores experimentales mostrados en la tabla 13, la apreciación publicada se determinó a través de lo sugerido por el catalogo del fabricante del luxómetro utilizado para las mediciones.

#### 4.3.8. Fachada del Estadio de Béisbol

- Procedimiento Experimental: Se seleccionaron las áreas representativas de la superficie de cálculo, ver plano de las ubicaciones en la figura 25, las cuales constan de dos sectores rectangulares de 5m por 5m dividiendo dicha área en cuadrículas de 1m por 1m obteniendo un total de 25 mediciones en cada caso, luego se hizo espera por 30 minutos, para que la instalación estuviera energizada y se encendió el luxómetro durante 5 minutos, para que el instrumento se estabilizara a la iluminancia existente, posteriormente se midió la iluminancia tomando las precauciones para eliminar la influencia de personas que pudieran causar perturbaciones a los resultados.

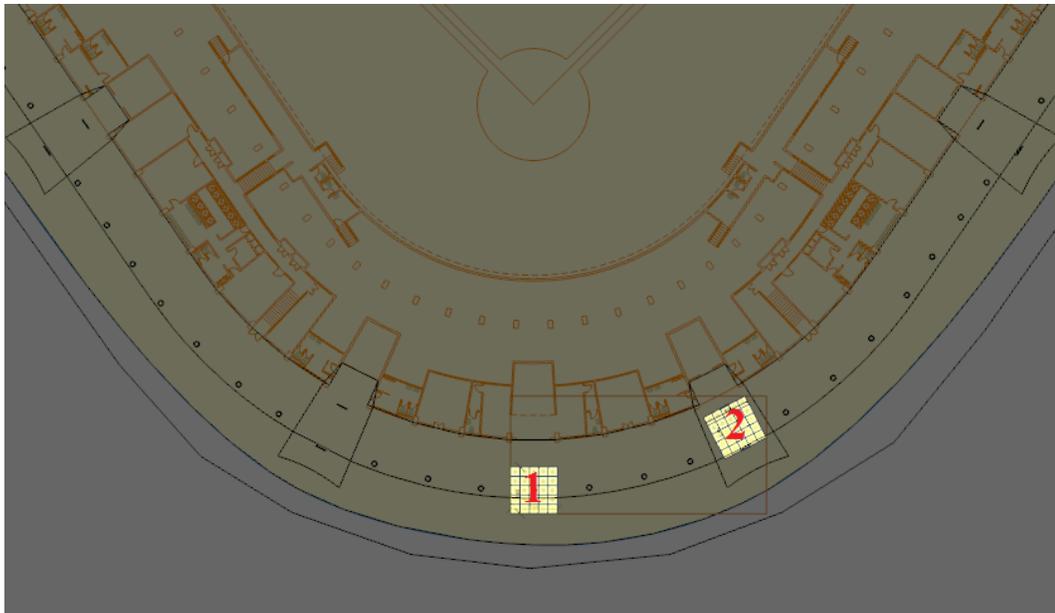


FIGURA 25. Ubicación áreas experimentales Fachada Estadio de Béisbol

TABLA 14. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Fachada Estadio de Béisbol

Superficie de Cálculo	$E_M$ [lux]	$E_{MÍN}$ [lux]	$E_{MÁX}$ [lux]	U1 ( $E_{MÍN}/E_M$ )	U2 ( $E_{MÍN}/E_{MÁX}$ )
1 (Exp.)	202±12	113± 6	232± 13	0,55±0,06	0,48±0,05
1 (Sim.)	219	190	277	0,866	0,687
2 (Exp.)	165±10	54± 3	452± 27	0,32±0,03	0,11±0,01
2 (Sim.)	174	57	476	0,327	0,119

En la tabla anterior se observa como los valores arrojados por el simulador para la superficie de cálculo 1 no están dentro del rango de error de las mediciones experimentales, esta situación se justifica por la alta contaminación que presenta dicha área por su cercanía a una zona de alto tránsito vehicular, además del poco mantenimiento que se le hace a estas luminarias y la depreciación del flujo luminoso que pueden haber sufrido las lámparas por su uso prolongado; también se observa como los valores de simulación de la superficie de cálculo 2 si se adecuan con las mediciones experimentales. En los anexos 29 y 30 se pueden apreciar los protocolos de medición utilizados en las superficies de cálculo 1 y 2 respectivamente de la Fachada del Estadio de Béisbol y los valores de cada una de las mediciones para obtener los valores experimentales mostrados en la tabla 14, la apreciación publicada se determinó a través de lo sugerido por el catalogo del fabricante del luxómetro utilizado para las mediciones.

#### **4.3.9. Baños (fachada del estadio de béisbol)**

- Procedimiento Experimental: Se seleccionaron las áreas representativas de cada baño (caballeros y damas), ver plano de ubicación en las figuras 26 y 27. Ambos baños constan de sectores rectangulares de 2m por 2,5m dividido en cuadrículas de 0,5m por 0,5m para un total de 20 mediciones, luego se hizo espera por 30 minutos, para que la instalación estuviera energizada y se encendió el luxómetro durante 5 minutos, para que el instrumento se estabilizara a la iluminancia existente, posteriormente se midió la iluminancia tomando las precauciones para eliminar la influencia de personas que pudieran causar perturbaciones a los resultados.



FIGURA 26. Ubicación área experimental Baños Fachada Estadio de Béisbol (Caballeros)

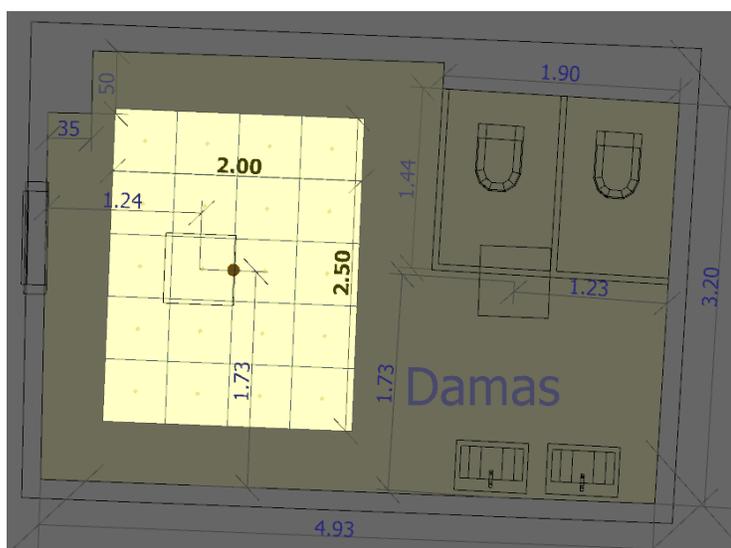


FIGURA 27. Ubicación área experimental Baños Fachada Estadio de Béisbol (Damas)

TABLA 15. Valores Experimentales y Simulados de Iluminancias Baños Fachada Estadio Béisbol

Superficie de Cálculo	$E_M$ [lux]	$E_{MÍN}$ [lux]	$E_{MÁX}$ [lux]	U1 ( $E_{MÍN}/E_M$ )	U2 ( $E_{MÍN}/E_{MÁX}$ )
Caballeros (Exp.)	265±16	217± 13	299± 17	0,82±0,09	0,72±0,08
Caballeros (Sim.)	279	229	309	0,822	0,740
Damas (Exp.)	264±15	218± 13	299± 17	0,82±0,09	0,72±0,08
Damas (Sim.)	277	230	309	0,830	0,744

En la tabla anterior se observa como los valores arrojados por el software para ambas áreas se encuentran dentro del rango de error de las mediciones hechas con el luxómetro AMPROBE LM-100. En los anexos 31 y 32 se pueden apreciar los protocolos de medición utilizados en los Baños de la fachada del Estadio de Béisbol y los valores de cada una de las mediciones para obtener los valores experimentales mostrados en la tabla 15, la apreciación publicada se determinó a través de lo sugerido por el catalogo del fabricante del luxómetro utilizado para las mediciones.

De los resultados observados en todas las tablas anteriores solo se presentaron dos situaciones en los que los cálculos hechos por el software DIALux no se adecuaron con las mediciones hechas con el luxómetro AMPROBE LM-100, estas discrepancias entre los valores esperados y los obtenidos se justifican para cada área por las diferentes condiciones ambientales y técnicas en las inmediaciones de las instalaciones, como lo fueron la falta de mantenimiento y limpieza de las lámparas, las condiciones ambientales en la zona y las posibles diferencias en las dimensiones de las localidades. Los resultados presentados en esta sección avalan el uso del software DIALux para hacer los cálculos de iluminación respectivos para cada locación.

#### **4.4. Estudio Comparativo de los Niveles de Iluminación.**

Los resultados del estudio de los niveles de iluminación obtenidos en las zonas consideradas fueron determinados mediante el software DIALux y serán comparados con los valores establecidos por las Normas COVENIN 3290:1997 “Alumbrado Público Diseño” [6] y COVENIN 2249:1993 “Iluminancias en Tareas y Áreas de Trabajo” [13], (ver anexos 33, 34, 35 y 36).

En la siguiente tabla se muestran de manera organizada las exigencias de las Normas COVENIN para las distintas áreas de estudio.

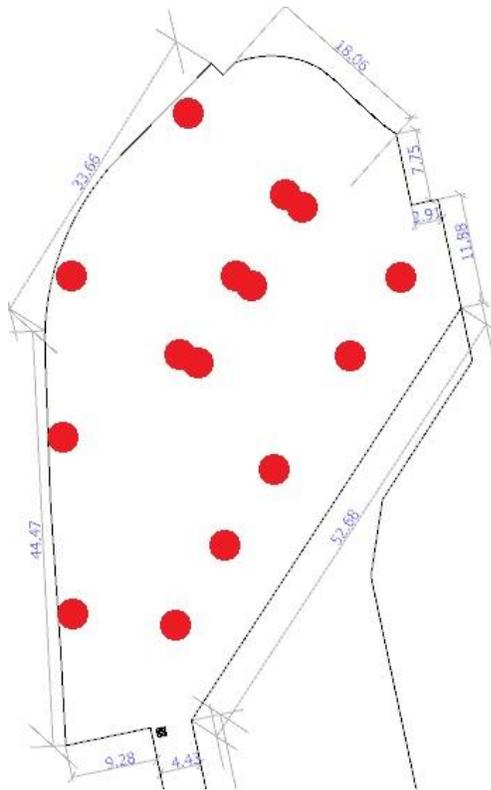
**TABLA 16. Niveles de iluminación requeridos por área.**

<b>Norma</b>	<b>Área</b>	<b>Tipo / Zona</b>	<b>Em (lux)</b>	<b>U<sub>1</sub></b>
COVENIN 3290:1997	Estacionamiento	Exterior sin acomodador	15	0,20
	Mezzanina	Vía Peatonal A1	25	0,20
	Fachadas de los Estadios	Área de Circulación A1	25	0,15
COVENIN 2249:1993	Edificio Anexo	Área de servicio	200	-
	Pasillos (piso 1 y PB)	Pasillos	200	-
	Accesos a PB	Escaleras	200	-
	Tribunas	Área publica B	30	-
	Baños	Baños y sanitarios	150	-

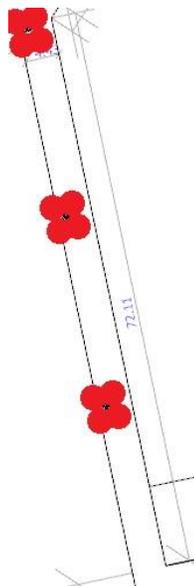
#### **4.4.1. Estacionamiento**

##### **4.4.1.1. Sistema Actual.**

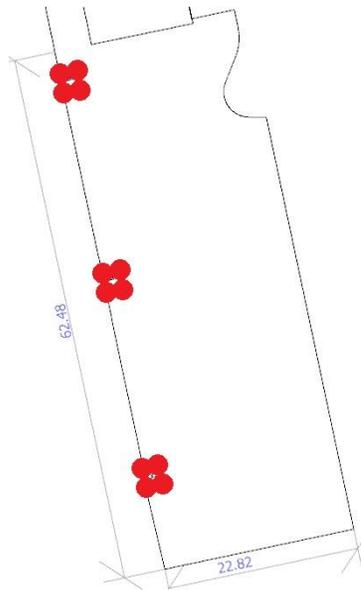
El sistema actual consta de treinta y ocho (38) luminarias con lámparas “Philips MASTER HPI-TP400W” (ver anexo 10), “Osram HQI-T 400W/N/SI” (ver anexo 11) y “Sylvania SA SHP-TD 70W R7S” (ver anexo 12), distribuidas como se observa en las figuras FIGURA 28, FIGURA 29 y FIGURA 30. Como se mencionó al inicio de este capítulo este sistema se encuentra actualmente inoperativo por los que solo se mostrarán los planos de ubicación actual en su diseño original.



**FIGURA 28. Ubicación de las luminarias en el Estacionamiento (1) Sistema Actual**

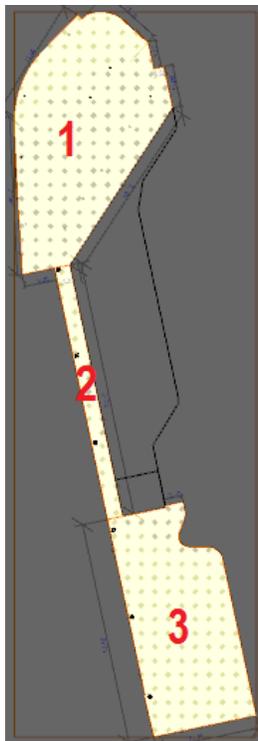


**FIGURA 29. Ubicación de las luminarias en el Estacionamiento (2) Sistema Actual**



**FIGURA 30. Ubicación de las luminarias en el Estacionamiento (3) Sistema Actual**

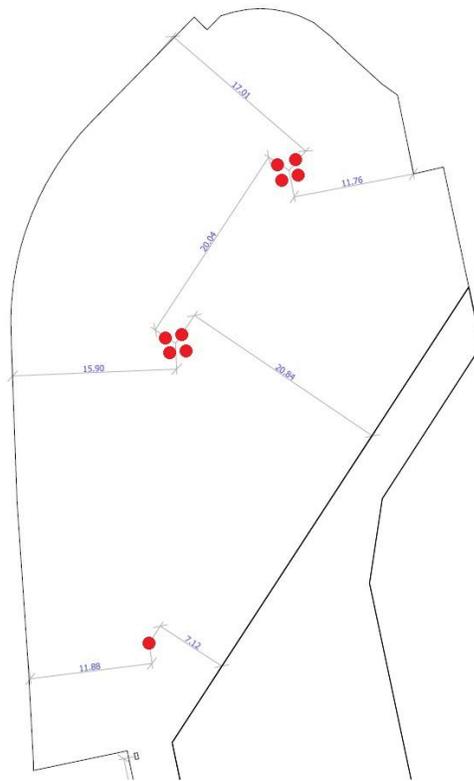
Para el presente estudio solo fue considerada la superficie representada en la FIGURA 31, que para efectos de este trabajo especial es el área de interés.



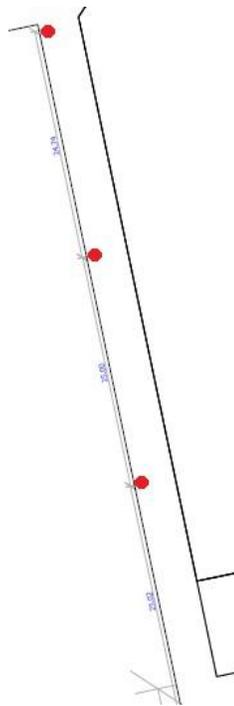
**FIGURA 31. Superficie de cálculo del área de interés Estacionamiento**

#### 4.4.1.2. Sistema Propuesto

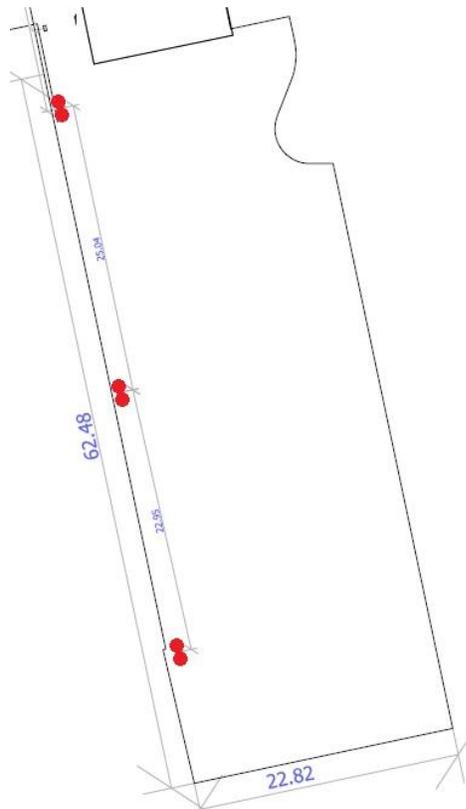
El sistema propuesto consta de dieciocho (18) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en las figuras 32, 33 y 34. Igualmente se utilizarán las superficies de cálculo mostradas en la figura 31. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 17.



**FIGURA 32. Ubicación de las Luminarias en el Estacionamiento (1) Sistema Propuesto**



**FIGURA 33. Ubicación de las Luminarias en el Estacionamiento (2) Sistema Propuesto**



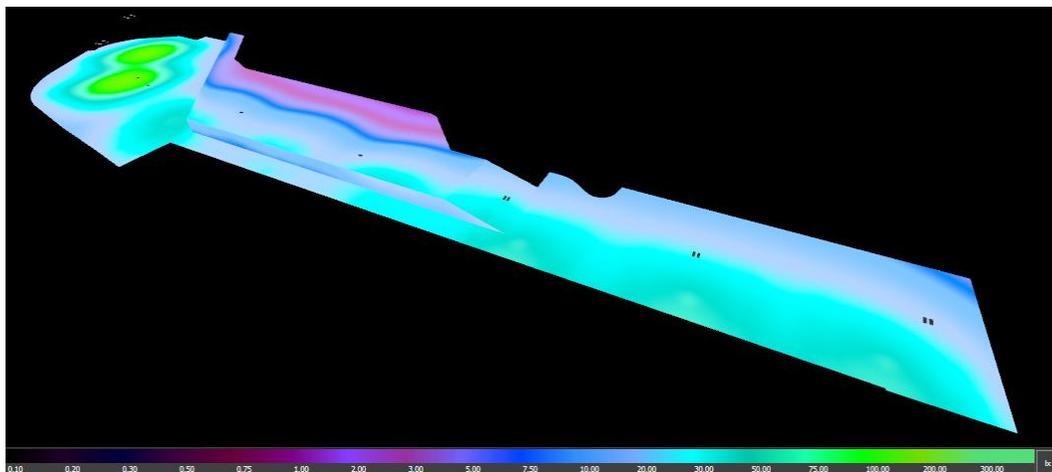
**FIGURA 34. Ubicación de las Luminarias en el Estacionamiento (3) Sistema Propuesto**

**TABLA 17. Valores de Iluminancias Estacionamiento Sistema Propuesto**

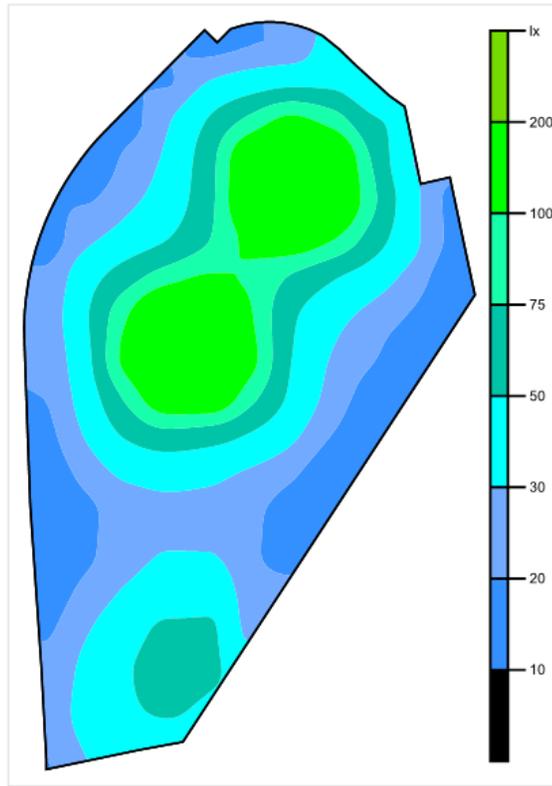
N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	50(15)	13	165	0,255(0,2)	0,077
2	Superficie de cálculo 2	29(15)	22	50	0,750(0,2)	0,439
3	Superficie de cálculo 3	30(15)	7,22	67	0,243(0,2)	0,108

Se puede apreciar en la tabla anterior que todos los valores están por encima de los márgenes establecidos por la Norma COVENIN 3290 [6]

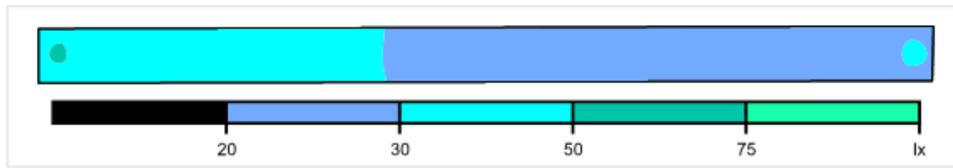
De la misma forma se puede mostrar la panorámica completa y las vistas de planta de cada zona del estacionamiento sistema propuesto, mediante la iluminación de los colores falsos de esta manera se puede comprobar los niveles iluminación.



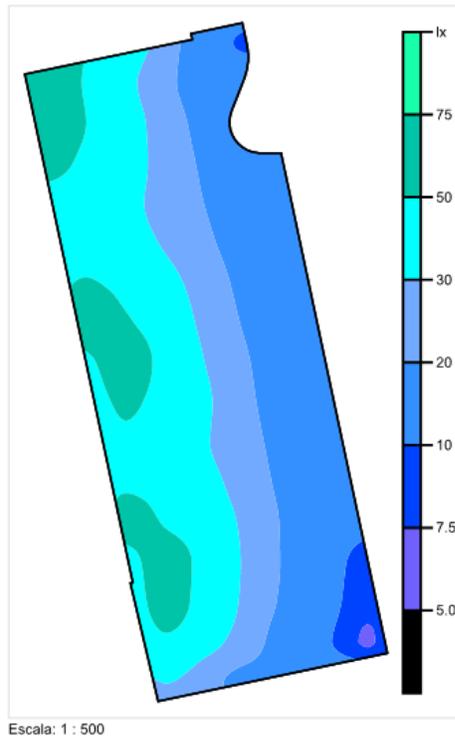
**FIGURA 35. Colores Falsos del Estacionamiento (Panorámica) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 36. Colores Falsos del Estacionamiento (1) (Planta) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 37. Colores Falsos del Estacionamiento (2) (Planta) Sistema Propuesto.**

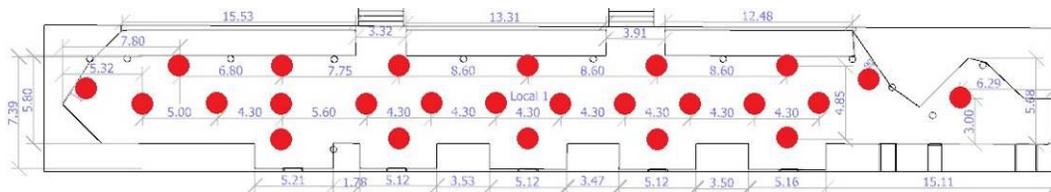


**FIGURA 38. Colores Falsos del Estacionamiento (3) (Planta) Sistema Propuesto.**

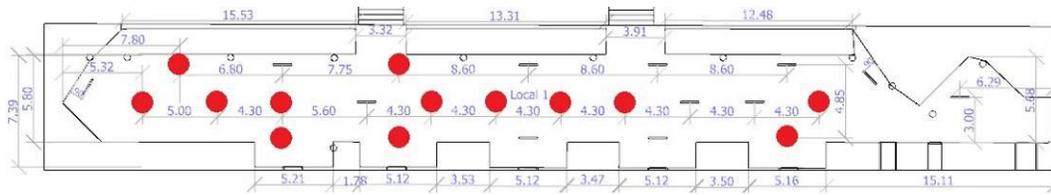
#### **4.4.2. Edificio Anexo**

##### **4.4.2.1. Sistema Actual.**

El sistema actual consta de veinticinco (25) luminarias, cada una con un par de lámparas del tipo “Philips MASTER 2xTL-D Super 80 1m 36W/830 1SL” (ver anexo 13), distribuidas como se observa en la figura 39, de las cuales solo veinticuatro (12) se encuentran operativas como se muestra en la figura 40.

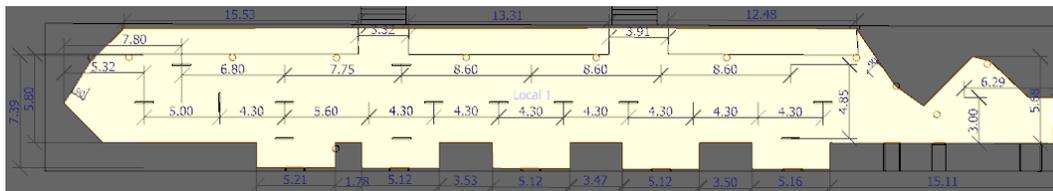


**FIGURA 39. Ubicación de las Luminarias en el Edificio Anexo Sistema Actual.**



**FIGURA 40. Ubicación de las Luminarias Operativas en el Edificio Anexo Sistema Actual.**

Para este estudio solo fue considerada una superficie de interés delimitada en la siguiente figura.



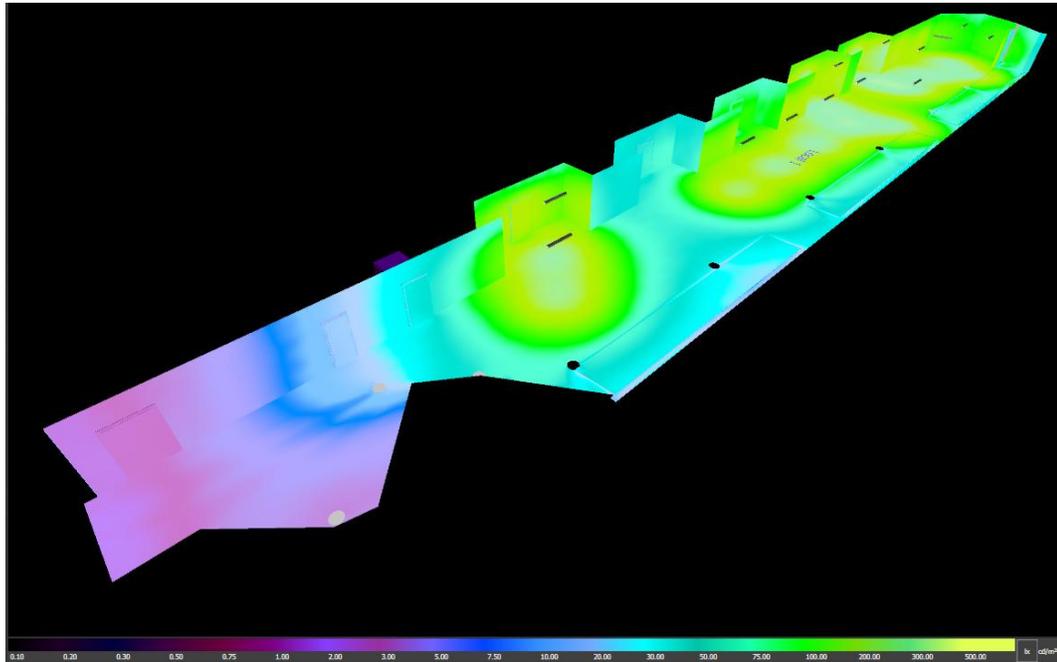
**FIGURA 41. Superficie de cálculo del Edificio Anexo.**

De acuerdo a las superficies de cálculos se obtuvieron los siguientes valores de iluminancias:

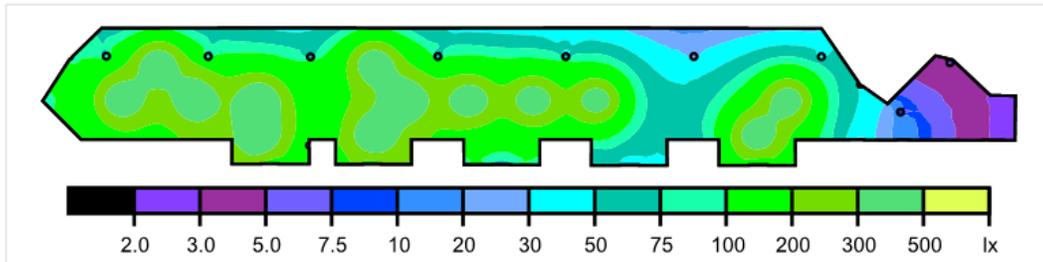
**TABLA 18. Valores de Iluminancias en el Edificio Anexo Sistema Actual**

N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	161 (200)	2,05	497	0,013	0,004

En este caso la superficie no cumple con lo establecido en la Norma COVENIN 2249 [13], ya que el nivel de iluminancia media calculado es inferior al planteado por la Norma para un área de servicio general cuya iluminancia media debe ser de al menos 200 lux. Por esta razón se demuestra que el sistema actual no cumple con la reglamentación vigente. Seguidamente se pueden apreciar la escena de la superficie de estudio y la vista de planta, a través de la iluminación de los colores falsos.



**FIGURA 42. Colores Falsos del Edificio Anexo (Panorámica) Sistema Actual.**

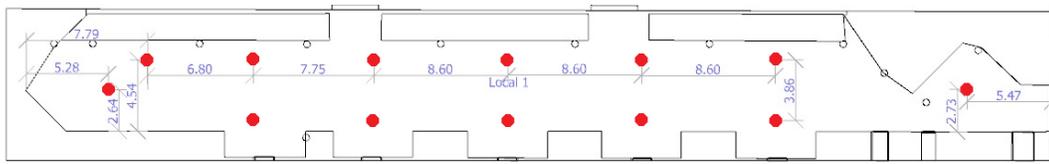


Escala: 1 : 500

**FIGURA 43. Colores Falsos del Edificio Anexo (Planta) Sistema Actual.**

#### **4.4.2.2. Sistema Propuesto.**

El sistema propuesto consta de trece (13) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en la figura 44. Igualmente se utilizara la superficie de cálculo mostrada en la figura 41. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 19.



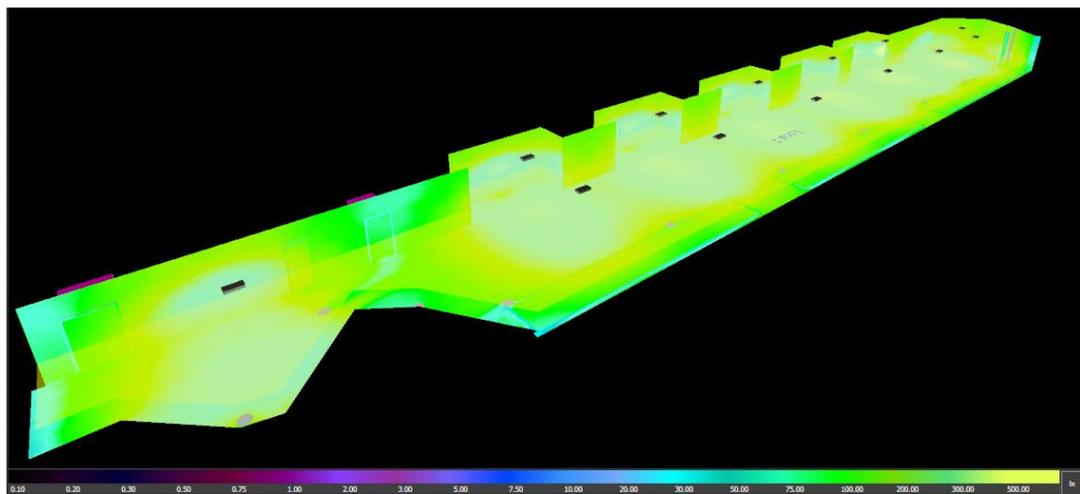
**FIGURA 44. Ubicación de las Luminarias en el Edificio Anexo Sistema Propuesto.**

**TABLA 19. Valores de Iluminancias en el Edificio Anexo Sistema Propuesto.**

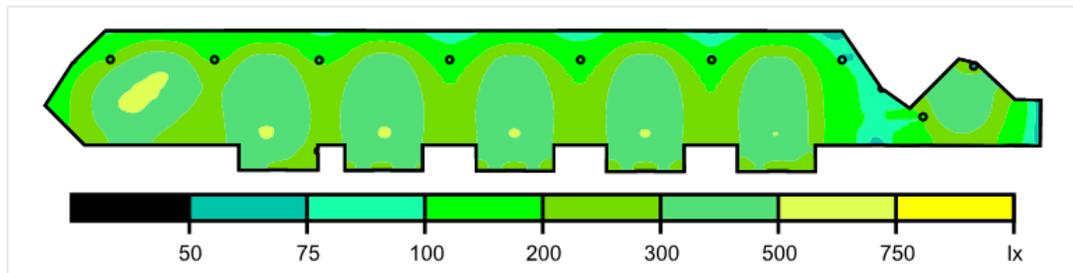
Nº	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	283 (200)	53	560	0,188	0,095

Se puede apreciar en la tabla anterior que el valor de iluminancia media está por encima del margen establecido por la Norma COVENIN 2249 [13] para el tipo de espacio considerado y la uniformidad media es relativamente mayor.

De la misma forma se puede mostrar la panorámica completa y la vista de planta del área de cálculo con el sistema propuesto, mediante la iluminación de los colores falsos y de esta manera se pueden comprobar los niveles iluminación.



**FIGURA 45. Colores Falsos del Edificio Anexo (Panorámica) Sistema Propuesto.**



Escala: 1 : 500

**FIGURA 46. Colores Falsos del Edificio Anexo (Planta) Sistema Propuesto.**

#### 4.4.3. Pasillo de Mezzanina.

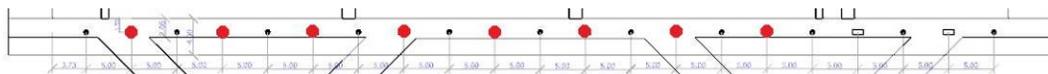
##### 4.4.3.1. Sistema Actual.

El sistema actual consta de veintinueve (21) luminarias, diez (10) del tipo “Philips TBS318 C” (ver anexo 4), cada una con cuatro (4) lámparas del tipo “Osram L 32 W/830 E” (ver anexo 14), de las cuales solo ocho (8) se encuentran operativas en la actualidad (Febrero 2014); y once (11) luminarias del tipo “Philips TCS740” (ver anexo 5) cada una con una (1) lámpara del tipo “Osram L 32 W/640 C” (ver anexo 15), de las cuales ninguna está operativa en actualidad (Febrero 2014).

La ubicación de las luminarias y la distribución de las luminarias operativas se observa en las imágenes siguientes respectivamente.

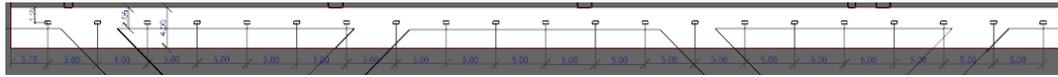


**FIGURA 47. Ubicación de las Luminarias en el área Mezzanina Sistema Actual.**



**FIGURA 48. Ubicación de las Luminarias Operativas en el área Mezzanina Sistema Actual.**

En este caso de estudio solo fue considerada una superficie de interés que es precisamente el pasillo de la Mezzanina como se muestra en la figura 49 y se consiguieron como resultados de iluminancias los valores expresados en la tabla 20.



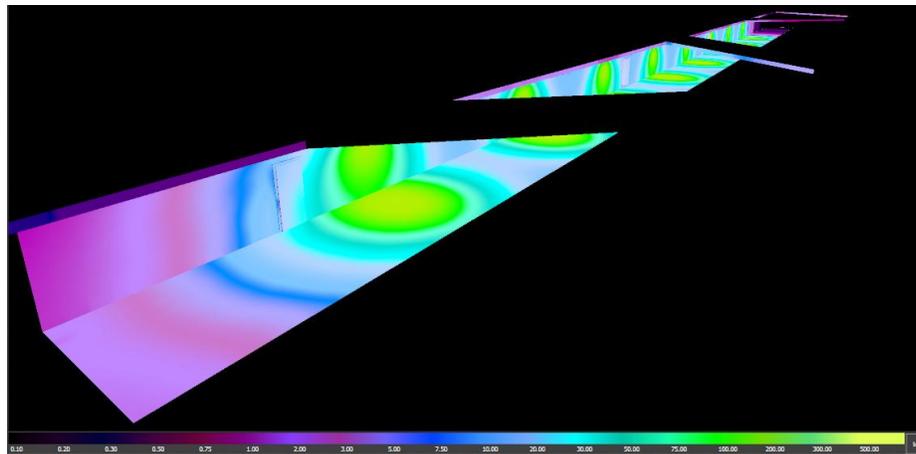
**FIGURA 49. Superficie de cálculo del área de interés Mezzanina.**

**TABLA 20. Valores de Iluminancias en el área Mezzanina Sistema Actual.**

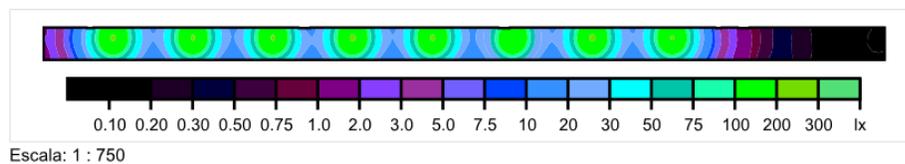
Nº	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	54(25)	0,09	205	0,002(0,2)	0,000

La superficie de cálculo no se adecua con lo señalado por la Norma COVENIN 3290 [6], ya que el nivel de uniformidad media es inferior al planteado por la Norma para un área de paso peatonal cuyo valor debe ser mayor a 0,2.

Seguidamente se muestran la vista panorámica completa de la superficie de cálculo y la vista de planta del área Mezzanina mediante la iluminación de los colores falsos para comprobar los niveles de iluminación.



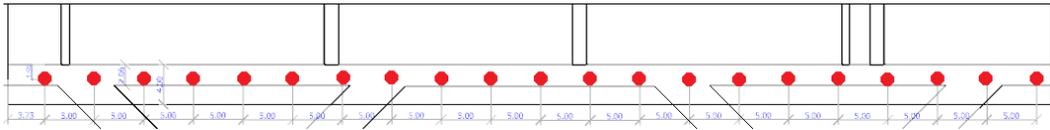
**FIGURA 50. Colores Falsos del área Mezzanina (Panorámica) Sistema Actual.**



**FIGURA 51. Colores Falsos del área Mezzanina (Planta) Sistema Actual.**

#### 4.4.3.2. Sistema Propuesto.

El sistema propuesto consta de veintiún (21) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en la figura 52. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 21.



**FIGURA 52. Ubicación de las Luminarias en el área Mezzanina Sistema Propuesto**

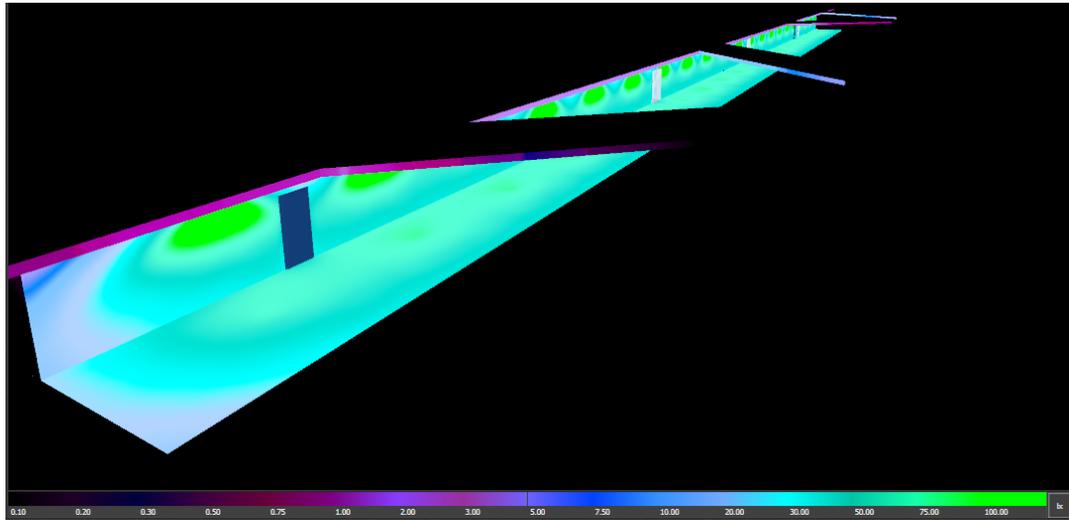
Utilizando la superficie de cálculo mostrada en la figura 49 se lograron los siguientes resultados de iluminancias.

**TABLA 21. Valores de Iluminancias en el área Mezzanina Sistema Propuesto.**

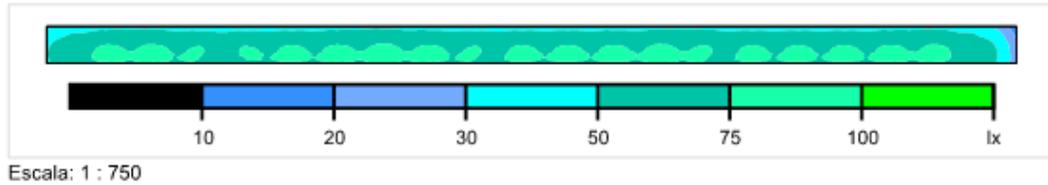
N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	65(25)	15	88	0,230(0,2)	0,171

En esta oportunidad todas las superficies de cálculo cumplen con lo estipulado por la Norma COVENIN 3290 [6], ya que todos los valores están por encima de los márgenes anteriormente señalados.

Las figuras 53 y 54 se muestran respectivamente la vista panorámica y el plano de planta del área de interés Mezzanina sistema propuesto, a través de la iluminación de los colores falsos.



**FIGURA 53. Colores Falsos del área Mezzanina (Panorámica) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 54. Colores Falsos del área Mezzanina (Planta) Sistema Propuesto.**

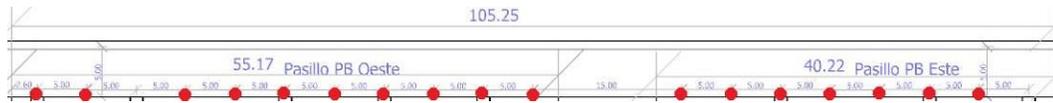
#### **4.4.4. Pasillo PB**

##### **4.4.4.1. Sistema Actual.**

El sistema actual consta de diecinueve (19) luminarias del tipo “Philips RVP351 A/52.5” (ver anexo 1) con lámparas del tipo “Philips MASTER HPI-TP400W” (ver anexo 10) distribuidas como se observa en la FIGURA 55, de las cuales solo 27 se encuentran operativas en la actualidad (Febrero 2014), esta distribución se muestra en la FIGURA 56.

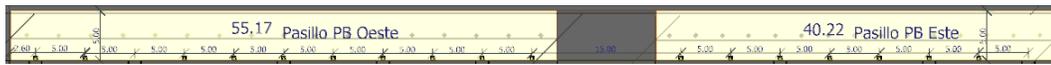


**FIGURA 55. Ubicación de las Luminarias en el Pasillo PB Sistema Actual.**



**FIGURA 56. Ubicación de las Luminarias Operativas en el Pasillo PB Sistema Actual.**

En este caso de estudio solo fueron consideradas dos superficies de interés llamadas Pasillo PB Este y Pasillo PB Oeste como se muestra en la FIGURA 57 y se consiguieron como resultados de iluminancias los valores expresados en la tabla 22.



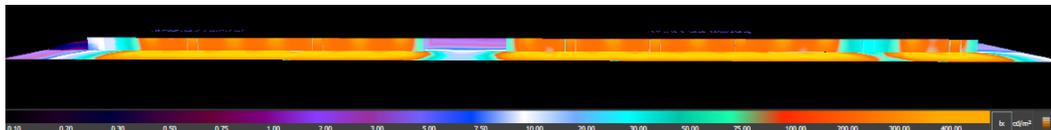
**FIGURA 57. Superficie de cálculo del área de interés Pasillo PB.**

**TABLA 22. Valores de Iluminancias en el Pasillo PB Sistema Actual.**

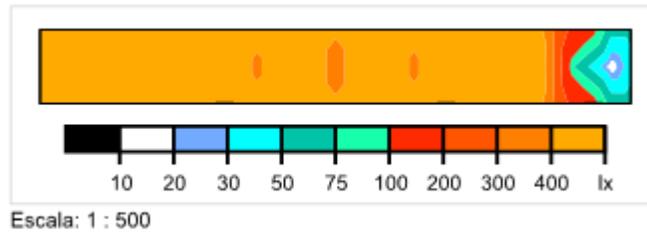
Nº	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Pasillo PB Este	442 (200)	13	602	0,028	0,021
2	Pasillo PB Oeste	461(200)	78	603	0,168	0,129

A pesar de que se tienen algunas luminarias fuera de funcionamiento según los datos de la tabla anterior se cumple con lo establecido por la Norma COVENIN 2249 [13], aunque esto se debe al sobredimensionamiento de la instalación, además de que se presenta un valor de uniformidad media relativamente bajo en el área del Pasillo PB Este.

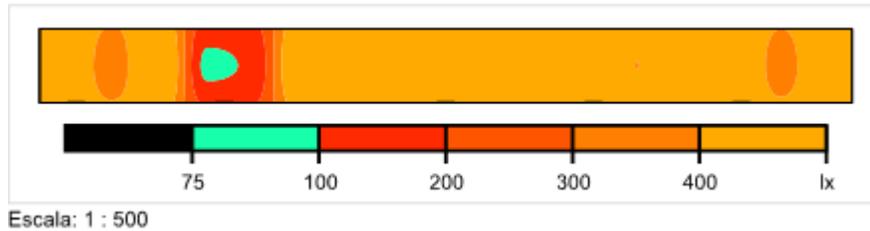
Seguidamente se muestran la vista panorámica completa de las superficies de cálculo y las vistas de planta del Pasillo PB mediante la iluminación de los colores falsos para comprobar los niveles de iluminación.



**FIGURA 58. Colores Falsos del Pasillo PB (Panorámica) Sistema Actual.**



**FIGURA 59. Colores Falsos del Pasillo PB Este (Planta) Sistema Actual.**



**FIGURA 60. Colores Falsos del Pasillo PB Oeste (Planta) Sistema Actual.**

#### 4.4.4.2. Sistema Propuesto.

El sistema propuesto consta de diecinueve (19) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en la FIGURA 61. Igualmente se utilizará la superficie de cálculo mostrada en la FIGURA 57. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 23.



**FIGURA 61. Ubicación de las Luminarias en el Pasillo PB Sistema Propuesto**

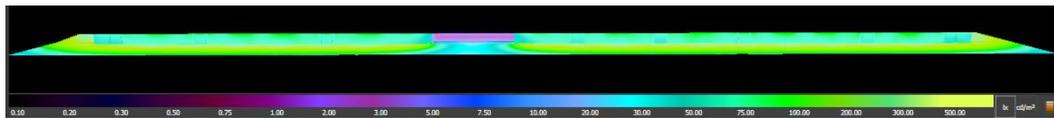
**TABLA 23. Valores de Iluminancias en el Pasillo PB Sistema Propuesto**

N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Pasillo PB Este	205 (200)	161	230	0,784	0,699
2	Pasillo PB Oeste	210(200)	157	231	0,749	0,681

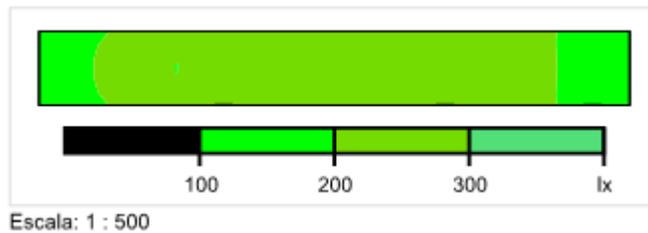
De esta manera se cumple lo estipulado por la Norma COVENIN 2249 [13], ya que todos los valores están por encima de los márgenes que la misma establece y

se evidencia una mejora considerable en el valor de uniformidad media de las dos superficies de cálculo.

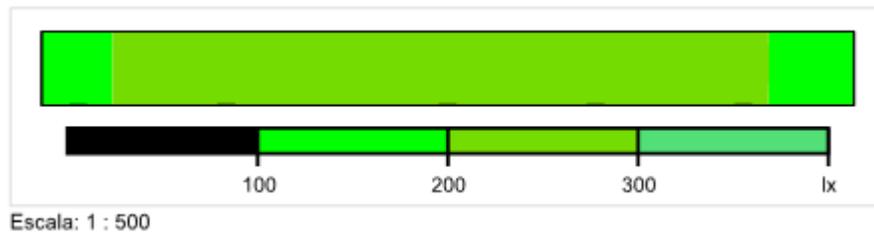
En las figuras 62, 63 y se muestran respectivamente la escena panorámica del exterior y los planos de planta Este y Oeste del sistema propuesto, a través de la iluminación de los colores falsos.



**FIGURA 62. Colores Falsos del Pasillo PB (Panorámica) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 63. Colores Falsos del Pasillo PB Este (Planta) Sistema Propuesto.**



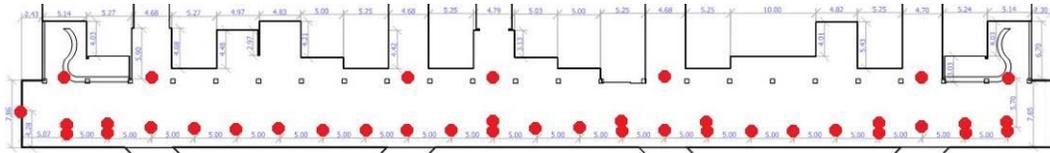
**FIGURA 64. Colores Falsos del Pasillo PB Oeste (Planta) Sistema Propuesto.**

#### **4.4.5. Pasillo Piso 1.**

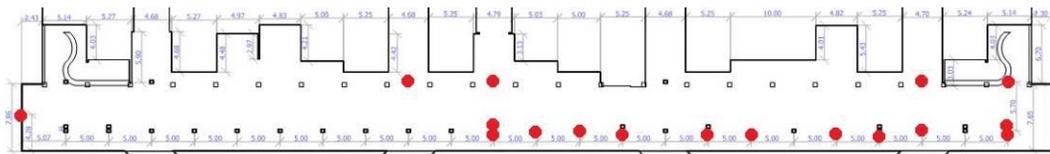
##### **4.4.5.1. Sistema Actual.**

El sistema actual consta de treinta y nueve (39) luminarias del tipo “Osram HALLODIUM II T 400 W NSI AS” (ver anexo 6), cada una con lámparas del tipo “Philips MASTER HPI-TP400W” (ver anexo 10), como se muestra en la figura 65,

de las cuales solo diecisiete (17) se encuentran operativas en la actualidad (Febrero 2014) como se muestra en la figura 66.

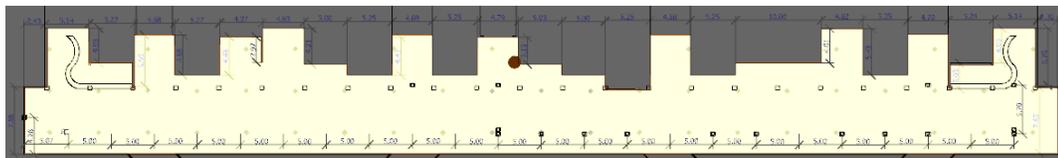


**FIGURA 65. Ubicación de las Luminarias del Piso 1 Sistema Actual.**



**FIGURA 66. Ubicación de las Luminarias Operativas del Piso 1 Sistema Actual.**

En este caso de estudio solo fue considerada una superficie de interés que es precisamente el pasillo del piso 1 como se muestra en la figura 67 y se consiguieron como resultados de iluminancias los valores expresados en la tabla 24.



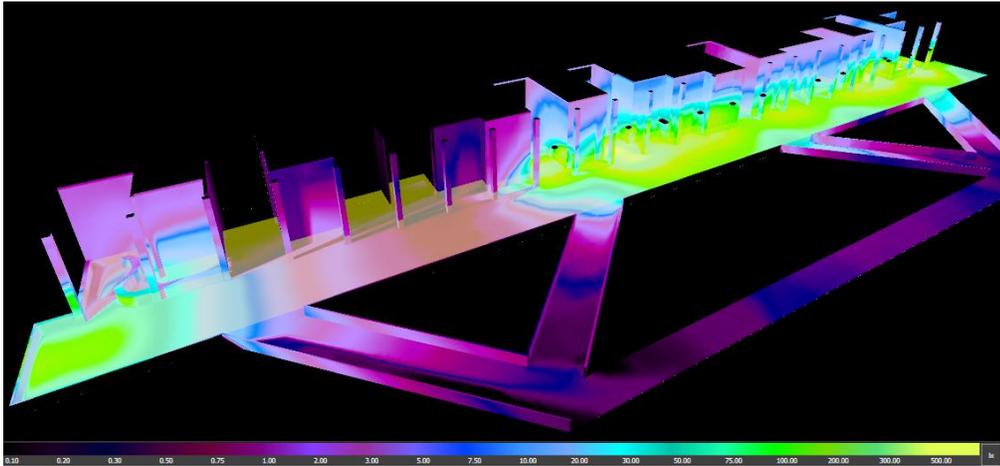
**FIGURA 67. Superficie de cálculo del área de interés del Piso 1.**

**TABLA 24. Valores de Iluminancias del Piso 1 Sistema Actual.**

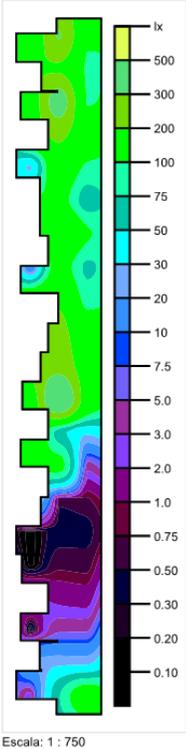
Nº	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	98(200)	0,07	448	0,001	0,000

La superficie de cálculo no se adecua con lo señalado por la Norma COVENIN 2249 [13], ya que la iluminancia media está por debajo del valor establecido por la Norma que es de al menos 200 lux.

Seguidamente se muestran la vista panorámica completa de la superficie de cálculo y la vista de planta del Piso 1 mediante la iluminación de los colores falsos para comprobar los niveles de iluminación.



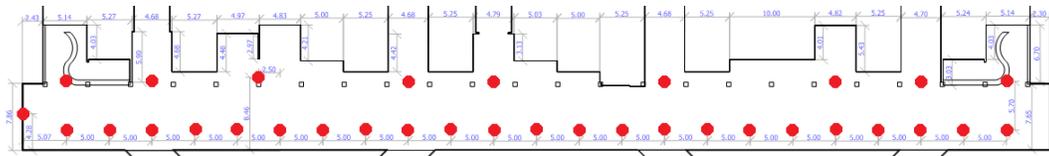
**FIGURA 68. Colores Falsos del Piso 1 (Panorámica) Sistema Actual.**



**FIGURA 69. Colores Falsos del Piso 1 (Planta) Sistema Actual.**

#### 4.4.5.2. Sistema Propuesto.

El sistema propuesto consta de treinta y tres (33) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en la figura 70. Igualmente se utilizará la superficie de cálculo mostrada en la figura 67. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 25.



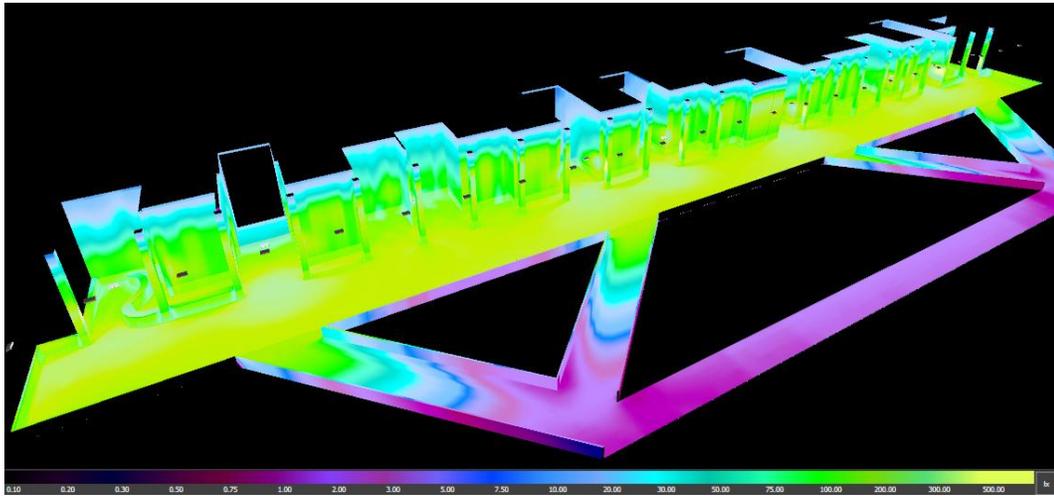
**FIGURA 70. Ubicación de las Luminarias del Piso 1 Sistema Propuesto**

**TABLA 25. Valores de Iluminancias del Piso 1 Sistema Propuesto.**

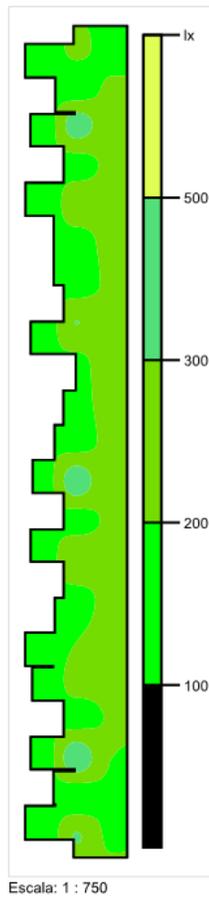
Nº	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	200(200)	104	378	0,522	0,276

En la tabla anterior se evidencia que la superficie de cálculo cumplen con lo estipulado por la Norma COVENIN 2249 [13], ya que el valor de iluminancia media está por encima del margen señalado por la Norma, además de presentar una uniformidad media aceptable.

Las figuras 71 y 72 se muestran respectivamente la vista panorámica completa y el plano de planta del Piso 1 sistema propuesto, a través de la iluminación de los colores falsos.



**FIGURA 71. Colores Falsos del Piso 1 (Panorámica) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 72. Colores Falsos del Piso 1 (Planta) Sistema Propuesto.**

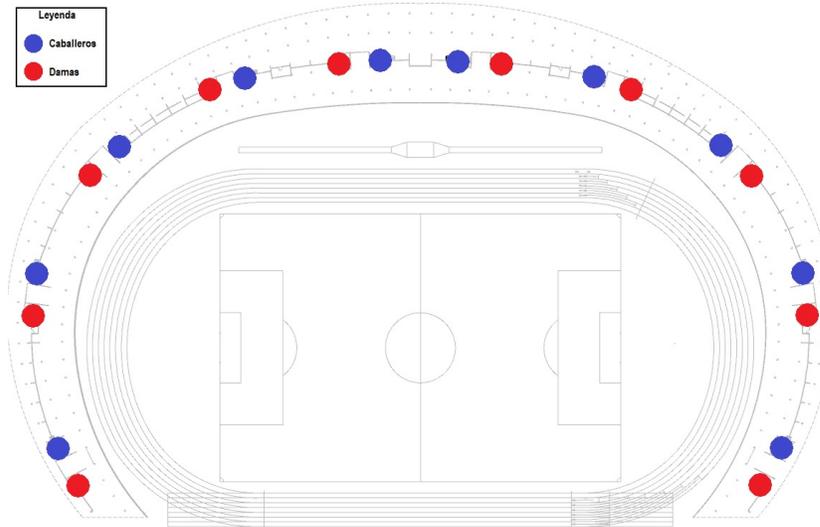
#### **4.4.6. Baños (fachada del estadio olímpico).**

##### **4.4.6.1. Sistema Actual.**

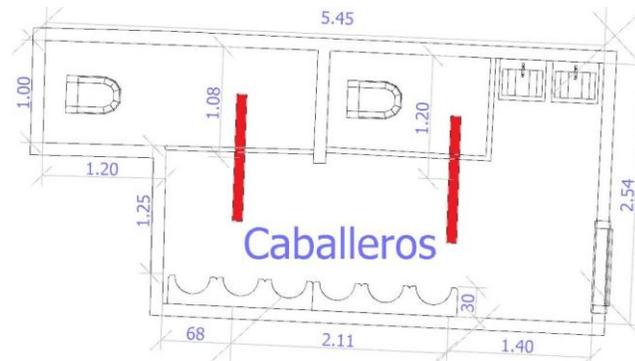
La fachada del Estadio Olímpico cuenta con un total de veinte (20) baños distribuidos como se muestra en la figura 73, en su diseño original cada uno cuenta con un total de dos (2) luminarias del tipo “Philips TMS011” (ver anexo 3), las cuales usan lámparas del tipo “Philips MASTER TL-D 90 De Luxe 18W/930 1SL” (ver anexo 16), distribuidas como se observa en la figura 74 para el baño de caballeros y en la figura 75 para el baño de damas.

El total de los diez (10) baños de caballeros mantienen el mismo diseño arquitectónico, lo mismo sucede con los diez (10) baños de damas, por lo que para efectos de cálculo se tomó uno solo de cada uno para hacer el estudio de la iluminación.

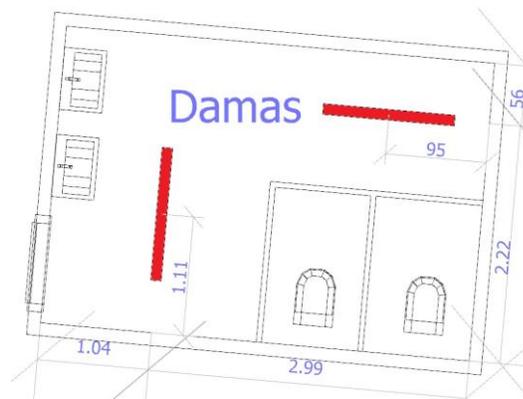
Como se mencionó al inicio de este capítulo el sistema se encuentra inoperativo en su totalidad por lo que solo se muestran solo la ubicación de las luminarias en su diseño original.



**FIGURA 73. Ubicación de los baños de damas y caballeros en la fachada del Estadio Olímpico UCV**



**FIGURA 74. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Caballeros de la fachada del Estadio Olímpico Sistema Actual.**



**FIGURA 75. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Damas de la fachada del Estadio Olímpico Sistema Actual.**

Las superficies de interés están delimitadas por el área interna de los baños.

#### 4.4.6.2. Sistema Propuesto.

El sistema propuesto consta de cuarenta (40) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en la figura 76 para el baño de caballeros y en la figura 77 para el baño de damas. Igualmente la superficie de cálculo es la delimitada por el área interna de los baños. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 26.

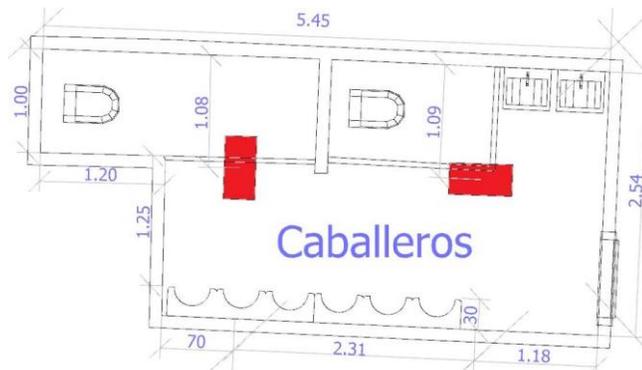


FIGURA 76. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Caballeros de la fachada del Estadio Olímpico Sistema Propuesto.

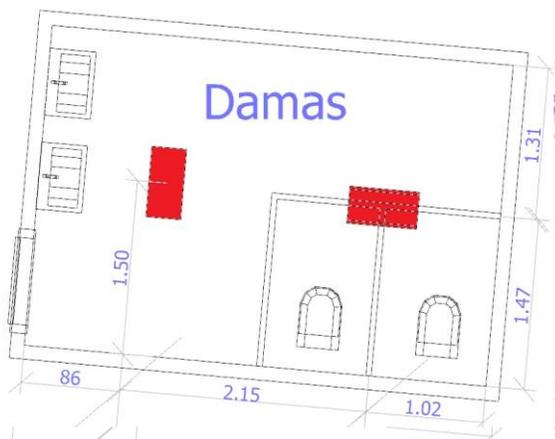


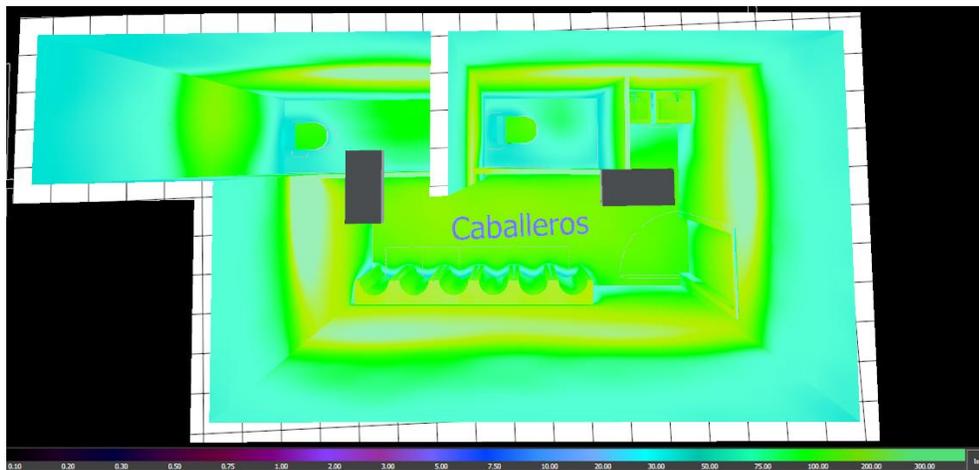
FIGURA 77. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Damas de la fachada del Estadio Olímpico Sistema Propuesto.

**TABLA 26. Valores de Iluminancias en los Baños de la fachada del Estadio Olímpico Sistema Propuesto.**

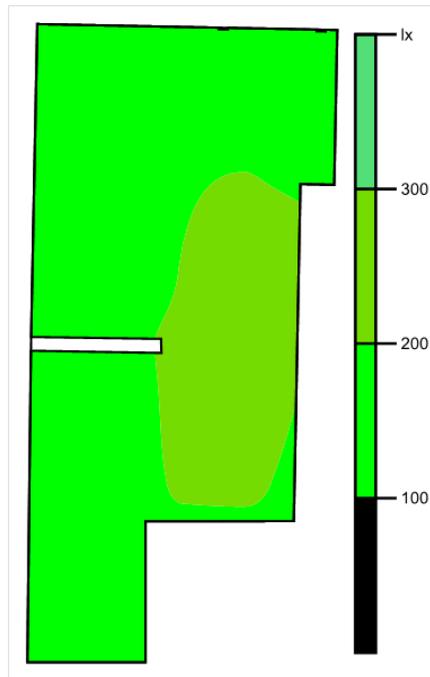
N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Baños Caballeros	171 (150)	107	222	0,623	0,481
2	Baños Damas	200 (150)	138	245	0,691	0,563

Se puede apreciar en la tabla anterior que el valor de iluminancia media está por encima del margen establecido por la Norma COVENIN 2249 [13], la cual establece una iluminancia media en servicio recomendada para Baños y Sanitarios Públicos es de al menos 150 lux.

Seguidamente se muestran las panorámicas completas y las vistas de planta de cada área de interés con el sistema propuesto, mediante la iluminación de los colores falsos y de esta manera se pueden comprobar los niveles iluminación.

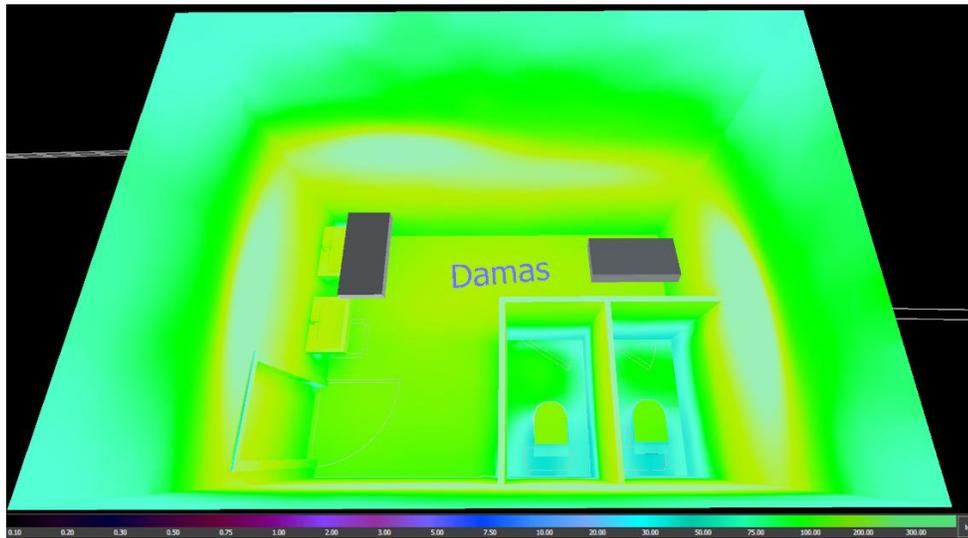


**FIGURA 78. Colores Falsos de los Baños de Caballeros de la fachada del Estadio Olímpico (Panorámica) Sistema Propuesto.**

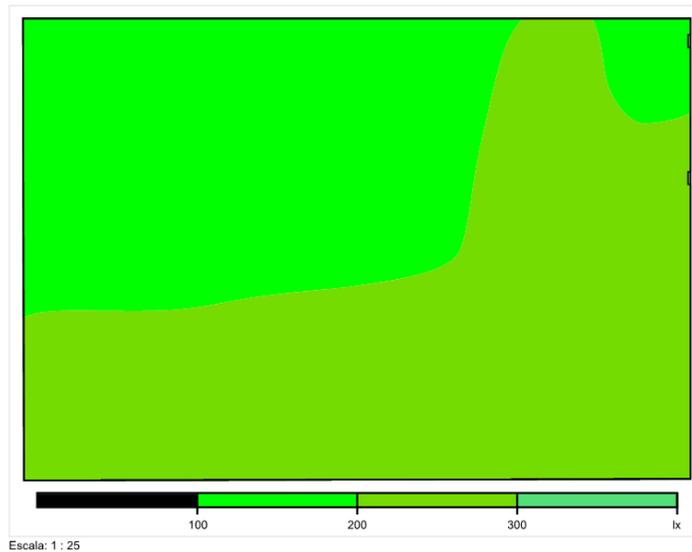


Escala: 1 : 50

**FIGURA 79. Colores Falsos de los Baños de Caballeros de la fachada del Estadio Olímpico (Planta) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 80. Colores Falsos de los Baños de Damas de la fachada del Estadio Olímpico (Panorámica) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 81. Colores Falsos de los Baños de Damas de la fachada del Estadio Olímpico (Planta) Sistema Propuesto.**

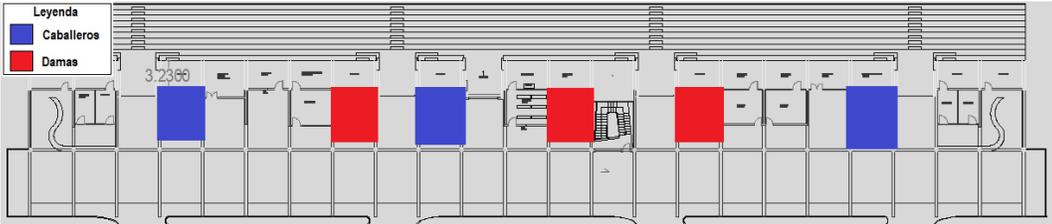
#### **4.4.7. Baños (piso 1)**

##### **4.4.7.1. Sistema Actual.**

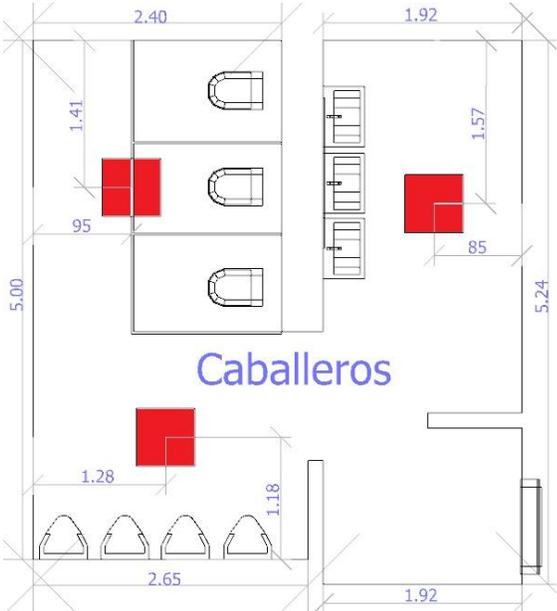
El Piso 1, donde se encuentran los accesos a las tribunas techadas, al oeste del Estadio Olímpico, cuenta con un total de seis (6) baños distribuidos como se muestra en la figura 82, en su diseño original cada uno cuenta con un total de tres (3) luminarias del tipo “Philips TBS464 3x14W SQR D8 IPD-WH” (ver anexo 7), las cuales usan lámparas del tipo “Philips TL5-14W/830” (ver anexo 17), distribuidas como se observa en la figura 83 para el baño de caballeros y en la figura 84 para el baño de damas.

El total de los tres (3) baños de caballeros mantienen el mismo diseño arquitectónico, lo mismo sucede con los tres (3) baños de damas, por lo que para efectos de cálculo se tomó uno solo de cada uno para hacer el estudio de la iluminación.

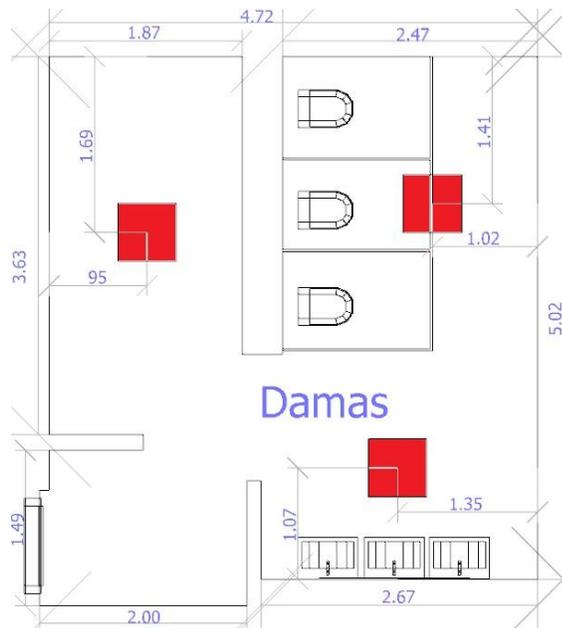
Solo se muestran las figuras 83 y 84, que representan los únicos dos baños a los que se tiene acceso, ya que los cuatro restantes están fuera de servicio por falta de mantenimiento.



**FIGURA 82. Ubicación de los baños de damas y caballeros en el Piso 1.**



**FIGURA 83. Ubicación de las Luminarias de los Baños de Caballeros del Piso 1 Sistema Actual.**



**FIGURA 84. Ubicación de las Luminarias de los Baños de Damas del Piso 1 Sistema Actual.**

En este caso de estudio la superficie de interés está determinada por el área interior de los baños. Los valores de iluminancias para el sistema actual se muestran en la siguiente tabla.

**TABLA 27. Valores de Iluminancias en los Baños del Piso 1 Sistema Actual.**

N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Baños Caballeros	221 (150)	17	411	0,077	0,041
2	Baños Damas	224 (150)	6	413	0,027	0,015

Se verifica que en los baños a los que se tiene acceso se cumple lo establecido por la Norma COVENIN 2249 [13], la cual establece una iluminancia media en servicio recomendada para Baños y Sanitarios Públicos es de al menos 150 lux.

Seguidamente se muestran las panorámicas completas y las vistas de planta de cada área de interés con el sistema actual, mediante la iluminación de los colores falsos y de esta manera se pueden comprobar los niveles iluminación.

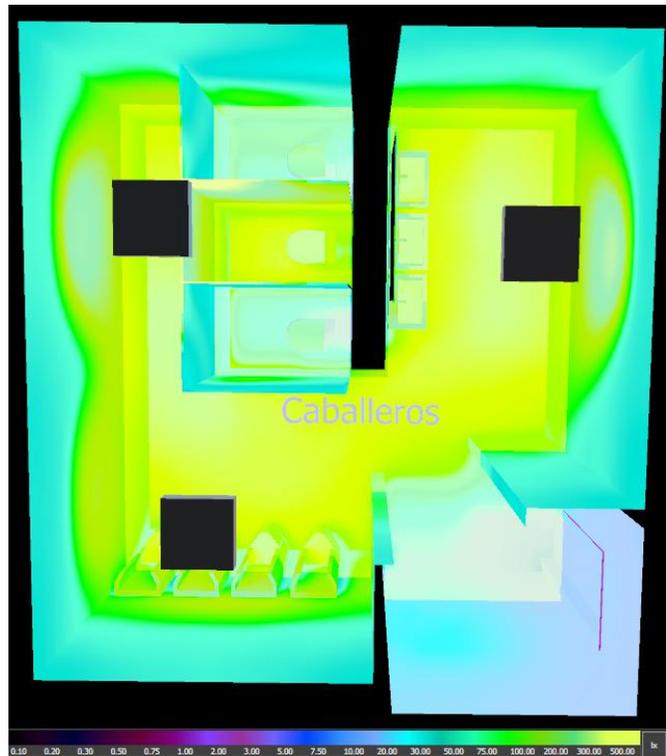
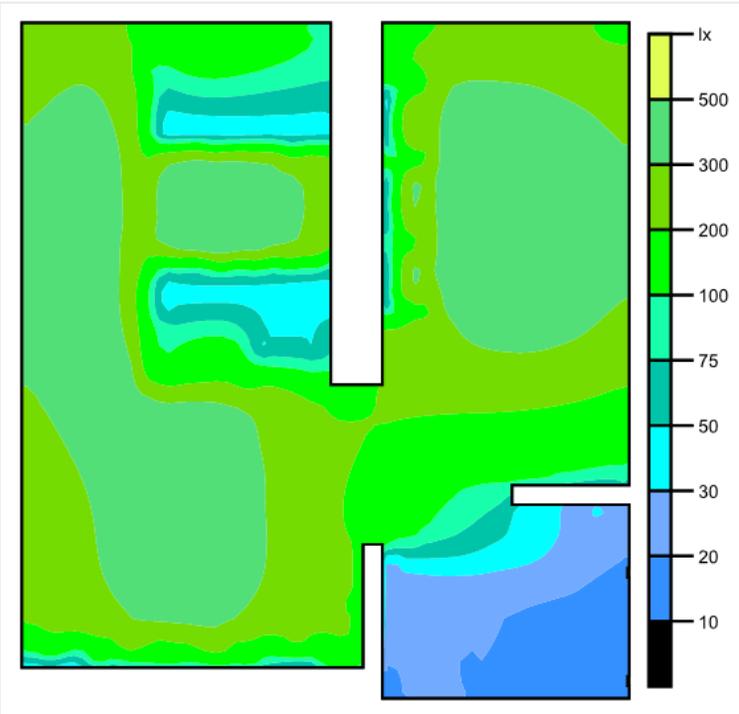
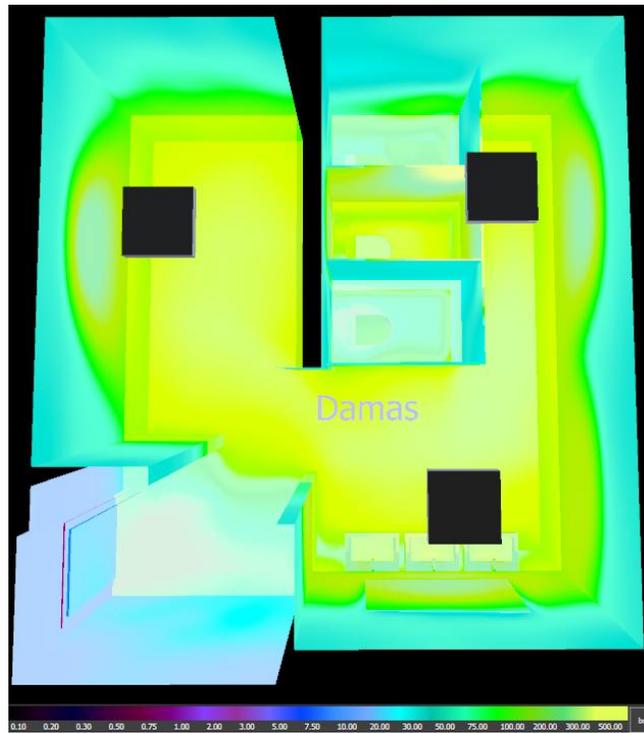


FIGURA 85. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Piso 1 (Panorámica) Sistema Actual.

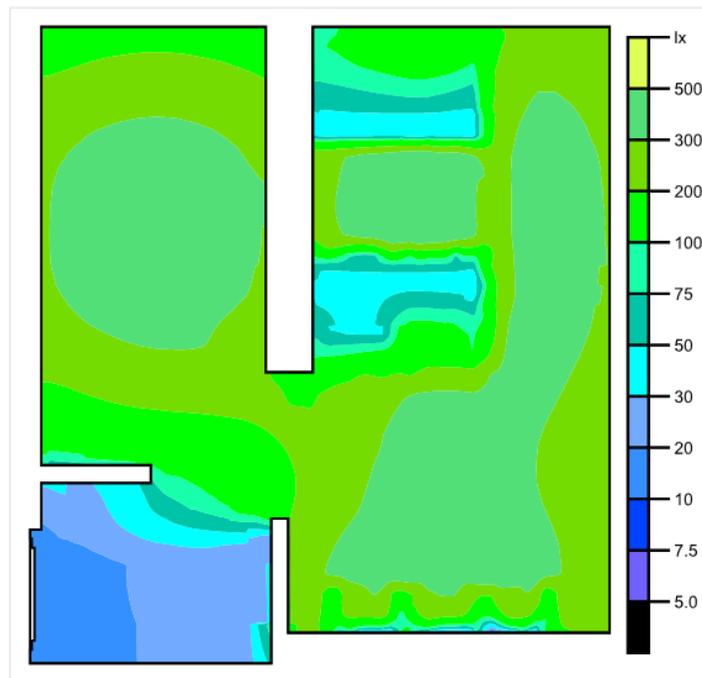


Escala: 1 : 50

FIGURA 86. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Piso 1 (Planta) Sistema Actual.



**FIGURA 87. Colores Falsos de los Baños de Damas del Piso 1 (Panorámica) Sistema Actual.**



Escala: 1 : 50

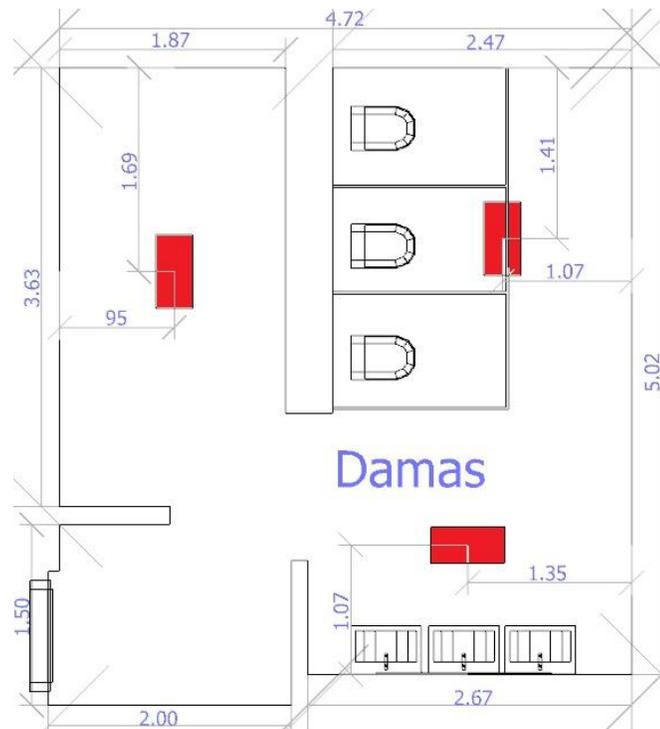
**FIGURA 88. Colores Falsos de los Baños de Damas del Piso 1 (Planta) Sistema Actual.**

#### 4.4.7.2. Sistema Propuesto.

El sistema propuesto consta de dieciocho (18) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en la figura 89 para el baño de caballeros y en la figura 90 para el baño de damas. Igualmente la superficie de cálculo es la delimitada por el área interna de los baños. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 28.



**FIGURA 89. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Caballeros del Piso 1 Sistema Propuesto.**



**FIGURA 90. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Damas del Piso 1 Sistema Propuesto.**

**TABLA 28. Valores de Iluminancias en los Baños del Piso 1 Sistema Propuesto.**

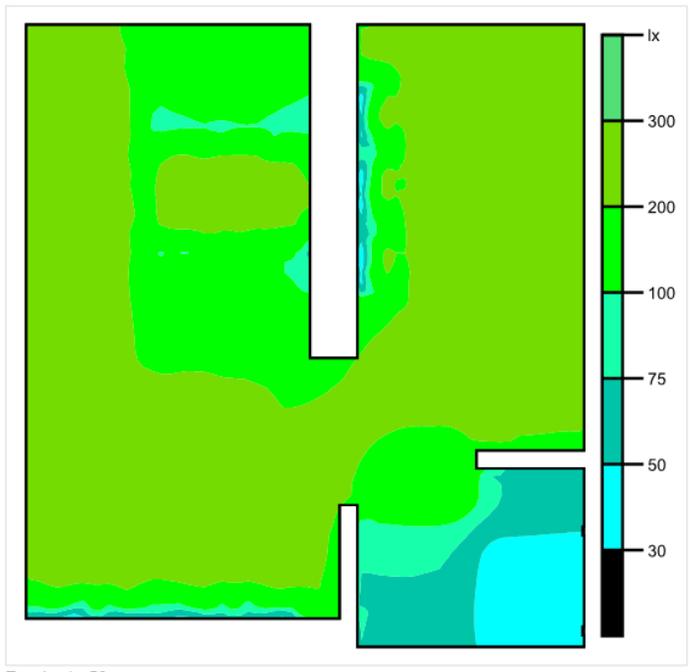
N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Baños Caballeros	199 (150)	34	299	0,172	0,115
2	Baños Damas	208 (150)	34	321	0,161	0,105

Se puede apreciar en la tabla anterior que los valores están por encima de lo establecido por la Norma y en comparación con el sistema actual se obtiene una mejor uniformidad media en ambas áreas.

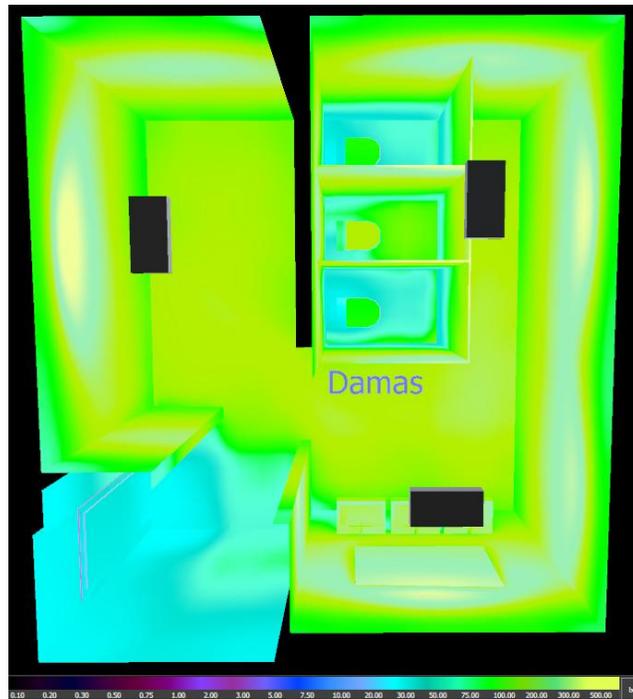
Seguidamente se muestran las panorámicas completas y las vistas de planta de cada área de interés con el sistema propuesto, mediante la iluminación de los colores falsos y de esta manera se pueden comprobar los niveles iluminación.



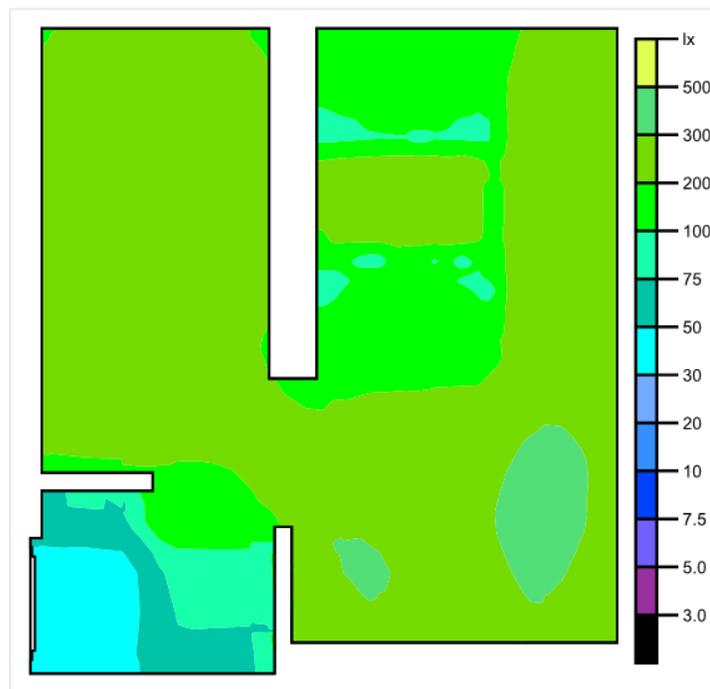
**FIGURA 91. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Piso 1 (Panorámica) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 92. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Piso 1 (Planta) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 93. Colores Falsos de los Baños de Damas del Piso 1 (Panorámica) Sistema Propuesto.**



Escala: 1 : 50

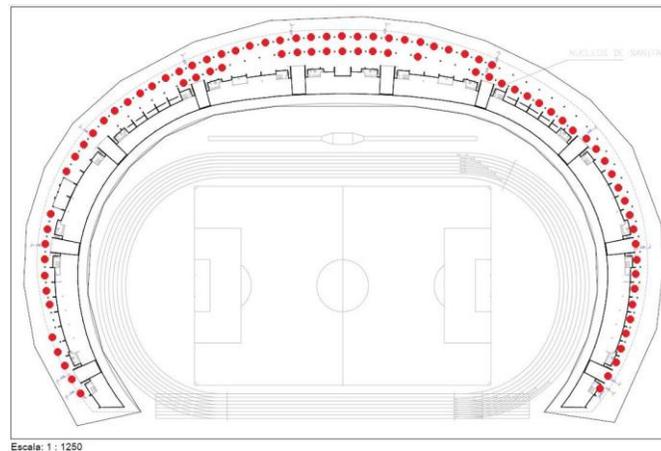
**FIGURA 94. Colores Falsos de los Baños de Damas del Piso 1 (Planta) Sistema Propuesto.**

#### 4.4.8. Fachada del Estadio Olímpico.

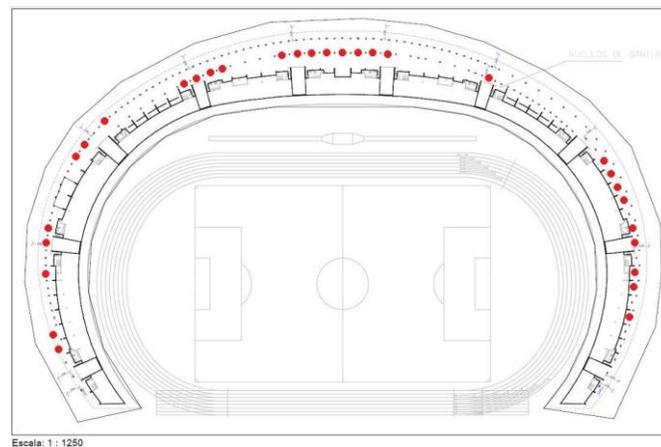
##### 4.4.8.1. Sistema Actual.

El sistema actual consta de ochenta y cinco (85) luminarias del tipo “Philips CDS504 PC SGR S” (ver anexo 8), con lámparas del tipo “Philips HPI-P250W-BU” (ver anexo 18), de las cuales solo treinta (30) se encuentran operativas en la actualidad (Febrero 2014).

La ubicación de las luminarias y la distribución de las luminarias operativas se observan en las imágenes siguientes respectivamente.

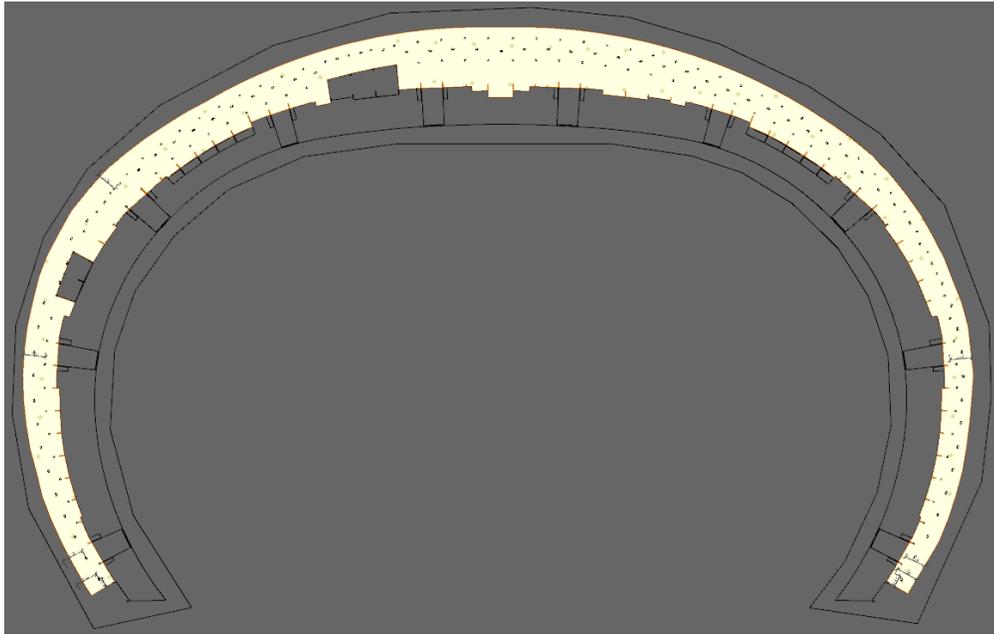


**FIGURA 95. Ubicación de las Luminarias en la Fachada del Estadio Olímpico Sistema Actual.**



**FIGURA 96. Ubicación de las Luminarias Operativas en la Fachada del Estadio Olímpico Sistema Actual.**

La superficie de interés se muestra en la figura 97 y se consiguieron como resultados de iluminancias los valores expresados en la tabla 29.



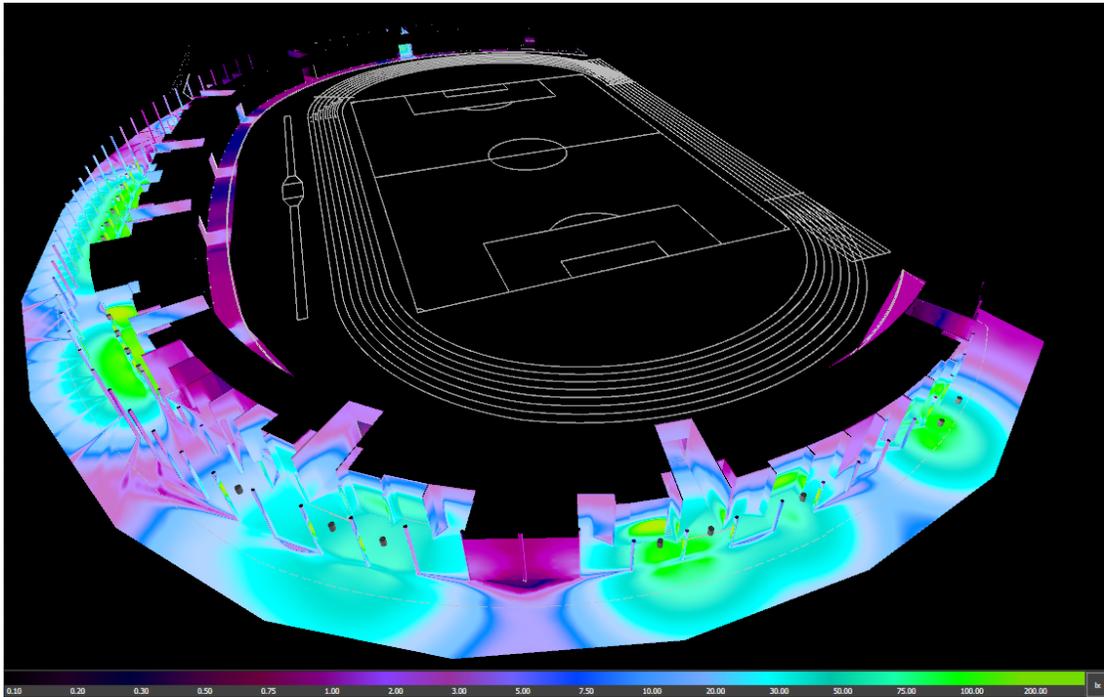
**FIGURA 97. Superficie de cálculo de la Fachada del Estadio Olímpico.**

**TABLA 29. Valores de Iluminancias en la Fachada del Estadio Olímpico Sistema Actual.**

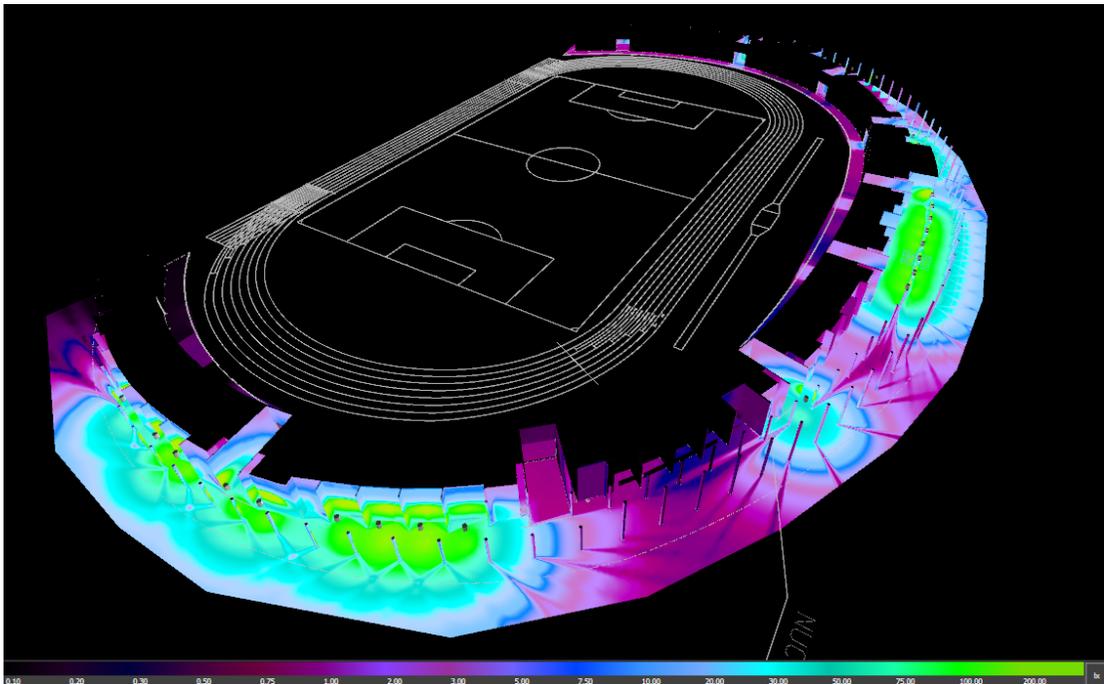
Nº	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	50(25)	0	201	0,000(0,15)	0,000

La superficie de cálculo no se adecua con lo señalado por la Norma COVENIN 3290 [6], ya que el nivel de uniformidad media es inferior al planteado por la Norma para un área de circulación peatonal A1 cuyo valor debe ser mayor a 0,15.

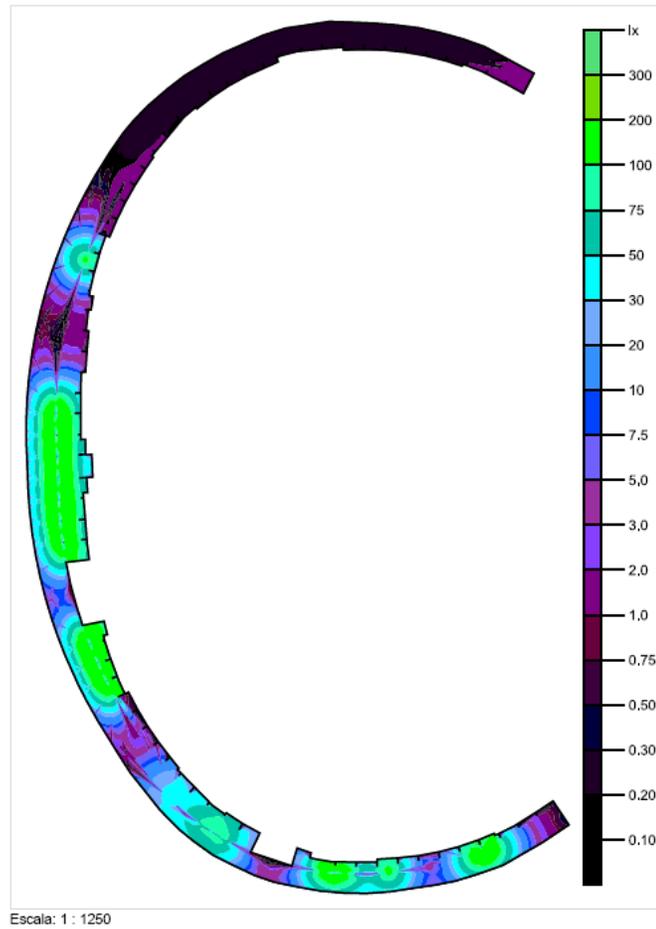
En las figuras 98 y 99 se muestran las vistas panorámicas completas, norte y sur respectivamente, de la superficie de cálculo y la figura 100 muestra la vista de planta de la Fachada del Estadio Olímpico mediante la iluminación de los colores falsos para comprobar los niveles de iluminación.



**FIGURA 98. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Panorámica Norte) Sistema Actual.**



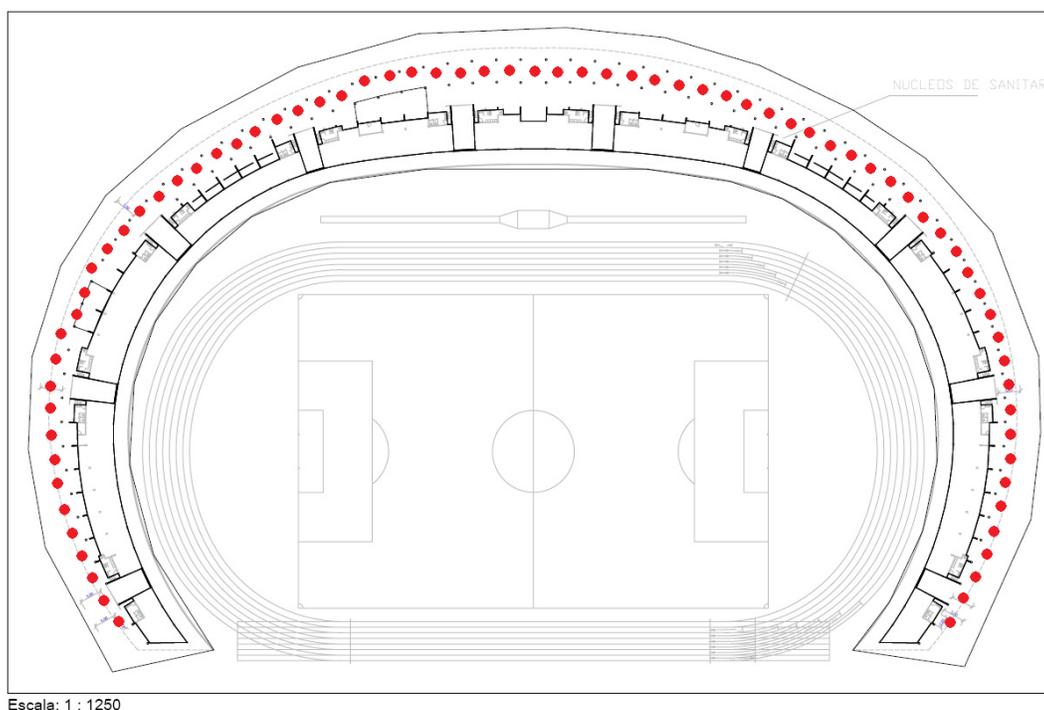
**FIGURA 99. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Panorámica Sur) Sistema Actual.**



**FIGURA 100. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Planta) Sistema Actual.**

#### **4.4.8.2. Sistema Propuesto.**

El sistema propuesto consta de setenta y tres (73) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en la figura 101. Igualmente se utilizará la superficie de cálculo mostrada en la figura 97. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 30.



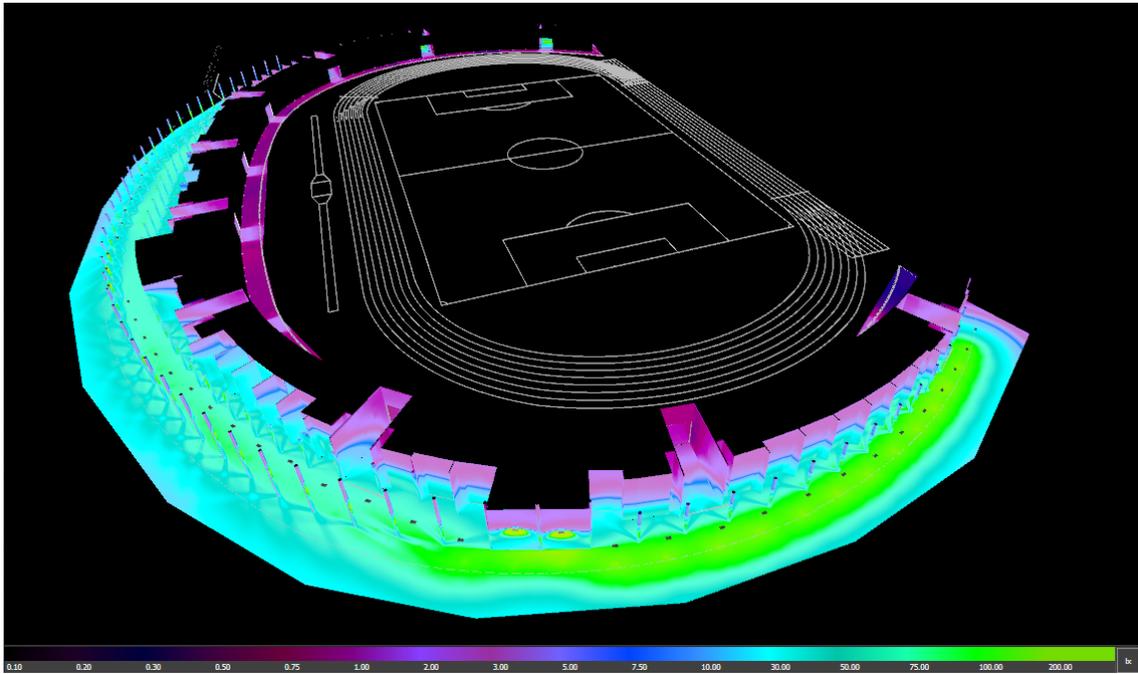
**FIGURA 101. Ubicación de las Luminarias en la Fachada del Estadio Olímpico Sistema Propuesto**

**TABLA 30. Valores de Iluminancias en la Fachada del Estadio Olímpico Sistema Propuesto.**

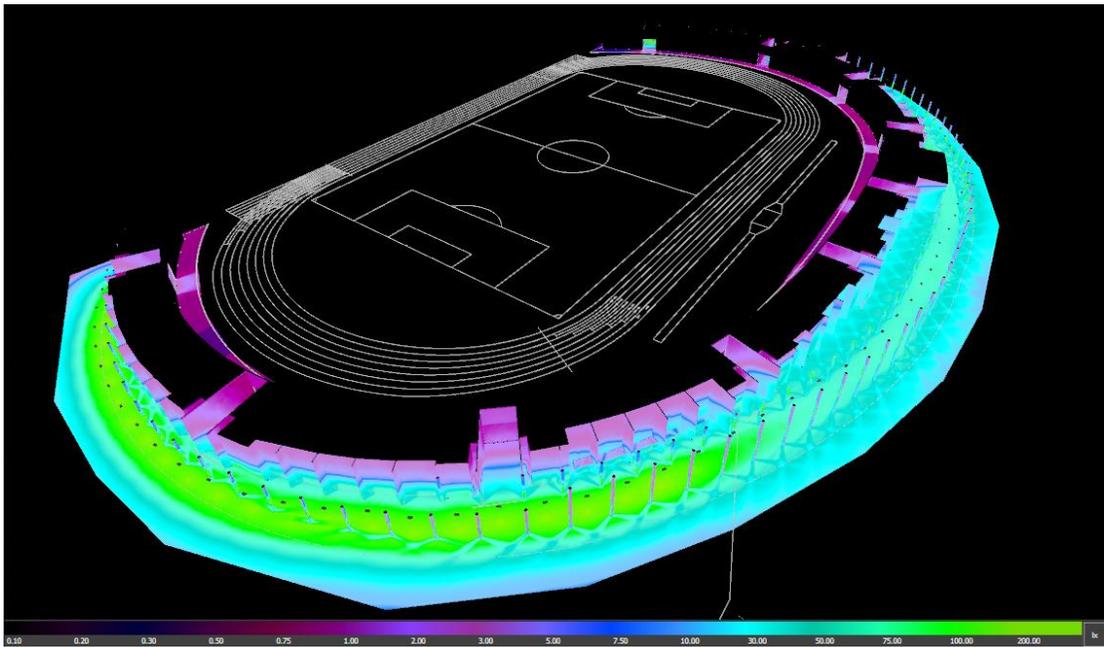
N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	93(25)	28	193	0,300(0,15)	0,144

En esta oportunidad la superficie de cálculo cumple con lo estipulado por la Norma COVENIN 3290 [6], ya que todos los valores están por encima de los márgenes establecidos por la Norma.

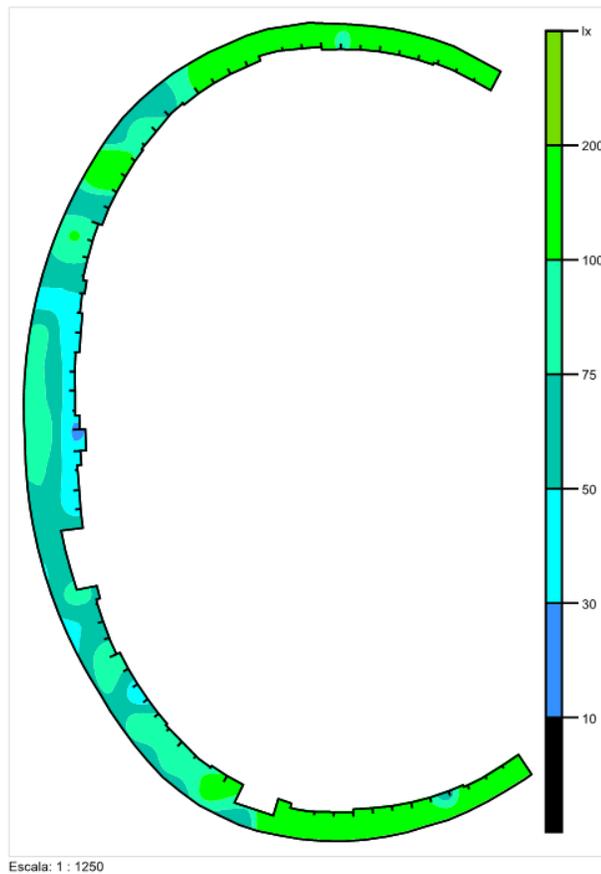
En las figuras 102 y 103 se muestran respectivamente las vistas panorámicas norte y sur y en la figura 104 se muestra el plano de planta de la Fachada del Estadio Olímpico sistema propuesto, a través de la iluminación de los colores falsos.



**FIGURA 102. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Vista Completa Norte) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 103. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Vista Completa Sur) Sistema Propuesto.**



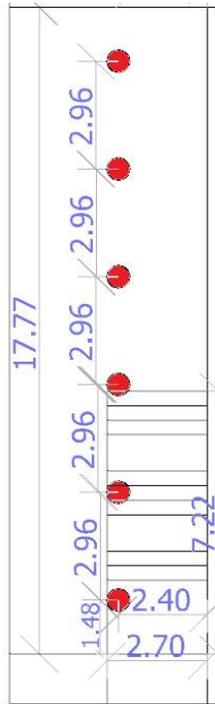
**FIGURA 104. Colores Falsos de la Fachada del Estadio Olímpico (Planta) Sistema Propuesto.**

#### **4.4.9. Accesos a PB**

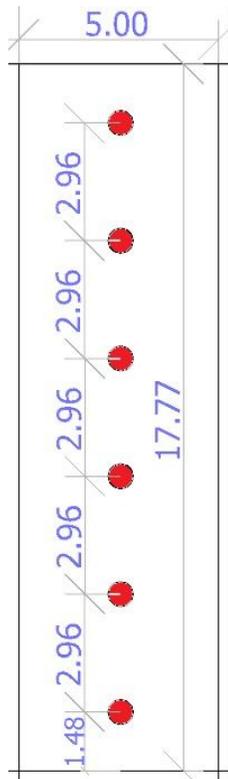
##### **4.4.9.1. Sistema Actual.**

El sistema actual consta de doce (12) luminarias del tipo “Philips HPK460” (ver anexo 9) con lámparas del tipo “Philips HPI-P250W-BU” (ver anexo 18), de las cuales solo una se encuentra operativa en la actualidad (Febrero 2014).

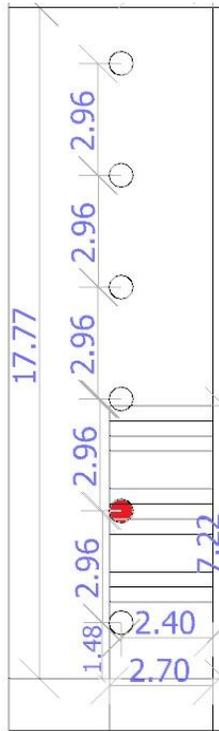
En las figuras 105 y 106 se muestra la distribución de las luminarias en los Accesos Oeste y Este respectivamente y en la figura 107 se muestra la ubicación de la única luminaria operativa en el Acceso Oeste.



**FIGURA 105. Ubicación de las Luminarias en el Acceso Oeste Sistema Actual.**



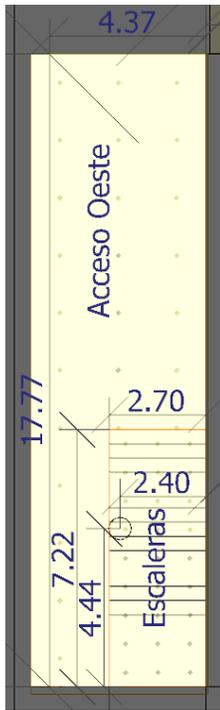
**FIGURA 106. Ubicación de las Luminarias en el Acceso Este Sistema Actual.**



**FIGURA 107. Ubicación de las Luminarias operativas en el Acceso Oeste Sistema Actual.**

En este caso de estudio para el Acceso Oeste se consideraron dos superficies de interés (Escaleras y Pasillo Oeste), representadas en la figura 108, y para el Acceso Este solo se consideró como superficie de interés la rampa presente en ese sector, representada en la figura 109.

Los resultados de iluminancias se encuentran expresados en la tabla 31.



**FIGURA 108.** Superficie de cálculo del área de interés Acceso Oeste.



**FIGURA 109.** Superficie de cálculo del área de interés Acceso Este.

**TABLA 31. Valores de Iluminancias los Accesos a PB Sistema Actual.**

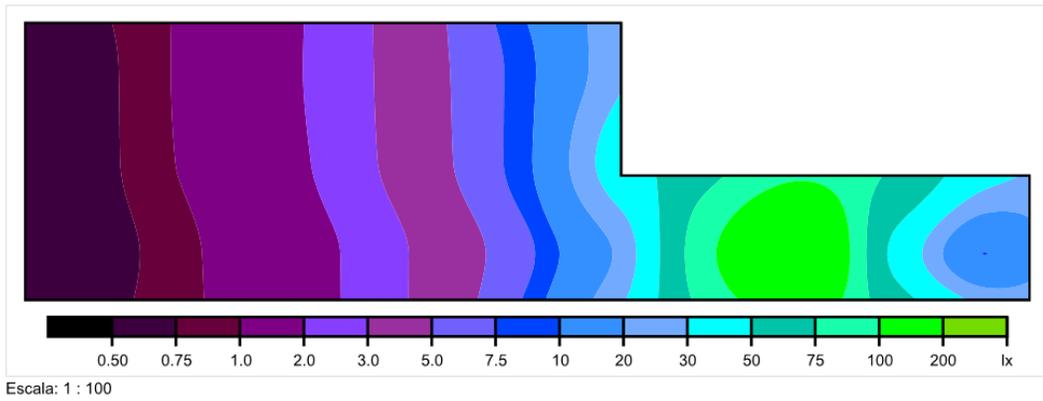
N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Acceso Este	0 (200)	0	0	0	0
2	Acceso Oeste (Pasillo)	18 (200)	0,59	150	0,033	0,004
3	Acceso Oeste (Escaleras)	122 (200)	5,94	505	0,048	0,012

Como se observa en la tabla anterior en ninguna de las áreas se cumple con lo establecido por la Norma COVENIN 2249 [13], la cual establece que para áreas de servicio, pasillos y escaleras se debe tener una iluminancia media de al menos 200 lux.

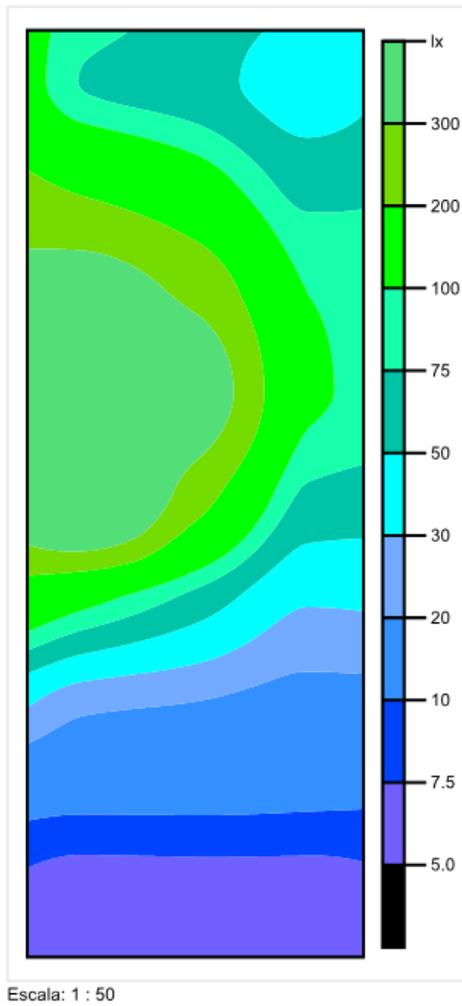
Seguidamente se muestran la vista panorámica completa y las vistas de planta de las superficies de cálculo del Acceso Oeste mediante la iluminación de los colores falsos para comprobar los niveles de iluminación. Se omiten las vistas del Acceso Este ya que el sistema en esta área se encuentra inoperativo totalmente.



**FIGURA 110. Colores Falsos del Acceso Oeste (Panorámica) Sistema Actual.**



**FIGURA 111. Colores Falsos del Pasillo del Acceso Oeste (Planta) Sistema Actual.**



**FIGURA 112. Colores Falsos de las Escaleras del Acceso Oeste (Planta) Sistema Actual.**

#### 4.4.9.2. Sistema Propuesto.

El sistema propuesto consta de doce (12) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en las figuras 113 y 114. Igualmente se utilizarán las superficies de cálculo mostradas en las figuras 108 y 109. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 32.

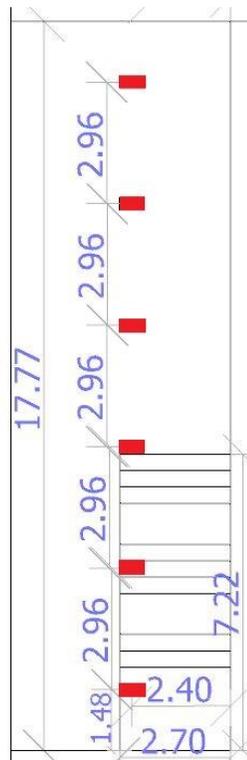
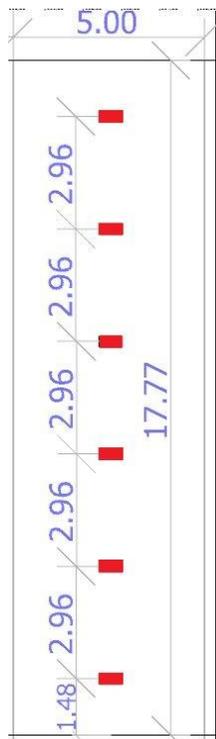


FIGURA 113. Ubicación de las Luminarias en el Acceso Oeste Sistema Propuesto.



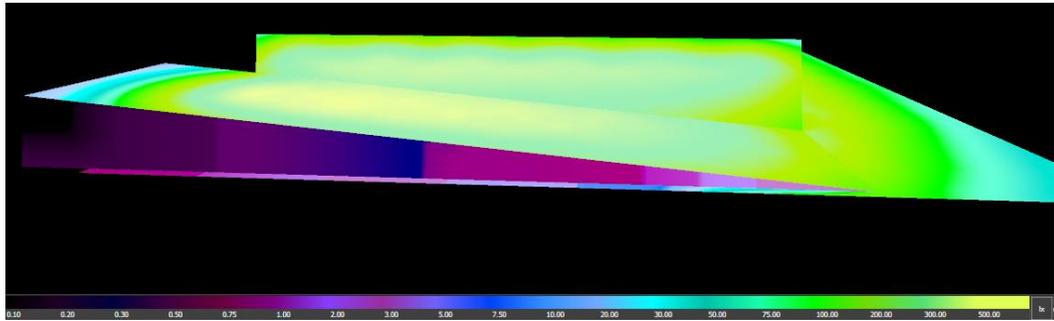
**FIGURA 114. Ubicación de las Luminarias en el Acceso Este Sistema Propuesto.**

**TABLA 32. Valores de Iluminancias los Accesos a PB Sistema Propuesto.**

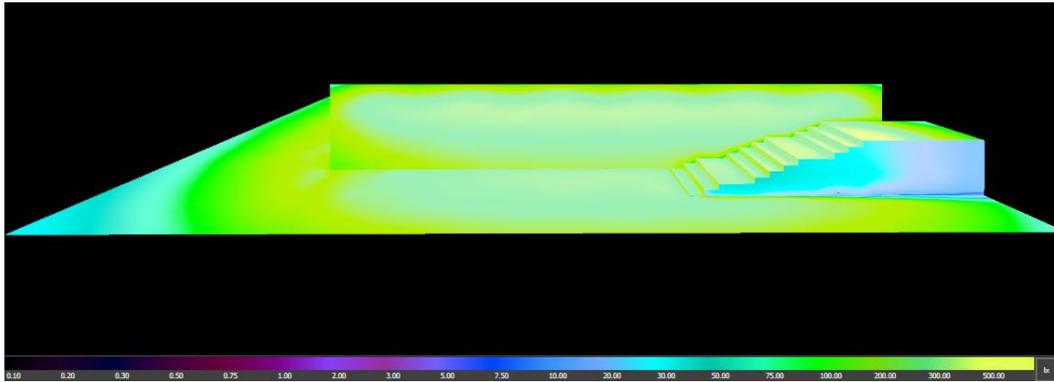
Nº	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Acceso Este	370 (200)	188	532	0,508	0,353
2	Acceso Oeste (Pasillo)	346 (200)	202	439	0,584	0,461
3	Acceso Oeste (Escaleras)	440 (200)	183	706	0,417	0,260

De esta manera se cumple lo estipulado por la Norma COVENIN 2249 [13], ya que todos los valores están por encima de los márgenes que la misma establece y se evidencia una mejora considerable en el valor de uniformidad media de las superficies de cálculo.

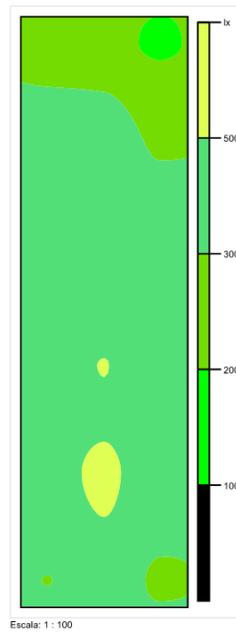
Las figuras 115 y 116 muestran las vistas panorámicas completas de los accesos Este y Oeste y las figuras 117, 118 y 119 muestran las vistas de planta de las distintas superficies de cálculo a través de la iluminación de los colores falsos.



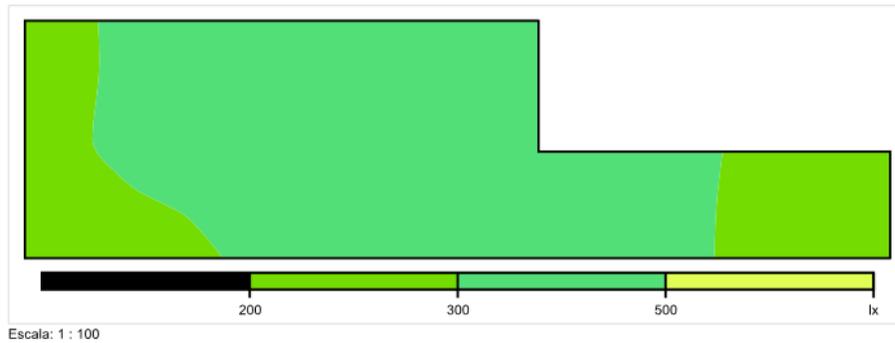
**FIGURA 115. Colores Falsos del Acceso Este (Panorámica) Sistema Propuesto.**



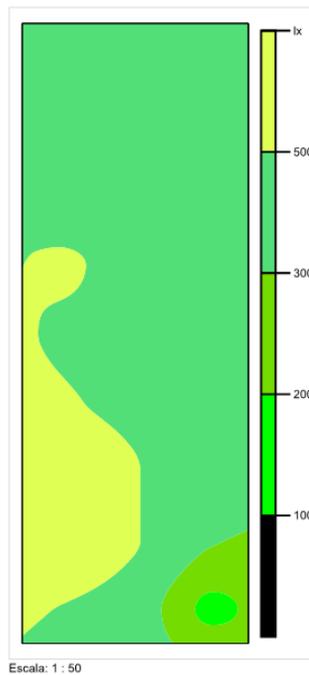
**FIGURA 116. Colores Falsos del Acceso Oeste (Panorámica) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 117. Colores Falsos de la rampa del Acceso Este (Planta) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 118. Colores Falsos del Pasillo del Acceso Oeste (Planta) Sistema Propuesto.**



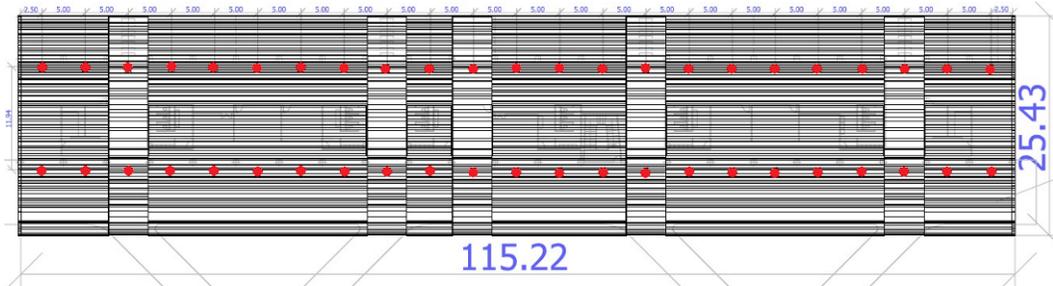
**FIGURA 119. Colores Falsos de las Escaleras del Acceso Oeste (Planta) Sistema Propuesto.**

#### **4.4.10. Tribunas techadas del Estadio Olímpico**

##### **4.4.10.1. Sistema Actual.**

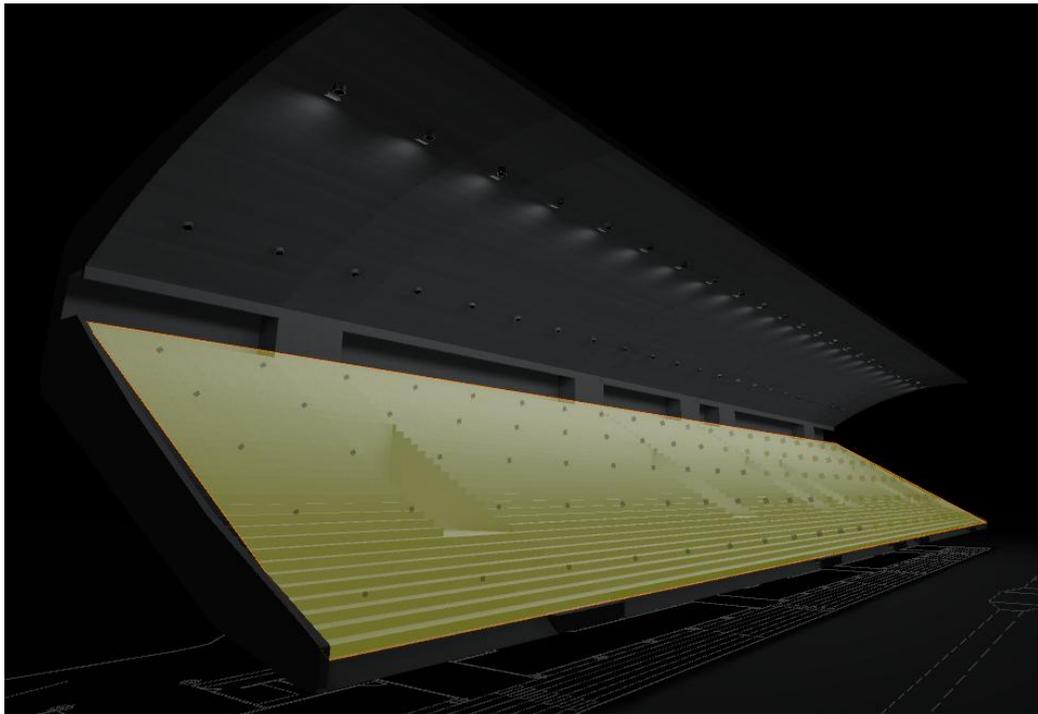
El sistema actual consta de cuarenta y seis (46) luminarias con lámparas “Philips HPL-N400W +GPK138 R-WB” (ver anexo 19), distribuidas como se observa en la figura 120. Como se mencionó al inicio de este capítulo este sistema se

encuentra actualmente inoperativo por los que solo se mostrará el plano de ubicación actual en su diseño original.



**FIGURA 120. Ubicación de las luminarias en las Tribunas techadas del Estadio Olímpico Sistema Actual**

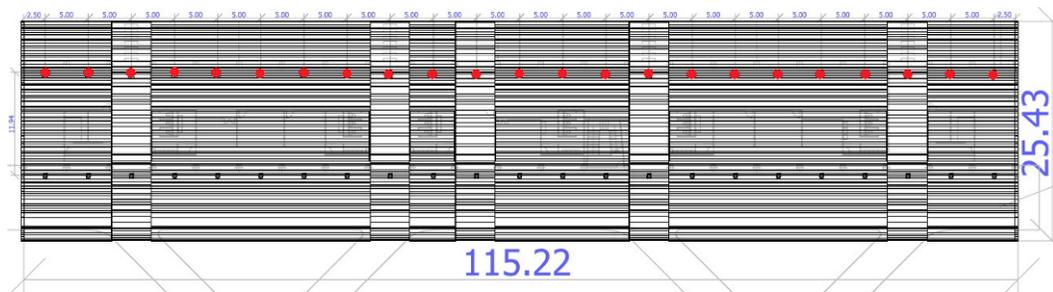
Para el presente estudio solo fue considerada la superficie representada en la figura 121, que para efectos de este trabajo especial es el área de interés.



**FIGURA 121. Superficie de cálculo del área de interés de las Tribunas techadas**

#### 4.4.10.2. Sistema Propuesto

El sistema propuesto consta de veintitrés (23) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en la figura 122. Igualmente se utilizará la superficie de cálculo mostrada en la figura 121. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 33.



**FIGURA 122. Ubicación de las Luminarias en las Tribunas techadas Sistema Propuesto**

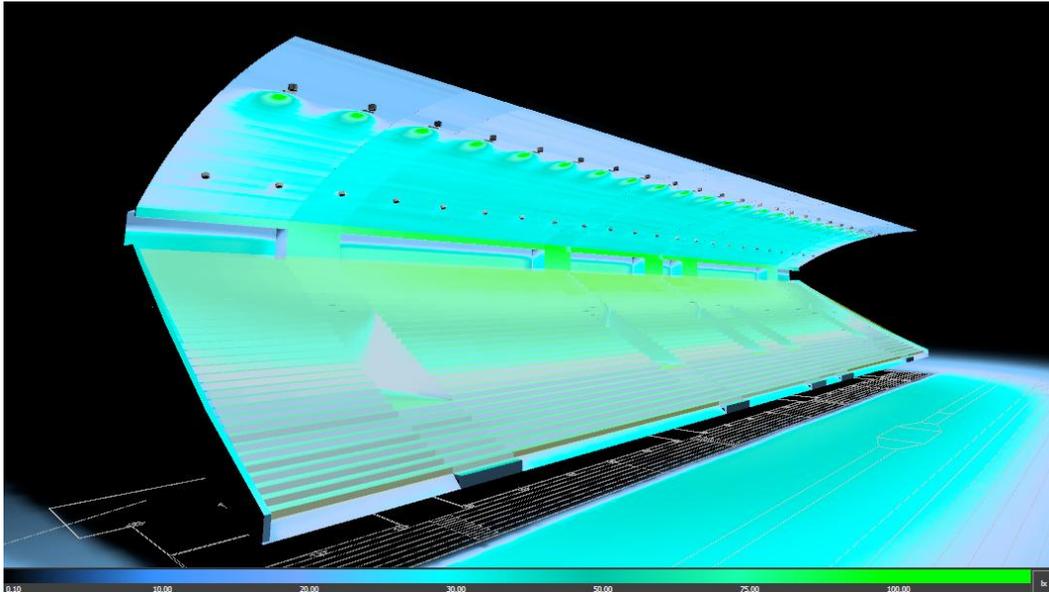
**TABLA 33. Valores de Iluminancias en las Tribunas techadas Sistema Propuesto**

Nº	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	77(30)	40	100	0,523	0,402

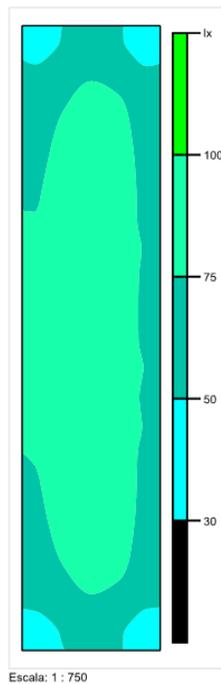
Se puede apreciar en la tabla anterior que el valor de iluminancia media está por encima del margen establecido por la Norma COVENIN 2249 [13], además de presentar una buena uniformidad media.

De la misma forma se puede mostrar la panorámica completa y la vista de planta del sistema propuesto, mediante la iluminación de los colores falsos y de esta manera se pueden comprobar los niveles iluminación. Es importante destacar que según los resultados arrojados por el software DIALux y como se muestra con más claridad en la figura 123 hay un aporte máximo por parte de las luminarias de esta

área de unos 7 lux sobre la fosa de arena de salto largo. Se puede mencionar además que no hay contaminación de la luminosidad de la cancha de futbol ya que el aporte que hacen estas luminarias sobre el área de juego no es significativo (menor a 3 lux).



**FIGURA 123. Colores Falsos de las Tribunas techadas (Panorámica) Sistema Propuesto.**



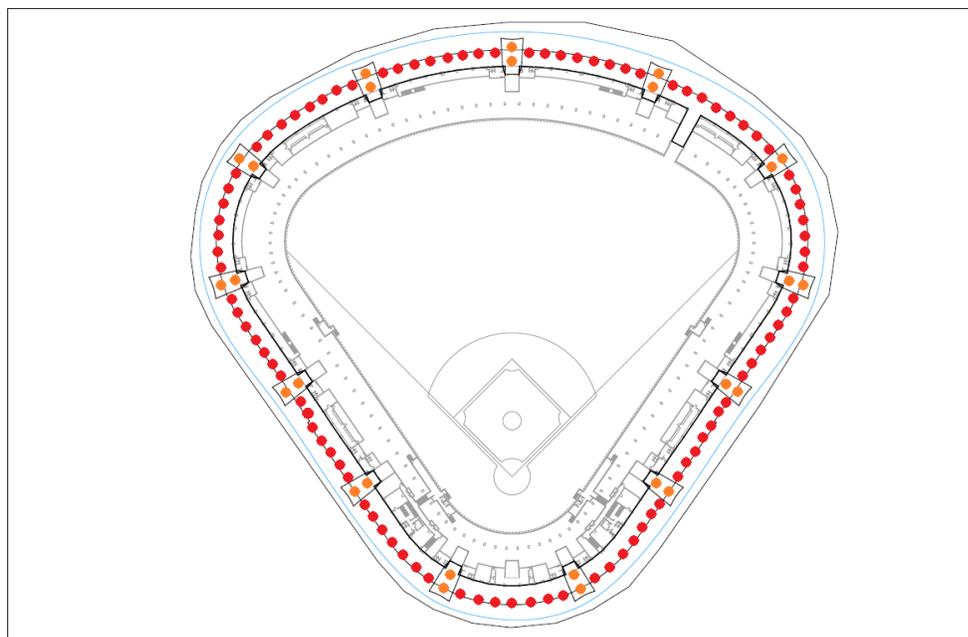
**FIGURA 124. Colores Falsos de las Tribunas techadas (Planta) Sistema Propuesto.**

#### 4.4.11. Fachada del Estadio de Béisbol.

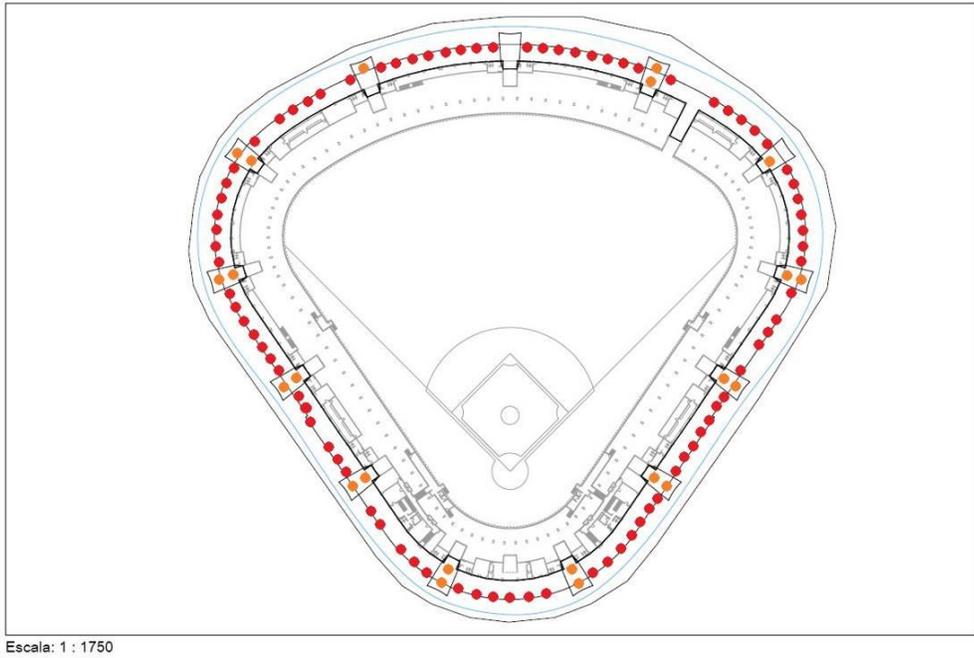
##### 4.4.11.1. Sistema Actual.

En toda su periferia el sistema actual consta de noventa y cinco (95) luminarias del tipo “Philips CDS504 PC SGR S” (ver anexo 8), con lámparas del tipo “Philips HPI-P250W-BU” (ver anexo 18), de las cuales diez (10) se encuentran inoperativas en la actualidad (Febrero 2014), y en los accesos el sistema actual consta de 26 luminarias del tipo “Philips TMS011” (ver anexo 3), con lámparas del tipo “Philips TL-D36W HFE R” (ver anexo 13), de las cuales ocho (8) se encuentran inoperativas en la actualidad (Febrero 2014).

La ubicación de las luminarias y la distribución de las luminarias operativas se observa en las imágenes siguientes respectivamente.

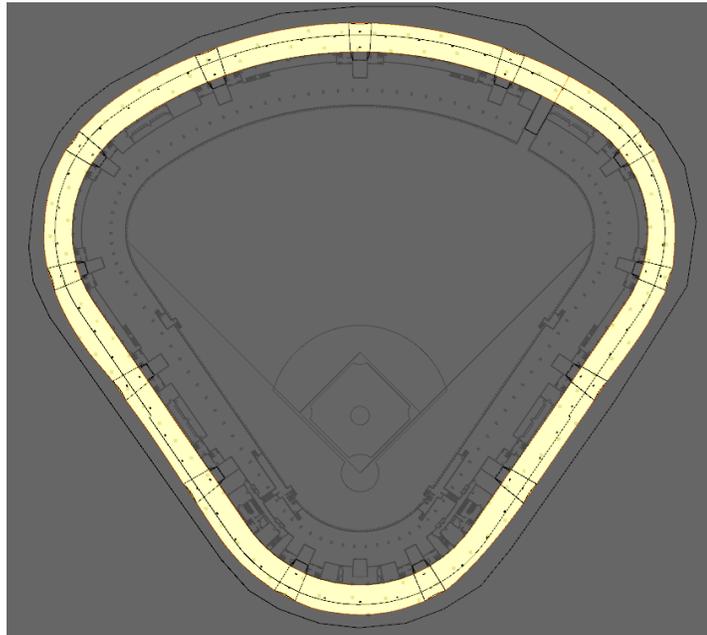


**FIGURA 125. Ubicación de las Luminarias en la Fachada del Estadio de Béisbol Sistema Actual.**



**FIGURA 126. Ubicación de las Luminarias Operativas en la Fachada del Estadio de Béisbol Sistema Actual.**

La superficie de interés se muestra en la figura 127 y se consiguieron como resultados de iluminancias los valores expresados en la tabla 34.



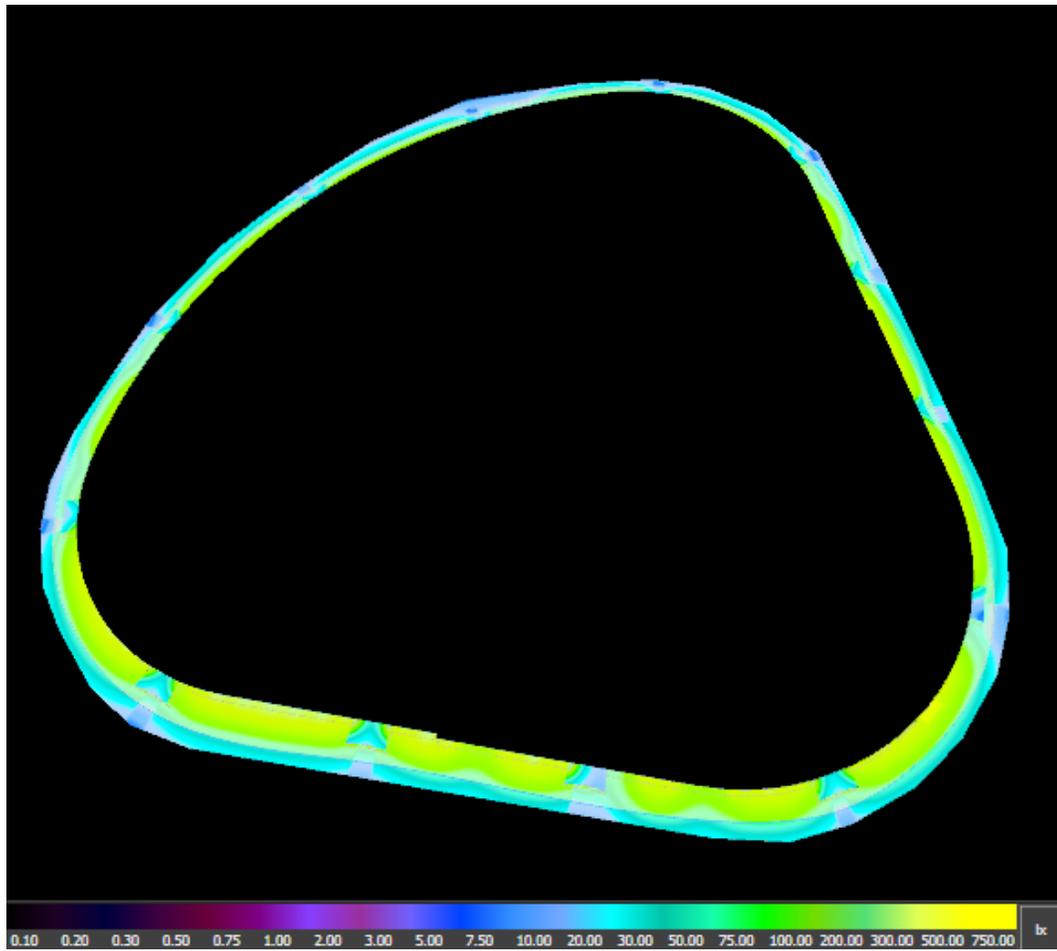
**FIGURA 127. Superficie de cálculo de la Fachada del Estadio de Béisbol.**

**TABLA 34. Valores de Iluminancias en la Fachada del Estadio de Béisbol Sistema Actual.**

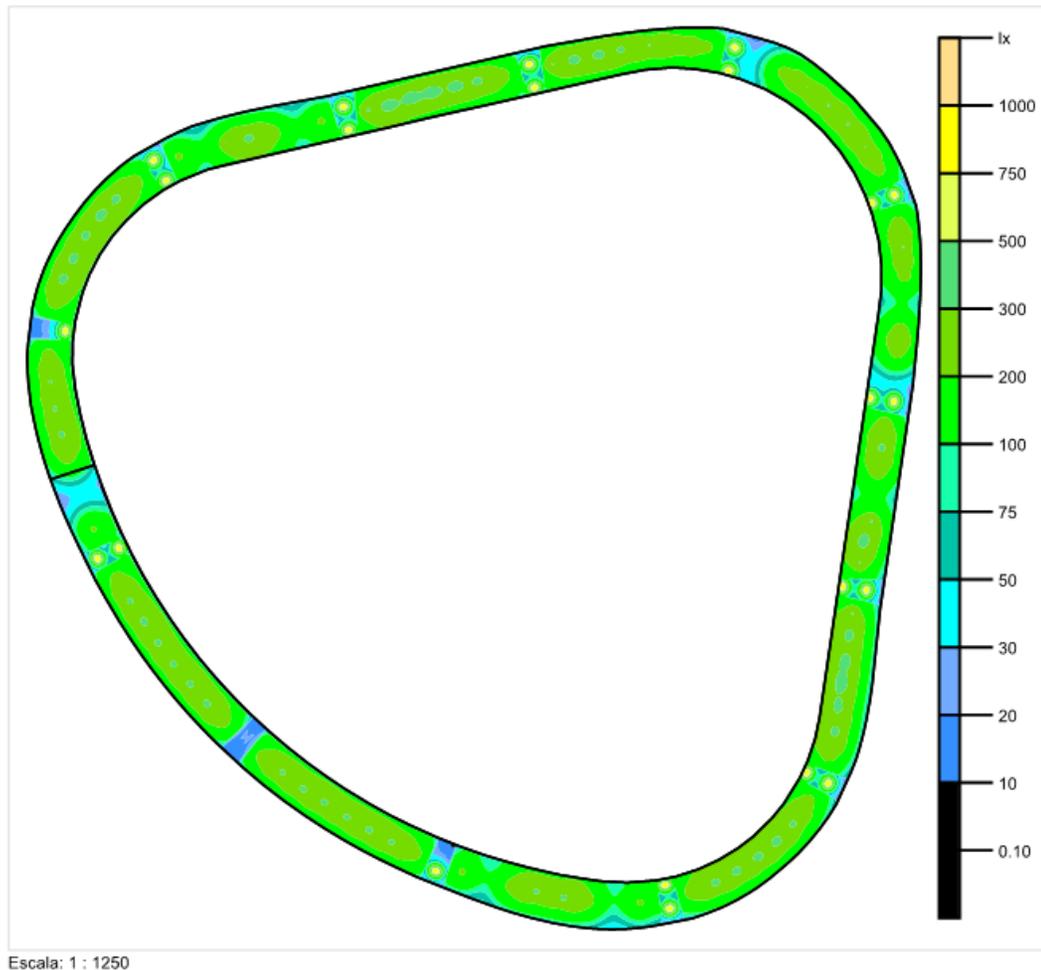
N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	185(25)	0	949	0,000(0,15)	0,000

La superficie de cálculo no se adecua con lo señalado por la Norma COVENIN 3290 [6], ya que el nivel de uniformidad media es inferior al planteado por la Norma para un área de circulación peatonal A1 cuyo valor debe ser mayor a 0,15.

En la figura 128 se muestra la vista panorámica completa de la superficie de cálculo y la figura 129 muestra la vista de planta de la Fachada del Estadio de Béisbol sistema actual mediante la iluminación de los colores falsos para comprobar los niveles de iluminación.



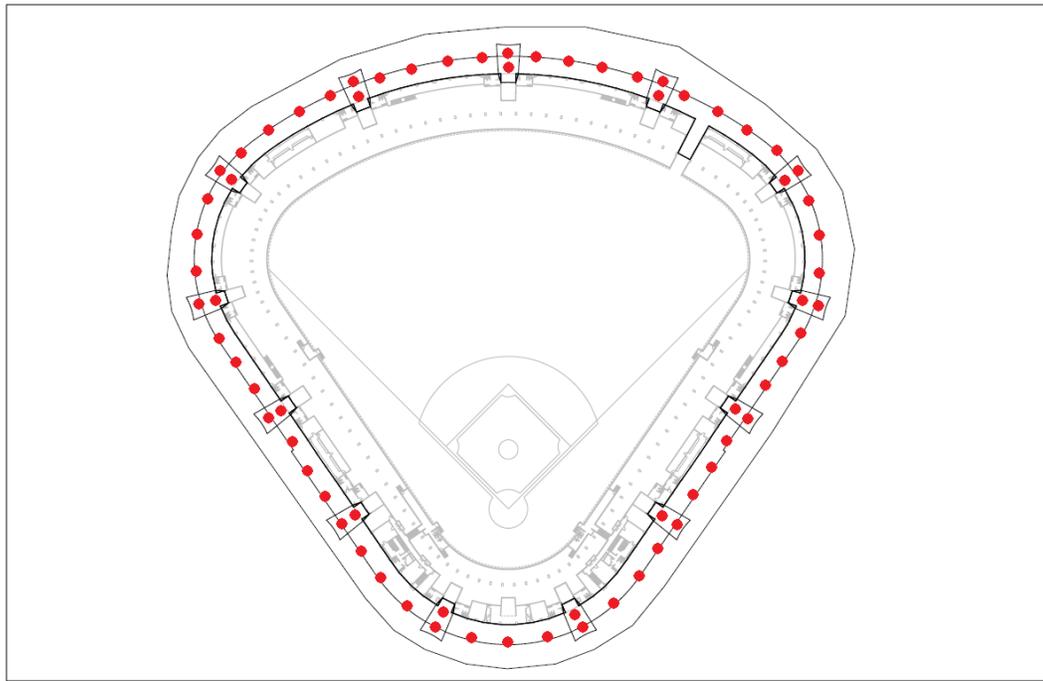
**FIGURA 128. Colores Falsos de la Fachada del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Actual.**



**FIGURA 129. Colores Falsos de la Fachada del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Actual.**

#### **4.4.11.2. Sistema Propuesto.**

El sistema propuesto consta de setenta y tres (73) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en la figura 130. Igualmente se utilizara la superficie de cálculo mostrada en la figura 127. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 35.



Escala: 1 : 1750

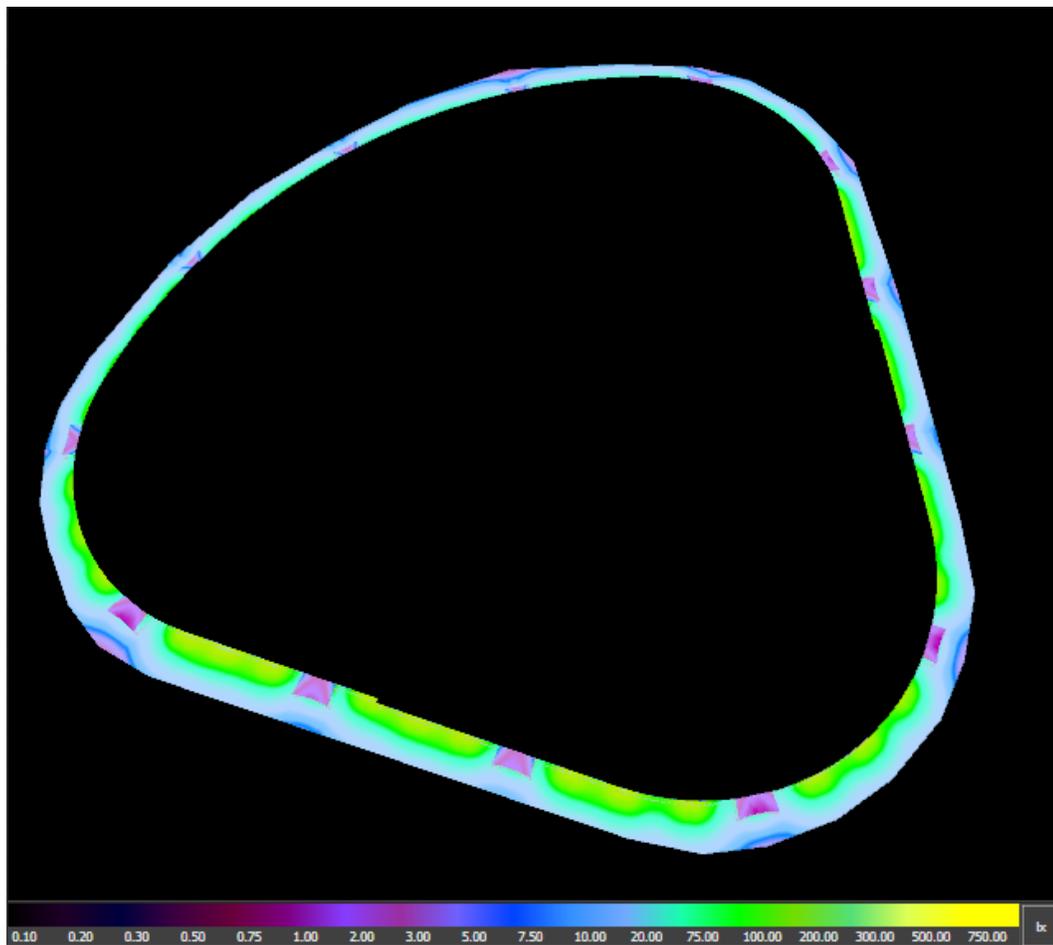
**FIGURA 130. Ubicación de las Luminarias en la Fachada del Estadio de Béisbol Sistema Propuesto**

**TABLA 35. Valores de Iluminancias en la Fachada del Estadio de Béisbol Sistema Propuesto.**

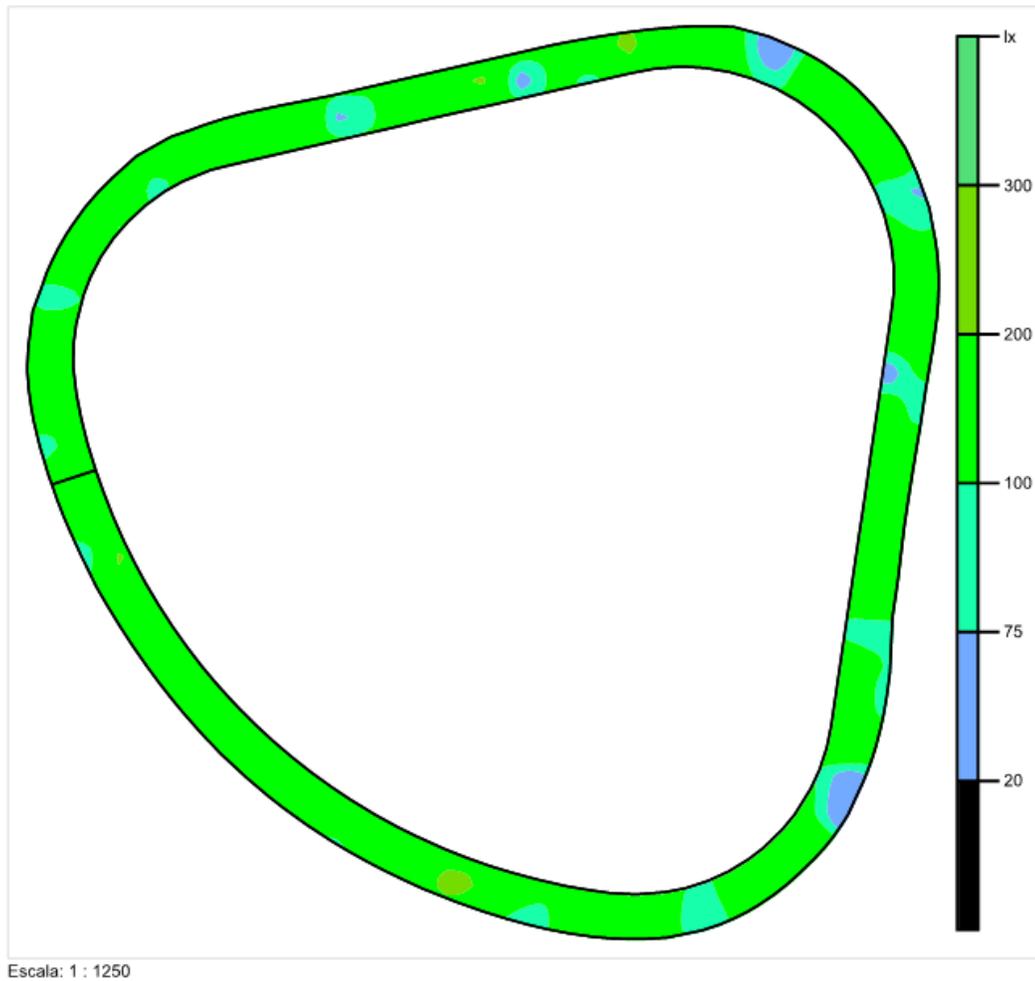
N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Superficie de cálculo 1	130(25)	37	219	0,282(0,15)	0,167

En esta oportunidad la superficie de cálculo cumple con lo estipulado por la Norma COVENIN 3290 [6], ya que todos los valores están por encima de los márgenes establecidos por la Norma.

En la figura 131 se muestra la vista panorámica completa de la superficie de cálculo y la figura 132 muestra la vista de planta de la Fachada del Estadio de Béisbol sistema propuesto mediante la iluminación de los colores falsos para comprobar los niveles de iluminación.



**FIGURA 131. Colores Falsos de la Fachada del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 132. Colores Falsos de la Fachada del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Propuesto.**

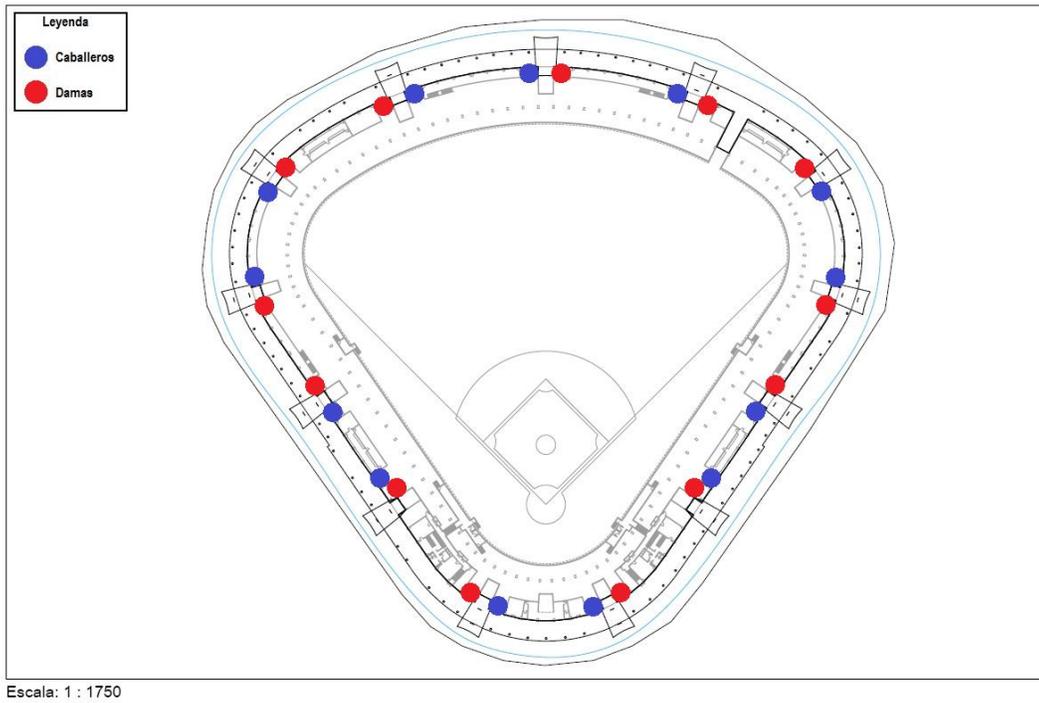
#### **4.4.12. Baños (fachada del estadio de béisbol)**

##### **4.4.12.1. Sistema Actual.**

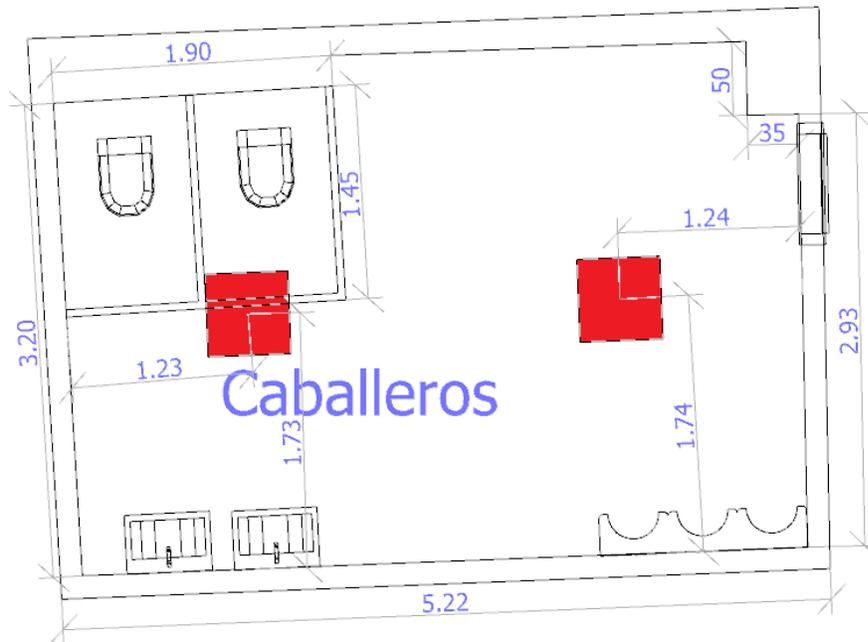
La fachada del Estadio de Béisbol posee un total de trece accesos a las tribunas, junto a cada uno de esos accesos se encuentra un par de baños, lo que suma un total de veintiséis baños (13 de caballeros y 13 de damas) distribuidos como se muestra en la figura 133, en su diseño original cada uno cuenta con un total de dos (2) luminarias del tipo “Philips TBS464 3x14W SQR D8 IPD-WH” (ver anexo 7), las cuales usan lámparas del tipo “Philips TL5-14W/830” (ver anexo 17), distribuidas

como se observa en la figura 134 para el baño de caballeros y en la figura 135 para el baño de damas.

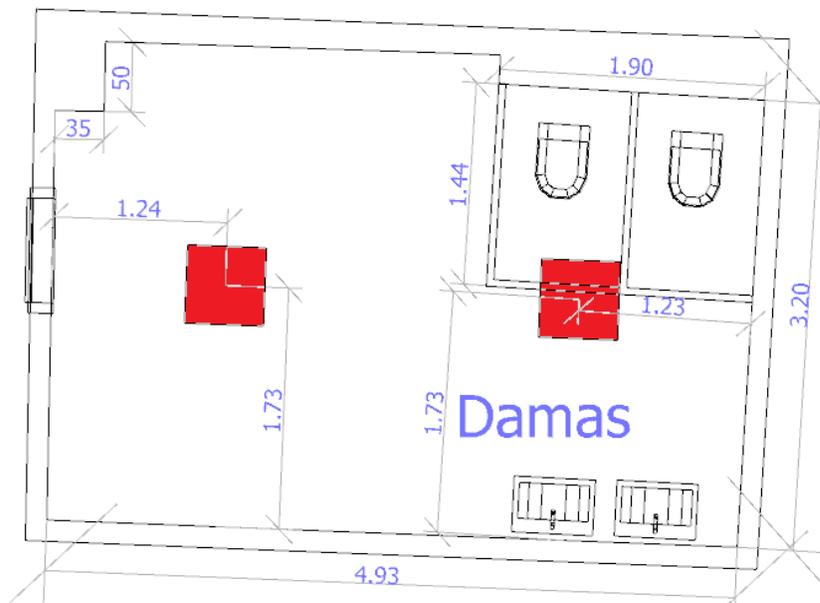
El total de los trece (13) baños de caballeros mantienen el mismo diseño arquitectónico, lo mismo sucede con los trece (13) baños de damas, por lo que para efectos de cálculo se tomó uno solo de cada uno para hacer el estudio de la iluminación.



**FIGURA 133. Ubicación de los baños de damas y caballeros en la fachada del Estadio de Béisbol.**



**FIGURA 134. Ubicación de las Luminarias de los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol Sistema Actual.**



**FIGURA 135. Ubicación de las Luminarias de los Baños de Damas del Estadio de Béisbol Sistema Actual.**

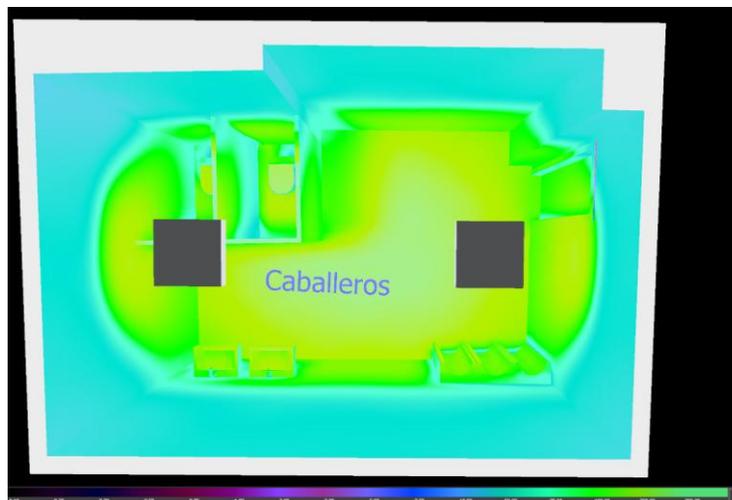
En este caso de estudio la superficie de interés está determinada por el área interior de los baños. Los valores de iluminancias para el sistema actual se muestran en la siguiente tabla.

**TABLA 36. Valores de Iluminancias en los Baños de la fachada del Estadio de Béisbol Sistema Actual.**

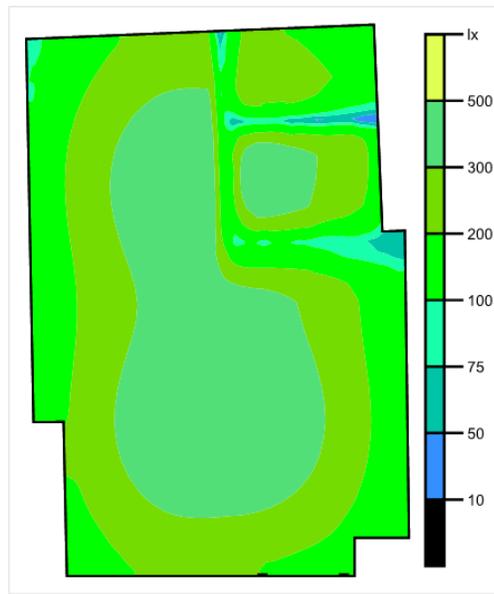
N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Baños Caballeros	250 (150)	25	392	0,101	0,064
2	Baños Damas	249 (150)	43	400	0,174	0,108

Se verifica que en los baños a los que se tiene acceso se cumple lo establecido por la Norma COVENIN 2249 [13], la cual establece una iluminancia media en servicio recomendada para Baños y Sanitarios Públicos es de al menos 150 lux.

Seguidamente se muestran las panorámicas completas y las vistas de planta de cada área de interés con el sistema actual, mediante la iluminación de los colores falsos y de esta manera se pueden comprobar los niveles iluminación.

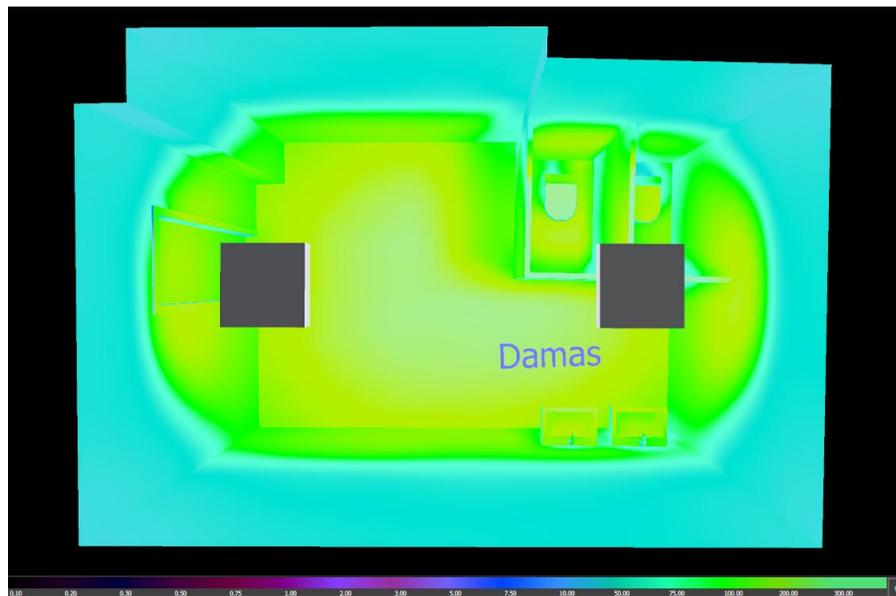


**FIGURA 136. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Actual.**

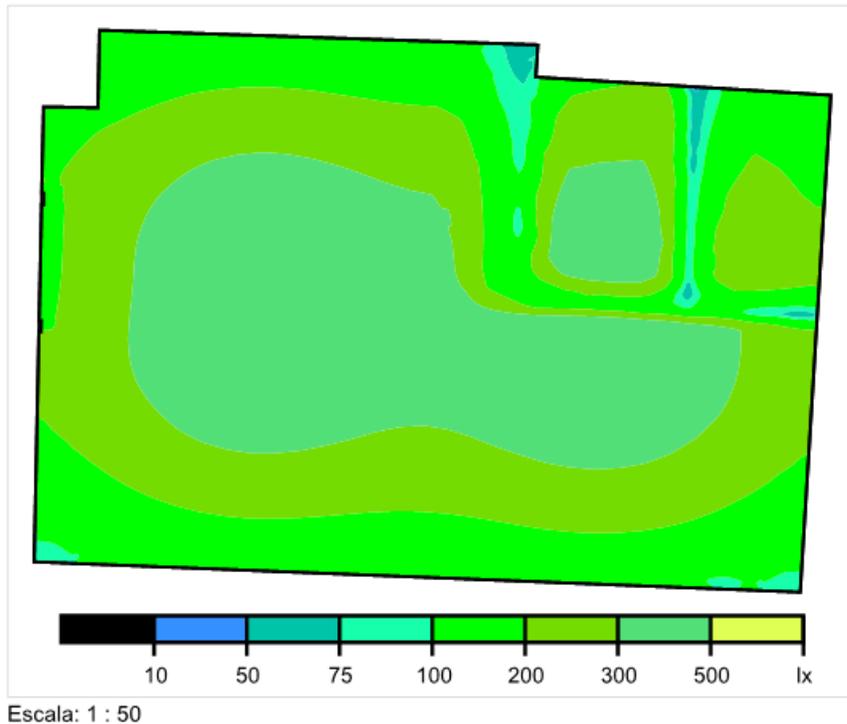


Escala: 1 : 50

**FIGURA 137. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Actual.**



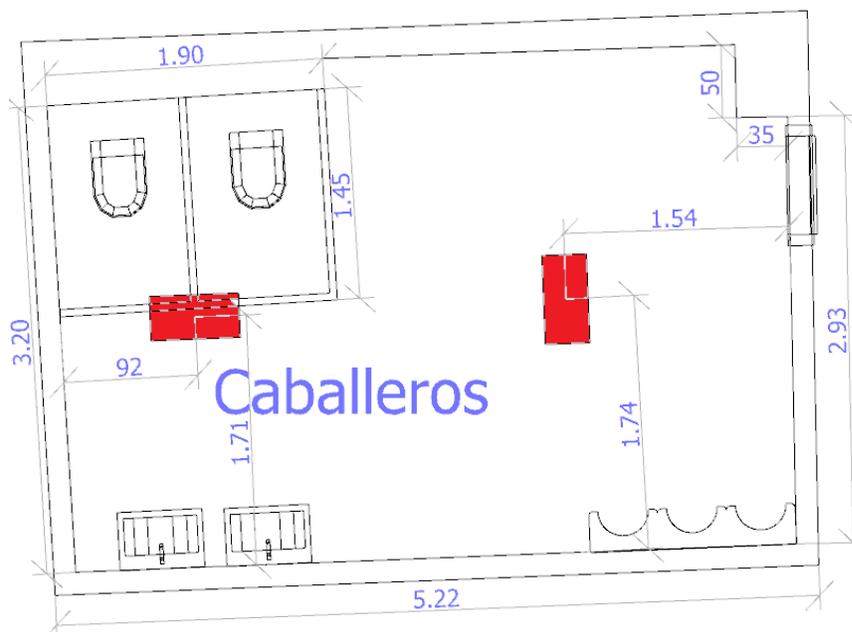
**FIGURA 138. Colores Falsos de los Baños de Damas del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Actual.**



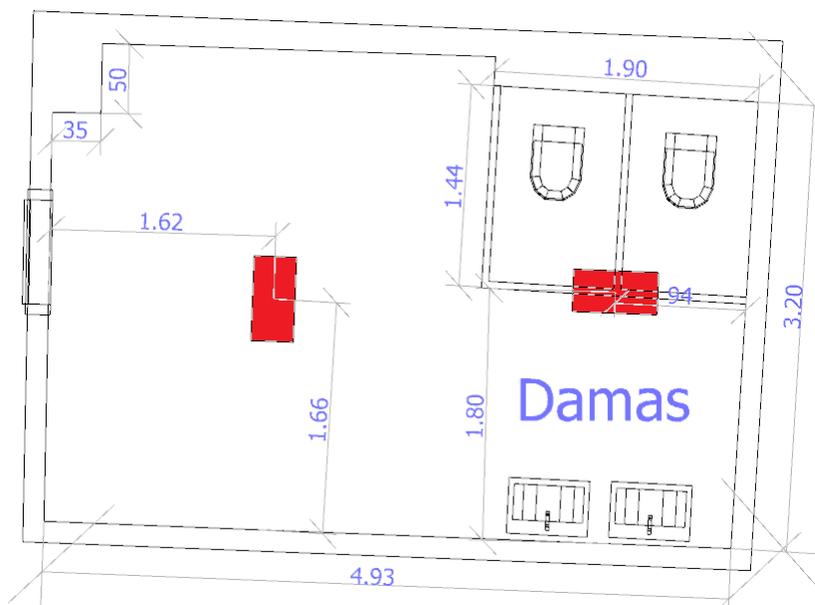
**FIGURA 139. Colores Falsos de los Baños de Damas del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Actual.**

#### **4.4.12.2. Sistema Propuesto.**

El sistema propuesto consta de cincuenta y dos (52) luminarias con lámparas “Bright Light Systems, Inc. BLP1000” (ver anexo 20), distribuidas como se observa en la figura 140 para el baño de caballeros y en la figura 141 para el baño de damas. Igualmente la superficie de cálculo es la delimitada por el área interna de los baños. Consiguiendo como resultados de iluminancias los valores mostrados en la tabla 37.



**FIGURA 140. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol Sistema Propuesto.**



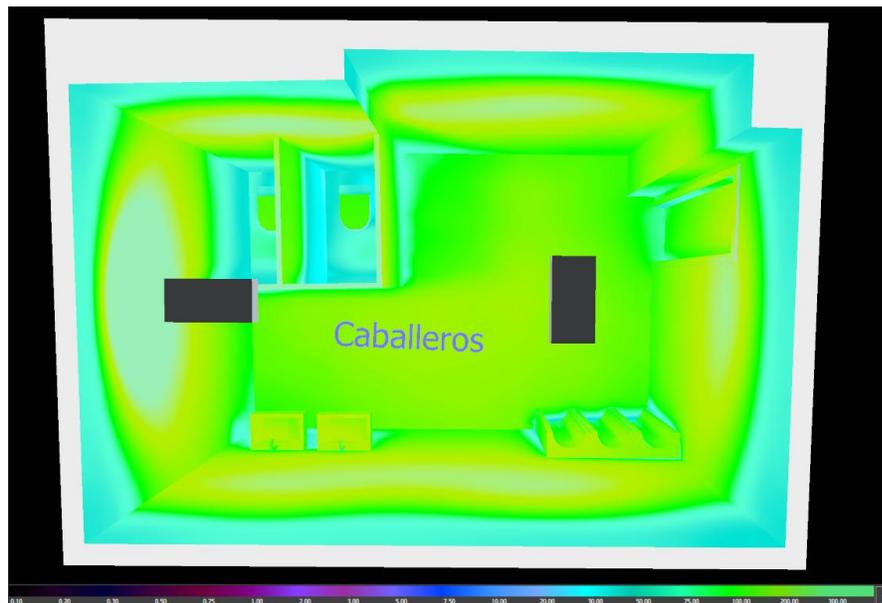
**FIGURA 141. Ubicación de las Luminarias en los Baños de Damas del Estadio de Béisbol Sistema Propuesto.**

**TABLA 37. Valores de Iluminancias en los Baños de la fachada del Estadio de Béisbol Sistema Propuesto.**

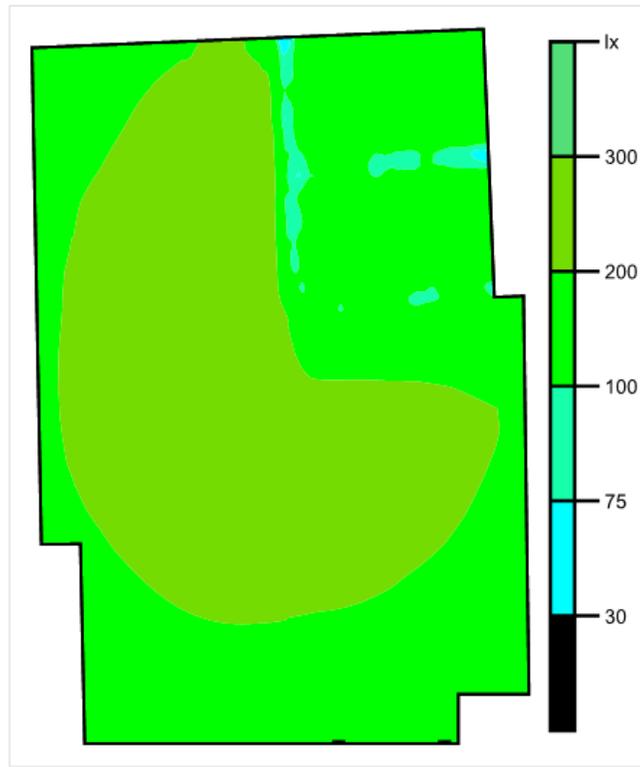
N°	Designación	Em [lux]	Emin [lux]	Emax [lux]	U1 Emin/Em	U2 Emin/Emax
1	Baños Caballeros	190 (150)	45	243	0,239	0,187
2	Baños Damas	191 (150)	60	246	0,316	0,245

Se puede apreciar en la tabla anterior que los valores están por encima de lo establecido por la Norma y en comparación con el sistema actual se obtiene una mejor uniformidad media.

Seguidamente se muestran las panorámicas completas y las vistas de planta de cada área de interés con el sistema propuesto, mediante la iluminación de los colores falsos y de esta manera se pueden comprobar los niveles iluminación.

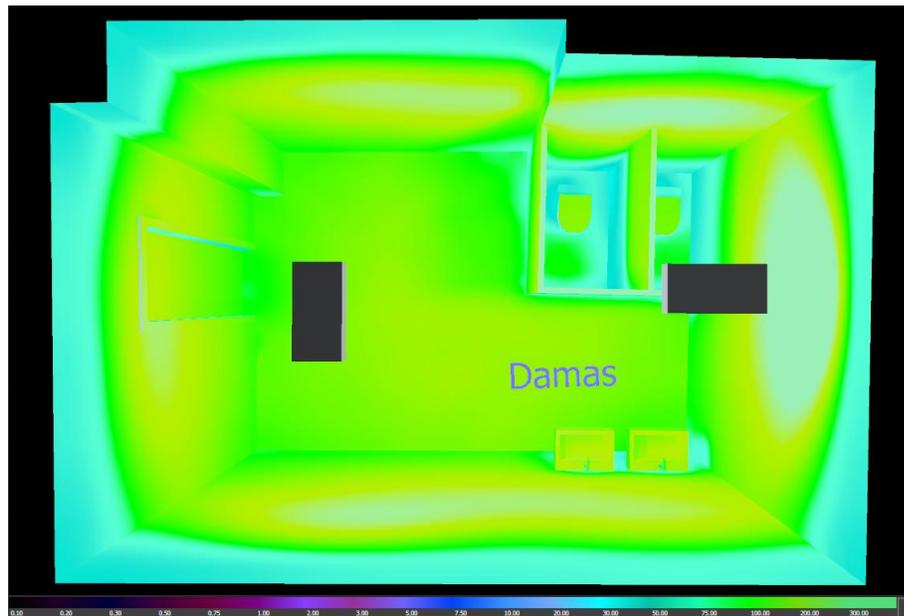


**FIGURA 142. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Propuesto.**

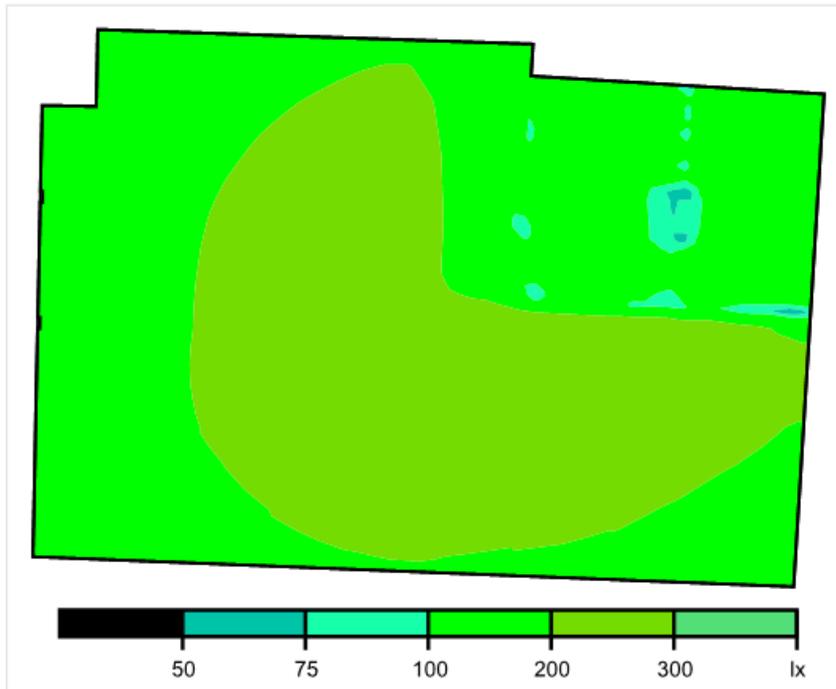


Escala: 1 : 50

**FIGURA 143. Colores Falsos de los Baños de Caballeros del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Propuesto.**



**FIGURA 144. Colores Falsos de los Baños de Damas del Estadio de Béisbol (Panorámica) Sistema Propuesto.**



Escala: 1 : 50

**FIGURA 145. Colores Falsos de los Baños de Damas del Estadio de Béisbol (Planta) Sistema Propuesto.**

En la siguiente tabla se muestra la comparación de los niveles de iluminación experimentales tomando en cuenta el cumplimiento de la norma por cada área de estudio.

**TABLA 38. Comparación de niveles de iluminación experimentales.**

Área	Superficie de calculo	Cumple la norma		Em NORMA (Lux)	Em SIMUL.- Actual (Lux)	Em SIMUL.- Propuesto (Lux)	U1 NORMA	U1 SIMUL.- Actual	U1 SIMUL.- Propuesto
		SI	NO						
Estacionamiento	1		X	15	0	50	0,20	0,000	0,255
	2		X		0	29		0,000	0,750
	3		X		0	30		0,000	0,243
Mezzanina	1		X	25	54	65	0,20	0,002	0,230
Fachada Estadio Olímpico	1		X	25	50	90	0,15	0,000	0,300
Fachada Estadio de Béisbol	1		X	25	185	130	0,15	0,000	0,282
Edificio Anexo	1		X	200	161	283	-	-	-
Pasillo (piso 1)	1		X	200	98	200	-	-	-
Pasillo (PB)	Pasillo Este	X		200	442	205	-	-	-
	Pasillo Oeste	X			461	210	-	-	-
Accesos a PB	Este		X	200	0	370	-	-	-
	Oeste (pasillo)		X		18	346	-	-	-
	Oeste (escaleras)		X		122	440	-	-	-
Tribunas	1		X	30	0	77	-	-	-
Baños (piso 1)	Caballeros	X		150	221	199	-	-	-
	Damas	X			224	208	-	-	-
Baños (fachada estadio olímpico)	Caballeros		X	150	0	171	-	-	-
	Damas		X		0	200	-	-	-
Baños (fachada estadio de béisbol)	Caballeros	X		150	250	190	-	-	-
	Damas	X			249	191	-	-	-

#### **4.5. Luminaria BRIGHT LIGHT SYSTEMS BLP1000 y adecuación del sistema eléctrico para su alimentación.**

Las luminarias de tecnología LEP elegidas para el sistema propuesto tienen un alto desempeño lumínico, un elevado índice de rendimiento de color, baja depreciación del flujo luminoso en el tiempo y una mayor vida útil que las luminarias convencionales presentes en el sistema actual (ver anexo 20), siendo estas propiedades las más influyentes para la selección de dichas luminarias, pero además uno de los puntos clave para la selección es la capacidad para regular la potencia de salida de la misma hasta un mínimo del 20% utilizando un receptor inalámbrico que trabaja con el estándar IEEE 802.15.4 y puede ser controlado utilizando un sistema de gestión de iluminación.

##### **4.5.1. Características técnicas de la luminaria**

La luminaria BRIGHT LIGHT SYSTEMS BLP1000 cuenta con las siguientes características

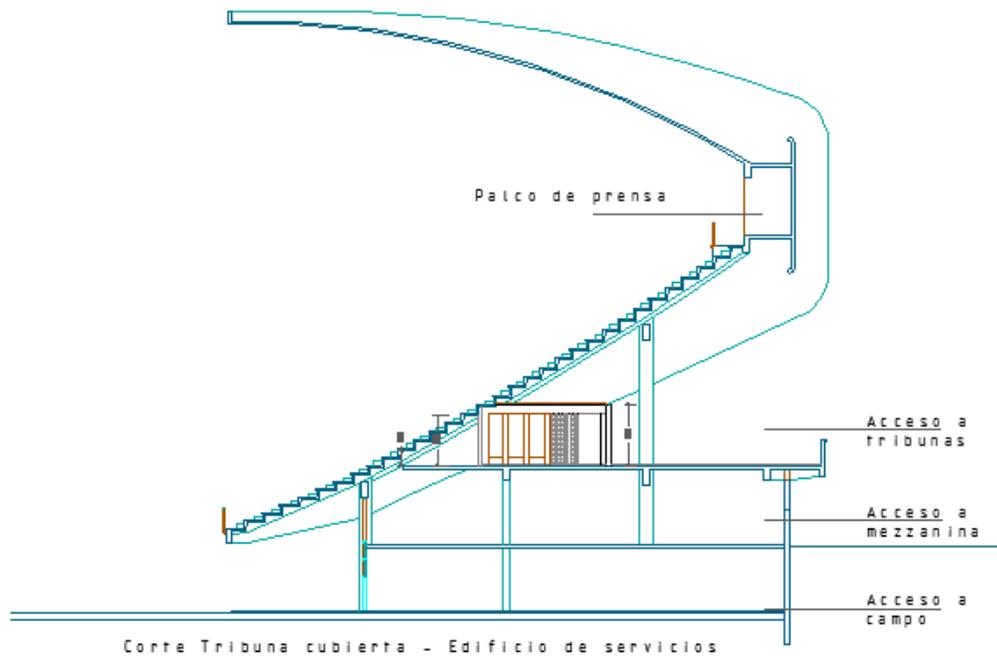
- Eficacia Luminosa = 85 lum/W)
- IRC = 75%
- Depreciación Flujo Luminoso = 70% a las 50.000 h
- Temperatura de Color = 5200°K
- Rango de Atenuación = 20 – 100 %
- Tensión de Entrada = 90V - 277V / 347V – 480V 50/60 Hz
- Tiempo de Encendido = 40 segundos
- Tiempo de Reencendido = 2 minutos
- Vida útil = 50.000 horas
- Contenido de mercurio inferior comparado con tecnologías convencionales (fluorescentes, HID, etc.) [21]

#### **4.5.2. Sistema de Gestión de Iluminación BLMS (Bright Light Management System)**

El sistema BLMS de Bright Light Systems es una interfaz de gestión, monitoreo y reporte de iluminación centralizado. El uso de este sistema en conjunto con la luminaria BLP100 puede llegar a lograr un ahorro energético de hasta el 30% ya que en el mismo se tiene la capacidad de regular la iluminación dependiendo del tipo de actividad que se desempeñe en las áreas de aplicación, además de arrojar datos del consumo energético en tiempo real, dar información sobre el mantenimiento de la lámpara y ofrecer control de encendido/apagado manual o programado; y todo esto de manera presencial o remota.

Para la implementación del sistema BLMS se requiere el acondicionamiento de un área identificada como el centro de control donde se ubicarán todos los componentes necesarios para el correcto funcionamiento de dicho sistema.

La ubicación propuesta para el centro de control es el área central de los palcos de prensa de las tribunas techadas del estadio olímpico ya que las mismas cuentan con las características técnicas para la implementación de un centro de mando con sus equipos electrónicos asociados. Además estas áreas cuentan con un personal de seguridad que custodia el acceso a dicha zona y operativamente representan una ubicación estratégica para verificar el funcionamiento de las lámparas de las tribunas techadas así como parte de la iluminación de los accesos del estadio olímpico.



**FIGURA 146. Ubicación palco de prensa en las tribunas techadas del Estadio Olímpico (Propuesta de ubicación del centro de control con BLMS)**



**FIGURA 147. Pantalla principal del software del sistema BLMS**

### 4.5.3. Adecuación del sistema eléctrico

Luego de hacer el diagnóstico del estado actual de las instalaciones eléctricas asociadas al alumbrado, donde se determinó principalmente su estado de deterioro, se plantea la proyección de la adecuación del sistema eléctrico para el correcto funcionamiento de la luminaria BLP1000 en todas las áreas de estudio tomando en

cuenta la potencia de consumo de los grupos de luminarias por zona y las canalizaciones asociadas. Para efectos prácticos este estudio se hizo tomando en cuenta solo los circuitos ramales que alimentan directamente al sistema propuesto.

#### **4.5.3.1. Conductores eléctricos**

En un proyecto de iluminación es fundamental la realización de los cálculos eléctricos relativos a los circuitos de alimentación, generalmente de baja tensión, para la determinación de las características de los conductores eléctricos asociados a la instalación.

Los criterios por capacidad de corriente, por caída de tensión y por capacidad por cortocircuito serán en los que se basa el cálculo del calibre de los conductores siendo la opción a elegir la que proporcione un mayor calibre del conductor.

- **Calculo del calibre de los conductores por el criterio de capacidad de corriente:**

Los niveles de tensión a diseñar para satisfacer el consumo de energía eléctrica correspondiente a las luminarias de las áreas de estudio del Estadio Olímpico y del Estadio Universitario se especificarán siguiendo los criterios correspondientes para tensiones normalizadas en baja tensión, para lo cual se recomienda instalaciones trifásicas de 4 hilos de niveles de tensión de 120/208 V.

Para calcular el calibre de los conductores por el criterio de capacidad de corriente será necesario clasificar las áreas tomando en cuenta el número de luminarias y su consumo.

Se calculará la corriente que circula en cada una de las 3 fases y en el neutro, utilizando para ello la siguiente ecuación, que expresa la corriente que circula por cada una de las fases en un sistema trifásico:

$$I = \frac{\text{Potencia total carga conectada}}{\sqrt{3} \cdot V_{\text{línea}} \cdot fp}$$

**ECUACIÓN 8. Corriente por fase**

Dónde:

I: Corriente cada una de la fases (A).

Potencia Total carga Conectada: Potencia total de las cargas conectadas por área.

$V_{\text{línea}}$ : Tensión de línea (V).

fp: Factor de potencia de la carga.

A fin de elegir el calibre de los conductores por capacidad de corriente, una vez calculadas las intensidades de cada uno de los tramos de la instalación, se utilizará la tabla 310.16 del C.E.N. [14] correspondiente a las ampacidades máximas admisibles de los conductores aislados para tensiones de 0 a 2000 V, previo de considerar las secciones 210.19 y 215.2 (A) (1) del C.E.N. [14] las cuales especifican para el caso de circuitos ramales y circuitos alimentadores respectivamente, que el conductor tendrá una capacidad de corriente no menor del 125 % de la carga continua.

- **Calculo del calibre de los conductores por el criterio de máxima caída de tensión permitida:**

El C.E.N. [14] en la nota N° 2 de la sección 215.2 especifica que para instalaciones de baja tensión para el caso de alimentadores la variación de tensión máxima no debe superar el 3 % mientras que en la nota N° 4 de la sección 210.19 se

especifica que para el caso de circuitos ramales la variación de tensión máxima tampoco debe superar el 3 %.

Para calcular el calibre de los conductores en los tramos de cada área por el criterio de caída de tensión del conductor es necesario calcular la caída de tensión con la ayuda de la siguiente ecuación, la cual representa el máximo porcentaje de caída de tensión por cada una de las fases.

$$\Delta V \% = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot Z_{eficaz}}{V_{linea}}$$

**ECUACIÓN 9. Porcentaje de caída de tensión por fase**

Dónde:

$\Delta V$  %: Máximo porcentaje de caída de tensión. (%)

I: Corriente que circula por el conductor. (A)

L: Longitud del conductor. (Km)

$V_{linea}$ : tensión de línea (V).

$Z_{eficaz}$ : impedancia eficaz del conductor @ FP= 0,85

- **Calculo del calibre de los conductores por el criterio de capacidad de máximo cortocircuito:**

Una vez calculado el conductor por el criterio de capacidad de corriente y por el criterio de caída de tensión, es necesario verificar si el conductor elegido cumple con las capacidades de cortocircuito dados por la siguiente ecuación:

$$S > \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}}}{149}$$

**ECUACIÓN 10. Verificación de la capacidad de cortocircuito**

Dónde:

S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

Icc: Corriente de cortocircuito (A).

tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)  $0,1 \text{ s} < t < 5 \text{ s}$

Según la norma UNE 20-460-90 [22] en su parte 4-43 titulada instalaciones eléctricas en edificios, especifica que la ecuación 10 es válida para tiempos mayores a 0,1 s y menores a 5 s, a su vez dicha ecuación considera el hecho de que el conductor se comporta de manera adiabática durante el cortocircuito.

Luego de realizar los cálculos tomando en cuenta los tres criterios de selección se determinó que los conductores más adecuados para la implementación del sistema propuesto, según lo establecido por el C.E.N. [14], son el # 12 AWG Cu-THW para las áreas del estacionamiento, el edificio anexo, el pasillo de mezzanina, el pasillo de planta baja, la fachada del estadio de béisbol y los baños, y el # 10 AWG Cu-THW para las áreas del pasillo del piso 1, la fachada del estadio olímpico y las tribunas techadas. Los resultados reportados son convenientes para la adecuación del sistema eléctrico ya que los conductores utilizados en el sistema actual superan o igualan las características requeridas por el sistema propuesto.

Según las consideraciones de los cálculos hechos y el diagnóstico del sistema actual se hace conveniente la ubicación de los conductores en tuberías de hierro galvanizado, sin rosca tipo EMT embutida o fijada a superficie, diámetro de  $\frac{3}{4}$ " (23,1mm) y 2" (51 mm) según lo establecido por el C.E.N. [14] y de esta manera se pueden reutilizar, en el caso de desmontaje de canalizaciones defectuosas, parte de las tuberías ya existentes.

En la siguiente tabla se muestran las condiciones y los componentes que deben tomarse en cuenta para la adecuación del sistema eléctrico actual para la implementación de la propuesta

**TABLA 39. Condiciones y componentes para la adecuación del sistema eléctrico.**

<b>CONDICIONES GENERALES.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hacer el diagnóstico general de las instalaciones tomando en cuenta el estado actual del sistema eléctrico asociado a la iluminación, estado actual de las luminarias, lámparas y canalizaciones, y las condiciones del área de trabajo.</li><li>• Hacer el desmontaje de la red actual (Luminarias, lámparas y canalizaciones defectuosas).</li></ul>
<b>CONDICIONES DE LOS MATERIALES.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Certificar que los materiales a utilizar, sean de primera calidad y cumplen como mínimo las exigencias del C.E.N. [14].</li><li>• Se deben utilizar materiales de línea de empresas reconocidas en el mercado para facilitar posibles ampliaciones o mejoras en las instalaciones.</li><li>• Se deben anexar las correspondientes certificaciones, por parte del contratista.</li></ul>
<b>CANALIZACIONES.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• La instalación de todos los conductores del sistema eléctrico debe hacerse utilizando ductería EMT con todos sus accesorios de anclaje y cajas de paso.</li></ul>
<b>SISTEMA ELÉCTRICO.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Los trabajos de instalación deben ser supervisados por un ingeniero electricista, el cual debe ser parte del equipo de trabajo de este proyecto.</li><li>• Las instalaciones del sistema eléctrico deberán ejecutarse teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el C.E.N. [14] o en las normas internacionales que rigen la materia.</li></ul>
<b>SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• La selección de los componentes la establecen las exigencias de la propuesta.</li><li>• La luminaria de tecnología LEP a utilizar se establece por las características lumínicas y eléctricas de la misma.</li><li>• Aplicando los preceptos de los conductores estos deben ser especificados teniendo en cuenta los límites de intensidad de corriente establecidos en el artículo 310 – Numeral 15 del C.E.N. [14]. La instalación de todos los conductores del sistema eléctrico, debe hacerse utilizando ductería EMT necesaria, buscando mantener condiciones de estética. Los tubos deben ser colocados debidamente en su lugar dejando techos, pisos y muros en su estado original.</li><li>• Postes y herrajes: La selección de los postes se establece por la altura de montaje y el peso requerido por las luminarias de tecnología LEP.</li></ul>
<b>COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conductores: # 10 AWG Cu-THW y #12 AWG Cu-THW.</li><li>• Tuberías: Hierro Galvanizado, Tipo EMT de ¾” y 2”.</li><li>• Postes y herrajes: Postes de 9 m con pernos de anclaje y herrajes para montaje de luminarias.</li><li>• Luminarias: Bright Light Systems BLP1000.</li></ul>
<b>CIRCUITOS ELÉCTRICOS.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cada circuito ramal llevará su conductor de neutro y tierra independientes, del mismo calibre del conductor activo e irán debidamente marcados con el número de circuito al que pertenecen en el tablero general.</li><li>• Se utilizarán conductores # 10 AWG Cu-THW y #12 AWG Cu-THW, de acuerdo con la carga y regulación que no debe sobrepasar el 5% en el extremo más lejano de cada circuito.</li><li>• Los conductores deben ser de fabricación reconocida y homologada nacionalmente y llevar grabado en su aislamiento las características mínimas como: Calibre, Aislamiento y Marca. Se prefiere que todos los conductores utilizados sean de la misma marca.</li></ul>
<b>SISTEMA DE GESTIÓN DE ILUMINACIÓN.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• El sistema de gestión de iluminación debe ser implementado de manera de garantizar la confiabilidad y la seguridad del sistema.</li><li>• Se debe acondicionar un centro de control con todos los componentes necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos asociados al sistema BLMS.</li></ul>

#### 4.6. Estimación de Costos.

Para la estimación se realizó un cálculo aproximado del costo del sistema propuesto para la obtención de los materiales antes expuestos; esto se efectuó consultando diversos fabricantes.

En el caso de los precios de los materiales que fueron proporcionados en moneda extranjera se efectuó la conversión a fin de mostrar su equivalente en moneda nacional, adicionándole un factor del 44,96% a la tasa de cambio (SICAD II Mayo 2014) que incluye costos de envío (\$1,7 por libra), el combustible por flete internacional (\$0,3 por libra), el manejo aduanal (\$2 por unidad), el flete nacional (\$1 el transporte de una unidad por día), el IVA (12% sobre el precio del producto), el seguro (7% sobre el precio del producto) y los impuestos aduanales(18% sobre el precio del producto por pertenecer al rubro Luminarias) según las regulaciones de ley actuales en nuestro país [26]. El factor se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$F = \frac{(CL \cdot IVA \cdot S \cdot IA + MA + FN + PL \cdot (CE + C)) \cdot 100}{CL} - 100$$

**ECUACIÓN 11. Determinación factor de costo. [26]**

Dónde:

F: Factor de costo

CL: Costo de la Luminaria.

IVA: Impuesto al valor agregado.

S: Seguro por producto.

IA: Impuesto aduanal por rubro.

MA: Manejo aduanal por unidad.

FN: Flete Nacional por unidad.

PL: Peso de la luminaria en libras.

CE: Costo de envío por libra.

C: Costo de combustible por libra.

El propósito de las siguientes tablas es definir cuál sería el monto requerido para la implementación del sistema de iluminación LEP, alimentado por el sistema de alimentación actual, este presupuesto puede tomarse como referencia para una futura implementación de la propuesta tomando en cuenta que los precios de los materiales y la mano de obra tienen una vigencia en el tiempo que depende de los niveles de inflación y del índice nacional de precios al consumidor. Adicionalmente hay que acotar que existen otros coeficientes que pueden afectar los precios como el factor de costos asociado al salario, el factor de desperdicio de materiales y los gastos administrativos de la obra.

La estimación de días de trabajo se tomó considerando el rendimiento que se define como la cantidad de obra efectuada por el operario en un tiempo determinado. El rendimiento, la distribución de la cuadrilla de trabajo y los jornales de la mano de obra fueron tomados de las tablas referenciales del Colegio de Ingenieros [28] y del programa de control de obras APV [27].

**TABLA 40. Estimación de Costos de Materiales.**

Materiales	Áreas	Cant.	Unidad	P.U. (US\$)	Índice de reajuste y conversión	P.U. (BsF.)	Costo Total (BsF.)
LUMINARIAS BLP1000	Estacionamiento	18	pza	2900	72,45	210.107,92	3.781.942,62
	Edificio Anexo	13	pza	2900	72,45	210.107,92	2.731.403,00
	Mezzanina	21	pza	2900	72,45	210.107,92	4.412.266,39
	Planta Baja	19	pza	2900	72,45	210.107,92	3.992.050,54
	Piso 1	13	pza	2900	72,45	210.107,92	2.731.403,00
	Baños (Piso 1)	18	pza	2900	72,45	210.107,92	3.781.942,62
	Baños (Fachada Olímpico)	40	pza	2900	72,45	210.107,92	8.404.316,93
	Fachada Estadio Olímpico	73	pza	2900	72,45	210.107,92	15.337.878,39
	Accesos Laterales	12	pza	2900	72,45	210.107,92	2.521.295,08
	Tribunas Techadas	23	pza	2900	72,45	210.107,92	4.832.482,23
	Fachada Estadio de Béisbol	43	pza	2900	72,45	210.107,92	9.034.640,70
	Baños (Fachada Béisbol)	52	pza	2900	72,45	210.107,92	10.925.612,01
SISTEMA BLMS		1	pza	9000	49,98	449.820,00	449.820,00
POSTE DE ACERO H = 9 m CON HERRAJES		4	pza	-	-	5.840,66	23.362,64
CABLE THW Nro 12 AWG		560	m	-	-	8,01	4.485,60
CABLE THW Nro 10 AWG		618	m	-	-	12,80	7.910,40
TUBERIA EMT D = 2"		155	m	-	-	107,67	16.635,02
TUBERIA EMT D = 3/4"		104	m	-	-	34,66	3.604,64
<b>TOTAL MATERIALES</b>							<b>72.993.051,81</b>

**TABLA 41. Estimación de Costos de Mano de Obra. [27][28]**

Mano de Obra	Cant.	Jornal (BsF.)	Estimación días de trabajo	Costo Total (BsF.)
<b>COLOCACION DE POSTES Y LUMINARIAS</b>				
<b>Rendimiento colocación de postes: 8 postes/día</b>				
<b>Rendimiento colocación de luminarias: 8 luminarias/día</b>				
MAESTRO ELECTRICISTA	1	243,46	45	10.955,70
AYUDANTES	3	175,44	45	23.684,40
CHOFER DE 1RA (CONDUCTOR CAMION CESTA)	1	199,32	45	8.969,40
LINIERO DE 1RA	1	220	45	9.900,00
<b>COLOCACION DE CANALIZACIONES</b>				
<b>Rendimiento colocación de conductores: 500 m/día</b>				
<b>Rendimiento colocación de tubería ¾": 44 m/día</b>				
<b>Rendimiento colocación de tubería 2": 22 m/día</b>				
OBRAERO DE 1RA	1	163,85	14	2.293,90
AYUDANTE	1	175,44	14	2.456,16
ELECTRICISTA DE 1RA	1	220	14	3.080,00
MAESTRO ELECTRICISTA	1	243,46	14	3.408,44
ALBAÑIL DE 1RA	1	220	11	2.420,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>67.168,00</b>
<b>TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA</b>				<b>73.060.219,81</b>

#### **4.7. Determinación de Ahorro Energético**

Para determinar el ahorro energético se hizo una comparación entre el consumo del sistema actual y el sistema propuesto. A continuación se muestra en la siguiente tabla, la cantidad de luminarias y su respectiva potencia para determinar el consumo de las distintas áreas consideradas para el estudio.

**TABLA 42. Determinación de Ahorro Energético**

	<b>Demanda</b>	<b>Luminaria</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia Luminarias (W)</b>	<b>Consumo (W)</b>
<b>Sistema Actual</b>	<b>Estacionamiento</b>	Philips/Osram	24	400	9.600
		Sylvania	15	70	1.050
	<b>Edificio Anexo</b>	Philips	50	36	1.800
	<b>Pasillo (mezzanina)</b>	Osram	44	32	1.408
	<b>Pasillo (planta baja)</b>	Philips	19	400	7.600
	<b>Pasillo (piso 1)</b>	Philips/Osram	39	400	15.600
	<b>Baños (piso 1)</b>	Philips	54	14	756
	<b>Baños (fachada olímpico)</b>	Philips	80	18	1.440
	<b>Fachada Estadio Olímpico</b>	Philips	85	326	27.710
	<b>Accesos a PB</b>	Philips	12	250	3.000
	<b>Tribunas Techadas</b>	Philips	46	400	18.400
	<b>Fachada Estadio de Béisbol</b>	Philips	95	250	23.750
		Philips	26	72	1.872
	<b>Baños (fachada béisbol)</b>	Philips	156	14	2.184
<b>Total Consumos</b>					<b>116.170</b>
<b>Sistema Propuesto</b>	<b>Estacionamiento</b>	BLP1000	18	536	9.648
	<b>Edificio Anexo</b>	BLP1000	13	134	1.742
	<b>Pasillo (mezzanina)</b>	BLP1000	21	64*	1.344
	<b>Pasillo (planta baja)</b>	BLP1000	19	232	4.408
	<b>Pasillo (piso 1)</b>	BLP1000	13	536	6.968
			18	400	7.200
			2	200	400
	<b>Baños (piso 1)</b>	BLP1000	18	42*	756
	<b>Baños (fachada olímpico)</b>	BLP1000	40	36*	1.440
	<b>Fachada Estadio Olímpico</b>	BLP1000	73	200	14.600
	<b>Accesos a PB</b>	BLP1000	12	232	2.784
	<b>Tribunas Techadas</b>	BLP1000	23	536	12.328
	<b>Fachada Estadio de Béisbol</b>	BLP1000	43	350	15.050
			26	72*	1.872
<b>Baños (fachada béisbol)</b>	BLP1000	52	42*	2.184	
<b>Total Consumos</b>					<b>80.540</b>

\*Valores de potencia referenciales, la luminaria BLP1000 acepta una reducción de potencia hasta el 20% (ver anexo 20)

Como se puede observar en la tabla 42 el consumo del sistema de iluminación actual es de 116170 W y el consumo que tendría el sistema de iluminación propuesto es de 80504 W, lo que implica una reducción en el consumo del 30,7% con la implementación del sistema propuesto considerando todas las áreas del estudio, cumpliendo así con una de las medidas uso eficiente de energía eléctrica planteados por el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica en el Artículo 2 de la Resolución 77. [20]

## CONCLUSIONES

A continuación según los resultados obtenidos en el presente trabajo especial se plantean las siguientes conclusiones:

- Existen deficiencias en los niveles de iluminación del estacionamiento, la fachada, el piso 1, la mezzanina y el edificio anexo del Estadio Olímpico, además se evidencia la falta de documentación de los diseños que fueron implementados recientemente.
- Se observó que en las instalaciones de la zona de mezzanina y del piso 1 se hizo el montaje de un sistema sin hacer el desmontaje del anterior, lo que conllevó a colocar las lámparas en una ubicación que no es la ideal, siendo esta una de las razones por la que los niveles de iluminación no son adecuados.
- Las lámparas con tecnología LEP tienen un rendimiento lumínico elevado con respecto a las lámparas convencionales por lo que en las fachadas de ambos estadios se simuló una redistribución de las lámparas sin sacrificar las exigencias lumínicas de la Norma COVENIN 3290, esto se hizo gracias al uso del software DIALux, con el cual se verificaron los valores de iluminación.
- En la tabla 42 se observa como en algunas áreas la potencia de las lámparas no es la nominal (536W) sino inferior, esto se debe a que la luminaria BLP1000 (ver anexo 20), y en general la tecnología LEP, permite regular la potencia de salida hasta un mínimo del 20% para adecuarla a la zona que se desee, por lo que se evidencia que este tipo de lámpara no es adecuada para las áreas de los baños, la mezzanina y los accesos del estadio de béisbol, ya que las mismas solo pueden trabajar con una potencia mínima de 110W lo

cual causaría, en el caso de su implementación, un consumo de potencia innecesario en dichas áreas, sin embargo esta capacidad representa una gran ventaja en las otras áreas de este estudio, ya que permite regular los niveles de iluminación dependiendo del tipo de actividad que se desempeñe.

- El análisis de la factibilidad técnica del presente estudio determinó que es factible el uso de la tecnología LEP en las áreas con mayor consumo energético que generalmente usan lámparas de 250W y 400W, como las fachadas de los estadios, los pasillos del piso 1 y PB, el estacionamiento y las tribunas techadas. Fue evidente que no es factible el uso de las luminarias de tecnología LEP en ciertas áreas como los baños y pasillos con techo de baja altura por las características de la lámpara y por el costo asociado a las mismas.
- El costo de las lámparas de tecnología LEP es uno de los aspectos de mayor peso para considerar su implementación, este costo se puede ver justificado por las características favorables de la tecnología, como lo son la alta eficacia luminosa, el alto índice de rendimiento cromático, los cortos tiempos de encendido (aproximadamente 45 segundos) y reencendido (aproximadamente 2 minutos) y la baja depreciación del flujo luminoso con respecto a tecnologías convencionales (fluorescentes, metal-halide). Se espera que al igual que lo que ha sucedido con la tecnología LED, la tecnología LEP a lo largo de los años presente avances significativos y se diversifiquen los fabricantes que ofrezcan la misma y esto conlleve a una disminución de los costos.
- Si bien es cierto que los costos de las lámparas de tecnología LEP representan un monto significativo en su implementación versus el sistema tradicional, su alta eficacia lumínica en conjunto con el uso del sistema de gestión de iluminación BLMS, con el cual se logra hasta un 30% más de ahorro energético, conlleva al cumplimiento de las exigencias expuestas en la

Resolución 77 del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica que son: tener una meta de reducción de al menos el 20% del consumo mensual en kWh y tener un plan de uso racional y eficiente de la energía eléctrica. Además su larga vida útil conlleva a un mayor aprovechamiento de los materiales de construcción de la lámpara, lo cual permite reducir la contaminación por deposición de lámparas descartadas y disminuir significativamente la cantidad de mercurio en el ambiente ya que las mismas poseen una cantidad muy reducida comparada con las lámparas tradicionales.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del diseño del sistema de iluminación utilizando la tecnología LEP se recomienda lo siguiente:

- Crear y seguir un protocolo de mantenimiento programado para las luminarias de cada zona.
- Hacer un estudio más detallado de las exigencias y categoría de los eventos que se realizan en los estadios para determinar el tipo de iluminación adecuada, ó, en el caso de implementar el sistema, adecuar la iluminación dependiendo del tipo de evento obedeciendo los lineamientos establecidos en las Normas COVENIN.
- Actualizar la información técnica referente a la calidad de iluminación y establecer las regulaciones con los índices nacionales de manera que los Estadios manejen una normativa interna de iluminación.
- Realizar un estudio detallado de los lugares más adecuados para la ubicación del centro de control que garantice la confiabilidad y seguridad del sistema, y así evitar posibles sabotajes al sistema de iluminación.
- Hacer un estudio comparativo de esta tecnología con la tecnología LED para verificar la factibilidad técnica de esta propuesta de una manera más completa.
- La realización por parte un laboratorio de luminotecnia certificado de las pruebas eléctricas, mecánicas, temporales, ambientales y fotométricas de rigor

para el control de calidad, normalización y correcta homologación del uso de la tecnología LEP en el país.

- Implementar la distribución de las luminarias del sistema propuesto para garantizar los niveles de iluminación requeridos según las normativas y regulaciones vigentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] COVENIN 3126:1994. Alumbrado Público. Definiciones, Caracas. CODELECTRA, 1994.
- [2] Enciclopedia VISOR (25 tomos). Ed. Plaza&Janes S.A. Editores. Argentina 1999
- [3] Ereú, Miguel. Alumbrado Público. Criterios, Diseños y Recomendaciones, Caracas: SIAP-CIER, 2007.
- [4] Laszlo, Carlos. Manual de Luminotecnia para interiores. [En Línea]. <[http://www.laszlo.com.ar/Items/ManLumi/issue/Manual\\_de\\_Luminotecnia.PDF](http://www.laszlo.com.ar/Items/ManLumi/issue/Manual_de_Luminotecnia.PDF)> [Consulta 2014].
- [5] Rea, Mark S. The IESNA Lighting Handbook, Ninth Edition. Illuminating Engineering Society of America: New York, 2000.
- [6] COVENIN 3290:1997. Alumbrado Público. Diseño, Caracas. CODELECTRA, 1997.
- [7] DIALux 4 Núcleo de Cálculo, [En Línea]. <[http://www.dial.de/DIAL/fileadmin/download/dialux/wissen/Dx4\\_Rechenkern\\_eng.pdf](http://www.dial.de/DIAL/fileadmin/download/dialux/wissen/Dx4_Rechenkern_eng.pdf)> [Consulta 2014].
- [8] AENOR UNE-EN 12193. Iluminación de Instalaciones Deportivas, Madrid. España 2000.A
- [9] AENOR UNE-EN 12464-2. Iluminación de los Lugares de Trabajo, Lugares de Trabajo en exteriores, Madrid. España 2008.
- [10] GmbH, DIAL. DIALUX versión 4.9., Manual de Usuario. Lüdenscheid, 2011.
- [11] J. A. Bittencourt. Fundamentals of Plasma Physics [En Línea]. <<http://books.google.co.ve/books?id=qCA64ys-5bUC&printsec=frontcover>> [Consulta 2014]
- [12] Freire, Fernanda. Gordillo, Miriam. Alternativas de iluminación para el parque el Paraíso de la ciudad de Cuenca, (Tesis).- Ecuador: Universidad de Cuenca, 2013.

- [13] COVENIN 2249-93. Iluminancias en Tareas y Áreas de Trabajo, Caracas. CODELECTRA, 1993.
- [14] FONDONORMA - NFT 200:2009. Código Eléctrico Nacional, Venezuela: CODELECTRA, 2009. Textos Científicos Celdas Solares, [en línea]. <<http://www.textoscientificos.com/energia/celulas>> [consulta 2012].
- [15] COVENIN 0389-98. Bombillos de filamento de tungsteno para alumbrado general, Caracas. CODELECTRA, 1998.
- [16] COVENIN 0551-71. Lámparas tubulares fluorescentes. Dimensiones y características eléctricas, Caracas. CODELECTRA, 1971.
- [17] COVENIN 0730-75. Métodos de ensayos de lámparas tubulares fluorescentes para alumbrado general, Caracas. CODELECTRA, 1975.
- [18] COVENIN 2773-91. Bombillos (lámparas) de vapor de sodio en alta presión, Caracas. CODELECTRA, 1991.
- [19] COVENIN 2799-91. Bombillos (lámparas) de vapor de mercurio en alta presión, Caracas. CODELECTRA, 1991.
- [20] MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA ENERGIA ELECTRICA. Resolución 77 del 10-06-2011. Caracas, 2011.
- [21] Plasma Lighting FAQ, [En Línea]. <<http://www.luxim.com/technology/plasma-lighting-faq>> [Consulta 2014].
- [22] UNE 20-460-90. Instalaciones eléctricas en edificios: elección e instalación de los materiales eléctricos: puesta a tierra y conductores de protección, España. AENC, 1990.
- [23] Comité Español de Iluminación. Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación: IDAE, 2001. [En Línea]. <[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_5573\\_GT\\_iluminacion\\_oficinas\\_01\\_dacd0f81.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5573_GT_iluminacion_oficinas_01_dacd0f81.pdf)> [Consulta 2014].
- [24] Bustamante L, Benjamín. Sistema de iluminación exterior de la facultad de Ingeniería a través de tecnología L.E.D. y fuentes alternativas de energía, (Tesis).- Venezuela: Universidad Central de Venezuela, 2012.

- [25] IESNA LM-79-08. Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting, E.E.U.U. IES, 2008.
- [26] Tarifas Fletes Internacional, [En Línea].  
<<http://www.libertyexpress.com/venezuela/servicios/tarifas-fletes-internacional/>>  
[Consulta 2014].
- [27] Listado de costos de partidas e insumos, [En Línea].  
<<http://www.apvobras.com/costos.php>> [Consulta 2014].
- [28] Guías Referenciales de Costos: Colegio de Ingenieros de Venezuela [En Línea]. < <http://www.distribuidora3hp.com/descargas.htm>> [Consulta 2014].

## BIBLIOGRAFIA

COVENIN 3126:1994. Alumbrado Público. Definiciones, Caracas. CODELECTRA, 1994

COVENIN 3290:1997. Alumbrado Público. Diseño, Caracas. CODELECTRA, 1997

COVENIN 3625:2000. Alumbrado Público. Construcción, Caracas. CODELECTRA, 2000

COVENIN 2249-93. Iluminancias en Tareas y Áreas de Trabajo, Caracas. CODELECTRA, 1993

Ereú, Miguel. Alumbrado Público. Criterios, Diseños y Recomendaciones, Caracas: SIAP-CIER, 2007

DIN 6169-1. Colour rendering; general terms, Berlín. Beuth-Verlag, 1976

J. A. Bittencourt. Fundamentals of Plasma Physics [En Línea].  
<<http://books.google.co.ve/books?id=qCA64ys-5bUC&printsec=frontcover>>  
[Consulta 2014]

Enciclopedia VISOR (25 tomos). Ed. Plaza&Janes S.A. Editores. Argentina 1999

GmbH, DIAL. DIALUX versión 4.9. Manual de Usuario. Lüdenscheid, 2011

Rea, Mark S. The IESNA Lighting Handbook, Ninth Edition. Illuminating Engineering Society of America: New York, 2000.

DIALux 4 Núcleo de Cálculo, [en línea].  
<[http://www.dial.de/DIAL/fileadmin/download/dialux/wissen/Dx4\\_Rechenkern\\_eng.pdf](http://www.dial.de/DIAL/fileadmin/download/dialux/wissen/Dx4_Rechenkern_eng.pdf)> [Consulta 2014].

AENOR UNE-EN 12193. Iluminación de Instalaciones Deportivas, Madrid. España 2000.

AENOR UNE-EN 12464-2. Iluminación de los Lugares de Trabajo, Lugares de Trabajo en exteriores, Madrid. España 2008.

Freire, Fernanda. Gordillo, Miriam. Alternativas de iluminación para el parque el Paraíso de la ciudad de Cuenca, (Tesis).- Ecuador: Universidad de Cuenca, 2013.

FONDONORMA - NFT 200:2009. Código Eléctrico Nacional, Venezuela: CODELECTRA, 2009.

COVENIN 0389-98. Bombillos de filamento de tungsteno para alumbrado general, Caracas. CODELECTRA, 1998.

COVENIN 0551-71. Lámparas tubulares fluorescentes. Dimensiones y características eléctricas, Caracas. CODELECTRA, 1971.

COVENIN 0730-75. Métodos de ensayos de lámparas tubulares fluorescentes para alumbrado general, Caracas. CODELECTRA, 1975.

COVENIN 2773-91. Bombillos (lámparas) de vapor de sodio en alta presión, Caracas. CODELECTRA, 1991.

COVENIN 2799-91. Bombillos (lámparas) de vapor de mercurio en alta presión, Caracas. CODELECTRA, 1991.

MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA ENERGIA ELECTRICA. Resolución 77 del 10-06-2011. Caracas, 2011.

Plasma Lighting FAQ, [En Línea]. < <http://www.luxim.com/technology/plasma-lighting-faq>> [Consulta 2014].

UNE 20-460-90. Instalaciones eléctricas en edificios: elección e instalación de los materiales eléctricos: puesta a tierra y conductores de protección, España. AENC, 1990.

Comité Español de Iluminación. Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación: IDAE, 2001. [En Línea]. <[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_5573\\_GT\\_iluminacion\\_oficinas\\_01\\_dacd0f81.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5573_GT_iluminacion_oficinas_01_dacd0f81.pdf)> [Consulta 2014].

Bustamante L, Benjamín. Sistema de iluminación exterior de la facultad de Ingeniería a través de tecnología L.E.D. y fuentes alternas de energía, (Tesis).- Venezuela: Universidad Central de Venezuela, 2012.

IESNA LM-79-08. Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting, E.E.U.U. IES, 2008.

Tarifas Fletes Internacional, [En Línea]. <<http://www.libertyexpress.com/venezuela/servicios/tarifas-fletes-internacional/>> [Consulta 2014].

Listado de costos de partidas e insumos, [En Línea].  
<<http://www.apvobras.com/costos.php>> [Consulta 2014].

Guías Referenciales de Costos: Colegio de Ingenieros de Venezuela [En Línea].  
<<http://www.distribuidora3hp.com/descargas.htm>> [Consulta 2014].

# ANEXOS

## ANEXO 1. Especificaciones Luminaria Philips RVP351 A/52.5



### Tempo 3 RVP351

RVP351 HPI-TP400W K IC A

RVP351 - MASTER HPI-T Plus - 400 W - Asymmetrical

Tempo is a complete floodlighting range offering a wide choice of lamp types and symmetrical and asymmetrical reflectors. It is designed for general-purpose floodlighting, and is particularly suited to small- to medium-scale area or surface lighting. The Tempo series' compact housing guarantees optimum visual integration. Anodized-aluminum reflectors ensure a highly efficient beam distribution, while the nylon bolt caps feature a goniometric aiming device for easy adjustment and alignment. A universal mounting bracket allows ceiling, wall or surface mounting with a wide range of adjustment for both down- and uplighting. Tempo's all-weather construction is designed to make cleaning and servicing easy and fast. Access to the lamp and gear is simple, via the hinged front glass with its quick-release stainless-steel clips. All Tempo luminaires are RoHS-compliant.

#### Product data

##### • General information

Product family code	RVP351 [RVP351]
Number of light sources	1 [1 pc]
Lamp family code	HPI-TP [MASTER HPI-T Plus]
Lamp power	400 W [400 W]
Kombipack	K [Lamp(s) included]
Compensation circuit	IC [Inductive parallel compensated]
Gear	CONV [Conventional]
Protection class IEC	I [Safety class I]
Ingress protection code	IP65 [Dust penetration-protected, jet-proof]
Mech. impact protection code	IK07 [2 ] reinforced]
Optic type	A [Asymmetrical]
Glow-wire test	850/5 [Temperature 850 °C, duration 5 s]
CE mark	CE [CE mark]
ENEC mark	No [-]

##### • Product Data

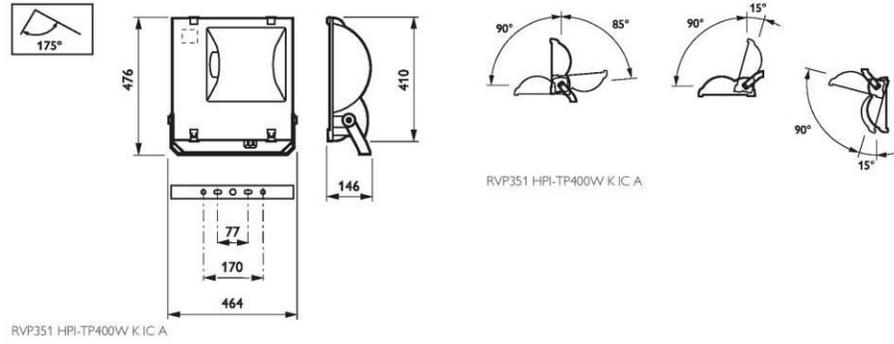
Order code	910502548618
Full product code	910502548618
Full product name	RVP351 HPI-TP400W K IC A
Order product name	RVP351 HPI-TP400W K IC A
Pieces per pack	0
Packs per outerbox	1
Bar code on outerbox - EAN3	8711559149721
Logistic code(s) - 12NC	910502548618
Net weight per piece	8.500 kg



**PHILIPS**

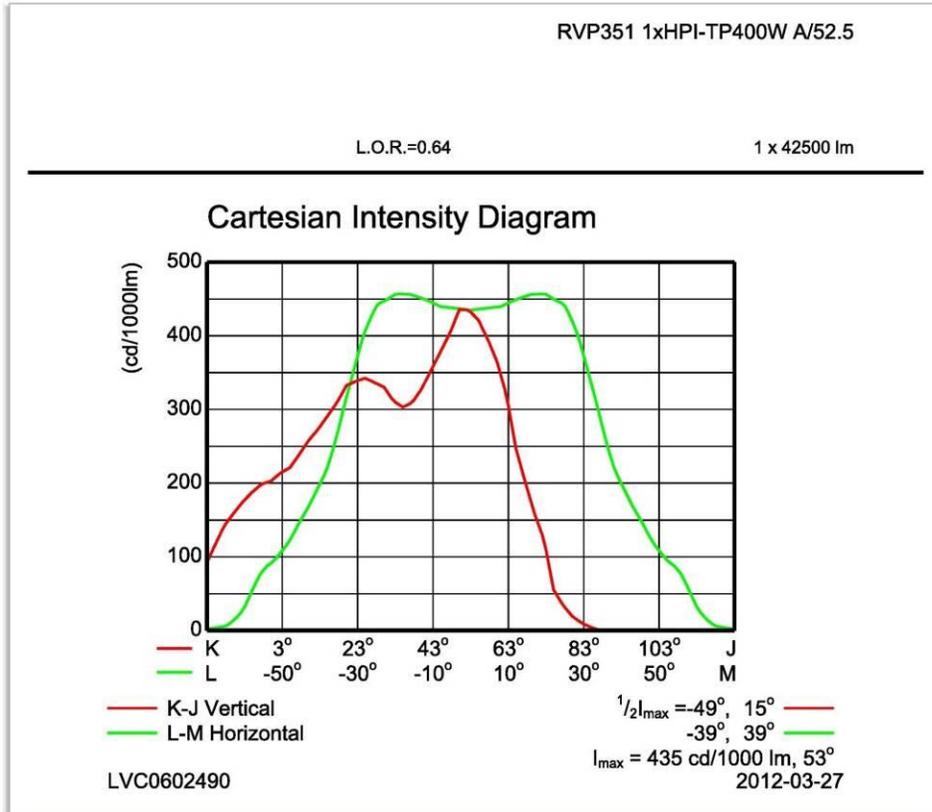
Tempo 3 RVP351

Dimensional drawing



2014, April 10  
data subject to change

Photometric data



RVP351 1xHPI-TP400W A/52.5



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2014, April 10  
data subject to change

## ANEXO 2. Especificaciones Luminaria Sylvania Onwall 1 Gry SS

**SYLVANIA**

### Onwall 1

Onwall 1 Gry SS x 1 x 70W RX7S MGR

**0049063**



#### Características de la gama

- 70W and 150W onwall luminaire
- Suitable for High Intensity Discharge lamps
- Comes in a flat rectangular shape
- Fully integrated ballast
- Generates an up & down light beam
- Die-cast Aluminium body with a clear glass
- High protection class: IP55 & IK08



#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Número de orden	0049063
Código EAN	5410288490632
Montaje	Wall surface
Potencia (nominal) (W)	1 x 70
Tensión (V)	230V/50Hz
Lámparas	1 x 70W SHP-TD Rx7s
Color	Grey
Clasificación IP	55
Clasificación IK	8

## Onwall 1

*Onwall 1 Gry SS x 1 x 70W RX7S MGR*

**0049063**

### Datos físicos

<b>Peso (kg)</b>	4.60
<b>Color</b>	Grey
<b>Lámpara incluida</b>	No
<b>Altura (mm)</b>	180
<b>Clasificación IP</b>	55
<b>Clasificación IK</b>	8
<b>Diámetro (mm)</b>	180
<b>Acabado del difusor</b>	Clear
<b>Material difusor</b>	Glass
<b>Acabado del reflector</b>	Satinized
<b>Material del reflector</b>	Aluminium
<b>Distancia de seguridad</b>	200
<b>Single package dimensions (L x W x H) (cm)</b>	41.00 x 23.00 x 22.00
<b>Outer package dimensions (L x W x H) (cm)</b>	50.00 x 44.00 x 49.00

## Onwall 1

*Onwall 1 Gry SS x 1 x 70W RX7S MGR*

**0049063**

### TABLA DE DATOS

#### Datos generales

<b>Número de orden</b>	0049063
<b>Código EAN</b>	5410288490632
<b>FI del número electrónico</b>	4579025
<b>Montaje</b>	Wall surface
<b>Descripción larga</b>	70W and 150W onwall luminaire. Suitable for High Intensity Discharge lamps. Comes in a flat rectangular shape. Fully integrated ballast. Generates an up & down light beam. Die-cast Aluminium body with a clear glass. High protection class: IP55 & IK08
<b>Nombre del producto</b>	Onwall 1 Gry SS x 1 x 70W RX7S MGR
<b>Disponibilidad de sistema de control</b>	Included
<b>Montaje del sistema de control</b>	Integral
<b>Tipo de sistema de control</b>	Magnetic
<b>Entorno</b>	Exterior
<b>Aplicación general</b>	Facades, Open Space Malls, Outdoor Ambient and Architectural Illumination, Pedestrian Tunnels, Private Houses
<b>Aplicación específica</b>	Facades, Open Space Malls, Outdoor Ambient and Architectural Illumination, Pedestrian Tunnels, Private Houses
<b>Cantidad del paquete a la venta</b>	1

#### Datos ópticos

<b>Tipo de distribución</b>	monodirectional up or down
-----------------------------	----------------------------

#### Datos eléctricos

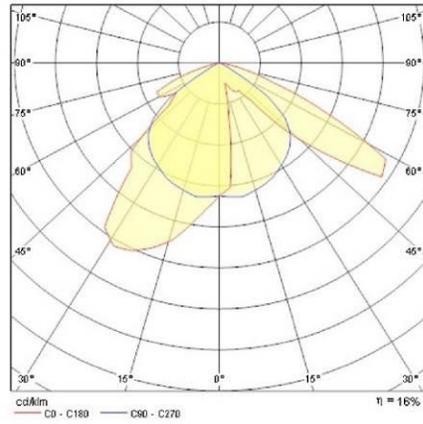
<b>Potencia (nominal) (W)</b>	1 x 70
<b>Tensión (V)</b>	230V/50Hz
<b>Clase T mín. (°C)</b>	-10°C
<b>Clasificación Ta</b>	1040
<b>Clase T máx. (°C)</b>	+40°C
<b>Lámparas</b>	1 x 70W SHP-TD Rx7s
<b>Número de cabezales</b>	1
<b>Número total de lámparas</b>	1

**Onwall 1**

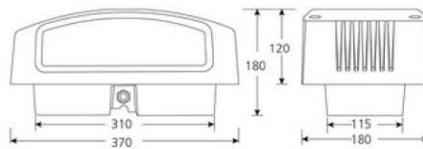
*Onwall 1 Gry SS x 1 x 70W RX7S MGR*

**0049063**

**FOTOMETRÍA**



**DIBUJOS TÉCNICOS**



Onwall 1

**ETIQUETADO ENERGÉTICO**



## ANEXO 3. Especificaciones Luminaria Philips TMS011



### TMS011

TMS011 2xTL-D36W IC

TMS011 - 2 pcs - MASTER TL-D - 36 W

An indoor luminaire in single and twin fluorescent lamp versions for general lighting. The range is available with TLD 18W, 36W or 58W lamps for surface-mounted applications. The luminaires can be suspended or direct ceiling mounted. A range of attractive attachments is also available.

#### Product data

##### • General information

Product family code	TMS011 [TMS011]
Number of light sources	2 [2 pcs]
Lamp family code	TL-D [MASTER TL-D]
Lamp power	36 W [36 W]
Compensation circuit	IC [Inductive parallel compensated]
Gear	CONV [Conventional]
Optic type	No [-]
Optical cover/lens type	No [-]
Protection class IEC	CLII [Safety class I]
Ingress protection code	No [-]

##### • Product Data

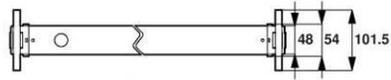
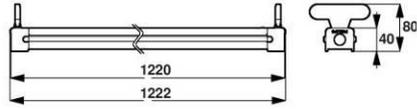
Order code	911400857580
Full product code	911400857580
Full product name	TMS011 2xTL-D36W IC
Order product name	TMS011 2xTL-D36W IC
Pieces per pack	1
Logistic code(s) -	911400857580
12NC	
Net weight per piece	1.800 kg



**PHILIPS**

## TMS011

Dimensional drawing



TMS011 2xTL-D36W IC



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2014, April 11  
data subject to change

## ANEXO 4. Especificaciones Luminaria Philips TBS318 C HFE P

### TBS318

TBS318 C 4xTL-D36W EBE O



TBS318 - 4 pcs - MASTER TL-D - 36 W - Electronic  
Economic - Opal

The TBS318 recessed luminaire offers the ideal combination of stylish design and optimum performance for both task and general lighting. It is available for TLD fluorescent lamps and a wide range of optics and plates. This versatile luminaire fits into standard, modular visible profile ceilings as well as concealed profile ceilings with the right choice of accessories. TBS318's housing is designed with air-slots offering you enhanced user comfort via better heat management. All of which makes the luminaire suitable for many interior lighting applications, from open plan offices to shops to public spaces.

#### Product data

##### • General information

Product family code	TBS318 [TBS318]
Duplication code	C [China]
Number of light sources	4 [4 pcs]
Lamp family code	TL-D [MASTER TL-D]
Lamp power	36 W [36 W]
Gear	EBE [Electronic Economic]
Optic type	No [-]
Optical cover/lens type	O [Opal]
Electrical circuit protection	No [-]
Ingress protection code	IP20 [Finger-protected]

##### • Mechanical

Housing configuration	No [-]
-----------------------	--------

##### • Product Data

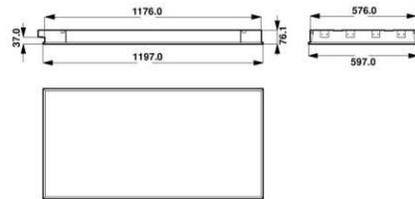
Order code	911400698480
Full product code	911400698480
Full product name	TBS318 C 4xTL-D36W EBE O
Order product name	TBS318 C 4xTL-D36W EBE O
Pieces per pack	1
Packs per outerbox	1
Bar code on pack - EAN1	0000000000000
Bar code on outerbox - EAN3	0000000000000
Logistic code(s) - 12NC	911400698480
Net weight per piece	5.699 kg



**PHILIPS**

TBS318

Dimensional drawing



TBS318 C 4xTL-D36W EBE ○



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2014, February 11  
data subject to change

## ANEXO 5. Especificaciones Luminaria Philips TCS740

### Rotaris TCS740

TCS740 1xTL5C60W/840 HFP P FU IP ALU



TCS740 - 1 pc - MASTER TL5 Circular - 60 W - HF Performer - Clear prismatic - Standard

The defining visual characteristic of the Rotaris product range, which is based on the innovative TL5 Circular lamp, is its concentric circles. The semi-high-gloss aluminum centerpiece is surrounded by an opal or clear lamp cover, the inside of which has a prismatic structure, again in concentric circles. Continuing outwards, the high-reflectance optic is made of the same semi-high-gloss aluminum. Finally, the optic continues in the outer rim and the housing since it is all made out of one single piece of material. With the surface-mounted version, some light is directed towards the ceiling to create a smooth transition between the ceiling and the luminaire. The suspended versions offer a choice of direct or direct/indirect light distribution. Glare is controlled in all viewing directions by Omnidirectional Luminance Control technology. Within the Rotaris family, a complete range of surface-mounted, recessed and suspended luminaires is available.

#### Product data

##### • General information

Product family code	TCS740 [TCS740]
Number of light sources	1 [1 pc]
Lamp family code	TL5C [MASTER TL5 Circular]
Lamp power	60 W [60 W]
Light source color	840 [840 cool white]
Kombipack	K [Lamp(s) included]
Gear	HFP [HF Performer]
Optical cover/lens type	P [Clear prismatic]
Emergency lighting	No [-]
Embedded control	No [-]
Internal wiring	STD [Standard]
Electrical circuit protection	FU [Fuse included]
Protection class IEC	CL1 [Safety class I]
Ingress protection code	IP20 [Finger-protected]
Mech. impact protection code	IK02 [0.2 ] standard]
Infill plate	IP [Standard]
Color	ALU [Aluminum]
Glow-wire test	850/5 [Temperature 850 °C, duration 5 s]
Flammability mark	F [For mounting on normally flammable surfaces]

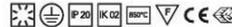
Centre luminaire	No [-]
CE mark	CE [CE mark]
ENEC mark	ENEC [ENEC mark]

##### • Electrical

Input voltage	220-240 V [220 to 240 V]
---------------	--------------------------

##### • Product Data

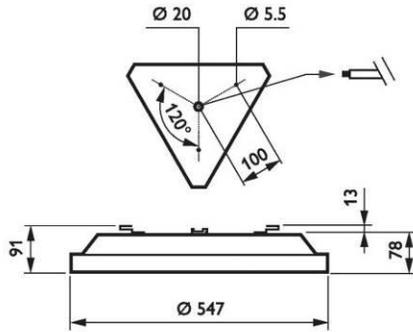
Order code	910501137303
Full product code	910501137303
Full product name	TCS740 1xTL5C60W/840 HFP P FU IP ALU
Order product name	TCS740 1xTL5C60W/840 HFP P FU IP ALU
Pieces per pack	0
Packs per outerbox	1
Bar code on outerbox - EAN3	8711559635187
Logistic code(s) - 12NC	910501137303
Net weight per piece	3.970 kg



**PHILIPS**

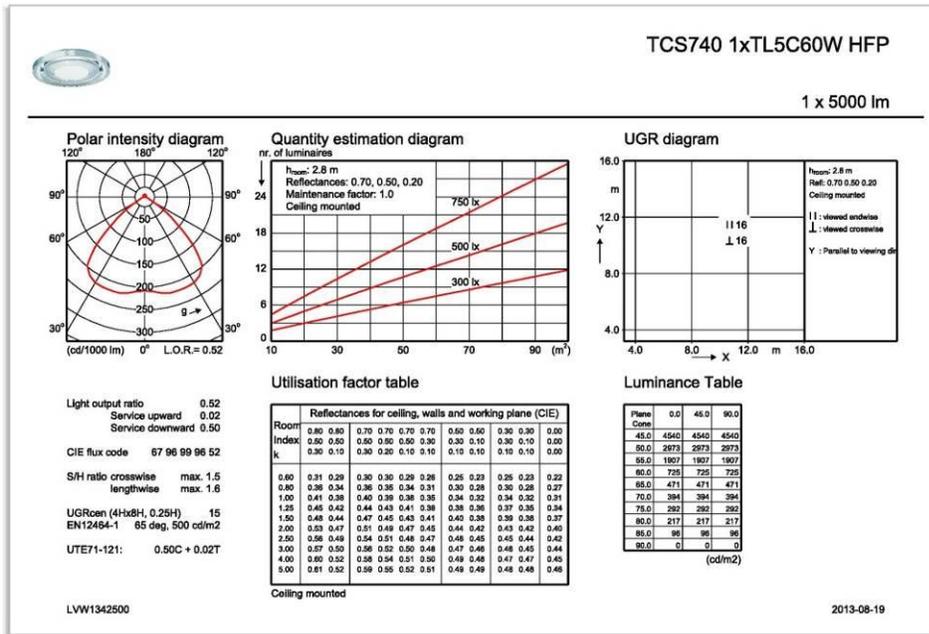
# Rotaris TCS740

## Dimensional drawing



TCS740 1xTL5C60W/840 HFP P FU IP ALU

## Photometric data



TCS740 1xTL5C60W HFP

2013-08-19

2014, April 10  
data subject to change

## ANEXO 6. Especificaciones Luminaria Osram HALODIUM II T 400 W NSI AS



Products - Luminaires: [Outdoor luminaires](#) [Floodlights & spots](#) [HALODIUM II](#)

HALODIUM II



#### Product benefits

- Ready for installation

#### Areas of application

- Facades and monuments
- Parks

#### Product features

- Asymmetrical hammered reflector made of anodized aluminum
- 5 mm shield made of tempered glass with a mesh overprint
- Type of protection: IP66
- Impact resistance: IK06

[Family data sheet](#)

Attractive & effective



Application: Lighting for facades

[Accessories](#)  
HALODIUM II

[Product family: important data at a glance](#)

HALODIUM II T 400 W NSI AS

[Product data sheet](#)

[Add to notepad](#)



#### Technical data

##### Electrical data

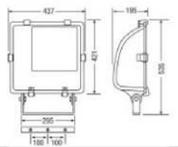
Operating mode	CCG
Lamp wattage	400 W
Nominal voltage	230 V
Mains frequency	50 Hz

##### Light technical data

Color temperature	3700 K
Luminous flux	31000 lm
Light distribution	Asymmetric
Luminaire efficiency	0.62

##### Dimensions & weight

Length	535.0 mm
Width	437.0 mm

<b>Height</b>	195.0 mm
<b>Colors &amp; materials</b>	
<b>Body material</b>	Aluminium
<b>Product color</b>	Anthracite
<b>Cover material</b>	Glass
<b>Temperatures</b>	
<b>Ambient temperature range</b>	-20...+35 °C
<b>Additional product data</b>	
<b>Number of lighting outlets</b>	1
<b>Equipment</b>	HQL-T 400 W/N/SI
<b>Equipped with lamp</b>	Yes
<b>Reflector type</b>	Asymmetric
<b>Type of cover</b>	Clear glass
<b>Capabilities</b>	
<b>Type of installation</b>	Surface-mounted
<b>Adjustable</b>	Yes
<b>Dimmable</b>	No
<b>Type of connection</b>	Terminal, 3-pole
<b>Accessories</b>	Protection grid (4050300104539) / Deflector grid (4050300104522) / Bracket (4008321380395) / Glass (4008321388360)
<b>Certificates &amp; standards</b>	
<b>Protection class</b>	I
<b>Type of protection</b>	IP66
<b>Protection against ignition and fire</b>	F
<b>Country specific categorizations</b>	
<b>Order reference</b>	HALODIUM II AZT
<b>Graphics and application images</b>	
	
Product line drawing	
<b>Downloads</b>	
<b>General documents</b>	

File	Type	Size
Product Datasheet Technical datasheet HALODIUM II	pdf	4.1 MB
Installation guide Mounting instruction HALODIUM II	pdf	1.9 MB
Eulmdat HALODIUM II T 400W NSI AS	zip	11.6 KB

Packaging information				
EAN code	Packaging unit Pieces per unit	Dimensions l x w x h	Brutogewicht	Volume
4008321940254	Shipping carton box 1	500mm x 230mm x 455mm	10445.00g	52.33dm <sup>3</sup>

Country-specific information	
EAN code	METEL code
4008321940254	OSRHL2T400NSIAS

© 2014, OSRAM GmbH. All rights reserved.

## ANEXO 7. Especificaciones Luminaria Philips TBS464 3x14W SQR D8 IPD-WH



### SmartForm TBS464

TBS464 3x14W/840 HFP SQR D8 PI IPD-WH

TBS464 - 3 pcs - 14 W - HF Actuador - Óptica OLC de semibrillo y micro lamas tridimensionales - Decorative white inlay

Fiel reflejo del afán de Philips por la sencillez, SmartForm es una familia de luminarias modulares de gran versatilidad para el montaje empotrado. Disponibles en versiones cuadradas y rectangulares para lámparas MASTER TL5 y TL5 ECO, las luminarias SmartForm están diseñadas para adaptarse a una amplia gama de tipos de techo de modulación estándar y techos de escayola. Además de incorporar las lámparas MASTER TL5 o TL5 ECO de bajo consumo y balasto electrónico, la familia SmartForm de luminarias empotrables también puede equiparse con controles de iluminación para la detección de presencia y la regulación en función de la luz natural (ActiLume) y para la regulación en función de la luz natural exclusivamente (Luxsense), lo que reduce aún más el coste total de propiedad. De esta manera, esta gama de luminarias también reduce el consumo energético –W/m2 muy bajo– y la producción de CO2. Las luminarias SmartForm tipo "efectos de luz" TBS464 han sido diseñadas para oficinas y comercios. El atractivo efecto de la luz en las placas intermedias garantiza un alumbrado de gran calidad, y la creación de unos efectos luminosos decorativos. Además varios cierres ópticos están disponibles: la óptica opal satinada y la de microprismas, combinada con reflectores internos de diferentes tipologías, para crear efectos de iluminación en las versiones sin ópticas de lamas.

#### Datos del producto

##### • Información general

Código de familia de producto	TBS464 [TBS464]
Número de lámparas	3 [3 pcs]
Tipo de la lámpara	TL5 [TL5]
Potencia de lámpara	14 W [14 W]
Color de luz	840 [Blanco frío 840]
Kombi	K [Lámpara incluida]
Equipo	HFP [HF Actuador]
Reflector superior	No [-]
Sistema óptico	D8 [Óptica OLC de semibrillo y micro lamas tridimensionales]
Elemento óptico	No [-]
Cubierta óptica	No [-]
Alumbrado de emergencia	No [-]
Control de iluminación	No [-]
Comutación independiente	No [-]
Cableado interno	STD [Standard]
Fusible	No [-]

Conexión	PI [Conector push-in]
Cable	No [-]
Clase de seguridad	CL1 [Seguridad clase I]
Código IP	IP20 [Protegido contra los dedos]
Código IK	IK02 [0.2] Standard]
Ventilación	No [-]
Placa de relleno	IPD-WH [Decorative white inlay]
Color	WH [Blanco]
Test del hilo incandescente	850/5 [850 °C, duración 5 s]
Protección contra inflamación	F [Adecuada para el montaje en superficies normalmente inflamables]
Dispositivo de seguridad	No [-]
Marcado CE	Marcado CE [CE mark]
Marcado ENEC	Marcado ENEC [ENEC mark]

##### • Datos Eléctricos

Tensión de red	220-240 V [220 to 240 V]
----------------	--------------------------



**PHILIPS**

## SmartForm TBS464

### Mecánico

System configuration SQR [Square housing]

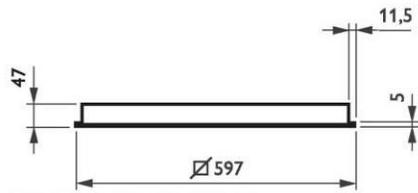
### Datos Producto

Código de pedido 980130 00  
Código de producto 871794398013000  
Nombre de Producto TBS464 3x14W/840 HFP SQR D8 PI  
IPD-WH  
Nombre de pedido del producto TBS464 3x14W/840 HFP SQR D8 PI  
IPD-WH  
Piezas por caja 0

Cajas por caja exterior 1  
Código de barras de la caja exterior 8717943980130  
Código logístico - 12NC 910501848703  
Peso neto por pieza 5.500 kg

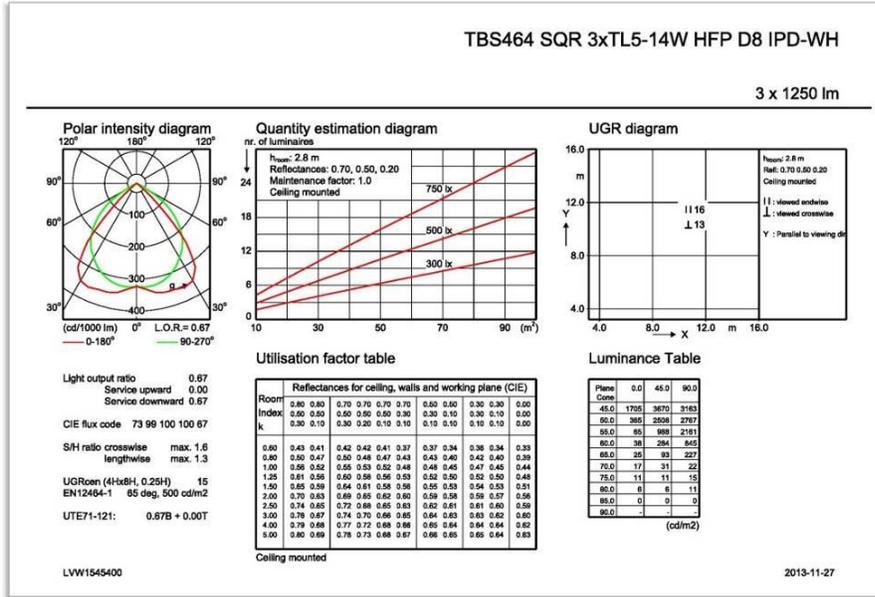


### Plano de dimensiones



TBS464 3x14W/840 HFP SQR D8 PI IPD-WH

2014, Abril 10  
Datos sujetos a cambios



TBS464 SQR 3xTL5-14W HFP D8 IPD-WH



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
Todos los derechos reservados.

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. Las marcas registradas son propiedad de Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) o de sus respectivos propietarios.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2014, Abril 10  
Datos sujetos a cambios

## ANEXO 8. Especificaciones Luminaria Philips CDS504 PC 1xHPI-P250W-BU SGR S



### Metronomis Porto

CDS504 SON-T250W K II AE PC GR SND

CDS504 - SON-T - 250 W - Asymmetrical matrix - Polycarbonate bowl/cover

Metronomis is a family of ten highly distinctive luminaires and dedicated supports (masts and brackets), which can be used with a wide variety of optics to provide architects and lighting designers with the total solution needed to create a unified, consistent lighting design that still reflects the differences in urban culture and history. In its daytime appearance, Metronomis integrates harmoniously with any street scene, while its night-time appearance is both functional – guiding people and traffic safely through the city – and decorative, creating a pleasant ambience in city squares and pedestrian precincts. As the current range is based on conventional light sources, four highly innovative, LED-dedicated designs have been developed, echoing the original silhouette but retaining flexibility and modularity as key characteristics. The Metronomis LED range offers a number of new ways to personalize your urban projects. Please check out the Metronomis LED luminaire variants.

#### Product data

##### • General information

Product family code	CDS504 [CDS504]
Number of light sources	1 [1 pc]
Lamp family code	SON-T [SON-T]
Lamp power	250 W [250 W]
Lamp system description	No [-]
Kombipack	K [Lamp(s) included]
Gear	CONV [Conventional]
Protection class IEC	II [Safety class II]
Ingress protection code	IP66 [Dust penetration-protected, jet-proof]
Mech. impact protection code	IK05 [0,7 J]
Optic type	AE [Asymmetrical matrix]
Optical cover/lens type	PC [Polycarbonate bowl/cover]
Color	GR [Gray]
Ignitor	SND [Digital semi-parallel]
Embedded control	No [-]
Glow-wire test	850/5 [Temperature 850 °C, duration 5 s]
CE mark	CE [CE mark]
ENEC mark	ENEC [ENEC mark]

##### • Electrical

Input voltage	230 V [230 V]
---------------	---------------

##### • Product Data

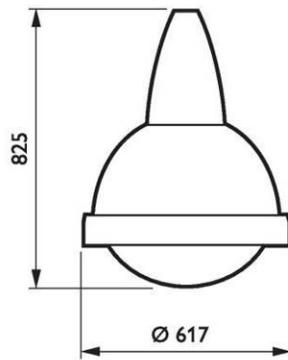
Order code	910502144118
Full product code	910502144118
Full product name	CDS504 SON-T250W K II AE PC GR SND
Order product name	CDS504 SON-T250W K II AE PC GR SND
Pieces per pack	0
Packs per outerbox	1
Bar code on outerbox - EAN3	8711559846163
Logistic code(s) - 12NC	910502144118
Net weight per piece	14.900 kg



# PHILIPS

## Metronomis Porto

Dimensional drawing



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2014, April 20  
data subject to change

## ANEXO 9. Especificaciones Luminaria Philips HPK460 1xHPL-N400W P-D635-NB



### Pendola

HPK460 1xHPL-N400W K IC 230V PR-D635-AC

HPK460 - 1 pc - HPL-N - 400 W - Prismatic reflector diameter 635 mm narrow beam

Pendola is a high-quality decorative indoor pendant luminaire range suitable for a very wide choice of lamps. It offers a selection of prismatic or metal reflectors and comes with an easy mounting system and integral control gear. The design simplifies installation and reduces cost of ownership, including maintenance costs. Large spacing-to-height ratios permit wide spacing between the luminaires whilst maintaining good uniformity.

#### Product data

##### • General information

Product family code	HPK460 [HPK460]
Number of light sources	1 [1 pc]
Lamp family code	HPL-N [HPL-N]
Lamp power	400 W [400 W]
Lamp system description	No [-]
Kombipack	K [Lamp(s) included]
Compensation circuit	IC [Inductive parallel compensated]
Gear	CONV [Conventional]
Optic type	P-D635-NB [Prismatic reflector diameter 635 mm narrow beam]
Optical cover/lens type	No [-]
Protection class IEC	CLI [Safety class I]
IP code	IP20 [Finger-protected]
Glow-wire test	650/5 [Temperature 650 °C, duration 5 s]
Flammability mark	F [For mounting on normally flammable surfaces]
European Community mark	CE [CE mark]

##### • Electrical

Input voltage	230 V [230 V]
---------------	---------------

##### • Mechanical

Housing configuration	No [-]
-----------------------	--------

##### • Product Data

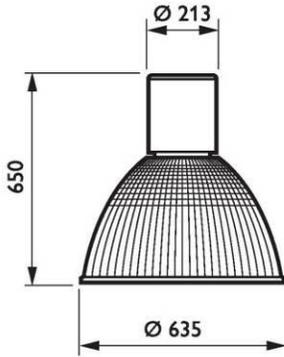
Order code	910502940115
Full product code	910502940115
Full product name	HPK460 1xHPL-N400W K IC 230V PR-D635-AC
Order product name	HPK460 1xHPL-N400W K IC 230V PR-D635-AC
Pieces per pack	0
Packs per outerbox	1
Bar code on outerbox - EAN3	8711559772783
Logistic code(s) - 12NC	910502940115
Net weight per piece	8.600 kg



**PHILIPS**

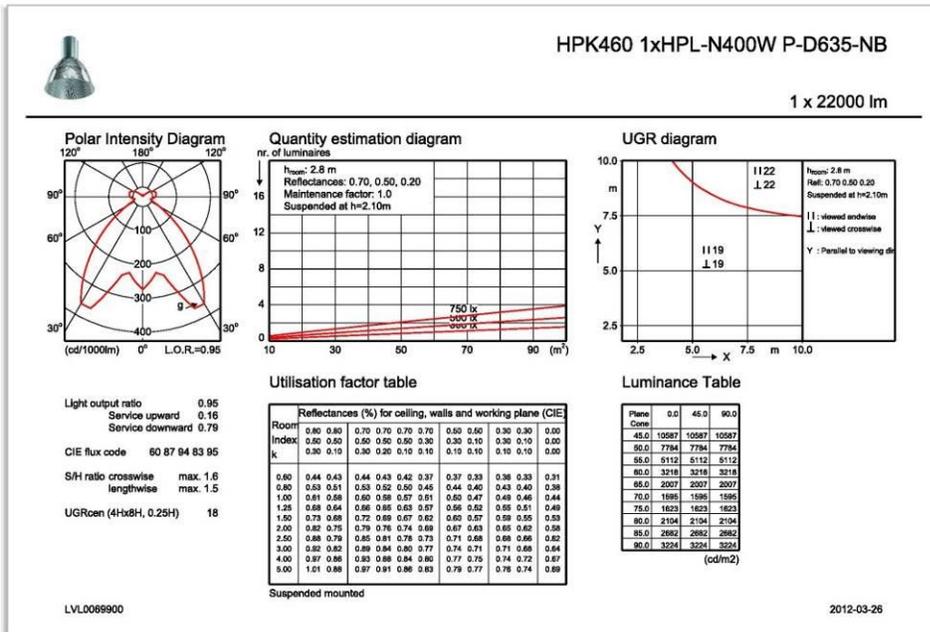
Pendola

Dimensional drawing



HPK460 1xHPL-N400W K IC 230V PR-D635-AC

Photometric data



HPK460 1xHPL-N400W P-D635-NB

2013, October 9  
data subject to change

## ANEXO 10. Especificaciones Lámpara Philips MASTER HPI-T Plus 400W/645 E40 1SL



### MASTER HPI-T Plus

MASTER HPI-T Plus 400W/645 E40 1SL

Lámparas de halogenuros metálicos con envoltura exterior de cristal transparente

#### Datos del producto

##### • Características Generales

Descripción del Sistema	Horizontal [Posición de funcionamiento horizontal]
Base/Casquillo	E40
Forma de la lámpara	T46 [T 46mm]
Acabado de la Lámpara	Clara
Posición de Funcionamiento	p20 [Paralelo +/-20° u Horizontal]
Vida al 5% de Fallos	5000 hr
Vida al 10% de Fallos	7500 hr
Vida al 20% de Fallos	11000 hr
Vida al 50% de Fallos	20000 hr

##### • Características de la Fuente de Luz

Código de Color	645 [CCT of 4500K]
Índice Reproducción Cromática	65 Ra8
Designación de Color	Blanco Frío
Temperatura de Color	4500 K
Flujo Lum.Lámpara.c.Bal.Conv	32000 Lm
Efic.Luminosa	84 Lm/W
Mantenimiento Lúmenes a 2000h	90 %
Mantenimiento Lúmenes a 5000h	80 %
Mantenimiento Lúmenes a 10000h	70 %
Mantenimiento lum 20.000 h	60 %

Coordenada Cromática X	361 -
Coordenada Cromática Y	372 -

##### • Características Eléctricas

Pot. de la Lámpara Estimada	400 W
Pot. de Lámpara con Bal. Conv.	382 W
Voltaje de la Lámpara	125 V
Cor. Lámpara con Bal. Convenc.	3.4 A
Tiempo de Arranque Regulable	10 (max) s No

##### • Características Medioambientales

Etiqueta Eficiencia Energética	A+
Contenido de mercurio (Hg)	29.5 mg
Energy consumption kWh/1000h	420 kWh

##### • Requerimientos de Diseño Luminaria

Temperatura Base/Casquillo	250 (max) C
Temperatura de la Lámpara	600 (max) C

##### • Características de Dimensiones

Longitud Total C	286 (max) mm
Diámetro D	47 (max) mm

**PHILIPS**

## MASTER HPI-T Plus

Distancia Focal L 168 mm  
 Longitud de Arco O 30.5 mm

### Datos Producto

Código de pedido 179906 15  
 Código de producto 871150017990615  
 Nombre de Producto MASTER HPI-T Plus 400W/645 E40 1SL  
 Nombre de pedido del producto MASTER HPI-T Plus 400W/645 E40 1SL/12  
 Piezas por caja 1

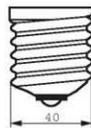
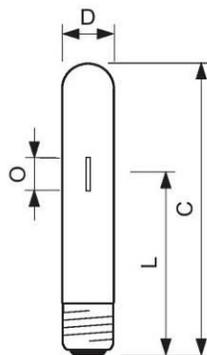
Configuración de embalaje 12  
 Cajas por caja exterior 12  
 Código de barras del producto 8711500179906  
 Código de barras de la caja exterior 8711500182999  
 Código logístico - 12NC 928481600096  
 Peso neto por pieza 0.210 kg

### Advertencias y seguridad

- Utilizar solamente en luminarias totalmente cerradas, incluso durante pruebas (IEC61167, IEC 62035, IEC60598)

- La luminaria debe ser capaz de contener las piezas de lámpara calientes si la lámpara se rompe
- Para su uso con equipos de control diseñados para lámparas de mercurio o sodio de alta presión

### Plano de dimensiones

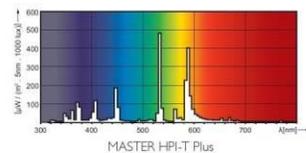


MASTER HPI Plus

### MASTER HPI-T Plus 400W/645 E40 1SL

Product	C (Max)	D (Max)	L (Norm)	O (Norm)
HPI-T Plus 400W/645 E40	286	47	168	30.5

### Datos fotométricos



2014, Marzo 31  
 Datos sujetos a cambios

# ANEXO 11. Especificaciones Lámpara Osram HQI-T 400 W/N



Products - Lamps: High intensity discharge... Metal halide lamps with... **POWERSTAR HQI-T**

## POWERSTAR HQI-T



### Product benefits

- Output of up to 400 W
- High efficiency
- Long life time
- E40 screw base for simple lamp handling
- UV values significantly below the maximum permitted thresholds to IEC 61167 thanks to UV filter

### Areas of application

- Factories and workshops
- Sports halls and multi-purpose halls
- Industrial installations
- Docks and port facilities
- Marshaling yards, container transshipment facilities
- Buildings, monuments, bridges
- Approved only for use in enclosed [...] [Show all](#)

Product family: important data at a glance

HQI-T 400 W/N

Add to notepad

Energy Label



### Technical data

#### Electrical data

Nominal wattage	400 W
Nominal voltage	126 V
Lamp current	3.9 A
PFC capacitor at 50 Hz	45 µF
Ignition voltage	4.0 / 5.0 kVp
Rated wattage	448.00 W
Rated lamp efficacy (standard condition)	90 lm/W
Energy consumption	493 kWh/1000h

#### Light technical data

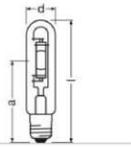
Rated luminous flux	40000 lm
---------------------	----------

Color rendering index Ra	62
Color temperature	3700 K
Light color	642
Rated LLMF at 2,000 h	0.85
Rated LLMF at 4,000 h	0.79
Rated LLMF at 6,000 h	0.68
Rated LLMF at 8,000 h	0.65
Rated LLMF at 12,000 h	0.62
UV protection	Yes
<b>Dimensions &amp; weight</b>	
Diameter	46.0 mm
Length	273.0 mm
Light center length (LCL)	175.0 mm
<b>Colors &amp; materials</b>	
Lamp mercury content	52.0 mg
<b>Temperatures</b>	
Maximum permitted outer bulb temperature	500 °C
Maximum permitted base edge temperature	250 °C
<b>Lifespan</b>	
Rated lamp survival factor at 2,000 h	0.99
Rated lamp survival factor at 4,000 h	0.98
Rated lamp survival factor at 6,000 h	0.93
Rated lamp survival factor at 8,000 h	0.83
Rated lamp survival factor at 12,000 h	0.50
Lifespan B50	9000 h
<b>Additional product data</b>	
Base (standard designation)	E40
Design / version	Clear
Footnote only for product	With NAV control gear
<b>Capabilities</b>	
Dimmable	No
Burning position	p45
Enclosed luminaire required	Yes
<b>Certificates &amp; standards</b>	
Energy efficiency class	A+

**Country specific categorizations**

**ILCOS** MT/UB-400/742-H/E/SL-E40-46/273/H

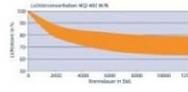
**Graphics and application images**



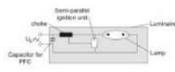
Product line drawing



Base



Others graphics



Circuit diagram



Circuit diagram

**Downloads**

**Energy efficiency class**

File	Type	Size
Energy label, vertical EL-p-4008321526786	pdf	38.1 KB

**General documents**

File	Type	Size
Product Family Datasheet family POWERSTAR HQL-T 250W-400W	pdf	510.8 KB
Brochures High Intensity Discharge lamps. Technical information on reducing the wattage	pdf	741.1 KB
Operating instructions OPERATION INSTRUCTIONS HIGH-PRESSURE DISCHARGE LAMPS (GB)	pdf	547.1 KB

**Packaging information**

EAN code	Packaging unit Pieces per unit	Dimensions l x w x h	Brutogewicht	Volume
4008321526786	Sleeves 1	298mm x 52mm x 52mm	199.36g	0.81dm <sup>3</sup>
4008321526793	Shipping carton box 12	263mm x 341mm x 214mm	3007.00g	19.19dm <sup>3</sup>

**Country-specific information**

<b>EAN code</b>	<b>SEG number</b>
4008321526786	8333127

1) At rated voltage and  $\cos \phi \geq 0.9$   
2) Minimum / Maximum

© 2014, OSRAM GmbH. All rights reserved.

## ANEXO 12. Especificaciones Lámpara Sylvania SA SHP-TD 70W R7S

**SYLVANIA**

**SHP - TD 70W**

*SA SHP-TD 70W R7S*

**0020709**

### Características de la gama



### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Número de orden	0020709
Color de la luz	0
Tecnología	HID
Clase de energía	A+
Promedio de vida útil (clasificada) (h)	8000
Forma de la lámpara	Linear
Acabado de lámpara	Clear
Regulable	No
Casquillo/Base	RX7s
Tipo	SHP-TD
Código EAN	5410288207094
Temperatura de color (K)	1900
Flujo luminoso útil (clasificado) (lm)	6800
Eficacia (clasificada) (lm/w)	97
Potencia (nominal) (W)	70
Tensión (V)	90

**SHP - TD 70W**

SA SHP-TD 70W R7S

**0020709**

Datos ópticos

Color de la luz	0
Temperatura de color (K)	1900
Flujo luminoso (nominal) (lm)	6800
Flujo luminoso útil (clasificado) (lm)	6800
Temperatura ambiente para flujo luminoso máximo (°C)	25
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 2.000 h	0
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 4.000 h	0
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 2.000 h, 50 Hz	0
Factor de mantenimiento de lúmenes clasificado a 4.000 h, 50 Hz	0

Datos eléctricos

kWh por 1000 horas de encendido	77
Eficacia (clasificada) (lm/w)	97
Potencia (clasificada) (W)	70
Potencia (nominal) (W)	70
Tensión (V)	90
Tensión de encendido (V)	0
Corriente (A)	0.98

Datos físicos

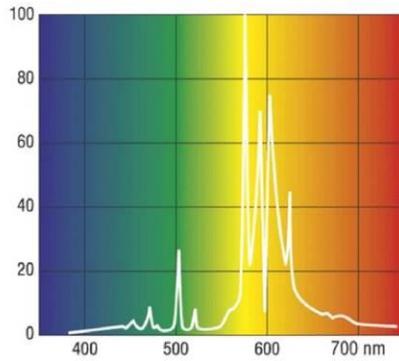
Peso (kg)	0.02
Longitud de lámpara - C/L	117.6
Diámetro de la lámpara (mm) - D	22
Descripción del paquete	Box/Sleeve
Single package dimensions (L x W x H) (cm)	4.10 x 4.10 x 20.30
Outer package dimensions (L x W x H) (cm)	21.50 x 21.00 x 10.50

**SHP - TD 70W**

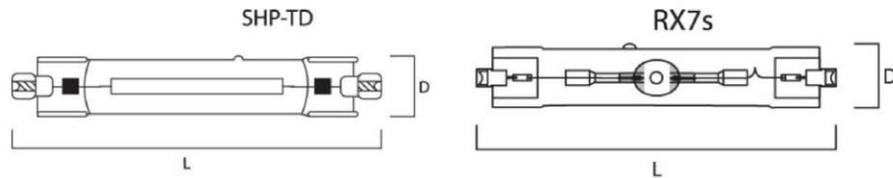
SA SHP-TD 70W R7S

**0020709**

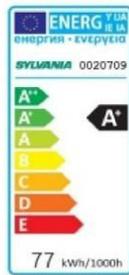
**FOTOMETRÍA**



**DIBUJOS TÉCNICOS**



**ETIQUETADO ENERGÉTICO**



## SHP - TD 70W

SA SHP-TD 70W R7S

0020709

### TABLA DE DATOS

#### Datos generales

Número de orden	0020709
Tecnología	HID
Promedio de vida útil (nominal) (h)	8000
Clase de energía	A+
Promedio de vida útil (clasificada) (h)	8000
Forma de la lámpara	Linear
Acabado de lámpara	Clear
Regulable	No
Casquillo/Base	RX7s
Tipo	SHP-TD
Código EAN	5410288207094
Notas	Sylvania SHP lamps can be dimmed with negligible impact on performance creating the potential for flexible light levels and reduced energy consumption.. Dimming is supported on electronic square wave ballasts and magnetic systems that can maintain the open circuit voltage. Square wave operation is recommended.. Dimming causes a reduction of light and some colour change.. We advise to start the lamps at full power and to hold this for 15 minutes before reducing the power. To avoid extinguishing the power should be adjusted gradually taking a few minutes to reach the final dimming condition.. Square wave dimming down to 50% of the rated power will have negligible impact on performance, dimming down to 35% of the rated power can affect lumen maintenance and colour appearance.. Dimming by means of voltage on magnetic systems is not advised as this increases the chance of lamp extinguishing.. Dimming by phase-cutting on magnetic systems is not allowed.. Instant dimming on magnetic systems by adding an impedance is suggested down to 50% of the rated power but the average life can be reduced.
Nombre del producto	SA SHP-TD 70W R7S
Contenido de mercurio de la lámpara (mg)	11.3
Se necesita sistema de control	yes
Clasificación de dispositivos	enclosed
Referencia IEC	IEC 60662
Referencia IEC 2	IEC 62035
Finalidad prevista	General lighting
Lámpara para usos especiales	No
Transformador requerido	no
Cantidad del paquete a la venta	10

## ANEXO 13. Especificaciones Lámpara Philips MASTER TL-D Super 80 36W840 1SL



### MASTER TL-D Super 80

MASTER TL-D Super 80 36W/840 1SL

La MASTER TL-D Super 80 ofrece más lúmenes por vatio y mejor reproducción del color que los colores estándar TL-D. Además, tiene un menor contenido de mercurio. La lámpara se puede utilizar en luminarias TL-D existentes.

#### Datos del producto

##### • Características Generales

Base/Casquillo	G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Información Base/Casquillo	disco verde
Forma de la lámpara	T8 [26 mm]
Vida Media (10%) con Equ.Conv.	12000 hr
Vida 10% fall c/ precald EL 3 h	17000 hr
Vida 10% fall s/ precald EL 3 h	10000 hr
Vida Media (50%) con Bal.conv.	15000 hr
Vida Media Bal.Elec.Precaldeo	20000 hr
Vida Media con Bal.Elec.Básico	12000 hr
LSF EM 2.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
LSF EM 4.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
LSF EM 6.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
LSF EM 8.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
LSF EM 12.000 h nom, ciclo 3 h	89 %
LSF EM 16.000 h nom, ciclo 3 h	33 %
LSF EM 20.000 h nom, ciclo 3 h	2 %

##### • Características de la Fuente de Luz

Código de Color	840 [CCT of 4000K]
Índice Reproducción Cromática	85 Ra8

Designación de Color	Blanco Frio
Temperatura de Color	4000 K
Flujo lum EM 25°C, nominal	3350 Lm
Flujo lum EM 25°C, nominal	3350 Lm
Flujo lum lámp, convenc. 30°C	3000 Lm
Eficacia lum nominal EM 25°C	93 Lm/W
Luminancia Balasto Conv.	1.25 cd/cm <sup>2</sup>
LLMF EM 2.000 h nominal	96 %
LLMF EM 4.000 h nominal	95 %
LLMF EM 6.000 h nominal	94 %
LLMF EM 8.000 h nominal	93 %
LLMF EM 12.000 h nominal	92 %
LLMF EM 16.000 h nominal	91 %
LLMF EM 20.000 h nominal	90 %
Temperatura de diseño	25 C
Coordenada Cromática X	380 -
Coordenada Cromática Y	380 -



**PHILIPS**

## MASTER TL-D Super 80

### • Características Eléctricas

Pot. de la Lámpara Estimada	36 W
Potencia lámpara EM 25°C, nom	36 W
Potencia lámpara EM 25°C, nom	36.0 W
Tensión lámpara EM 25°C	103 V
Corriente lámp EM 25°C	0.440 A
Regulable	Sí

### • Características Medioambientales

Etiqueta Eficiencia Energética	A
Contenido de mercurio (Hg)	2.0 mg
Energy consumption kWh/1000h	42 kWh

### • Características de Dimensiones

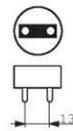
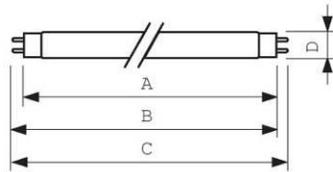
Longitud Casquillo-Casquillo A	1199.4 (max) mm
--------------------------------	-----------------

Longitud B de Inserción	1204.1 (min), 1206.5 (max) mm
Longitud Total C	1213.6 (max) mm
Diámetro D	28 (max) mm

### • Datos Producto

Código de pedido	632012 40
Código de producto	871150063201240
Nombre de Producto	MASTER TL-D Super 80 36W/840 1SL
Nombre de pedido del producto	MASTER TL-D Super 80 36W/840 1SL/25
Piezas por caja	1
Configuración de embalaje	25
Cajas por caja exterior	25
Código de barras del producto	8711500632012
Código de barras de la caja exterior	8711500632029
Código logístico - 12NC	927921084023
ILCOS code	FD-36/40/1B-E-G13
Peso neto por pieza	134.500 gr

### Plano de dimensiones



Casquillo

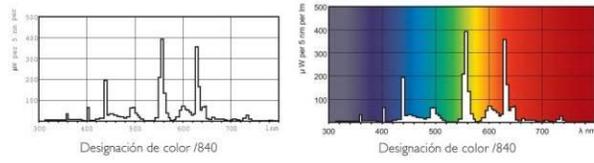
### MASTER TL-D Super 80 36W/840 1SL

Product	A (fMax)	B (fMin)	B (fMax)	C (fMax)	D (fMax)
TL-D 36W/840	1199.4	1204.1	1206.5	1213.6	28

2014, Abril 2  
Datos sujetos a cambios

## MASTER TL-D Super 80

### Datos fotométricos



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
Todos los derechos reservados.

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. Las marcas registradas son propiedad de Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) o de sus respectivos propietarios.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2014, Abril 2  
Datos sujetos a cambios

## ANEXO 14. Especificaciones Lámpara Osram L 32 W/830 E



Productos - Lámparas: Lámparas fluorescentes Lámparas fluorescentes T8 **LUMILUX T8 ES**

LUMILUX T8 ES



### Beneficios del producto

- Reemplazo sencillo y directo en instalaciones ECC/LLG existentes
- Ahorro de energía instantáneo en instalaciones ECC/LLG existentes
- Hasta un 10 % menos de consumo de energía en equipos de conexión convencionales
- Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> (51 W: 14 kg al año, 70 kg a lo largo de la vida útil de la lámpara – mezcla de energía: 0,5 kg/kWh)
- Amortización en menos de un año
- Ahorro de energía en combinación con QTP-OPTIMAL y [...] [Mostrar todo](#)

Datos importantes productos: Resumen

Segura y económica



Aplicación: Iluminación de sótanos y garaje

Fiable y extremadamente flexible



Aplicación: Iluminación para aparcamientos subterráneos

32 W/830 ES

L 32 W/830 ES

Insertar en bloc de notas  
Etiqueta de energía

### Combinaciones lámparas-ECE

#### QT-FIT8 1x36

Corriente nominal	0.15 A
Pérdida de potencia	32.00 W
Flujo luminoso a 35 °C	2500 lm
Número de fuentes de luz	1

#### Productos:

QT-FIT8 1x36

#### QT-FIT8 2x36

Corriente nominal	0.296 A
Pérdida de potencia	64.00 W
Flujo luminoso a 35 °C	2500 lm
Número de fuentes de luz	2

Productos

QT-FIT8 2x36

QT-FIT8 3x36

Corriente nominal	0.434 A
Pérdida de potencia	100.00 W
Flujo luminoso a 35 °C	2500 lm
Número de fuentes de luz	3

Productos

QT-FIT8 3x36

QTP-OPTIMAL 1x18-40

Corriente nominal	0.15 A
Pérdida de potencia	36.00 W
Flujo luminoso a 35 °C	2500 lm
Número de fuentes de luz	1

Productos

QTP-OPTIMAL 1x18-40

QTP-OPTIMAL 2x18-40

Corriente nominal	0.28 A
Pérdida de potencia	71.00 W
Flujo luminoso a 35 °C	2500 lm
Número de fuentes de luz	2

Productos

QTP-OPTIMAL 2x18-40

Datos técnicos

Datos eléctricos

Potencia nominal	32 W
Eficacia medida de lámpara (dato HF 25 °)	Under clarification by authority and standardization body
Eficacia lámpara (condición estándar)	82 lm/W
Potencia de construcción	30.50 W
Consumo de energía	39 kWh/1000h

Datos técnicos de iluminación

Índice de reproducción cromática Ra	≥80
Flujo luminoso	2500 lm

Flujo luminoso a 25 °C	2500 lm
Tono de luz	830
Temperatura de color	3000 K
Flujo luminoso	3000 lm
Tono de luz según EN 12484-1	LUMILUX Blanco Cálido
Factor manten. lumen lámpara 2.000 h	0,95
Factor manten. lumen lámpara 4.000 h	0,92
Factor manten. lumen lámpara 6.000 h	0,91
Factor manten. lumen lámpara 8.000 h	0,90
Factor manten. lumen lámpara 12.000 h	0,89
Coorden. color tabla colores según norma	0,44/0,403
Flujo luminoso nominal	2500 lm
<b>Dimensiones y peso</b>	
Diámetro del tubo	26 mm
Largo	1200,0 mm
Long. con casq pero sin pitones/conexión	1200,00 mm
Diámetro	26,0 mm
<b>Colores y materiales</b>	
Contenido mercurio lámpara	2,5 mg
<b>Temperaturas</b>	
Temperatura ambiente máx.flujo luminoso	35,0 °C
<b>Duración de vida</b>	
Vida útil	18000 h
Duración	20000 h
Factor supervivencia 2.000 h	0,99
Factor supervivencia 4.000 h	0,99
Factor supervivencia 6.000 h	0,99
Factor supervivencia 8.000 h	0,99
Factor supervivencia 12.000 h	0,90
Modo de operación LLMF/LSF	50 Hz
Vida útil lámpara	20000 h
Vida útil nominal lámpara	20000 h
<b>Datos adicionales del producto</b>	

<b>Casquillo (denominación estándar)</b>	G13													
<b>Elimin. residuos conf. directiva RAEE</b>	Sí													
<b>Capacidades</b>														
<b>Apto para interiores</b>	Sí													
<b>Certificados &amp; Normas</b>														
<b>Clase de eficiencia energética</b>	A													
<b>Imágenes gráficas y aplicación</b>														
<table border="1"> <tr> <td>Product line drawing</td> <td>Medio ambiente</td> <td>Distribución espectral</td> </tr> <tr> <td>Esquema de conexiones</td> <td>Foto: Aplicación</td> <td>Foto: Aplicación</td> </tr> <tr> <td>Foto: Aplicación</td> <td>Foto: Aplicación</td> <td>Foto: Aplicación</td> </tr> <tr> <td>Foto: Aplicación</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Product line drawing	Medio ambiente	Distribución espectral	Esquema de conexiones	Foto: Aplicación							
Product line drawing	Medio ambiente	Distribución espectral												
Esquema de conexiones	Foto: Aplicación	Foto: Aplicación												
Foto: Aplicación	Foto: Aplicación	Foto: Aplicación												
Foto: Aplicación														
<b>Descargas</b>														
<b>Clase de eficiencia energética</b>														
<b>Fichero</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>												
 Energy label, vertical EL-p-4008321339652	pdf	37.9 KB												

**Documentos generales**

Fichero	Tipo	Tamaño
Product Family Datasheet Family data sheet LUMILUX T8 ES	pdf	289.4 KB
Folleto de ventas LUMILUX ES and OSRAM DULUX D ES – Take a good look at	pdf	1.6 MB

**Información de embalaje**

Código EAN	Unidades de embalaje Piezas por unidad	Dimensiones l x w x h	Peso bruto	Volúmen
4008321339652	Funda 1	1215mm x 32mm x 33mm	188.00g	1.28dm <sup>3</sup>
4008321339669	Embalaje de envío 25	1242mm x 142mm x 145mm	5100.00g	25.57dm <sup>3</sup>

**Categorías específicas del país**

Código EAN	Código METEL	SEG-Nr.	Número STK
4008321339652	OSRL32830ES	8329310	4934968

- 1) ECE con arranque en caliente  
2) ECE con arranque en caliente

## ANEXO 15. Especificaciones Lámpara Osram L 32 W/640 C



Products - Lamps: [Fluorescent lamps](#) [Fluorescent lamps T9](#) [LUMILUX T9 C](#)

[Back to search result](#)

LUMILUX T9 C



#### Product benefits

- Extremely economical
- Good quality of light
- Excellent luminous flux
- Excellent uniform illumination with no shadows

#### Areas of application

- Public buildings
- Restaurants
- Industry
- Shops
- Supermarkets and department stores
- Hotels

#### Product features

- Good color rendering group: 1B (R<sub>a</sub>: 80...89)
- Good average lifetime
- Single-ended round fluorescent lamp
- Dimmable

#### Equipment / Accessories

- Suitable for operation on electronic and conventional control gears. [...] [Show all](#)

Product family: important data at a glance

L 32 W/840 G10Q

[Add to notepad](#)

[Energy Label](#)

#### Lamp-ECG combinations

HF 1x36/230-240 DIM

Nominal current	0.17 A
Nominal wattage + Power loss	36.00 W
Luminous flux at 35 °C	2250 lm
Number of lighting outlets	1

Products

HF 1x36/230-240 DIM

QTP8 1x36

Nominal current	0,14 A
Nominal wattage + Power loss	34,00 W
Luminous flux at 35 °C	2050 lm
Number of lighting outlets	1

Products

QTP8 1x36/230-240

QTI 1x36 DIM

Nominal current	0,16 A
Nominal wattage + Power loss	36,00 W
Luminous flux at 35 °C	2300 lm
Number of lighting outlets	1

Products

QTI 1x36 DIM

QTI 2x36 DIM

Nominal current	0,31 A
Nominal wattage + Power loss	69,00 W
Luminous flux at 35 °C	2300 lm
Number of lighting outlets	2

Products

QTI 2x36 DIM

QTI DALI 1x36 DIM

Nominal current	0,16 A
Nominal wattage + Power loss	36,00 W
Luminous flux at 35 °C	2300 lm
Number of lighting outlets	1

Products

QTI DALI 1x36 DIM

QTI DALI 2x36 DIM

Nominal current	0,31 A
Nominal wattage + Power loss	69,00 W
Luminous flux at 35 °C	2300 lm
Number of lighting outlets	2

Products

QTI DALI 2x36 DIM

**Technical data****Electrical data**

Nominal voltage	84 V
Nominal wattage	32 W
Rated lamp efficacy (standard condition)	70 lm/W
Rated wattage	32.00 W
Energy consumption	39 kWh/1000h

**Light technical data**

Color rendering index Ra	80-89
Rated luminous flux	2250 lm
Luminous flux at 25 °C	2250 lm
Light color	840
Color temperature	4000 K
Nominal luminous flux	2250 lm
Light color as per EN 12464-1	LUMILUX Cool White
Rated LLMF at 2,000 h	0.80
Rated LLMF at 4,000 h	0.74
Rated LLMF at 6,000 h	0.72
Rated LLMF at 8,000 h	0.70

**Dimensions & weight**

Tube diameter	29 mm
Length	305.0 mm
Diameter	305.0 mm

**Colors & materials**

Lamp mercury content	9.0 mg
----------------------	--------

**Temperatures**

Rated ambient temp.w.max.luminous flux	25.0 °C
--	---------

**Lifespan**

Service life	6000 h
Lifespan	7500 h
Rated lamp survival factor at 2,000 h	0.99
Rated lamp survival factor at 4,000 h	0.95
Rated lamp survival factor at 6,000 h	0.83
Rated lamp survival factor at 8,000 h	0.62
Operation mode LLMF/LSF	50 Hz
Rated lamp life time	9000 h

<b>Nominal lamp life time</b>	9000 h													
<b>Additional product data</b>														
<b>Base (standard designation)</b>	G10q													
<b>Appropriate disposal acc. to WEEE</b>	Yes													
<b>Capabilities</b>														
<b>Suitable for indoor</b>	Yes													
<b>Certificates &amp; standards</b>														
<b>Energy efficiency class</b>	A													
<b>Graphics and application images</b>														
<table border="1"> <tr> <td><a href="#">Product line drawing</a></td> <td><a href="#">Product line drawing - technical</a></td> <td><a href="#">Product line drawing - technical</a></td> </tr> <tr> <td><a href="#">Product line drawing - technical</a></td> <td><a href="#">Environment</a></td> <td><a href="#">Spectral power distribution</a></td> </tr> <tr> <td><a href="#">Base</a></td> <td><a href="#">Circuit diagram</a></td> <td><a href="#">Circuit diagram</a></td> </tr> <tr> <td><a href="#">Circuit diagram</a></td> <td><a href="#">Packaging image</a></td> <td></td> </tr> </table>			<a href="#">Product line drawing</a>	<a href="#">Product line drawing - technical</a>	<a href="#">Product line drawing - technical</a>	<a href="#">Product line drawing - technical</a>	<a href="#">Environment</a>	<a href="#">Spectral power distribution</a>	<a href="#">Base</a>	<a href="#">Circuit diagram</a>	<a href="#">Circuit diagram</a>	<a href="#">Circuit diagram</a>	<a href="#">Packaging image</a>	
<a href="#">Product line drawing</a>	<a href="#">Product line drawing - technical</a>	<a href="#">Product line drawing - technical</a>												
<a href="#">Product line drawing - technical</a>	<a href="#">Environment</a>	<a href="#">Spectral power distribution</a>												
<a href="#">Base</a>	<a href="#">Circuit diagram</a>	<a href="#">Circuit diagram</a>												
<a href="#">Circuit diagram</a>	<a href="#">Packaging image</a>													
<b>Downloads</b>														
<b>Energy efficiency class</b>														
<b>File</b>	<b>Type</b>	<b>Size</b>												

 Energy label, vertical  
EL-p-4008321581143 pdf 37.4 KB

**General documents**

File	Type	Size
Product Family Datasheet Family data sheet LUMILUX T9 C	pdf	334.6 KB
Brochures Light can be white en	pdf	1.3 MB
Brochures Light color and lumen overview Lichtfarben- und Lumenübersicht	pdf	287.8 KB

**Packaging information**

EAN code	Packaging unit Pieces per unit	Dimensions l x w x h	Brutogewicht	Volume
4008321581143	Sleeves 1	309mm x 38mm x 306mm	315.60g	3.59dm <sup>3</sup>
4008321581150	Shipping carton box 12	452mm x 320mm x 323mm	4228.20g	46.72dm <sup>3</sup>

**Country-specific information**

EAN code	METEL code	SEG number
4008321581143	OSRL32840CN	8330928

## ANEXO 16. Especificaciones Lámpara Philips MASTER TL-D 90 De Luxe 18W/930 1SL



### MASTER TL-D 90 De Luxe

MASTER TL-D 90 De Luxe 18W/930 1SL

This TL-D lamp makes colors appear rich, deep and enhanced in a natural way. Thus very suitable for applications where a high color recognition is needed: first aid and treatment rooms in hospitals, printing rooms, jewelry, dentists, hairdressing, museums and shops

#### Product data

##### • General Characteristics

Cap-Base	G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Bulb	T8 [26 mm]
Life to 10% failures EM	12000 hr
Life to 10% fail	17000 hr
Preheat EL,3h	
Life to 10% fail	10000 hr
Nonpreh EL,3h	
Life to 50% failures EM	15000 hr
Life to 50% fail	20000 hr
Preheat EL,3h	
Life to 50% fail	12000 hr
Nonpreh EL,3h	
LSF EM 2000h Rated, 3h cycle	99 %
LSF EM 4000h Rated, 3h cycle	99 %
LSF EM 6000h Rated, 3h cycle	99 %
LSF EM 8000h Rated, 3h cycle	99 %
LSF EM 12000h Rated,3h cycle	89 %
LSF EM 16000h Rated,3h cycle	33 %
LSF EM 20000h Rated,3h cycle	2 %

##### • Light Technical Characteristics

Color Code	930 [CCT of 3000K]
Color Rendering Index	91 Ra8
Color Designation (text)	Warm White

Color Temperature	3000 K
Luminous Flux EM 25°C, Rated	1200 Lm
Luminous Flux EM 25°C, Nominal	1200 Lm
Lum Efficacy Rated EM 25°C	66,7 Lm/W
Luminance Average EM	0.90 cd/cm <sup>2</sup>
LLMF EM 2000h Rated	96 %
LLMF EM 4000h Rated	95 %
LLMF EM 6000h Rated	94 %
LLMF EM 8000h Rated	93 %
LLMF EM 12000h Rated	92 %
LLMF EM 16000h Rated	91 %
LLMF EM 20000h Rated	90 %
Design Temperature	25 C
Chromaticity Coordinate X	434 -
Chromaticity Coordinate Y	399 -

##### • Electrical Characteristics

Lamp Wattage	18 W
Lamp Wattage EM 25°C, Nominal	18 W
Lamp Wattage EM 25°C, Rated	18.0 W



**PHILIPS**

## MASTER TL-D 90 De Luxe

Lamp Voltage EM 25°C	59 V
Lamp Current EM 25°C	0.360 A
Dimmable	Yes

### • Environmental Characteristics

Energy Efficiency Label (EEL)	B
Mercury (Hg) Content	3.0 mg
Energy consumption kWh/1000h	22 kWh

### • Product Dimensions

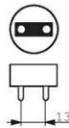
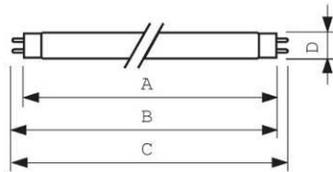
Base Face to Base Face A	589.8 (max) mm
Insertion Length B	594.5 (min), 596.9 (max) mm
Overall Length C	604 (max) mm

Diameter D	28 (max) mm
------------	-------------

### • Product Data

Order code	928043593081
Full product code	928043593081
Full product name	MASTER TL-D 90 De Luxe 18W/930 1SL
Order product name	MASTER TL-D 90 De Luxe 18W/930 1SL/10
Pieces per pack	1
Packing configuration	10
Packs per outerbox	10
Bar code on pack - EAN1	8711500888372
Bar code on outerbox - EAN3	8711500888389
Logistic code(s) - 12NC	928043593081
ILCOS code	FD-18/30/1A-E-G13
Net weight per piece	68.900 gr

### Dimensional drawing



G13

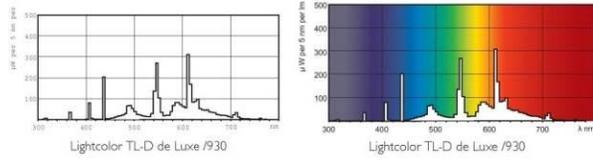
### MASTER TL-D 90 De Luxe 18W/930 1SL

Product	A (Max)	B (Min)	B (Max)	C (Max)	D (Max)
TL-D De Luxe 18W/930	589.8	594.5	596.9	604	28

2014, April 10  
data subject to change

## MASTER TL-D 90 De Luxe

### Photometric data



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2014, April 10  
data subject to change

## ANEXO 17. Especificaciones Lámpara Philips TL5-14W/830



### MASTER TL5 High Efficiency

MASTER TL5 HE 14W/830 1SL

This TL5 lamp (tube diameter 16 mm) has a high luminous efficacy, resulting in low energy consumption. The High Efficiency TL5 lamp offers excellent lumen maintenance and good color rendering. Application areas are offices, industry, public and governmental buildings, schools, hospitals and indoor sports lighting.

#### Product data

##### • General Characteristics

System Description	High Efficiency
Cap-Base	G5
Cap-Base Information	Green Plate
Bulb	T5 [16 mm]
Life to 10% fail Preheat EL,3h	19000 hr
Life to 50% fail Preheat EL,3h	24000 hr
LSF HF Preheat 2000h Rated,3h	99 %
LSF HF Preheat 4000h Rated,3h	99 %
LSF HF Preheat 6000h Rated,3h	99 %
LSF HF Preheat 8000h Rated,3h	99 %
LSF HF Preheat 12000h Rated,3h	97 %
LSF HF Preheat 16000h Rated,3h	84 %
LSF HF Preheat 20000h Rated,3h	

##### • Light Technical Characteristics

Color Code	830 [CCT of 3000K]
Color Rendering Index	85 Ra8
Color Designation (text)	Warm White
Color Temperature	3000 K
Luminous Flux EL 25°C, Rated	1200 Lm
Luminous Flux EL 25°C, Nominal	1200 Lm

Luminous Flux Lamp EL 35°C	1350 Lm
Lum Efficacy Rated HF 25°C	86 Lm/W
Lum Efficacy Rated HF 35°C	99 Lm/W
LLMF HF 2000h Rated	96 %
LLMF HF 4000h Rated	95 %
LLMF HF 6000h Rated	94 %
LLMF HF 8000h Rated	93 %
LLMF HF 12000h Rated	92 %
LLMF HF 16000h Rated	91 %
LLMF HF 20000h Rated	90 %
Design Temperature	35 C
Chromaticity Coordinate X	440 -
Chromaticity Coordinate Y	403 -

##### • Electrical Characteristics

Lamp Wattage	14 W
Lamp Wattage EL 25°C, Rated	14.0 W
Lamp Wattage EL 25°C, Nominal	14 W
Lamp Wattage EL 35°C	13.7 W
Lamp Voltage EL	86 V
	25°C



**PHILIPS**

## MASTER TL5 High Efficiency

Lamp Voltage EL 35°C	82 V
Lamp Current EL 25°C	0.165 A
Lamp Current EL 35°C	0.170 A
Dimmable	Yes

### • Environmental Characteristics

Energy Efficiency Label (EEL)	A+
Mercury (Hg) Content	1.4 mg
Energy consumption kWh/1000h	15 kWh

### • Measuring Conditions

Calibration Current	0.170 A
HF Generator Rated Voltage	167 V
Resistor	500 ohm

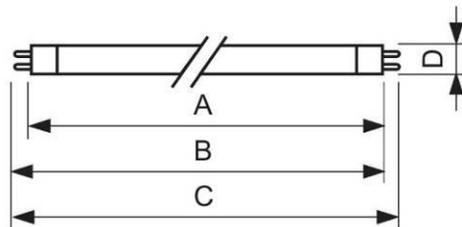
### • Product Dimensions

Base Face to Base Face A	549.0 (max) mm
Insertion Length B	553.7 (min), 556.1 (max) mm
Overall Length C	563.2 (max) mm
Diameter D	17 (max) mm

### • Product Data

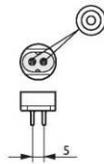
Order code	927926083061
Full product code	927926083061
Full product name	MASTER TL5 HE 14W/830 1SL
Order product name	MASTER TL5 HE 14W/830 1SL/20
Pieces per pack	1
Packing configuration	20
Packs per outerbox	20
Bar code on pack - EAN1	8711500639387
Bar code on outerbox - EAN3	8711500264763
Logistic code(s) - 12NC	927926083061
ILCOS code	FDH-14/30/1B-U/P-G5-16/550
Net weight per piece	54.000 gr

### Dimensional drawing



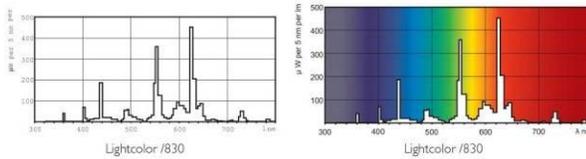
#### MASTER TL5 HE 14W/830 1SL

Product	A (Max)	B (Min)	B (Max)	C (Max)	D (Max)
TL5 14W/830/GP HE	549.0	553.7	556.1	563.2	17



G5

### Photometric data



2014, April 10  
data subject to change

## ANEXO 18. Especificaciones Lámpara Philips HPI-P250W-BU



### MASTER HPI Plus

MASTER HPI Plus 250W/667 BU E40 1SL

Quartz metal halide lamps with opalized outer bulb

#### Product data

##### • General Characteristics

System Description	Base-Up
Cap-Base	E40
Bulb	BD90 [BD 90mm]
Bulb Finish	Coated
Operating Position	h15 [Hanging +/-15D or Base Up (BU)]
Life to 5% failures	5000 hr
Life to 10% failures	7500 hr
Life to 20% failures	11000 hr
Life to 50% failures	20000 hr
LSF EM 2000h Rated, 12h cycle	99 %
LSF EM 4000h Rated, 12h cycle	96 %
LSF EM 6000h Rated, 12h cycle	93 %
LSF EM 8000h Rated, 12h cycle	88 %
LSF EM 12000h Rated, 12h cycle	76 %
LSF EM 16000h Rated, 12h cycle	63 %
LSF EM 20000h Rated, 12h cycle	50 %

##### • Light Technical Characteristics

Color Code	667 [CCT of 6700K]
Color Rendering Index	69 Ra8
Color Designation (text)	Daylight
Color Temperature Technical	6700 K

Luminous Flux EM 25°C, Rated	18000 Lm
Lum Efficacy Rated EM 25°C	72 Lm/W
LLMF EM 2000h Rated	90 %
LLMF EM 4000h Rated	82 %
LLMF EM 6000h Rated	77 %
LLMF EM 8000h Rated	73 %
LLMF EM 12000h Rated	68 %
LLMF EM 16000h Rated	63 %
LLMF EM 20000h Rated	60 %
Chromaticity Coordinate X	308 -
Chromaticity Coordinate Y	318 -

##### • Electrical Characteristics

Lamp Wattage	250 W
Lamp Wattage EM 25°C, Nominal	250.0 W
Lamp Wattage EM 25°C, Rated	253.0 W
Lamp Voltage	128 V
Lamp Current EM	2.2 A
Ignition Time	30 (max) s
Dimmable	No
Ratio scotopic/ photopic lumens	2.00 -

**PHILIPS**

## MASTER HPI Plus

### • Environmental Characteristics

Energy Efficiency Label (EEL)	A
Mercury (Hg) Content	47 mg
Energy consumption kWh/1000h	278 kWh

### • Luminaire Design Requirements

Cap-Base Temperature	250 (max) C
Bulb Temperature	350 (max) C

### • Product Dimensions

Overall Length C	226 (max) mm
Diameter D	91 (max) mm

### • Product Data

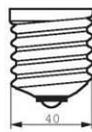
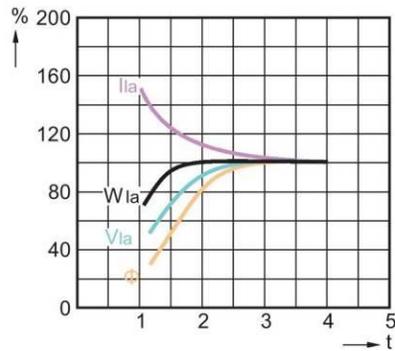
Order code	928076809894
Full product code	928076809894
Full product name	MASTER HPI Plus 250W/667 BU E40 1SL
Order product name	MASTER HPI Plus 250W/667 BU E40 1SL/12
Pieces per pack	1
Packing configuration	12
Packs per outerbox	12
Bar code on pack - EAN1	8711500207395
Bar code on outerbox - EAN3	8711500207401
Logistic code(s) - 12NC	928076809894
ILCOS code	ME-250/67/2A-H-E40-90/225/V
Net weight per piece	0.176 kg

### Warnings and Safety

- Use only in totally enclosed luminaire, even during testing (IEC61167, IEC 62035, IEC60598)

- The luminaire must be able to contain hot lamp parts if the lamp ruptures
- For use with control gear designed for high-pressure mercury or sodium lamps

### Dimensional drawing



E40

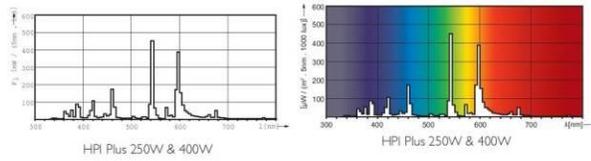
### MASTER HPI Plus 250W/667 BU E40 1SL

Product	C (°Max)	D (°Max)
HPI Plus 250W/667 BU E40	226	91

2014, April 11  
data subject to change

## MASTER HPI Plus

### Photometric data



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2014, April 11  
data subject to change

## ANEXO 19. Especificaciones Lámpara Philips HPL-N400W +GPK138 R-WB



### HPL-N

HPL-N 400W/542 E40 HG 1SL

Lámparas de vapor de mercurio a alta presión

#### Datos del producto

##### • Características Generales

Base/Casquillo	E40
Forma de la lámpara	ED120 [ED 120mm]
Material de la Lámpara	Vidrio duro
Acabado de la Lámpara	Opalizada
Posición de Funcionamiento	any [Cualquiera o Universal (U)]
Vida al 5% de Fallos	6000 hr
Vida al 20% de Fallos	12000 hr
Vida al 50% de Fallos	16000 hr
LSF EM 2.000h nom, ciclo 12 h	99 %
LSF EM 4.000 h nom, ciclo 12 h	97 %
LSF EM 6.000 h nom, ciclo 12 h	92 %
LSF EM 8.000h nom, ciclo 12 h	83 %
LSF EM 12.000h nom, ciclo 12 h	65 %
LSF EM 16.000h nom, ciclo 12 h	45 %
LSF EM 20.000h nom, ciclo 12 h	28 %

##### • Características de la Fuente de Luz

Código de Color	542 [CCT of 4200K]
Índice Reproducción Cromática	50 Ra8
Designación de Color	Blanco Frio
Temperatura de Color	4200 K

Flujo lum EM 25°C, nominal	22000 Lm
Eficacia lum nominal EM 25°C	55 Lm/W
Mantenimiento Lúmenes a 2000h	90 %
Mantenimiento Lúmenes a 5000h	85 %
LLMF EM 2.000 h nominal	88 %
LLMF EM 4.000 h nominal	86 %
LLMF EM 6.000 h nominal	84 %
LLMF EM 8.000 h nominal	82 %
LLMF EM 12.000 h nominal	78 %
LLMF EM 16.000 h nominal	75 %
LLMF EM 20.000 h nominal	72 %
Coordenada Cromática X	384 -
Coordenada Cromática Y	384 -

##### • Características Eléctricas

Pot. de la Lámpara Estimada	400 W
Potencia lámpara EM 25°C, nom	400.0 W
Potencia lámpara EM 25°C, nom	400.0 W
Voltaje de la Lámpara	140 V

**PHILIPS**

## HPL-N

Cor. Lámpara con Bal. Convenc. Regulable 3.25 A No

• Características Medioambientales

Etiqueta Eficiencia Energética B  
 Contenido de mercurio (Hg) 72 mg  
 Energy consumption kWh/1000h 440 kWh

• Requerimientos de Diseño Luminaria

Temperatura Base/Casquillo 210 (max) C  
 Temperatura de la Lámpara 350 (max) C

• Características de Dimensiones

Longitud Total C 290 (max) mm

Diámetro D 122 (max) mm

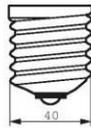
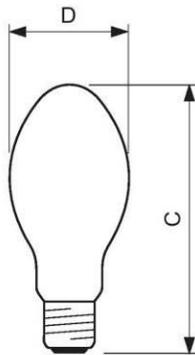
• Datos Producto

Código de pedido 180452 10  
 Código de producto 871150018045210  
 Nombre de Producto HPL-N 400W/542 E40 HG 1SL  
 Nombre de pedido del producto HPL-N 400W/542 E40 HG 1SL/6  
 Piezas por caja 1  
 Configuración de embalaje 6  
 Cajas por caja exterior 6  
 Código de barras del producto 8711500180452  
 Código de barras de la caja exterior 8711500180469  
 Código logístico - 12NC 928053507422  
 ILCOS code QE-400/40/3-H-E40  
 Peso neto por pieza 0.245 kg

### Advertencias y seguridad

- For use with control gear designed for high-pressure mercury lamps

### Plano de dimensiones



MASTER HPI Plus

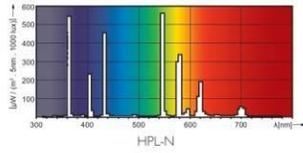
### HPL-N 400W/542 E40 HG 1SL

Product	C (l-max)	D (l-max)
HPL-N 400W E40 HG	290	122

2014, Febrero 1  
 Datos sujetos a cambios

## HPL-N

### Datos fotométricos



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
Todos los derechos reservados.

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. Las marcas registradas son propiedad de Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) o de sus respectivos propietarios.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2014, Febrero 1  
Datos sujetos a cambios

## ANEXO 20. Especificaciones Lámpara Bright Light Systems BLP1000



### Características

- Reducción de Costo de Energía en 75%.
- Facilidad en el reemplazo de la Lámpara.
- Atenuable 100% a 20%.
- Resistente a Vibraciones.
- Vida Nominal de 50.000 horas.
- UL 1598 Apto para Lugares Húmedos.
- Iluminación Completa en 60 segundos.
- Controlador Inalámbrico Atenuable.
- Garantía de 5 años Limitada.
- Cumple con la Norma de Cielo Oscuro

### BLP 1000

#### Eficiencia. Inteligencia. Durabilidad.

BLP1000 es la única luminaria de mástil alto de gran eficiencia energética, que utiliza la tecnología del Plasma Emisor de Luz (LEP), para brindar una brillante luz blanca similar a la luz del día, con una eficacia que supera a las lámparas fluorescentes, de descarga de alta intensidad (HID) y de inducción. Con un consumo de sólo 550 W. La luminaria BLP1000 distribuye la luz casi tres veces más eficientemente que una lámpara de Sodio de Alta Presión de 1000 W, resultando una mayor visibilidad y seguridad. Administra inteligentemente el rendimiento de la luminaria, a través de un controlador inalámbrico integrado, para reducir aun más los costos de energía y aumentar la vida útil del producto. Esta luminaria a prueba, de agua es ideal para aplicaciones exteriores de iluminación de mástil alto, tales como puertos, áreas de estacionamiento, playas ferroviarias y de contenedores, aeropuertos y carreteras.

### Especificaciones

Fuente de Iluminación	2 Emisores de Luz Plasma de Alta Potencia LEP.
Consumo de Energía	550 Vatios.
Lúmenes en Fuente	46.000.
Lúmenes en Luminaria	34.000 (Fotópicos) 81.600 (Visualmente Efectivos)
Óptica	Facetados, Troquelados, Altos Reflectores especulares
Relación Escotópico/Fotópico	2.4
Rango de Atenuación	20 - 100%.
Angulo del Haz	60°.
Lentes Protectores	Vidrio Templado de 3/16"
Temperatura de Color	5.200K.
IRC	75.
Voltaje de Entrada	90V - 277V o 347V - 480V 50/60HZ
Vida Nominal de la Lámpara	50.000 Horas.
Mantenimiento de Lúmenes	70%
Acabado	Cubrimiento en Polvo de Calidad Marina, con Inhibidores de rayos UV.
Construcción	Aluminio con Bajo Contenido de Cobre.
Enfriamiento	Convección Natural
Temperatura en Operación	-40°C a 50°C
Medidas	26"L x 17"W x 10"H.

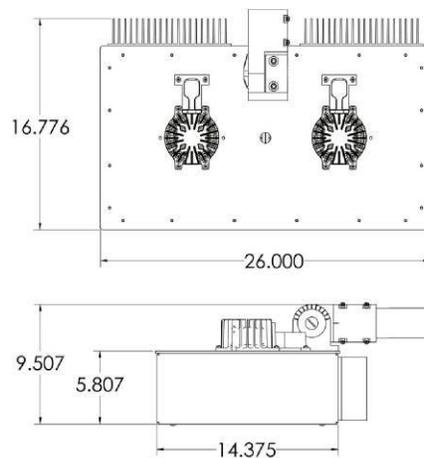


Peso	50 lbs (22.68 kg).
Garantía	5 años de Garantía Limitada.
Aprobaciones	UL / cUL 1598 para Lugares Húmedos, CE

## Infomación Adicional

Todos los componentes son reconocidos por UL y evaluados en un ambiente de -40 °C a 50 °C. Las luminarias están provistas con dos fuentes de alimentación de energía AC/DC, de alto factor de potencia (>94) y baja distorsión armónica THD (<20%). La protección contra sobrecargas incorporado ofrece 10kV de supresión de acuerdo con el estándar IEEE/ANSI C62.41.2. El acabado pasa por un ensayo de niebla salina de 1000 horas de acuerdo a ASTM117 y D2247, y cumple con la normativa RoHS. Trae un soporte en brazo de aluminio inyectado con una guía vertical de 90° que encaja en un codo de 60mm. Diseñado y fabricado en los Estados Unidos. \*Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso.

## Dimensiones



## Fotometría

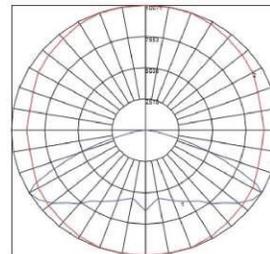


Gráfico Generado con la Fuente de Luz Nominal STA-41-01, Max Candela = 10071 Situado en Ángulo Horizontal = 90, Ángulo Vertical = 60  
 #1 - Plano Vertical a través de Ángulos Horizontales (90-270) a través de Max Cd  
 #2 - Cono Horizontal a través de Ángulo Vertical (60) a través de Max Cd.

## BLP1000 vs 1000W HPS

## Eficiencia Energética

Fuente de Luz	1000W HPS	BLP1000
Potencia del Sistema	1185W	550W
Uso Diario	12 Hrs	12 Hrs
Consumo Anual de Energia	5190 kWh	2409 kWh
Costo por kWh	\$0.12	\$0.12
Costo Operativo Anual	\$622	\$289
Vida Útil	15,000Hrs	50,000Hrs
Reemplazo Anual de Lámparas	.29	.09
Costo de Mantenimiento por Lámpara	\$375	\$375
Costo de Mantenimiento Anual	\$109	\$34
Costo Total Anual	\$731	\$323
Ahorro por Luminaria	N/A	\$408
Ahorro en Utilidad Estimada	N/A	\$139
Ahorro Total por Luminaria	N/A	547
Ahorro por Instalación	500 unidades	\$273,500

1 Costo de Mantenimiento incluye: Mano de Obra, Sistema de Elevación, Balasto, Etc. 2 Rebaja Basada en \$0.05 por kWh Ahorrado al Año, Participación de Utilidad Varía. 3 El Uso del Controlador Inalámbrico de Atenuación incrementa el ahorro anual de energía en 30%. 4 Todas las Cifras están en Dólares Americanos (\$)



## Información para Pedidos

Producto	-	Lámpara	Temperatura del Color	Distribución	EMC	Voltaje	Accesorios
BLP 1000	-	P1.41-01	52K 5200K	S5 IES Tipo V	M Malla N Sin Malla	27 110- 277V 34 347V 48 480V	WC C onrolador Inalámbrico

Ejemplo: BLP1000-P152KS5M48WC

Nota: Con red de malla la luminaria cumple con la norma FCC Parte 18 Clase A.

Designed by [Elegant Themes](#) | Powered by [WordPress](#)

## ANEXO 21. Especificaciones Luxómetro Digital AMPROBE LM-100.



Data Sheet



### LM-100 Light Meter

The Amprobe LM-100 light meter measures the visible light from fluorescent, metal halide, high-pressure sodium or incandescent sources. It is a portable, easy-to-use digital light meter designed for simple one-hand operation reading in Lumen (lux) or footcandle (fc) units. The LM-100 measures a wide range of light up to 20,000 fc or lux with an accurate, high resolution of 0.01 fc/lux.

Use the LM-100 light meter to measure the illumination level in the interior and to switch off or reduce or increase the output level of lighting fixtures. Reduce the energy burden of the building by significantly increasing the efficiency of its lighting system.

One lux is the illumination from a one candela lamp perpendicular to a surface one meter squared at a distance of one meter. One fc is the illumination from a one candela lamp perpendicular to a surface one foot squared at a distance of one foot. 1 footcandle = 10.764 lux and 1 lux = 0.09290 footcandles

#### No hassle warranty

*No waiting.  
No shipping charges.*

Our commitment to high-quality products and customer service is demonstrated by our industry exclusive "No Hassle" warranty. In the unlikely event that an Amprobe Test Tool requires warranty service, any of our local dealers are authorized to replace it, on the spot.

(note: \$500 MSLP limit)



- Measure in Lux or Footcandles, front panel switchable
- Measuring Range to 200000 Lux or 20000 Foot candles
- Silicon photodiode sensor and filter
- Data Hold to freeze reading on the digital display
- MAX ability to show high readings
- Includes protective sensor cap
- Large, 3-1/2 digit display



Amprobe® Test Tools

www.Amprobe.com



## LM-100 Light Meter

## Data Sheet

### Specifications

<b>Illumination</b>	Accuracy at 23°C ± 5°C (73.4°F ± 5°F), < 75% R.H.	
<b>Sensor</b>	Silicon photodiode and filter	
<b>Measurement rate</b>	2.5 times per second	
<b>Range</b>	20, 200, 2000, 20000, 200000 Lux 20, 200, 2000, 20000 Foot candles	
<b>Accuracy</b>	± 3% (Calibrated to standard incandescent lamp at 2854°K) 6% other visible light sources	
	Angle deviation from cosine	Characteristics
	30°	± 2%
	60°	± 6%
	80°	± 25%
	Cosine Angular corrected per JIS C 1609:1993 and CNS 5119 general A class	
	Resolution	0.01 fc/lux
<b>General Specifications</b>		
<b>Display</b>	3½ digit liquid crystal display (LCD) with a maximum reading of 1999	
<b>Sampling Rate</b>	2.5 times per second for digital display	
<b>Polarity</b>	Automatic, positive implied, negative polarity indication	
<b>Overrange</b>	(OL) or (-OL) is displayed	
<b>Zero</b>	Automatic	
<b>Low battery indication</b>	The "E" is displayed when the battery voltage drops below the operating level	
<b>Temperature / Humidity</b>	Operating -10°C to 50°C (14°F to 122°F), 0 to 80%RH Storage -10°C to 50°C (14°F to 122°F), 0 to 70%RH	
<b>Altitude</b>	2000m, indoor operation	
<b>Power Supply</b>	9V NEDA 1604, IEC 6F22, JIS 006P battery	
<b>Battery life</b>	200 hours	
<b>Dimension (Base)</b>	130 x 63 x 38 mm (5.1 x 2.5 x 1.5")	
<b>Dimension (Sensor)</b>	80 x 55 x 29 mm (3.2 x 2.2 x 1.1")	
<b>Weight</b>	220 g (.48 lb.) include battery	
<b>Agency Approvals &amp; Certifications</b>		



EN61326-1 This product complies with requirements of the following European Community Directives: 89/336/EEC (Electromagnetic Compatibility) and 73/23/EEC (Low Voltage) as amended by 93/68/EEC (CE Marking). However, electrical noise or intense electromagnetic fields in the vicinity of the equipment may disturb the measurement circuit. Measuring instruments will also respond to unwanted signals that may be present within the measurement circuit. Users should exercise care and take appropriate precautions to avoid misleading results when making measurements in the presence of electronic interference.

### Amprobe® Test Tools

website: [www.Amprobe.com](http://www.Amprobe.com)  
email: [info@amprobe.com](mailto:info@amprobe.com)  
Everett, WA 98203  
Tel: 877-AMPROBE

### Amprobe® Test Tools Europe

Amprobe Test Tools Europe  
Beha-Amprobe GmbH  
In den Engematten 14  
79286 Glottertal, Germany  
Tel.: +49 (0) 7684 8009 - 0

©2008 Amprobe Test Tools. All rights reserved.  
6/2008 3358154 Rev A Pub\_ID: 11506-eng-01-A

Amprobe® Test Tools

[www.Amprobe.com](http://www.Amprobe.com)

## ANEXO 22. Metodología de Medición Experimental Edificio Anexo

**Fecha de Medición:** 20/02/2014

### Características de la Superficie:

· Superficie de Medición: EDIFICIO ANEXO  
· Tipo de Área de Medición: Interior: X Exterior: \_\_\_\_\_  
· Reflectancias de las Superficies:  
Piso: 40% Paredes: 50% Techo: 70%

### Condiciones de Ensayo:

· Instrumento de Medición: AMPROBE LM-100 LIGHT METER  
· Apreciación del Instrumento: 6%  
· Temperatura Ambiental: 23°  
· Hora de la medición: 7:04 PM  
· Longitud de las Cuadrículas: 1 METRO  
· Tipo de Lámpara: Philips MASTER 2xTL-D Super 80 1m 36W/830 1SL

### Cuadrícula de Medición:

#	P1	P2	P3	P4	P5
1	197,6	260,3	289,8	248,0	198,1
2	239,4	255,4	262,2	259,4	258,4
3	272,7	235,6	229,9	254,6	303,1
4	229,9	195,7	187,2	219,7	267,0
5	160,7	150,1	148,2	166,3	191,9

Medido por: Argenis Padrón Registrado por: Argenis Padrón

## ANEXO 23. Metodología de Medición Experimental Mezzanina

**Fecha de Medición:** 20/02/2014

### Características de la Superficie:

- Superficie de Medición: MEZZANINA
- Tipo de Área de Medición: Interior: X Exterior:
- Reflectancias de las Superficies:  
Piso: 15% Paredes: 50% Techo: 70%

### Condiciones de Ensayo:

- Instrumento de Medición: AMPROBE LM-100 LIGHT METER
- Apreciación del Instrumento: 6%
- Temperatura Ambiental: 22°
- Hora de la medición: 7:36 PM
- Longitud de las Cuadrículas: 1 METRO
- Tipo de Lámpara: Osram L 32 W/830 E

### Cuadrícula de Medición:

#	P1	P2	P3	P4	P5
1	183,4	265,1	182,4		
2	229,9	346,6	228,0		
3					
4					
5					

Medido por: Argenis Padrón Registrado por: Argenis Padrón

## ANEXO 24. Metodología de Medición Experimental Pasillo PB

**Fecha de Medición:** 20/02/2014

### Características de la Superficie:

- Superficie de Medición: PASILLO PB
- Tipo de Área de Medición: Interior: X Exterior:
- Reflectancias de las Superficies:  
Piso: 15% Paredes: 50% Techo: 70%

### Condiciones de Ensayo:

- Instrumento de Medición: AMPROBE LM-100 LIGHT METER
- Apreciación del Instrumento: 6%
- Temperatura Ambiental: 22°
- Hora de la medición: 7:50 PM
- Longitud de las Cuadrículas: 1 METRO
- Tipo de Lámpara: Philips MASTER HPI-TP400W

### Cuadrícula de Medición:

#	P1	P2	P3	P4	P5
1	299,3	301,2	272,7		
2	545,3	528,0	516,8		
3	742,0	806,6	735,3		
4	549,1	910,1	555,8		
5					

Medido por: Argenis Padrón Registrado por: Argenis Padrón

## ANEXO 25. Metodología de Medición Experimental Pasillo Piso 1

**Fecha de Medición:** 20/02/2014

### Características de la Superficie:

· Superficie de Medición: PASILLO PISO 1

· Tipo de Área de Medición: Interior: X Exterior: \_\_\_\_\_

· Reflectancias de las Superficies:  
Piso: 15% Paredes: 50% Techo: 70%

### Condiciones de Ensayo:

· Instrumento de Medición: AMPROBE LM-100 LIGHT METER

· Apreciación del Instrumento: 6%

· Temperatura Ambiental: 23°

· Hora de la medición: 8:34 PM

· Longitud de las Cuadrículas: 1 METRO

· Tipo de Lámpara: Osram HQI-T 400W/N/SI

### Cuadrícula de Medición:

#	P1	P2	P3	P4	P5
1	325,9	389,0	430,0	442,7	406,8
2	269,8	336,0	365,8	375,3	348,7
3	215,7	258,4	292,9	293,6	284,1
4	158,7	189,1	210,0	216,8	211,9
5	126,5	149,2	166,3	171,0	111,2

Medido por: Argenis Padrón Registrado por: Argenis Padrón

## ANEXO 26. Metodología de Medición Experimental Baño Caballeros Piso 1

**Fecha de Medición:** 21/02/2014

### Características de la Superficie:

- Superficie de Medición: BAÑO CABALLEROS PISO 1
- Tipo de Área de Medición: Interior: X Exterior:
- Reflectancias de las Superficies:  
Piso: 40% Paredes: 50% Techo: 70%

### Condiciones de Ensayo:

- Instrumento de Medición: AMPROBE LM-100 LIGHT METER
- Apreciación del Instrumento: 6%
- Temperatura Ambiental: 31°
- Hora de la medición: 2:00 PM
- Longitud de las Cuadriculas: 50 CENTIMETROS
- Tipo de Lámpara: Philips TL5-14W/830

### Cuadrícula de Medición:

#	P1	P2	P3	P4	P5
1	223,3	227,8	234,0		
2	298,3	305,3	296,4		
3	335,4	336,3	333,7		
4	327,8	312,6	303,1		
5	275,8	252,7	244,2		

Medido por: Argenis Padrón Registrado por: Argenis Padrón

**ANEXO 27. Metodología de Medición Experimental Fachada Estadio Olímpico**

**Fecha de Medición:** 21/02/2014

**Características de la Superficie:**

· Superficie de Medición: FACHADA ESTADIO OLIMPICO

· Tipo de Área de Medición: Interior: \_\_\_\_\_ Exterior: X

· Reflectancias de las Superficies:  
 Piso: 15% Paredes: 50% Techo: 20%

**Condiciones de Ensayo:**

· Instrumento de Medición: AMPROBE LM-100 LIGHT METER

· Apreciación del Instrumento: 6%

· Temperatura Ambiental: 23°

· Hora de la medición: 7:43 PM

· Longitud de las Cuadriculas: 1 METRO

· Tipo de Lámpara: Philips HPI-P250W-BU

**Cuadrícula de Medición:**

#	P1	P2	P3	P4	P5
<b>1</b>	102,6	105,5	106,4	105,5	103,4
<b>2</b>	103,6	110,4	113,1	108,3	100,7
<b>3</b>	52,3	61,8	75,7	61,8	52,3
<b>4</b>	115,0	119,7	124,5	120,3	114,0
<b>5</b>	107,5	109,3	110,2	108,3	106,4

**Medido por:** Argenis Padrón **Registrado por:** Argenis Padrón

## ANEXO 28. Metodología de Medición Experimental Acceso Oeste

**Fecha de Medición:** 21/02/2014

### Características de la Superficie:

- Superficie de Medición: ACCESO OESTE (ESCALERAS)
- Tipo de Área de Medición: Interior: X Exterior:
- Reflectancias de las Superficies:  
Piso: 15% Paredes: 50% Techo: 70%

### Condiciones de Ensayo:

- Instrumento de Medición: AMPROBE LM-100 LIGHT METER
- Apreciación del Instrumento: 6%
- Temperatura Ambiental: 24°
- Hora de la medición: 8:30 PM
- Longitud de las Cuadrículas: 1,2 METROS
- Tipo de Lámpara: Philips HPI-P250W-BU

### Cuadrícula de Medición:

#	P1	P2	P3	P4	P5
1	131,1	140,6			
2	134,0	155,5			
3	126,4	165,3			
4	110,2	125,4			
5	91,3	94,1			

Medido por: Argenis Padrón Registrado por: Argenis Padrón

## ANEXO 29. Metodología de Medición Experimental Fachada Estadio Béisbol

(1)

**Fecha de Medición:** 24/02/2014

### Características de la Superficie:

- Superficie de Medición: FACHADA ESTADIO DE BEISBOL (1)
- Tipo de Área de Medición: Interior: X Exterior:
- Reflectancias de las Superficies:  
Piso: 15% Paredes: 50% Techo: 70%

### Condiciones de Ensayo:

- Instrumento de Medición: AMPROBE LM-100 LIGHT METER
- Apreciación del Instrumento: 6%
- Temperatura Ambiental: 25°
- Hora de la medición: 7:23 PM
- Longitud de las Cuadriculas: 1 METRO
- Tipo de Lámpara: Philips CDS504 PC 1xHPI-P250W-BU SGR S

### Cuadrícula de Medición:

#	P1	P2	P3	P4	P5
1	113,1	197,6	196,7	194,8	199,1
2	215,7	221,8	227,1	216,6	210,9
3	218,5	232,8	220,2	229,0	213,8
4	208,1	212,8	219,5	210,1	202,4
5	186,4	183,4	182,4	180,5	181,5

Medido por: Argenis Padrón Registrado por: Argenis Padrón

## ANEXO 30. Metodología de Medición Experimental Fachada Estadio Béisbol

(2)

**Fecha de Medición:** 24/02/2014

### Características de la Superficie:

- Superficie de Medición: FACHADA ESTADIO DE BEISBOL (2)
- Tipo de Área de Medición: Interior:  X  Exterior:
- Reflectancias de las Superficies:  
Piso:  15%  Paredes:  50%  Techo:  70%

### Condiciones de Ensayo:

- Instrumento de Medición:  AMPROBE LM-100 LIGHT METER
- Apreciación del Instrumento:  6%
- Temperatura Ambiental:  25°
- Hora de la medición:  8:03 PM
- Longitud de las Cuadrículas:  1 METRO
- Tipo de Lámpara:  Philips TMS011 2xTL-D36W HFE R

### Cuadrícula de Medición:

#	P1	P2	P3	P4	P5
1	155,8	139,7	133,0	147,3	173,3
2	270,8	124,8	77,0	121,6	267,9
3	452,2	163,4	91,2	160,6	448,4
4	260,3	120,7	76,0	119,4	257,5
5	91,3	66,5	54,2	65,6	90,3

Medido por:  Argenis Padrón  Registrado por:  Argenis Padrón

## ANEXO 31. Metodología de Medición Experimental Baño Caballeros

### Fachada Estadio de Béisbol.

**Fecha de Medición:** 24/02/2014

#### Características de la Superficie:

· Superficie de Medición: BAÑO CABALLEROS FACHADA ESTADIO DE BEISBOL

· Tipo de Área de Medición: Interior:  X  Exterior:

· Reflectancias de las Superficies:  
Piso:  40%  Paredes:  50%  Techo:  70%

#### Condiciones de Ensayo:

· Instrumento de Medición:  AMPROBE LM-100 LIGHT METER

· Apreciación del Instrumento:  6%

· Temperatura Ambiental:  28°

· Hora de la medición:  4:00 PM

· Longitud de las Cuadrículas:  50 CENTIMETROS

· Tipo de Lámpara:  Philips TBS464 3x14W SQR D8 IPD-WH

#### Cuadrícula de Medición:

#	P1	P2	P3	P4	P5
1	217,6	252,7	261,3	259,4	229,7
2	245,1	287,0	289,8	287,9	251,8
3	251,8	288,8	299,7	290,7	253,7
4	247,0	280,3	283,1	281,7	247,0
5					

Medido por:  Argenis Padrón  Registrado por:  Argenis Padrón

**ANEXO 32. Metodología de Medición Experimental Baño Damas Fachada Estadio de Béisbol.**

**Fecha de Medición:** 24/02/2014

**Características de la Superficie:**

- Superficie de Medición: BAÑO DAMAS FACHADA ESTADIO DE BEISBOL
- Tipo de Área de Medición: Interior:  X  Exterior:
- Reflectancias de las Superficies:  
 Piso:  40%  Paredes:  50%  Techo:  70%

**Condiciones de Ensayo:**

- Instrumento de Medición: AMPROBE LM-100 LIGHT METER
- Apreciación del Instrumento: 6%
- Temperatura Ambiental: 29°
- Hora de la medición: 4:47 PM
- Longitud de las Cuadrículas: 50 CENTIMETROS
- Tipo de Lámpara: Philips TBS464 3x14W SQR D8 IPD-WH

**Cuadrícula de Medición:**

#	P1	P2	P3	P4	P5
<b>1</b>	218,5	244,2	250,8	248,0	
<b>2</b>	249,9	285,1	288,8	281,2	
<b>3</b>	253,7	286,9	299,7	284,1	
<b>4</b>	255,5	284,1	289,8	282,7	
<b>5</b>	221,6	254,8	253,7	248,9	

**Medido por:** Argenis Padrón **Registrado por:** Argenis Padrón

**ANEXO 33. Características de Iluminación de Áreas públicas para estacionamiento de vehículos y áreas.**

**Tabla 11 Características de iluminación en áreas públicas para estacionamiento de vehículos y áreas**

Calidad de iluminación	Tipo de área		Em (lux)	U1	
D1	Estacionamiento (ver nota 1)	Exterior	Con acomodador	25	0.20
			Sin acomodador	15	0.20
		Interior	Entradas (ver nota 3)	550	0.20
			Circulación	120	0.15
			Puestos	60	0.15
D2	Estación de servicio y miradores (ver nota 4)	Accesos y salidas (ver nota 1)		20 (40)	0.20
		Vías		20 (60)	0.15
		Isla de la bomba		250 (350)	0.20
		Zona de servicio		35 (75)	0.20
		Fachadas de edificios si no son de vidrios (ver nota 2)		110 (320)	-
D2	Plazas de peaje	Cabinas		350	0.20
		Zona de pago		250	0.20
		Zona de acceso		30	0.15
D4	Alcabalas	Zona de control		150	0.20
		Zona de acceso		25	0.15
<p>Notas:</p> <p>1) Los accesos y salidas deben tener un nivel igual a 2 veces el de la vía en que se encuentren.</p> <p>2) Iluminancia vertical.</p> <p>3) Este nivel es el mínimo recomendado para el puesto de control; en la entrada se deben tomar las medidas necesarias para evitar el efecto de entrada oscura.</p> <p>4) Los valores entre paréntesis se deben usar cuando los alrededores estén iluminados, los otros cuando no lo están.</p>					

**ANEXO 34. Características de Iluminación de Vías y Áreas Públicas de circulación de Peatones.**

**Tabla 10 Características de iluminación de vías y áreas públicas de circulación de peatones**

Calidad de Iluminación	Uso	Área		Em (lux)	U1
		Tipo	Zona		
C1	Vías de peatones	Acera	A-1	15	0.20 - 0.30
			B-2	10	0.20
			A3	5	0.20
		Veredas	A1	25	0.20
			B2	15	
			C3	10	
		Puentes y pasarelas	A1	25	0.20
			B2	15	
			C3	10	
		Túneles y pasajes cubiertos	A1	80	0.20
			B2		
			C3		
C2	Parques y plazas	Área de circulación	A1	25	0.15
			B2	15	
			C3		
		Zona verde accesible	-	10	
C3	Terminales de pasajeros	Pasajeros y carga	-	250	0.20
			-	220	
		Vías	-	25	0.20

## ANEXO 35. Características de Iluminación de Áreas de Servicio, Pasillo y Escaleras

AREA O ACTIVIDAD	TABLA 1B Interiores destinados a Uso Comercial. Institucional o Reuniones Públicas			TIPO DE ILUMINACION
	ILUMINANCIA (LUX)			
	A	B	C	
<b><u>ALIMENTO. SERVICIO DE</u></b>				
Comedor:				
Caja	200	300	500	L
Ilum. para limpieza	100	150	200	G
Ilum. durante la comida (Véase comercio)	100	150	200	G
Cocina	500	750	1.000	L
<b><u>AREA DE SERVICIO</u></b>				
Pasillos y Escaleras.	100	150	200	G
Ascensores y montacargas	100	150	200	G
Baños y sanitarios públicos	100	150	200	G
<b><u>ARSENALES</u></b>				
	100	150	200	G
<b><u>BANCOS</u></b>				
Area pública				
Area general	100	150	200	G
Zona de escritura	200	300	500	L
Productos de taquilla	500	750	1.000	L
<b><u>BARBERIAS Y SALONES DE BELLEZA</u></b>				
	500	750	1000	L
<b><u>BIBLIOTECAS</u></b>				
Areas de lectura (Véase lectura)				
Estanterías (plano vertical a 76 cm del piso).				
Activas	200	300	500	L
Inactivas	50	75	100	G
Reparación y encuadernación	200	300	500	L
Clasificación	200	300	500	L
Tarjeteros	500	750	1.000	L
Cubiculos de estudio (Véase lectura)				
Mesa de circulación	200	300	500	L
Cuarto de impresión (Véase diseño gráfico)				
Areas audiovisual	200	300	500	L
Areas de escucha audio	200	300	500	L
Areas de microfichas (Véase lectura)				

## ANEXO 36. Características de Iluminación de Áreas Públicas con Alrededores Tipo B

TABLA 1A - Tipos Generales de Actividad en Areas Interiores

AREA O TIPO DE ACTIVIDAD	ILUMINANCIA (LUX)			TIPO DE ILUMINANCIA
	A	B	C	
1. Areas públicas con alrededores	20	30	50	General en toda el área (G)
2. Simple orientación para visitas cortas periódicas.	50	75	100	
3. Areas de trabajo donde las tareas visuales se realizan solo ocasionalmente.	100	150	200	
4. Realización de tareas visuales con objetos de tamaño grande o contraste elevado.	200	300	500	Local en el área de la tarea (L)
5. Realización de tareas visuales con objetos de tamaño pequeño o contraste medio.	500	750	1000	
6. Realización de tareas visuales con objetos de tamaño muy pequeño o contraste bajo.	1000	1500	2000	
7. Realización de tareas visuales con objetos de tamaño muy pequeño y bajo contraste, por períodos prolongados.	2000	3000	5000	Combinación de general y localizada sobre la tarea. (G + L)
8. Realización de tareas visuales que requieren exactitud por períodos prolongados.	5000	7500	10000	
9. Realización de tareas visuales muy especiales, con objetos de tamaño muy pequeño y contraste extremadamente bajo.	10000	15000	20000	

### ANEXO 37. Memoria de Cálculo de conductores para cada área de estudio

Para realizar los cálculos tomando en cuenta los tres criterios se debe considerar la organización de las ramas de alimentación de la iluminación y subdividir en grupos en los casos en los que se tiene un número elevado de luminarias según su potencia considerando la Tabla 7.4 de Alumbrado Público: Criterios, Diseños y Recomendaciones [3].

En la tabla 1 se muestran las áreas donde se hace necesaria una subdivisión de las canalizaciones en grupos, cada grupo representa un sistema trifásico de 4 hilos de 208V.

**Tabla 1. Áreas subdivididas en grupos.**

Área	Grupo	Descripción/Ubicación del grupo	Luminarias por grupo (und)	Potencia manejada por grupo (W)
Estacionamiento	1	Zona 1 (Estacionamiento Principal)	9	4824
	2	Zonas 2 y 3 (Corredor y Estacionamiento Cancha de Honor)	9	4824
Pasillo (piso 1)	1	Sector oeste del pasillo	15	7368
	2	Sector este del pasillo	18	7200
Fachada Estadio Olímpico	1	Área norte del estadio (S.E. # 3)	12	7300
	2	Área sur del estadio (S.E. # 2)	12	7300
Tribunas Techadas	1	Área oeste	11	5896
	2	Área este	12	6432
Fachada Estadio de Béisbol	1	Área este del estadio (S.E. Torre "H")	12	2810
	2	Área oeste del estadio (S.E. Torre "E")	12	3088

En la tabla 2 se muestran las potencias de cada rama de alimentación considerando la subdivisión en grupos de las áreas mostradas en la tabla 1.

**Tabla 2. Potencias por área de estudio**

<b>Área de estudio</b>	<b>Potencia Rama/Grupo (W)</b>	
<b>Estacionamiento</b>	<b>Grupo 1</b>	4824
	<b>Grupo 2</b>	4824
<b>Edificio Anexo</b>	1742	
<b>Pasillo (mezzanina)</b>	1344	
<b>Pasillo (PB)</b>	4408	
<b>Pasillo (piso 1)</b>	<b>Grupo 1</b>	7368
	<b>Grupo 2</b>	7200
<b>Baños (Piso 1)</b>	756	
<b>Baños (Fachada Olímpico)</b>	1440	
<b>Fachada Estadio Olímpico</b>	<b>Grupo 1</b>	7300
	<b>Grupo 2</b>	7300
<b>Accesos a PB</b>	2784	
<b>Tribunas Techadas</b>	<b>Grupo 1</b>	5896
	<b>Grupo 2</b>	6432
<b>Fachada Estadio de Béisbol</b>	<b>Grupo 1</b>	2810
	<b>Grupo 2</b>	3088
<b>Baños (Fachada Béisbol)</b>	2184	

- Calculo del calibre de los conductores por el criterio de capacidad de corriente:

Para el dimensionamiento de los conductores por capacidad de corriente se determina la corriente de cortocircuito de cada área y luego se determina la ampacidad requerida en cada rama/grupo del arreglo. Los resultados de estos cálculos se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 3. Ampacidad por área/rama/grupo**

<b>Área</b>	<b>Potencia Rama/Grupo (W)</b>		<b>Corriente CC (A)</b>	<b>Ampacidad (A)</b>
<b>Estacionamiento</b>	<b>Grupo 1</b>	4824	14,88	18,60
	<b>Grupo 2</b>	4824	14,88	18,60
<b>Edificio Anexo</b>	1742		5,37	6,72
<b>Pasillo (mezzanina)</b>	1344		4,15	5,18
<b>Pasillo (PB)</b>	4408		13,59	16,99
<b>Pasillo (piso 1)</b>	<b>Grupo 1</b>	7368	22,72	28,40
	<b>Grupo 2</b>	7200	22,21	27,76
<b>Baños (Piso 1)</b>	756		2,33	2,91
<b>Baños (Fachada Olímpico)</b>	1440		4,44	5,55
<b>Fachada Estadio Olímpico</b>	<b>Grupo 1</b>	7300	22,51	28,14
	<b>Grupo 2</b>	7300	22,51	28,14
<b>Accesos a PB</b>	2784		8,59	10,73
<b>Tribunas Techadas</b>	<b>Grupo 1</b>	5896	18,18	22,73
	<b>Grupo 2</b>	6432	19,84	24,80
<b>Fachada Estadio de Béisbol</b>	<b>Grupo 1</b>	2810	8,67	10,83
	<b>Grupo 2</b>	3088	9,52	11,90
<b>Baños (Fachada Béisbol)</b>	2184		6,74	8,42

Luego nos dirigimos a la tabla 310.16 del C.E.N. y se verifican los conductores adecuados para soportar cada una de las corrientes anteriormente calculadas, dispuesto para su uso a una temperatura de 30°C (régimen de temperatura del conductor: 90°C).

Los conductores seleccionados para cada rama/grupo se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4. Conductores seleccionados por capacidad de corriente.**

Área		Conductor
Estacionamiento	Grupo 1	# 12 AWG Cu-THW
	Grupo 2	# 12 AWG Cu-THW
Edificio Anexo		# 12 AWG Cu-THW
Pasillo (mezzanina)		# 12 AWG Cu-THW
Pasillo (PB)		# 12 AWG Cu-THW
Pasillo (piso 1)	Grupo 1	# 10 AWG Cu-THW
	Grupo 2	# 10 AWG Cu-THW
Baños (Piso 1)		# 12 AWG Cu-THW
Baños (Fachada Olímpico)		# 12 AWG Cu-THW
Fachada Estadio Olímpico	Grupo 1	# 10 AWG Cu-THW
	Grupo 2	# 10 AWG Cu-THW
Accesos a PB		# 12 AWG Cu-THW
Tribunas Techadas	Grupo 1	# 10 AWG Cu-THW
	Grupo 2	# 10 AWG Cu-THW
Fachada Estadio de Béisbol	Grupo 1	# 12 AWG Cu-THW
	Grupo 2	# 12 AWG Cu-THW
Baños (Fachada Béisbol)		# 12 AWG Cu-THW

- Cálculo del calibre de los conductores por el criterio de máxima caída de tensión permitida:

Para el cálculo del calibre por el criterio de la máxima caída de tensión permitida se aplica la siguiente ecuación

$$\Delta V \% = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot Z_{eficaz}}{V_{linea}}$$

#### **Ecuación 1. Caída de tensión**

Los valores de  $Z_{eficaz}$  se obtienen de la Tabla 9 del C.E.N. [14]

Al aplicar la ecuación anterior se obtuvo que en ninguno de los casos se excede el 3% por lo que la elección de los conductores es correcta.

- Cálculo del calibre de los conductores por el criterio de capacidad de máximo cortocircuito:

A continuación se verificará si las secciones de los conductores previamente calculados cumplen con los requerimientos de capacidad de cortocircuito, para ello se utilizará la ecuación 10, donde se sustituirá la máxima corriente de cortocircuito que circula por cada rama, siendo importante resaltar que el rango de validez de dicha ecuación es para tiempos comprendidos entre 0,1 s y 5s y aunque es evidente que la falla deberá despejarse en el menor tiempo posible los cálculos se realizarán en este caso considerando una condición extrema como lo es de despeje de falla lenta.

Realizando el cálculo para la peor condición posible (despeje lento de la falla), se sustituirá en la ecuación (30) un tiempo igual a 5 segundos obteniéndose las secciones transversales de los conductores requeridos mostrados en la siguiente tabla:

**Tabla 5. Sección transversal requerida**

<b>Área</b>		<b>Sección transversal requerida</b>
<b>Estacionamiento</b>	<b>Grupo 1</b>	0,279
	<b>Grupo 2</b>	0,279
<b>Edificio Anexo</b>		0,101
<b>Pasillo (mezzanina)</b>		0,078
<b>Pasillo (PB)</b>		0,255
<b>Pasillo (piso 1)</b>	<b>Grupo 1</b>	0,426
	<b>Grupo 2</b>	0,417
<b>Baños (Piso 1)</b>		0,044
<b>Baños (Fachada Olímpico)</b>		0,083
<b>Fachada Estadio Olímpico</b>	<b>Grupo 1</b>	0,422
	<b>Grupo 2</b>	0,422
<b>Accesos a PB</b>		0,161
<b>Tribunas Techadas</b>	<b>Grupo 1</b>	0,341
	<b>Grupo 2</b>	0,372
<b>Fachada Estadio de Béisbol</b>	<b>Grupo 1</b>	0,163
	<b>Grupo 2</b>	0,179
<b>Baños (Fachada Béisbol)</b>		0,126

Los datos de la tabla anterior verifican que los conductores # 12 AWG Cu-THW y # 10 AWG Cu-THW cumplen con el criterio de capacidad de cortocircuito debido ya que las secciones transversales de los mismos son de 3,31 mm<sup>2</sup> y 5,261 mm<sup>2</sup> (datos obtenidos de la tabla N° 8 del C.E.N.), por lo tanto los conductores recomendados para conectar cada uno de los módulos en serie que conforman cada una de las ramas del arreglo son los especificados en la tabla 4.