



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“Estudio de las normas necesarias para el etiquetado energético de lámparas en Ecuador”.

INFORME DE MATERIA DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACION POTENCIA

Presentada por:

Carlos Alberto Velásquez Figueroa.

Marlon Héctor Zambrano Palma.

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2011

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer primero a Dios por darme la fortaleza para culminar mis estudios, por estar siempre conmigo y por todas las bendiciones en mi vida.

A mis profesores por el conocimiento que me han dado y por su excelente disposición para enseñar.

A mi familia y amigos por todo lo que han aportado a mi vida y por ser lo más importante para mí.

Gracias.

Carlos Velásquez Figueroa.

AGRADECIMIENTO

Mi mayor agradecimiento a Dios,
quien ha hecho posible aprender
de los errores y seguir adelante
ante cualquier reto.

Marlon Zambrano Palma.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, por enseñarme el verdadero significado del sacrificio y trabajo duro, por ser la luz en mi vida en todas las formas posibles, por tener la sabiduría y visión para guiarme siempre por el camino correcto y hacerme un hombre de bien.

Todo lo bueno en mi vida se lo debo a ustedes.


Carlos Velásquez Figueroa.

DEDICATORIA


Dedicado a mi padre, Héctor; a mi madre Rosa, junto a mis hermanos Jimmy y Mayerlin quienes han sido mi soporte e inspiración siempre.

Marlon Zambrano Palma.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



ING. JAVIER URQUIZO
PROFESOR DEL SEMINARIO
DE GRADUACION



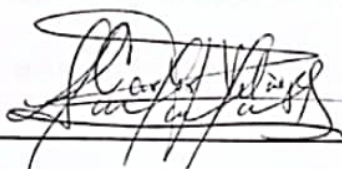
ING. DOUGLAS AGUIRRE
PROFESOR DELEGADO
DEL DECANO

DECLARACIÓN EXPRESA


La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Grado, nos corresponde
exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA

SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

(REGLAMENTO DE GRADUACIÓN DE LA ESPOL)



CARLOS ALBERTO VELASQUEZ FIGUEROA



MARLON HECTOR ZAMBRANO PALMA

RESUMEN

El presente trabajo corresponde al estudio de las normas necesarias para el etiquetado energético de lámparas en el Ecuador. Se planteó como objetivo principal del mismo la propuesta de normas para el etiquetado de lámparas de alta presión y lámparas incandescentes pensando específicamente en las aplicaciones de las mismas a nivel residencial y del alumbrado público.

En el capítulo 1 se estudia las generalidades sobre la iluminación y el etiquetado energético, dejando claros los términos y definiciones correspondientes al mecanismo de la visión y la iluminación además se estudia las normas, el etiquetado y se especifican los pasos por medio de los cuales se lleva a cabo el etiquetado energético, lo cual es indispensable para el desarrollo del trabajo.

A nivel del capítulo 2 se identifica la tecnología con la que contamos para desarrollar el objetivo propuesto.

En el capítulo 3 se proporcionan las pautas para el desarrollo del presente trabajo, se lleva a cabo un estudio de las normas de etiquetado energético correspondientes a las lámparas fluorescentes compactas y a las lámparas incandescentes, para lo cual es de gran beneficio que la INEN haya desarrollado previamente un etiquetado para lámparas fluorescentes

compactas en nuestro país. Posteriormente se realiza un análisis comparativo y con los resultados obtenidos de dicho estudio se hace una propuesta para el etiquetado de lámparas incandescentes en el Ecuador.

A continuación se estudian las normas de las lámparas de alta presión de vapor de sodio y mercurio y las lámparas metal halide. A partir de este estudio y con la experiencia previa se establece normas para el etiquetado energético de lámparas de alta presión.

En este mismo capítulo se presenta un caso de aplicación del estudio realizado. Se toma a la ciudadela Panorama, ubicada en Durán, como el caso particular para llevar a cabo la aplicación de las normas establecidas. Este ejemplo corresponde a una aplicación de eficiencia energética en nuestro país.

El capítulo 4 corresponde a recomendaciones y conclusiones desarrolladas a partir de los análisis y resultados propuestos en la tesis.

INDICE GENERAL.

RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	XIV
SIMBOLOGIA.....	XVII
INDICE DE FIGURAS.....	XX
INDICE DE TABLAS.....	XXX
INTRODUCCION.....	XXXV

CAPITULO 1

1. Generalidades sobre la iluminación y el etiquetado energético.....	1
1.1 Generalidades sobre la iluminación.....	1
1.2 Energía radiante. Radiación electromagnética.....	2
1.2.1 Clasificación de las radiaciones electromagnéticas.....	4
1.2.2 Radiaciones visibles. Luz.....	4
1.3 Mecanismo de la visión.....	7
1.3.1 Partes del ojo.....	8
1.3.2 Funcionamiento del ojo.....	9
1.4 Luminotecnia.....	11
1.4.1 Magnitudes fundamentales.....	11

1.4.1.1 Flujo luminoso.....	13
1.4.1.2 Intensidad luminosa. Candela.....	14
1.4.1.3 Nivel de iluminación o iluminancia.....	16
1.4.1.4 Luminancia.....	17
1.5 Relación existente entre el flujo luminoso, intensidad luminosa y nivel de iluminación.....	18
1.6 Alumbrados.....	21
1.7 Nivel medio de iluminación.....	21
1.8 Métodos de iluminación.....	25
1.8.1 Alumbrado general.....	25
1.8.2 Alumbrado general localizado.....	26
1.8.3 Alumbrado localizado.....	26

1.9 Normalización para el etiquetado y eficiencia energética.....	27
1.9.1 Eficiencia energética.....	27
1.9.2 Etiquetas.....	28
1.9.3 Normas.....	30
1.9.3.1 Etiquetado y eficiencia energética en el Ecuador.....	31
1.9.3.2 Razones para el uso de normas y etiquetas de eficiencia energética.....	35
1.9.3.3 Pasos para desarrollar los programas de normalización y etiquetado de eficiencia energética.....	37

CAPITULO 2.

2. Estado de la tecnología.....	54
2.1 Luminarias incandescentes; halógenas y no halógenas.....	55
2.1.1 Incandescentes.....	55
2.1.2 Lámparas no halógenas.....	57
2.1.3 Lámparas halógenas de alta y baja presión.....	58
2.2 Vapor de mercurio, alta y baja presión.....	59
2.2.1 Lámparas de vapor de mercurio.....	59
2.2.1.1 Lámparas fluorescentes.....	59
2.2.1.2 Lámparas fluorescentes compactas.....	63
2.2.1.3 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.....	64

2.2.1.4 Lámparas de luz de mezcla.....	67
2.2.1.5 Lámparas con halogenuros metálicos.....	70
2.2.2 Lámparas de vapor de sodio.....	72
2.2.2.1 Lámparas de vapor de sodio a baja presión.....	72
2.2.2.2 Lámparas de vapor de sodio a alta presión.....	75
2.3 Nuevas tendencias (LED).....	78
2.4 Distribución espectral de energía.....	80

CAPITULO 3.

3. Procesos en la producción y almacenamiento de las energías renovables.....	84
3.1 Estudio de normas para el etiquetado energético de lámparas.....	84

3.1.1 Estudio de normas de etiquetado energético para lámparas fluorescentes compactas.

3.1.1.1 Norma: IRAM 62404-2.....86

3.1.1.2 Norma: RTE INEN 036:2008.....98

3.1.1.3 Norma: UNIT 1160:2007.....113

3.1.2 Estudio de normas de etiquetado energético para lámparas incandescentes.....125

3.1.2.1 Norma: NTON 10 006-07.....125

3.1.2.2 Norma: UNIT 1159:2007.....137

3.1.2.3 Norma: IBNORCA EQNB 87001.....148

3.1.3 Estudio de normas de lámparas de alta presión.....160

3.1.3.1 Norma IEC 60662: Lámparas de alta presión de vapor de sodio.....	160
3.1.3.2 Norma IEC 60188: Lámparas de alta presión de vapor de mercurio. Especificaciones de desempeño.....	176
3.1.3.3 Normas ANSI_ASLG C78.43-2007 y ANSI_ASLG C78.44-2008: Lámparas con halogenuros metálicos.....	187
3.2 Análisis comparativo de las normas estudiadas para lámparas incandescentes y lámparas fluorescentes compactas.....	203
3.2.1 Clases de eficiencia energética.....	204
3.2.2 Características de las lámparas.....	211
3.2.3 Métodos de ensayo a aplicarse.....	214
3.2.4 Otros detalles.....	218

3.3 Propuesta de normas de etiquetado energético para lámparas en el Ecuador.....	222
3.3.1 Propuesta de norma de etiquetado energético para lámparas incandescentes.....	222
3.3.2 Propuesta de norma de etiquetado energético para lámparas de alta presión.....	234
3.4 Propuesta de eficiencia energética en el alumbrado público de la ciudadela Panorama.....	243
3.4.1 Descripción general de la situación del servicio de alumbrado público de la ciudadela Panorama.....	245
3.4.2 Simulación de iluminación de alumbrado público de la ciudadela Panorama.....	257
3.4.3 Pasos de la simulación para la obtención de datos de iluminación usando ULYSSE.....	266

3.4.4 ULYSSE como herramienta de simulación.....	268
3.4.5 Simulaciones de luminarias con el ULYSSE.....	270
3.4.5.1 Luminaria de 400W.....	270
3.4.5.2 Luminaria de 250W.....	279
3.4.5.3 Luminaria de 150W.....	286
3.4.5.4 Luminaria de 100W.....	292
3.4.5.5 Luminaria de 70W.....	294
3.4.6 Análisis de resultados.....	297

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS.

Anexo A. “Métodos de ensayo para los diferentes tipos de lámparas”.

- Norma IEC 60081: Especificaciones para procedimientos con lámparas fluorescentes de doble casquillo.

- Norma IEC 60969: Lámparas con balasto propio para servicios de iluminación general – Requisitos de desempeño.
- Norma: Métodos para determinar el contenido de mercurio en lámparas.

Anexo B. “Norma 60064: Lámparas de filamento de tungsteno para uso doméstico y similar para propósitos de alumbrado general – requerimientos de desempeño.

Anexo C. “Lámparas de vapor de sodio de alta presión – Pruebas y procedimientos.

BIBLIOGRAFIA.

Abreviaturas.

NOM	Norma oficial Mexicana.
EE	Eficiencia Energética.
EEUU	Estados Unidos.
COPANT	Comisión panamericana de normas técnicas.
IEC	International Electrotechnical Commission.
CFL's	Lámparas fluorescentes compactas.
LFC's	Lámparas fluorescentes compactas.
LED	Diodo emisor de luz.
ID	Identificación del ítem registrado en el censo.
TIPO	Tipo de luminaria instalada en la lámpara.
IRC	Índice de reproducción cromática.
CNEL-GLR	Corporación nacional de electricidad regional Guayas – Los Ríos.
Na	Lámpara de Sodio.
Hg	Lámpara de Mercurio.

Qu	Lámpara de cuarzo.
ESTADO	Condición registrada en el censo.
APG	Condición apagada.
PP	Condición permanentemente prendida.
SN	Condición sin novedad.
ME	Condición mal estado.
COORDENADA	Posición en metros en las coordenadas (X,Y) registrada por el GPS con un error de +/-5m.
GPS	Instrumento que tiene incorporado el sistema de posicionamiento global.
CODIGO	Código de identificación del inventario de CNEL-GLR de las luminarias.
SGI	Sistema geográfico de la empresa eléctrica CNEL.
CIE	Comisión internacional de iluminación.
HPI-T	Lámpara de la base de datos del software de iluminación.
FM	Factor de mantenimiento y factor de depreciación de lúmenes según ambiente exterior para luminarias.
Uo	Relación de uniformidad overall.

UI	Relación de uniformidad longitudinal.
TI	Factor de deslumbramiento.
SDCM	Desviación estándar de armonía de color.
Dist.	Distancia
Pot.:	Potencia.

Simbología.

T	Tensión.
lm	Lumen.
cd	Candela.
cm²	centímetro cuadrado.
m²	metro cuadrado.
P	Potencia.
W	Watts.
V	Voltios.
Hz	Hertz.
Lm/W	Lumen por vatio.
Fp	Factor de Potencia.
θ	Angulo entre el voltaje y la corriente.
THD	Distorsión armónica total.
h	Horas.
KHz	Kilo Hertz.

MHz	Mega Hertz.
ml	Mili litro.
m	metro.
nm	Nanómetro.
mg	Mili gramo.
nF	Nano faradio.
μs	Micro segundo.
pF	Pico faradio.
S₁	Interruptor 1.
S₂	Interruptor 2.
I	Corriente.
R	Resistencia.
E	Voltaje en la resistencia de sustitución.
°C	Grados centígrados.
E_{λN}	Espectro de distribución relativo de la energía radiante de la lámpara.
θ_i	Ángulo entre el eje mayor de la elipse y el eje x.

R_x	Relación roja.
ru_X	Medición no corregida de la relación roja.
c	Factor de corrección.
K	Kelvin, unidad de medida de temperatura.
WBr₂	Bromuro de Wolframio.
Br	Bromo.
Pa	Pascal, unidad de medida de presión.

INDICE DE FIGURAS.

CAPITULO 1

Figura # 1.1: Espectro de luz visible.....5

Figura # 1.2: El ojo y la visión.....7

CAPITULO 2

Figura # 2.1: Partes de una bombilla.....57

Figura # 2.2: Lámpara fluorescente.....60

Figura # 2.3: Balance energético de una lámpara fluorescente.....61

Figura # 2.4: Espectro de emisiones sin corregir de las lámparas de mercurio.....65

Figura # 2.5: Balance energético de una lámpara de mercurio de alta presión.....66

Figura # 2.6: Partes de una lámpara de mercurio a alta presión.....67

Figura # 2.7: Espectro de emisión de una lámpara de luz de mezcla.....68

Figura # 2.8: Partes de una lámpara de luz de mezcla.....69

Figura # 2.9: Espectro de emisión de una lámpara con halogenuros metálicos.....	70
Figura # 2.10: Partes de una lámpara con halogenuros metálicos.....	71
Figura # 2.11: Espectro de una lámpara de vapor de sodio a baja presión.....	72
Figura # 2.12: Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a baja presión.....	73
Figura # 2.13: Partes de una lámpara de vapor de sodio a baja presión....	74
Figura # 2.14: Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.....	75
Figura # 2.15: Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.....	76
Figura # 2.16: Partes de una lámpara de vapor de sodio a alta presión....	77
Figura # 2.17: Distribución espectral blanca universal.....	81
Figura # 2.18: Distribución espectral luz del día.....	82
Figura # 2.19: Distribución espectral luz blanca.....	82
Figura # 2.20: Distribución espectral Daylightstar.....	83

CAPITULO 3

Figura # 3.1: Modelo de etiqueta. Norma IRAM.....	93
Figura # 3.2: Presentación de la etiqueta. Norma IRAM.....	94
Figura # 3.3: Dimensiones de la etiqueta. Norma IRAM.....	95
Figura # 3.4: Tamaño y dimensiones de la etiqueta. Norma INEN.....	107
Figura # 3.5: Tipo de letra en la etiqueta. Norma INEN.....	108
Figura # 3.6: Tamaño y dimensiones de la etiqueta. Norma UNIT LFC.....	119
Figura # 3.7: Tamaño y dimensiones de la etiqueta. Norma NTON.....	133
Figura # 3.8: Tamaño y dimensiones de la etiqueta. Norma UNIT lámparas incandescentes.....	144
Figura # 3.9: Modelo de la etiqueta. Norma IBNORCA.....	154
Figura # 3.10: Tamaño y dimensiones de la etiqueta. Norma IBNORCA...	156
Figura # 3.11: Forma de onda del voltaje para la prueba de encendido de una lámpara. Práctica americana.....	163
Figura # 3.12: Forma de onda del voltaje para la prueba de encendido de una lámpara. Práctica europea.....	164

Figura # 3.13: Diagrama del circuito para la medición de las características de encendido y calentamiento.....	181
Figura # 3.14: Diagrama del circuito de medición de las características de la lámpara.....	184
Figura # 3.15: Diseño de etiqueta y dimensiones. Norma ecuatoriana.....	232
Figura # 3.16: Etiqueta para lámpara de alta presión. Norma ecuatoriana.....	242
Figura # 3.17: Vista geo-espacial de la ciudad de Durán.....	257
Figura # 3.18: Vista tridimensional de la ciudadela Panorama.....	259
Figura # 3.19: Vista general de la ciudad de Durán.....	259
Figura # 3.20: Vista general de la ciudadela Panorama.....	260
Figura # 3.21: Vista general de la ciudadela Panorama y los puntos representando las luminarias instaladas.....	261
Figura # 3.22: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en la calle principal.....	261
Figura # 3.23: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en la calle primera.....	262

Figura # 3.24: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en la calle segunda.....	262
Figura # 3.25: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en la calle tercera.....	263
Figura # 3.26: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en la calle cuarta.....	263
Figura # 3.27: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en el conjunto F-01.....	264
Figura # 3.28: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en el conjunto I-04.....	264
Figura # 3.29: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en el conjunto D-08.....	265
Figura # 3.30: Interfaz inicial del simulador.....	269
Figura # 3.31: Interfaz del asistente del simulador.....	270
Figura # 3.32: Representación de la luminaria de 400W en la vía.....	271
Figura # 3.33: Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 400W de sodio.....	271
Figura # 3.34: Representación de la iluminancia para la iluminación con lámparas de 400W de sodio (para 46 metros de separación).....	272

Figura # 3.35: Diagrama polar para la luminaria con lámpara de 400W de sodio (para 46 metros de separación).....	272
Figura # 3.36: Representación de la luminaria de 400W en la vía (70 metros de separación).....	273
Figura # 3.37: Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 400W de sodio (70 metros de separación).....	274
Figura # 3.38: Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 400W de sodio (70 metros de separación).....	274
Figura # 3.39: Representación de la luminaria en la vía (37 metros de separación número 1).....	275
Figura # 3.40: Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 400W de sodio (37 metros de separación número 1).....	276
Figura # 3.41: Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 400W de sodio (37 metros de separación número 1).....	276
Figura # 3.42: Representación de la luminaria de 400W en la vía (37 metros de separación número 2).....	277
Figura # 3.43: Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 400W de sodio (37 metros de separación número 2).....	278

- Figura # 3.44:** Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 400W de sodio (37 metros de separación número 2).....278
- Figura # 3.45:** Representación de la luminaria de 250W en la vía (40 metros de separación).....279
- Figura # 3.46:** Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 250W de sodio (40 metros de separación).....280
- Figura # 3.47:** Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 250W de sodio (40 metros de separación).....280
- Figura # 3.48:** Representación de la luminaria de 250W (200 metros de separación).....281
- Figura # 3.49:** Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 250W de sodio (200 metros de separación).....282
- Figura # 3.50:** Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 250W de sodio (200 metros de separación).....282
- Figura # 3.51:** Representación de la luminaria de 250W en la vía (70 metros de separación).....283
- Figura # 3.52:** Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 250W de sodio de sodio (70 metros de separación).....283

- Figura # 3.53:** Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 250W de sodio (70 metros de separación).....284
- Figura # 3.54:** Representación de la luminaria de 250W de vapor de mercurio en la vía (28 metros de separación).....284
- Figura # 3.55:** Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 250W de vapor de mercurio (28 metros de separación).....285
- Figura # 3.56:** Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 250W de vapor de mercurio (28 metros de separación).....285
- Figura # 3.57:** Diagrama polar para la luminaria con lámpara de 250W de vapor de mercurio.....286
- Figura # 3.58:** Representación de la luminaria de 150W de sodio en la vía (30 metros de separación).....287
- Figura # 3.59:** Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 150W de sodio (30 metros de separación).....287
- Figura # 3.60:** Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 150W de sodio (30 metros de separación).....288
- Figura # 3.61:** Diagrama polar para la luminaria con lámpara de 150W de vapor de sodio.....288

Figura # 3.62: Representación de la luminaria de 150W de sodio en la vía (25 metros de separación).....	289
Figura # 3.63: Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 150W de sodio (25 metros de separación).....	289
Figura # 3.64: Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 150W de sodio (25 metros de separación).....	290
Figura # 3.65: Representación de la luminaria de 150W de sodio en la vía (19,92 metros de separación).....	290
Figura # 3.66: Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 150W de sodio (19,92 metros de separación).....	291
Figura # 3.67: Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 150W de sodio (19,92 metros de separación).....	291
Figura # 3.68: Representación de la luminaria de 100W de sodio en la vía (30 metros de separación).....	292
Figura # 3.69: Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 100W de sodio (30 metros de separación).....	293
Figura # 3.70: Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 100W de sodio (30 metros de separación).....	293

Figura # 3.71: Diagrama polar para la luminaria con lámpara de 100W de vapor de sodio.....	294
Figura # 3.72: Representación de la luminaria de 70W de sodio en la vía (30 metros de separación).....	295
Figura # 3.73: Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 70W de sodio (30 metros de separación).....	295
Figura # 3.74: Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 70W de sodio (30 metros de separación).....	296
Figura # 3.75: Diagrama polar para la luminaria con lámpara de 70W de vapor de sodio.....	296

INDICE DE TABLAS

CAPITULO 1

Tabla # 1.1: Magnitudes fundamentales.....	12
Tabla # 1.2: Flujos luminosos.....	19
Tabla # 1.3: Intensidades luminosas.....	20
Tabla # 1.4: Niveles de iluminación.....	20
Tabla # 1.5: Luminancias.....	21

CAPITULO 2

Tabla # 2.1: Comparación entre lámparas con gas y vacío.....	58
Tabla # 2.2: Características de las lámparas con respecto a la apariencia y temperatura del color.....	62

CAPITULO 3

Tabla # 3.1: Flujo luminoso y potencia de referencia. Norma IRAM.....	90
Tabla # 3.2: Índice de eficiencia. Norma IRAM.....	91

Tabla # 3.3: Clasificación y descripción de lámparas. Norma INEN.....	100
Tabla # 3.4: Flujo luminoso y potencia de referencia. Norma INEN.....	103
Tabla # 3.5: Índice de eficiencia. Norma INEN.....	104
Tabla # 3.6: Aspectos de la etiqueta. Norma INEN.....	106
Tabla # 3.7: Color de la etiqueta. Norma INEN.....	107
Tabla # 3.8: Eficiencia de LFC sin balasto incorporado. Norma INEN.....	109
Tabla # 3.9: Eficiencia de LFC con balasto incorporado. Norma INEN.....	109
Tabla # 3.10: Índice de eficiencia. Norma UNIT LFC.....	117
Tabla # 3.11: Colores de la etiqueta. Norma UNIT LFC.....	122
Tabla # 3.12: Índice de eficiencia energética. Norma NTON.....	130
Tabla # 3.13: Colores de la etiqueta. Norma NTON.....	134
Tabla # 3.14: Potencia de referencia y flujo luminoso. Norma UNIT lámparas incandescentes.....	140
Tabla # 3.15: Índice de eficiencia energética. Norma UNIT lámparas incandescentes.....	141
Tabla # 3.16: Colores de la etiqueta. Norma UNIT lámparas incandescentes.....	145

Tabla # 3.17: Índice de eficiencia energética. Norma IBNORCA lámparas incandescentes.....	152
Tabla # 3.18: Colores de la etiqueta. Norma IBNORCA.....	157
Tabla # 3.19: Designación de voltajes.....	161
Tabla # 3.20: Características del pulso de encendido.....	169
Tabla # 3.21: Temperatura máxima del casquillo (lámparas de vapor de sodio).....	174
Tabla # 3.22: Clasificación A para lámparas fluorescentes compactas.....	205
Tabla # 3.23: Clasificación A para lámparas incandescentes.....	207
Tabla # 3.24: Clasificación de la B hasta la G para lámparas fluorescentes compactas.....	208
Tabla # 3.25: Clasificación de la B hasta la G para lámparas incandescentes.....	210
Tabla # 3.26: Características de las lámparas fluorescentes compactas....	212
Tabla # 3.27: Características de las lámparas incandescentes.....	214
Tabla # 3.28: Métodos de ensayo para lámparas fluorescentes compactas.....	215
Tabla # 3.29: Métodos de ensayo para lámparas incandescentes.....	217

Tabla # 3.30: Otros detalles en el etiquetado.....	219
Tabla # 3.31: Colores de la etiqueta de acuerdo a la clasificación energética (norma propuesta).....	227
Tabla # 3.32: Potencia de referencia de acuerdo al flujo luminoso (norma propuesta).....	229
Tabla # 3.33: Índice de eficiencia energética (norma propuesta).....	230
Tabla # 3.34: Relaciones entre tipos de lámparas.....	239
Tabla # 3.35: Comparaciones de lámparas de alta presión.....	240
Tabla # 3.36: Tabla de resumen de las estadísticas de Panorama.....	244
Tabla # 3.37: Cantidad de lámparas para los diferentes tipos de lámparas.....	246
Tabla # 3.38: Abreviaturas usadas para la simulación.....	247
Tabla # 3.39: Registro de las luminarias de la calle principal.....	249
Tabla # 3.40: Registro de las luminarias de la calle primera.....	250
Tabla # 3.41: Registro de las luminarias de la calle segunda.....	251
Tabla # 3.42: Registro de las luminarias de la calle tercera.....	252
Tabla # 3.43: Registro de las luminarias de la calle cuarta.....	253

Tabla # 3.44: Registro de las luminarias del conjunto – F1.....	254
Tabla # 3.45: Registro de las luminarias del conjunto I – 04.....	255
Tabla # 3.46: Registro de las luminarias del conjunto D – 08.....	256
Tabla # 3.47: Resultados de las simulaciones de luminarias con diferentes potencias y distancias entre estas.....	298

INTRODUCCION

El panorama internacional energético ha mostrado muchas vulnerabilidades desde hace algunas décadas así como cuestiones de conservación medio ambientales; la tendencia es aprovechar al máximo los recursos energéticos, pero sin detrimento del confort ya establecido en la sociedad y es así que se puede hablar de la eficiencia energética, lo cual no solo corresponde a un problema técnico sino de administración de sistemas así como los recursos limitados y el medio ambiente global.

En la actualidad el estudio de energías renovables es un tema de vital importancia. No contamos con una fuente inagotable de combustibles fósiles y en un futuro no muy lejano los medios que conocemos nos pueden proporcionar energía eléctrica se acabarán y tendremos que depender de algún tipo de fuente alternativa. Por esta razón debemos centrar nuestra atención inmediata en el estudio de nuevas fuentes de energía.

Pero el tema correspondiente a energías renovables involucra mucho más que un estudio de fuentes de energía alternativas, corresponde a una idea más elaborada, compleja y ambiciosa en la que se consideran los efectos y consecuencias de la conducta de los individuos de una sociedad sobre el medio ambiente y se trata de lograr cambios en beneficio del mismo para contribuir con soluciones al problema del calentamiento global.

Generalmente se ha considerado que el incremento del consumo de energía es un indicador del crecimiento de un país, pero esa teoría está siendo desplazada por la necesidad de ser más eficientes, en la actualidad el Ecuador también se encuentra de manera informal embarcado en la tendencia de conservar energía y ya existen planes de conservación de energía en las instituciones públicas; además existe el proyecto de disminuir en al menos 250 MW. la demanda en las horas picos mediante el reemplazo de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas con balastro integrado.

La administración de los sistemas también involucra el comportamiento de los entes como las empresas de distribución eléctrica, y cómo estas informan a sus clientes las medidas que se deben tomar; no solo disminuir la facturación, sino también capacitarlos de forma que conozcan los criterios de ahorro de energía, para que de esta manera puedan definir mejor su compra. En el plano internacional ya existe un camino trazado de ciertos requisitos que exigen entes reguladores en distintos países tanto para el diseño de los productos como para que estos estén acorde con ciertos parámetros que los consumidores puedan identificar fácilmente, entre estos se encuentra el etiquetado de eficiencia energética de productos e instalaciones.

Dentro de los temas que se pueden tratar en el campo de las energías renovables, es de gran importancia considerar el etiquetado de lámparas para conseguir una mayor eficiencia energética. El presente trabajo de tesis

se basa en la eficiencia energética a nivel de las lámparas en el Ecuador, el cual es de gran relevancia y proporciona un cambio significativamente importante al estilo de vida que se lleva actualmente en el país.

La idea general del tema a tratarse en el presente proyecto de tesis se encuentra relacionada con reducir o eliminar el consumo energético innecesario en nuestro país, siendo el tema de tesis el estudio de las normas necesarias para el etiquetado energético de las lámparas en el Ecuador.

El desarrollo del tema será llevado a cabo a partir de un estudio que se realizará a las normas para el etiquetado energético de lámparas incandescentes y fluorescentes compactas en otros países.

Estudiaremos entonces tres normas de etiquetado energético correspondientes a las lámparas fluorescentes compactas y tres normas de etiquetado energético para lámparas incandescentes. Posterior a este estudio se propondrá una norma para lámparas incandescentes para el Ecuador.

El siguiente paso es el estudio de lámparas de alta presión para alumbrado público. Así mismo también se cuenta con tres normas de alumbrado público, correspondientes a lámparas de alta presión de sodio, lámparas de alta presión de mercurio y lámparas metal halide, con respecto a las cuales se realizará el estudio, de manera que se pueda establecer una norma de etiquetado energético para estas lámparas en el Ecuador.

Por lo tanto se tendrá la propuesta de dos tipos de normas para diferentes aplicaciones para el Ecuador.

Posteriormente se realizará el estudio de un caso de aplicación en el cual se planteará la situación actual de la ciudadela Panorama y para el que se proporcionará un plan de eficiencia energética usando como herramienta las normas planteadas para alumbrado público en el presente proyecto, con lo cual se conseguirá lograr incrementar la eficiencia energética en la ciudadela.

El proyecto de tesis será desarrollado bajo condiciones específicas que serán planteadas y explicadas en detalle en cada uno de los diferentes capítulos, además el ejemplo de aplicación de eficiencia energética apoyará los temas estudiados y justificará las conclusiones y resultados de los diferentes estudios realizados.

A continuación se plantean los siguientes objetivos para el proyecto de tesis propuesto:

OBJETIVO GENERAL:

- Propuesta de normas para el etiquetado energético de lámparas de alta presión y lámparas incandescentes en el Ecuador.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Estudio de las normas del etiquetado energético de lámparas.
- Análisis comparativo de las normas estudiadas.
- Propuesta de norma para el etiquetado energético para lámparas incandescentes de uso doméstico.
- Propuesta de norma para etiquetado energético de lámparas de alta presión para uso en el alumbrado público.
- Análisis de la propuesta de eficiencia energética para el alumbrado público usando como ejemplo el caso particular de la ciudadela Panorama en Durán.
- Aplicación de programas de luminotecnia y geo-referenciación para el desarrollo la propuesta de eficiencia energética en Panorama.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES SOBRE LA ILUMINACIÓN Y EL ETIQUETADO ENERGÉTICO.

1.1 Generalidades sobre la iluminación.

La diferencia entre un ambiente iluminado y un ambiente oscuro es ampliamente conocida. Cuando un observador se encuentra en un ambiente iluminado percibe una serie de sensaciones que le permiten tanto distinguir como reconocer los objetos que le rodean, mientras que al encontrarse en un ambiente privado de luz las sensaciones dejan de producirse. Mas del 50% de las informaciones sensoriales recibidas por el hombre son del tipo visual,

según los expertos, es decir que tienen como origen primario la acción de la luz.

El primer problema que se presenta al iniciar el estudio de la luminotecnia, es el de la definición de la naturaleza y características de la luz y para resolverlo se precisa tener conocimientos respecto de lo que es energía radiante y radiación electromagnética, siguiendo posteriormente con una descripción del ojo, que es el órgano sensorial que transforma las diferentes excitaciones físicas en impulsos nerviosos capaces de producir sensaciones.

1.2 Energía radiante. Radiación electromagnética.

Algunos tipos de energía precisan de un medio material llamado normalmente conductor para propagarse; este es el caso tanto de la energía eléctrica como de la energía mecánica. No obstante, existen otros tipos de energía que se desplazan o propagan por medio de radiaciones, en lugar de hacerlo a través de un conductor, es decir por medio de perturbaciones periódicas o cíclicas del estado electromagnético del espacio. A estos tipos de energía se les conoce bajo el nombre de energía radiante.

Las radiaciones electromagnéticas en general poseen una propiedad común, la cual es que su velocidad de propagación en el vacío es la misma y tiene un valor de 300000 Km/Seg aproximadamente. A pesar de ello, cada tipo de

radiación puede definirse y distinguirse de las demás de acuerdo a una de las siguientes características descritas a continuación:

Frecuencia: La frecuencia de una radiación electromagnética puede definirse como el número de ciclos completos efectuados por una radiación durante un segundo. Es representada por la letra f y se expresa en ciclos por segundo o en cualquiera de sus múltiplos.

Período: El periodo de una radiación se define como el tiempo que tarda una radiación en recorrer un ciclo. Se representa por medio de la letra T y se expresa en segundos. El período corresponde a la inversa de la frecuencia.

Longitud de Onda: La longitud de onda de una radiación es una propiedad no invariable de la misma que se define como el camino recorrido por una radiación durante un período. De una forma más precisa puede definirse como la menor distancia que separa dos puntos del espacio a lo largo de la dirección de propagación, que se encuentran en la misma fase de su estado de electromagnético variable. Las longitudes de onda se representan por la letra griega λ y se expresa en unidades de longitud. La longitud de onda no es una característica invariable y la velocidad de las radiaciones electromagnéticas depende de la naturaleza del medio a través del cual se propagan.

1.2.1 Clasificación de las radiaciones electromagnéticas.

Existe un número infinito de radiaciones electromagnéticas simples en función tanto de su forma de generarse, como por sus manifestaciones o efectos, o también según las características propias que se definieron anteriormente. La clasificación más usada es la que se basa en las longitudes de onda.

Existen longitudes de onda características de las radiaciones cósmicas, las radiaciones infrarrojas, las radiaciones gamma, los rayos X, las radiaciones ultravioletas, las radiaciones visibles, las radiaciones infrarrojas, las ondas hercianas y las ondas a muy baja frecuencia.

El cuerpo humano es capaz de percibir otros tipos de energía radiante además de las radiaciones visibles tales como los son las radiaciones ultravioleta que se manifiestan por su efecto eritemático (efecto bronceador de los rayos solares), y las radiaciones infrarrojas que son percibidas por el cuerpo en forma de calor.

1.2.2 Radiaciones Visibles, luz.

Todo tipo de radiaciones electromagnéticas capaces de producir sensaciones visuales son conocidas como radiaciones visibles.

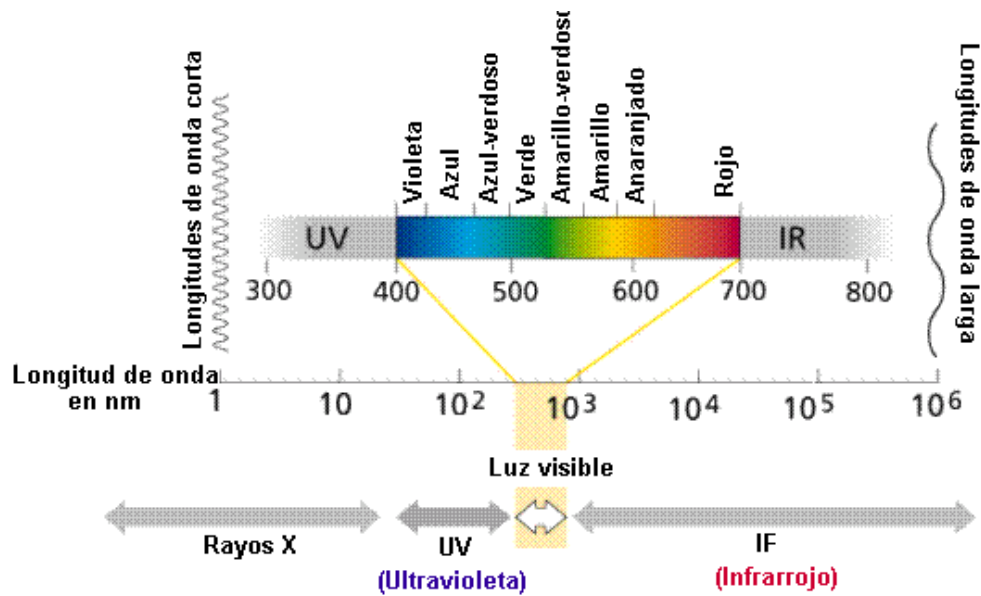


FIGURA # 1.1: Espectro de luz visible

El ojo no es igualmente sensible para todos los tipos de energía radiante, es decir, que las sensaciones producidas por una determinada cantidad de energía radiada en una u otra longitud de onda, pueden ser distintas. Dicho de otra forma, la relación entre efecto (sensación) y causa (energía radiante) no es constante.

Se ha trazado la curva media de sensibilidad del ojo humano, por medios experimentales, y esta indica dicha sensibilidad en porcentaje referida a su sensibilidad máxima, que corresponde a la radiación de longitud de onda igual a 5550 Å y considerada según las longitudes de onda de todo el intervalo de radiaciones visibles.

Se tienen la curva de visión fotópica o visión diurna y la curva de la visión llamada escotópica o visión crepuscular. Aunque es difícil determinar los valores de luminancia por encima y por debajo de las cuales la visión puede considerarse fotópica o escotópica, se puede considerar, de forma, orientativa, el valor de 1cd/m^2 . Cabe señalar que en visión escotópica prácticamente no se distinguen los colores. Asimismo, debe destacarse el desplazamiento de la máxima sensibilidad del ojo hacia las cortas longitudes de onda.

Debe aclararse, no obstante, que los valores de visibilidad relativa o de sensibilidad del ojo humano medio que se utilizan en luminotecnica son, en la inmensa mayoría de los casos, los correspondientes a la visión fotópica o diurna.

Una vez hecha esta aclaración en lo que se refiere a la sensibilidad del ojo humano, podremos definir el concepto "luz" como cualquier tipo de radiación visible apreciada de acuerdo con la sensibilidad del ojo humano medio.

Antes de continuar el estudio de las características de la luz, será conveniente efectuar una breve descripción de los componentes del ojo humano y de su funcionamiento. [1]

1.3 Mecanismo de la visión.

El ojo es conocido como el órgano de la visión, aunque el órgano que realmente realiza el proceso de la visión es el cerebro. El ojo tiene únicamente la función de traducir vibraciones electromagnéticas correspondientes a la luz en impulsos nerviosos que a su vez son transmitidos al cerebro.

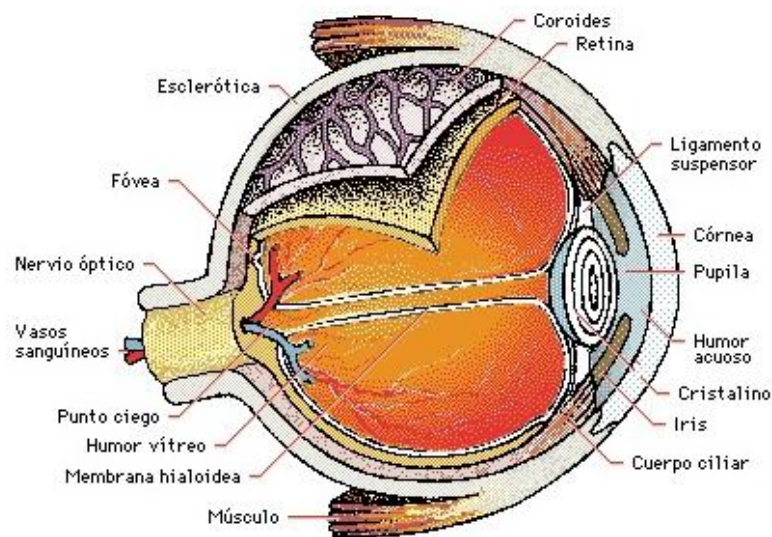


FIGURA # 1.2: El ojo y la visión.

1.3.1 Partes del Ojo.

El globo ocular es de forma esférica y es de aproximadamente 2,5cm de diámetro con un abombamiento marcado sobre la superficie anterior.

El exterior del mismo se encuentra compuesto por tres capas de tejido, que son las siguientes: La esclerótica cuya función es protectora, es la capa exterior, cubre 5/6 de la superficie del ojo y se prolonga con la cornea transparente en la parte anterior del ojo. La úvea que es la capa media y que a su vez se encuentra compuesta por la coroides, el cuerpo ciliar y el iris. La capa mas interna que posee el ojo es la retina, la cual es sensible a la luz.

La córnea es una membrana que se encuentra compuesta por cinco capas, esta es resistente y a través de la misma es posible que la luz penetre en el interior del ojo. La córnea se encuentra separada por el lente del cristalino por una cámara que se encuentra llena de un fluido claro y húmedo (humor acuoso). La lente es una esfera que esta compuesta por fibras transparentes que vienen dispuestas en diferentes capas. Se encuentra conectada con el musculo ciliar con forma de anillo y la rodea por medio de ligamentos. El cuerpo ciliar, que esta constituido por el musculo ciliar y tejidos circundantes, aplana la lente, cambiando de esta forma su longitud focal.

El iris, que se encuentra suspendido entre la córnea y el cristalino, corresponde a una estructura pigmentada que cuenta con una abertura circular en su centro, el cual es conocido como la pupila. El tamaño de esta

depende del musculo que rodea sus bordes, el cual se contrae y se relaja controlando la cantidad de luz que entra al ojo.

El cuerpo principal del ojo contiene el humor vítreo, el cual es una sustancia transparente y gelatinosa, y se encuentra encerrado en la membrana hialoidea. Es precisamente la presión del humor vítreo la que se encarga de mantener distendido al globo ocular.

La retina es una capa que se encuentra compuesta por células nerviosas. Detrás del tejido pigmentado están las células receptoras que son sensibles a la luz. La retina cuenta con una pequeña mancha, que es de color amarillo, y se la conoce como mácula lútea. La zona con mayor agudeza visual se conoce como fóvea central y se encuentra ubicada en el centro de la lútea.

1.3.2 Funcionamiento del ojo.

La lente, que se encuentra en el cristalino, forma una imagen invertida de aquellos objetos que enfoca en la retina y esta a su vez se corresponde con la película sensible a la luz.

La acomodación es un término que corresponde al enfoque del ojo que se lleva a cabo cuando la lente del cristalino se aplanada o redondea. Para ver objetos que se encuentran distantes dicho acomodo no es necesario ya que estos se enfocan en la retina en el momento que la lente está aplanada.

debido al ligamento suspensorio, por otra parte para ver objetos que se encuentran mas cercanos el musculo ciliar es contraído y debido a una relajación del ligamento suspensorio la lente se redondea en forma progresiva.

A medida que las personas se vuelven mayores sus lentes se van endureciendo y debido a ello la visión cercana disminuye hasta unos límites de 15cm a los 30 años y 40cm a los 50 años.

En sus últimos años las personas pierden la capacidad que sus ojos poseen para acomodarse a las distancias cortas, dicha condición se conoce con el nombre de presbiopía y se corrige usando lentes convexos especiales.

La hipermetropía y la miopía se deben a las diferencias del tamaño relativo de las estructuras del ojo.

La estructura nerviosa de la retina permite que los ojos vean con mayor claridad sólo en la región fóvea.

La visión nocturna tiene un mecanismo basado en la sensibilización de ciertas células en forma de bastones gracias a un pigmento sintetizado en su interior, para la producción del mismo se requiere vitamina A. La rodopsina es blanqueada debido a la luz y las células en forma de bastones deben construirla en la oscuridad. Es por ello que cuando una persona entra a una

habitación que esta oscura después de haber estado expuesta a la luz del sol no puede ver hasta que el pigmento empieza a formarse.

Los conos son fotorreceptores cuya sensibilidad viene dada de acuerdo al tipo de luz. Estos son precisamente los que permiten distinguir los diferentes colores necesitando una mayor cantidad de luz que la necesaria con los bastones.

El campo visual se divide en algunas zonas y nadie se encuentra consciente de ello. Esto se debe al constante movimiento de los ojos, los que se lleva n a cabo a causa de seis músculos oculares que son muy precisos y funcionan en forma simultánea. Se ha estimado que los ojos pueden moverse en unos cien mil puntos del campo visual para enfocar un objeto. [2]

1.4 Luminotecnia.

La luminotecnia es la ciencia que se encarga de estudiar las distintas formas de producción de luz, el control de esta y sus aplicaciones.

1.4.1 Magnitudes fundamentales.

Partiendo de la base de que, para poder hablar de iluminación, es preciso contar con la existencia de una fuente productora de luz y de un objeto a iluminar.

Las características o magnitudes que deberán conocerse se presentan en la tabla a continuación:

MAGNITUD	UNIDAD	SIMBOLO
Flujo Luminoso	Lumen	Φ
Intensidad Luminosa	Candela	I
Nivel de Iluminación (Iluminancia)	Lux	E
Luminancia	Candela / m ²	L

TABLA # 1.1: Magnitudes fundamentales

El flujo luminoso y la intensidad luminosa son magnitudes características de las fuentes, indicando la primera cantidad de luz emitida por dicha fuente en un segundo en todas direcciones, mientras que la segunda indica la cantidad de luz emitida en un segundo y en una determinada dirección. Expresado en otros términos, el flujo luminoso indica la potencia luminosa propia de una fuente, mientras que las intensidades luminosas indican la forma en que se distribuye en el espacio la luz emitida por la fuente.

El nivel de iluminación, magnitud que también se conoce bajo el nombre de intensidad de iluminación o iluminancia, es una magnitud característica del objeto iluminado, por cuanto indica la cantidad de luz que incide sobre una unidad de superficie del objeto, cuando es iluminado por una fuente de luz.

En lo que se refiere a la luminancia este es un concepto propio de cualquier tipo de fuente de luz, sea primaria o secundaria. Se conoce como fuente de luz primaria todo dispositivo capaz de producir luz por sí mismo, mientras que se conoce como fuente de luz secundaria todo objeto cuya luz emitida es consecuencia de haberse reflejado sobre él la luz procedente de una fuente de luz primaria.

A continuación definiremos de una forma más detallada cada una de las magnitudes citadas anteriormente.

1.4.1.1 Flujo Luminoso.

Es la cantidad total de luz radiada emitida por una fuente durante un segundo.

Conviene recordar, un vez más, que luz es cualquier tipo radiación visible apreciada según la curva de sensibilidad del ojo humano medio. En consecuencia el flujo luminoso puede definirse también como “la potencia de una energía radiante apreciada de acuerdo con la sensación luminosa producida”. Se simboliza por medio de la letra griega Φ .

La unidad de flujo luminoso es el lumen (lm) y como unidad de potencia corresponde a 1/680W, emitidos a la longitud de onda de 5550Å (longitud de onda a la que, según se vio anteriormente, el ojo es más sensible).

1.4.1.2 Intensidad luminosa. Candela.

Esta magnitud luminosa solo puede concebirse referida a una determinada dirección, y considerándola contenida en un “ángulo sólido”. El concepto de ángulo plano, como se sabe corresponde a la abertura existente entre dos rectas que se cortan. El concepto de “ángulo sólido” sin embargo, exige una concepción volumétrica de dicho ángulo. La imagen más clara de un ángulo sólido nos da el vértice de un cono.

Si imaginamos una esfera de radio correspondiente a la unidad y en su superficie delimitamos un casquete esférico de 1m² de superficie y unimos el centro de la esfera con todos los puntos de la circunferencia que limita dicho

casquete, se nos determinará un cono con base esférica. El valor del “ángulo sólido” determinado por el vértice de este cono, es igual a 1 estereorradián o, lo que es lo mismo, un ángulo sólido unidad.

En general se define el estereorradián como el valor de un ángulo sólido que determine sobre la superficie de una esfera un casquete cuya área es igual al cuadrado del radio de la esfera considerada.

Una vez aclarado el concepto del ángulo sólido se puede definir la intensidad luminosa de una fuente de luz en una dirección dada de la siguiente forma.

Intensidad luminosa de una fuente de luz en una dirección dada, es la relación que existe entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido cualquiera cuyo eje coincida con la dirección considerada y el valor de dicho ángulo sólido expresado en estereorradianes.

Expresándolo por medio de una fórmula:

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

Donde:

I: Intensidad luminosa en la dirección considerada (expresada en candelas).

ϕ : Flujo luminoso contenido en el ángulo sólido (expresado en lúmenes).

ω : Valor del ángulo sólido (expresado en estereorradianes).

La unidad de intensidad luminosa es la candela y se define como 1/60 de la intensidad luminosa por cm² del “cuerpo negro” a la temperatura de solidificación del platino (20420K).

El concepto de intensidad luminosa es de suma importancia en las aplicaciones luminotécnicas ya que, además de presentarse en el concepto luminancia, es de utilización muy frecuente tanto en las curvas fotométricas y sólidos fotométricos, como en los cálculos de iluminación por puntos.

1.4.1.3 Nivel de iluminación o iluminancia.

Se denomina nivel de iluminación o iluminancia, al flujo luminoso incidente por unidad de superficie y se simboliza por medio de la letra mayúscula E. Su unidad es el Lux.

El lux, a su vez, puede definirse como la iluminancia de una superficie de 1m² cuando sobre ella incide, uniformemente repartido, un flujo luminoso de 1 lumen.

Expresándolo por medio de una fórmula:

$$E = \frac{\phi}{S}$$

1.4.1.4 Luminancia.

Es la magnitud que mide el brillo de los objetos iluminados o fuentes de luz, tal como son observados por el ojo. Se trata en realidad de una verdadera medida de la sensación de iluminación de un objeto.

Se define como la intensidad luminosa por unidad de superficie aparente de una fuente de luz primaria o secundaria.

Si el área se expresa en cm^2 , la luminancia se expresa en candelas / cm^2 y si el área se expresa en m^2 , la luminancia se expresa en candelas / m^2 . Se simboliza por medio de la letra mayúscula L.

Es conveniente insistir en que la luminancia debe considerarse como intensidad luminosa por unidad de superficie aparente, denominándose superficie aparente la proyección de la superficie real sobre un plano perpendicular a la dirección de la mirada. Lógicamente, el valor de la

superficie aparente será igual al de la superficie real multiplicado por el coseno del ángulo que forma la dirección de la mirada con la perpendicular a dicha superficie real.

Expresándolo por medio de una fórmula:

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos \theta}$$

La denominación “luminancia” ha sustituido a las antiguas “brillo” y “densidad de iluminación”, sus actuales unidades cd / cm^2 y cd / m^2 han desplazado a las antiguas stilb y nit, según acuerdo del congreso del CIE (Comisión Internacional de Iluminación).

1.5 Relación existente entre el flujo luminoso, intensidad luminosa y nivel de iluminación.

Para poder dar una idea intuitiva de la relación existente entre el flujo luminoso, intensidad luminosa y nivel de iluminación, imaginaremos una esfera de 1m de radio en cuyo centro existe una fuente de luz puntual.

Cuando la distribución del flujo luminoso emitido por la fuente puntual sea uniforme (es decir se reparta por igual en todas direcciones) y la cantidad de dicho flujo que incide sobre un área de 1m^2 en la superficie de la esfera sea de 1 lumen, el nivel de iluminación de esta superficie será de 1 lux, y la intensidad luminosa de la fuente puntual en la dirección determinada por la recta que une el centro de la esfera con el centro de la superficie, será de 1 candela.

En las tablas siguientes se indican los valores normales de estas magnitudes referidas a unos casos prácticos. [1]

Flujos luminosos (lúmenes)	
Lámpara de incandescencia Standard 40 W	500 lm
Lámpara de fluorescencia de 40 W. Luz Blanca	3.200 lm
Lámpara de vapor de mercurio 125 W	6.250 lm
Lámpara de sodio con óxido de indio 90 W	12.500 lm

TABLA # 1.2: Flujos luminosos.

Intensidades luminosas (candelas)	
Lámpara para faro de bicicleta (sin reflector)	1 cd
Lámpara con reflector incorporado (centro del haz)	250 cd
Lámpara PAR-64 muy concentradora (centro del haz)	200.000 cd
Faro marítimo (centro del haz)	2.000.000 cd

TABLA # 1.3: Intensidades luminosas.

Niveles de iluminación (Valores aproximados en lux)	
Mediodía en verano, campo libre	100.000 lux
Mediodía en invierno, cielo semi-cubierto	10.000 – 20.000 lux
Luna llena con cielo claro	0,25 -0,5 lux
Carretera de tráfico medio	15 lux
Oficina bien iluminada	400 – 1.000 lux

TABLA # 1.4: Niveles de iluminación.

Luminancias (cd / m²)	
Carreteras de segundo orden	0,5 – 1 cd / m ²
Autopistas	2 cd / m ²
Mesa de despacho de tono medio con un nivel de 1000 lux	100 cd / m ²
Luna llena	2.500 cd / m ²
Filamento lámpara incandescente	5 – 10.000.000 cd / m ²
Arco voltaico	160.000.000 cd / m ²
Sol a través de la atmósfera	1.600.000.000 cd / m ²

TABLA # 1.5: Luminancias

1.6 Alumbrados.

1.7 Nivel medio de iluminación.

El ojo humano está habituado a los altos niveles proporcionados de iluminación natural, por lo que lo ideal en lo que se refiere a alumbrados artificiales, sería disponer de niveles similares a aquellos.

Sin embargo, y a pesar de disponer de fuentes de luz de elevado rendimiento, en muy pocas ocasiones resulte conveniente, bajo e punto de vista económico, la utilización de niveles luminosos de magnitud similar a la proporcionada por la luz de día. En consecuencia, es preciso tizar niveles de iluminación que permitan desarrollar una actividad determinada son esfuerzo alguno y que, al mismo tiempo, sean económicamente justificables. Evidentemente, cada tipo de actividad presentará una serie de características especiales cuya importancia será fundamental para la determinación del nivel luminoso suficiente para su desarrollo, sin olvidar, como ya hemos dicho antes, el aspecto económico de la cuestión.

En líneas generales, los factores determinantes de la magnitud del nivel luminoso necesario para el desarrollo de una determinada actividad pueden ser, entre otros, los siguientes:

- El tamaño de los detalles de los objetos a percibir o manipular.
- La distancia media existente entre los ojos y los objetos.
- El factor de reflexión del objeto observado.
- El contraste entre los detalles de los objetos y el fondo sobre el cual se destacan, que puede ser producido por la diferencia entre sus factores de reflexión, o también por su color.

- El tiempo que puede dedicarse a la observación.
- La rapidez en el movimiento de los objetos observados o manipulados.
- Duración de la actividad.
- Seguridad.

Teniendo en cuenta este conjunto de factores se están llevando a cabo continuas investigaciones con el objeto de determinar los valores mínimos de iluminación que proporcionen una visión eficaz en observadores medios, considerando, por otra parte, que la instalación que provea dicho nivel luminoso cumpla con unas condiciones mínimas de calidad.

El intervalo de valores de niveles de iluminación de uso normal está comprendido entre unas decenas de lux y varios millares, según el tipo de actividad. Antes de seguir adelante es preciso hablar de un fenómeno de gran importancia y que consiste en que lo que llamaremos capacidad de visión, o realización visual, varía lentamente con el incremento del nivel de iluminación. El concepto “realización visual” puede definirse como “la

velocidad a la que puede efectuarse un trabajo de una finura dada y de un contraste fijado de antemano”.

Expresado de otra forma, y de acuerdo con las experiencias de Weston, puede afirmarse que si para la realización de una determinada actividad, la realización visual llega al 80% con un determinado nivel de iluminación, para alcanzar una “realización visual” del 90% es preciso duplicar o incluso triplicar el valor del nivel de iluminación anterior.

De una forma general, puede aceptarse que un incremento del nivel de iluminación de un 10% es prácticamente el mínimo perceptible mientras que para que el aumento de la “realización visual” sea realmente importante, es necesario duplicar el nivel de iluminación.

Otro aspecto importante que no ha sido indicado hasta el momento es la variación que experimenta el hombre en lo que se refiere al nivel luminoso necesario en función de la edad considerando una realización visual constate. A este respecto y según se desprende de los trabajos de Fortuin, indicaremos que mientras a los 10 años de edad para leer cómodamente una página con buena impresión se precisan 175 lux, a los 40 años son necesarios 500 lux y a los 60 años se precisa un nivel de 2.500 lux. De estos

datos se puede deducir fácilmente la importancia del promedio de edad de los usuarios sobre el nivel de iluminancia a prever.

Considerando que los niveles de iluminación recomendados para diversos tipos de actividad están basados en condiciones medias, es comprensible que, sobre todo en lo que respecta a las personas de edad avanzada, existirá un déficit de luz que a ser posible debe ser compensado a base de alumbrados localizados.

1.8 Métodos de iluminación.

En alumbrados de interiores existen tres métodos principales de iluminación que responden a tres tipos de distribución de la luz sobre el área a iluminar. Estos tres métodos son los siguientes:

1.8.1 Alumbrado general.

Se denomina de esta forma todo tipo de instalación en la que el tipo de luminarias, su distribución y su altura de instalación se han previsto de forma que se obtenga una iluminación uniforme sobre toda la zona a iluminar sin que la posición u orientación de los puntos de trabajo influya para nada,

fundamentalmente, la gran ventaja de este método de alumbrado consiste en que los puestos de trabajo pueden ser cambiados en la forma que se quiera sin que por ello varíen las características de la iluminación.

Su único inconveniente consiste en que el nivel medio proporcionado por el sistema debe estar de acuerdo con los usuarios que precisen mayor iluminación (por ejemplo los de mayor edad) o con las zonas que por su trabajo precisen de niveles más elevados.

1.8.2 Alumbrado general localizado.

Para evitar el inconveniente del método anterior puede utilizarse el alumbrado general localizado que consiste en distribución las luminarias de manera que aparte de proporcionar una iluminación general uniforme, permita aumentar el nivel en las zonas en que ello sea necesario. Su único inconveniente radica en que si se efectúa un cambio en el emplazamiento de los lugares más necesitados de luz, será preciso retocar la instalación de alumbrado.

1.8.3 Alumbrado localizado.

Cuando en locales de grandes dimensiones se precise, en razón del tipo de trabajo a efectuar, disponer de elevados niveles medios de iluminación,

podrá optarse por la utilización de este tercer método de alumbrado, el cual consiste en producir un nivel medio general más o menos moderado, colocando aparte los puntos de luz necesarios para obtener el nivel necesario sobre cada máquina o puesto de trabajo. [1]

1.9 Normalización para el etiquetado y eficiencia energética.

1.9.1 Eficiencia Energética.

El término eficiencia energética se refiere a todos los cambios que se traducen en la disminución de la cantidad de energía utilizada para producir una unidad de actividad económica (por ejemplo, energía utilizada por unidad de PIB o valor agregado) o para satisfacer las necesidades energéticas residenciales manteniendo un determinado nivel de confort.

Por lo tanto, la eficiencia energética está asociada con la eficiencia económica e incluye cambios tecnológicos, económicos y en el comportamiento de la población.

En los comienzos del alumbrado urbano la prioridad principal podía ser la seguridad.

A medida que avanzaba el progreso y cambiaban los hábitos y las relaciones, se hacía necesario para otras funciones, que la mayoría se hacen fuera del horario diurno y por tanto, requieren luz artificial.

El alumbrado exterior facilita el desarrollo de diferentes actividades que ayudan y fomentan la relación, se puedan hacer fuera de las horas de luz natural y con las debidas condiciones de seguridad y adecuadas a la fisiología de las personas, para superar las dificultades que se puedan presentar. [3]

1.9.2 Etiquetas.

Las etiquetas energéticas son etiquetas informativas adheridas a los productos manufacturados que indican el consumo de energía del producto (generalmente en la forma de uso de la energía, la eficiencia y/o costos de la energía) para proporcionar a los consumidores los datos necesarios para hacer compras con información adecuada.

Se mencionan de esta forma los siguientes tres tipos de etiquetas:

- Etiquetas de aprobación sobre una especificación.

- Etiquetas de comparación.
- Etiquetas de información únicamente.

Las etiquetas de aprobación son esencialmente “sellos de aprobación” de acuerdo a un conjunto específico de criterios. Las etiquetas de comparación le ofrecen al consumidor información que les permita comparar el rendimiento entre productos similares, ya sea utilizando categorías discretas de funcionamiento o una escala continua. Las etiquetas de información únicamente proporcionan datos sobre el rendimiento del producto.

Las etiquetas pueden utilizarse solas o servir de complemento a las normas de eficiencia energética. Proporcionan información al consumidor que les permite, si lo desean, seleccionar productos más eficientes. También proporcionan un indicador común sobre la eficiencia energética, lo cual permite a las empresas de servicios públicos y a las oficinas gubernamentales para la conservación de la energía, ofrecer incentivos a los consumidores que compren los productos más eficientes en el ahorro de la energía. El éxito de las etiquetas de eficiencia energética depende en gran medida de cómo se presente la información al consumidor. [4]

1.9.3 Normas.

Las normas de eficiencia energética son un conjunto de procedimientos y reglas que indican el consumo de los productos manufacturados y algunas veces prohíbe la venta de productos con menor eficiencia al mínimo establecido en las normas. El término “norma” generalmente incluye dos significados:

Un registro bien definido (o procedimiento de prueba) a través del cual se puede obtener un cálculo bastante exacto del consumo de la energía de un producto como es utilizado generalmente, o por lo menos un rango relativo del consumo de energía comparado con otros modelos.

Un límite establecido sobre el consumo de la energía (generalmente un uso óptimo o una eficiencia mínima) basado en un registro de prueba específico. La palabra “norma” es utilizada ocasionalmente en lugar de “estándar” en Europa y América Latina para referirse a un límite establecido

Existen tres tipos de normas de eficiencia (ahorro) de energía:

- Normas establecidas.
- Normas de consumo mínimo de energía.
- Normas de promedio general.

Las normas establecidas requieren de una característica o dispositivo determinado para que sea instalado en todos los productos nuevos. Los estándares de rendimiento requieren eficiencias mínimas (o consumo óptimo de energía) que los fabricantes debe lograr en cada producto especificando el consumo de energía, pero no la tecnología o las especificaciones de diseño del producto.

Las normas de promedio general especifican la eficiencia promedio de un producto manufacturado, permitiendo a cada fabricante seleccionar el nivel de eficiencia para integrarlo a cada modelo y poder lograr el promedio general. [5]

1.9.3.1 Etiquetado y Eficiencia Energética en el Ecuador.

En el Ecuador la falta de normativas de eficiencia energética para equipos consumidores de energía no permite ofrecer a los fabricantes y/o comercializadores de equipos energéticos una certificación de que estos cumplen con una norma que rija en particular en nuestro país.

Los principales actores de que las políticas y normas de eficiencia energética se cumplan, los usuarios de equipos de energía desconocen en su mayoría cómo diferenciar las eficiencias energéticas entre los diferentes tipos de

modelos existentes en el mercado, bajo condiciones de confiabilidad y calidad.

El INEN, es el Instituto de Normalización Ecuatoriano, organismo encargado de aprobar las Normas Técnicas Ecuatorianas y que a su vez está facultado por ley para la elaboración de las normas en general, para ello cuenta con procedimientos específicos, los cuales dejan fuera a los que tienen por objetivo la Eficiencia Energética, ya que el INEN reconoce que este campo es de competencia del Ministerio de Electricidad y Recursos Renovables, el cual no tiene un marco legal que le permita cumplir con este objetivo.

El Ministerio de Electricidad y Recursos Renovables considera que las acciones del país con respecto a la Normalización de Eficiencia Energética y etiquetado, deben encaminarse a la implantación de Normas Oficiales a través de las cuales se permita la regulación técnica estableciendo reglas y especificaciones a un producto o sistema energético, así como a lo relacionado a la aplicación o cumplimiento.

En tal sentido, las Normas Técnicas de Eficiencia Energética proporcionarán los métodos de ensayo, estándares y etiquetado; y estarán orientadas simultáneamente: A contribuir en la creación de una cultura en eficiencia

energética en la población ecuatoriana, a alcanzar en forma progresiva eficiencias energéticas mínimas obligatorias para los equipos y/o sistemas energéticos que se usan y comercializan en el país y a lograr que los consumidores incorporen a su decisión de adquisición deseos artefactos, los costos futuros de operación y en particular los costos del servicio energético, mediante dos estrategias complementarias: El desarrollo de actividades de tipo informativo y formativo, y el fortalecimiento del mercado de tecnologías eficientes.

Las Normas de Eficiencia Energética deben estar orientadas especialmente a dos objetivos como:

- Contribuir en la creación de una cultura en eficiencia energética en la población, para de este modo alcanzar en forma progresiva eficiencias energéticas mínimas obligatorias para los equipos y/o sistemas que se usan y comercializa en el país.
- Lograr que los consumidores establezcan en su decisión de adquisición de artefactos nuevos, cuáles serán los costos futuros de operación y en particular los costos del servicio energético.

Las Normas de Eficiencia Energética deben proporcionar los métodos de ensayo, estándares y etiquetado, mediante dos estrategias complementarias:

- Fortalecer el mercado de tecnologías eficientes
- Planes de educación e información

El objetivo de la elaboración de normas de eficiencia energética en el país, estará en dirección hacia los sistemas y aparatos, que en particular por su consumo de energía generan un mayor ahorro, tanto a los usuarios y al país.

Para la elaboración de las normas y acuerdos de instrumentación se adopta la siguiente metodología de trabajo: debe incorporar a los principales actores relacionados con la fabricación, importación y comercio de equipos y/o sistemas energéticos, a las principales empresas eléctricas, institutos de investigación tecnológica, asociaciones de profesionales (Colegios de Ingenieros Eléctricos, Mecánicos, etc.), los Ministerios de Industrias y Comercio, de Energía y Recursos Renovables y del Ambiente, y el Tribunal de Defensa al Consumidor. [6]

1.9.3.2 Razones para el uso de Normas y Etiquetas de Eficiencia Energética.

Cuando los programas son bien diseñados o implementados, éstos retiran del mercado a los productos consumidores de energía que le cuestan al usuario mucho más en sus recibos de electricidad, aparte de la duración del producto cuando ahorraron en un costo inicial más bajo. Los requisitos para determinar el consumo de energía, son un elemento esencial en cualquier cartera gubernamental sobre las políticas de eficiencia energética y en los programas para atenuar los cambios climatológicos.

Los programas pueden lograr modificar el criterio del consumidor haciendo lo que el sector privado no puede hacer, imponer requerimientos uniformes a todos los participantes del mercado. Por separado, cada uno de ellos puede promover el desarrollo de tecnología en el consumo de la energía, con un costo real y su difusión en el mercado.

Supuestamente es la más eficaz de todas las políticas gubernamentales sobre el rendimiento de la energía, y tiene la ventaja de:

- Gran potencial de ahorro de energía.
- Enorme costo real y una manera muy eficaz de limitar el crecimiento de energía sin limitar el crecimiento económico.

- Exigir un cambio en el comportamiento de un cierto número de fabricantes en lugar de todo el público consumidor.
- Tratar por igual a todos los fabricantes distribuidores y pequeños comerciantes.
- Resultado en el ahorro de energía está generalmente asegurado, y es bastante sencillo cuantificarlo y puede ser verificado fácilmente.

Las normas incrementan la distribución de los productos con rendimiento eficaz de la energía que son vendidos en el mercado, al eliminar los modelos menos eficientes y establecer una línea de referencia para los programas que proporcionan incentivos por “sobrepasar los valores de norma”. El etiquetado incrementa la distribución de los modelos con rendimiento eficaz de energía, al proporcionar información a los consumidores para que puedan tomar una decisión más razonada y estimular a los fabricantes a diseñar productos que logren mayor puntuación con base a la especificación mínima de la norma.

La disminución en el uso de electricidad a su vez disminuirá la combustión en las plantas de energía eléctrica. La disminución del costo real en el uso total del combustible tiene varias consecuencias beneficiosas, además el

resultado de tener normas y etiquetas bien diseñadas es disminuir el consumo innecesario de electricidad y combustible en los hogares y las oficinas, en las estufas, refrigeradores, hornos y calentadores de agua.

Los beneficios de la disminución de combustible son:

- La infraestructura del suministro de energía tendría una disminución de la inversión de capital.
- Las facturas de energía reducirían produciendo un mejoramiento de la eficiencia económica.
- Mejoramiento del bienestar del consumidor.
- Se cumpliría con los objetivos de cambio climático.
- Reforzamiento de mercados competitivos.
- Prevención de la contaminación urbana/regional. [7]

1.9.3.3 Pasos para desarrollar los programas de normalización y etiquetado de eficiencia energética.

El proceso de desarrollo de normas y etiquetas de eficiencia energética para productos que consumen energía se puede definir en los siguientes pasos:

Primer paso: Decidir si se implementa y cómo, el programa de normalización y etiquetado.

Que un gobierno tome la decisión de implementar o no un programa de introducción de normas y etiquetas de eficiencia energética es complejo y difícil. Son muchos los factores involucrados y los encargados de determinar si aquel programa es beneficio para el país, sin embargo las probabilidades de éxito al decidir y preparar la elaboración del programa, podrían ser mayores si se tiene en consideración lo siguiente:

- Evaluar los factores culturales, institucionales y políticos internos, que van a influir en la aceptación y eficiencia de los programas.
- Establecer legitimidad política clara y fuerte para las normas.
- Decidir hasta dónde se van a apoyar en las instalaciones ya existentes, procedimientos de prueba diseño de normas y etiquetas ya establecidos por organizaciones o países vecinos.
- Evaluar la necesidad de datos del programa y la capacidad del gobierno para adquirir y manejar esos datos.
- Buscar y seleccionar qué tipo de productos son de mayor prioridad.

- **Evaluación para poder desarrollar y ejecutar un programa.**

La autoridad competente, constitucional, legislativa y administrativa debe existir o ser nombrada para lograr cada uno de los pasos en el proceso de implantación de las normas.

Algunas veces, la autoridad legislativa toma a decisión para implementar el programa de normalización y etiquetado y la selección de los productos que van a participar; si no es así, las decisiones se deben tomar por una agencia para implementar programas.

Se debe contar con personal competente y entrenado y deben existir instituciones para lograr el cambio, además de tener la capacidad para hacer pruebas piloto y se deben asignar recursos. Los pasos y la programación para establecer el programa de normalización y etiquetado deben ser descritos con claridad para formular una legislación. Debe existir voluntad política o por lo menos poder lograrla adecuadamente.

Cuando ya se ha tomado la decisión de adoptar los requerimientos para el programa de normalización y etiquetado la oficina que lo va a implementar debe establecer reglas para los siguientes pasos del proceso, es decir, para análisis, gasto público, cumplimiento de pruebas, certificación, ejecución,

seguimiento y revisión. Ésta es una tare tediosa y lleva mucho tiempo, sin embargo ésta evoluciona a través de los años desde su camino inicial hasta un mayor perfeccionamiento.

- **Evaluación de datos necesarios y búsqueda/selección de productos.**

Antes de decidir si se implementan las normas de eficiencia energética en un país, es importante calcular el impacto potencial que pueden tener éstas al cuantificar los beneficios ambientales y monetarios. Está disponible mucha información en todo el mundo sobre programas de normalización y etiquetado que están funcionando.

Lo ideal será que la valoración del potencial técnico de las normas y etiquetas se base en los datos que se describen a continuación:

- Los niveles y pronósticos actuales de las tendencias en la eficiencia de los productos en el mercado.
- Nivel esperado de eficiencia.
- Existencia y características de los productos fabricados en el país.
- Existencia y características de los productos importados.

- Existencia y nivel de las normas en los países vecinos.

Algunas veces esta valoración requerirá reunir e interpretar nuevos datos locales sobre los productos del consumidor y su uso.

Decidir cuáles productos deben tener las normas depende de varios factores. Existen diferentes productos para el consumidor como son los refrigeradores, congeladores, aires acondicionados, lámparas y balastos que tienen diferentes costos para establecer las normas y etiquetas, por lo tanto producirá diferentes beneficios.

Además de analizar el impacto y los recursos necesarios para implementar una norma, escoger una norma también requerirá de valorar la realidad y las políticas del mercado del fabricante, el empeño del gobierno en que se cumplan las normas y otros factores. Para que el programa tenga credibilidad y éxito, es importante que los programas de normalización y etiquetado de eficiencia energética sean establecidos y aplicados a cualquier producto cuando los recursos necesarios estén disponibles.

Segundo paso: Desarrollar una infraestructura para realizar las pruebas.

Tener en procedimiento común de prueba/producto para los principales aparatos electrodomésticos es un precursor importante para el desarrollo de

una etiqueta o norma para ese producto. Los productos de cada fabricante deben ser evaluados de la misma manera que a de otros fabricantes. Para cada producto, esto requiere de una especificación métrica (Kw-hora por año, coeficiente de rendimiento clasificación de eficiencia energética por temporada factor de eficacia u otros), instalación de un laboratorio de pruebas, un procedimiento para el método de prueba y un proceso para garantizar el cumplimiento con los requerimientos de prueba.

La infraestructura para realizar las pruebas se puede apoyar en la creación de un centro experimental dentro del país, puede compartirse entre varios países, o puede ser adquirido fuera del país. En algunos países donde la mayor parte o todos sus productos son importados por fabricantes extranjeros, quizás sea menos costoso apoyarse en las pruebas ya existentes del país de origen. Generalmente hay asistencia para ayudar a los funcionarios planear y diseñar los laboratorios de prueba necesarios.

Hay un gran beneficio al unificar los procedimientos de prueba a escala y mundial y tener alianzas con otros países que trabajan para el mismo fin, puede resultar muy fructífero a largo plazo. Mientras tanto, los funcionarios gubernamentales se pueden adaptar rápidamente a los procedimientos de prueba ya existentes para uso interno.

Tercer y Cuarto pasos: Analizar e implementar un programa de normalización y etiquetado.

- **Diseño de etiquetas.**

El proceso para establecer requerimientos de las etiquetas se puede hacer de varias maneras, generalmente se hace u investigación de mercado con grupos representativos como parte importante del proceso. Después de que el programa de etiquetado ha sido diseñado y se han tomado las primeras decisiones, un programa de pruebas tiene que elaborarse ya que va a asegurar exactitud y dará confianza en la información presentada en la etiqueta. Luego, se puede diseñar la etiqueta e implementar el programa.

La etiqueta puede proporcionar una sola clasificación o dar muchos datos y se puede mostrar una medición en el consumo de la energía dentro de una categoría, un punto en una escala o un solo número. El éxito inicial del enfoque seleccionado va a depender de las tradiciones culturales y de muchos otros factores. El diseñador de la etiqueta, normalmente, se enfrenta a la decisión de adaptarse a la reacción actual del consumidor para lograr un impacto a corto plazo o esforzarse por lograr cambios a largo plazo en el comportamiento y comprensión del consumidor.

Debe tomarse en consideración un enfoque de etiquetado regional si el mercado, en particular para los productos importados es más regional que nacional. Incluso los requerimientos de etiquetado ligeramente diferentes entre las naciones pueden ser problemáticos para el comercio, pueden limitar las opciones y pueden sumarse a los costos del consumidor.

La armonización de las etiquetas necesita considerarse en dos partes: Armonización de bases técnicas (la métrica y cualquier categoría técnica) y la armonización del formato y la presentación de la etiqueta. Existen buenas razones para armonizar la primera de la manera más amplia posible. En muchas situaciones, existen buenas razones que importan más que las ventajas de la armonización, para adaptar las últimas.

- **Establecimiento de normas.**

Una norma puede ser establecida para:

- Eliminar los modelos menos eficientes que están actualmente en el mercado.
- Compaginar con las normas de otro país para prohibir la importación de productos no eficientes.
- Alentar a los importadores y fabricantes para que desarrollen los productos más eficientes y económicos.

Se deben hacer diferentes tipos de análisis para asegurar que una norma cumpla su propósito. Cualquier país necesita adatar la información existente y modelos analíticos para ajustarse a sus propias necesidades, entrenar personal gubernamental u otro para hacer los análisis y revisar dichos análisis para verificar los resultados.

Análisis técnico: Un análisis técnico valora el consumo de la energía en los productos que se compran actualmente en el país y establece las posibilidades técnicas y el costo de todas las cualidades del producto que puedan mejorar la eficiencia energética del producto.

Análisis de impacto nacional: Un análisis del impacto nacional valora lo siguiente:

- Los costos y beneficios sociales de cualquier norma propuesta.
- Los efectos en los servicios de gas y electricidad y en los precios futuros de electricidad y gas que puedan existir debido a la disminución en el consumo de energía.
- Los efectos ambientales en cuanto a cambios en las emisiones de contaminantes como son el bióxido de carbono, óxido de azufre y óxido de nitrógeno que pueden surgir en los hogares y en las plantas de energía al disminuir el consumo de energía.

Análisis del consumidor: El análisis del consumidor establece los efectos en los consumidores individualmente sobre cualquier norma que se analice.

Análisis en la manufactura: El análisis en la manufactura prevé el efecto de cualquier norma que sea observado por los fabricantes locales e internacionales y sus proveedores e importadores. Evalúa los resultados de rentabilidad, crecimiento y competitividad de la industria y pronostica cambios en el empleo. Dependiendo de la situación local, este análisis puede incluir a los distribuidores y pequeños comerciantes.

La recomendación para estandarizar los protocolos de prueba no debe extenderse necesariamente a los niveles de las normas de eficiencia energética. Los niveles de las normas deberán evaluarse con base en las situaciones nacionales y deberán integrar los factores como por ejemplo, hábitos del usuario, el medio ambiente en uso (incluyendo las características de distribución de energía), las situaciones tecnológicas y financieras de los fabricantes afectados y el impacto calculado en la economía nacional.

La tecnología motorizada ofrece un ejemplo del por qué es necesaria la diferenciación de las normas: los diseños de motores de mayor eficiencia aplicados por lo general en países desarrollados algunas veces no son apropiados con las redes de distribución de energía que poseen una mayor variabilidad, encontradas por lo general en países en vías de desarrollo.

- **Participación de consumidores e instituciones accionistas interesadas.**

La recomendación inicial para un diseño de etiqueta o nivel de una norma para cualquier producto al consumidor, debe iniciar un proceso de inspección y revisión pública. La necesidad de las normas se basa en la premisa de que los fabricantes elaboran y los consumidores compran productos que son perjudiciales para la economía y el medio ambiente y por lo tanto, la producción y el uso de estos productos está en contra del bien público global.

Los fabricantes por lo general se oponen a estar forzados a producir productos más eficientes que los que producirían de otras formas. Los defensores ambientales y para la eficiencia de la energía, por lo general desean que los fabricantes produzcan productos que sean lo más eficientes técnicamente posibles.

El papel del gobierno es determinar el bien público óptimo, utilizando la información que con frecuencia está incompleta y reclamaciones que algunas veces son contradictorias. Mientras más retroalimentación recopile el gobierno de todos los participantes implicados, más informadas serán sus decisiones.

El nivel inicial de la norma debe estar basado en los resultados recopilados y examinados de los análisis, junto con los dictámenes técnicos y políticos que lleve a una recomendación de optimizar el bien común a largo plazo. En las primeras etapas del proceso, debe haber confianza en los resultados de los análisis y la mejor injerencia política como sea posible (no importa quiénes sean los que están presionando).

El análisis sirve para mantener la recomendación política final dentro de límites reales. Mientras el nivel de la norma se mantenga bien fundamentado en un análisis completo, objetivo y técnico es más probable tener apoyo político y por lo tanto aceptación.

Los legisladores y funcionarios gubernamentales de cualquier país son los responsables de establecer los programas de normalización y etiquetado y deben especificar el nivel de participación pública que sea más conveniente para su país. La experiencia ha demostrado hasta la fecha que es más eficaz el programa de normalización y etiquetado (mayor ahorro económico, mayor opción en modelos del producto y usos apropiados de la tecnología) y existe mayor aceptación de los fabricantes, cuando existe más participación de éstos y personas o instituciones interesadas al iniciar el proceso de diseño de etiquetas y establecimientos de normas.

Si se va a perfeccionar el diseño de la etiqueta de ahorro de energía o se va a mejorar el nivel establecido por la norma de ahorro de energía, sería de gran utilidad, al inicio del proceso, hacer una encuesta a los usuarios de las etiquetas y los afectados por las normas para mejorar la calidad del resultado. En muchos países en vías de desarrollo, hay muy poca experiencia en cuanto proporcionar avisos al público, conducir grupos pilotos o audiencias públicas, interpretar los comentarios del público, revisar comentarios del público y tomar en cuenta su importancia y hacer los cambios apropiados para equilibrar los intereses expresados de muchas personas.

La experiencia que tenemos de otros países para aceptar y tomar en consideración la opinión pública es algunas veces cambiante dependiendo de la tradición democrática y forma de gobernar del país y casi siempre existe apoyo.

- **Publicación.**

La programación y los pasos para establecer el programa de normalización y etiquetad están, por lo general prescrito con caridad y rectitud para permitir una legislación o reglamento. Especificar los requerimientos de información y los formatos de las etiquetas, el nivel para las normas y la programación para ambos puede tener efectos políticos y es común que existan retrasos;

frecuentemente, los fabricantes, sus proveedores y sus distribuidores se oponen, en la práctica o en teoría, a esos ordenamientos gubernamentales. Los fabricantes deben tener tiempo para elaborar las etiquetas, equiparse de herramientas nuevas, producir y distribuir modelos nuevos y deshacerse de inventario viejo y por lo tanto ellos desean un período más largo para la transición del que desean los funcionarios gubernamentales.

Los intereses de otros participantes internacionales pueden traer presión para hacer análisis adicionales y tener mayores niveles de eficiencia. Los funcionarios gubernamentales responsables de publicar los requerimientos de normalización y etiquetado deben encontrar el equilibrio adecuado entre crear un consenso y la acción gubernamental unilateral.

Aunque se apoyen en crear un consenso, ellos deben de estar preparados para soportar una fuerte presión política y mantener una postura reglamentaria, centrándose en lo que le conviene más al país a largo plazo.

Quinto paso: Mantener y supervisar la ejecución del programa.

Después de que el proceso de diseño de la etiqueta es aceptado o una norma se establece, los responsables de los programas de normalización y etiquetado deben certificar, dar seguimiento y observar su cumplimiento. Al

utilizar la palabra “certificación” se hace referencia a todas las actividades que aseguren que el producto de un fabricante cumpla inicialmente con los requerimientos de etiquetado o el mínimo de ahorro de energía.

Auto certificación, en la cual los fabricantes prueban sus productos y en la práctica, también prueban los productos de otros y que cumplan con los requerimientos; esto se lleva a cabo en Estados Unidos, Japón y gran parte de los países Europeos. El término “cumplimiento del seguimiento” se refiere a todas las actividades que se aseguren que los productos de un fabricante sigan cumpliendo con una norma después de que haya sido certificado. El término “ejecución” se refiere a todos los recursos utilizados con los fabricantes, distribuidores y comerciantes que no cumplen con las reglas.

Los funcionarios gubernamentales responsables de las normas y etiquetas deben de estar preparados para valorar la eficacia del proceso de auto certificación y otras certificaciones, establecer procedimientos de certificación y seguimiento para su cumplimiento y entrenar personal para los procedimientos de certificación seguimiento y ejecución. También deben estar preparados para defender sus acciones ante una corte como a veces sucede en algunos países.

Aparte de los temas legales de cumplimiento y ejecución, existe un tema práctico para ayudar a las personas a adaptarse a un mercado que requiere que los fabricantes proporcionen etiquetas de información en algunos de sus productos y que fabriquen y comercialicen productos que cumplan o excedan un nivel específico de eficiencia.

Esto toma tiempo, al proporcionar información y entrenamiento en varias etapas del producto puede acortar el tiempo considerablemente. En realidad, la viabilidad del programa de normalización y etiquetado puede estar en riesgo si no existe una buena información al público y un buen entrenamiento. En algunos países, la participación de organizaciones de defensa del ambiente es importante.

Los programas de entrenamiento en: el anejo técnico del producto o cumplimiento de las reglas para los fabricantes, la interpretación de la etiqueta para los vendedores y clientes del producto el diseño de normas y etiquetas para su ejecución por los funcionarios y el involucramiento de participantes internacionales son parte de un programa bien diseñado de normas y etiquetas. Además, una campaña de educación para enseñar a los consumidores cómo utilizar las etiquetas y lo que significan puede ser crucial para el éxito del programa.

Sexto paso: Evaluar el programa y la aplicación de las normas.

Si un gobierno desea establecer un programa de normalización y etiquetado para ahorro de energía a largo plazo, tiene que dar seguimiento al funcionamiento del programa a efecto de tener una guía para adaptar el programa a circunstancias cambiantes y demostrar a las agencias fundadoras y al público que los beneficios esperados se están logrando realmente.

Para tener buenos procedimientos de prueba se requiere revisar y actualizar las etiquetas y las normas periódicamente. Una revisión periódica permite al gobierno ajustar los procedimientos de prueba, rediseñar las etiquetas y ajustar o “cambiar” la exigencia de las normas que se incrementan cuando surge nueva tecnología y los patrones utilizados cambian. Los ciclos de revisión en los países con esos programas se llevan a cabo entre cada 3 a 12 años; esto depende del producto y las prioridades nacionales. [8]

CAPITULO 2

2. ESTADO DE LA TECNOLOGÍA.

Las lámparas son parte indispensable del confort que la vida moderna nos presenta, es así que desde la invención de Edison han sido desarrollados nuevos tipos de lámparas que se han ido acomodando a diversas aplicaciones de la vida cotidiana, y han ido adquiriendo tecnologías nuevas y más eficiente, por lo que ahora son indispensables en el día a día como en el alumbrado residencial, comercial y vial.

Aunque existen muchas variaciones y diversas formas se las puede clasificar por:

- Incandescente; halógenas y no halógenas.

- Vapor de mercurio, alta y baja presión (fluorescentes típicas y compactas, halogenuros metálicos y mixtas)
- Vapor de sodio; alta y baja presión.
- Nuevas tendencias (LED)

2.1 Incandescente; halógenas y no halógenas.

2.1.1 Incandescentes.

La primera forma de obtener luz artificial mediante la energía eléctrica fue mediante las lámparas incandescentes. Desde su invención esta ha experimentado sustanciosos avances en la cantidad de energía radiante producida, la cantidad de energía eléctrica consumida y su vida útil. Su principio de funcionamiento es sencillo, una corriente eléctrica circula por un filamento hasta que este haya alcanzado una temperatura tan alta con la que se logran que se emitan radiaciones visibles por el sentido visual humano. [9]

La emisión incrementa mientras la temperatura sea mayor, el material llega hasta una temperatura cercana a la de fusión.

Debido a su bajo costo, facilidad de instalación y a que funcionan en cualquier posición, son usadas principalmente para alumbrado interior de hogares, oficinas, negocios. Este tipo de lámpara tiene un bajo rendimiento porque una gran parte de la energía consumida se transforma en calor.

Las lámparas incandescentes tienen tensiones y potencias normalizadas; en el caso del voltaje se fabrican para voltajes de 110 a 240 voltios y potencias que van de 10 a 2000 W. [11]

Partes de una lámpara

El principal elemento que caracteriza a las lámparas incandescentes es un hilo de wolframio que se calienta por el efecto Joule alcanzando grandes temperaturas con las que se emiten luz visible. Generalmente el filamento se encuentra en un ambiente libre de aire natural, las lámparas se las fabrica de tal modo que el filamento este con presión negativa o relleno de gas, esto evita que el filamento se quemara dentro de una ampolla. La lámpara también se compone de otros elementos que sirven de soporte y conducción de la corriente eléctrica y un casquillo normalizado ya sea tipo Edison o bayoneta que sirve para conectar la lámpara a una luminaria. [9]

A continuación se tiene la disposición y detalles constructivos de una lámpara de incandescencia típica con sus partes esenciales.

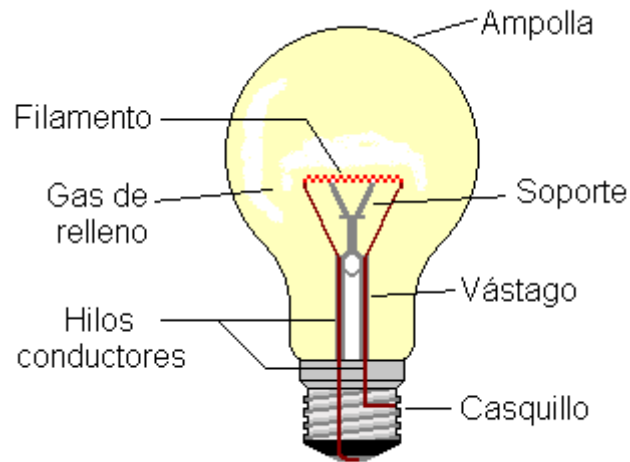


FIGURA # 2.1: Partes de una bombilla

2.1.2 Lámparas no halógenas

Las lámparas incandescentes no halógenas se pueden distinguir claramente de las que poseen un gas inerte (Argón) y de las que se les ha hecho vacío dentro de la ampolla. Cuando existe gas en el interior de la ampolla de una lámpara implica que la eficacia luminosa incrementa, dificultando la evaporación del material del filamento y permitiendo el aumento de la temperatura de trabajo de este.

Las lámparas incandescentes tienen una vida útil normalizada de 1000 horas, una potencia entre 25 a 2000 W y unas eficiencia entre 7.5 y 11 lm/W

para las que poseen vacío, mientras que de 10 a 20 lm/W para las que poseen gas inerte en el interior. El uso de lámparas con gas ha predominado mayormente en comparación con las lámparas de vacío que se las ha limitado a potencias bajas, sin embargo estas cada vez ocupan menos espacios por las nuevas tendencias de ahorrar energía.

	Temperatura del filamento	Eficacia luminosa de la lámpara	Vida útil	Perdidas de calor
Lámparas con gas	2500 oC	10-20 lm/W	1000 Horas	Convección y radiación
Lámparas de vacío	2100 oC	7.5-11lm/W	1000 Horas	Radiación

TABLA # 2.1: Comparación entre lámparas con gas y vacío

2.1.3 Lámparas halógenas de alta y baja tensión.

En el transcurso del tiempo, se produce una disminución considerable del flujo luminoso en las lámparas incandescentes normales. Generalmente debido al ennegrecimiento de la ampolla originado tanto por la evaporación

de partículas de wolframio del filamento y su posterior condensación sobre esta.

Al agregar una cantidad pequeña de cloro, bromo o yodo que son compuestos gaseosos que contienen halógenos, al gas de relleno se consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita que el flujo luminoso en las lámparas se vea afectado. Cuando el tungsteno (W) se evapora se une al bromo y se forma el bromuro de wolframio (WBr_2). Debido a que las paredes internas de la ampolla están muy calientes ($> 260\text{ }^\circ\text{C}$) El bromuro de wolframio no se deposita sobre estas, sino que permanece en estado gaseoso. Cuando el compuesto entra en contacto con el filamento, que se encuentra a una alta temperatura, nuevamente se descompone en W que se deposita sobre el filamento y el Br pasa al gas de relleno. Y así, consecutivamente se repite el ciclo. [10]

2.2 Vapor de mercurio, alta y baja presión.

2.2.1 Lámparas de vapor de mercurio.

2.2.1.1 Lámparas fluorescentes.

Debido a la baja presión de las lámparas fluorescentes (0.8 Pa), el espectro de emisión del mercurio imperan las radiaciones ultravioletas a una longitud de onda de 253.7 nm, las paredes interiores del tubo se recubre con polvos

fluorescentes para que puedan ser aprovechados y así emitir luz, dependiendo de la composición de trifósforos y del tipo de polvo, se tendrá la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara. Los trifósforos son los que emiten un espectro de tres bandas con los colores primario, combinándose para obtener luz blanca de un buen rendimiento de color.

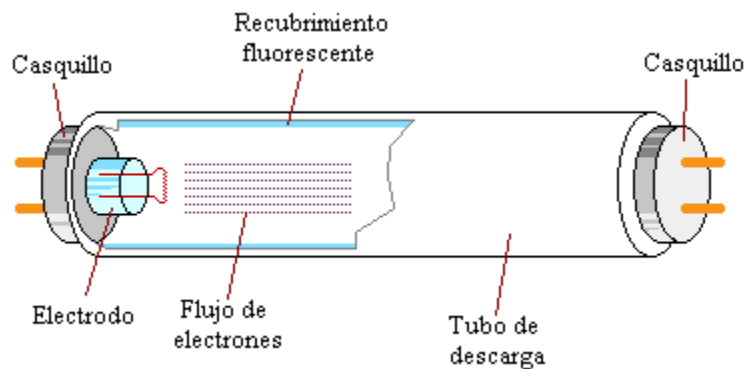


FIGURA # 2.2: Lámpara Fluorescente

El tubo de descarga normalizado está relleno con vapor de mercurio a baja presión y poca concentración de gas inerte que sirve para facilitar el encendido y controlar la descarga de electrones. Las lámparas de este tipo se distinguen por carecer de ampolla exterior, generalmente el tubo es cilíndrico, posee dos contactos en cada casquillo en los extremos, donde se encuentran los electrodos.

La eficacia de las lámparas fluorescentes se encuentra entre los 38 y 91 lm/W dependiendo de las características internas. Los factores como la potencia, tipo, presión del gas de relleno, propiedades fluorescentes de la sustancia que recubre el tubo y la temperatura ambiente que es la responsable de la presión del gas y del flujo luminoso de la lámpara.

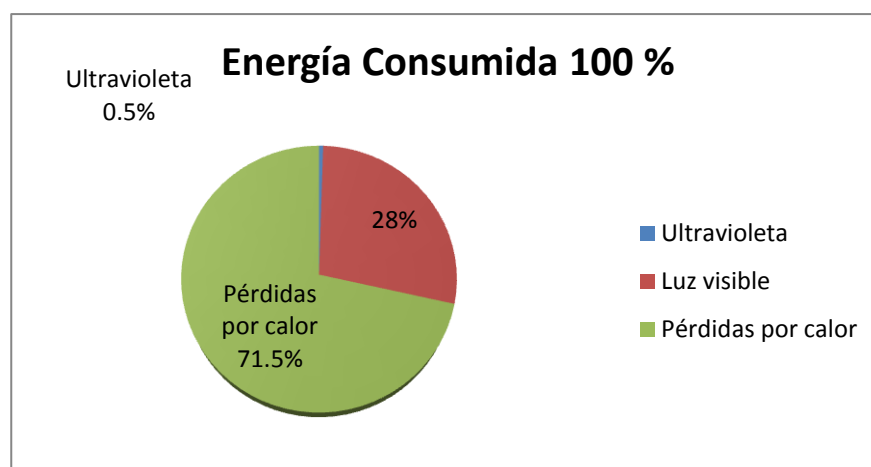


FIGURA # 2.3: Balance Energético de una lámpara fluorescente.

La duración de estas lámparas se sitúa entre 5000 y 7000 horas. Su vida termina cuando el desgaste sufrido por la sustancia emisora que recubre los electrodos, hecho que se incrementa con el número de encendidos, impide el encendido al necesitarse una tensión de ruptura superior a la suministrada por la red. Además de esto, hemos de considerar la depreciación del flujo provocada por la pérdida de eficacia de los polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo donde se deposita la sustancia emisora.

La vida útil de las lámparas depende del número de encendidos, lo que provoca el desgaste de la sustancia emisora que recubre los electrodos, por lo que se requiere una tensión de ruptura superior a la que está diseñada, además se debe considerar que la pérdida de la eficacia de los polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo donde se halla la sustancia emisora deprecian el flujo luminoso de la lámpara. La vida promedio de las lámparas fluorescentes oscila entre 5000 a 7000 horas.

Generalmente las lámparas destinadas a usos habituales tienen un rendimiento en color cuyo valor se encuentra entre 80 y 90, esto depende de las sustancias fluorescentes empleadas variando de moderado a excelente. Las características concretas de cada lámpara son las responsables de la apariencia y la temperatura de color.

Apariencia de color	T_{color} (K)
Blanco cálido	3000
Blanco	3500
Natural	4000
Blanco frío	4200
Luz día	6500

TABLA # 2.2: Características de las lámparas con respecto a la apariencia y temperatura del color.

Por su constitución las lámparas fluorescentes necesitan para su funcionamiento la presencia de elementos auxiliares como: el balastro y el arrancador o cebador. El balastro sirve para limitar la corriente que atraviesa el tubo de descarga, mientras que el arrancador depende su uso a si la lámpara está diseñada para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque o cuando no es necesario su uso ya que se calientan continuamente los electrodos para el caso de las lámparas de arranque rápido y las de arranque instantáneo en el que la ignición depende de la aplicación de un voltaje elevado.

2.2.1.2 Lámparas fluorescentes compactas.

Más modernamente fueron introducidas las lámparas fluorescentes compactas (LFC's) las cuales tienen incorporado una circuitería electrónica que incluye el balastro y el cebador. Son lámparas pequeñas con casquillo de rosca o bayoneta pensadas para sustituir a las lámparas incandescentes con ahorros de energía de hasta el 70 %.

Las Lámparas Fluorescentes Compactas que cubren las futuras necesidades de alta eficiencia energética y larga duración para una amplia variedad de aplicaciones domésticas y comerciales. Son el resultado de la experiencia en fabricación tradicional de lámparas fluorescentes en color de alta fidelidad,

combinada con balastos electrónicos incomparados del último nivel técnico, de nuevas luminarias de alto rendimiento, o en nuevas luminarias, con balastos magnéticos convencionales.[14]

La evaluación de la calidad de las lámparas de bajo consumo está determinada por tres factores: la potencia eléctrica efectiva, el ahorro que representa respecto de una lámpara incandescente de la misma potencia lumínica, y la cantidad de horas de vida útil.

Las marcas de mejor calidad no sólo consumen hasta cinco veces menos que las incandescentes sino que duran hasta seis veces más, es decir, que el mayor precio que se abona al comprarlas, termina recuperándose rápidamente por su efectividad y duración. [15]

2.2.1.3 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión.

La radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm) a medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga. [9]

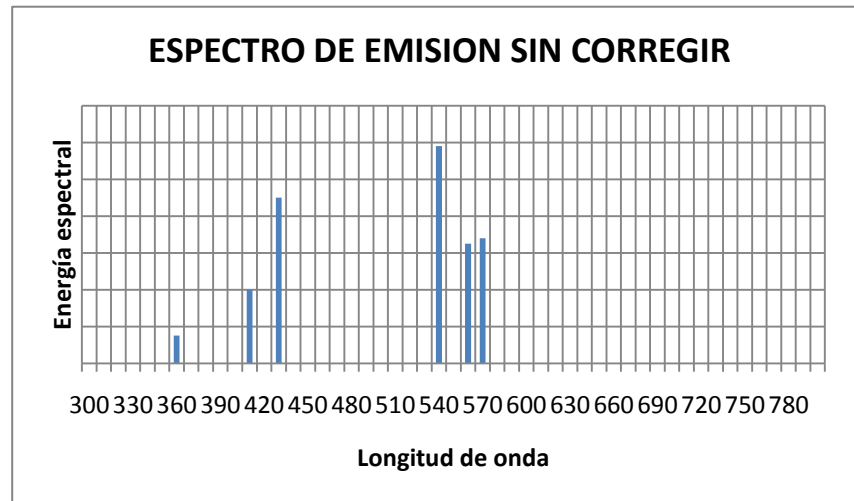


FIGURA # 2.4: Espectro de emisiones sin corregir de las lámparas de mercurio.

En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, se establece en unas 8000 horas teniendo en cuenta la depreciación. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.

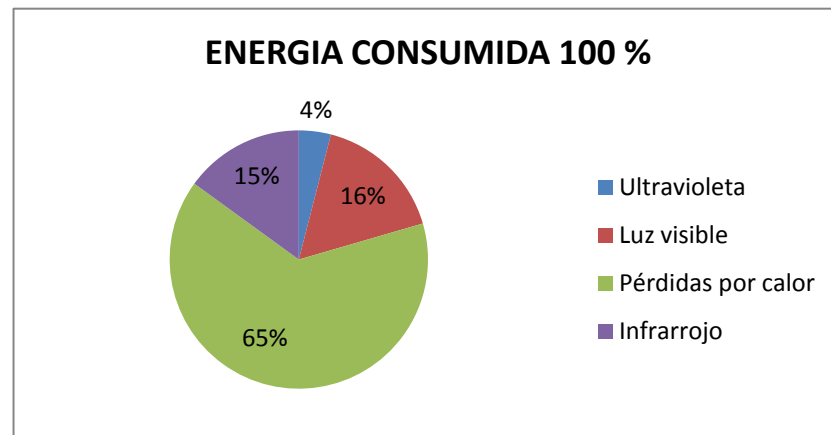


FIGURA # 2.5: Balance Energético de una lámpara de mercurio de alta presión.

Los modelos más comunes de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 240 V sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas argón contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación se inicia un periodo transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su re encendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta. [9]

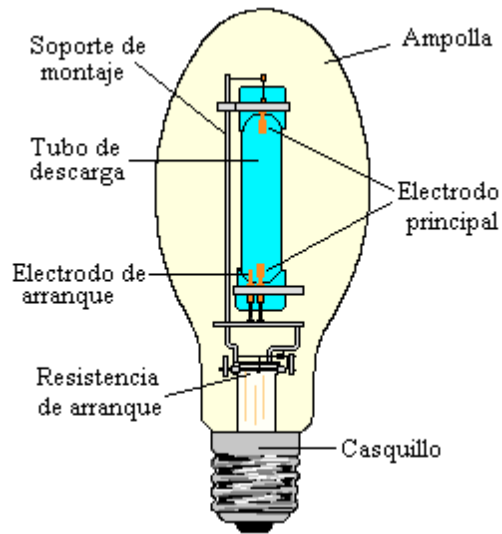


FIGURA # 2.6: Partes de una lámpara de mercurio a alta presión.

2.2.1.4 Lámparas de luz de mezcla.

El resultado de la mezcla de las características de la lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y mas la adición de un recubrimiento fosforescente se tiene como resultado la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia. [9]

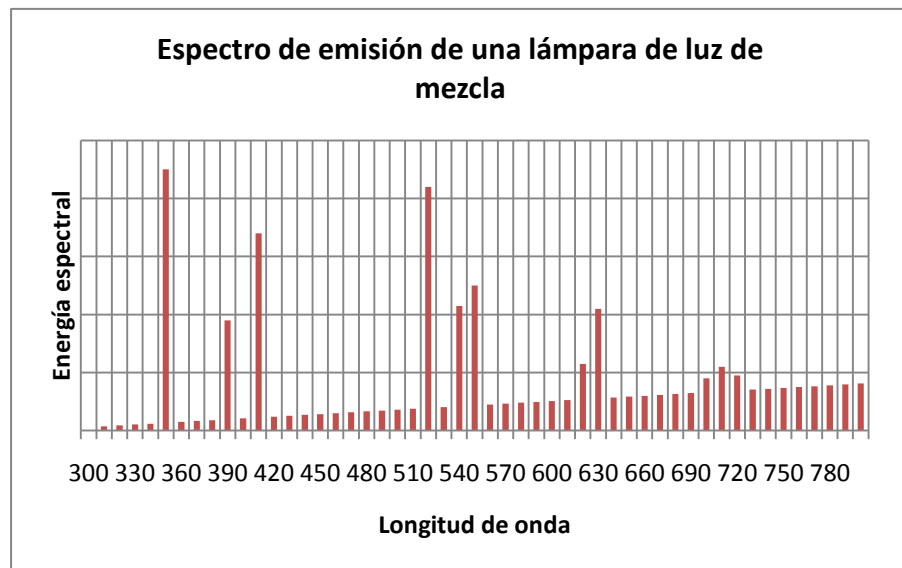


FIGURA # 2.7: Espectro de emisión de una lámpara de luz de mezcla.

Como resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente y una lámpara de descarga, la eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W. El rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K ofrecen una buena reproducción del color.

La principal causa de fallo de este tipo de lámpara está dada por el tiempo de vida del filamento. La depreciación del flujo generalmente se debe al ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por la

disminución de la eficacia de los polvos fosforescentes. En general, la vida media de la lámpara es de aproximadamente 6000 horas.

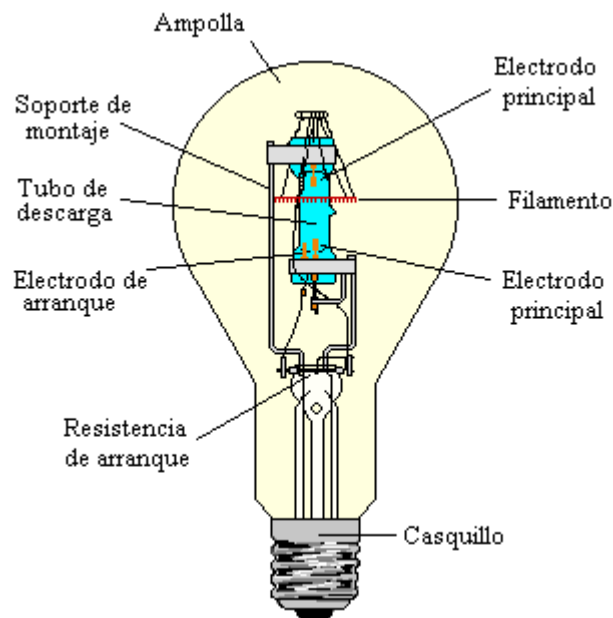


FIGURA # 2.8: Partes de una lámpara de luz de mezcla.

Las lámparas de mezcla pueden ser también sustitutas de las lámparas incandescentes sin necesidad de modificar las instalaciones existentes, además estas lámparas tienen la particularidad de que no requieren el uso de balastos ya que el propio filamento actúa como limitador de corriente.

2.2.1.5 Lámparas con halogenuros metálicos.

Si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio...) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (por ejemplo amarillo el sodio, verde el talio y rojo y azul el indio).

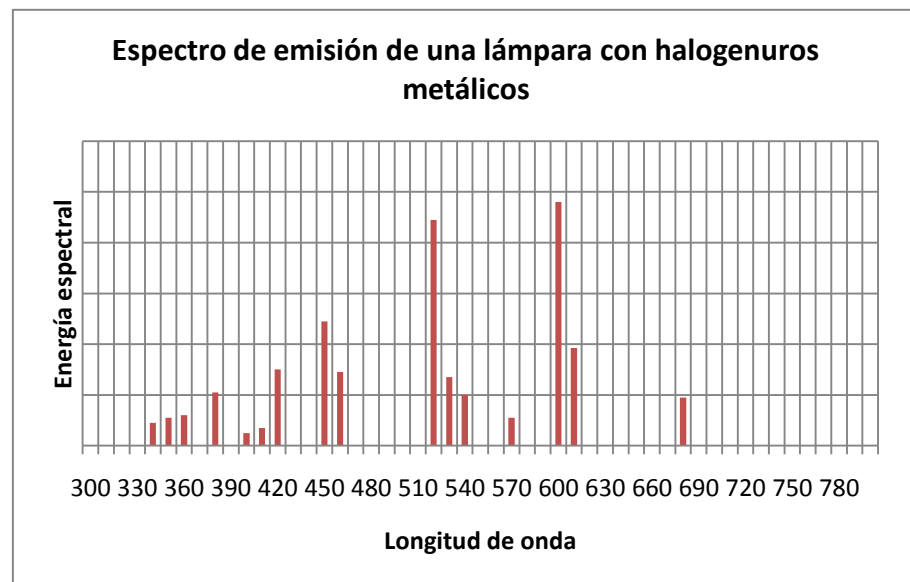


FIGURA # 2.9: Espectro de emisión de una lámpara con halogenuros metálicos.

Dependiendo de los yoduros añadidos los resultados de las aportaciones son de una temperatura de color de 3000 a 6000 K y un rendimiento de color que

se encuentra entre 65 y 85 %. Su vida media oscila por las 10000 horas, mientras que su eficiencia en lm/W está entre los 60 y 96. Este tipo de lámparas tiene la desventaja de necesitar más tiempo para su encendido, ya que de esta manera logra que se establezca la descarga. Para su encendido es necesario un equipo especial como el cebador (también conocido como ignitor) puesto que necesita voltajes de arranque superior a los 1500 V.

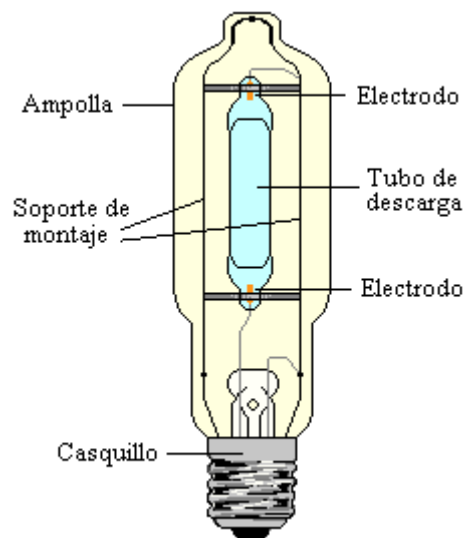


FIGURA # 10: Partes de una lámpara con halógenos metálicos.

Por sus excelentes prestaciones cromáticas este tipo de lámparas son adecuadas para la iluminación de instalaciones deportivas, estudios de cine y televisión, proyectores, parqueaderos, etc.

2.2.2 Lámparas de vapor de sodio.

2.2.2.1 Lámparas de vapor de sodio a baja presión.

La radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí, son el efecto de la descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión.

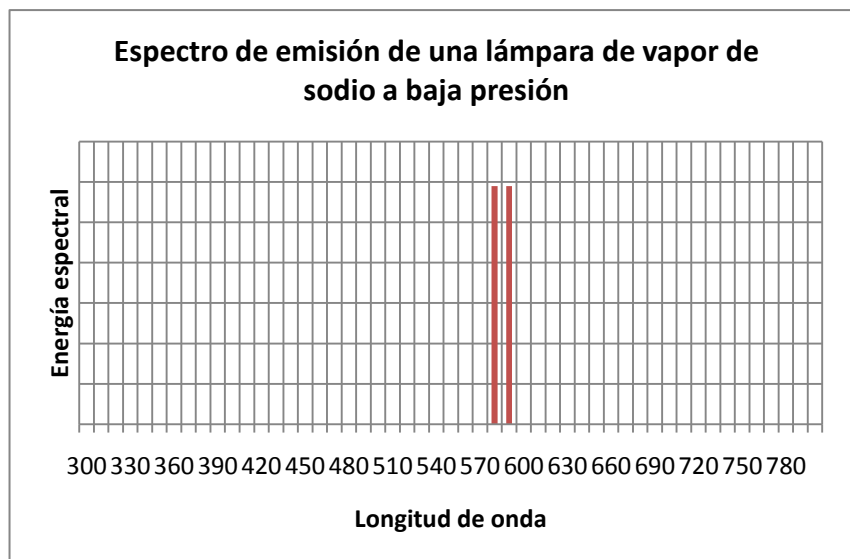


FIGURA # 2.11: Espectro de una lámpara de vapor de sodio a baja presión.

La eficacia de estas lámparas es muy elevada en comparación con las lámparas de descarga de mercurio (entre 160 y 180 lm/W), la radiación

emitida de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm), además permite una gran comodidad, agudeza visual y buena percepción de contrastes sin embargo su mono cromatismo hace que la reproducción de colores y rendimiento en color sean muy malos por lo que es imposible distinguir los colores de los objetos.

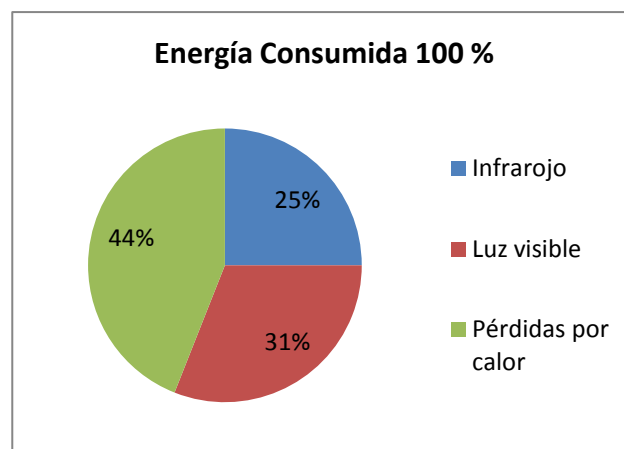


FIGURA # 2.12: Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a baja presión.

Su alta eficiencia y las ventajas visuales que posee hacen de este tipo de lámparas de uso común en alumbrado público en Europa, también se las utiliza con finalidades decorativas. La vida útil de estas se encuentra entre las 6000 y 8000 horas, pero la vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas sufriendo una depreciación muy baja del flujo luminoso. El agotamiento de la sustancia emisora de electrones es la causante de la

disminución de su vida útil. Aunque también se puede producir por deterioro de la ampolla exterior o del tubo de descarga interno.

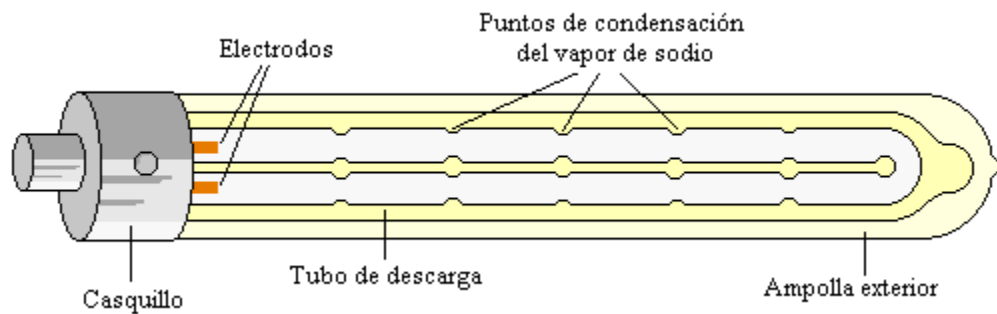


FIGURA # 2.13: Partes de una lámpara de vapor de sodio a baja presión.

Las lámparas de descarga de vapor de sodio de baja presión tienen el tubo de descarga en forma de U con el objetivo de reducir las pérdidas de calor así como también el tamaño de la lámpara. Debido a que el sodio es un elemento muy corrosivo está elaborado de materiales muy resistentes al cual se le practican unas pequeñas hendiduras para poder facilitar la concentración del sodio y que se vaporice a la temperatura menor posible. La temperatura de funcionamiento es elevada en la pared del tubo y está por los 270°C , el tubo de descarga está encerrado por una ampolla en la que se ha practicado vacío con el objeto de aumentar el aislamiento térmico. Este tipo de lámparas tiene como defecto que tiene un arranque de diez minutos,

que es el tiempo que se necesita desde que se inicia la descarga en el tubo entre la mezcla de un gas inerte (neón y argón) hasta que se haya vaporizado todo el sodio y de esta manera se empieza a emitir luz. Este procedimiento es de tal modo para reducir la tensión de encendido, físicamente esto corresponde al pasar de una luz roja (propia del neón) a la amarilla que caracteriza al sodio.

2.2.2.2 Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Este tipo de lámparas tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible, la cual proporciona una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.

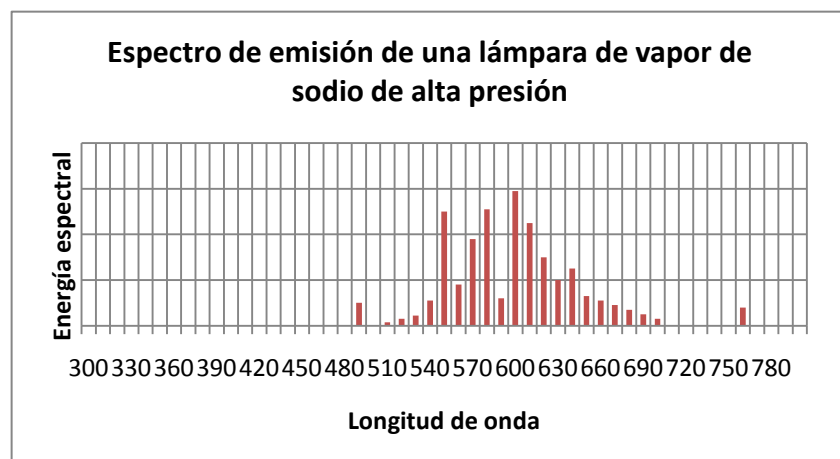


FIGURA # 2.14: Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.

La eficacia de este tipo de lámparas ronda los 130 lm/W, el cual sigue siendo un valor alto en comparación con los otros tipos de lámparas, se tiene un rendimiento en color ($T_{\text{color}} = 2100 \text{ K}$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión (IRC = 25, aunque hay modelos de 65 y 80).

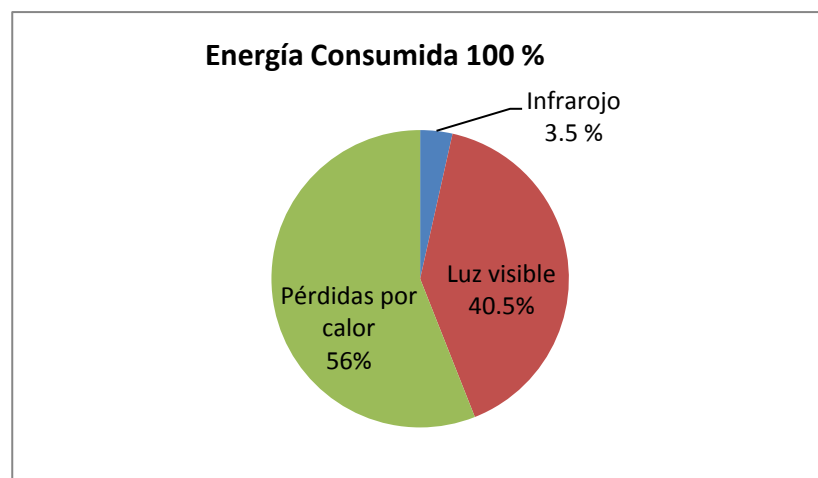


FIGURA # 2.15: Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve. [9]

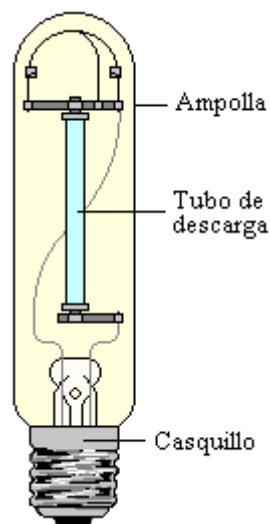


FIGURA # 2.16: Partes de una lámpara de vapor de sodio a alta presión.

Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

2.3 Nuevas tendencias (LED)

LEDs. Lo Más Avanzado en Tecnología de Iluminación Eficiente. El corazón de un Diodo de Emisión de Luz (LED) es un "chip" de silicio del tamaño de un grano de sal construido de una combinación de cristales. Cuando una pequeña corriente eléctrica pasa a través del chip genera luz. Los LEDs presentan una serie de ventajas de orden técnico sobre cualquier otro tipo de iluminación incluyendo:

El color de la luz producida por los LEDs depende de la combinación de cristales que constituye el chip de silicio. De esta manera, los LEDs producen un solo color, según tipo de uso específico. Prácticamente toda la luz generada por el LED es utilizable para la generación de color sin necesidad de filtros. Actualmente existen LEDs disponibles en color blanco, ámbar, rojo, verde y azul.

A diferencia de las lámparas incandescentes, y lámparas fluorescentes casi toda la energía utilizada por el LED es convertida en luz en lugar de calor. Se observa en la figura más arriba: La eficiencia de luminosidad de los LEDs varía entre 5% para el color azul y más de 20% para el color rojo, y casi no hay desperdicio de energía en la forma de disipación de calor.

Además, la forma de la luz generada por el LED concentra la luz de salida sin necesidad de componentes ópticos adicionales, haciéndolos más eficientes y de una mayor relación costo beneficio al utilizar la luz producida en forma más eficiente. La naturaleza isotrópica de la luz proveniente de lámparas incandescentes o fluorescentes requiere de componentes ópticos adicionales para concentrar y direccionar la luz de una manera utilizable.

La combinación de estos efectos hace que los LEDs sean mucho más eficientes produciendo luz que las lámparas incandescentes o fluorescentes. Asimismo la vida útil de los LEDs es de 100,000 horas (27 años asumiendo un funcionamiento continuo a razón de 10 horas diarias), esto representa 20 veces más duración que la mejor lámpara incandescente (5,000 horas) y dos veces más duración que la mejor lámpara fluorescente (lámparas CFLs de cátodo frío son medidas en 50,000 horas).

Los LEDs son extremadamente durables. Vibración o golpes rompen fácilmente el filamento de una lámpara incandescente y el vidrio del tubo de una lámpara fluorescente. Los LEDs, en el otro extremo representan tecnología de estado sólido y son virtualmente indestructibles! Además de ser robustas, y generadores eficientes de luz, los LEDs son luces de bajo voltaje que se adecuan naturalmente a la energía solar. Es más, con los

recientes avances en la tecnología de LEDs incluyendo colores a elección, e intensidad, posibilitan una energía natural para producir luz de emisión LED solar.

2.4 Distribución espectral energía.

“El color es luz...no existe el color sin luz”

Se dice que un objeto es rojo porque refleja las radiaciones luminosas rojas y absorbe todos los demás colores del espectro. Esto es válido si la fuente luminosa produce la suficiente cantidad de radiaciones en la zona roja del espectro visible. Por lo tanto, para que una fuente de luz sea considerada como de buen “rendimiento de color”, debe emitir todos los colores del espectro visible. Si falta uno de ellos, este no podrá ser reflejado.

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) ó CRI (“Color Rendering Index”).

Este factor se determina comparando el aspecto cromático que presentan los objetos iluminados por una fuente dada con el que presentan iluminados por

una “luz de referencia”. Los espectros de las lámparas incandescentes ó de la luz del día se denominan “continuos” por cuanto contienen todas las radiaciones del espectro visible y se los considera óptimos en cuanto a la reproducción cromática; se dice que tienen un IRC= 100. En realidad ninguno de los dos es perfecto ni tampoco son iguales. (Al espectro de la lámpara incandescente le falta componente “azul” mientras que a la luz del día “roja”). [12]

A continuación se muestra un esquema para la distribución espectral de ciertos tipos de color de luz en las lámparas. Las siguientes son ejemplos de una afamada marca en iluminación.

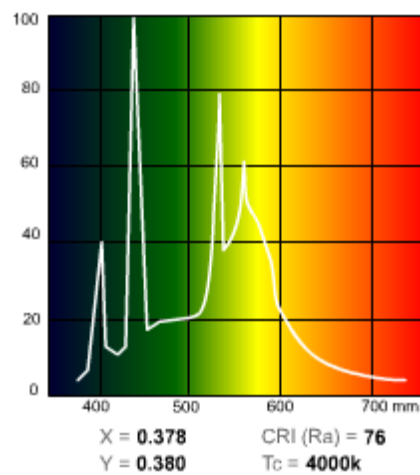


FIGURA # 2.17: Distribución espectral Blanca universal [13]

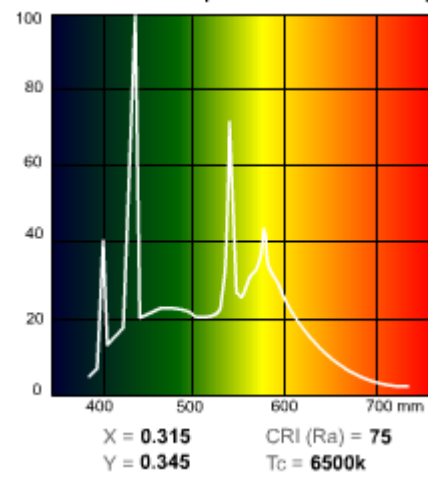


FIGURA # 2.18: Distribución espectral Luz del día [13]

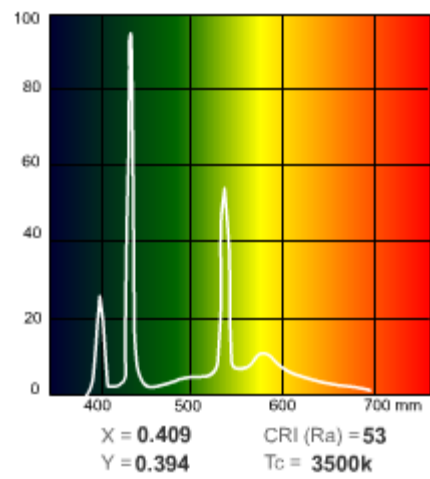


FIGURA # 2.19: Distribución espectral Luz Blanca [13]

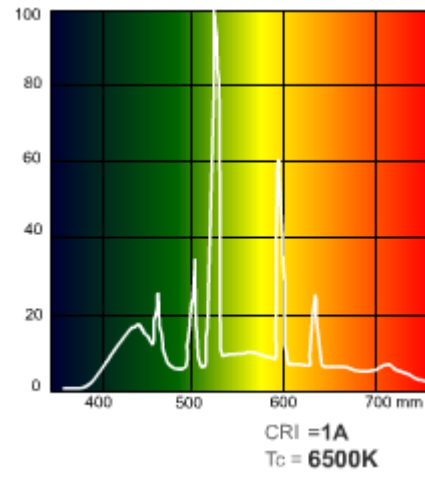


FIGURA # 2.20: Distribución espectral Daylightstar [13]

CAPITULO 3.

3. PROCESOS EN LA PRODUCCION Y ALMACENAMIENTO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES.

3.1 Estudio de Normas para el etiquetado energético de lámparas.

El presente estudio de normas para el etiquetado energético de lámparas se lo realizará considerando las siguientes normas:

- Normas de etiquetado energético de lámparas fluorescentes compactas.

- Norma de Argentina: IRAM 62404-2.
- Norma de Ecuador: RTE INEN 036:2008.
- Norma de Uruguay: UNIT 1160:2007.
- Normas de etiquetado energético de lámparas incandescentes.
 - Norma de Nicaragua: NTON 10 006-07.
 - Norma de Uruguay: UNIT 1159:2007.
 - Norma de Bolivia: IBNORCA EQNB 87001.

Estudiaremos entonces las seis normas de etiquetado energético, previamente citadas, que corresponden a lámparas fluorescentes compactas y lámparas incandescentes; y de acuerdo a estas se establecerá una norma para lámparas incandescentes para el Ecuador.

El estudio correspondiente a lámparas fluorescentes compactas se orientará a una idea distinta, ya que solamente se estudiarán las normas y se especificará las características y detalles de la norma ecuatoriana establecida por la INEN.

3.1.1 Estudio de normas de etiquetado energético para lámparas fluorescentes compactas.

3.1.1.1 Norma: IRAM 62404-2

Etiquetado de eficiencia energética de lámparas eléctricas para iluminación general.

La idea de establecer una norma es determinar una metodología para el cálculo de la clase de eficiencia energética correspondiente a lámparas fluorescentes para la iluminación general además de las medidas a ser tomadas para el etiquetado.

Tenemos que la norma IRAM 62404-2 corresponde a Argentina y es específicamente para lámparas que cumplen las siguientes características:

- Lámparas con balasto incorporado:
 - Potencia nominal de hasta 60W.
 - Tensión nominal en un rango de 200V y 250V.
 - Casquillo rosca Edison o Bayoneta.
- Lámparas fluorescentes con casquillo simple.
- Lámparas fluorescentes con casquillo doble.

Quedan excluidas de esta norma los siguientes tipos de lámparas:

- Lámparas de flujo luminoso de más de 6500 lm.
- Lámparas de potencia absorbida inferior a 4W.
- Lámparas reflectoras.
- Lámparas comercializadas principalmente para ser utilizadas con otras fuentes de energía como las baterías.

Requisitos.

- La etiqueta designada a cada lámpara obedece una cierta norma correspondiente al etiquetado energético de dicha lámpara.
- La etiqueta debe ser legible y colocada, impresa o adherida en la parte externa de cada embalaje individual de la lámpara en cuestión.
- La etiqueta debe permanecer como mínimo en el embalaje individual de la lámpara hasta cuando ésta haya sido adquirida por el consumidor final.
- Cualquier tipo de información que conste en el embalaje de la lámpara no debe impedir o reducir la visibilidad de la etiqueta
- La vida media de la muestra no debe ser inferior al 90% de la vida media nominal declarada.

Clases de eficiencia energética:

La etiqueta califica la eficiencia de la lámpara a usarse y lo hace por medio de un sistema comparativo. Dicho sistema comparativo se encuentra compuesto por siete clases de eficiencia. La clasificación correspondiente al comportamiento energético de las diferentes lámparas es:

- Clase A.
- Clase B.
- Clase C.
- Clase D.
- Clase E.
- Clase F.
- Clase G.

- **Clasificación A.**

La clasificación A se la da de acuerdo a un rango correspondiente a la potencia de la lámpara, donde se especifica en forma individual el caso de lámparas fluorescentes sin balasto integrado y el caso de otras lámparas fluorescentes:

Lámparas fluorescentes sin balasto integrado:

$$P \leq (0,15\sqrt{\phi}) + 0,0097\phi$$

Otras lámparas fluorescentes:

$$P \leq (0,24\sqrt{\phi}) + 0,0103\phi$$

Donde:

P : Potencia de la Lámpara en Watts.

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

Es importante especificar que el flujo luminoso y la potencia son medidos cuando al circuito de operación de la lámpara se le aplican una tensión de 220V eficaces y 50Hz. Además las mediciones correspondientes son realizadas de acuerdo a los métodos de ensayo descritos en el anexo A.

Clasificación desde la B hasta la G.

Para distinguir la clasificación de una lámpara de la clase B hasta la clase G se debe calcular previamente el índice de eficiencia energética: I.

El cálculo del índice de eficiencia energética se lo hace de la siguiente forma:

$$I(\%) = \frac{P}{Pr} \times 100$$

Considerando que:

Flujo luminoso de la lámpara	Potencia de referencia
$\phi > 34 \text{ lm}$	$Pr = (0,88\sqrt{\phi}) + 0,049\phi$
$\phi \leq 34 \text{ lm}$	$Pr = 0,20\phi$

TABLA # 3.1: Flujo luminoso y potencia de referencia. Norma IRAM.

Donde:

P : Potencia de la lámpara en Watts.

Pr : Potencia de referencia en Watts.

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

Tal como se indicó previamente es indispensable especificar que el flujo luminoso y la potencia son medidos cuando al circuito de operación de la lámpara se le aplican una tensión de 220V eficaces y 50Hz. Las mediciones correspondientes son realizadas de acuerdo a los métodos de ensayo descritos en el anexo A.

De esta forma se tiene que las diferentes clases de eficiencias se pueden obtener a partir de los rangos del índice de eficiencia energética proporcionados en la siguiente tabla:

Clase	Índice de Eficiencia Energética
B	$I < 60\%$
C	$60\% \leq I < 80\%$
D	$80\% \leq I < 95\%$
E	$95\% \leq I < 110\%$
F	$110\% \leq I < 130\%$
G	$I \geq 130\%$

TABLA # 3.2: Índice de eficiencia. Norma IRAM.

Muestreo de verificación.

Se procede a realizar lo que se conoce como un “muestreo de verificación” el cual consiste en probar 20 especímenes para aceptar una clasificación. El muestreo de verificación debe respetar la clasificación únicamente si la clase no se cumple hasta tres lámparas, en caso de que no se cumpla para cuatro lámparas entonces se rechaza la clasificación.

La norma indica que es posible aumentar el tamaño de la muestra siempre que sean 20 especímenes los que se consideren como mínimo y se aplique un plan de muestra simple, nivel S3, nivel de calidad aceptable.

Etiqueta.

- **Modelo.**

Son dos las versiones con que se cuenta a la hora de elegir el modelo de la etiqueta a utilizarse, de esta forma se tiene lo siguiente:

- Versión policromática: Esta versión es usada cuando la etiqueta no va impresa en el embalaje, sino que es colocada o añadida por separado.
- Versión en negro sobre fondo blanco: Al usarse esta versión hay que asegurarse que el color de la impresión y el fondo sean elegidos de tal forma que preserven la legibilidad de la etiqueta.

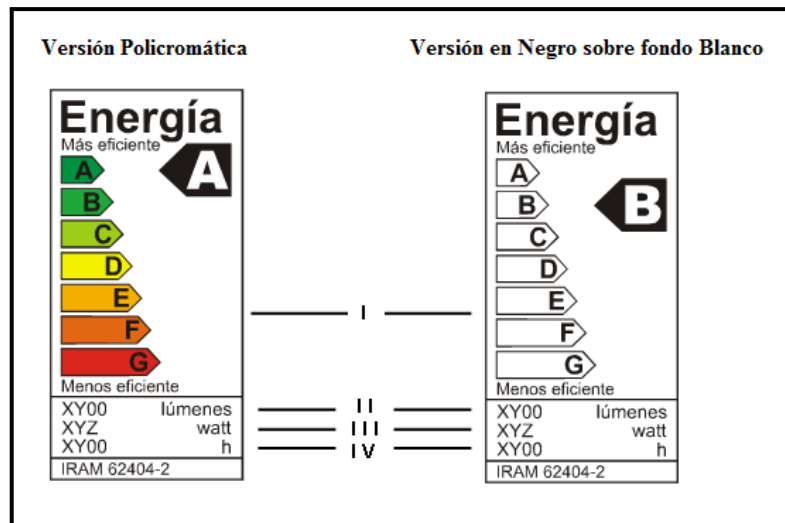


FIGURA # 3.1: Modelo de etiqueta. Norma IRAM.

- **Información a incluirse en la etiqueta.**

- La clase de eficiencia energética correspondiente a la lámpara; para esto la flecha indicadora debe ser colocada a la misma altura que lo es la letra correspondiente a la eficiencia.
- El flujo luminoso de la lámpara en lumen.
- Potencia de la lámpara en watts.
- La vida media nominal de la lámpara en horas.

La información indicada en la etiqueta debe corresponder a los métodos de ensayo que se propondrán a continuación.

La información especificada en los últimos tres literales puede ser omitida de la etiqueta en algunos casos.

De esta forma, las etiquetas quedarían tal como se presentan a continuación:

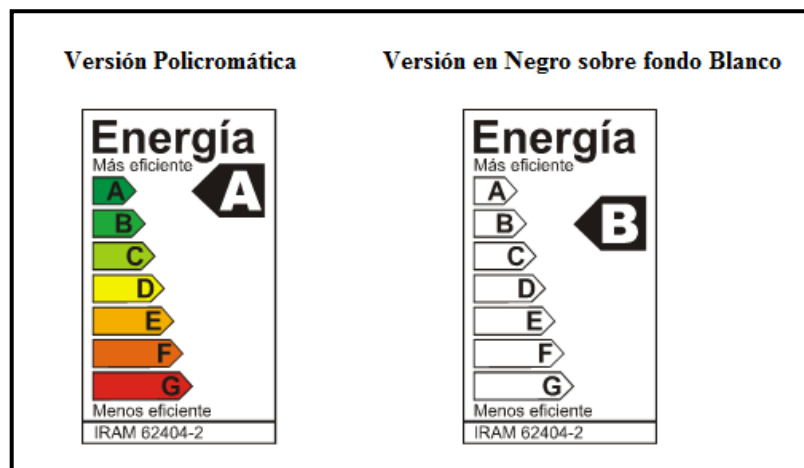
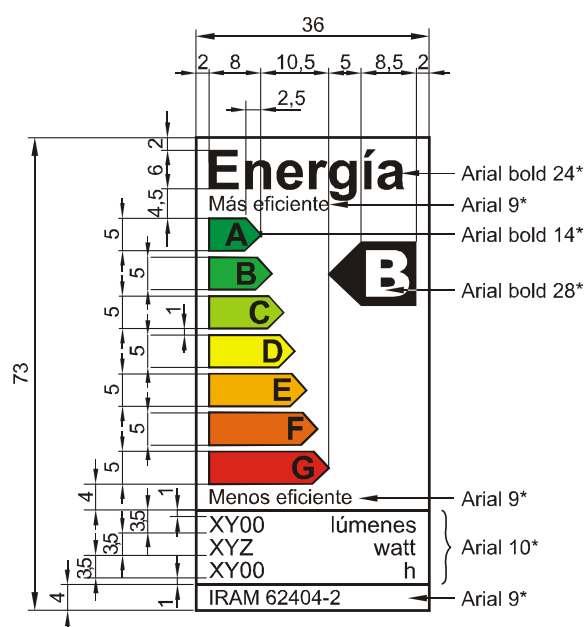


FIGURA # 3.2: Presentación de la etiqueta. Norma IRAM.

- **Aspectos importantes de la etiqueta.**
 - La etiqueta debe ser encuadrada en un contorno color blanco de 2 milímetros, como mínimo.
 - Si las dimensiones de ninguna de las caras del embalaje son suficientes como para contener la etiqueta y su respectivo contorno blanco o cuando se exceda el 50% de la superficie correspondiente a la mayor cara, entonces la etiqueta y su contorno pueden ser reducidos, manteniendo sus proporciones.

- Se debe tener presente que bajo ningún concepto la etiqueta puede ser reducida a menos del 40% de sus dimensiones respecto de la dimensión correcta.
 - Si el embalaje es muy pequeño como para colocar la etiqueta reducida, entonces ésta deberá ir adjunta a la lámpara.
- **Dimensiones de la etiqueta:**



* Podrá utilizarse helvética

FIGURA # 3.3: Dimensiones de la etiqueta. Norma IRAM.

Métodos de ensayo.

Los métodos de ensayo de lámparas citados en la presente norma, son los utilizados para determinar la clasificación de las diferentes lámparas de acuerdo a su eficiencia.

De esta forma las características requeridas por la norma indican que los ensayos son los siguientes:

- IEC 60969, para lámparas fluorescentes con balasto incorporado.
- IEC 60901, para lámparas fluorescentes de simple casquillo.
- IEC 60081, para lámparas fluorescentes de doble casquillo.
- CIE 84, para la medición del flujo luminoso.

Embalaje.

El embalaje individual debe contener la siguiente información:

- Marca del fabricante.
- Potencia de la lámpara en watts.
- Tensión en Voltios, excepto para aquellas lámparas sin balasto integrado.
- Flujo luminoso en lúmenes.
- Vida media nominal de la lámpara en horas.

Si se indican parámetros para diferentes tensiones, deberán señalarse los correspondientes a una tensión de 220V y 50Hz correspondientes al circuito de operación.

La información proporcionada debe ser especificada de acuerdo a los métodos de ensayo expuestos previamente.

También se puede incluir de manera opcional el factor de potencia para lámparas con balasto incorporado.

Normas técnicas de referencia.

- IEC 60969:2001 – Self-ballasted lamps for general lighting services – Performance requirements.
- IEC 60901:2001 – Single capped fluorescent lamps – Performance specifications.
- IEC 60081:2002 + Amd 2:2003 – Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications.
- CIE – COMISION INTERNACIONALE DE L'ECLAIRAGE
- CIE 84:1989 – Technical Report. The Measurement of Luminous Flux.

- UNE-EN 50285:1999 – Eficiencia energética de las lámparas eléctricas de uso doméstico. Métodos de medida.
- Proyecto COPANT 152-004:2004 Eficiencia Energética – Lámparas Fluorescentes compactas, circulares y tubulares. Especificaciones y etiquetado.

3.1.1.2 Norma: RTE INEN 036:2008.

Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado.

Debido a la situación en la que vivimos actualmente hay una necesidad inmediata de racionalizar el consumo de la energía eléctrica a nivel del país, esto principalmente con la meta de reducir el uso de combustibles que son contaminantes para el medio ambiente, además de querer rebajar los costos que paga el consumidor por el uso de dicha energía.

Dado esto el instituto ecuatoriano de normalización formuló el reglamento técnico ecuatoriano “Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado” de acuerdo con las disposiciones gubernamentales.

El reglamento técnico ecuatoriano correspondiente al etiquetado energético se aplica a las siguientes lámparas:

- Lámparas fluorescentes compactas (construcción modular), con balastos electrónicos y potencia de hasta 60W, con voltaje entre 110V y 277V, con una frecuencia nominal entre 50Hz o 60Hz.
- Lámparas fluorescentes compactas (construcción integral) con balasto electrónico y potencia hasta 60W, con voltaje entre 110V y 277V, con una frecuencia nominal entre 50Hz o 60Hz.

Las lámparas que trabajan con el reglamento ecuatoriano trabajan con la siguiente clasificación arancelaria:

CLASIFICACION	DESCRIPCION
85.39	Lámpara y tubos eléctricos de incandescencia o de descarga, incluidos los faros o unidades (sellados) y las lámparas y tubos de rayos ultravioletas o infrarrojos; lámparas de arco.
	Lámparas y tubos de descarga,

	excepto los de rayos ultravioletas.
8539.31	Fluorescentes, de cátodo caliente
8539.31.10.00	Tubulares rectas
8539.31.20.00	Tubulares circulares
8539.31.30.00	Compactos integrados y no integrados
8539.31.90.00	Las demás

TABLA # 3.3: Clasificación y descripción de lámparas. Norma INEN.

Requisitos.

- La etiqueta debe quedar adherida en una de las caras externas del embalaje de la lámpara.
- La etiqueta debe permanecer en el embalaje de la lámpara como mínimo hasta que ésta haya sido adquirida por el consumidor final.
- La etiqueta debe estar marcada para que sea legible y pueda contener la información requerida.

- La etiqueta debe tener una leyenda que diga energía.
- Debe haber siete barras indicadoras con denominación correspondiente a las letras de la A hasta la G, de arriba hacia abajo.
- Es opcional que la barra que tenga el rango A posea una leyenda que diga más eficiente y la que tenga el rango G posea una leyenda que diga menos eficiente.
- Debe haber una flecha, que es la que indica el rango correspondiente a la lámpara de acuerdo con su desempeño energético.
- Es opcional que tenga una leyenda que diga “índice de eficiencia energética”.
- El valor correspondiente al índice de eficiencia energética con sus respectivas unidades en lm/W.

Clases de eficiencia energética.

La clasificación viene dada por las letras A hasta la G, de mayor a menor eficiencia.

La clasificación correspondiente al desempeño energético de las lámparas viene dada a partir de la implementación de las siguientes fórmulas:

Clasificación A

Las lámparas que entran en ésta clasificación son aquellas que al usar las ecuaciones correspondientes, sus valores cumplen el rango de la potencia de la lámpara.

- Lámparas fluorescentes sin balasto integrado:

$$P \leq (0,15\sqrt{\phi}) + 0,0097\phi$$

- Para las demás lámparas fluorescentes:

$$P \leq (0,24\sqrt{\phi}) + 0,0137\phi$$

Donde:

P : Potencia de la Lámpara en Watts.

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

Es indispensable especificar que el flujo luminoso y la potencia de la lámpara son medidos cuando al circuito se aplica el voltaje correspondiente al país donde se comercializa.

Clasificación desde la B hasta la G.

Para realizar esta clasificación hay que comenzar por medir el índice de eficiencia energética, lo cual se hace aplicando la siguiente fórmula

$$I(\%) = \frac{P}{Pr} \times 100$$

Considerando que:

Flujo luminoso de la lámpara	Potencia de referencia
$\phi > 34 \text{ lm}$	$Pr = (0,88\sqrt{\phi}) + 0,049\phi$
$\phi \leq 34 \text{ lm}$	$Pr = 0,20\phi$

TABLA # 3.4: Flujo luminoso y potencia de referencia. Norma INEN.

Donde:

P : Potencia de la lámpara en Watts.

Pr : Potencia de referencia en Watts.

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

Nuevamente el flujo luminoso y la potencia son medidos cuando al circuito de operación de la lámpara se le aplica la tensión del país donde se comercializa. Las mediciones correspondientes son realizadas de acuerdo a los métodos de ensayo descritos en el anexo A.

Entonces se tienen las diferentes clases de eficiencias que se pueden obtener a partir de los rangos del índice de eficiencia energética proporcionados en la siguiente tabla:

Clase	Índice de Eficiencia Energética
B	$I \leq 60\%$
C	$60\% < I \leq 80\%$
D	$80\% < I \leq 95\%$
E	$95\% < I \leq 110\%$
F	$110\% < I \leq 130\%$
G	$I > 130\%$

TABLA # 3.5: Índice de eficiencia. Norma INEN.

Muestreo de verificación.

El muestreo de verificación es una inspección que se realiza a partir de la selección de una muestra a evaluarse que debe constar de una cantidad mínima de 20 lámparas de las cuales puede fallar un máximo de 3 para que se cumpla la norma, lo cual viene a ser el 15% de la muestra, en caso que

una cantidad mayor o igual a 4 lámparas fallen, entonces el producto no cumple con la declaración de eficiencia.

Etiqueta.

La etiqueta que indicará el desempeño energético de la lámpara debe cumplir con lo especificado por el reglamento técnico ecuatoriano.

- **Aspectos importantes de la etiqueta.**
 - Hay ciertos tamaños normalizados de etiquetas que son los apropiados a usarse, y están asociados al tamaño del producto.

Se cuenta con 5 formatos para cada uno de los cuales se especifica el valor correspondiente al ancho y alto de la etiqueta en milímetros.

<i>Formato de la etiqueta</i>	<i>Alto de la etiqueta (mm)</i>	<i>Ancho de la etiqueta (mm)</i>
A6	105	148
A7	74	105
A8	52	74

A9	37	52
A10	26	37

TABLA # 3.6: Aspectos de la etiqueta. Norma INEN.

Es importante acotar que los elementos interiores deben ser legibles.

- Otro aspecto relevante en el etiquetado es el color de la etiqueta.
 - En caso de que la etiqueta no lleve color, las líneas deben ser de un color tal que contraste con el fondo.
 - La etiqueta debe ser preferiblemente con color.

Los colores a emplearse vienen dados a partir del cuadro siguiente:

BARRA	COLOR (DIN 6164)*
A	19:3:6
B	20:5:4
C	1:6:2
D	3:5:2

E	3:4:2
F	10:4:3
G	9:5:3

TABLA # 3.7: Color de la etiqueta. Norma INEN.

* El primer número corresponde al de la tabla de la norma DIN 6164, el segundo y tercero a las curvas S y D.

- o Tamaño y dimensiones de la etiqueta.

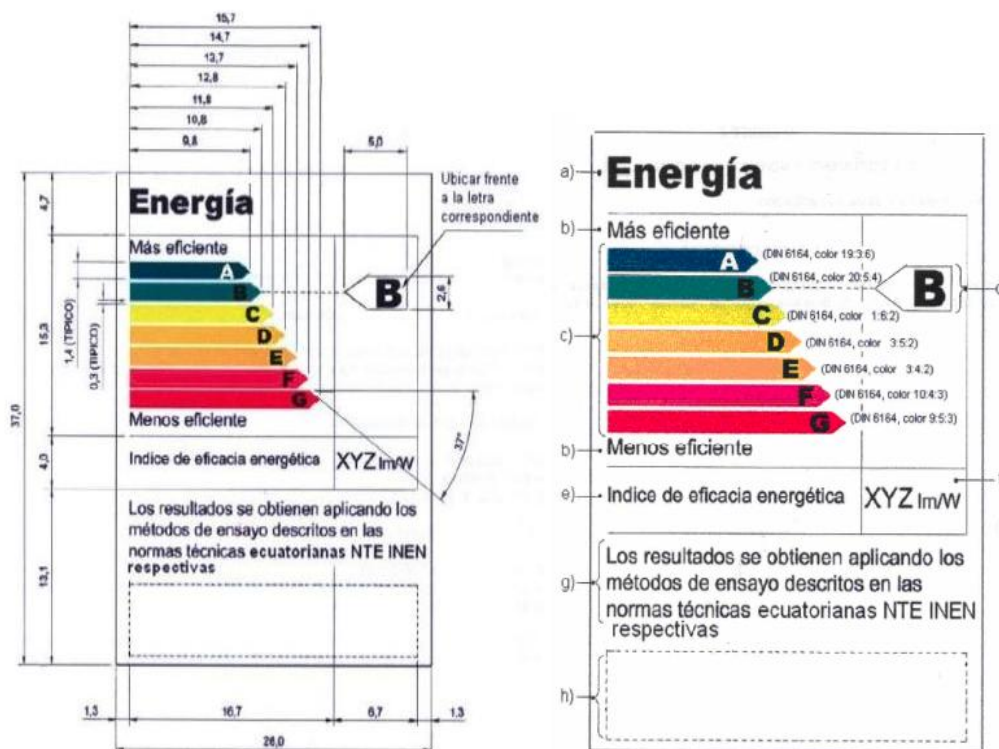


FIGURA # 3.4: Tamaño y dimensiones de la etiqueta. Norma INEN.

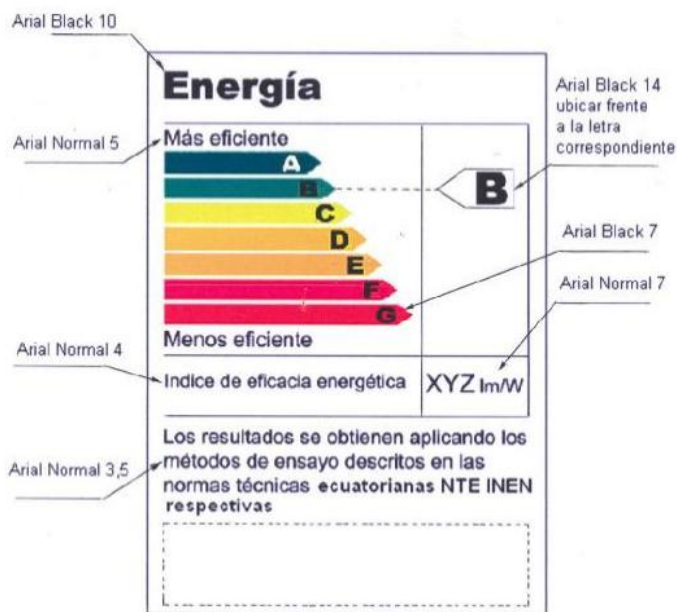


FIGURA # 3.5: Tipo de letra en la etiqueta. Norma INEN.

Eficiencia mínima de lámparas fluorescentes compactas.

Toda lámpara debe tener una eficiencia mínima, esta se registra en las tablas presentadas a continuación:

- Lámparas fluorescentes compactas con balasto integrado (Sin envoltente).

Rangos de potencia	Eficacia mínima (lm/W)
Menor o igual a 7W	41
Mayor de 7W y menor o igual a 10W	45

Mayor de 10W y menor o igual a 14W	46
Mayor de 14W y menor o igual a 18W	48
Mayor de 18W y menor o igual a 22W	52
Mayor de 22W	57

TABLA # 3.8: Eficiencia de LFC sin balasto incorporado. Norma INEN.

- Lámparas fluorescentes compactas con balasto integrado (Con envoltente).

Rangos de potencia	Eficacia mínima (lm/W)
Menor o igual a 7W	31
Mayor de 7W y menor o igual a 10W	35
Mayor de 10W y menor o igual a 14W	36
Mayor de 14W y menor o igual a 18W	41
Mayor de 18W y menor o igual a 22W	45
Mayor de 22W	45

TABLA # 3.9: Eficiencia de LFC con balasto incorporado. Norma INEN.

Métodos de ensayo.

Los métodos de ensayo son de vital importancia, ya que es precisamente a partir de ellos que se especificará la norma correspondiente al país donde se haga el estudio.

De esta forma tenemos que los métodos de ensayo aplicados para establecer la norma ecuatoriana son:

Las características requeridas por el reglamento técnico ecuatoriano pueden ser evaluadas usando los métodos de ensayo establecidos en los anexos B de la Norma IEC 60081 y de la Norma técnica ecuatoriana vigente NTE INEN-IEC 901 y el anexo A de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN-IEC 969 vigente.

Para determinar los rangos de desempeño energético la eficacia mínima se debe utilizar el flujo luminoso medido de acuerdo con lo que establece la norma CIE 84:1989. Se debe tener presente que la variación del voltaje durante el ensayo debe estar en un rango de $\pm 0,2\%$ del voltaje nominal correspondiente al país donde se comercializa la lámpara.

En el caso de lámparas con balasto electrónico se debe tener presente que el factor de potencia debe considerar la distorsión de la forma de onda de la corriente. De esta forma el factor de potencia es calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$Fp = \frac{\cos\theta}{\sqrt{1+THD^2}}$$

Donde:

Fp : Factor de Potencia.

θ : Angulo entre el voltaje y la corriente.

THD: Distorsión armónica total.

El factor de potencia mínimo, considerado aceptable, para lámparas compactas con balasto integrado debe ser de 0,5 +/- 0,05.

Cuando la lámpara integrada es declarada por el fabricante como una lámpara de alto factor de potencia es indispensable que éste no sea menor que 0,92 +/- 0,05.

Se considera "potencia medida", a la potencia correspondiente al cálculo de la media aritmética de todas las potencias medidas de las lámparas a las que se les aplicó el método de ensayo. En caso de que una muestra se quemara, se calcula la media usando solamente las lámparas restantes.

Embalaje.

El embalaje individual debe contener como mínimo la información presentada a continuación:

- Marca del fabricante
- Potencia (W)
- Voltaje (V)
- Flujo luminoso (lm)
- Eficacia en lúmenes por watts (lm/W)
- Vida nominal declarada por el fabricante en horas

Cuando se trate de lámparas sin balasto integrado no debe incluirse el voltaje.

Normas técnicas de referencia.

- Norma técnica ecuatoriana NTE INEN-IEC 901. Lámparas fluorescentes compactas. Especificaciones de rendimiento.
- Norma técnica ecuatoriana NTE INEN-IEC 968. Lámparas con balasto integrado para iluminación general. Requisitos de seguridad.

- Norma técnica ecuatoriana NTE INEN-IEC 969. Lámparas con balasto integrado para iluminación general. Requisitos de funcionamiento.
- International commission on Illumination CIE 84. The measurement of Luminous Flux.
- International Electrotechnical Commission IEC 60081. Double-Capped Fluorescent Lamps-Performance Specifications.
- Deutsche Normen DIN 6164 DIN-Farbenkarte.

3.1.1.3 Norma: UNIT 1160:2007.

Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas, circulares y tubulares. Especificaciones y etiquetado.

La presente norma de etiquetado y eficiencia energética para lámparas es usada en Uruguay para el etiquetado de lámparas de acuerdo a una metodología establecida para clasificarlas según su nivel de eficiencia.

Esta norma es aplicada a lámparas fluorescentes compactas, integradas o no con balasto electromagnético o electrónico, circular y tubular. Estas lámparas deben poseer las siguientes características:

- Potencia nominal en un rango entre 5W y 110W inclusive.

- Tensión nominal para lámparas fluorescentes compactas con balasto entre 100V y 250V.
- Casquillo para lámparas compactas con balasto integrado E26, E27 Y E40.

Requisitos.

- La etiqueta correspondiente a la eficiencia energética debe estar adherida a una de las caras externas del embalaje de la lámpara.
- Cualquier tipo de información que se encuentre impreso o adherido en la parte externa del embalaje de la lámpara debe impedir la visibilidad de la etiqueta.
- La etiqueta debe poder ser legible y tener como mínimo la información que requiere esta norma.
- La permanencia de la etiqueta en la lámpara debe ser mínimo hasta que ésta sea adquirida por el consumidor final.
- En el encabezado de la etiqueta se puede colocar una expresión que permita leer la palabra energía en el idioma del país en que se comercializa la lámpara.

Clases de eficiencia energética.

La eficiencia energética de una lámpara se determina a partir de las siguientes fórmulas:

Clasificación A.

Una lámpara es considerada de clase A de acuerdo al valor de potencia medido en Watts para los siguientes casos:

- Lámparas fluorescentes sin balasto integrado:

$$P \leq (0,15 \cdot \sqrt{\phi}) + 0,0097 \cdot \phi$$

- Para las demás lámparas fluorescentes:

$$P \leq (0,24 \cdot \sqrt{\phi}) + 0,0103 \cdot \phi$$

Clasificación de la B hasta la G.

Para calificar una lámpara como de la clase correspondiente de la B hasta la G es necesario determinar el índice de eficiencia energética, I.

$$I(\%) = \frac{P}{Pr} \times 100$$

Donde:

$I(\%)$: Índice de eficiencia energética, en porcentaje.

P : Potencia de la lámpara en Watts.

P_r : Potencia de referencia en Watts.

Para calcular la potencia de referencia se usan las siguientes fórmulas que dependen del flujo luminoso de la misma:

- **Flujo luminoso:** $\phi > 34\text{lm}$

Potencia de referencia: $P_r = 0,88 \cdot \sqrt{\phi} + 0,049 \cdot \phi$

- **Flujo luminoso:** $\phi \leq 34\text{lm}$

Potencia de referencia: $P_r = 0,20 \cdot \phi$

Donde ϕ es el flujo luminoso de la lámpara en lumen.

Las mediciones correspondientes deben ser dadas de acuerdo a lo establecido en los métodos de ensayo de la presente norma, con lo que se tendrá que la eficiencia de la lámpara en cuestión debe encontrarse en una de las clases propuestas en la tabla a continuación.

Clase (Letra de la etiqueta)	Condición del Índice de Eficiencia Energética
B	$I < 60\%$
C	$60\% \leq I < 80\%$
D	$80\% \leq I < 95\%$
E	$95\% \leq I < 110\%$
F	$110\% \leq I < 130\%$
G	$I \geq 130\%$

TABLA # 3.10: Índice de eficiencia. Norma UNIT LFC.

Muestreo de verificación.

La cantidad mínima de lámparas a evaluarse es 20, y de estas se permite que fallen un máximo de 3 lámparas, lo cual corresponde a un 15% de la muestra total, para lo cual se estaría en el límite. En caso de que fallen 4 o más lámparas, se tiene que no se cumple la clase de eficiencia declarada.

Etiqueta.

- **Modelo:**

La etiqueta puede venir dada en cualquiera de los siguientes modelos:

- Etiqueta en colores.
- Etiqueta monocromática.

- **Información a incluirse en la etiqueta.**

A continuación se presenta la información, que como mínimo, deben incluir las lámparas fluorescentes compactas y sin balasto integrado.

- Lámparas fluorescentes compactas con balasto integrado:
 - Nombre del fabricante o marca.
 - Tensión Nominal, en voltios.
 - Potencia Nominal, en vatios.
- Lámparas sin balasto integrado:
 - Nombre del fabricante o marca.
 - Potencia Nominal, en vatios.

- **Aspectos importantes de la etiqueta:**

- Tamaño y dimensiones de la etiqueta.

- Las dimensiones de la etiqueta deben respetar las proporciones indicadas en la figura presentada a continuación:

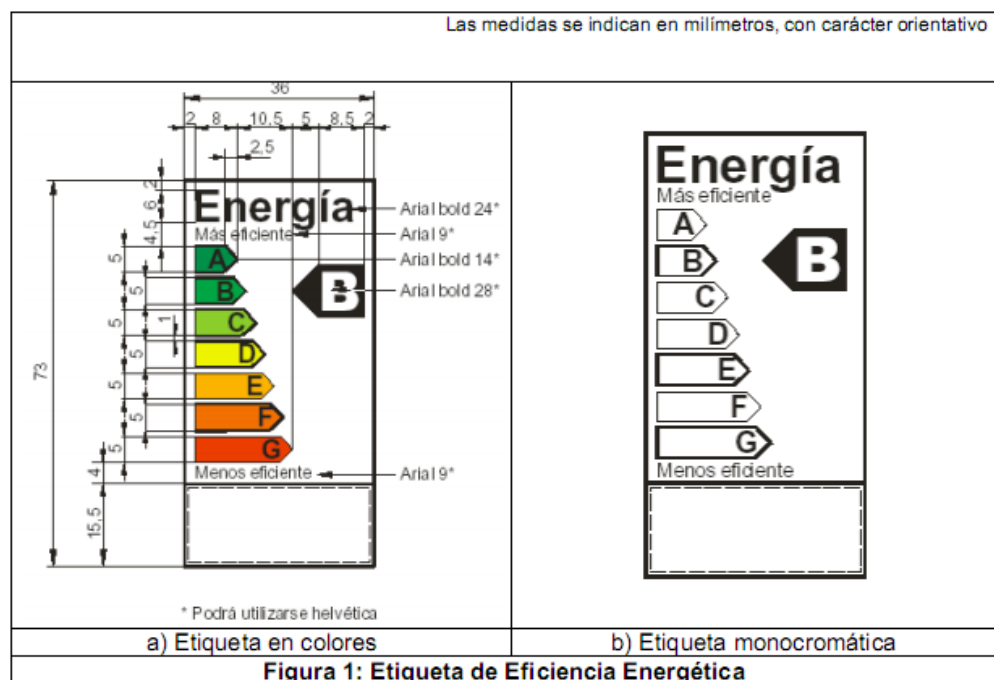


FIGURA # 3.6: Tamaño y dimensiones de la etiqueta. Norma UNIT LFC.

- En el caso en que ninguna de las caras del embalaje tenga las dimensiones suficientes para albergar la etiqueta y su contorno blanco, o cuando ocupen más del 50% de la superficie correspondiente a la mayor cara, la

etiqueta y su contorno pueden ser reducidos, lo cual debe ser hecho proporcionalmente.

- El tamaño exterior de la etiqueta debe ser como mínimo de 18,5mm por 26mm. Para lo que se debe obligatoriamente mantener las proporciones especificadas previamente.
 - Si el embalaje es demasiado pequeño, tal que la etiqueta no cabe en el, ésta debe ir adjunta a la lámpara.
 - La zona inferior de la etiqueta, que se muestra señalada con líneas punteadas en la figura presentada previamente, es usada en forma opcional para incluir la información correspondiente al flujo luminoso de la lámpara en lumen, la potencia de la lámpara en vatios y la vida nominal de la lámpara en horas, además de información adicional que se encuentre asociada al programa de eficiencia energética.
- Colores de la etiqueta.
 - La preferencia debe ser de preferencia a colores, o monocromática.

- En el caso de que se trate de una etiqueta monocromática, debe haber un contraste entre el color utilizado de fondo y la información de la etiqueta.
- Para la etiqueta a colores se debe utilizar lo especificado anteriormente además de la siguiente tabla, que es la que indicará la gama de colores a usarse:

Clase de Eficiencia	Cian	Magenta	Amarillo	Negro
A	100%	0%	100%	0%
B	70%	0%	100%	0%
C	30%	0%	100%	0%
D	0%	0%	100%	0%
E	0%	30%	100%	0%
F	0%	70%	100%	0%
G	0%	100%	100%	0%
Contorno de etiqueta	100%	0%	70%	0%

Texto	0%	0%	0%	100%
Fondo	0%	0%	0%	0%

TABLA # 3.11: Colores de la etiqueta. Norma UNIT LFC.

Métodos de ensayo.

A partir de los métodos de ensayo citados a continuación se establecen los rangos a partir de los cuales se indica la eficiencia energética de las lámparas, la cual se registra en la etiqueta correspondiente a cada una de ellas.

Para la medición del flujo luminoso de lámparas se debe aplicar el método establecido en la norma UNIT 1155. Para lo cual se tiene que la variación de tensión durante el ensayo debe estar entre el +/- 0,2% de la tensión nominal de la red del país en el que se comercializa la lámpara en cuestión.

Para evaluar las demás características exigidas por la presente norma se debe aplicar los métodos de ensayo correspondientes a los anexos B de las normas IEC 60081, IEC 60901 y anexo A de la norma IEC 60969.

Cuando se tenga el caso de lámparas con balasto electrónico, es indispensable considerar la distorsión en la forma de onda de la corriente. Así

se tiene que el factor de potencia es calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$Fp = \frac{\cos \theta}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

Donde:

Fp : Factor de Potencia.

θ : Angulo entre el voltaje y la corriente.

THD : Distorsión armónica total.

Para lámparas compactas con balasto integrado se recomienda un factor de potencia mayor a 0,5.

La potencia media será el valor que se obtenga a partir del cálculo de la media aritmética de las potencias determinadas en las lámparas en las que se aplicó los métodos de ensayo.

Cuando ocurra la quema de alguna muestra se debe realizar el cálculo de la media considerando solamente las lámparas restantes.

El valor de potencia medida bajo ensayo no deberá variar más del 15% de la potencia declarada.

Embalaje.

Las siguientes son ideas importantes que se deben considerar a la hora de establecer como irá el embalaje de cada lámpara según la norma.

El embalaje individual de la lámpara debe contener la siguiente información:

- Marca del fabricante.
- Potencia, medida en vatios.
- Tensión, medida en voltios.
- Flujo luminoso, medido en lumen.
- Eficacia en lúmenes por vatio.
- Vida nominal declarada por el fabricante medida en horas.

Si se da un caso en el que se especifiquen parámetros para diferentes valores de tensión, se deberá señalar en forma clara los parámetros correspondientes a la tensión del país donde se comercializa la lámpara.

No es necesario especificar la tensión cuando se trate de lámparas sin balasto integrado, además no es necesario indicar la vida nominal de la lámpara cuando se trate de una fluorescente tubular.

Normas técnicas de referencia.

- UNIT 1155:2007 Guía para la medición del flujo luminoso.
- IEC 60081 Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications.
- IEC 60901 Single-capped fluorescent lamps. Performance specifications.
- IEC 60969 Self-ballasted lamps for general lighting services – Performances requirements.

3.1.2 Estudio de normas de etiquetado energético para lámparas incandescentes.**3.1.2.1 Norma: NTON 10 006-07.****Eficiencia energética. Lámparas incandescentes de uso doméstico y similar. Especificaciones y etiquetado.**

La norma establecida en Nicaragua, de carácter obligatorio, fue preparada por el comité técnico de medidas fitosanitarias con el objetivo de establecer una metodología que permita poder clasificar lámparas incandescentes y otras similares tomando como parámetros fundamentales sus características

técnicas, su eficiencia energética y las pruebas realizadas a partir de los métodos de ensayo a aplicarse.

Esta norma es aplicable a lámparas incandescentes con filamento de tungsteno para uso doméstico y usos similares para iluminación en general, que posean las siguientes características:

- Potencia nominal entre 25W y 200W inclusive.
- Tensión nominal entre 100V y 250V.
- Bulbo de forma A, PS o PA.
- Bulbos claros, lisos o con recubrimiento blanco o equivalente.
- Casquillos (Base roscas) E26 y E27.

Requisitos.

- Al establecer los requisitos generales es indispensable tener conocimiento de que para declarar la eficiencia energética, la lámpara debe tener una etiqueta como la especificada en la siguiente norma.
- De esta manera se tiene que se deben respetar los siguientes requisitos:

- En lo que respecta a la ubicación de la etiqueta, se tiene que ésta debe estar adherida a cualquiera de las caras del embalaje de la lámpara. Cualquier tipo de información que se encuentre impreso, no debe afectar la visibilidad de la etiqueta.
- La etiqueta debe permanecer en el embalaje por lo menos hasta que la lámpara sea adquirida por el consumidor final.
- La información que proporciona la etiqueta debe de ser legible y contener como mínimo la información que se presentará a continuación en la presente norma.
- La etiqueta debe indicar la clasificación de la lámpara en cuestión, esto se dará de acuerdo a los métodos de ensayo indicados posteriormente en la presente norma.

Clases de eficiencia energética.

Las siguientes fórmulas se podrán usar para clasificar el desempeño energético de las lámparas. Se cuenta con una clasificación de lámparas, de acuerdo a las fórmulas mencionadas, que va desde la clase A hasta la clase G.

- **Clasificación A:**

Para definir si una lámpara es de clasificación A se usa la siguiente fórmula:

$$P \leq (0,24 \cdot \sqrt{\phi}) + 0,0103 \cdot \phi$$

Donde:

P : Potencia de la Lámpara en Watts.

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

- **Clasificación desde B hasta G.**

Para realizar la presente clasificación se debe determinar el índice de eficiencia energética $I(\%)$, el cual se obtiene al aplicar la siguiente fórmula:

$$I(\%) = \frac{P}{Pr} \times 100$$

Donde:

P : Potencia de la lámpara en Watts.

Pr : Potencia de referencia en Watts.

La potencia de referencia es calculada de la siguiente forma:

- **Potencia de referencia:** $Pr = 0,88 \cdot \sqrt{\phi} + 0,049 \cdot \phi$

(Flujo luminoso: $\phi > 34 \text{ lm}$).

- **Potencia de referencia:** $Pr = 0,20 \cdot \phi$

(Flujo luminoso: $\phi \leq 34 \text{ lm}$).

Donde:

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

Tanto el flujo luminoso como la potencia de la lámpara deberán ser medidos cuando se aplique a la lámpara la tensión nominal del país donde es comercializada.

De esta forma es posible clasificar los diferentes tipos de lámparas, para dicha clasificación se usa la siguiente tabla:

Clase (Letra de etiqueta).	Condición del índice de Eficiencia Energética
B	$I < 60\%$
C	$60\% \leq I < 80\%$
D	$80\% \leq I < 95\%$
E	$95\% \leq I < 110\%$
F	$110\% \leq I < 130\%$
G	$I \geq 130\%$

TABLA # 3.12: Índice de eficiencia energética. Norma NTON.

Muestreo de verificación.

La cantidad mínima que se debe ensayar es de 20 lámparas, de las cuales se permite que fallen únicamente 3, lo cual corresponde al 15% de la muestra, en caso de que 4 o más lámparas fallen, es decir una cantidad

superior al 15% de la muestra, se tendría que el producto no cumple con la declaración de eficiencia.

Etiqueta.

- **Modelo.**

La etiqueta puede venir dada en cualquiera de las siguientes presentaciones:

- Etiqueta monocromática.
- Etiqueta a colores.

- **Información a incluirse en la etiqueta.**

La zona inferior marcada con líneas punteadas está destinada a presentar la siguiente información:

- Flujo luminoso de la lámpara en lumen (lm).
- Potencia de la lámpara en vatios (W).
- Frecuencia en Hertz (Hz).
- Vida nominal de la lámpara en horas (h).

- **Aspectos importantes de la etiqueta.**

- Tamaño y dimensiones de la etiqueta.

Las dimensiones de la etiqueta deben guardar las proporciones especificadas en la figura presentada a continuación. En caso de que ninguna de las caras del embalaje tenga las dimensiones suficientes como para albergar la etiqueta y su contorno blanco o cuando estas ocupan más del 50% de la superficie de mayor cara entonces la etiqueta y su contorno pueden ser reducidos, pero será solo lo suficiente como para cumplir con lo establecido anteriormente.

El tamaño de la etiqueta debe ser como mínimo de 18,5mm por 26mm, manteniendo las proporciones indicadas en la figura presentada a continuación. Cuando el embalaje sea inferior a las dimensiones mínimas, la etiqueta deberá ir adjunta a la lámpara.

Los elementos interiores deben ser legibles y guardar concordancia con lo antes establecido.

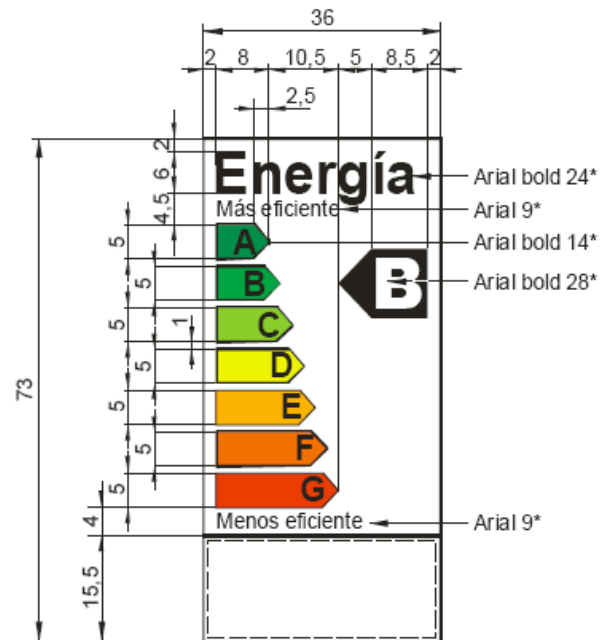


FIGURA # 3.7: Tamaño y dimensiones de la etiqueta. Norma NTON.

- Colores de la etiqueta.

La etiqueta deberá venir dada de preferencia a colores, caso contrario será monocromática. Se debe considerar el contraste entre el color de fondo y de la información en la etiqueta en el supuesto de que esta sea monocromática

En el caso de usar una etiqueta a colores, se debe seguir las indicaciones dadas en la figura y además se debe considerar el cuadro que se presenta a continuación.

Clase de Eficiencia	Cian	Magenta	Amarillo	Negro
A	100%	0%	100%	0%
B	70%	0%	100%	0%
C	30%	0%	100%	0%
D	0%	0%	100%	0%
E	0%	30%	100%	0%
F	0%	70%	100%	0%
G	0%	100%	100%	0%
Contorno de etiqueta	100%	0%	70%	0%
Texto	0%	0%	0%	100%
Fondo	0%	0%	0%	0%

TABLA # 3.13: Colores de la etiqueta. Norma NTON.

Métodos de ensayo.

Previo al ensayo correspondiente al flujo luminoso de la lámpara deben envejecerse las lámparas a una tensión comprendida entre la tensión nominal y el 110% de la tensión nominal por un periodo que corresponda del 0,04% al 0,1% de la vida nominal declarada.

Se debe aplicar el método de ensayo CIE 84 (parámetros fotométricos) y la IEC (parámetros eléctricos y vida truncada). Para esto se debe tener presente que la variación de la tensión durante el ensayo debe de estar entre $\pm 0,2\%$ de la tensión nominal donde se comercialice la lámpara. En casos en los que no sean especificados, en las normas correspondientes, se adoptarán los valores de las mediciones recomendados por el committee of testing laboratories (CTL) de IECCE.

Embalaje.

La información mínima que debe constar en el embalaje individual es la siguiente:

- Marca del fabricante.
- País de fabricación.
- Potencia (W).

- Frecuencia (Hz).
- Tensión (V).
- Eficiencia en lumen por vatio (lm/W).
- Vida nominal declarada por el fabricante en horas.

Si se llegasen a indicar parámetros correspondientes a diferentes valores de tensión, se deberán señalar en forma clara los del país donde se comercializa la lámpara.

Normas técnicas de referencia.

- Norma COPANT 1708:2006.
- CIE 84:1989, The measurement of lux, 1st edition, Vienna, CIE.
- IEC 60064:1993 – Tungsten filament lamps for domestic and similar general lightning purposes.
- IEC 60064 Amendment 1:2000.
- IEC 60064 Amendment 2:2002.

3.1.2.2 Norma: UNIT 1159:2007

Eficiencia energética – Lámparas incandescentes de uso doméstico y similares – Especificaciones y etiquetado.

La presente norma establece una metodología que permite clasificar las lámparas incandescentes de acuerdo a su eficiencia, especificando los métodos de ensayo a ser considerados así como también las características correspondientes a la etiqueta de eficiencia energética asignada a la lámpara.

La norma de Uruguay se aplica a lámparas incandescentes de filamento de tungsteno para uso doméstico y similares para iluminación general, donde las características de las mismas deben ser las siguientes:

- Potencia nominal entre 25W y 200W inclusive.
- Tensión nominal entre 100V y 250V.
- Bulbo de forma A, PS o PA.
- Bulbos claros, lisos o con recubrimiento blanco o equivalente.
- Casquillos E26 y E27.

Requisitos.

- Para declarar la eficiencia energética de una lámpara incandescente con filamento de tungsteno éstas deben tener una etiqueta que respete la presente norma, donde los requisitos de dicha etiqueta son los siguientes:
- La ubicación de la etiqueta debe ser tal que esta se encuentre adherida o impresa en una de las caras externas del embalaje individual de la lámpara en cuestión. Nada que se encuentre en la parte externa de cada embalaje de la lámpara debe impedir o reducir su visibilidad.
- La etiqueta debe permanecer en el embalaje como mínimo hasta que el consumidor final haya adquirido el producto.
- La etiqueta debe ser marcada de forma legible y contener la información que se proporcionará más adelante.

Clases de eficiencia energética.

Se pueden definir diferentes clases de desempeño energético para las lámparas incandescentes y para ello se puede aplicar la formulación siguiente que permite diferenciar las clases de eficiencia energética.

Clasificación A:

Se considera una lámpara incandescente de clase A al cumplirse lo siguiente:

$$P \leq (0,24 \cdot \sqrt{\phi}) + 0,0103 \cdot \phi$$

Donde:

P : Potencia de la Lámpara en Watts.

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

El flujo luminoso y la potencia de la lámpara se miden con la tensión nominal del país donde se comercializa la lámpara.

Las mediciones se deben realizar de acuerdo a los métodos de ensayo especificados más adelante.

Clasificación desde B hasta G.

Para determinar la clasificación de una lámpara incandescente entre la clase B y la clase G se debe calcular el índice de eficiencia energética $I(\%)$, para lo cual se aplica la siguiente fórmula:

$$I(\%) = \frac{P}{Pr} \times 100$$

Donde:

P : Potencia de la lámpara en Watts.

P_r : Potencia de referencia en Watts.

La potencia de referencia es calculada de la siguiente forma:

<p>Potencia de referencia</p> $P_r = 0,88 \cdot \sqrt{\phi} + 0,049 \cdot \phi$	(Flujo luminoso: $\phi > 34 \text{ lm}$).
<p>Potencia de referencia:</p> $P_r = 0,20 \cdot \phi$	Flujo luminoso: $\phi \leq 34 \text{ lm}$).

TABLA # 3.14: Potencia de referencia y flujo luminoso. Norma UNIT

Lámparas incandescentes.

Donde:

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

El flujo luminoso y la potencia de la lámpara se miden con la tensión nominal del país donde se comercializa la lámpara.

Las mediciones se deben realizar de acuerdo a los métodos de ensayo especificados más adelante.

De esta forma es posible clasificar los diferentes tipos de lámparas, para dicha clasificación se usa la siguiente tabla:

Clase (Letra de etiqueta).	Condición del índice de Eficiencia Energética.
B	$I < 60\%$
C	$60\% \leq I < 80\%$
D	$80\% \leq I < 95\%$
E	$95\% \leq I < 110\%$
F	$110\% \leq I < 130\%$
G	$I \geq 130\%$

TABLA # 3.15: Índice de eficiencia energética. Norma UNIT Lámparas incandescentes.

Muestreo de verificación.

Al realizar el muestreo de verificación se debe tener presente que la cantidad mínima a evaluarse es de 20 lámparas, donde solamente se permite que fallen un máximo de 3 lámparas (es decir lámparas que no cumplen con la

eficiencia declarada), lo cual corresponde a un 15% de la cantidad total de la muestra. En el caso en que fallen 4 o más lámparas (lo que corresponde a más del 15% de la cantidad total de la muestra), el producto no cumple con la declaración de eficiencia.

Etiqueta.

- **Modelo.**

La etiqueta puede venir dada en cualquiera de las siguientes presentaciones:

- Etiqueta monocromática.
- Etiqueta a colores.

Información a incluirse en la etiqueta.

En la zona inferior que se señala con líneas punteadas en la figura se incluirá la siguiente información:

- Flujo luminoso de la lámpara en lumen (lm).
- Potencia de la lámpara en vatios (W).
- Vida nominal de la lámpara en horas (h).

También se puede incluir información adicional asociada al programa de eficiencia energética y la identificación de la norma a la cual corresponde la etiqueta.

- **Aspectos importantes de la etiqueta.**

- Tamaño y dimensiones de la etiqueta:

Las dimensiones de la etiqueta deben guardar las proporciones indicadas a continuación. Sin embargo cuando ninguna de las caras del embalaje tenga las dimensiones necesarias como para albergar la etiqueta y su contorno blanco, la etiqueta y su contorno podrán ser reducidos lo necesario para cumplir con estos requisitos. Lo mismo se hará en el caso en que la etiqueta y su contorno correspondan a más del 50% de la superficie de la cara mayor.

El tamaño exterior de la etiqueta ser de un mínimo de 18,5mm por 26mm, manteniendo las proporciones que se darán a continuación.

Los elementos interiores deben ser legibles y guardar concordancia con las medidas que se establecen a continuación.

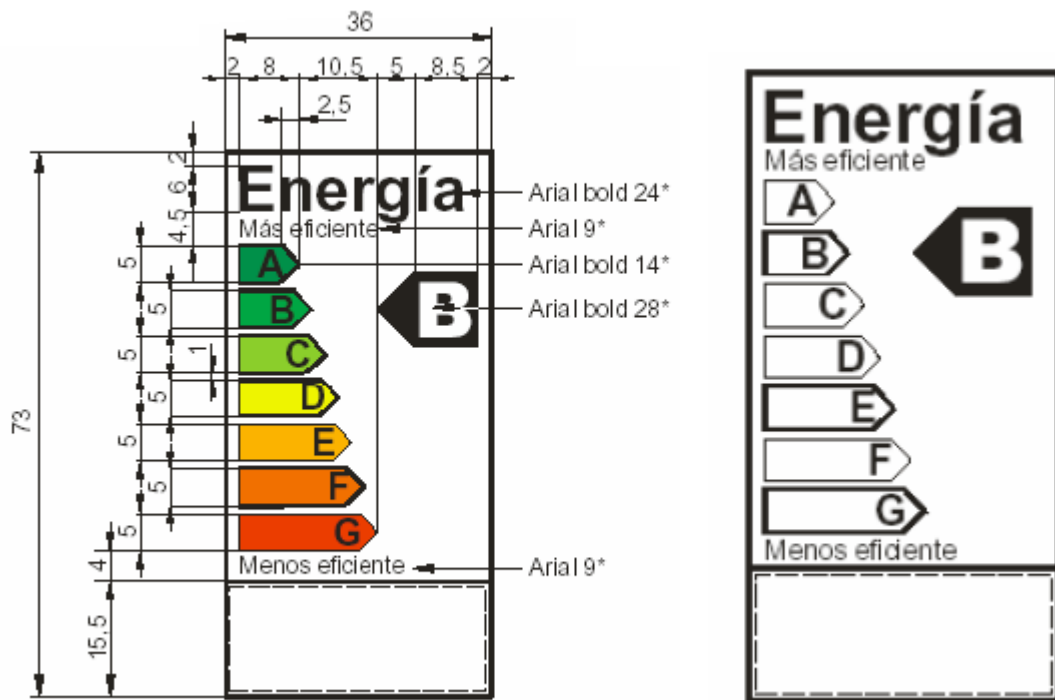


FIGURA # 3.8: Tamaño y dimensiones de la etiqueta. Norma UNIT Lámparas incandescentes.

- Colores de la etiqueta.

La etiqueta deberá venir dada de preferencia a colores, caso contrario será monocromática. En la etiqueta monocromática se debe considerar el contraste entre el color de fondo y de la información en la etiqueta.

En el caso de usar una etiqueta a colores, se debe seguir las indicaciones dadas en la figura y además se debe considerar el cuadro que se presenta a continuación.

Clase de Eficiencia	Cian	Magenta	Amarillo	Negro
A	100%	0%	100%	0%
B	70%	0%	100%	0%
C	30%	0%	100%	0%
D	0%	0%	100%	0%
E	0%	30%	100%	0%
F	0%	70%	100%	0%
G	0%	100%	100%	0%
Contorno de etiqueta	100%	0%	70%	0%
Texto	0%	0%	0%	100%
Fondo	0%	0%	0%	0%

TABLA # 3.16: Colores de la etiqueta. Norma UNIT Lámparas incandescentes.

Métodos de ensayo.

Las lámparas deben envejecerse antes de realizar el ensayo de flujo luminoso, el cual debe hacerse a una tensión comprendida entre la tensión nominal y el 110% de la tensión nominal, lo cual debe realizarse por un período equivalente del 0,04% a 0,1% de la vida nominal declarada.

Para realizar la medición se debe aplicar el método de ensayo que se establece en la norma UNIT 1155 (parámetros fotométricos) y en la norma IEC 60064 (parámetros eléctricos y vida trunca). De igual manera, la variación de la tensión durante el ensayo debe estar entre +/- 0,2% de la tensión nominal de la red del país donde se comercializa la lámpara. En aquellos casos en que no sean especificados, en las normas correspondientes, se debe adoptar los valores de exactitud de las mediciones recomendados por el Committee of testing Laboratories (CTL) de IECCE.

Embalaje.

El embalaje individual de la lámpara a ser etiquetada debe tener como mínimo la información siguiente:

- Marca del fabricante.
- Potencia de la lámpara (W).

- Tensión (V).
- Flujo Luminoso (lm).
- Eficacia en lúmenes por vatio (lm/W).
- Vida nominal declarada por el fabricante en horas.

Normas de referencia.

- Las normas de referencia que se cita a continuación constituyen especificaciones indispensables para la elaboración de la presente norma.
- UNIT 1155:2007 Guía para la medición del flujo luminoso.
- IEC 60064 Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes. Performance requirements.

3.1.2.3 Norma: IBNORCA EQNB 87001.

Eficiencia energética – Lámparas incandescentes de uso doméstico y similares – Especificaciones y etiquetado.

La presente norma boliviana proporciona una metodología que permite clasificar las lámparas incandescentes de acuerdo al desempeño energético correspondiente a las mismas, los métodos de ensayo aplicados y las características de la etiqueta de eficiencia energética.

Esta norma está dirigida a lámparas incandescentes de filamento de tungsteno para iluminación general que tienen las siguientes características:

- Potencia nominal entre 25W y 200W.
- Voltaje nominal entre 100V y 250V.
- Bulbo de forma A o PS.
- Bulbos claros, lisos o con recubrimiento blanco o equivalente.
- Casquillos E26 y E27.

Requisitos.

- La declaración de eficiencia energética de lámparas de acuerdo a la norma boliviana debe estar respaldada por una etiqueta que cumpla los requisitos que se citan a continuación:
- La ubicación de la etiqueta indica que la misma debe estar adherida o impresa a alguna de las caras principales del envase de la lámpara. En caso de que algún tipo de información se encuentre impreso en la parte externa del envase de la lámpara éste no impedirá o reducirá la visibilidad de la etiqueta.
- Es indispensable que la etiqueta permanezca en el envase, como mínimo, hasta que la lámpara haya sido adquirida por el consumidor final.
- La etiqueta debe ser marcada de forma legible y debe contener como mínimo la información que se proporcionará mas posteriormente en la presente norma.
- La etiqueta debe declarar la clase de eficiencia energética, y para ello debe cumplir con lo establecido en la presente norma.

Clases de eficiencia energética.

Se define la clasificación de la eficiencia energética de lámparas incandescentes de acuerdo al cumplimiento de las siguientes ecuaciones en función del flujo luminoso de la lámpara.

- **Clasificación A:**

Una lámpara pertenece a la clase A siempre que cumpla lo siguiente:

$$P \leq (0,24\sqrt{\phi}) + 0,0103\phi$$

Donde:

P : Potencia de la Lámpara en Watts.

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

Tanto la potencia de la lámpara como el flujo luminoso de la misma deberán ser medidos de acuerdo al voltaje del país donde se comercializa la lámpara incandescente.

Las mediciones en cuestión serán realizadas de acuerdo a los métodos de ensayo indicados posteriormente en la presente norma.

- **Clasificación desde la B hasta la G.**

Para clasificar una lámpara de acuerdo a la eficiencia energética entre la clase B y la G se debe comenzar por determinar el índice de eficiencia energética, este es calculado de la siguiente forma:

$$I(\%) = \frac{P}{Pr} \times 100$$

Donde:

P : Potencia de la lámpara en Watts.

Pr : Potencia de referencia en Watts.

La potencia de referencia es calculada de la siguiente forma:

$$Pr = 0,88 \cdot \sqrt{\phi} + 0,049 \cdot \phi \quad \text{para } \phi > 34 \text{ lm.}$$

$$Pr = 0,20 \cdot \phi \quad \text{para } \phi \leq 34 \text{ lm.}$$

Donde:

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

El flujo luminoso y la potencia de la lámpara se miden con la tensión nominal del país donde se comercializa la lámpara.

Las mediciones se deben realizar de acuerdo a los métodos de ensayo especificados posteriormente en la presente norma.

De esta manera se determina la eficiencia energética de las lámparas incandescentes haciendo del rango en el cual se encuentra el índice de eficiencia energética.

Para esto usamos la siguiente tabla:

Rango.	Condición del Índice de Eficiencia Energética.
B	$I < 60\%$
C	$60\% \leq I < 80\%$
D	$80\% \leq I < 95\%$
E	$95\% \leq I < 110\%$
F	$110\% \leq I < 130\%$
G	$I \geq 130\%$

TABLA # 3.17: Índice de eficiencia energética. Norma IBNORCA Lámparas incandescentes.

Muestreo de verificación.

Para realizar el muestreo de verificación se debe tener presente que la cantidad mínima de lámparas a evaluarse, de acuerdo a lo que establece la norma boliviana es de 20, de las cuales se permite que fallen 3, es decir que no cumplan con la clase de eficiencia declarada, lo que es un 15% del total de la muestra a evaluarse.

Si se llega a dar el caso en el que más del 15% de las lámparas que conforman la muestra fallan, entonces se tendrá que el producto no cumple con la declaración de eficiencia dada.

Etiqueta.

- Modelo.

La etiqueta a emplearse en la lámpara tiene dos posibles presentaciones, estas son:

- Etiqueta monocromática.
- Etiqueta a colores.

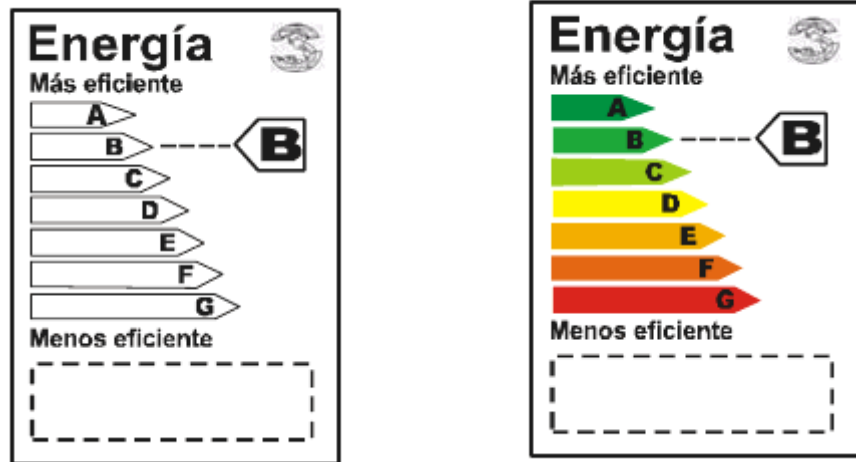


FIGURA # 3.9: Modelo de la etiqueta. Norma IBNORCA.

Información a incluirse en la etiqueta.

El área señalada con líneas punteadas en la parte inferior de la etiqueta es para incluir la siguiente información opcional,

- Flujo luminoso de la lámpara en lumen (lm).
- Potencia de la lámpara en vatios (W).
- Vida nominal de la lámpara en horas (h).

También se puede incluir información adicional asociada al programa de eficiencia energética y la identificación de la norma a la cual corresponde la etiqueta.

- Aspectos importantes de la etiqueta.
 - Tamaño y dimensiones de la etiqueta:

Las proporciones dadas en la figura presentada a continuación deben ser mantenidas para contar con las dimensiones correctas de la etiqueta.

En el caso en que ninguna de las caras del embalaje posea las dimensiones necesarias como para contener la etiqueta y su contorno blanco, estos podrán ser reducidos con la condición de que dicha reducción sea de únicamente lo necesario como para cumplir con lo establecido previamente. Si la etiqueta y su contorno blanco ocupan más del 50% de la superficie de la mayor cara, entonces estas también pueden ser reducidas tal como se indicó previamente.

El tamaño exterior de la etiqueta debe ser de un mínimo de 18,5mm por 26mm manteniendo las proporciones especificadas en la figura.

En el caso de que el embalaje sea muy pequeño, se debe adjuntar la etiqueta a la lámpara.

Los elementos en el interior de la etiqueta, en la parte inferior donde se encuentran las líneas segmentadas, deben ser

legibles y guardar concordancia con lo que se indica en la figura.

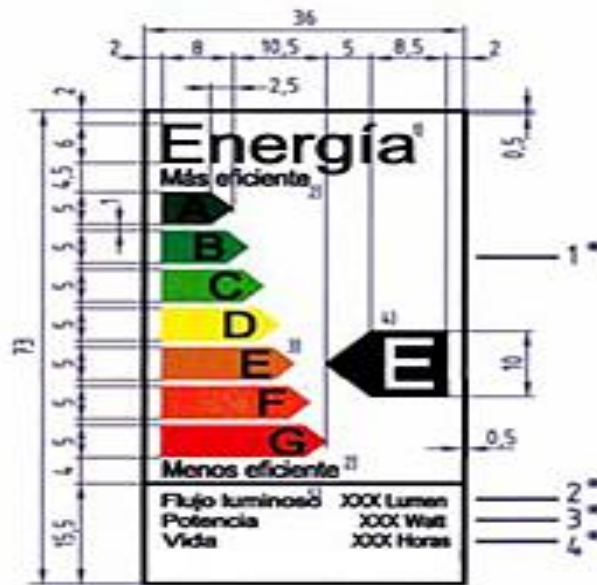


FIGURA # 3.10: Tamaño y dimensiones de la etiqueta. Norma IBNORCA.

- Colores de la etiqueta.

Es poco frecuente el uso de etiqueta monocromática, ya que se suele usar preferentemente en colores.

En caso de usar etiqueta monocromática es indispensable asegurarse que haya el contraste apropiado entre el color de fondo utilizado en la etiqueta y la información que se proporciona en la misma.

La etiqueta a colores debe estar diseñada de acuerdo a la especificación dada por la tabla presentada a continuación.

Clase de Consumo	Ciano	Magenta	Amarillo	Negro
A	100%	0%	100%	0%
B	70%	0%	100%	0%
C	30%	0%	100%	0%
D	0%	0%	100%	0%
E	0%	30%	100%	0%
F	0%	70%	100%	0%
G	0%	100%	100%	0%
Contorno de etiqueta	100%	0%	70%	0%
Texto	0%	0%	0%	100%
Fondo	0%	0%	0%	0%

TABLA # 3.18: Colores de la etiqueta. Norma IBNORCA.

Métodos de ensayo.

Las lámparas deben ser envejecidas antes de que se realice el ensayo correspondiente a la prueba de flujo luminoso. El envejecimiento de las lámparas debe realizarse a una tensión que esté comprendida entre la tensión nominal y el 110% de la tensión nominal. Esto debe realizarse por un periodo equivalente al 0,04% a 0,1% de la vida nominal declarada de la lámpara.

Para realizar las mediciones se aplicarán los métodos establecidos por diferentes normas. Entre estas tenemos la norma CIE 84 correspondiente a los parámetros fotométricos y la norma IEC 60064 que corresponde a los parámetros eléctricos y a la vida truncaada.

La variación de la tensión aplicada a la lámpara durante el ensayo debe encontrarse entre $\pm 0,2\%$ de la tensión nominal de la red del país donde se comercializa la lámpara.

En aquellos casos en los que no se especifique en las normas, se deben adoptar los valores de exactitud de las mediciones correspondientes al CTL (Committee of Testing Laboratories) de IECCE.

Embalaje.

El embalaje individual de la lámpara debe contener una información mínima, entre estos datos se tienen los siguientes:

- Marca del fabricante.
- Potencia en vatios.
- Flujo luminoso en lumen.
- Eficiencia en lm/W.
- Vida nominal declarada por el fabricante en horas.

Normas de referencia.

Las normas de referencia usadas para establecer la presente norma son las siguientes:

- CIE 84: 1989. The measurement of Luminous Flux. 1st Edition. Vienna. CIE, 1989.
- IEC 60064:1993 – Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes. Performance requirements.
- IEC 60064 – Amendment 1:2000.
- IEC 60064 – Amendment 2:2002.

3.1.3 Estudio de normas de lámparas de alta presión.

El estudio de normas para lámparas de alta presión se encuentra comprendido por el análisis realizado a tres tipos de lámparas utilizadas en la aplicación directa a lo que es el alumbrado público. Las normas de referencia usadas para el presente estudio son las siguientes:

- Norma IEC 60662: Lámparas de sodio de alta presión.
- Norma IEC 60188: Lámparas de mercurio de alta presión. Especificaciones de desempeño.
- Norma ANSI: Lámparas con halogenuros metálicos.

3.1.3.1 Norma IEC 60662: Lámparas de alta presión de vapor de sodio.

Esta norma especifica las características de lámparas de vapor de sodio de alta presión necesarias para proporcionar confiabilidad y seguridad junto con las condiciones de pruebas y procedimientos respectivos.

Esta norma establece las dimensiones de la lámpara, características eléctricas para el encendido y funcionamiento de la lámpara junto con la información del balasto, ignitor y diseño de la luminaria.

Los requerimientos asociados con la prueba de encendido de la lámpara y la información del diseño balasto/ignitor son diferentes dependiendo de la práctica del país donde la lámpara se desarrolló originalmente.

Designación del voltaje objetivo de la lámpara.

Para la presente norma se usarán las siguientes designaciones de voltaje como una clasificación de acuerdo al voltaje objetivo en los terminales de la lámpara:

Descripción del voltaje de la lámpara	Designación	Rango del voltaje de la lámpara (V).
Voltaje bajo	LV	< 70
Voltaje alto	HV	70 - 180
Voltaje extra alto	EHV	> 180

Tabla # 3.19: Designación de voltajes.

Marcado de la lámpara.

La siguiente información deberá ser marcada e la lámpara de forma distintiva y permanente:

Marca de origen

Potencia nominal.

Símbolos para indicar método de encendido.

Que pueden ser lámparas sin ningún tipo de dispositivo de encendido interno y que usen un ignitor externo, o lámparas que posean un dispositivo de encendido interno.

Dimensiones de la lámpara.

Las dimensiones de la lámpara deberán cumplir con los requerimientos indicados en la hoja de datos de la lámpara.

Casquillos.

Los casquillos de la lámpara terminada deberán cumplir con los requerimientos especificados en la hoja de datos de la publicación 61 de la IEC.

Requerimientos de pruebas de encendido, calentamiento y características eléctricas para lámparas.

Para las pruebas de encendido de las lámparas, calentamiento de la lámpara y características eléctricas de la lámpara, estas se operarán en posición horizontal al aire libre y a una temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ en una fuente de alimentación de 50 o 60 Hz usando el balasto de referencia especificado a voltaje nominal.

Prueba de encendido de las lámparas.

- Lámparas con ignitor externo.

Las características de pulso especificadas en la hoja de datos de la lámpara son medidas en los terminales del portalámparas con el circuito normal conectado y la lámpara removida del portalámparas. La forma de onda del pulso y la interpretación de sus parámetros principales son ilustrados en las siguientes figuras:

- *Práctica Americana.*

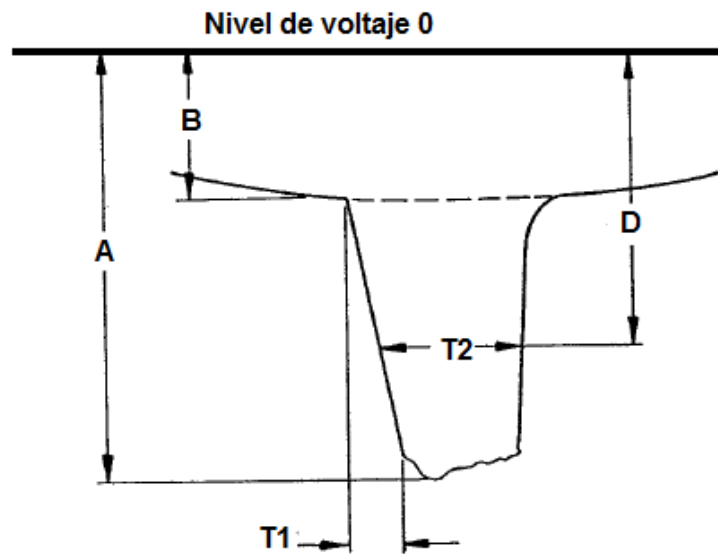


FIGURA # 3.11: Forma de onda del voltaje para la prueba de encendido de una lámpara. Práctica americana.

A: Altura del pulso especificada en la hoja de datos de la lámpara.

B: $\sqrt{2}$ por el voltaje de prueba (r.m.s.) tal como se especifica en la hoja de prueba de la lámpara.

D: 50% of A.

T1: Tiempo de subida.

T2: Tiempo de duración.

- *Práctica Europea.*

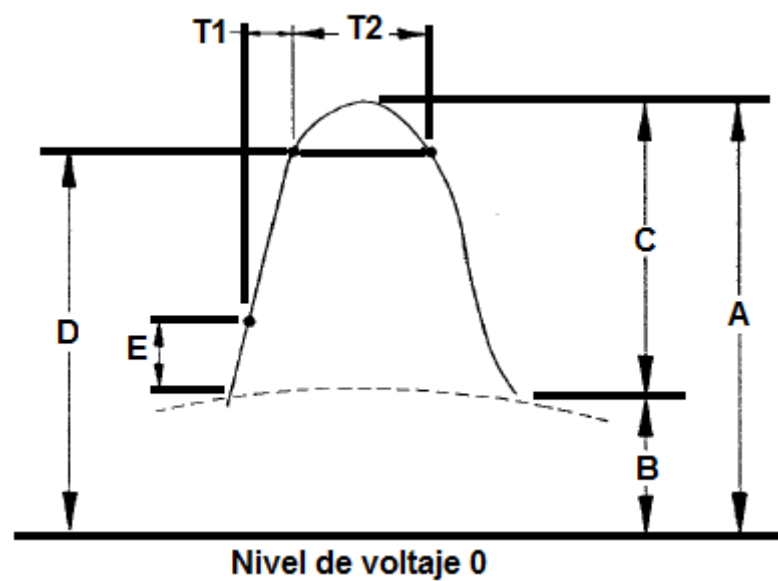


FIGURA # 3.12: Forma de onda del voltaje para la prueba de encendido de una lámpara. Práctica europea.

A: Altura del pulso especificada en la hoja de datos de la lámpara.

B: $\sqrt{2}$ por el voltaje de prueba (r.m.s.) tal como se especifica en a
hoja de prueba de la lámpara.

C: A – B.

D: 90% de A.

E: 30% de C.

T1: Tiempo de subida.

T2: Tiempo de duración.

Un valor pico de la altura del pulso es medida del nivel de voltaje cero del voltaje de circuito abierto. Picos subsecuentes del mismo pulso no deberán exceder el 50% de su valor.

Las conexiones del circuito para el encendido de la lámpara deberán ser tales que el pulso sea aplicado a la lámpara a través del ojeté terminal de la lámpara y con la carcasa al terminal de tierra.

- **Lámparas con dispositivos de arranque internos.**

El voltaje de prueba deberá ser el indicado por la hoja de datos de la lámpara. La medición del tiempo de encendido desde el instante en

que el dispositivo de encendido interno se ha abierto no deberá exceder el máximo valor mostrado en la hoja de datos de la lámpara.

- **Prueba de calentamiento de la lámpara.**

Previo a la prueba de calentamiento de las lámparas, estas deberán ser envejecidas por un mínimo de 10 horas usando el balasto de producción apropiado y enfriadas por al menos 1 hora previa a la prueba.

El voltaje en los terminales de la lámpara deberá alcanzar un valor mínimo que se encuentre dentro de las especificaciones dadas en la hoja de datos de la lámpara.

- **Envejecimiento.**

Antes que las lecturas iniciales sean tomadas la lámpara deberá ser envejecida durante 100 horas. Esta operación puede llevarse a cabo en un balasto de la producción.

- **Características eléctricas de las lámparas.**

Las características eléctricas de la lámpara deberán cumplir con los requerimientos dados en la hoja de datos de la lámpara.

Durante las mediciones de las características eléctricas el ignitor externo deberá ser desconectado del circuito de la lámpara.

- **Prueba de voltaje de extinción.**

Una lámpara deberá ser operada con un balasto de referencia a voltaje nominal y con el voltaje de extinción dado en la hoja de datos de la lámpara, el cual puede ser alcanzado, si es necesario, por medios artificiales. Esta lámpara no será extinguida cuando el voltaje cae del 100% al 90% del valor nominal en menos de 0,5 segundos y permanece a ese valor por al menos 5 segundos.

Información de diseño del balasto e ignitor.

Los balastos e ignitores deberán cumplir con los siguientes requerimientos para asegurar condiciones de encendido y operación confiables.

- **Voltaje de circuito abierto.**

El voltaje mínimo r.m.s. (50Hz o 60Hz) es 198V.

- **Características europeas del pulso de encendido.**

- Un ignitor deberá arrancar lámparas de acuerdo a lo establecido en las hojas de datos de las lámparas.
- La altura del pulso deberá cumplir con los requerimientos para el diseño de balastos dados en la hoja de datos de la lámpara cuando la medición se realice en los terminales del

portalámparas con el circuito normal conectado y la lámpara sea removida del portalámparas.

- Al diseñar un ignitor, se debe tener presente la atenuación del pulso por cable. La especificación del balasto requerirá que el ignitor sea proporcionado con información correspondiente al máximo valor de capacitancia constante para lograr los requerimientos del encendido de la lámpara.
- Guía general.
 - En general los requerimientos previamente citados se encontrarán con un pulso de pico positivo de 2800V con un ancho de 1 micro segundo a los 2500V lo que ocurrirá en la mitad del ciclo de la alimentación de voltaje.
 - Un ignitor puede producir un pulso positivo o negativo en cualquier ciclo de la alimentación de voltaje. Si el pulso es negativo, es probable que la altura del pulso y/o el ancho pueda necesitar ser incrementado.
 - Para un comportamiento más satisfactorio el pulso deberá ocurrir en un rango de fase de 60-90 o 240.-270 grados eléctricos del voltaje de circuito abierto (estos valores son provisionales y se encuentran bajo estudio).

- Donde la repetición del pulso es menor que una vez por ciclo, el ancho del pulso necesitará ser incrementado.

- **Características americanas del pulso de encendido.**

El ignitor puede ser una parte integral del balasto o un dispositivo por separado. En cualquier caso tendrá los siguientes requerimientos:

	Potencia Nominal	
	250 – 400W	1000W
Altura del pulso (medida desde el nivel de voltaje cero de la fuente r.m.s.)	2500V Mínimo 4500V Máximo	3000V Mínimo 5000V Máximo
Ancho del pulso (Mínimo)	1 μ s a 2500V	4 μ s a 2700V
Tasa de repetición (Mínima)	Una vez por ciclo.	
Posición del pulso	Entre el 90% del punto pico del voltaje de circuito abierto y 20 grados eléctricos por encima de la mitad del medio ciclo.	

TABLA # 3.20: Características del pulso de encendido.

Para esta medición, el pulso de encendido será aplicado al contacto central del portalámparas. Una carga capacitiva de 20pF se conectará a través de los terminales del portalámparas en lugar de la lámpara.

Para balastos del tipo plomo, la tasa de repetición del pulso (mínima) es una vez por medio ciclo. La posición del pulso es entre el 90% del punto pico del voltaje de circuito abierto y 15 grados eléctricos por encima de la mitad del medio ciclo.

- **Corriente de calentamiento de la lámpara.**

La corriente de calentamiento de la lámpara deberá ser medida en un rango entre cinco y quince segundos después de la ignición del arco de la lámpara con los valores especificados en la hoja de datos de la lámpara.

- **Factor de cresta de la corriente.**

El factor de cresta de la corriente deberá cumplir con los requerimientos de la norma IEC 923.

- **Límites de operación de la lámpara para la información de fabricantes de balastos.**

Cada una de las hojas de datos de las lámparas muestra un diagrama del voltaje de la lámpara y los límites de potencia de la lámpara entre los cuales la misma deberá operar. El límite de voltaje mínimo (lado

izquierdo del diagrama) corresponde a la curva característica de la lámpara cuyo voltaje a potencia nominal es el considerado el mínimo aceptable.

El límite de voltaje máximo (lado derecho del diagrama) corresponde a la curva característica considerando un voltaje suficientemente alto para una lámpara con:

- Máximo voltaje de hora cero.
- Aumento de voltaje durante la vida.
- máximo aumento de voltaje debido al cierre de una luminaria.

Las líneas límites de la potencia (lado derecho del diagrama) son escogidas de acuerdo al efecto de la potencia de la lámpara respecto de factores de desempeño como lo son la luz inicial de salida, la constancia del lumen, la vida de la lámpara, el calentamiento de la lámpara, etc.

Los límites de la fuente de alimentación de voltaje para la operación de una lámpara con balasto se indicarán a continuación. La tensión de alimentación superior no deberá ser excedida continuamente durante el uso de la lámpara, de lo contrario serán necesarias precauciones especiales. Excursiones a corto plazo por encima de este límite pueden ser toleradas.

Los límites de voltaje son:

- Para voltajes de alimentación entre 100V y 150V:
 - Entre 95% y 105% del voltaje nominal del balasto.

- Para voltajes de alimentación entre 220V y 240V:
 - El límite inferior del voltaje de alimentación es 95% del voltaje nominal del balasto

 - Los límites superiores del voltajes de alimentación son:
 - Para lámparas por debajo de los 150W: El voltaje nominal del balasto + 7V.

 - Para lámparas de 150W y por encima de este valor: El voltaje nominal del balasto + 10V.

La potencia de la lámpara obtenida con una lámpara de referencia cuando se realiza la medición con un balasto a voltaje nominal, deberá cumplir con los requerimientos de la clausula 20 de la norma IEC 60923.

Los límites operacionales de la lámpara y la característica típica del balasto son proporcionados en la hoja de datos de la lámpara.

Información para el diseño de la luminaria.

Esta información está asociada al diseño necesario de la luminaria para asegurar que las condiciones en la luminaria no causen fallas prematuras en la lámpara.

- **Incremento de voltaje en los terminales de la lámpara.**

El incremento de voltaje en la lámpara no deberá exceder el valor especificado en la hoja de datos de la lámpara.

- **Temperatura de envoltura de la lámpara.**

La temperatura de envoltura de la lámpara, cuando sea medida, no deberá exceder lo siguiente:

- Practica Europea:
 - 150W o por debajo: 310⁰C
 - Sobre 150W: 400⁰C
- Practica Americana y Japonesa:
 - 70W o por debajo: 385⁰C
 - Sobre 70W: 400⁰C

Durante las mediciones la lámpara deberá operar a la potencia nominal.

- **Temperatura máxima del casquillo.**

La temperatura del casquillo de la lámpara no deberá exceder los siguientes valores:

Casquillo	Temperatura máxima del casquillo (°C).
E26/24 (Norteamérica)	190
E26/25 (Este)	165
E27	210
E39 (Norteamérica)	210
E39 (Este)	230
E40 – 150W y por debajo	210
E40 – Sobre 150W	250

TABLA # 3.21: Temperatura máxima del casquillo (lámparas de vapor de sodio).

- **Condiciones posibles al finalizar la vida de la lámpara.**

Existe el riesgo de que al finalizar la vida de la lámpara un número de lámparas exhiban un efecto rectificador. Esto puede llevar a los balastos, transformadores y dispositivos de arranque a sobrecargarse. Se deben tomar medidas preventivas para asegurar que la seguridad está siendo tomada en consideración.

- **Máximo contorno de lámparas.**

Los requerimientos para el máximo contorno de lámparas son provistos por diseñadores de luminarias y son basados en un tamaño máximo para la lámpara.

La observación de estos requerimientos en los diseños de las luminarias asegurará aceptabilidad mecánica de lámparas que cumplan con esta norma.

La aceptabilidad mecánica del casquillo de la lámpara y partes adjuntas del cuello de la lámpara en el portador de la misma es asegurado por el cumplimiento de la lámpara con los indicadores para las pruebas de contacto según lo requiere la norma IEC 60061-3.

- **Sistema de numeración para las hojas de datos.**

El primer número representa el número de la publicación (60662) seguido de las letras “IEC”.

El segundo número representa el número de la hoja de datos de la lámpara.

El tercer número en la hoja indica la edición de la hoja.

3.1.3.2 Norma IEC 60188: Lámparas de alta presión de vapor de mercurio. Especificaciones de desempeño.

Una lámpara de alta presión de vapor de mercurio es una lámpara de alta intensidad de descarga en la que la mayor porción de la luz es producida directa o indirectamente por radiación del mercurio que opera a una presión parcial en exceso de 100 Kilo pascales.

Esta norma especifica los requerimientos de desempeño para lámparas de vapor de mercurio de alta presión para propósitos de iluminación general, con o sin recubrimiento de corrector fluorescente rojo.

Para algunos de los requerimientos dados en la presente norma, se hace referencia a “la hoja de datos de la lámpara”.

Normas de referencia:

Los siguientes documentos corresponden a normas de referencia que complementan la presente norma para lámparas de alta presión de vapor de mercurio:

- IEC 60050 (845). International electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 845: Lighting.
- IEC 60061-1. Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps.
- IEC 60923. Auxiliaries for lamps – Ballasts for discharge lamps (excluding tubular fluorescent lamps) performance requirements.
- IEC62035. Discharge lamps (excluding fluorescent lamps) – Safety specifications.

Requerimientos de la lámpara.

- **Requerimientos generales.**

Las lámparas deberán cumplir la norma IEC 62035.

La lámpara deberá ser designada tal que su desempeño sea confiable en un uso normal y aceptable. En general esto puede lograrse satisfaciendo las siguientes cláusulas

Los requerimientos dados son aplicables a 95% de la producción.

Para propósitos de esta norma, las siguientes designaciones son usadas para clasificar de acuerdo al voltaje en los terminales de la lámpara:

- Rango de voltaje de la lámpara: 70V – 180V / Designación: HV
- Rango de voltaje de la lámpara > 180V / Designación: EHV

- **Dimensiones.**

Las dimensiones de la lámpara deberán cumplir con los valores especificados en la hoja de datos de la lámpara.

- **Casquillos.**

El casquillo en una lámpara deberá cumplir con la norma 60061-1.

- **Características de encendido y calentamiento.**

Una lámpara deberá encenderse dentro del tiempo especificado en la hoja de datos de la lámpara y permanecer brillante por al menos 1 minuto.

Una lámpara alcanzará el voltaje de calentamiento en sus terminales dentro del tiempo de calentamiento especificado en la hoja de datos de la misma.

Las pruebas deberán ser realizadas antes del envejecimiento, usando los métodos dados a continuación.

- **Características eléctricas.**

La lectura inicial del voltaje en los terminales de la lámpara estará entre los límites especificados en la hoja de datos de la lámpara, para lo cual se usarán los métodos que se indican a continuación

- **Características fotométricas.**

La lectura inicial del flujo luminoso de la lámpara será de no menos de 90% del valor nominal, para lo que se usarán los métodos de ensayo indicados a continuación.

- **Relación roja (solo para lámparas fluorescentes recubiertas).**

La lectura inicial de la relación roja de la lámpara o deberá ser menor que un cierto porcentaje que debe ser tomado a consideración.

- **Estabilidad de la lámpara con voltaje de alimentación reducida rápidamente.**

Una lámpara no se extinguirá si el voltaje de alimentación cae del 100% al 90% del voltaje nominal en no más de 0,5 segundos y permanezca en ese valor por al menos 5 segundos.

Método para la medición de las características de encendido y calentamiento.

Las lámparas no deberán ser operadas durante 5 horas inmediatamente antes de realizar las pruebas.

Las lámparas serán probadas con el circuito presentado a continuación, a una temperatura ambiente entre 20⁰C y 30⁰C usando una fuente nominal apropiada de 50Hzo 60Hz.

El balasto usado deberá ser del tipo inductivo y deberá satisfacer los requerimientos de la norma IEC 60923.

Las lámparas deberán operar en una posición vertical con el casquillo hacia arriba.

Mediciones.

El amperímetro deberá ser corto circuitado usando el switch S_1 y el voltímetro V_2 deberá estar e circuito abierto usando el switch S_2 . El voltaje medido con e voltímetro V_1 deberá ser el voltaje de encendido proporcionado en la hoja de datos de la lámpara y luego el switch S_3 deberá ser cerrado.

Inmediatamente después de encender, el switch S_1 deberá ser abierto y el switch S_2 deberá ser cerrado. La alimentación de voltaje deberá ser ajustada para alcanzar una corriente en la lámpara igual a la corriente de calentamiento especificada en la hoja de datos de la lámpara y deberá ser variado durante el tiempo de calentamiento para mantener esta corriente constante.

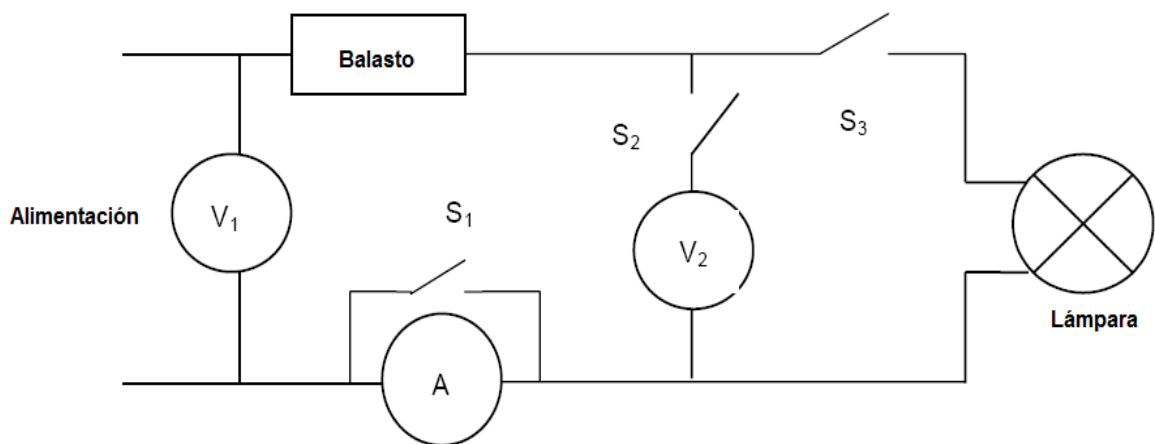


FIGURA # 3.13: Diagrama del circuito para la medición de las características de encendido y calentamiento

Método para la medición de las características eléctricas y fotométricas.

Las lámparas deberán ser probadas con el circuito presentado a continuación, a una temperatura ambiente entre 20⁰C y 30⁰C usando una fuente nominal apropiada de 50Hz o 60Hz.

Los balastos usados para estas mediciones deberán ser balastos de referencia que tengan una relación voltaje-corriente y factor de potencia tal como se especifica en la hoja de datos de la lámpara y verificando los requerimientos para los balastos de referencia dados en la norma IEC 60923.

Antes de tomar lecturas iniciales las lámparas deberán ser envejecidas durante 100 horas en una balasto que satisfaga los requerimientos de la norma IEC 60923 al voltaje y frecuencia nominal del balasto. La fuente de alimentación de voltaje no deberá variar por más de $\pm 10\%$ y la frecuencia por no más de $\pm 1\text{Hz}$.

Las lámparas deberán operar en una posición vertical con el casquillo hacia arriba.

Alimentación.

La fuente de alimentación de voltaje y frecuencia deberá ser igual a los valores nominales del balasto de referencia con una tolerancia de $\pm 0,5\%$.

La forma de onda de la fuente de alimentación de voltaje deberá ser una onda seno. El contenido armónico total no deberá exceder el 3% de la fundamental. El contenido armónico total definido como la raíz cuadrada de la sumatoria de los contenidos armónicos individuales, usando la fundamental como el 100%.

Durante el período de estabilización, la fuente de alimentación de voltaje y frecuencia deberá ser estable entre el $\pm 0,5\%$, siendo esta tolerancia reducida a $\pm 0,2\%$ en el momento de la medición.

Instrumentos.

Los instrumentos deberán ser del tipo r.m.s. libres de errores e la forma de onda y de la precisión apropiada ara los requerimientos.

Los circuitos de medición de voltaje de los instrumentos conectados a la lámpara no deberán tomar más del 3% de la corriente nominal de la lámpara.

Los instrumentos conectados en serie con la lámpara deberán tener un a impedancia lo suficientemente baja como para que la caída de voltaje no exceda el 2% del voltaje nominal de la lámpara.

Mediciones.

Cuando se mide el voltaje de la lámpara, el circuito de medición de voltaje del vatímetro deberá estar abierto y el circuito de edición de corriente del vatímetro deberá estar cortocircuitado, en caso de ser necesario.

Cuando se mide la potencia de la lámpara, el circuito del voltímetro de la lámpara deberá estar abierto y el amperímetro deberá estar cortocircuitado, en caso de ser necesario. No se realizarán correcciones por el consumo de potencia del vatímetro mientras se realiza la conexión del circuito en el lado de la lámpara del circuito de medición de corriente.

Cuando se mide el flujo luminoso, el circuito del voltímetro de la lámpara y el circuito de medición de voltaje del vatímetro deberán estar abiertos y el circuito de medición de corriente del amperímetro y vatímetro deberá estar cortocircuitado, en caso de ser necesario.

La lámpara será operada hasta que las características eléctricas sean estables antes de tomar las lecturas de la lámpara.

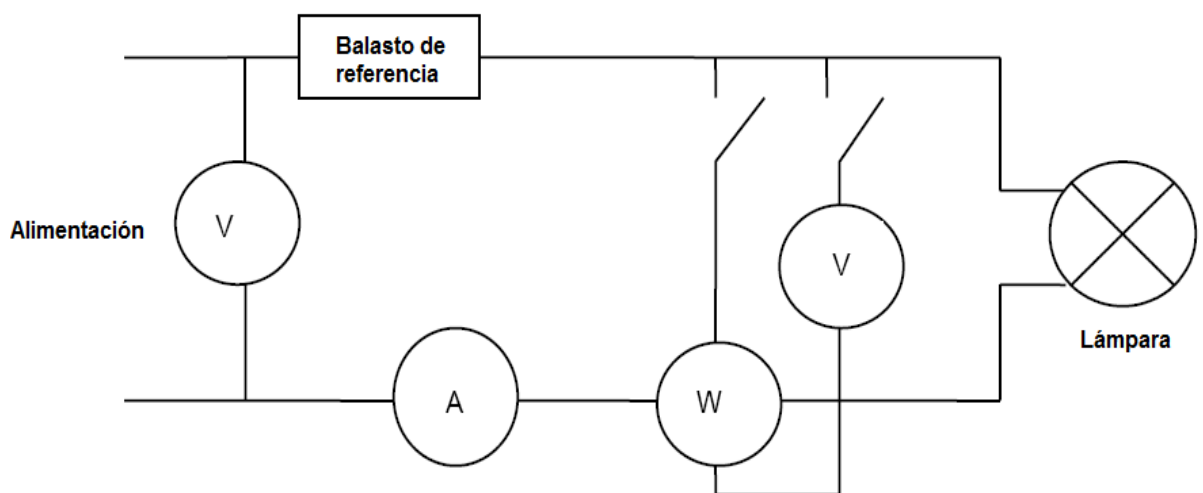


FIGURA # 3.14: Diagrama del circuito de medición de las características de la lámpara

Método de medición de la relación roja.

La relación roja es la relación del flujo luminoso emitido por la lámpara en la porción roja del espectro visible para el flujo luminoso total de la lámpara.

- **Requerimientos de lámpara y filtro.**

El método describe hacer uso de:

- **Una lámpara de vapor de mercurio de alta presión con recubrimiento fluorescente de un espectro de distribución conocido.**

La lámpara será identificada como N y el espectro de distribución relativo de la energía radiante de la lámpara será $E_{\lambda N}$. El recubrimiento fluorescente de la lámpara N deberá emitir luz de una distribución espectral similar a aquella de la lámpara desconocida para ser comparada con esta. Esto es particularmente necesario cuando los recubrimientos emiten principalmente en la región rojo/naranja (alrededor de 610-625nm).

- **Un filtro rojo.**

El tipo exacto no es especificado, pero el filtro deberá cumplir con los siguientes requerimientos para transmitancia espectral:

- Un valor de menos de 0,1% a 580nm.
- Un valor algo grande y substancialmente uniforme sobre 615-620nm.

- **Método de medición.**

La luz de la lámpara X a ser probada será medida exitosamente sin y con interposición del filtro rojo. La relación de la segunda medición con la primera produce una medición no corregida de la relación roja (ruX).

La lámpara N se usará entonces ara corregir esta medición de acuerdo al siguiente método:

La luz de la lámpara N deberá ser medida similarmente sin y con el filtro y la relación de estas mediciones da un valor " ruN ". El conocimiento de la distribución espectral de la lámpara permite que la relación roja sea computada (rN).

La relación roja es la relación de dos integrales de la forma $\int E_{\lambda}V(\lambda)d\lambda$ sobre la banda roja y sobre el espectro visible.

La relación $c = rN / ruN$ proporciona el factor de corrección requerido para obtener la relación roja de la lámpara. La relación roja viene dada por:

$$rX = c.ruX$$

El factor “c” corrige lo siguiente:

- La relación entre las mediciones realizadas con un filtro y el valor de la relación roja como se definió para las dos integrales, lo cual es inherente en el principio de este método.
- El foto receptor usado para la medición que en general no será idealmente adaptado a la suficiencia espectral luminosa $V(\lambda)$.

El método asume que la relación entre la relación roja y su medición no corregida con el filtro es la misma tanto para la lámpara X como para la N.

3.1.3.3 Normas ANSI_AS LG C78.43.2007 y ANSI_AS LG C78.44-2008: Lámparas con halogenuros metálicos.

El siguiente estudio corresponde a la norma para lámparas de un solo extremo con halogenuros metálicos y la norma para lámparas de doble extremo con halogenuros metálicos.

Normas estudiadas:

- Norma ANSI_AS LG C78.43-2007: Lámparas de un solo extremo con halogenuros metálicos.

- Norma ANSI_ANSLG C78.44-2008: Lámparas de doble extremo con halogenuros metálicos.

Estas normas establecen los requerimientos físicos y eléctricos para una lámpara de halogenuros metálicos de un solo extremo y de doble extremo operadas con balastos de 60Hz para asegurar confiabilidad y seguridad. Los datos dados también proveen la base para los requerimientos eléctricos para balastos e ignitores, como también los requerimientos asociados entre lámparas y luminarias. Esta norma también incluye lámparas cuyos tubos de arco son hechos de cuarzo o materiales cerámicos. El flujo luminoso y color de la lámpara no son parte de esta norma.

Normas de referencia:

- ANSI C78.30-1997, Procedure for use in preparation of lamp space drawings
- ANSI C78.379-2006, Classification of beam patterns of reflector lamps.
- ANSI C78.380-2005, Electric lamps-High intensity discharge lamps – method of designation.
- ANSI C78.389-2004, Electric lamps – HID lamps – method of measuring characteristics.
- ANSI C79.1-2002, Nomenclature for glass bulbs intended for use with electric lamps.

- ANSI_ANSLG C81.61-2006, Electric lamp bases.
- ANSI_ANSLG C81.62-2006, Lampholders for electric lamps.
- ANSI_ANSLG C81.63-2006, Gauges for electric lamps bases and lampholders.
- ANSI C81.64-2005, Guidelines and general information for electric lamp bases, lampholders and gauges.
- ANSI C82.4-2002, Ballasts for high – intensity discharge and low – pressure sodium lamps (multiple supply type).
- ANSI C82.5-1990, Reference ballasts for high – intensity discharge lamps.
- ANSI C82.6-2005, Ballasts for high – intensity discharge lamps – methods of measurement.
- ANSI C82.9-1996, Definitions for high – intensity discharge and low – pressure sodium lamps, ballasts and transformers.
- ANSI/UL 1598-2004, Standard for safety luminaires.
- ANSI/IEC C78.62035-2004, Discharge lamps (excluding fluorescent lamps) – safety specifications.

- ANSI C78.260-2002. Tubular tungsten halogen lamps – physical characteristics.

Especificaciones de las lámparas.

- **Denominaciones de la lámpara y descripciones.**

- **Denominaciones de la lámpara.**

Las denominaciones de los halogenuros metálicos son asignadas por la norma ANSI C78.380. Los dos o tres dígitos que siguen la letra en la designación indican las características eléctricas. A continuación viene una barra seguida de la característica de la luminaria. Las limitaciones de la posición de funcionamiento son las indicadas en el marcado de la lámpara.

- **Denominaciones del bulbo.**

Las denominaciones de bulbo son definidas en la norma ANSI C79.1. Debido a la larga práctica en las designaciones de diámetros de bulbos en unidades de octavos de pulgada, esta norma mantiene la práctica. La designación habitual es usada con la designación métrica seguida del paréntesis.

Los tamaños del bulbo dispuestos en la hoja de datos de la presente norma corresponden a la lista proporcionada por la norma ANSI C79.1. La designación del bulbo no corresponderá

directamente con el diámetro nominal listado en las características físicas de la lámpara.

- **Contorno máximo del dibujo.**

El contorno máximo del dibujo en la presente norma proporciona para cada bulbo la categoría de los máximos límites del espacio que puede estar ocupado por cualquier parte del bulbo, asumiendo una cierta posición. Ellos no definen la forma propia del bulbo. Los límites mostrados toman en cuenta las dimensiones máximas del bulbo y la posible excentricidad del mismo respecto de la base. Las líneas punteadas indican las formas típicas del bulbo. Una lámpara con su base en una cierta posición deberá permanecer dentro de los límites en el contorno máximo del dibujo. El contorno máximo del dibujo será producido de acuerdo a la norma ANSI C78.30.

- **Especificaciones de la base.**

Los requerimientos eléctricos de las bases de las lámparas son especificados de acuerdo a la norma ANSI C81.61.

Las bases EX39 se usarán solamente con luminarias con código "O".

- **Características físicas de la lámpara.**

- **Requerimientos físicos y dimensionales.**

Las lámparas deberán satisfacer los requerimientos indicados en la hoja de datos de la lámpara. Las dimensiones críticas de la lámpara son dadas en unidades del sistema internacional, con los equivalentes de las unidades en inglés en paréntesis.

- **Requerimientos de las luminarias y temperatura.**

Las características de las luminarias (abiertas, cerradas, etc), la temperatura máxima permisible del budo y la temperatura máxima permisible de la base para cada lámpara esta listada en la hoja individual de datos de la lámpara. Lo que respecta los límites máximos de temperatura para el bulbo y base de la lámpara, el diseño de la luminaria deberá ser talque estas temperaturas máximas no sean excedidas.

- **Requerimientos de operación a las 100 horas.**

Las características operativas de la lámpara en la hoja de datos o aplicables a lámparas desnudas que operan con un balasto de referencia a una temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($77^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$).

Estos requerimientos son aplicables a lámparas nuevas que han operado durante 100 horas. Las lámparas deberán operar

verticalmente con la base hacia arriba, a menos que se designe de otra forma por el fabricante de la lámpara. Revisar la norma ANSI C78.389.

- **Voltaje pico de reencendido de la lámpara.**

El voltaje pico de reencendido de la lámpara durante el calentamiento para cualquier lámpara (ver la norma ANSI C78.387) no deberá exceder a lo largo de la vida de la misma los valores listados usando las condiciones eléctricas que son definidas para las lámparas individuales. El balasto reactor tiene un factor de potencia de 0,075 +/- 0,005 y las especificaciones de linealidad son indicadas en la norma ANSI C82.5.

- **Voltaje de reencendido de la lámpara.**

El voltaje de reencendido para cualquier lámpara no deberá exceder el valor proporcionado para la vida de la lámpara cuando esta opera con su balasto de referencia de acuerdo a la norma ANSI C78.389.

- **Requerimientos de encendido y calentamiento de la lámpara.**

Se debe revisar la norma ANSI C78.389 para procedimientos de medición. En las lámparas de un solo extremo se realizarán las mediciones en posición vertical, con la base hacia arriba a menos que se especifique lo contrario por parte del fabricante. En las lámparas de

doble extremo se realizarán las mediciones en posición horizontal, con la punta del tubo de arco interno dirigida hacia arriba, a menos que se especifique lo contrario por parte del fabricante.

- **Voltaje de encendido.**

Las lámparas deberán encenderse en el período de tiempo especificado y a la temperatura ambiente indicada cuando se aplique una onda seno de voltaje de prueba de circuito abierto de acuerdo a lo que se indicará posteriormente en esta norma. Para lámparas que requieren ignitores externos, las características de pulso son medidas en los terminales del portalámparas. Para lámparas con base de tornillo ya sea con base E26 o E29, el pulso es aplicado en el terminal central de la base de la lámpara con la carcasa aterrizada. Para lámparas con bases de pernos (G8.5 y G12) el pulso deberá ser aplicado a cualquier contacto en la base.

- **Tiempo de calentamiento.**

Una lámpara desnuda operando al aire libre y a una temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($77^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$) bajo las condiciones descritas en la norma ANSI C78.389 deberá alcanzar el voltaje mínimo en el período de tiempo especificado en la hoja de datos de la lámpara.

- **Requerimientos del balasto de referencia.**

El balasto de referencia es usado para asegurar resultados reproducibles cuando se miden las características de la lámpara. Los balastos de referencia para lámparas con halogenuros metálicos son reactores de tipo serie y solo aquellos que operen a 60Hz con factor de potencia e $0,075 \pm 0,005$ deberán ser usados. Los requisitos generales para balastos de referencia se dan en la norma ANSI C82.5.

Los valores específicos para cada tipo de balasto de referencia se dan en la hoja de datos de la lámpara. Un alto voltaje de circuito abierto momentáneo, un circuito auxiliar de encendido o una bobina de tesla pueden ser necesarios para encender la lámpara en caso de que no se facilite un circuito auxiliar de encendido.

Información para el diseño del balasto.

Un balasto deberá cumplir con los siguientes requisitos para el rango del voltaje de alimentación (el rango no deberá ser menor que del 95% al 105% de su valor nominal). Estos requisitos se aplican a balastos integrados a la luminaria así como a ignitores conectados en forma remota. Se puede necesitar cargas capacitivas en los terminales del portalámparas para simular características de circuito remotas al montado. Para bases de lámparas con tornillos que requieran un pulso de encendido, la aplicación del pulso deberá ser al terminal central del portalámparas. Para requerimientos adicionales

sobre balastos revisar la norma ANSI C82.4, para métodos de mediciones revisar la C82.6 y para definiciones revisar la C82.9.

- **Requerimientos para recubrimiento del balasto.**

El recubrimiento del balasto deberá cumplir con requerimientos de voltaje para proporcionar seguridad a la lámpara al encendido y durante periodos de tiempo y ciertas temperaturas ambientales indicadas.

- **Sin circuito de encendido auxiliar.**

El recubrimiento del balasto deberá proporcionar el mínimo voltaje de circuito abierto especificado en la hoja de datos de la lámpara.

- **Con circuito de encendido auxiliar.**

El recubrimiento del balasto deberá proporcionar el mínimo pulso de voltaje de circuito abierto y al ignitor tal como se especifica en la hoja de datos de la lámpara.

- **Requisitos para balastos de pico principales.**

Un balasto de pico principal deberá cumplir requerimientos de voltaje para proporcionar seguridad a la lámpara al encendido y durante periodos de tiempo y ciertas temperaturas ambientales indicadas.

- **Sin circuito de encendido auxiliar.**

Un balasto de pico principal deberá proporcionar los pulsos de voltaje mínimos para circuito abierto y para el ignitor especificados en la hoja de datos de la lámpara.

- **Características de la forma de la onda de corriente.**

Las características de la forma de onda de la corriente requeridas para mantener la lámpara durante el encendido y la operación a estado estable son especificadas por el balasto de pico principal en la hoja de datos de la lámpara. Las mediciones se as realiza con una alimentación talque regule el voltaje dentro de un 0,5%. La pendiente de la corriente di/dt es medida en una ventana de 100 micro segundos centrada en cero.

- **Mínima tensión sostenida.**

Un balasto con una entrada mínima deberá cumplir con el mínimo voltaje sostenido tal como se especifica en la hoja de datos de la lámpara para sostener la lámpara durante el proceso de encendido y la operación de estado estable. Las mediciones con esta entrada mínima debe regular el voltaje a 0,5%.

- **Requerimientos del ignitor.**

El pulso de encendido (definido en la norma ANSI C82.9) debe ser aplicado al terminal central de la base de la lámpara con el cableado entre el balasto y el portalámparas (o su capacitancia equivalente) conectado. Para conocer el valor correcto de la capacitancia equivalente hay que revisar el manual del fabricante del ignitor. El pulso, medido en los terminales del portalámparas a través de una carga de 20 pF en la lámpara, deberá tener las características provistas por la hoja de datos.

- **Requerimientos de la corriente de encendido.**

Las corrientes mínima y máxima de encendido son provistas por la hoja de datos de la lámpara. La corriente de encendido deberá ser medida de 5 a 15 segundos después de que el arco en la lámpara ha comenzado.

- **Factor de cresta de la corriente.**

El factor de cresta de la corriente de la lámpara, durante el funcionamiento o el calentamiento de la lámpara de referencia, no deberá exceder el valor indicado en la hoja de datos de la lámpara.

- **Máximo voltaje en los terminales de la lámpara.**

Un balasto no deberá proveer a los terminales de la lámpara un voltaje en exceso de los valores especificados en la hoja de datos de la lámpara. El voltaje r.m.s. y pico son medidos sin el ignitor.

- **Potencia de operación de la lámpara.**

La potencia de operación de una lámpara desnuda, medida en su posición de operación designada en un balasto a un cierto voltaje de alimentación a temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, deberá permanecer dentro de los límites de potencia especificados en la hoja de datos de la lámpara. La lámpara deberá operar dentro de estos límites a lo largo de todo el rango de tolerancia de tensión.

Para conocer estos límites, un balasto al 100% de su voltaje de alimentación deberá operar una lámpara de referencia con $\pm 5\%$ de la potencia entregada a la misma lámpara en la misma posición por un balasto de referencia. El balasto, a lo largo del rango de voltaje para el cual fue fabricado, también deberá operar una lámpara de referencia entre $\pm 15\%$ de la potencia entregada a la lámpara de referencia por un balasto de referencia a su voltaje nominal.

Para información adicional respecto de los límites de desempeño de los balastos consultar la norma ANSI C82.4.

- **Potencia mínima de operación de la lámpara.**

La operación de lámparas con halogenuros metálicos debajo de los límites de esta norma bajará la eficiencia de la lámpara y puede se pueden dar cambios de color, inestabilidad de arco, parpadeo y tiempo de vida de la lámpara reducido. El fabricante de la lámpara deberá ser consultado antes de operar una lámpara con halogenuros metálicos a potencia reducida o con circuitos de regulación.

Información para el diseño de la luminaria.

Para asegurar la correcta operación térmica, protección UV y fallas de protección no pasivas, la luminaria deberá ser diseñada de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la lámpara teniendo en cuenta el uso y la aplicación.

Las lámparas con halogenuros metálicos son construidas de una envoltura de vidrio o cuarzo con un tubo de arco interno. Estos tubos de arco funcionan bajo altas presiones (típicamente 5 atmósferas o más) y temperaturas (típicamente 900⁰C o más). Puede haber una ruptura inesperada del tubo de

arco debido a factores internos o causas externos. Cuando esto ocurre, la envoltura de vidrio o cuarzo que rodea el tubo de arco se puede romper y partículas extremadamente calientes del tubo de arco y fragmentos de la envoltura pueden ser descargados a la carcasa y posiblemente al ambiente cercano, y por tanto represente un riesgo de salir herido al personal o un mayor peligro.

Algunas lámparas con halogenuros metálicos son diseñadas para contener todas las partículas en el bulbo externo en caso de haber una ruptura del tubo de arco. Tales lámparas que han pasado las pruebas de contenido (norma ANSI C78.389 anexo A para tubos de arco de cuarzo anexo B para tubo de arco de cerámica) deberán ser marcadas con la letra “O” característica de luminaria. La lista de características de luminarias se encuentra en la norma ANSI C78.380, anexo A.

El código nacional eléctrico cambió en el 2005, para requerir que las luminarias para lámparas con halogenuros metálicos provean una barrera para la contaminación que encierre la lámpara o sea provista con los medios, típicamente un portalámparas especial o que solo acepte una lámpara con halogenuros metálicos ANSI tipo O. La idea general de este requisito es que cuando se especifiquen luminarias abiertas se permita operar solamente las del tipo O.

- **Limites del incremento de voltaje en lámparas.**

El voltaje de lámpara de las lámparas de referencia operando con una fuente sinusoidal de 60Hz con el balasto de referencia especificado a su voltaje de entrada nominal, no deberá incrementarse más que el valor dado en la hoja de datos de la lámpara cuando se va de la lámpara desnuda estabilizada a la estabilidad bajo operación en la luminaria.

- **Temperatura de la lámpara.**

El diseño de la luminaria deberá ser tal que la máxima temperatura de la luminaria dada en la sección de características físicas en la hoja de datos de la lámpara no sea excedida.

- **Posición de operación de la lámpara.**

Una luminaria deberá mantenerse entre los límites de su posición de operación.

3.2 Análisis comparativo de las normas estudiadas para lámparas incandescentes y lámparas fluorescentes compactas.

A continuación se presenta un análisis comparativo de las normas estudiadas previamente. Este análisis estará compuesto principalmente por la declaración de eficiencia energética de los tipos de lámparas, ya que el etiquetado energético es realizado a partir de esta.

La declaración de eficiencia energética viene dada a partir de la determinación de la potencia para lámparas de clase A y la determinación del índice de eficiencia energética para lámparas de la clase B hasta la G. De acuerdo a esto tenemos que las lámparas se clasifican de tal manera que el consumidor final puede realizar la selección con un criterio formado, conociendo las características principales de la lámpara además del costo de la misma. Debido a estas razones justificamos la decisión de realizar un análisis comparativo entre las diferentes normas estudiadas, de manera que podamos discernir y tomar la decisión correcta, respecto de qué lámpara usar y en qué tipo de aplicación.

Otros puntos importantes que complementarán el análisis comparativo son:

- Características de las lámparas.
- Métodos de ensayo a aplicarse.
- Otros detalles.

El presente análisis comparativo es destinado directamente a las lámparas fluorescentes compactas y a las lámparas incandescentes, dejando de lado las lámparas de alta presión, debido a que por medio del mismo análisis se basará la propuesta de normas para lámparas incandescentes para el Ecuador, siendo de naturaleza diferente la propuesta que se dará para lámparas de alta presión.

Las normas que se han tomado como referencia para el estudio realizado en el presente trabajo son:

- Norma de Argentina: **IRAM 62404-2.**
- Norma del Ecuador: **RTE INEN 036:2008.**
- Norma de Uruguay: **UNIT 1160:2007.**
- Norma de Nicaragua: **NTON 10 006-07.**
- Norma de Uruguay: **UNIT 1159:2007.**
- Norma de Bolivia: **IBNORCA EQNB 87001.**

3.2.1 Clases de eficiencia energética.

A continuación se procederá a realizar un análisis comparativo respecto de las normas previamente analizadas para complementar el estudio. Para esto comenzaremos por comparar la clase de eficiencia correspondiente a cada lámpara de acuerdo al país donde esta se encuentra vigente.

Entendemos que para lámparas de clase A su eficiencia viene dada a partir de la potencia de la misma, por ende comparamos las ecuaciones destinadas a determinar la potencia tanto para lámparas fluorescentes compactas como para lámparas incandescentes.

Para lámparas fluorescentes compactas tenemos la siguiente tabla para realizar el análisis comparativo de la eficiencia energética:

CLASIFICACION "A".			
País donde se aplica la norma	Tipo de lámpara	Formulas	
		Lámpara sin balasto integrado	Otras lámparas fluorescentes
Argentina	Lámpara fluorescente compacta	$P \leq (0,15\sqrt{\phi}) + 0,0097\phi$	$P \leq (0,24\sqrt{\phi}) + 0,0103\phi$
Uruguay	Lámpara fluorescente compacta	$P \leq (0,15\sqrt{\phi}) + 0,0097\phi$	$P \leq (0,24\sqrt{\phi}) + 0,0137\phi$
Ecuador	Lámpara fluorescente compacta	$P \leq (0,15\sqrt{\phi}) + 0,0097\phi$	$P \leq (0,24\sqrt{\phi}) + 0,0103\phi$

TABLA # 3.22: Clasificación A para lámparas fluorescentes compactas.

Tal como podemos apreciar las formulas utilizadas para determinar la eficiencia energética en lámparas fluorescentes compactas son exactamente las mismas en Argentina y Ecuador, pero existe una variante en Uruguay, dado que usan las mismas fórmulas para lámparas sin balasto integrado pero en otras lámparas fluorescentes hay un cambio en el segundo término de la potencia.

Para lámparas en Argentina y Ecuador se tiene como segundo término de la potencia $0,0103\phi$ mientras que en Uruguay se tiene $0,0137\phi$, esta modificación en el segundo término no representa un cambio significativo en los resultados a obtenerse, pero se debe tener presente que es un término diferente de acuerdo a lo establecido en las normas estudiadas para el presente análisis.

Dicho cambio puede deberse a que se hayan obtenido resultados diferentes al realizar las pruebas correspondientes a los métodos de ensayo que estos proponen, sin embargo esto nada más representa una alternativa en cuanto a la clasificación de lámparas de estas características.

Para lámparas incandescentes tenemos la siguiente tabla para realizar el análisis comparativo de la eficiencia energética.

CLASIFICACION "A".		
País donde se aplica la norma	Tipo de lámpara	Formula
Nicaragua	Lámpara incandescente	$P \leq (0,24\sqrt{\phi}) + 0,0103\phi$
Uruguay	Lámpara incandescente	$P \leq (0,24\sqrt{\phi}) + 0,0103\phi$
Bolivia	Lámpara Incandescente	$P \leq (0,24\sqrt{\phi}) + 0,0103\phi$

TABLA # 3.23: Clasificación A para lámparas incandescentes.

Podemos apreciar que las normas correspondientes a Nicaragua, Uruguay y Bolivia para lámparas incandescentes determinan la potencia de la lámpara con exactamente la misma ecuación, no hay cambios en ninguno de los términos asociados al cálculo de la potencia, de manera que se puede concluir que esta ecuación es bastante aproximada en cuanto a lo que refiere a determinación de eficiencia energética de lámparas incandescentes de clase A. Es indispensable dejar claro que el planteamiento de estas ecuaciones viene dado a partir de pruebas a nivel de laboratorios. Estas pruebas son indicadas en los métodos de ensayo especificados en el estudio de cada norma.

Ahora se procederá a realizar el análisis comparativo a la clasificación correspondiente de la B hasta la G para lámparas fluorescentes compactas.

CLASIFICACION DE LA "B" HASTA LA "G".				
País donde se aplica la Norma	Tipo de Lámpara	Índice de EE (%)	Potencia de Referencia	Rangos del Índice de Eficiencia Energética de acuerdo a la Clase
Argentina	Lámpara fluorescente compacta	$I = \frac{P}{Pr} \times 100$	$Pr = (0,88\sqrt{\phi}) + 0,049\phi$ $\phi > 34 \text{ lm}$	B C D E F G
			$Pr = 0,20\phi$ $\phi \leq 34 \text{ lm}$	$I < 60\%$ $60\% \leq I < 80\%$ $80\% \leq I < 95\%$ $95\% \leq I < 110\%$ $110\% \leq I < 130\%$ $I \geq 130\%$
Ecuador	Lámpara fluorescente compacta	$I = \frac{P}{Pr} \times 100$	$Pr = (0,88\sqrt{\phi}) + 0,049\phi$ $\phi > 34 \text{ lm}$	B C D E F G
			$Pr = 0,20\phi$ $\phi \leq 34 \text{ lm}$	$I \leq 60\%$ $60\% < I \leq 80\%$ $80\% < I \leq 95\%$ $95\% < I \leq 110\%$ $110\% < I \leq 130\%$ $I > 130\%$
Uruguay	Lámpara fluorescente compacta	$I = \frac{P}{Pr} \times 100$	$Pr = (0,88\sqrt{\phi}) + 0,049\phi$ $\phi > 34 \text{ lm}$	B C D E F G
			$Pr = 0,20\phi$ $\phi \leq 34 \text{ lm}$	$I < 60\%$ $60\% \leq I < 80\%$ $80\% \leq I < 95\%$ $95\% \leq I < 110\%$ $110\% \leq I < 130\%$ $I \geq 130\%$

TABLA # 3.24: Clasificación de la B hasta la G para lámparas fluorescentes compactas.

Como podemos apreciar dentro del análisis de la clasificación de las lámparas fluorescentes compactas, comprendido de la B hasta la G, tenemos que el índice de eficiencia energética corresponde a la relación entre la potencia de la lámpara y la potencia de referencia, y es un valor que viene dado en porcentaje; las formulas para el cálculo de la potencia de referencia son exactamente las mismas para Argentina, Ecuador y Uruguay y estas vienen dadas de acuerdo al rango en el cual se encuentra el flujo luminoso. De esta forma se tiene que cuando el flujo luminoso es mayor que 34 lúmenes hay una ecuación para el cálculo de la potencia de referencia y cuando éste es menor o igual que 34 lúmenes se usa otra ecuación. La potencia de la lámpara en cuestión, para el cálculo del índice de eficiencia energética, corresponde al valor propio asociado a cada lámpara.

Por otra parte los rangos en los que se encuentra el índice de eficiencia energética para Argentina y Uruguay son los mismos, sin embargo el índice de eficiencia energética involucra diferentes rangos para la norma de Ecuador, considerando por ejemplo que una lámpara con un índice de eficiencia energética igual al 60% corresponde a una lámpara clase B cuando de acuerdo a las normas de Argentina y Uruguay esto correspondería a una lámpara clase C, así mismo se encuentran cambios en los rangos de eficiencia para las demás clases de lámparas de acuerdo a lo que indican las normas de estos países.

Ahora se procederá a realizar el análisis comparativo a la clasificación correspondiente de la B hasta la G para lámparas incandescentes.

CLASIFICACION DE LA "B" HASTA LA "G".				
País donde se aplica la Norma	Tipo de Lámpara	Índice de EE (%)	Potencia de Referencia	Rangos del Índice de Eficiencia Energética de acuerdo a la Clase
Nicaragua	Lámpara incandescente	$I = \frac{P}{Pr} \times 100$	$Pr = (0,88\sqrt{\phi}) + 0,049\phi$ $\phi > 34 \text{ lm}$	B C D E F G
			$Pr = 0,20\phi$ $\phi \leq 34 \text{ lm}$	$I < 60\%$ $60\% \leq I < 80\%$ $80\% \leq I < 95\%$ $95\% \leq I < 110\%$ $110\% \leq I < 130\%$ $I \geq 130\%$
Uruguay	Lámpara incandescente	$I = \frac{P}{Pr} \times 100$	$Pr = (0,88\sqrt{\phi}) + 0,049\phi$ $\phi > 34 \text{ lm}$	B C D E F G
			$Pr = 0,20\phi$ $\phi \leq 34 \text{ lm}$	$I < 60\%$ $60\% \leq I < 80\%$ $80\% \leq I < 95\%$ $95\% \leq I < 110\%$ $110\% \leq I < 130\%$ $I \geq 130\%$
Bolivia	Lámpara incandescente	$I = \frac{P}{Pr} \times 100$	$Pr = (0,88\sqrt{\phi}) + 0,049\phi$ $\phi > 34 \text{ lm}$	B C D E F G
			$Pr = 0,20\phi$ $\phi \leq 34 \text{ lm}$	$I < 60\%$ $60\% \leq I < 80\%$ $80\% \leq I < 95\%$ $95\% \leq I < 110\%$ $110\% \leq I < 130\%$ $I \geq 130\%$

TABLA # 3.25: Clasificación de la B hasta la G para lámparas incandescentes.

Tal como podemos apreciar para el análisis de la clasificación de las lámparas incandescentes desde la B hasta la G tenemos que el índice de

eficiencia energética es calculado exactamente igual para las normas de Nicaragua, Uruguay y Bolivia, este corresponde a la relación entre la potencia de referencia y la potencia de la lámpara y en las tres normas viene dado en porcentaje.

Esta es la misma ecuación que se usó para las lámparas fluorescentes compactas y así mismo se tiene que la potencia de referencia es calculada de acuerdo al rango en el que se encuentra el flujo luminoso asociado a la lámpara en cuestión.

De manera que se tiene, así como para las lámparas fluorescentes compactas, dos ecuaciones para potencia de referencia, una que es usada cuando el flujo luminoso es menor que 34 lúmenes y otra para cuando el flujo luminoso es mayor o igual que 34 lúmenes.

Las tres normas estudiadas indican los mismos rangos para el índice de eficiencia energética de las lámparas, a diferencia de lo que se estudió para las lámparas fluorescentes compactas, donde la norma ecuatoriana presentaba rangos diferentes.

3.2.2 Características de las lámparas.

Otro punto, de vital importancia para el presente análisis comparativo, corresponde a las características de los tipos de lámparas a los cuales se aplican las normas estudiadas.

A continuación se presenta un cuadro comparativo de las características de las lámparas fluorescentes compactas.

Características de las lámparas				
País donde se aplica la norma	Tipo de lámpara	Tensión aplicada a la lámpara	Potencia de la lámpara	Otros detalles
Argentina	Lámpara fluorescente compacta	$200V \leq T \leq 250V$	$P \leq 60W$	Para lámparas con balasto incorporado
Ecuador	Lámpara fluorescente compacta	$110V \leq T \leq 277V$	$P \leq 60W$	Para lámparas de construcción modular o integral con balasto electrónico
Uruguay	Lámpara fluorescente compacta	$110V \leq T \leq 250V$ Lámparas con balasto	$5W \leq P \leq 110W$	Para lámparas integradas o no con balasto electromagnético o electrónico, circular y tubular

TABLA # 3.26: Características de las lámparas fluorescentes compactas.

De acuerdo a lo que podemos apreciar en el cuadro tenemos que los rangos de tensión a aplicarse a las lámparas en los tres países en los que se realizó el estudio de normas son diferentes, en Argentina se trabaja con un rango de 200V a 250V, en Ecuador se trabaja con un rango de 110V a 277V y en Uruguay se trabaja con un rango de 110V a 250V, ambos trabajan con el mismo voltaje mínimo a aplicarse pero el máximo si es diferente.

Por otra parte, tanto Argentina como Ecuador trabajan con el mismo valor de potencia para la lámpara, el cual debe ser menor o igual que 60W, pero Uruguay tiene un rango de potencia que es de 5W a 110W.

Se especifica además, en “otros detalles”, los tipos de lámparas a los cuales se aplica la norma y los valores de voltaje y potencia especificados en el cuadro.

A continuación se presenta un cuadro con las características de las lámparas incandescentes.

Características de las lámparas				
País donde se aplica la norma	Tipo de lámpara	Tensión aplicada a la lámpara	Potencia de la lámpara	Otros detalles
Nicaragua	Lámpara incandescente	$100V \leq T \leq 250V$	$25W \leq P \leq 200W$	Para lámparas incandescentes con filamento de tungsteno
Uruguay	Lámpara incandescente	$100V \leq T \leq 250V$	$25W \leq P \leq 200W$	Para lámparas incandescentes con filamento de tungsteno
Bolivia	Lámpara incandescente	$100V \leq T \leq 250V$	$25W \leq P \leq 200W$	Para lámparas incandescentes con filamento de tungsteno

TABLA # 3.27: Características de las lámparas incandescentes.

Este cuadro comparativo nos indica que no hay cambios en la tensión aplicada a las lámparas o los rangos de potencia de las mismas en ninguno de los países a los que corresponden las normas con las que se realizó el estudio, lo cual es válido para lámparas incandescentes con filamento de tungsteno para uso doméstico y usos similares para iluminación general.

3.2.3 Métodos de ensayo a aplicarse.

Cada norma indica los métodos de ensayo mediante los cuales se obtienen los parámetros para determinar la eficiencia energética de las lámparas. El

cuadro presentado a continuación indica las normas correspondientes a los métodos de ensayo a aplicarse a las lámparas según el país que corresponda.

Métodos de ensayo		
País donde se aplica la norma	Tipo de lámpara	Ensayo
Argentina	Lámpara fluorescente compacta	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 60969, para lámparas fluorescentes con balasto incorporado. • IEC 60901, para lámparas fluorescentes de simple casquillo. • IEC 60081, para lámparas fluorescentes de doble casquillo. • CIE 84, para la medición del flujo luminoso.
Ecuador	Lámpara fluorescente compacta	<ul style="list-style-type: none"> • NTE INEN-IEC 969, Anexo A. Para lámparas fluorescentes con balasto incorporado. • NTE INEN-IEC 901. Para lámparas fluorescentes de simple casquillo. • IEC 60081, Anexo B. Para lámparas fluorescentes de doble casquillo. • Norma CIE 84:1989. Para medición del flujo luminoso
Uruguay	Lámpara fluorescente compacta	<ul style="list-style-type: none"> • Norma IEC 60969. Para lámparas fluorescentes con balasto incorporado. • Norma IEC 60901. Para lámparas fluorescentes de simple casquillo. • Norma IEC 60081. Para lámparas fluorescentes de doble casquillo. • Norma UNIT 1155, para medición de flujo luminoso de lámparas

TABLA # 3.28: Métodos de ensayo para lámparas fluorescentes compactas.

Del cuadro dado se puede apreciar que entre las normas usadas para las pruebas a efectuarse al realizar los métodos de ensayo se tienen para los tres países normas de la IEC o normas que son determinadas a partir de un estudio realizado a las normas de la IEC.

Las tres normas estudiadas consideran pruebas a realizarse a lámparas fluorescentes con balasto incorporado, lámparas fluorescentes de casquillo simple y lámparas fluorescentes de casquillo doble.

Tanto la norma de Argentina como la de Uruguay indican que las pruebas son realizadas a partir de las normas IEC 60969, IEC 60901 y IEC 60081. La norma ecuatoriana considera a su vez normas establecidas por el reglamento técnico ecuatoriano determinadas de un estudio realizado a las normas de la IEC previamente citadas.

Hay una tercera prueba a realizarse y esta es la de medición del flujo luminoso, para la cual tanto la norma de Argentina como la de Ecuador consideran la norma CIE 84. Uruguay usa la norma UNIT 1155, correspondiente a un estudio realizado a la norma CIE 84.

Para los métodos de ensayo para lámparas incandescentes se presenta el siguiente cuadro:

Métodos de ensayo		
País donde se aplica la norma	Tipo de lámpara	Ensayo
Nicaragua	Lámpara incandescente	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 60064:1993 – Tungsten filament lamps for domestic and similar general lightning purposes. • IEC 60064 Amendment 1:2000. • IEC 60064 Amendment 2:2002 • CIE 84:1989. The measurement of lux, 1st edition, Vienna, CIE. • Norma COPANT 1708:2006.
Uruguay	Lámpara incandescente	<ul style="list-style-type: none"> • Norma IEC 60064 (parámetros eléctricos y vida truncada). Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes. Performance requirements. • Norma UNIT 1155 (parámetros fotométricos). Guía para la medición del flujo luminoso.
Bolivia	Lámpara incandescente	<ul style="list-style-type: none"> • Norma IEC 60064. Parámetros eléctricos y vida truncada. • Norma CIE 84. Parámetros fotométricos.

TABLA # 3.29: Métodos de ensayo para lámparas incandescentes.

El cuadro comparativo para lámparas incandescentes considera las normas de tres países para las pruebas correspondientes a los métodos de ensayo a aplicarse para este tipo de lámparas.

La norma IEC 60064 está orientada a lámparas con filamento de tungsteno para uso doméstico y similar para propósitos de alumbrado general. Esta norma considera las pruebas que deben realizarse para que las lámparas cuenten con un funcionamiento dentro de los parámetros normales.

Para Nicaragua tenemos que los métodos de ensayo incluyen la norma actualizada hasta el 2002, Uruguay y Bolivia únicamente especifican que se usa esa norma y no dan mayor información respecto de la actualización de la misma y su implementación.

Otra norma usada para este tipo de lámparas es la CIE 84 para la determinación del flujo luminoso, también usada en lámparas fluorescentes compactas. Esta última es usada por Nicaragua, Uruguay y Bolivia, es implementada para la clasificación de las lámparas.

3.2.4 Otros detalles.

En este último punto consideramos otras ideas que es importante tener presentes ya que conforman parte del proceso de etiquetado y constituyen una ayuda complementaria al análisis realizado.

La información correspondiente a los requisitos para el etiquetado, muestreo de verificación, detalle de la etiqueta y al embalaje de las lámparas es la misma para lámparas incandescentes y fluorescentes compactas, lo cual fue

corroborado en el estudio previo que se realizó a las normas estudiadas, razón por la cual se considera un mismo cuadro.

Etiquetado de lámparas fluorescentes compactas y lámparas incandescentes.	
Requisitos de etiquetado	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de la etiqueta. • Permanencia de la etiqueta. • Información de la etiqueta.
Muestreo de verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad mínima de lámparas a evaluarse: 20 • Numero de lámparas que pueden fallar: 3 (15% de la muestra).
Detalle de la etiqueta	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño y dimensiones de la etiqueta. • Color de la etiqueta.
Embalaje de la lámpara	<ul style="list-style-type: none"> • Marca del fabricante. • Potencia en vatios. • Flujo luminoso en lumen. • Eficiencia en lm/W. • Vida nominal declarada por el fabricante en horas.

TABLA # 3.30: Otros detalles en el etiquetado.

En este cuadro se tienen los requisitos de etiquetado, el muestreo de verificación, detalles de la etiqueta y embalaje de la lámpara. Las seis

normas respetan la estructura general de cómo estos cuatro requisitos de etiquetado deben venir dado.

Los requisitos generales de etiquetado son la ubicación de la etiqueta, la permanencia de la etiqueta y la información que viene dada en la etiqueta. Estos dos primeros son exactamente iguales en las seis normas, el último tiene cierta información que es considerada de carácter opcional en la etiqueta.

Básicamente se debe incluir en forma obligatoria el flujo luminoso de la lámpara, la potencia de la lámpara y la vida nominal de la lámpara. Nicaragua también incluye la frecuencia, pero es un detalle que no es obligatorio incluir en la etiqueta.

Para las seis normas, sin excepción, se tiene que el muestreo de verificación debe hacerse con una cantidad mínima de seis lámparas y solo pueden fallar 3 de ellas para cumplir la declaración de eficiencia.

En el detalle de la etiqueta se incluye el tamaño y dimensiones de la etiqueta además del color de la misma. Las dimensiones son iguales para las seis normas, este viene dado de acuerdo a la cantidad de información que se incluya. En el caso de la norma de Nicaragua que incluye además la

frecuencia, se tiene otras dimensiones que se deben respetar, pero en términos generales son las mismas.

La información mínima a incluirse en el embalaje de la lámpara incluye la marca del fabricante, la potencia de la lámpara, el flujo luminoso, la eficiencia de la lámpara y la vida nominal declarada por el fabricante.

Esta información es la que generalmente se encuentra en el embalaje de la lámpara sin embargo si podemos encontrar lámparas en cuyo embalaje haya información adicional o que no se incluya algo de lo previamente mencionado.

La norma de Nicaragua para lámparas incandescentes y la de Uruguay para lámparas incandescentes y lámparas fluorescentes compactas incluye la tensión de la lámpara.

La norma de Ecuador para lámparas fluorescentes compactas también incluye la tensión de la lámpara.

La norma de Argentina para lámparas fluorescentes compactas no incluye la eficiencia en el embalaje, pero si incluye la tensión de la lámpara.

3.3 Propuesta de normas de etiquetado energético de lámparas en el Ecuador.

A continuación se presenta una propuesta de normas de etiquetado energético basada en el estudio de normas realizado en el presente trabajo. Las normas propuestas a continuación corresponden a los siguientes tipos de lámparas:

- Lámparas incandescentes.
- Lámparas de alta presión.

3.3.1 Propuesta de norma de etiquetado energético para lámparas incandescentes.

La propuesta de norma para el etiquetado energético de lámparas incandescentes es realizada teniendo en cuenta el estudio de normas previamente presentado, la idea general de este planteamiento de norma para lámparas incandescentes es que se cuente con una norma ecuatoriana que permita al usuario ahorrar energía para de esta forma contribuir a la eficiencia energética con usuarios que podrán tomar una decisión respecto del consumo de energía y de cómo economizar mediante el uso de lámparas más eficientes en el alumbrado interior de sus hogares.

Objetivo.

La presente norma propuesta para Ecuador establece una metodología para clasificar lámparas incandescentes de uso doméstico y similar de acuerdo a la eficiencia energética de las mismas, los métodos de ensayo a aplicarse y las características propias de la etiqueta energética correspondiente.

Alcance.

La norma propuesta tiene como alcance lámparas con las siguientes características:

- Potencia nominal entre 25W y 200W inclusive.
- Tensión nominal entre 100V y 250V.
- Bulbo de forma A, PS o PA.
- Bulbos claros, lisos o con recubrimiento blanco o equivalente.
- Casquillos (Base roscas) E26 y E27.

Normas de referencia.

Las normas de referencia para este documento son las que se estudiaron previamente en el presente documento, estas son:

- Norma de Nicaragua: **NTON 10 006-07.**
- Norma de Uruguay: **UNIT 1159:2007.**
- Norma de Bolivia: **IBNORCA EQNB 87001.**

Términos y definiciones.

- **Lámpara:** Fuente que produce un tipo de radiación en el espectro visible.
- **Eficiencia luminosa:** La eficiencia luminosa corresponde a la relación entre eflujo luminoso total emitido por una fuente respecto de la potencia total que es absorbida por dicha fuente.
- **Eficiencia energética:** La eficiencia energética corresponde a la relación entre la energía aprovechada con la energía total utilizada en el proceso específico que se esté realizando.
- **Flujo luminoso:** Es la energía radiada por una fuente luminosa en el tiempo. Su unidad es el lumen.
- **Potencia:** La potencia es la medida de la rapidez con que se da el consumo de la energía eléctrica. La potencia es medida en vatios.

Requisitos de etiquetado.

Entre los requisitos de etiquetado se tienen los siguientes:

- **Requisitos generales.**
 - **Ubicación:** La etiqueta debe ser adherida o ubicada en cualquiera de las caras del embalaje de la lámpara en cuestión,

nada que se encuentre en la parte exterior del embalaje debe impedir la visibilidad de la etiqueta.

- **Permanencia:** La etiqueta debe permanecer en el embalaje, por lo menos hasta que la lámpara sea adquirida por el consumidor final.
- **Información:** La etiqueta deberá marcar una mínima información, esta es especificada posteriormente en la presente propuesta.

- **Requisitos específicos.**

- **Etiquetado:** La etiqueta declarará la clase de eficiencia energética de acuerdo a lo que establece la presente norma.
- **Dimensiones:** La etiqueta debe mantener la proporciones fijadas en la presente norma y establecidas posteriormente.

En el momento en que ninguna de las caras del embalaje de la lámpara tenga las dimensiones necesarias para abarcarla etiqueta y su contorno, o en el momento en que estas ocupen más del 50% de la superficie de la mayor cara, la etiqueta y su contorno pueden ser reducidas, guardando las proporciones correctas, pero únicamente lo necesario para cumplir con los requisitos de la presente norma.

La etiqueta debe tener un tamaño exterior que tenga como mínimo un tamaño de 18,5mm por 26mm y debe obligatoriamente guardar las proporciones fijadas en la norma.

La etiqueta puede ir adjunta a la lámpara, en el caso en que el embalaje sea lo suficientemente pequeño como para poder albergar la etiqueta reducida.

Los elementos incluidos en la etiqueta deben ser legibles y guardar concordancia con lo establecido en la norma.

○ **Color:** La etiqueta puede venir dada de dos formas:

- Monocromática.

Si la etiqueta es monocromática el requisito a cumplirse es que debe haber contraste entre el color del fondo utilizado y la información presente en la misma.

- A colores.

En el caso en que se decida a utilizarse una etiqueta a colores se debe considerar la tabla presentada a continuación.

Clase de Consumo	Ciano	Magenta	Amarillo	Negro
A	100%	0%	100%	0%
B	70%	0%	100%	0%
C	30%	0%	100%	0%
D	0%	0%	100%	0%
E	0%	30%	100%	0%
F	0%	70%	100%	0%
G	0%	100%	100%	0%
Contorno de etiqueta	100%	0%	70%	0%
Texto	0%	0%	0%	100%
Fondo	0%	0%	0%	0%

TABLA # 3.31: Colores de la etiqueta de acuerdo a la clasificación energética (norma propuesta).

Clases de eficiencia energética.

La clasificación energética de las lámparas viene dada por las letras desde la A hasta la G respectivamente, lo cual indica la eficiencia de la lámpara de mayor a menor de acuerdo a la letra asignada.

La clasificación correspondiente al desempeño energético de las lámparas viene dada a partir del uso de las siguientes fórmulas que permiten conocer los rangos de eficiencia:

- **Clasificación A.**

Las lámparas que entran en ésta clasificación son aquellas que al usar la ecuación correspondiente, sus valores cumplen el rango de potencia especificado para la lámpara.

$$P \leq (0,24\sqrt{\phi}) + 0,0137\phi$$

Donde:

P : Potencia de la Lámpara en Watts.

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

Es indispensable especificar que el flujo luminoso y la potencia de la lámpara son medidos cuando al circuito se aplica el voltaje correspondiente al país donde se comercializa.

- **Clasificación desde la B hasta la G.**

Para realizar esta clasificación hay que medir el índice de eficiencia energética, que es la relación de la potencia de la lámpara a la

potencia de referencia de la misma y viene dada en porcentaje, tal como se indica a continuación:

$$I(\%) = \frac{P}{Pr} \times 100$$

Considerando:

Rango del flujo luminoso de la lámpara	Potencia de referencia de la lámpara
$\phi > 34 \text{ lm}$	$Pr = (0,88\sqrt{\phi}) + 0,049\phi$
$\phi \leq 34 \text{ lm}$	$Pr = 0,20\phi$

TABLA # 3.32: Potencia de referencia de acuerdo al flujo luminoso (norma propuesta).

Donde:

P : Potencia de la lámpara en Watts.

Pr : Potencia de referencia en Watts.

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara en lumen.

El flujo luminoso y la potencia son medidos cuando al circuito de operación de la lámpara se le aplica la tensión del país donde se comercializa. Las mediciones correspondientes son realizadas de

acuerdo a los métodos de ensayo descritos posteriormente en la presente norma.

Entonces se tienen las diferentes clases de eficiencias que se pueden obtener a partir de los rangos del índice de eficiencia energética, estas pueden ser visualizadas en el cuadro a continuación:

Clasificación de la lámpara	Índice de Eficiencia Energética
B	$I \leq 60\%$
C	$60\% < I \leq 80\%$
D	$80\% < I \leq 95\%$
E	$95\% < I \leq 110\%$
F	$110\% < I \leq 130\%$
G	$I > 130\%$

TABLA # 3.33: Índice de eficiencia energética (norma propuesta).

Muestreo de verificación.

Es indispensable realizar un muestreo de verificación para declarar la eficiencia energética de una lámpara. Para esto en el muestreo de verificación se debe evaluar una cantidad mínima de 20 lámparas de las cuales se permitirá que fallen un máximo de 3 lámparas, lo cual corresponde al 15% de la muestra, en caso de que falle una cantidad por encima de las 3 lámparas el producto no cumplirá la declaración de eficiencia.

Métodos de ensayo.

Se debe aplicar la norma CIE 84 para la medición de parámetros fotométricos de las lámparas. Previo al ensayo correspondiente al flujo luminoso de la lámpara, estas deben ser envejecidas a una tensión que se encuentre entre la nominal y 110% el valor de la nominal por un periodo entre el 0,04% y 0,1% de la vida normal declarada para la lámpara.

Al aplicar la norma CIE 84 se debe tener presente que la variación de tensión debe estar comprendida entre el +/- 0,2% de la tensión nominal.

Otra norma a aplicarse es la IEC 60064 que es para la medición de parámetros eléctricos y vida trunca de la lámpara, esta norma es dirigida directamente para lámparas con filamento de tungsteno para uso doméstico y similar para propósitos de iluminación general.

Marcado.

La información mínima que debe constar en la marcación en el budo debe ser la siguiente.

- Nombre del fabricante.
- Tensión de la lámpara en voltios.
- Potencia de la lámpara en vatios.

Diseño de la etiqueta.

El diseño y dimensiones de la etiqueta vienen dados en la siguiente figura:

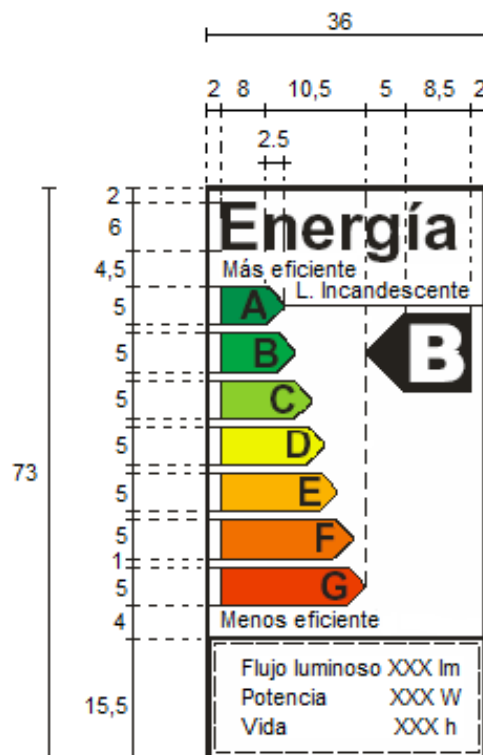


FIGURA # 3.15: Diseño de etiqueta y dimensiones. Norma ecuatoriana.

Embalaje.

La información mínima que se incluirá en el embalaje de la lámpara será la siguiente:

- Marca del fabricante.
- País de fabricación.
- Potencia.
- Tensión.
- Eficiencia.
- Vida nominal declarada por el fabricante.

3.3.2 Propuesta de norma de etiquetado energético para lámparas de alta presión.

La norma presentada a continuación proporciona el etiquetado de lámparas de alta presión de acuerdo a la potencia y flujo luminoso de las mismas. Se consideran lámparas de alta presión de vapor de sodio y vapor de mercurio y lámparas con halogenuros metálicos.

Dado que las lámparas de alta presión son eficientes, el etiquetado propuesto será principalmente un etiquetado comparativo entre los diferentes tipos de lámparas para proporcionar al usuario información respecto de la eficiencia de una lámpara de vapor de sodio de alta presión en relación con la de una de vapor de mercurio de alta presión y la de las lámparas que contienen halogenuros metálicos, de manera que de acuerdo a esta información el usuario pueda tomar una decisión más acertada respecto del bien que va a adquirir y de esta forma contribuir a la eficiencia energética.

Esta norma de etiquetado va dirigida principalmente para el sector industrial y para el alumbrado público. Debido a que en los sectores indicados las personas que tendrán acceso a las normas serán en su mayoría tecnólogos e ingenieros, se considera la información sugerida en la etiqueta valiosa para la toma de decisión y se asegura que el usuario podrá interpretar la información correctamente y tomar la mejor decisión según sea el caso.

Objetivo.

La presente norma propuesta para Ecuador corresponde a un etiquetado energético de carácter comparativo no obligatorio para lámparas de alta presión de sodio, lámparas de alta presión de mercurio y lámparas con halogenuros metálicos. La idea de esta propuesta de norma es mejorar la eficiencia energética principalmente a nivel del alumbrado público al proporcionar información necesaria respecto de la lámpara a utilizarse para la aplicación específica que se vaya a realizar.

Alcance.

La presente norma está dirigida para las siguientes lámparas:

- Lámparas de alta presión de vapor de sodio.
- Lámparas de alta presión de vapor de mercurio.
- Lámparas con halogenuros metálicos.

Normas de referencia.

Las normas de referencia en base a las cuales se trabajó la siguiente norma propuesta son:

- Norma IEC 60662: Lámparas de alta presión de vapor de sodio.
- Norma IEC 60188: Lámparas de alta presión de vapor de mercurio. Especificaciones de desempeño.

- Normas ANSI_ASLG C78.43-2007 y ANSI_ASLG C78.44-2008: Lámparas con halogenuros metálicos.

Términos y definiciones.

- **Lámpara:** Fuente que produce un tipo de radiación en el espectro visible.
- **Eficiencia luminosa:** La eficiencia luminosa corresponde a la relación entre eflujo luminoso total emitido por una fuente respecto de la potencia total que es absorbida por dicha fuente.
- **Eficiencia energética:** La eficiencia energética corresponde a la relación entre la energía aprovechada con la energía total utilizada en el proceso específico que se esté realizando.
- **Flujo luminoso:** Es la energía radiada por una fuente luminosa en el tiempo. Su unidad es el lumen.
- **Potencia:** La potencia es la medida de la rapidez con que se da el consumo de la energía eléctrica. La potencia es medida en vatios.
- **Índice de reproducción cromática:** El índice de reproducción cromática corresponde a la capacidad de una lámpara de reproducir fielmente los colores de los diferentes objetos en relación a una fuente de luz natural.

Requisitos de etiquetado.

Entre los requisitos de etiquetado se tienen los siguientes:

- **Requisitos generales.**

- **Ubicación:** La etiqueta debe ser adherida o ubicada en cualquiera de las caras del embalaje de la lámpara en cuestión, nada que se encuentre en la parte exterior del embalaje debe impedir la visibilidad de la etiqueta.
- **Permanencia:** La etiqueta debe permanecer en el embalaje, por lo menos hasta que la lámpara sea adquirida por el consumidor final.
- **Información:** La etiqueta deberá marcar una mínima información, esta es especificada posteriormente en la presente propuesta.

- **Requisitos específicos.**

- **Etiquetado:** La etiqueta declarará la clase de eficiencia energética de acuerdo a lo que establece la presente norma.
- **Dimensiones:** La etiqueta debe mantener la proporciones fijadas en la presente norma y establecidas posteriormente.

En el momento en que ninguna de las caras del embalaje de la lámpara tenga las dimensiones necesarias para abarcarla etiqueta y su contorno, o en el momento en que estas ocupen más del 50% de la superficie de la mayor cara, la etiqueta y su contorno pueden ser reducidas, guardando las proporciones correctas, pero únicamente lo necesario para cumplir con los requisitos de la presente norma.

La etiqueta debe tener un tamaño exterior que tenga como mínimo un tamaño de 18,5mm por 26mm y debe obligatoriamente guardar las proporciones fijadas en la norma.

La etiqueta puede ir adjunta a la lámpara, en el caso en que el embalaje sea lo suficientemente pequeño como para poder albergar la etiqueta reducida.

Los elementos incluidos en la etiqueta deben ser legibles y guardar concordancia con lo establecido en la norma.

- **Color:**

La etiqueta vendrá dada en forma monocromática. El único requisito a cumplirse es que debe haber contraste entre el color del fondo utilizado y la información presente en la misma.

Determinación del etiquetado.

Según varios fabricantes de lámparas de alta presión se tiene que parámetros como el flujo luminoso incrementan con la potencia de las lámparas, la vida útil depende de las especificaciones de los fabricantes, la corriente normal de operación; es claro que depende de la potencia, el voltaje depende de los componentes internos, así como todos tiene un casquillo E27 o E40.

TIPO	Potencia Lámpara (W)	Tensión Lámpara (V)	Corriente Lámpara (A)	Flujo Luminoso (lm)	Temperatura Color (K)	Vida Útil
Mercurio	125	115-145	1,25	6000	4300	15000
	250	135	2,15	12500	4200	15000
	400	140	3,25	22000	4200	15000
	700	220	5,4	38500	4300	16000
	1000	220	7,4	58500	4200	16000
Sodio	70	90	0,98	5600	2000	22000
	100	90	1,2	12000	2000	22000
	150	85-115	1,8	15500	2300	22000
	250	85-115	3	28000	2300	22000
	400	85-115	4,6	46000	2300	22000
	600	112	6	90000	2100	22000
	1000	115	8	117000	2000	18000
Metal Halide	150	8-105	1,88	12500	5200	10000
	250	115-138	2,15	21000	4200	15000
	400	115-140	3,25	33000	4200	15000
	1000	220	9,3	90000	5600	5000
	2000	380	10,3	190000	5600	8000

TABLA # 3.34: Relaciones entre tipos de lámparas.

Las lámparas de descarga de acuerdo a los niveles de iluminancia se las puede agrupar de la siguiente manera:

COMPARACIONES DE LAMPARAS DE ALTA PRESION						
		RANGO DE LUMENES				
TIPO		5000 - 10000	10000 - 15000	15000 - 30000	30000 - 60000	>60000
Mercurio	(W)	125	250	400	700-1000	-
Sodio	(W)	70	100	150	250-400	600- 1000
Metal Halide	(W)	-	150	250	400	1000- 2000

TABLA # 3.35: Comparaciones de lámparas de alta presión.

Para niveles de lúmenes en los diferentes rangos mostrados en la tabla 3.35 es posible comparar lámparas de los diferentes tipos con las potencias que son equivalentes para el rango mostrado.

Así por ejemplo para los diferentes tipos de lámparas se tienen que las de 250W de mercurio, 100W de sodio, 150W metal halide pertenecen al rango de 10000-15000 lúmenes, lo que significa que de acuerdo a ese parámetro las lámparas son equivalentes y por el tipo de construcción sería las que

podrían reemplazar a las existentes en cualquier sistema de iluminación para mejorar la eficiencia energética del alumbrado ya que siempre habrá un tipo que requiera de menos energía y brinde un valor de lúmenes cercano.

Lo que es claro que este no es el único indicador de selección, ya que de acuerdo a la aplicación, donde se necesite iluminar, esta debe brindar el mejor rendimiento y calidad de servicio.

Métodos de ensayo.

Los métodos de ensayo a utilizarse para las lámparas de alta presión corresponden a las pruebas indicadas en las normas previamente estudiadas.

Marcado.

La información mínima que debe constar en la marcación en el budo debe ser la siguiente.

- Nombre del fabricante.
- Tensión de la lámpara en voltios.
- Potencia de la lámpara en vatios.

Diseño de la etiqueta.

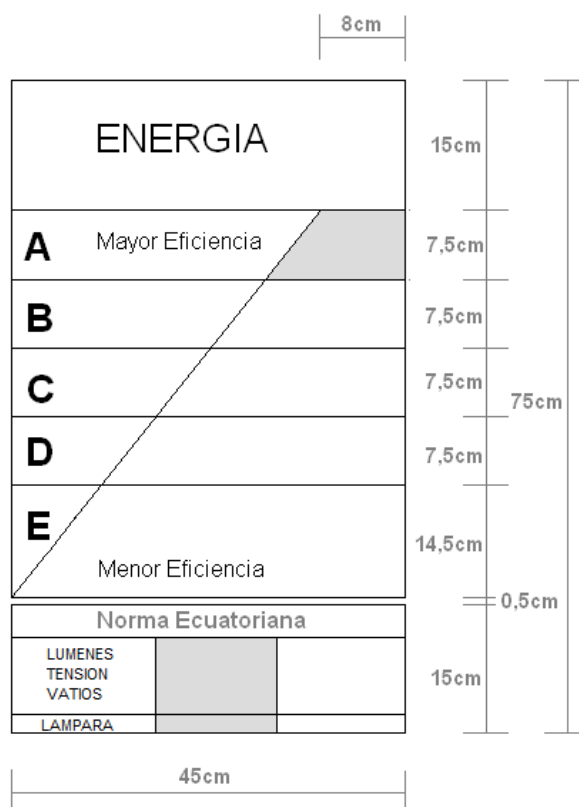


Figura # 3.16: Etiqueta para lámparas de alta presión. Norma ecuatoriana.

Embalaje.

La información mínima que se incluirá en el embalaje de la lámpara será la siguiente:

- Potencia.
- Tensión.
- Eficiencia.

3.4 Propuesta de eficiencia energética en el alumbrado público de la ciudadela Panorama.

El etiquetado energético en Ecuador, no ha tenido repercusión técnica a un entrenamiento a la población que se vincule con el consumo de Energía Eléctrica. Al parecer en nuestro país ha sido una imposición de los medios y de parte del Gobierno a un cambio de las lámparas incandescentes por las fluorescentes compactas en el sector residencial, mientras que en el sector de alumbrado público de lámparas de mercurio de alta presión por lámparas de sodio de alta presión. Sobre los temas de eficiencia energética, siempre se verá involucrado el gobierno debido a que en el Ecuador la energía eléctrica es manejada y controlada por este.

Las empresas eléctricas distribuidoras del Ecuador han sido las encargadas de canjear las lámparas fluorescentes compactas a toda el área de cobertura, pero también han sido las encargadas de cambiar las lámparas de mercurio por las de sodio principalmente en las zonas urbanas. Por este motivo se ha tomado como modelo para el estudio económico a la ciudadela PANORAMA de la ciudad de Durán para realizar la comparación, análisis y beneficios que ha logrado la CNEL-GLR al reemplazar las lámparas de mercurio por lámparas de sodio; la situación actual, basada en el último censo de alumbrado público realizado por la Superintendencia de alumbrado de dicha distribuidora y las posibles soluciones para mejorar el servicio de alumbrado. El servicio de alumbrado público, desde sus inicios ha tenido

como objetivo, el confort de los habitantes, ha extendido el tiempo de establecer nuevas costumbres de socializarse en la noche y principalmente para mejorar la seguridad. Se podría decir que todos los clientes del servicio de Energía Eléctrica, miden la calidad de servicio de parte de la Empresa Eléctrica mediante el servicio que ésta ofrece de alumbrado público, más aun cuando es un rubro aparte de la planilla. Según los registros el inventario del 2007 y del censo 2010 de alumbrado público se puede describir el tipo y potencia de lámparas instaladas en la ciudadela, así como la reducción importante de las lámparas de mercurio.

RESUMEN DE LAMPARAS DE ALUMBRADO PUBLICO DE LA CDLA. PANORAMA			
TIPO	POTENCIA	CANTIDAD	
		AÑO	
		2007	2010
Na	400 W	52	42
	250 W	28	89
	150 W	46	199
	100 W	266	196
	70 W	0	8
TOTAL Na		392	534
Hg	400 W	66	1
	250 W	0	0
	175 W	43	28
	125 W	0	3
TOTAL Hg		109	32
TOTAL DE LAMPARAS		501	566

TABLA # 3.36: Tabla de resumen de las estadísticas de Panorama.

3.4.1 Descripción general de la situación del servicio de alumbrado público de la ciudadela panorama.

La ciudadela Panorama, se encuentra ubicada al sur-este de la ciudad de Duran, por el Km 3 ½ de la vía Duran-Tambo, cuenta con una calle principal, cuatro calles secundarias, y 39 herraduras internas dentro de divisiones de la ciudadela denominados: Conjuntos, los cuales en algunos casos tienen nombres aparte y son privados.

El plano con el que se cuenta para el análisis incluye sectores que están planificados, pero que no se encuentran físicamente, sin embargo este es un recurso muy importante para el desarrollo de las simulaciones a realizarse en especial en las cinco calles y en tres conjuntos en particular.

El sistema Eléctrico de la ciudadela está proporcionado por el alimentador # 4 de la Subestación Eléctrica El Recreo, y repartidas por las diferentes calles y conjuntos residenciales 594 luminarias, en las que se incluyen las que poseen lámparas de vapor de mercurio, vapor de sodio y reflectores de sodio, metal halide y cuarzo.

TIPO	CANTIDAD
Na TOTAL	534
Hg TOTAL	32
REF NA	14
REF MH	2
REF QU	12
TOTAL ITEM	594

TABLA # 3.37: Cantidad de lámparas para los diferentes tipos de lámparas.

Según los registros indicados en el censo existen 146 luminarias que se encuentran apagadas, de las cuales 134 están en mal estado, además 23 se encuentran permanentemente prendidas, el levantamiento de la información se estableció entre el 20 al 25 de mayo del 2010 en la ciudadela, utilizando un dispositivo del sistema de información geográfica GPS.

La información utilizada en las simulaciones fue tomada de la base de datos levantada por la Superintendencia de Alumbrado Público del cantón Durán, en los que se ha usado las siguientes nomenclaturas.

ID	Identificación del ítem registrado en el Censo
Tipo	Tipo de lámpara instalada en la luminaria
Na	Lámpara de sodio
Hg	Lámpara de mercurio
Qu	Lámpara de cuarzo (Reflector)
Estado	Condición registrada en el Censo
APG	Condición apagada
PP	Condición permanentemente prendida
SN	Condición sin novedad
ME	Condición mal estado
Coordenada	Posición en metros en las coordenadas (X,Y) registrada por el GPS con un error de +/-5m
Código	Código de identificación del inventario de CNEL-GLR de las luminarias

TABLA # 3.38: Abreviaturas usadas para la simulación.

Descripción de la calle principal.

La calle principal consta de 27 luminarias contadas a partir de la entrada a la vía Durán-Tambo, las cuales todas tienen instaladas lámparas de sodio entre 400, 250, 150 y 100 vatios, separadas en promedio 36 metros, aquí se registran 4 luminarias apagadas y 2 permanentemente prendidas.

LAMPARAS DE ALUMBRADO PUBLICO EN CALLE PRINCIPAL								
ID	Tipo	Potencia	Altura	Coordenadas		Distancia	Código	Estado
		(W)	(m)	X	Y	(m)	CNEL-GLR	
581	Na	400	9	630649	9757852	0,00		APG
580	Na	400	9	630685	9757881	46,23		APG
579	Na	400	9	630717	9757912	44,55		APG
578	Na	400	9	630749	9757941	43,19		APG
577	Na	400	9	630789	9757975	52,50		SN
385	Na	250	11	630846	9758014	69,07	7169	SN
384	Na	250	11	630876	9758034	36,06		PP
383	Na	250	11	630901	9758062	37,54	7357	SN
382	Na	400	11	630931	9758080	34,99		SN
381	Na	400	11	630955	9758108	36,88		SN
380	Na	150	11	630980	9758121	28,18		SN
433	Na	400	11	630976	9758131	10,77		SN
267	Na	100	11	631025	9758154	54,13		SN
266	Na	100	11	631058	9758176	39,66		SN
265	Na	100	11	631099	9758197	46,07		SN
264	Na	250	11	631136	9758214	40,72	8944	SN
263	Na	250	11	631171	9758219	35,36	8940	SN
262	Na	100	11	631190	9758214	19,65		SN
114	Na	100	11	631213	9758223	24,70		SN
113	Na	100	11	631242	9758225	29,07		SN
112	Na	250	11	631275	9758233	33,96	8933	SN
111	Na	100	11	631309	9758243	35,44		SN

110	Na	100	11	631340	9758255	33,24		SN
109	Na	100	11	631366	9758271	30,53		SN
108	Na	100	11	631392	9758288	31,06		SN
92	Na	250	11	631414	9758291	22,20	7267	SN
91	Na	400	11	631419	9758310	19,65	1008	PP

TABLA # 3.39: Registro de las luminarias de la calle principal.

Descripción de la calle: Primera.

La calle primera consta de 24 luminarias contadas de oeste – este, las cuales todas tienen instaladas lámparas de sodio de 400, 250 y 100 vatios, separadas en promedio 35,4 metros, aquí se registran 16 luminarias apagadas.

LAMPARAS DE ALUMBRADO PUBLICO EN CALLE: PRIMERA								
ID	Tipo	Potencia	Altura	Coordenadas		Distancia	Código	Estado
		(W)	(m)	X	Y	(m)	CNEL-GLR	
568	Na	250	11	630589	9758593	0	650	APG
567	Na	250	11	630595	9758568	25,71	45	APG
566	Na	250	11	630605	9758535	34,48	44	SN
565	Na	400	11	630612	9758504	31,78	175	APG
564	Na	250	11	630620	9758470	34,93	41	APG
551	Na	250	11	630631	9758435	36,69	40	APG
550	Na	250	11	630638	9758406	29,83	39	APG
546	Na	250	11	630651	9758365	43,01		APG
548	Na	250	11	630662	9758322	44,38	312	APG
547	Na	250	11	630676	9758278	46,17		APG
536	Na	250	11	630685	9758243	36,14	34	APG
535	Na	250	11	630694	9758214	30,36	33	SN

534	Na	250	11	630704	9758179	36,40	35	SN
523	Na	250	11	630717	9758151	30,87	31	APG
522	Na	250	11	630729	9758122	31,38	36	APG
521	Na	250	11	630750	9758080	46,96		APG
512	Na	250	11	630769	9758055	31,40	28	APG
511	Na	250	11	630789	9758029	32,80	27	APG
510	Na	250	11	630811	9758004	33,30		APG
386	Na	100	11	630832	9757976	35,00		SN
395	Na	100	11	630859	9757947	39,62		SN
396	Na	100	11	630882	9757918	37,01		SN
397	Na	100	11	630903	9757890	35,00	1155	SN
398	Na	100	11	630925	9757870	29,73		SN

TABLA # 3.40: Registro de las luminarias de la calle primera.

Descripción de la calle: Segunda.

La calle segunda consta de 38 luminarias contadas de oeste a este, las cuales todas tienen instaladas lámparas de sodio entre 400, 250, 150 y 100 vatios, separadas en promedio 34 metros, aquí ninguna presenta novedad.

LAMPARAS DE ALUMBRADO PUBLICO EN CALLE: SEGUNDA								
ID	Tipo	Potencia (W)	Altura (m)	Coordenadas		Distancia (m)	Código CNEL-GLR	Estado
				X	Y			
449	Na	150	11	630793	9758629	0,00	605	SN
448	Na	250+150	11	630800	9758600	29,83	606	SN
447	Na	150	11	630809	9758567	34,21	615	SN
446	Na	250	11	630818	9758535	33,24		SN
445	Na	400	11	630825	9758502	33,73		SN
444	Na	250	11	630836	9758472	31,95	7480	SN
443	Na	250	11	630844	9758441	32,02	7482	SN

442	Na	250	11	630854	9758406	36,40	6919	SN
441	Na	250	11	630861	9758376	30,81	7285	SN
440	Na	250	11	630872	9758344	33,84	7189	SN
439	Na	250+250	11	630882	9758312	33,53		SN
438	Na	150	11	630889	9758281	31,78		SN
437	Na	250	11	630901	9758248	35,11	1135	SN
436	Na	250	11	630932	9758217	43,84		SN
435	Na	250	11	630911	9758180	42,54		SN
434	Na	400	11	630947	9758162	40,25		SN
433	Na	400	11	630976	9758131	42,45		SN
380	Na	150	11	630980	9758121	10,77		SN
365	Na	150	11	631012	9758104	36,24		SN
364	Na	100	11	631028	9758084	25,61		SN
363	Na	150	11	631053	9758055	38,29		SN
362	Na	250	11	631083	9758018	47,63		SN
344	Na	10	11	631103	9757995	30,48		SN
343	Hg	175	11	631125	9757972	31,83		SN
342	Na	400	11	631151	9757940	41,23		SN
325	Na	400	11	631170	9757916	30,61		SN
324	Na	250	11	631188	9757894	28,43		SN
323	Na	250	11	631212	9757866	36,88		SN
304	Na	400	11	631232	9757842	31,24		SN
303	Na	250	11	631252	9757817	32,02		SN
302	Na	250	11	631272	9757789	34,41	8876	SN
281	Na	400	11	631297	9757763	36,07		SN
280	Na	400	11	631317	9757739	31,24		SN
279	Hg	175	11	631338	9757712	34,21		SN
270	Na	100	11	631357	9757693	26,87		SN
269	Na	100	11	631380	9757663	37,80	7065	SN

TABLA # 3.41: Registro de las luminarias de la calle segunda.

Descripción de la calle: Tercera.

La calle tercera consta de 17 luminarias contadas de este a oeste, las cuales tienen lámparas de sodio en su mayoría de 400, 250, 100 y 70 vatios mientras que sólo existe una instalada de 400 Vatios de mercurio, separadas en promedio 32 metros, aquí ninguna luminaria registra novedad.

LAMPARAS DE ALUMBRADO PUBLICO EN CALLE: TERCERA								
ID	Tipo	Potencia (W)	Altura (m)	Coordenadas		Distancia (m)	Código CNEL-GLR	Estado
				X	Y			
254	Na	70	11	631210	9758189	0,00		SN
249	Na	250	11	631243	9758154	48,10		SN
248	Na	70	3	631249	9758132	22,80		SN
228	Na	400	11	631283	9758103	44,69		SN
216	Na	100	11	631306	9758077	34,71		SN
206	Na	400	11	631324	9758049	33,29		SN
205	Na	250	11	631346	9758026	31,83		SN
204	Na	250	11	631370	9757998	36,88		SN
185	Na	250	11	631389	9757974	30,61		SN
184	Na	400	11	631414	9757952	33,30		SN
175	Na	250	11	631438	9757921	39,20		SN
166	Na	400	11	631455	9757897	29,41		SN
165	Na	250	11	631474	9757872	31,40	7183	SN
164	Na	250	11	631494	9757853	27,59	7030	SN
159	Na	400	11	631509	9757835	23,43	1094	SN
146	Na	250	11	631514	9757826	10,30	7031	SN
145	Hg	400	11	631533	9757805	28,32		SN

TABLA # 3.42: Registro de las luminarias de la calle tercera.

Descripción de la calle: Cuarta.

La calle tercera consta de 17 luminarias contadas de este a oeste, las cuales tienen lámparas de sodio en su mayoría de 250 y 150 vatios mientras que sólo existen 3 instaladas de 175 Vatios de mercurio, separadas en promedio 45 metros, donde 2 se encuentran apagadas.

LAMPARAS DE ALUMBRADO PUBLICO EN CALLE: CUARTA								
ID	Tipo	Potencia (W)	Altura (m)	Coordenadas		Distancia (m)	Código CNEL-GLR	Estado
				X	Y			
92	Na	250	11	631414	9758291	0,00	7267	SN
93	Na	250	11	631437	9758260	38,60	7116	APG
94	Na	250+250	11	631461	9758225	42,44	7119	SN
115	Na	250	11	631479	9758203	28,43	6984	SN
116	Na	250	11	631501	9758178	33,30	7266	SN
117	Na	250	11	631527	9758151	37,48	7044	SN
127	Na	250	11	631569	9758101	65,30	7276	SN
128	Na	250	11	631593	9758074	36,12	7319	SN
129	Hg	175	11	631612	9758052	29,07		SN
138	Hg	175	11	631635	9758029	32,53		APG
140	Hg	175	11	631676	9757973	69,40		SN
80	Na	250	9	631519	9758186	0,00		SN
62	Na	150	9	631580	9758111	96,67		SN
61	Na	150	9	631602	9758088	31,83		SN
60	Na	150	9	631617	9758068	25,00		SN
59	Na	150	9	631637	9758043	32,02		SN
57	Na	150	9	631672	9757995	59,41		SN

TABLA # 3.43: Registro de las luminarias de la calle cuarta.

Descripción del conjunto: F1.

El conjunto F1 de la ciudadela se encuentra entre las calles segunda y principal, está conformada por una vía en forma de herradura que incluye un parque interno, Se encuentran 7 luminarias instaladas las que tiene instaladas lámparas de sodio de 150 y 100 vatios, además existe una luminaria con lámpara de mercurio de 175 vatios. En este conjunto se presenta una luminaria en mal estado.

LAMPARAS DE ALUMBRADO PUBLICO EN CONJUNTO: F1								
ID	Tipo	Potencia	Altura	Coordenadas		Distancia	Código	Estado
		(W)	(m)	X	Y	(m)	CNEL-GLR	
372	Na	100	11	631010	9758043	0,00		ME
373	Na	150	11	630989	9758027	26,40	568	SN
374	Na	100	11	630976	9758014	18,38		SN
375	Na	150	11	630955	9758033	28,32	569	SN
376	Na	150	11	630939	9758049	22,63		SN
377	Na	150	9	630953	9758067	22,80	570	SN
378	Na	100	9	630978	9758085	30,81		SN
379	Hg	175	11	630994	9758053	35,78		SN

TABLA # 3.44: Registro de las luminarias del conjunto – F1.

Descripción del conjunto: I-04.

El conjunto I-04 de la ciudadela se encuentra en la calle segunda, está conformada por una vía en forma de herradura que incluye un parque interno, Se encuentran 9 luminarias instaladas las que tiene instaladas

lámparas de sodio de 250, 150 y 100 vatios, además existe una luminaria con lámpara de mercurio de 175 vatios. En este conjunto se presenta la novedad que ninguna lámpara enciende.

LAMPARAS DE ALUMBRADO PUBLICO EN CONJUNTO: I-04								
ID	Tipo	Potencia	Altura	Coordenadas		Distancia	Código	Estado
		(W)	(m)	X	Y	(m)	CNEL-GLR	
472	Na	150	11	630811	9758364	0	620	APG
473	Na	100	11	630791	9758356	21,54		APG
474	Na	150	9	630782	9758382	27,51	618	APG
475	Na	100	9	630772	9758408	27,86		APG
476	Na	150	9	630795	9758414	23,77	566	APG
477	Na	100	9	630823	9758421	28,86		APG
478	Na	150	11	630829	9758402	19,92	565	APG
479	Na	250	11	630807	9758377	33,30		APG
480	Na	250	11	630803	9758402	25,32		APG
481	Hg	175	9	630823	9758400	20,10		APG

TABLA # 3.45: Registro de las luminarias del conjunto I-04.

Descripción del conjunto: D-08.

El conjunto D-08 de la ciudadela se encuentra en la calle tercera, está conformada por una vía en forma de herradura que incluye un parque interno, Se encuentran 9 luminarias instaladas las que tiene instaladas lámparas de sodio de 250, 150 y 100 vatios, además existe dos reflectores

con lámpara de cuarzo de 150 vatios. De las luminarias instaladas una presenta el estado de permanentemente prendida.

LAMPARAS DE ALUMBRADO PUBLICO EN CONJUNTO: D-08								
ID	Tipo	Potencia	Altura	Coordenadas		Distancia	Código	Estado
		(W)	(m)	X	Y	(m)	CNEL-GLR	
217	Na	150	11	631339	9758102	0,00	637	SN
218	Na	100	11	631324	9758121	24,21	3581	SN
219	Na	150	11	631347	9758136	27,46	638	SN
220	Na	100	11	631363	9758150	21,26	3652	SN
221	Na	150	11	631382	9758129	28,32	639	SN
222	Na	100	11	631397	9758109	25,00	4966	SN
223	Na	150	11	631381	9758094	21,93	640	SN
224	Na	100	9	631357	9758078	28,84	4096	SN
225	Na	250	9	631343	9758106	31,30		PP
226	QU	150+150	4	631361	9758114	19,70		SN
227	QU	150	4	631373	9758122	14,42		SN

TABLA # 3.46: Registro de las luminarias del conjunto D-08.

3.4.2 Simulación de iluminación de alumbrado público de la ciudadela Panorama.

La simulación de la ciudadela Panorama, ha consistido primeramente en recopilar los datos que se registraron en el CENSO de alumbrado público, implementar dicha información en el software ARGIS, con el que se obtuvo una idea global de la ciudadela, las coordenadas de las lámparas instaladas en la fracción del sistema de alumbrado que corresponde a Panorama

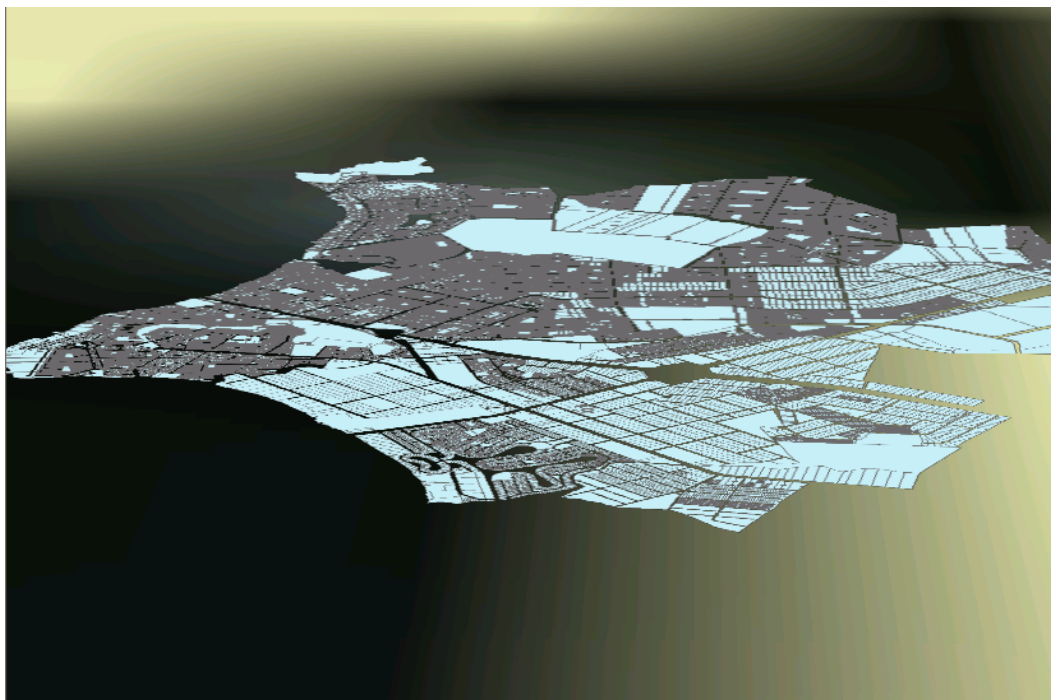


FIGURA # 3.17: Vista geo-espacial de la ciudad de Durán

Usando la herramienta digital ULYSSE de Schröder para realizar las simulaciones correspondientes a las principales calles y tres conjuntos modelos de la ciudadela Panorama, se tendrá una idea general de cómo es

el servicio de alumbrado público proporcionado por la Empresa Eléctrica (CNEL).

Las simulaciones a continuación muestran el efecto de la luminancia en la calzada para un tipo en especial de luminaria y potencia de la lámpara, donde se consideran variables como la distancia entre luminarias, la distancia entre la calzada y el poste en la vereda, la distancia mas allá de la vereda que se proyecta la luminaria, el sentido de la vía, el sentido de conducción (derecha o izquierda), número de carriles, la luminaria se escoge de la base de datos incorporada por el software.

Pasos de la simulación para la obtención de datos usando ARGIS

1. Usando la base de datos desarrollada por SGI (sistema geográfico de información de la CNEL-GLR), se puede proyectar la planimetría de Duran usando la herramienta de ARGIS, ARCGLOBE, la imagen proporciona una vista tridimensional de la ciudadela

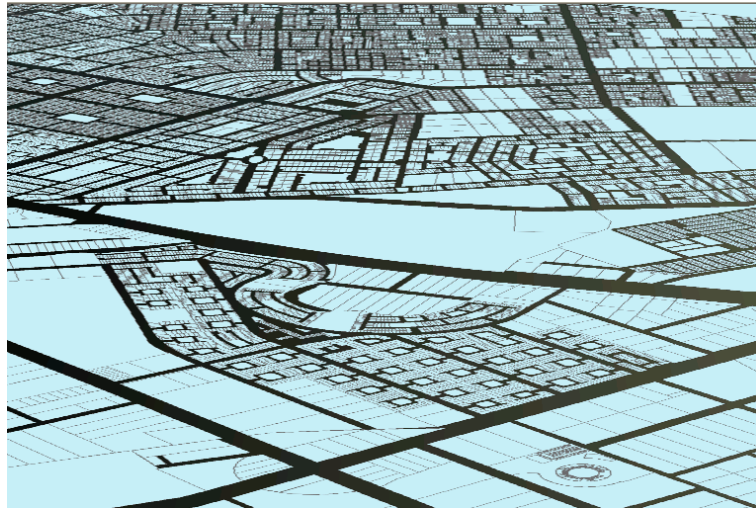


FIGURA # 3.18. Vista tridimensional de la ciudadela Panorama.

2. De la misma base de datos, el programa ARGIS es capaz de mostrar los puntos que se requieren, por el caso en particular se separó la información exclusiva de la ciudadela para poder trabajar sólo con los datos necesarios.



FIGURA # 3.19: Vista general de la ciudad de Durán

3. Mediante las herramientas del programa ARGIS se puede enfocar directamente al lugar de estudio en especial, para este caso es necesario aplicar ARCVIEW.

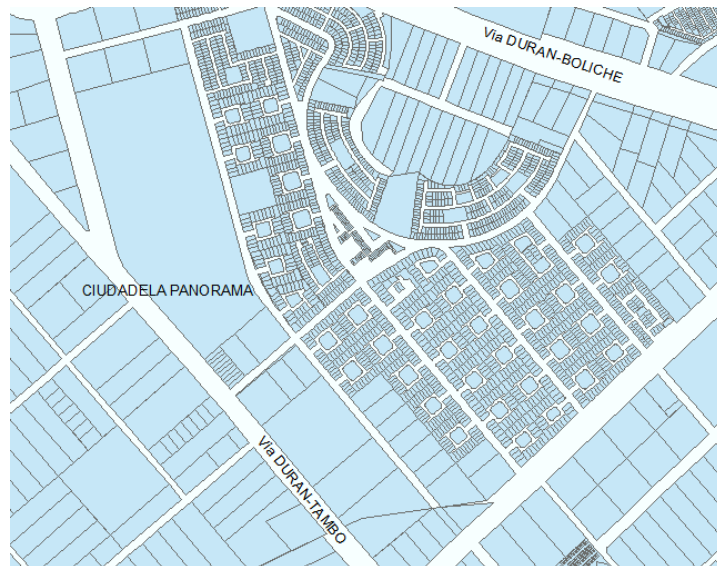


FIGURA # 3.20: Vista general de la ciudadela Panorama.

4. Se carga la capa del programa que contiene la base de datos que contiene la información de las luminarias de Durán, de este mismo modo se cargan, otras capas al proyecto para visualizar otras bases de datos compatibles con la planimetría empleada.

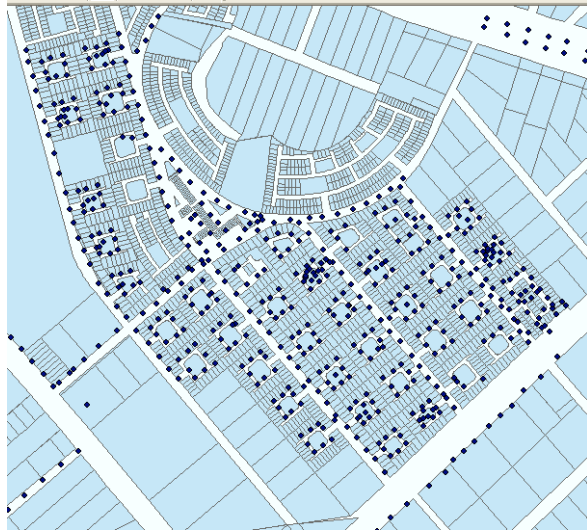


Figura # 3.21: Vista general de la ciudadela Panorama y los puntos representando las luminarias instaladas.

5. Se ha construido una base de datos para cada lugar de estudio de la ciudadela y cargándolos por separado se tiene las siguientes imágenes.

Calle principal

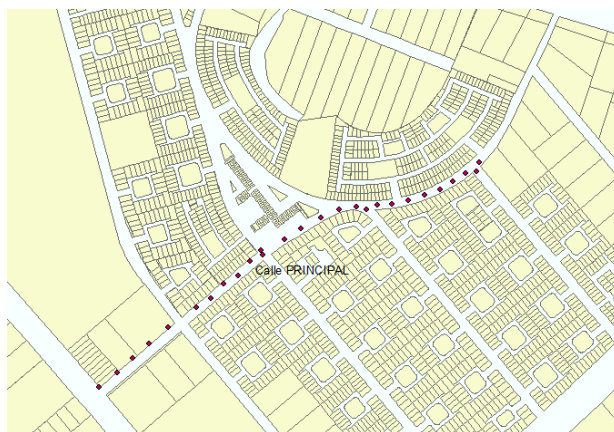


FIGURA # 3.22: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en la calle principal

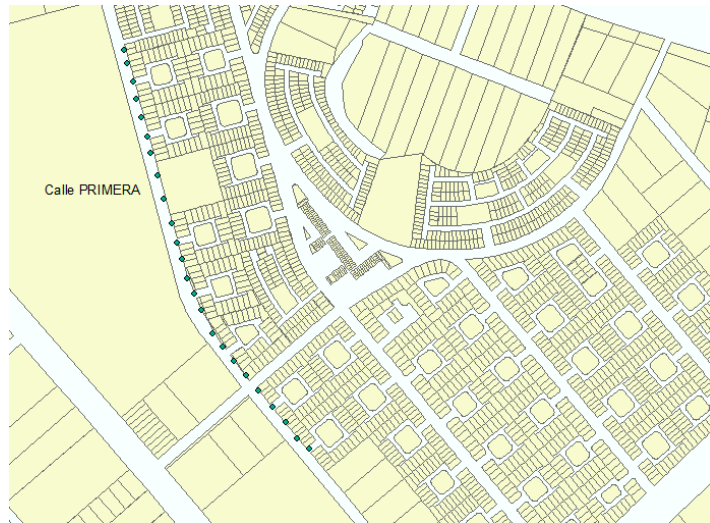
Calle: Primera

FIGURA # 3.23: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en la calle primera.

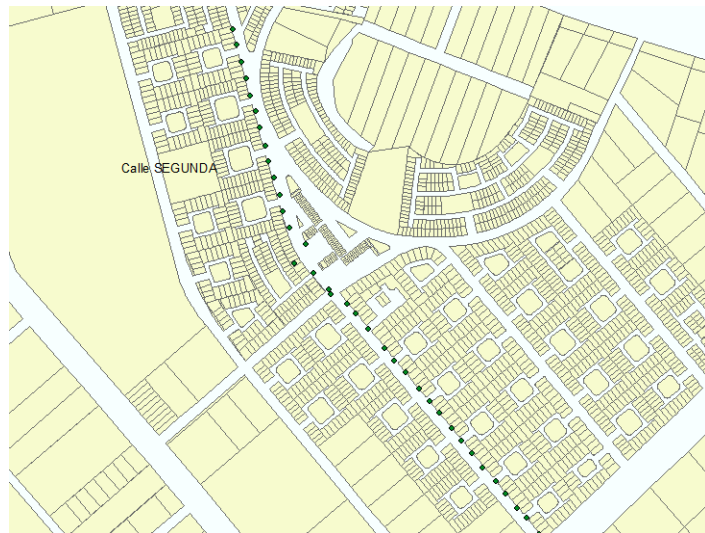
Calle: Segunda

FIGURA # 3.24: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en la calle segunda

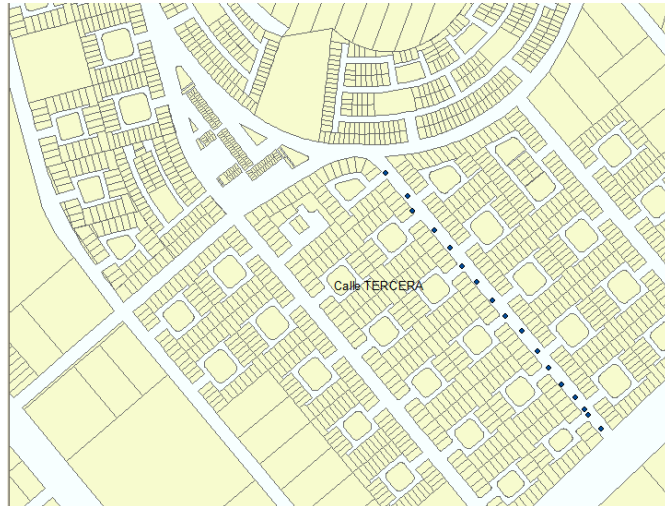
Calle: Tercera

FIGURA # 3.25: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en la calle tercera

Calle: Cuarta

FIGURA # 3.26: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en la calle cuarta.

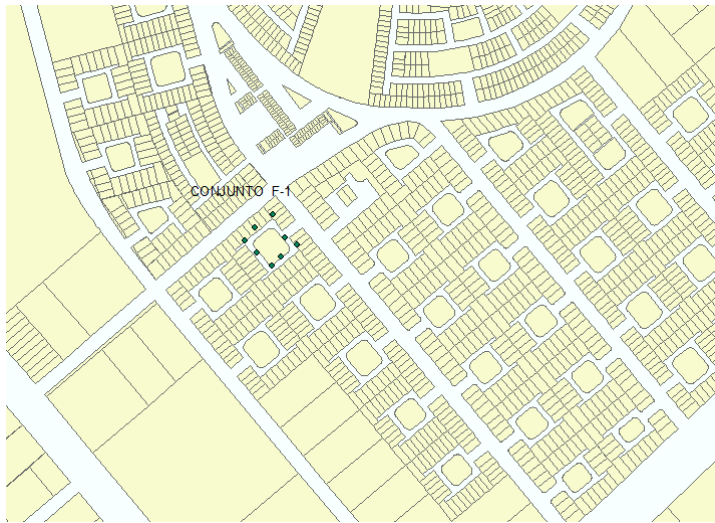
Conjunto: F-01

FIGURA # 3.27: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en el conjunto F-01.

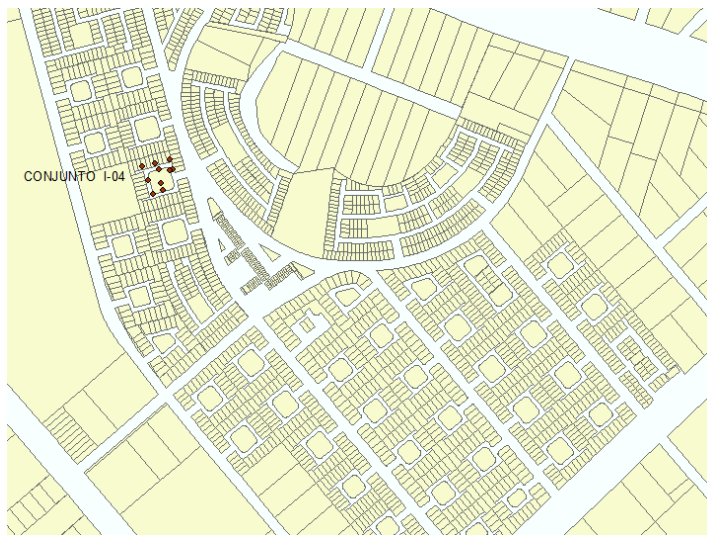
Conjunto: I-04

FIGURA # 3.28: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en el conjunto I-04.

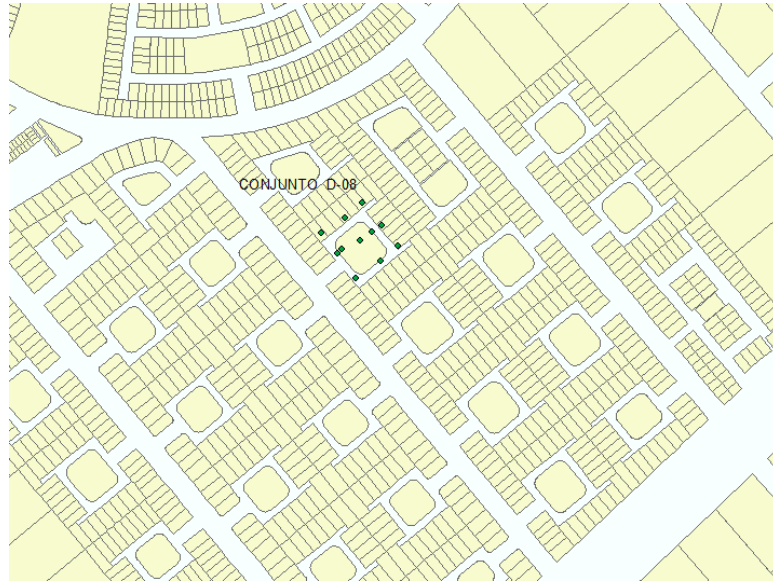
Conjunto: D-08

FIGURA # 3.29: Vista general de la ciudadela Panorama y las luminarias instaladas en el conjunto D-08.

6. El programa ARGIS es capaz de realizar una imagen tridimensional de las luminarias instaladas, por lo que se puede representar los postes , así como se puede realizar etiquetas a los elementos de la base de datos para que se muestren en pantalla.

3.4.3 Pasos de la simulación para la obtención de datos de iluminación usando ULYSSE.

Consideraciones de la simulación.

1. De acuerdo a los datos del Censo se ha implementado la información existente para poder simular el comportamiento de las luminarias que contiene lámparas de sodio y mercurio.

La base de datos del programa ULYSSE contiene una extensa base de datos con modelos de luminarias que existen en el mercado internacional, sin embargo en el Ecuador no se registran todos estos diseños, además no tiene incorporada toda la gama de lámparas de mercurio ya que estas están en desuso.

Para el estudio de la iluminación de la ciudadela Panorama, se va a emplear la luminaria CALYPSO con la lámpara correspondiente en potencia y tipo.

2. Los datos de retroceso, retranqueo, inclinación angular, altura, factor de mantenimiento, ancho de vía, dirección de conducción y tipo de vía son variables que se han considerado constantes para poder realizar las comparaciones del caso.

Es claro que en nuestro medio, los postes no se encuentran a distancias iguales de acuerdo a la acera por lo que el retroceso no es igual en todos lados, de igual modo los brazos que contienen las luminarias no todos tienen las mismas distancias ni la misma inclinación, la ciudadela en su mayoría las calles son de concreto y asfalto.

Para una simplificación de la simulación de los parámetros de iluminación con las lámparas de vapor de alta presión sólo se ha considerado como variables las potencias y tipo de lámparas para el cálculo de iluminancia y luminancia.

3. Debido a que el software ha sido diseñado para proyectos donde las luminarias a instalar son homogéneas, el análisis de cada sector de estudio se basa en los datos que se obtengan por separado para los casos particulares de la información levantada de cada lugar a ser analizado, esto porque como es conocido, en nuestro medio no se cumple en la mayoría de los casos con instalar luminarias del mismo tipo y potencia para una misma vía
4. El software considera incorporados en la luminaria todos los accesorios como balastro e ignitor requeridos para la simulación y considera el efecto del factor de mantenimiento, el cual es una

constante y parámetros como la ubicación de la lámpara en el reflector de la luminaria que no se han considerado por desconocerse dichas variables reales.

3.4.4 ULYSSE como herramienta de simulación.

El software TURBO light V2 ULYSES de Schröder es una herramienta para el diseño de iluminación, público, industrial y decorativo, con el objeto de ser eficiente y de aprovechar los recursos energéticos de manera eficiente.

Dependiendo de los detalles del diseño es posible trabajar con tres paquetes que incluyen el programa y pueden ser usados separadamente o en conjunto. Las secciones llamadas "SOLUTION FINDER" que permite hallar espacios normalizados basados en cálculos rápidos, para rangos de entrada variable que el usuario puede escoger, muchos diseños fotométricos pueden ser usados y comparados inclusive de otros fabricantes.

La sección "Quick Light" permite desarrollar cálculos generales más rápidos y con el menor esfuerzo (fuss). Este programa permite configuraciones más comunes.

La tercera sección "Súper light" el usuario tiene el control total sobre las características del sistema simulado.

El uso de la herramienta digital del Ulysse comienza con la ventana en la que se escoge la interfaz deseada y la norma a utilizarse. Todas las simulaciones han sido desarrolladas bajo las normas de la CIE (Comisión internacional de iluminación), para luego tener toda una gama de alternativas que simulan los diferentes casos que se pueden tener dentro de un esquema urbano simple, el programa es capaz de implementar diseños mas complejo pero nuestro alcance no llega a implementar caso especiales debido a que no son modelos comunes y no tendría objeto plantear caso único de posca luminarias.



FIGURA # 3.30: Interfaz inicial del simulador

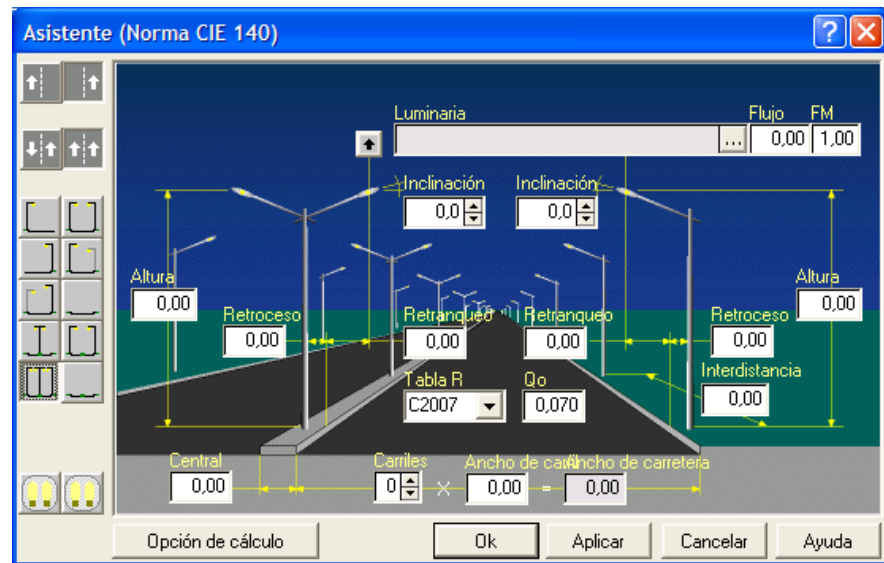


Figura # 3.31: interfaz del asistente del simulador.

3.4.5 Simulaciones de luminarias con el ULYSSE

3.4.5.1 Luminaria de 400 W.

Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 400 W con una distancia de la otra luminaria de **46** metros, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5° y se utiliza la luminaria modelo Calypso.

shape-related/1289 - 1289/SON-T+ + HPL-T/400[Off/-35.0/100.0/0.0] - [-35.0/115. 0/0.0]

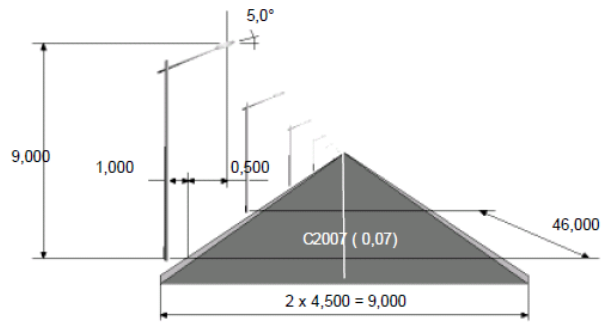


Figura # 3.32: Representación de la luminaria de 400 W en la vía.

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60,000; 2,250; 1,500) [cd/m²]

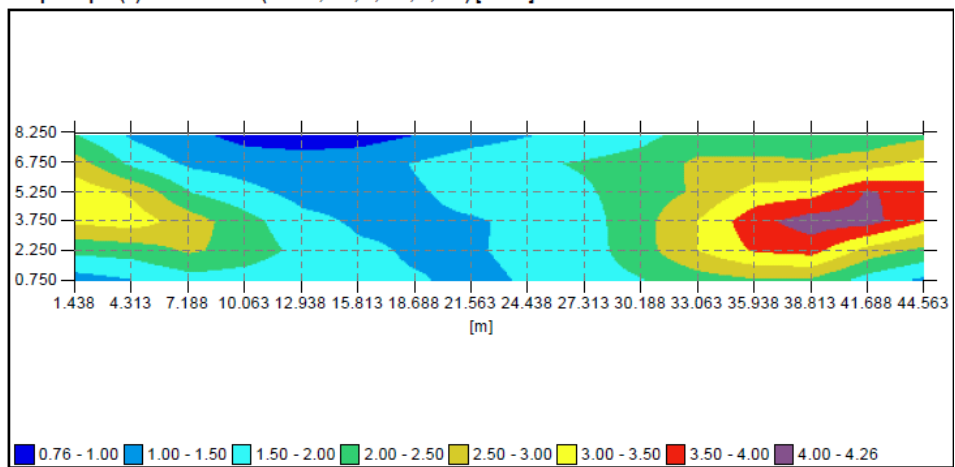


Figura # 3.33: Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 400 W de sodio.

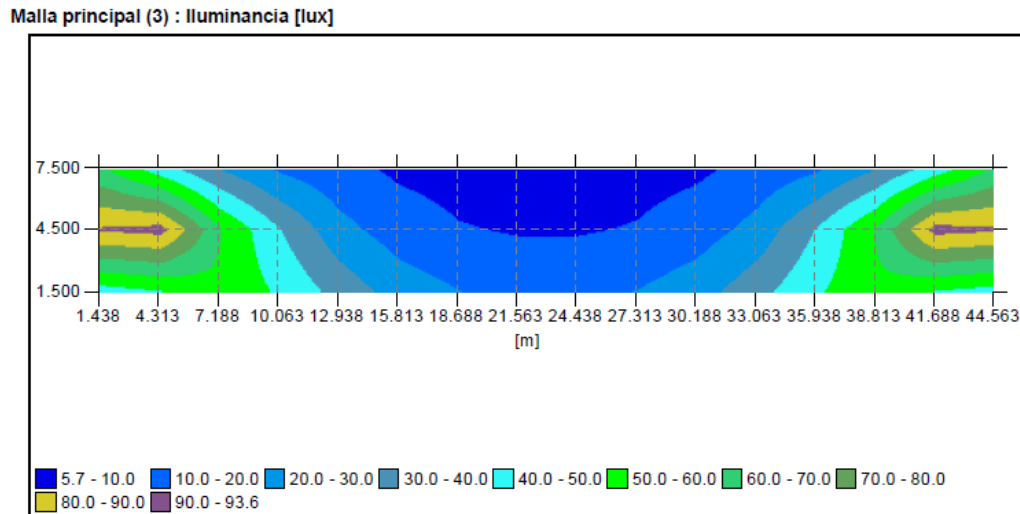


Figura # 3.34: Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 400 W de sodio (para 46 metros de separación).

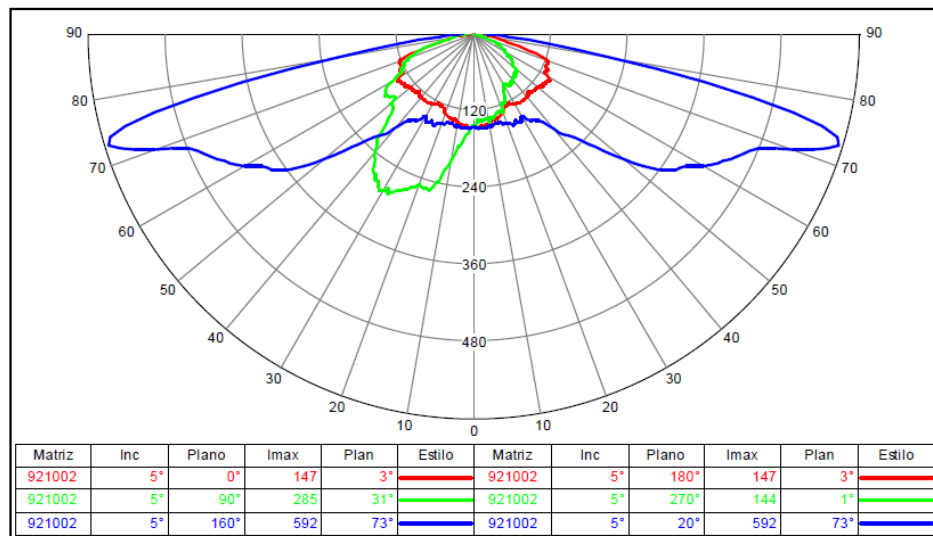


Figura # 3.35: Diagrama polar para la luminaria con lámpara de 400 W de sodio (para 46 metros de separación).

Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 400 W con una distancia de la otra luminaria de **70** metros, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5° y se utiliza la luminaria modelo Calypso, La grafica polar no cambia por lo que se mantiene igual.

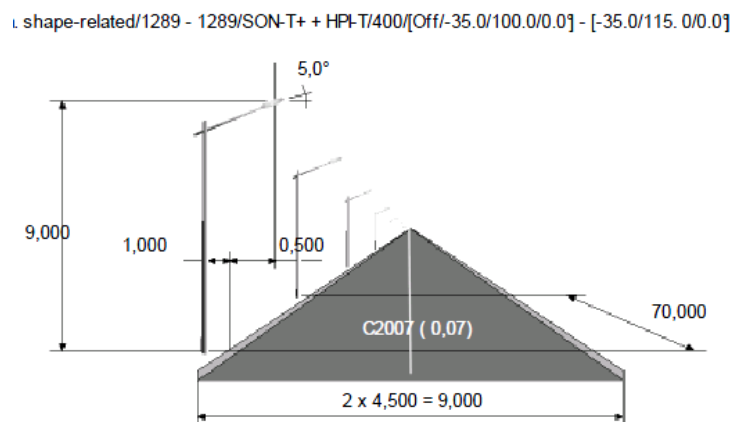


Figura # 3.36: Representación de la luminaria de 400W en la vía (70 metros de separación).

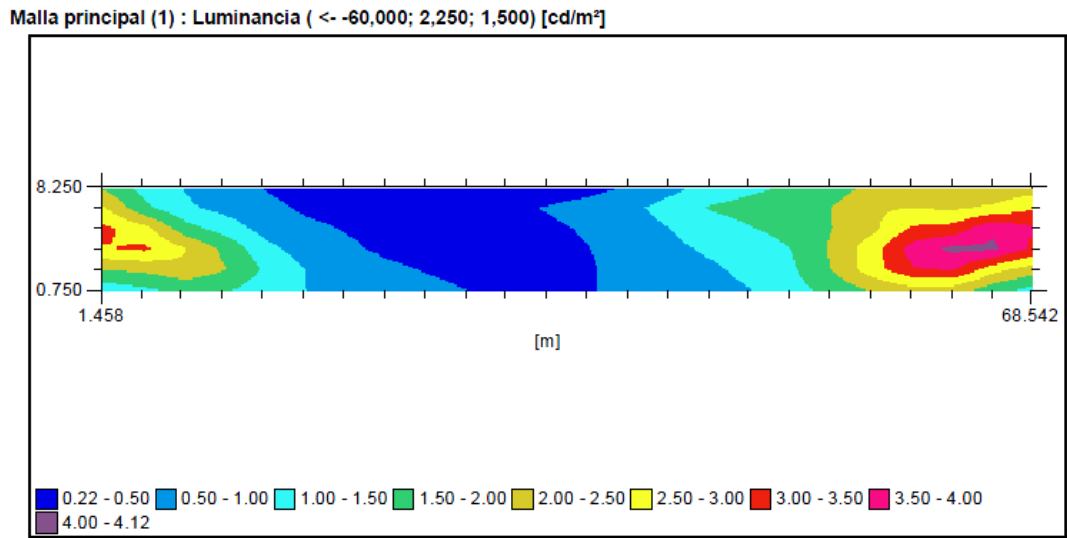


Figura # 3.37: Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 400 W de sodio (70 metros de separación).

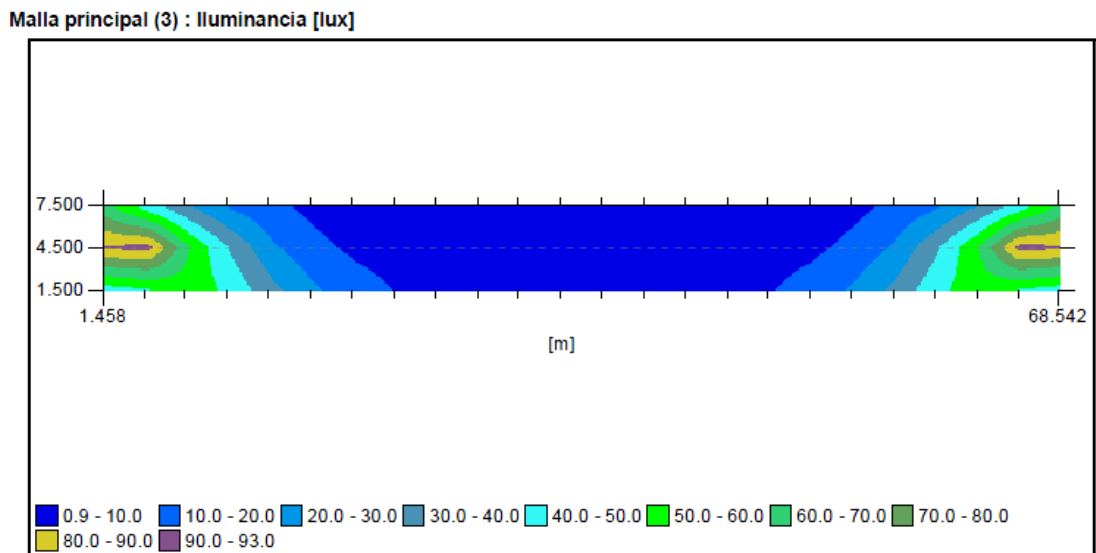


Figura # 3.38. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 400 W de sodio (70 metros de separación).

Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 400 W con una distancia de la otra luminaria de 37 metros, y otra de la misma característica al frente, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5° y se utiliza la luminaria modelo Calypso, La gráfica polar no cambia por lo que se mantiene igual. Este caso en particular se da en las intercepciones de la calle principal y la segunda, debe tenerse en cuenta que aquí no se observa la intersección de la calle.

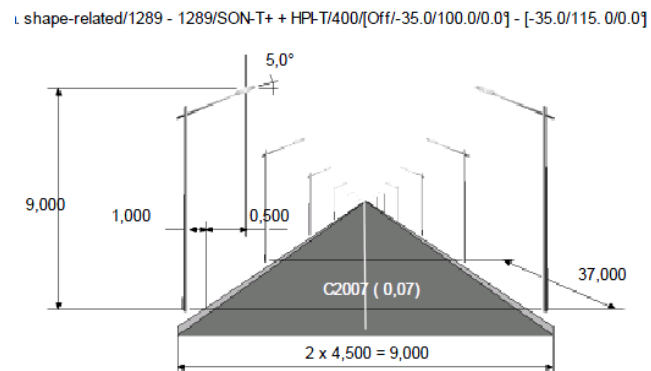


Figura # 3.39. Representación de la luminaria en la vía. (37 metros de separación número 1).

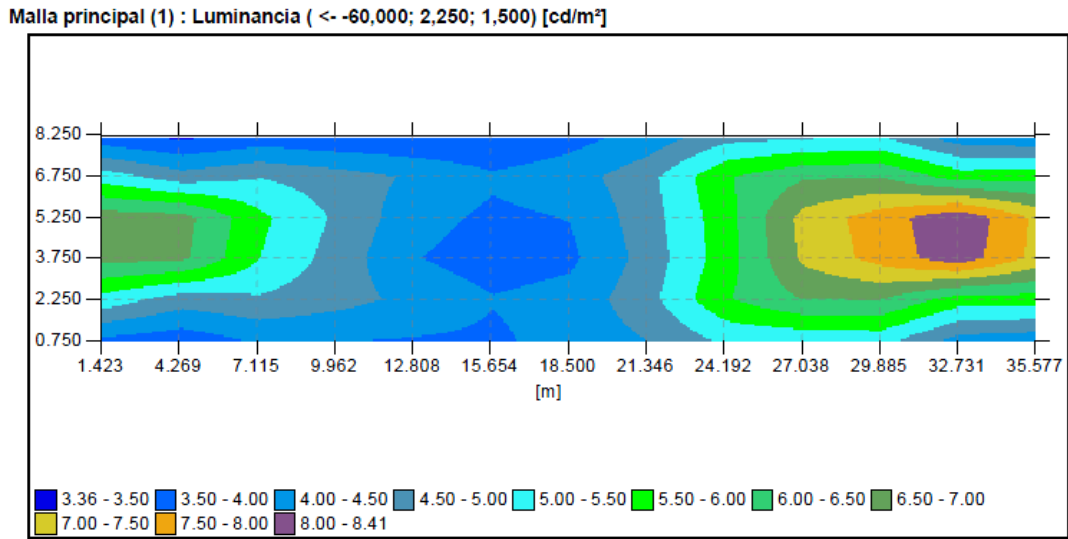


FIGURA # 3.40. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 400 W de sodio (37 metros de separación número 1).

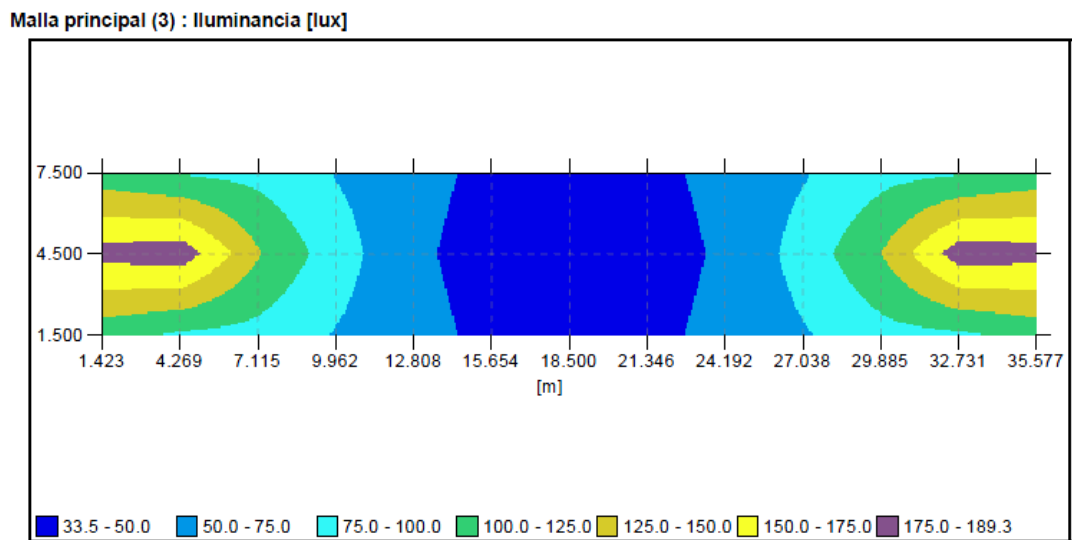


FIGURA # 3.41. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 400 W de sodio (37 metros de separación número 1).

Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 400 W con una distancia de la otra luminaria de 37 metros, y otra de la misma característica al frente, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5° y se utiliza la luminaria modelo Calypso, La grafica polar no cambia por lo que se mantiene igual. Este caso en particular se da en las intercepciones de la calle principal y la segunda, debe tenerse en cuenta que aquí no se observa la intersección de la calle.

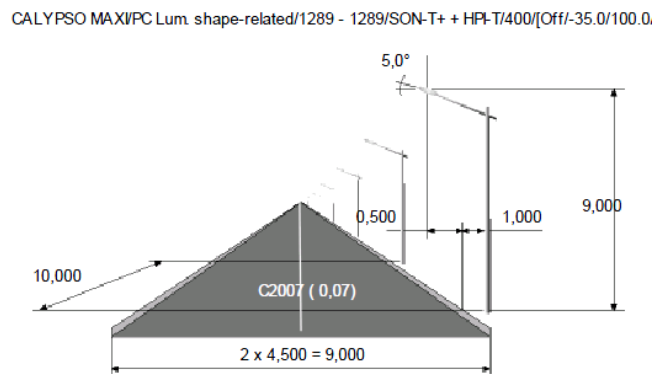


FIGURA # 3.42. Representación de la luminaria de 400 W en la vía (37 metros de separación número 2).

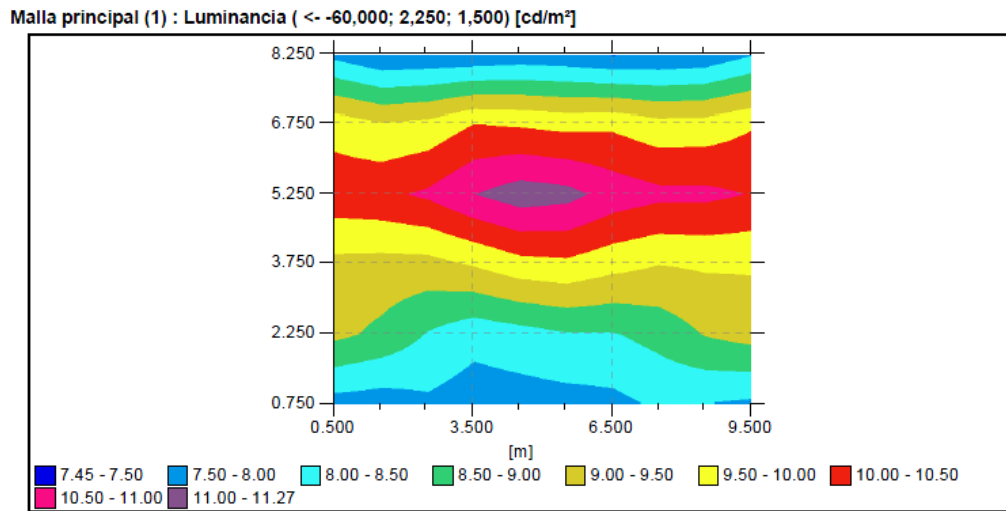


FIGURA # 3.43. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 400 W de sodio (37 metros de separación número 2).

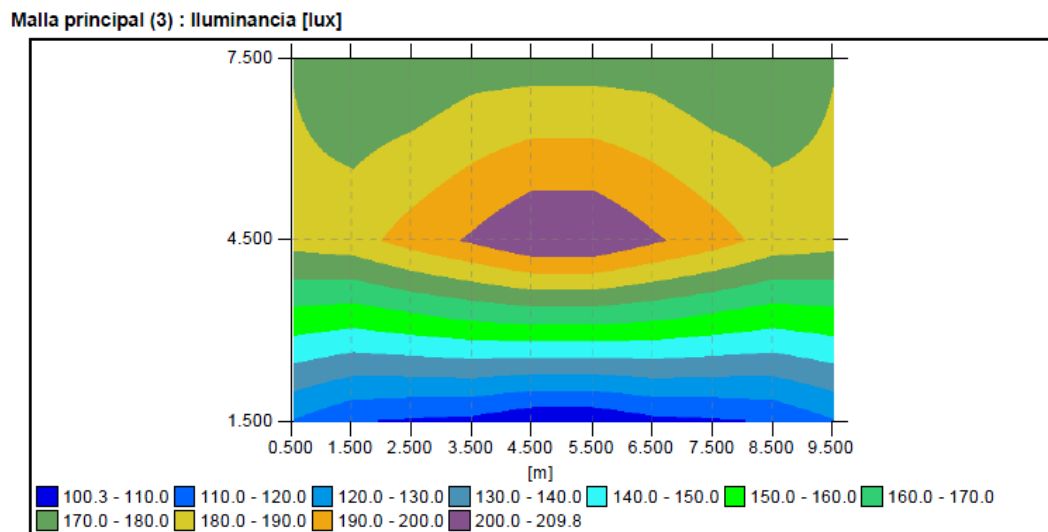


FIGURA # 3.44. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 400 W de sodio (37 metros de separación número 2).

3.4.5.2 Luminaria de 250W.

Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 250 W con una distancia de 40 metros de la otra luminaria, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5° y se utiliza la luminaria modelo Calypso.

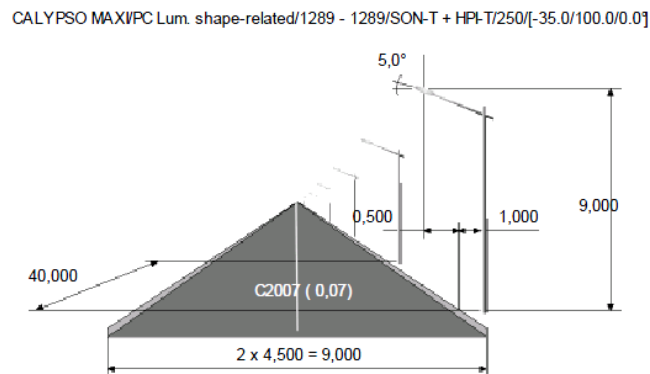


FIGURA # 3.45. Representación de la luminaria de 250W en la vía (40 metros de separación).

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60,000; 2,250; 1,500) [cd/m²]

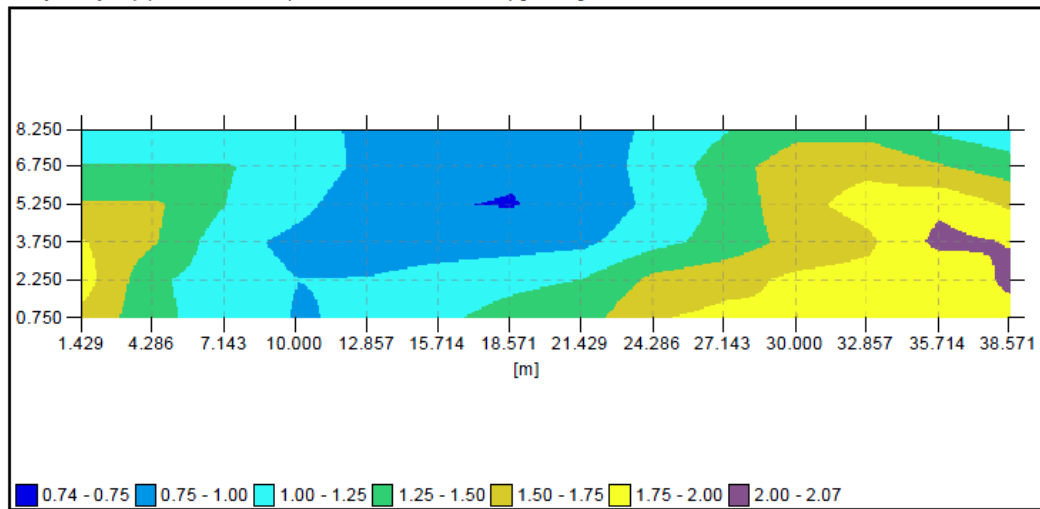


FIGURA # 3.46. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 250 W de sodio (40 metros de separación).

Malla principal (2) : Luminancia (<- -60,000; 6,750; 1,500) [cd/m²]

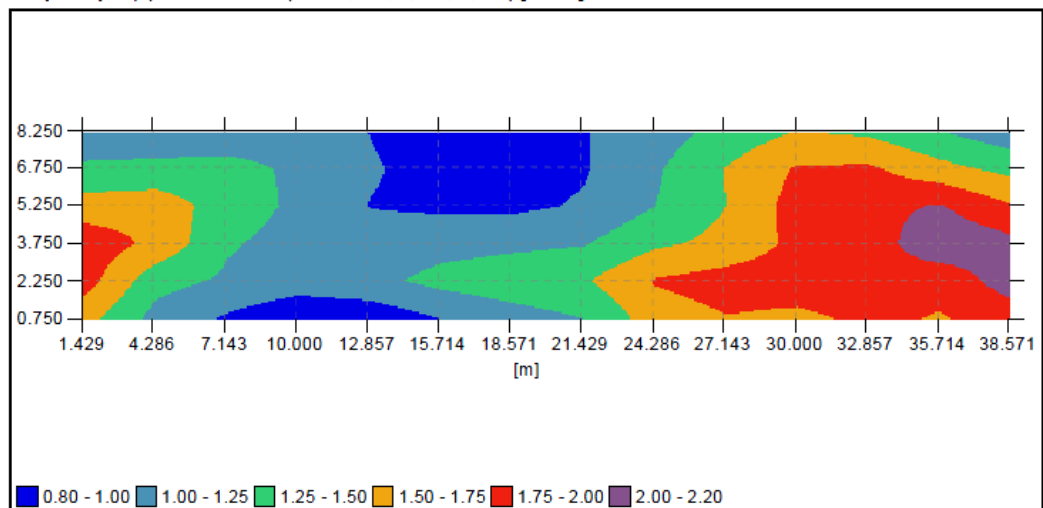


FIGURA # 3.47. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 250 W de sodio (40 metros de separación).

Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 250 W con una distancia de 200 metros de la otra luminaria, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5° y se utiliza la luminaria modelo Calypso. Ese caso en particular se da en la calle primera donde existen muchas luminarias apagadas, por tal motivo se simula este valor inusual en alumbrado publico urbano.

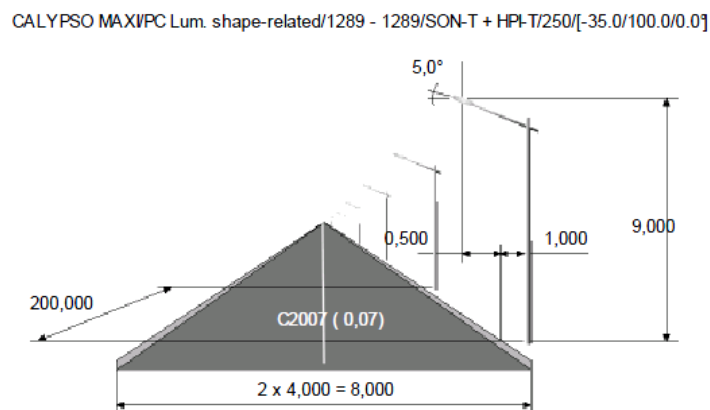


FIGURA # 3.48. Representación de la luminaria de 250W en la vía (200 metros de separación).

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60,000; 2,000; 1,500) [cd/m²]

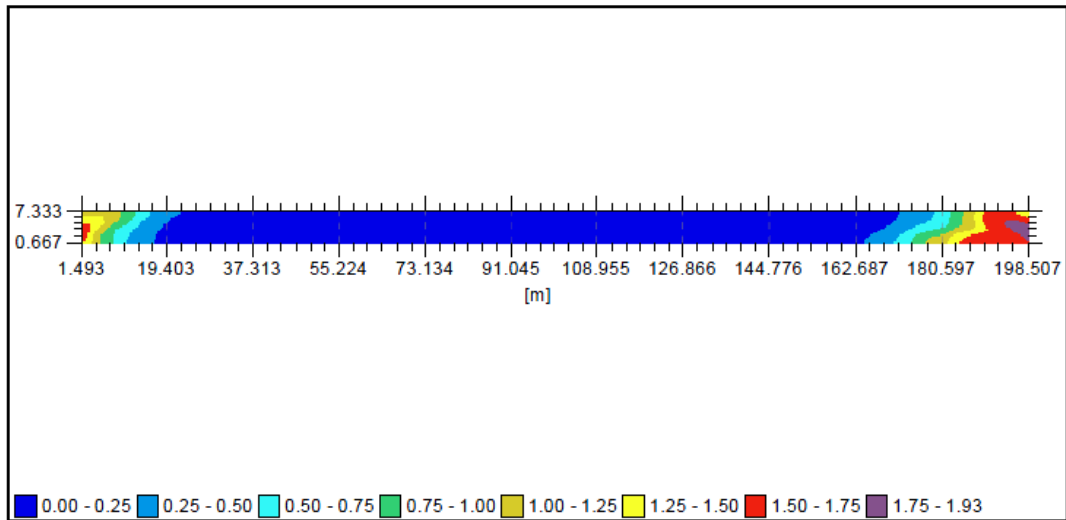


FIGURA # 3.49. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 250 W de sodio (200 metros de separación).

Malla principal (3) : Iluminancia [lux]

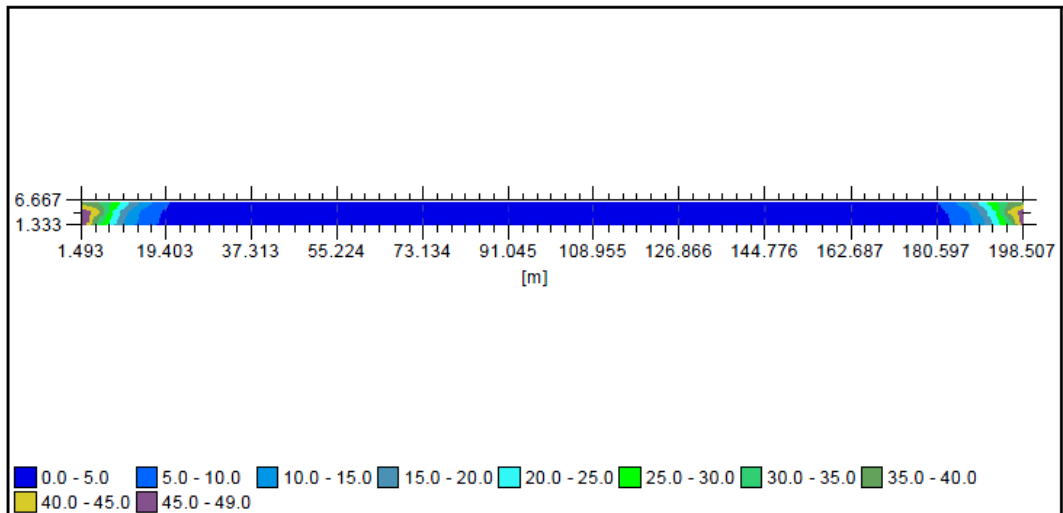


FIGURA # 3.50. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 250 W de sodio (200 metros de separación).

Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 250 W con una distancia de 70 metros de la otra luminaria, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5° y se utiliza la luminaria modelo Calypso.

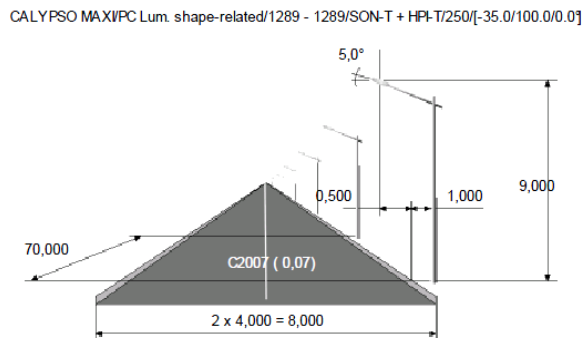


FIGURA # 3.51. Representación de la luminaria de 250W en la vía (70 metros de separación).

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60,000; 2,000; 1,500) [cd/m²]

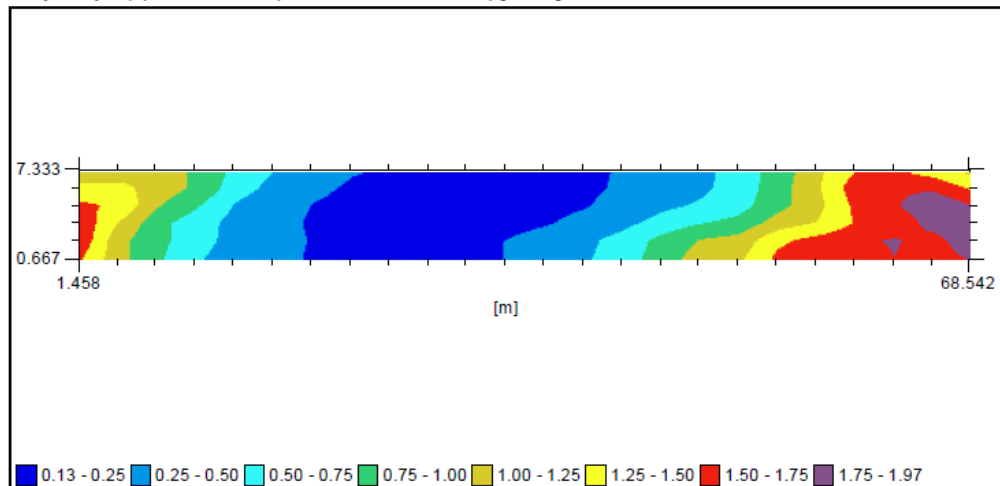


FIGURA # 3.52. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 250 W de sodio (70 metros de separación).

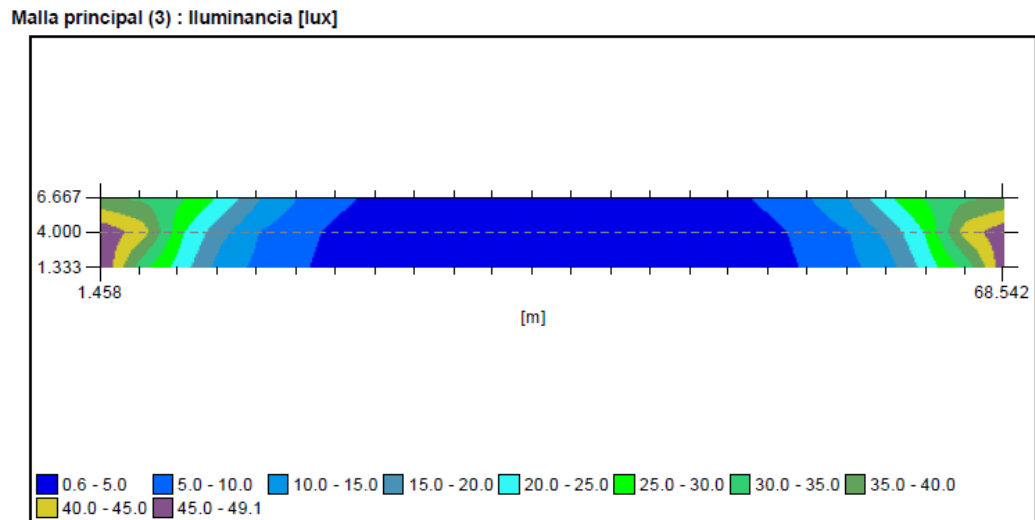


FIGURA # 3.53. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 250 W de sodio (70 metros de separación).

Simulación de una luminaria con una lámpara vapor de mercurio (HPI-T) de 250 W con una distancia de 28 metros de la otra luminaria, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 0° y se utiliza la luminaria modelo Calypso.

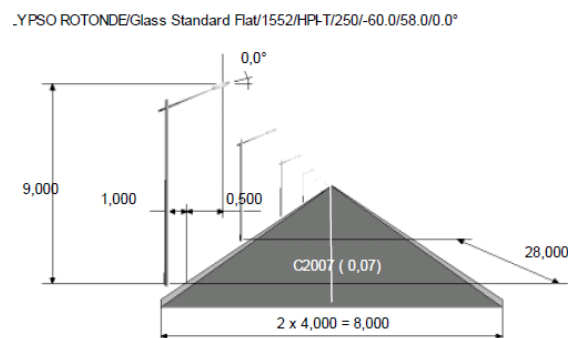


FIGURA # 3.54. Representación de la luminaria de 250 W de vapor de mercurio en la vía (28 metros de separación).

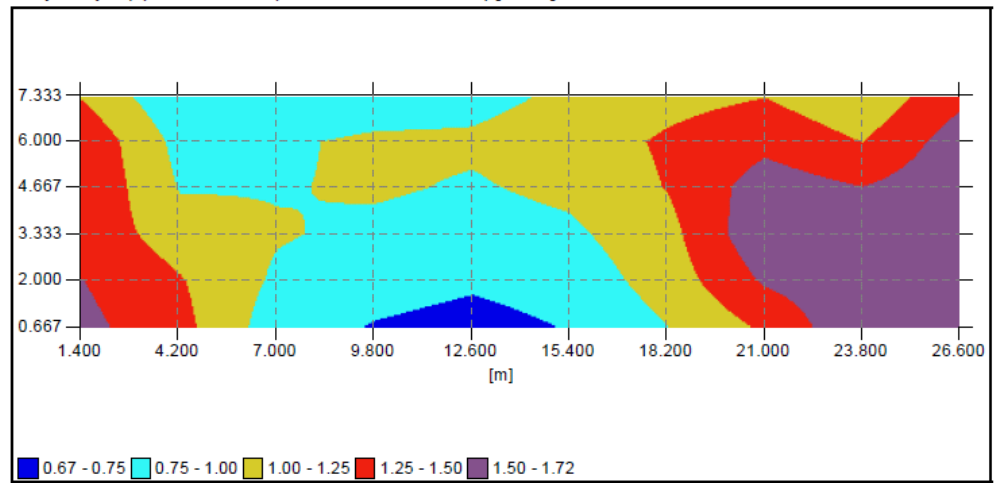
Malla principal (1) : Luminancia (<- -60,000; 2,000; 1,500) [cd/m²]

FIGURA # 3.55. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 250W de vapor de mercurio (28 metros de separación).

Malla principal (3) : Iluminancia [lux]

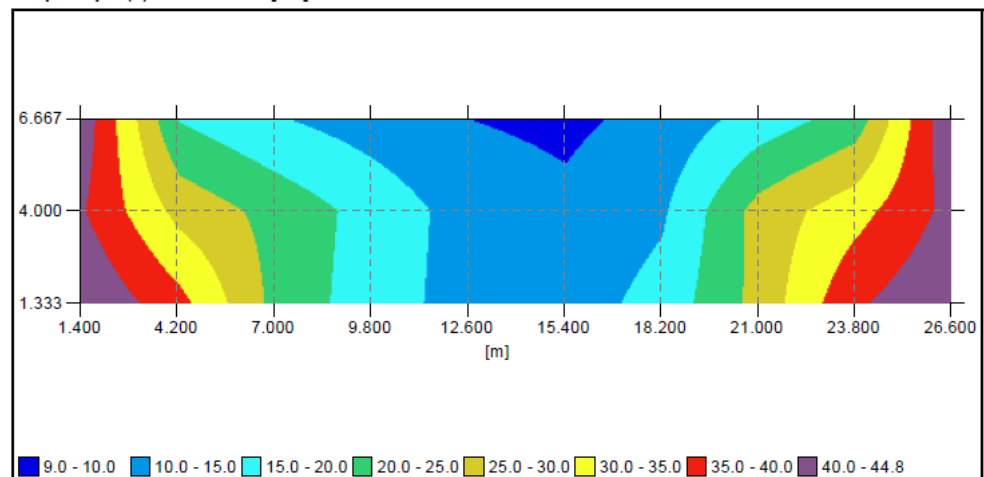


FIGURA # 3.56. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 250 W de vapor de mercurio (28 metros de separación).

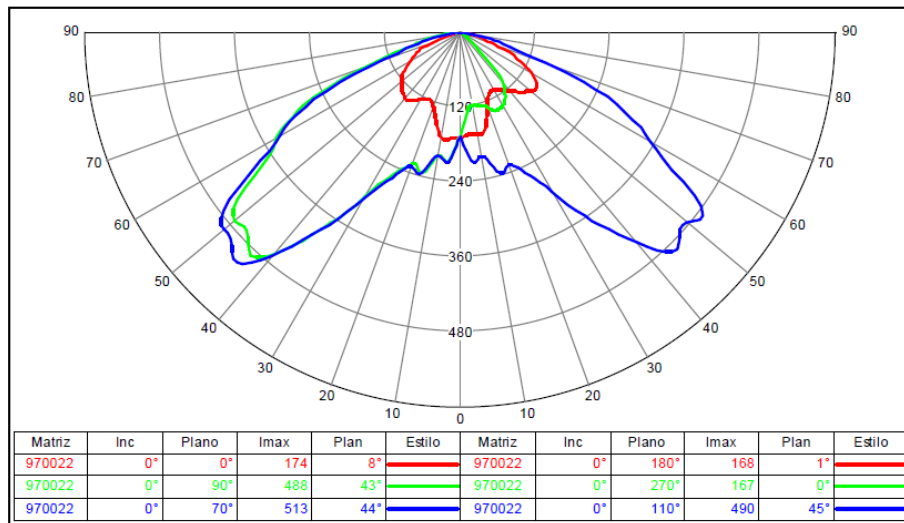


FIGURA # 3.57. Diagrama polar para la luminaria con lámpara de 250 W de vapor de mercurio.

3.4.5.3 Luminaria de 150 W

Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 150 W con una distancia de 30 metros de la otra luminaria de metros, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5 ° y se utiliza la luminaria modelo Calypso.

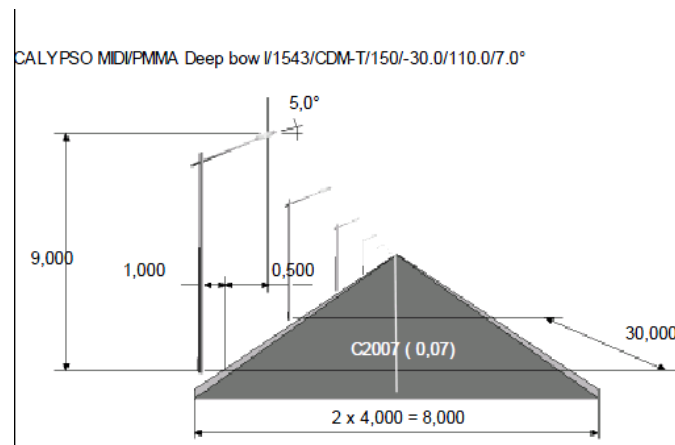


FIGURA # 3.58. Representación de la luminaria de 150W de sodio en la vía (30 metros de separación).

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60,000; 2,000; 1,500) [cd/m²]

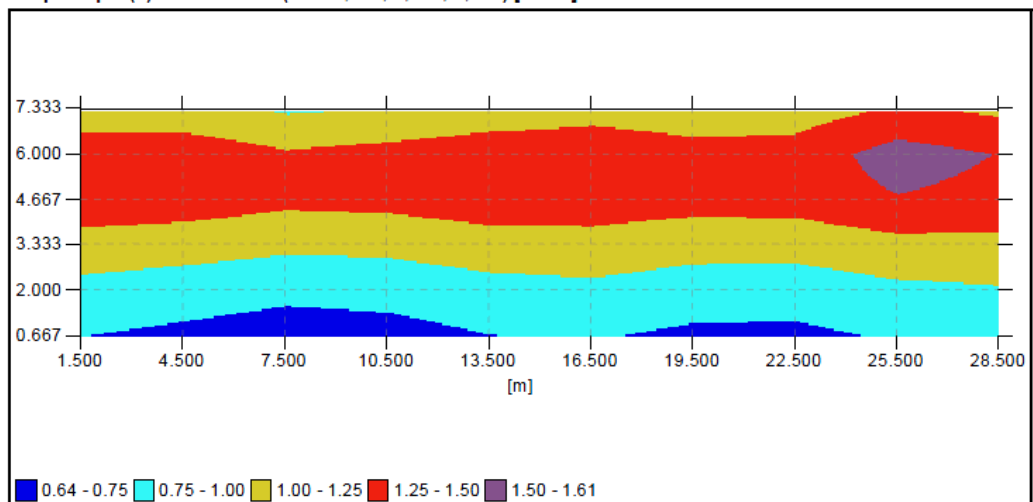


FIGURA # 3.59. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 150 W de sodio (30 metros de separación).

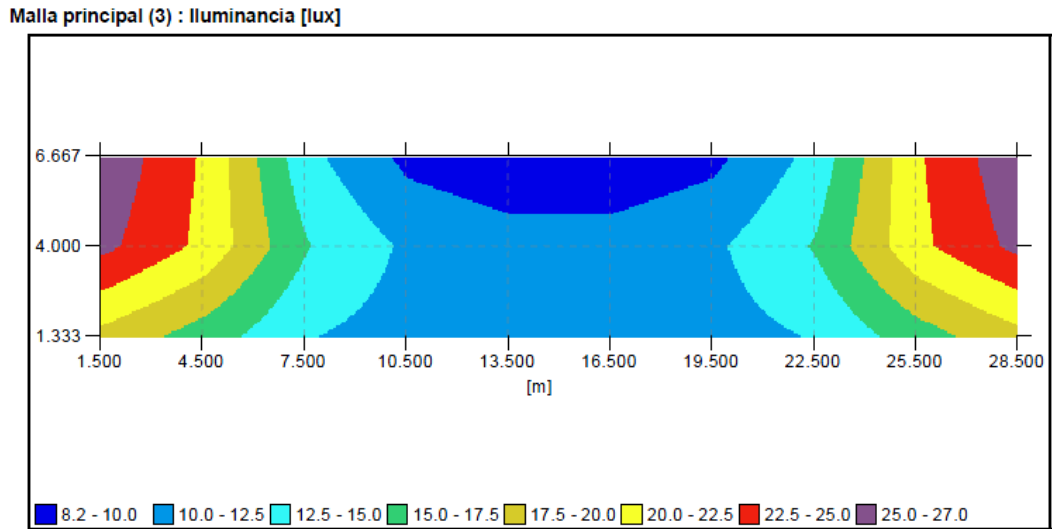


FIGURA # 3.60. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 150 W de sodio (30 metros de separación).

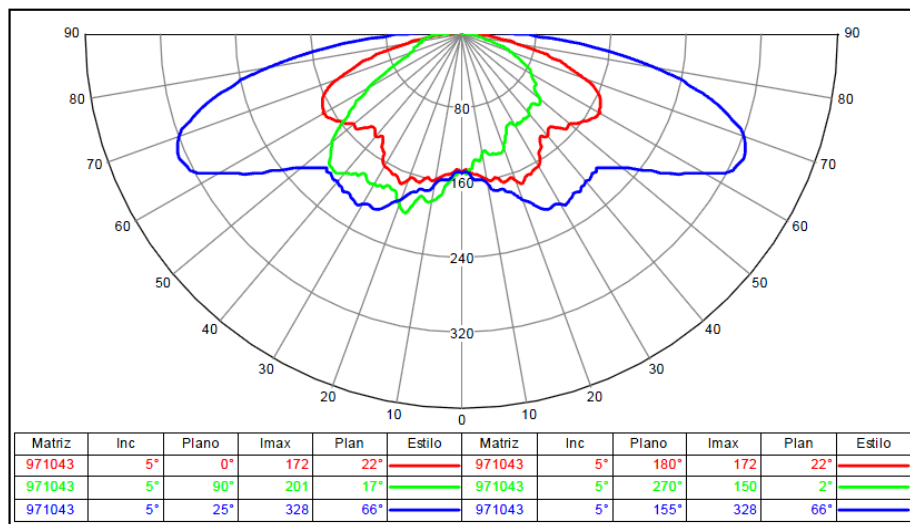


FIGURA #3.61. Diagrama polar para la luminaria con lámpara de 150 W de vapor de sodio.

Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 150 W con una distancia de 25 metros de la otra luminaria de metros, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5° y se utiliza la luminaria modelo Calypso.

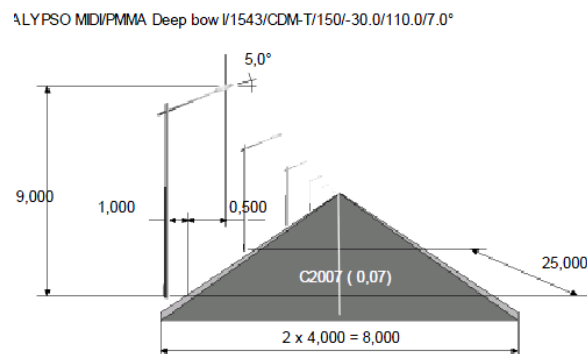


FIGURA # 3.62. Representación de la luminaria de 150 W de sodio en la vía (25 metros de separación).

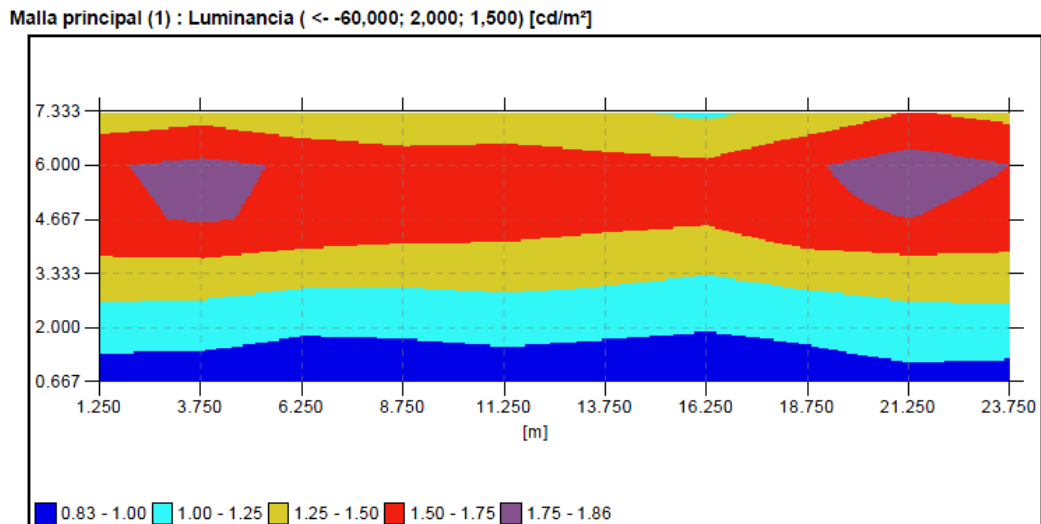


Figura # 3.63. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 150 W de sodio (25 metros de separación).

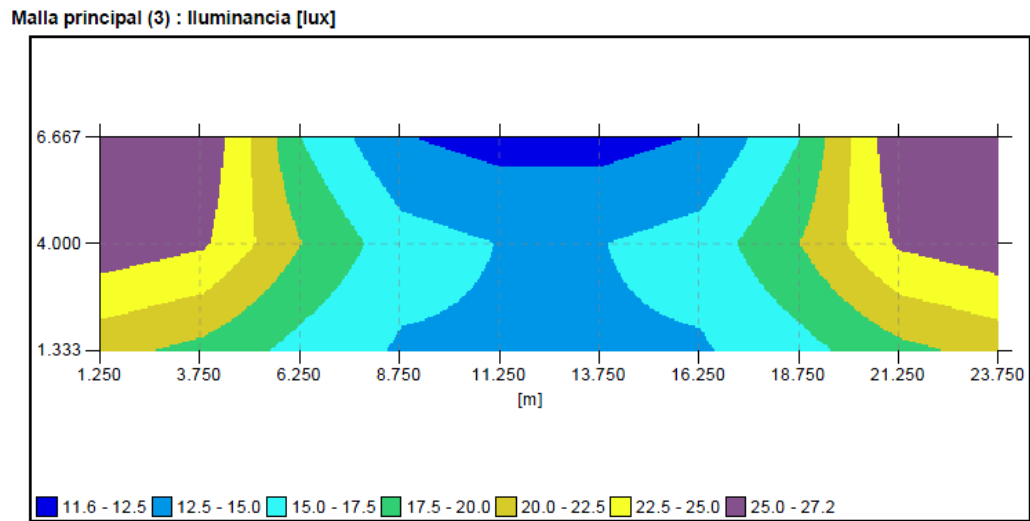


FIGURA # 3.64. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 150 W de sodio (25 metros de separación).

- Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 150 W con una distancia de 19,92 metros de la otra luminaria de metros, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5° y se utiliza la luminaria modelo Calypso.

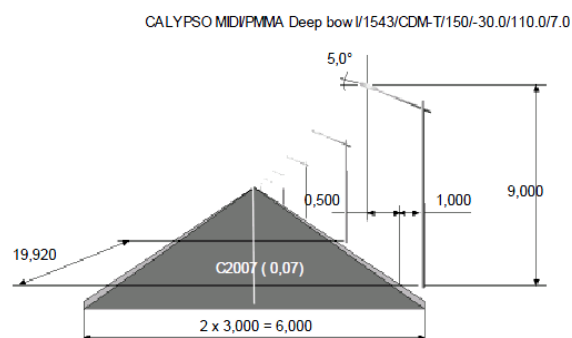


FIGURA # 3.65. Representación de la luminaria de 150 W de sodio en la vía (19,92 metros de separación).

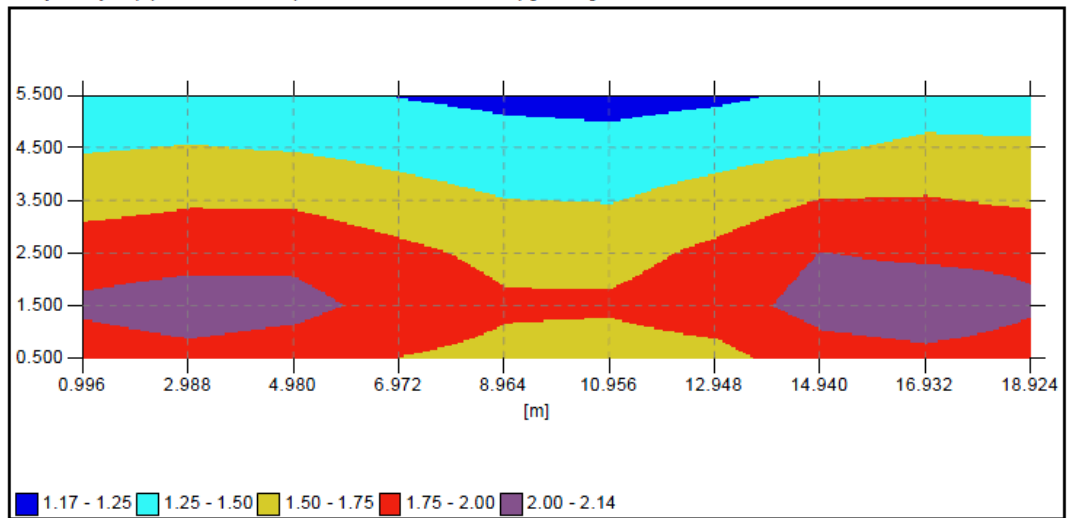
Malla principal (1) : Luminancia (< -60,000; 1,500; 1,500) [cd/m²]

FIGURA # 3.66. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 150 W de sodio (19,92 metros de separación).

Malla principal (3) : Iluminancia [lux]

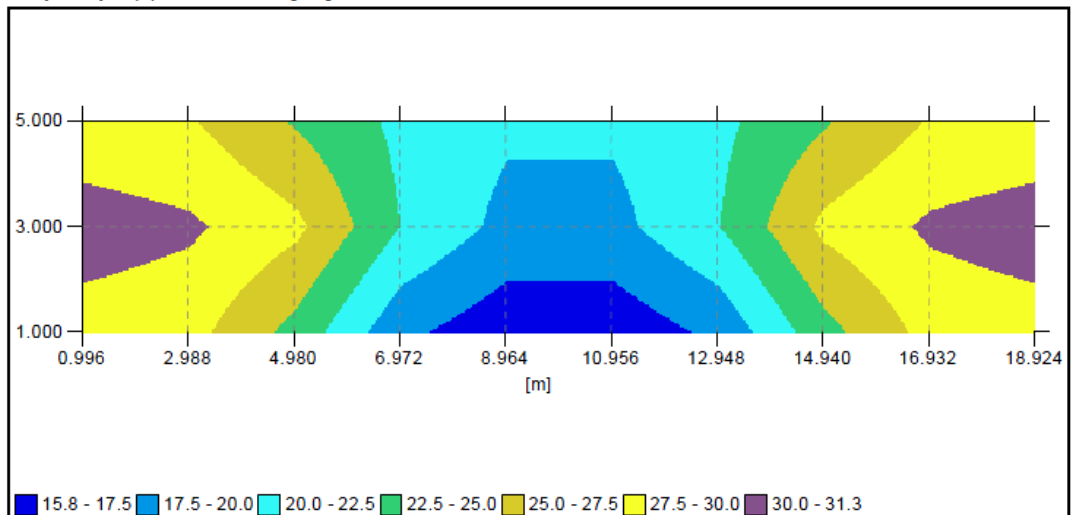


Figura # 3.67. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 150 W de sodio (19,92 metros de separación).

3.4.5.4 Luminaria de 100 W

- Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 100 W con una distancia de 30 metros de la otra luminaria de metros, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5° y se utiliza la luminaria modelo Calypso.

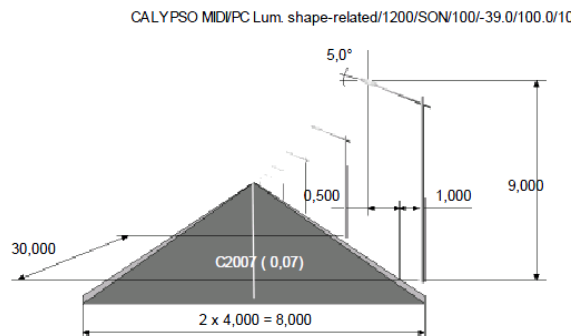


FIGURA # 3.68. Representación de la luminaria de 100 W de sodio en la vía (30 metros de separación).

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60,000; 2,000; 1,500) [cd/m²]

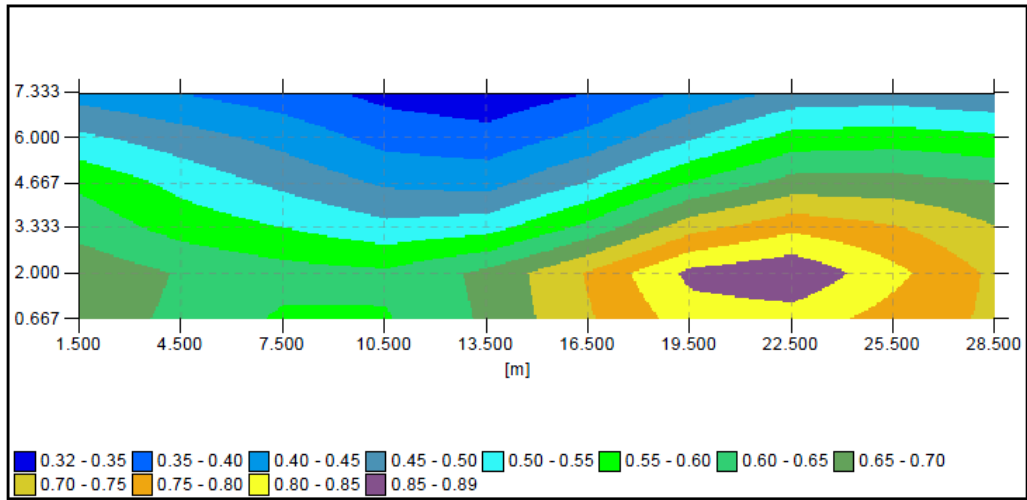


FIGURA # 3.69. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 100 W de sodio (30 metros de separación).

Malla principal (3) : Iluminancia [lux]

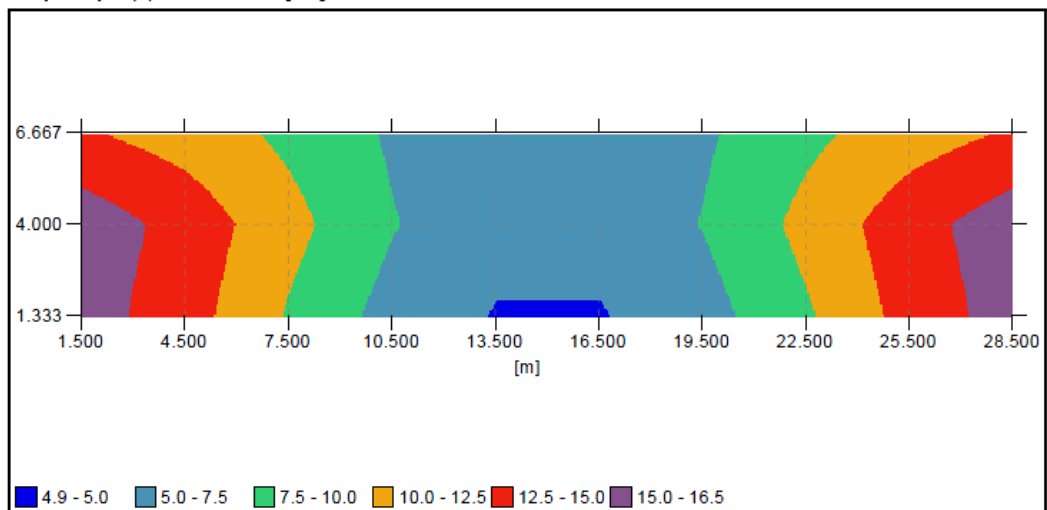


FIGURA # 3.70. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 100 W de sodio (30 metros de separación).

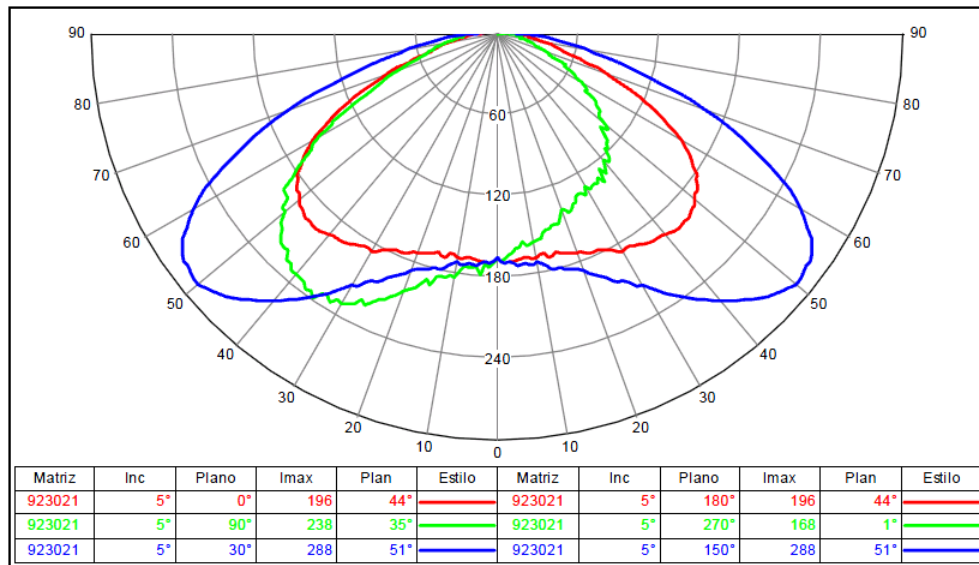


FIGURA # 3.71. Diagrama polar para la luminaria con lámpara de 100 W de vapor de sodio.

3.4.5.5 Luminaria de 70 W

- Simulación de una luminaria con una lámpara de sodio de 70 W con una distancia de 30 metros de la otra luminaria, se considera que está ubicada a 9 metros de altura, con un ángulo de inclinación de 5 ° y se utiliza la luminaria modelo Calypso.

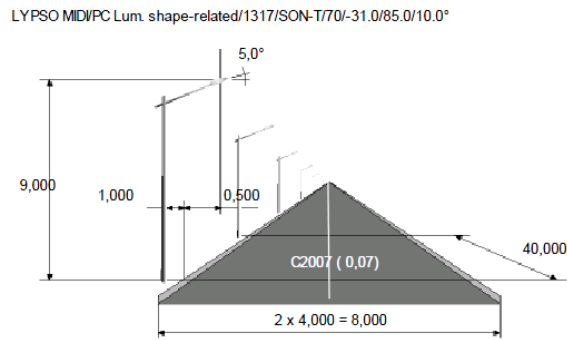


FIGURA # 3.72. Representación de la luminaria de 70 W de sodio en la vía (30 metros de separación).

Malla principal (1) : Luminancia (<- -60,000; 2,000; 1,500) [cd/m²]

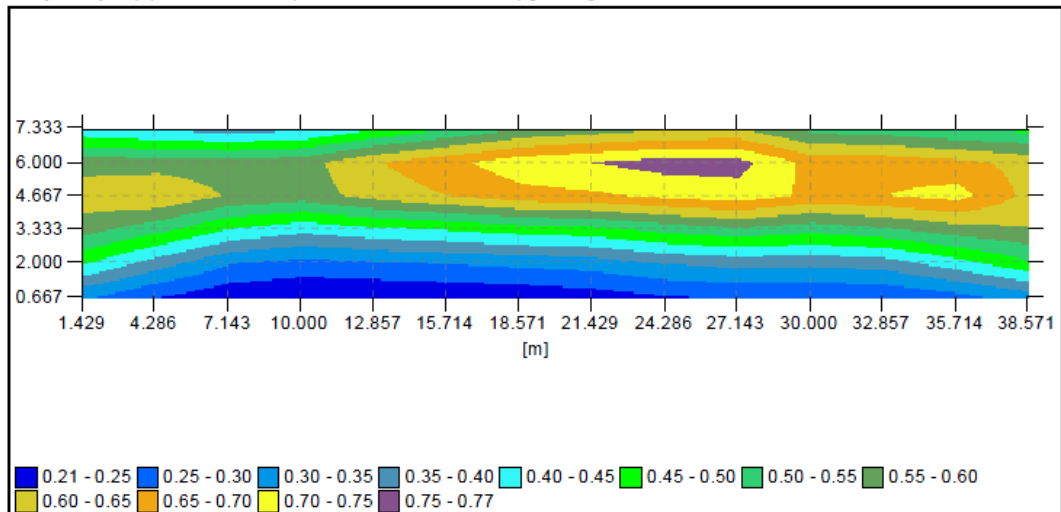


FIGURA # 3.73. Representación de la luminancia para la luminaria con lámpara de 70 W de sodio (30 metros de separación).

Malla principal (3) : Iluminancia [lux]

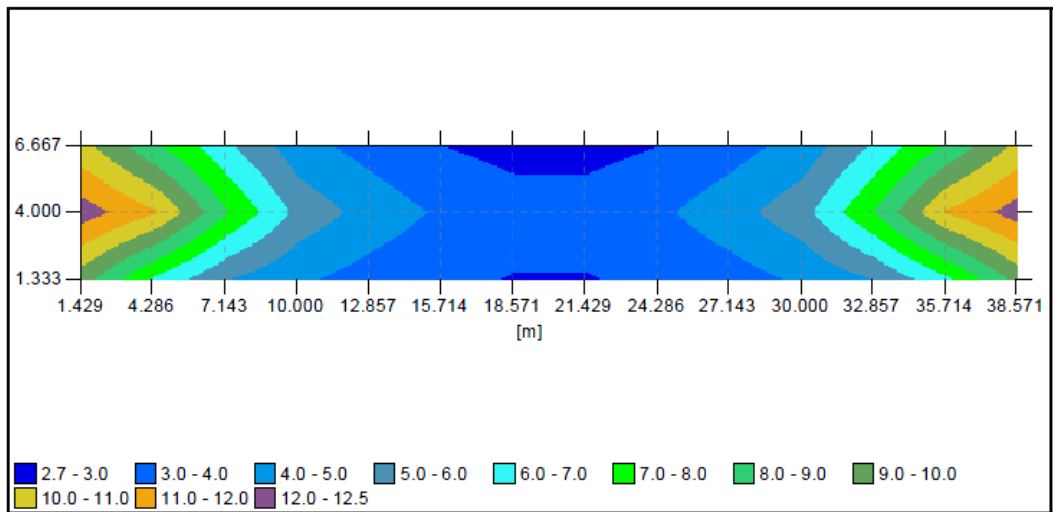


FIGURA # 3.74. Representación de la iluminancia para la luminaria con lámpara de 70 W de sodio (30 metros de separación).

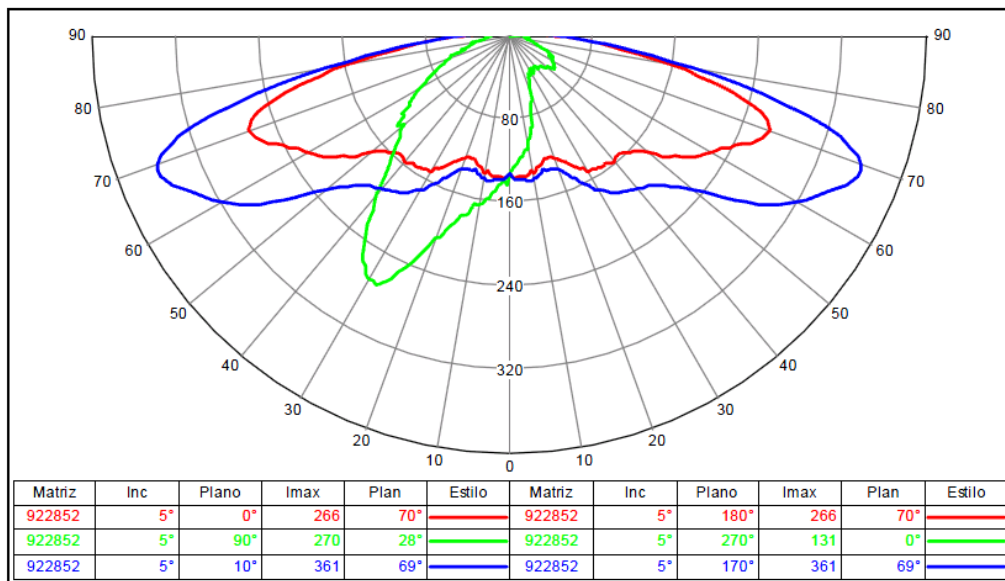


FIGURA # 3.75. Diagrama polar para la luminaria con lámpara de 70 W de vapor de sodio.

3.4.6 Análisis de resultados

En resumen se tiene la siguiente tabla que agrupa las variables características de luminancia en cd/m^2 (Factores de uniformidad y deslumbramiento %) y la iluminancia en luxes ; también en cada simulación se consideró el factor de mantenimiento para un ambiente de contaminación alta como lo es Panorama (FM= 0,93) Aquí se encuentran representados los casos más notorios como por ejemplo: en el caso de extremos producidos por la ausencia de alguna luminaria (Condición apagada), luminarias a distancias promedios basados en las tablas que se obtuvieron de los registros del censo.

Las consideraciones anteriores se las realizó para los diferentes tipos de potencia instalados en los lugares que hemos tomado de modelo.

La siguiente tabla ha sido elaborada por los reportes generados por el software para cada una de las potencias y distancias descritas.

Dist.	Fuente	Pot.	Flujo	FM	Luminancia					Iluminancia	
					Obs Y	L med	Uo	UI	TI	Emin	Emed
46	Na	400	38	0,93	2,25	2,12	35,7	39,1	17,6	5,7	34,6
30	Na	100	10,7	0,93	2,25	0,83	52,3	61	5,4	9,1	14,2
37	Na	250	28	0,93	2,25	1,42	60	56,8	9,8	6,9	24,6
40	Na	250	28	0,93	2,25	1,31	56,3	48,3	10,2	5,8	22,8
10	Na	400	38	0,93	2,25	9,04	82,4	88,9	5,4	100,3	159,3
37	Na	400	38	0,93	2,25	5,1	65,9	61,7	13,7	33,5	86,1
70	Na	400	38	0,93	2,25	1,39	16	9,8	23,5	0,9	2,7
70	Na	250	28	0,93	2	0,77	16,3	9,7	13,5	0,6	13
30	Na	100	8,5	0,93	2	0,59	54	68,1	8	4,9	10,1
200	Na	100	10,7	0,93	2	0,13	0	0	19,1	0	2,2
40	Na	250	28	0,93	2	1,24	55,3	149	10,1	5,8	22,8
200	Na	250	28	0,93	2	0,28	0	0	26,8	0	4,5
30	Na	400	38	0,93	2	3,08	75	71,2	9	17,3	53,4
30	Na	150	14	0,93	2	1,11	57	83	10,6	8,2	15,8
10	Na	400	38	0,93	2	19,06	81,8	96,4	6	298,5	322,3
40	Na	70	6	0,93	2	0,49	142	57,3	15,9	2,7	5,8
28	Hg	250	19	0,93	2	1,19	56,4	46,7	1	9	24,3
25	Na	150	14	0,93	2	1,33	62,4	89,3	10,1	1,6	19
24	Na	250	28	0,93	2	2,22	74,3	79,8	8,2	20,8	37,7
19	Na	100	10,7	0,93	1,5	1,72	78,8	87,2	9,6	14	25,1
19,92	Na	150	14	0,93	1,5	1,67	69,9	83,3	9,5	15,8	24,7
24	Na	150	14	0,93	1,5	1,4	72,6	79,5	9,8	11,9	20,5

TABLA # 3.47. Resultados de las simulaciones de luminarias con diferentes potencias y distancias entre estas.

Asumiendo que las vías de la ciudadela son iguales y tienen las mismas características de tránsito en todo su recorrido.

De acuerdo al criterio proporcionado de la CIE, y que expresa que la luminancia depende del tránsito de la vía, considerando que las vías de Panorama tienen un tráfico pobre, salvo la calle principal, la catalogaremos como M3 por lo tanto la luminancia debe ser mayor o igual a 1 cd/m^2 .

La CIE, recomienda que las relaciones de uniformidad para el mismo tipo de vías deban cumplir las siguientes relaciones $U_0 \geq 0,4$ mientras que el $U_1 \geq 0,5$.

Según los resultados arrojados del simulador y de las asunciones ya descritas anteriormente a todas las luminarias y lámparas, así como a las vías de la ciudadela se concluye que:

Las luminarias instaladas en las calles: principal, segunda, tercera y cuarta cumplen con las características necesarias para una vía de tránsito medio debido a que las relaciones de uniformidad son aceptables.

La luminancia provocada por las luminarias instaladas cumple medianamente con la función de proporcionar el nivel de luz requerido para el tránsito.

Las luminarias instaladas deberían ser homogéneas, ya que esto es un factor que hace que el rendimiento de la luz no sea igual en todos los tramos de la vía, provocando los llamados efectos cebras.

Las luminarias que no están encendidas, son un factor peligroso tanto para transeúntes y vehículos, debido a que la ciudadela cuenta con muchos muros rompe velocidades.

Es recomendable cambiar la orientación de luminarias, así como las potencias y la cantidad de luminarias en la vía principal ya que esta es en la que convergen todos los vehículos automotores livianos y pesados de la zona industrial en la que se encuentra ubicada, además colocar luminarias al frente ya que los resultados de las simulaciones individuales para la vía de este tipo, debería tener instalada en ambos lados de la vía luminarias aparejadas y donde se requiera instalar los postes correspondiente para mejorar el servicio de alumbrado.

La empresa eléctrica debe llevar un seguimiento de las lámparas ya que por el tipo de ambiente donde se encuentran, el factor de mantenimiento anual es alto, por lo que deben ser revisados periódicamente todos los componentes de las luminarias para prevenir la ausencia del servicio de alumbrado público.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones

1. La norma propuesta para lámparas incandescentes se basó en el estudio de normas de etiquetado energético de otros países de América del sur. No se cuenta con el respaldo de pruebas de ensayo realizadas a nivel de laboratorio, sin embargo es una norma planteada en base a otras normas que si realizaron sus pruebas en laboratorios certificados.
2. El etiquetado energético tiene la función principal de proporcionar información respecto de la lámpara y su clase energética para que el usuario que la adquiera pueda tomar una decisión con conocimiento del bien que está adquiriendo. La norma propuesta para el etiquetado de lámparas de alta presión es una norma comparativa, no proporciona información respecto de la clase energética de la lámpara, pero si da una información respecto de la potencia y flujo luminoso equivalente de otros dos tipos de lámparas de tal forma que el usuario decida cual le conviene adquirir, ya sea por razones económicas o por obtener una iluminación de mejor calidad.

3. El etiquetado debe cumplir la función de proporcionar la información necesaria a la empresa distribuidora respecto del tipo de lámpara a instalarse de acuerdo a la potencia y flujo luminoso en la aplicación específica, que en este caso es el alumbrado público, y por lo que contribuirá en definir la potencia de la lámpara a ser usada en el alumbrado en las calles

4. Ya se tomaron medidas de eficiencia energética a nivel de Panorama al cambiar las lámparas de vapor de mercurio que se encontraban previamente funcionando en la ciudadela Panorama por lámparas de vapor de sodio. Sin embargo con el uso apropiado del etiquetado energético propuesto en el presente trabajo se apreciaría la facilidad de la realización de esta actividad con resultados muy buenos.

5. Todas las calles y conjuntos residenciales privados dentro de la ciudadela deben tener un tipo de iluminación homogéneo, es decir lámparas que trabajen con la misma potencia brindando una excelente calidad de iluminación a la ciudadela.

Recomendaciones.

1. Se recomienda proponer algún plan de difusión para dar a conocer a los usuarios cómo funciona la propuesta de etiquetado energético desarrollada en la presente tesis, de manera que de ser implementado se obtengan los resultados deseados en un tiempo aceptable.
2. Es recomendable que para el esquema actual de contratación pública en el Ecuador se exija que las empresas distribuidoras de lámparas de vapor de sodio ganadoras de la licitación declaren expresamente que sus productos cumplan con la normativa que el organismo de control del Ecuador exige.
3. Es recomendable que el organismo de control, vigile, controle y sancione a los distribuidores que ingresen al mercado productos no certificados, o que proporcionen falsa información a través del etiquetado de lámparas en el país.
4. Siendo las lámparas fluorescentes compactas un buen sustituto de las lámparas incandescentes, los desechos de estas deben ser controlados para evitar contaminación del mercurio contenido dentro, tal como recomiendan organismos internacionales del medio ambiente.

ANEXOS

Anexo A.

Métodos de ensayo para los diferentes tipos de lámparas.

Norma IEC 60081: Especificaciones para procedimientos con lámparas fluorescentes de doble casquillo.

Esta norma internacional especifica los procedimientos y comportamientos requeridos por lámparas fluorescentes de doble casquillo para uso general.

Los requerimientos de esta norma están asociados únicamente a los diferentes tipos de pruebas a utilizarse para este tipo de lámparas.

Se incluyen los siguientes tipos de lámparas y modos de operación:

- Lámparas con cátodos precalentados, diseñadas para operación en frecuencias a.c. con uso de un arrancador, y adicionalmente operar en altas frecuencias.
- Lámparas con cátodos precalentados de alta resistencia, diseñadas para operar en frecuencias a.c. sin el uso de un arrancador, y adicionalmente operar en altas frecuencias.
- Lámparas con cátodos precalentados de baja resistencia, diseñadas para operar en frecuencias a.c. sin el uso de un arrancador, y adicionalmente operar a altas frecuencias.
- Lámparas que poseen cátodos precalentados, diseñadas para operar a altas frecuencias.
- Lámparas que no poseen cátodos precalentados, diseñadas para operar en frecuencias a.c.
- Lámparas que no poseen cátodos precalentados, diseñadas para operar a altas frecuencias.

Normas de referencia:

- IEC 60050(845):1987, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 845: Lighting
- IEC 60061-1:1969, Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part1: Lamp caps.
- IEC 60155:1993, Glow starters for fluorescent lamps.
- IEC 60598 (all parts), Luminaires.

- IEC 60921:1988, Ballasts for tubular fluorescent lamps - Performance requirements.
- IEC 60927:1996, Auxiliaries for lamps – Starting devices (other than glow starters) – Performance requirements.
- IEC 60929:1990, A.C. supplied electronic ballasts for tubular fluorescent lamps – Performance requirements.
- IEC 61049:1991, Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits – Performance requirements.
- IEC 61195:1993, Double-capped fluorescent lamps – Safety specifications.
- IEC 61231:1993, International lamp coding system (ILCOS).

Requerimientos de las lámparas.

Método de prueba para características de encendido.

Las pruebas deben ser realizadas en una atmosfera libre a una temperatura entre 10 y 27 grados centígrados y una humedad relativa de máximo 65% por un periodo de no menos de 24 horas.

- **Lámparas con cátodos precalentados para operación en frecuencias a.c. usando un arrancador.**

- **Circuito de prueba.**

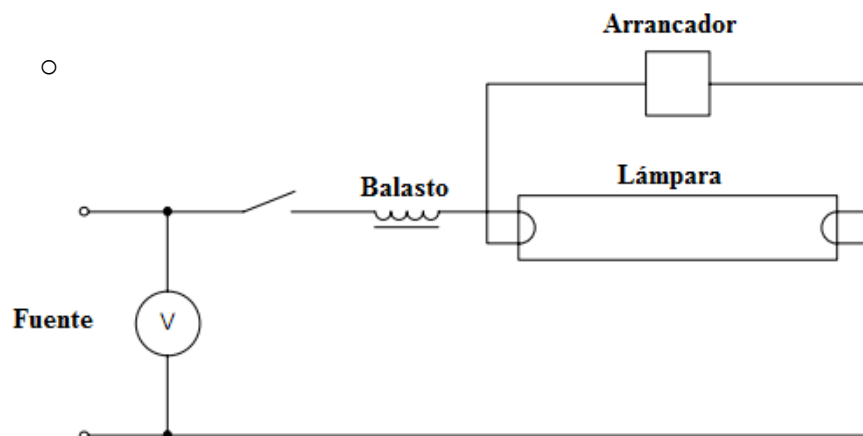


Diagrama del circuito para prueba de encendido para lámparas para operación con arrancador.

- **Balasto.**

El balasto utilizado deberá ser de tipo inductivo, a menos que se especifique lo contrario en los datos propios de la lámpara, y deberá cumplir con los requerimientos de la norma IEC 60921. Si se requiere el uso adicional de capacitores, se deberá asegurar que se cumpla la norma IEC 61049.

Cuando un balasto, a su voltaje nominal, es asociado a una lámpara de prueba, dicha lámpara deberá disipar una cantidad de potencia tal que no difiera de su valor nominal más allá del 4%. Una lámpara de prueba es aquella cuyo voltaje en los terminales no se desvía más allá del 2% de su valor nominal cuando opera con su balasto de referencia.

La corriente de precalentamiento, cuando es medida al 90% del voltaje nominal del balasto, deberá ser entre 1,1 y 1,2 veces la corriente nominal de la lámpara. Para obtener un valor de corriente de precalentamiento en este rango, podría ser necesario ya sea realizar una selección cuidadosa entre los balastos comerciales o en su lugar diseñar y manufacturar un balasto para este propósito específico. En algunos casos, puede ser posible bajar la corriente de precalentamiento a este rango añadiendo resistencias en serie con el arrancador.

- **Arrancador.**

El tipo de arrancador a ser usado deberá cumplir con los requerimientos de la norma IEC 60155, y en cualquier caso se encontrará sujeto a los acuerdos correspondientes entre el vendedor y el fabricante del mismo.

- **Voltaje de prueba.**

El voltaje de prueba aplicado al circuito deberá ser el especificado en la hoja de datos de la lámpara.

- Lámparas con cátodos precalentados para operación en frecuencias a.c. sin uso de un arrancador.

- Circuito de prueba.

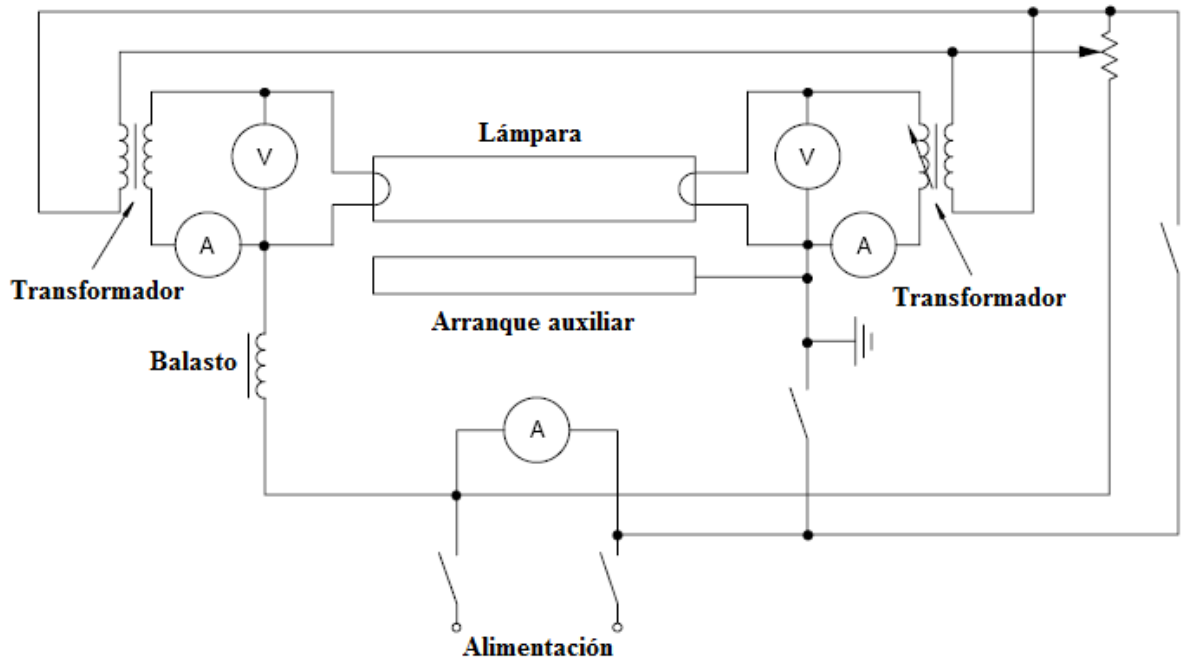


Diagrama del circuito para prueba de encendido para lámparas con cátodos precalentados para operación con circuitos sin arrancador.

- Balasto.

El balasto usado deberá ser del tipo inductivo y deberá cumplir los requerimientos de la norma IEC 60921.

Cuando el balasto, a su voltaje nominal, es asociado con una lámpara de prueba, la lámpara disipará potencia que no difiera de su valor nominal en más del 4% del mismo. Una lámpara de prueba es aquella en la cual el voltaje en los terminales de la lámpara no se desvía en más del 2% del valor nominal, cuando es operada con su balasto de referencia.

En algunos casos el balasto puede incluir un autotransformador para incrementar (o reducir) el voltaje al valor apropiado para el encendido y operación de la lámpara. Los balastos que incorporan transformadores elevadores son particularmente usados en países donde predominan sistemas de 120V o 100V.

El aterrizamiento del circuito, que es mostrado en la figura presentada previamente, puede que haga necesario que se cambie el transformador con uno de otro tipo de aislamiento.

- **Arrancador.**

El arrancador, un plato metálico, deberá ser conectado a potencial de tierra junto al cátodo de la lámpara. Sus longitudes deberán ser de no menos de las de la lámpara a ser probada y deberá ser de 25mm por 16mm de diámetro y 40mm por 26mm a 38mm de diámetro. La distancia entre la superficie de la lámpara y el arrancador deberá ser especificada en los datos de la lámpara.

El productor o vendedor responsable deberá especificar si las lámparas requieren o no un arrancador externo, y si el cátodo deberá ser conectado al potencial de tierra. Para lámparas que no requieran un arrancador separado, se deberá remover el plato metálico.

- **Voltaje de prueba.**

El voltaje del circuito a ser aplicado a los terminales del cátodo y el voltaje de circuito abierto en los terminales de la lámpara para la prueba de encendido deberá ser especificado en los datos de la lámpara.

Los voltajes especificados para la prueba de encendido son escogidos primariamente para asegurar la reproducibilidad de los resultados de prueba, y no necesariamente son aplicables al diseño de los balastos.

Los voltajes del circuito principal y de los circuitos de calentamiento deberán ser aplicados simultáneamente.

El voltaje aplicado al cátodo del circuito de calentamiento no deberá ser conectado como para que incremente el voltaje del circuito principal. Los dos circuitos deberán ser conectados a la misma fase de la alimentación.

Los dos transformadores de cátodo de calentamiento pueden ser reemplazados por uno con conexiones secundarias aisladas. El transformador deberá ser elegido tal que el voltaje no cambie en más del 2% cuando el cátodo de carga máxima

se encuentre conectado. Si la lámpara no se enciende con el voltaje de circuito abierto especificado, este voltaje será gradualmente incrementado hasta un valor máximo del 110% del valor de prueba. Si aun así la lámpara no enciende, esta será rechazada. Si la lámpara enciende, será operada durante un periodo de 30 minutos al voltaje nominal y la prueba normal será realizada nuevamente después de un período de prueba de 24 horas.

- **Lámparas con cátodos precalentados para operación en frecuencias a.c.**
 - **Circuito de prueba.**

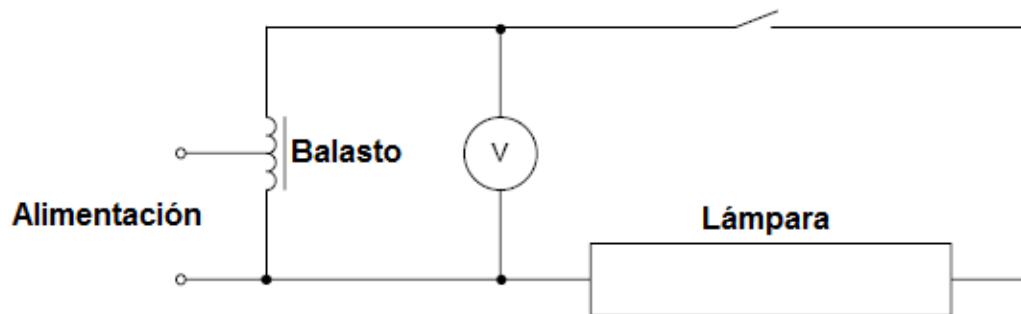


Diagrama del circuito para prueba de encendido para lámparas con cátodos no precalentados.

- **Balasto.**

El balasto a ser usado deberá ser del tipo inductivo y deberá cumplir los requerimientos de la norma IEC 60921.

- **Voltaje de prueba.**

El voltaje de circuito abierto en los terminales de la lámpara para la prueba de encendido deberá ser el especificado en los datos de la lámpara.

El voltaje especificado para la prueba de encendido es elegido primariamente para asegurar la reproducibilidad de los resultados de las pruebas y no es necesario aplicarlo a los diseños de los balastos.

Si la lámpara no se enciende al voltaje circuito abierto especificado, este voltaje deberá ser incrementado gradualmente hasta un máximo del 125% del valor de prueba.

Si aun así la lámpara no enciende, esta deberá ser rechazada. Si la lámpara enciende, deberá ser operada por período de 30 minutos al voltaje nominal, y la prueba normal deberá realizarse nuevamente después de un período de 24 horas.

- Lámparas para operación en altas frecuencias.
 - Circuitos de prueba.
 - Para lámparas con cátodos precalentados.

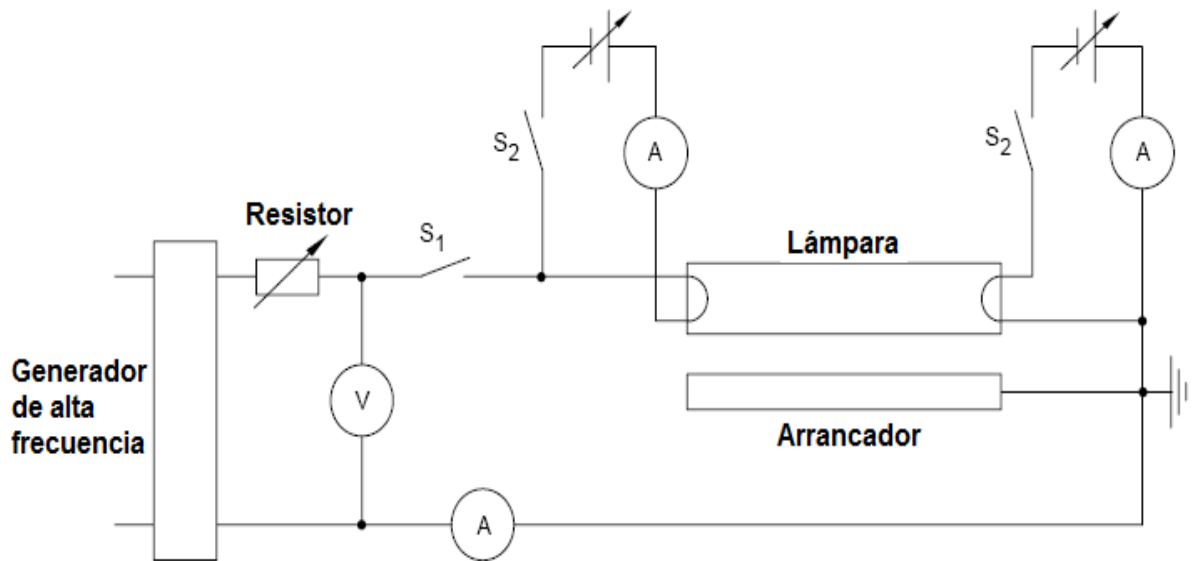


Diagrama del circuito para prueba de encendido para lámparas con cátodos precalentados para operación a altas frecuencias.

Para lámparas sin cátodos precalentados.

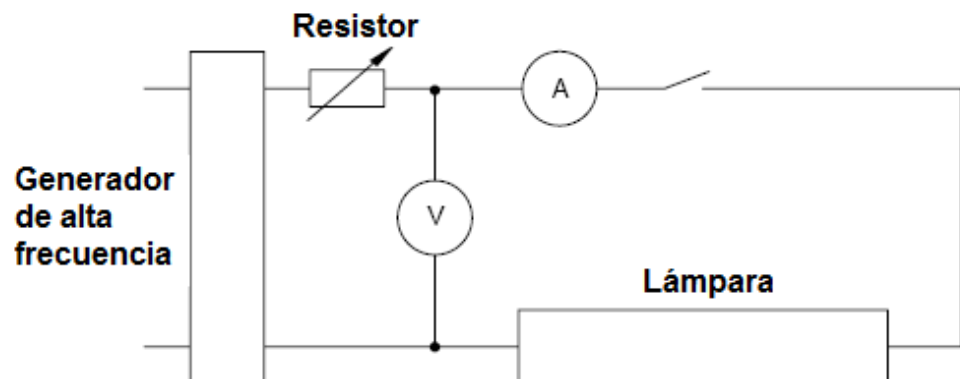


Diagrama del circuito para prueba de encendido para lámparas con cátodos no precalentados para operación a altas frecuencias.

El rango de frecuencia especificado para esta lámpara no es necesariamente aplicable al diseño de los balastos.

- **Balasto.**

La resistencia del balasto no inductivo será ajustada de modo que la corriente de alta frecuencia de la lámpara sea igual al valor especificado en la hoja de datos de la lámpara.

- **Arrancador.**

Para lámparas con cátodos precalentados, el arrancador, un plato metálico, deberá ser conectado al potencial de tierra junto con el cátodo de la lámpara. Su longitud no deberá ser mayor que la de la lámpara bajo prueba, y deberá ser de 25mm por 16mm de diámetro, y 40mm por 26mm a 38mm de diámetro. La distancia entre la superficie de la lámpara y el arrancador deberá ser aquella especificada en la hoja de datos de la lámpara.

El fabricante o responsable de la venta deberá especificar si las lámparas requieren o no un arrancador externo, y si el cátodo deberá ser conectado al potencial de tierra. Para lámparas que no requieran un arrancador por separado el plato metálico deberá ser removido.

- **Voltaje y corriente de prueba.**

Para lámparas con cátodos precalentados, la alimentación del cátodo calentado deberá ser ajustada para proporcionar una corriente de precalentamiento, como se especifica en los datos de la lámpara. Durante el período de precalentamiento, tal como se especifica en la hoja de datos de la lámpara, el interruptor S_1 deberá mantenerse abierto y los interruptores S_2 cerrados. Después de este período de tiempo, los interruptores S_2 deberán ser abiertos simultáneamente mientras se cierra S_1 . El voltaje de circuito abierto aplicado al circuito se especifica en la hoja de datos de la lámpara.

Métodos de ensayo para características eléctricas, fotométricas y de cátodos.

- **Características eléctricas y fotométricas para lámparas sin cátodo de calentamiento complementario durante la operación.**

Las características eléctricas y fotométricas deberán ser medidas de acuerdo con las recomendaciones de la CIE.

Antes de que las lámparas sean probadas por primera vez, deberán ser envejecidas por un período de 100 horas de operación normal.

Las mediciones deberán ser realizadas después de un suficiente período de estabilización de la lámpara. Un tiempo de estabilización apropiado es de 15 minutos.

Si se usa una posición precalentada, a partir de la cual la lámpara es movida a la posición de prueba, se requiere un tiempo de estabilización mayor en la posición de prueba. Las lámparas deberán ser probadas en una posición de operación horizontal.

Las conexiones de los contactos de la lámpara, con referencia a las terminaciones del balasto, no deberán ser cambiadas durante el curso entero de las pruebas. Para lámparas que tengan tapas con dos pernos o contactos, por convención se usa el siguiente arreglo (donde las x representan los contactos a ser conectados al circuito principal).



Conexión al circuito principal.

Las lámparas deberán ser probadas en un ambiente sin corrientes de aire a una temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, a menos que se especifique lo contrario en la hoja de datos de la lámpara.

Cuando se realice las mediciones en un integrador fotométrico adecuado la temperatura también se considera la temperatura del aire en la siguiente posición:

- A una distancia de la pared del bulbo de no menos del 10% del diámetro nominal del integrador.
- A una distancia de la pared del integrador de no menos de un sexto del diámetro nominal del integrador.

- Cerca del axis de la lámpara a un nivel con el centro de la lámpara.

Una temperatura de distribución uniforme en el integrador deberá ser mantenida durante la prueba. En el plano horizontal que contiene el centro de la lámpara, excepto en las vecindades inmediatas de las paredes de la lámpara, se requiere una temperatura uniforme de $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Se dará cuidado especial en el caso en que el integrador incorpore un sistema de calefacción. La temperatura es usualmente medida con una termocupla o termistor, ambos protegidos contra la radiación por un pequeño escudo.

- **Circuito de prueba.**

Las lámparas serán probadas de acuerdo a los circuitos que se presentan a continuación:

Para lámparas con cátodos precalentados.

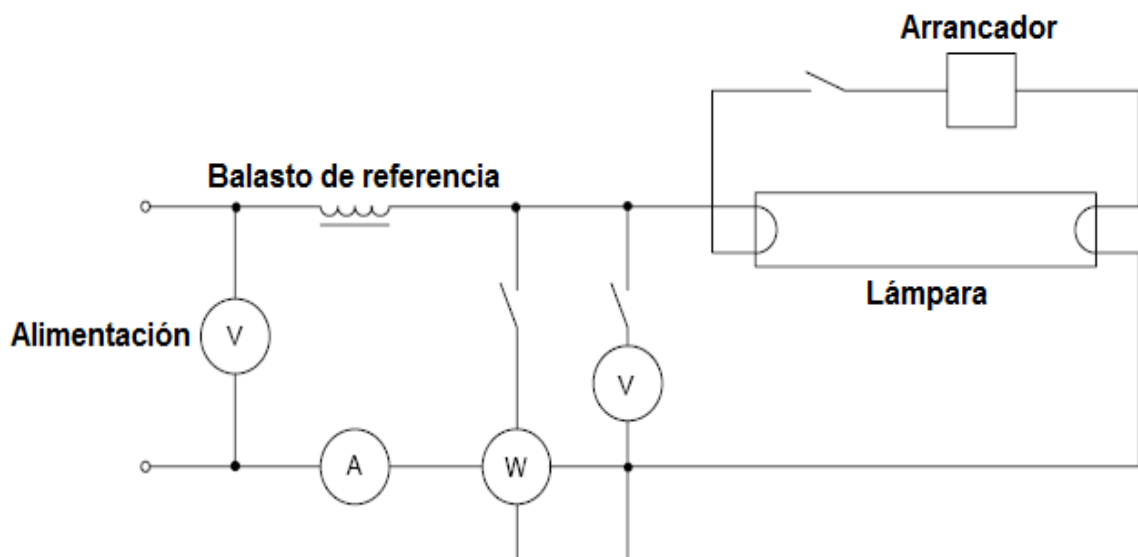


Diagrama del circuito para medición de características eléctricas y fotométricas para lámparas con cátodos precalentados

Para lámparas sin cátodos precalentados.

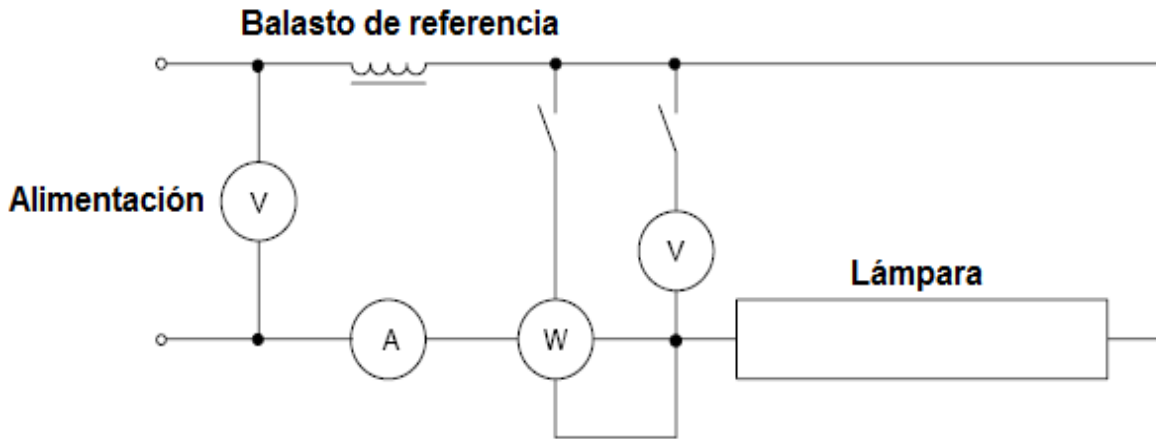


Diagrama del circuito para medición de características eléctricas y fotométricas para lámparas con cátodos no precalentados.

Para lámparas que operan a altas frecuencias.

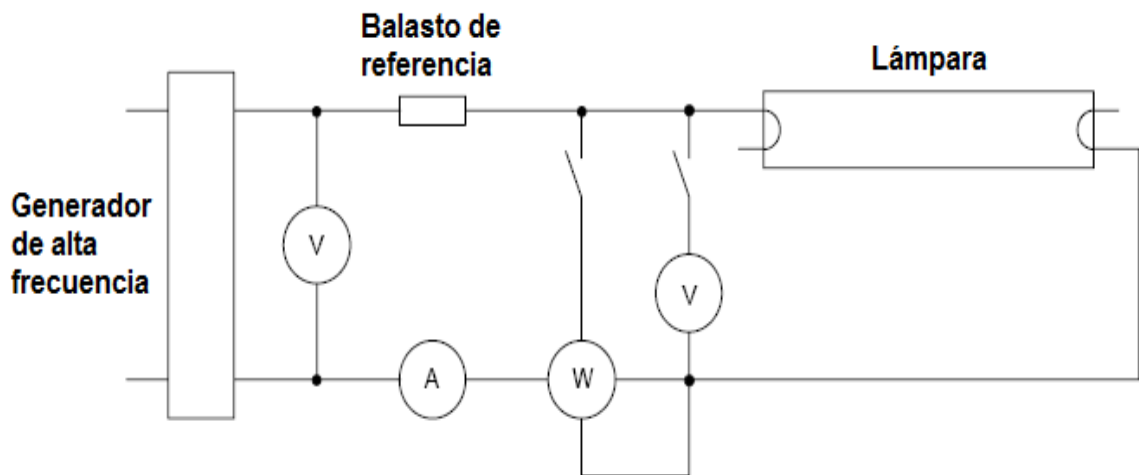


Diagrama del circuito para medición de características eléctricas y fotométricas para lámparas para operación a altas frecuencias.

Antes de realizar las mediciones, cualquier dispositivo utilizado para encender la lámpara deberá ser desconectado del circuito de prueba.

En el circuito de prueba para lámparas para operación a altas frecuencias, presentado previamente, las conexiones deben ser tan cortas y precisas como sea posible para de esta forma evitar capacitancias parásitas. La capacitancia parásita paralela a la lámpara debe ser menor que 1nF.

- **Balasto.**

Los balastos usados para estas pruebas deben ser los balastos de referencia citados en la norma IEC 60921 para medios de frecuencia a.c. o de la norma IEC 60929 para alta frecuencia. Las características eléctricas del balasto de referencia deberán ser especificadas en la hoja de datos de la lámpara.

- **Voltaje de alimentación.**

El voltaje de alimentación deberá ser igual al voltaje nominal del balasto de referencia. Durante períodos de estabilización, el voltaje de alimentación deberá ser estable entre +/- 0,5%, esta tolerancia debe ser reducida a 0,2% durante las mediciones.

Para medios de alimentación a.c. la frecuencia deberá ser igual a la frecuencia nominal del balasto de referencia, con una tolerancia de 0,5%. Para alimentación a altas frecuencias, la frecuencia deberá estar entre 20KHz y 26KHz, a menos que se especifique lo contrario en la hoja de datos de la lámpara.

El rango de frecuencia especificada para este tipo de prueba para lámparas no necesariamente es aplicable al diseño de los balastos.

La forma de la onda del voltaje de alimentación debe ser una onda sinusoidal. El contenido armónico total no deberá exceder 3% de la fundamental (para alimentación a altas frecuencias este valor esta bajo consideración). El contenido armónico total es definido como la raíz cuadrada media (RMS) de la suma de los componentes armónicos individuales, utilizando la fundamental como el 100%.

Esto implica que la fuente de alimentación debe tener suficiente potencia, y que el circuito de alimentación debe

tener una impedancia lo suficientemente baja, comparada con la impedancia del balasto. Se debe tener la precaución de aplicar lo indicado bajo las diferentes condiciones que se susciten durante las mediciones.

- **Instrumentos eléctricos.**

Los instrumentos deberán ser del tipo RMS, esencialmente libres de errores, y apropiados para la operación de frecuencia.

El circuito de medición de voltaje de los instrumentos deber tener una impedancia de no menos de 100000Ω y deberá ser desconectada cuando no se use. El circuito de medición de corriente de los instrumentos deberá tener la más baja resistencia posible y si es necesario deberá ser cortocircuitada cuando no se use.

Cuando se mida la potencia de la lámpara, no se deberá realizar ninguna corrección al consumo del vatímetro (la conexión del circuito esta en el lado de la lámpara donde está el circuito de medición de corriente).

Cuando se mida el flujo luminoso tanto el circuito de medición de voltaje como el de potencia deberán estar abiertos.

- **Características eléctricas y fotométricas para lámparas con cátodo de calentamiento complementario durante la operación.**

Para lámparas con cátodos de calentamiento de baja resistencia, para operación a 60Hz sin circuitos de arranque, las características deberán ser medidas con cátodos de calentamiento complementarios durante la operación.

Las condiciones y métodos de prueba fueron indicados previamente, excepto por el circuito de prueba.

Para lámparas cuyas mediciones fueron realizadas de acuerdo con este método, la potencia de la lámpara se considera la suma de la potencia entregada por medio del balasto de referencia (medida en la parte del circuito correspondiente) y la potencia usada para calentar los cátodos (siendo la potencia medida en la entrada del transformador con cátodo de calentamiento menos la pérdidas del transformador, las cuales se describirán posteriormente).

○ **Circuito de prueba.**

Las lámparas deberán ser probadas de acuerdo a como se especifica en la figura a continuación:

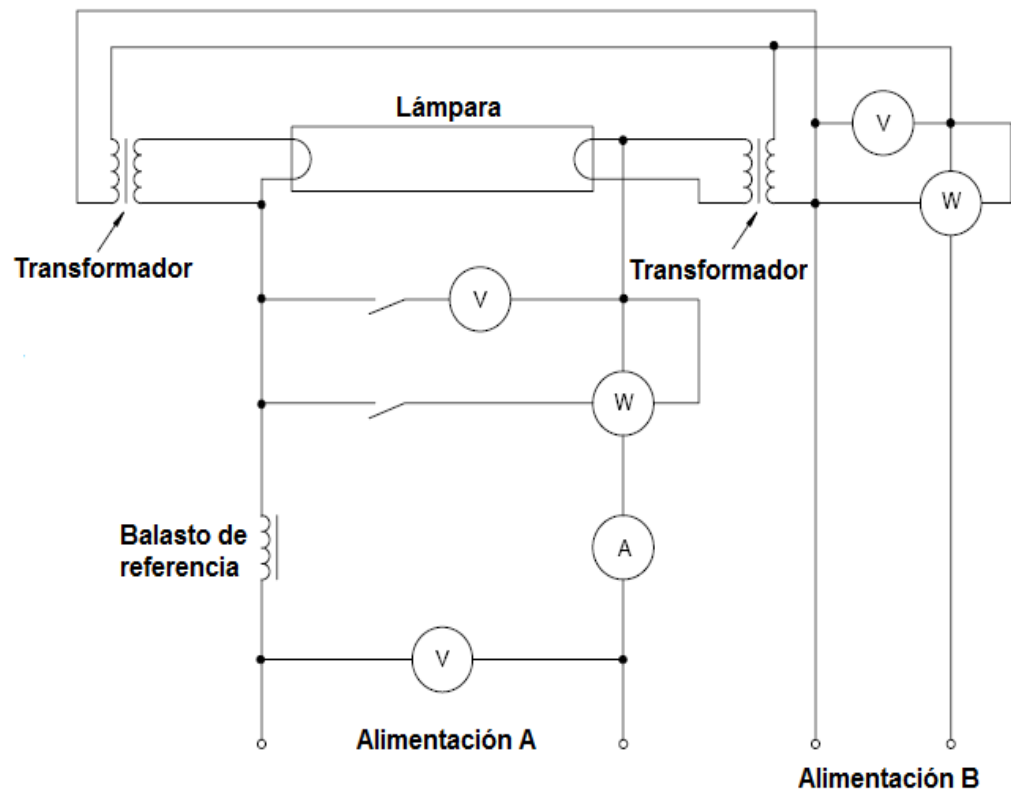


Diagrama del circuito para medición de características eléctricas y fotométricas para lámparas con cátodo de calentamiento complementario.

La fuente de alimentación A es el voltaje especificado por el balasto de referencia para el tipo de lámpara a la que se realizará la medición. La fuente de alimentación B deberá tener un control de voltaje separado de manera que pueda ser ajustado independientemente de la fuente de voltaje A. Las fuentes de voltaje A y B deberán venir de la misma alimentación, y no deberán provenir de diferentes fases de una fuente de potencia polifásica.

La tensión del primario de los transformadores de baja tensión, usado para calentar los cátodos de las lámparas deberá ser ajustable de manera que se obtenga el voltaje de salida deseado.

- **Transformador con cátodo de calentamiento.**

Los dos transformadores con cátodo de calentamiento (o un transformador con dos cables secundarios) deberán tener buena regulación y tener una capacidad de corriente correspondiente a varias veces el valor de corriente requerida. También deberán tener bajas pérdidas para minimizar el efecto que cualquier error en la medición de esas pérdidas pueda tener en la potencia de las lámparas.

El valor central del voltaje del cátodo para cátodos de baja resistencia es de 3,6V y es conveniente usar un transformador con filamento de 6,3V operado a un voltaje primario reducido para de esta forma obtener una salida de 3,6V.

- **Calibración del transformador con cátodo de calentamiento.**

Cada transformador con cátodo (o par de transformadores) deberá ser calibrado individualmente para determinar las pérdidas de potencia que existirán durante la operación normal.

La potencia variará de acuerdo a la corriente suministrada al tipo particular de cátodo involucrado. Sin embargo estos valores de pérdidas necesitan ser determinados solo una vez por cada transformador para cada tipo de cátodo. La pérdida apropiada a nivel de transformadores puede ser aplicada a la medición de diferentes tipos de lámparas.

Es importante obtener una calibración de voltaje en cada transformador. Esto involucra la determinación del voltaje primario que debe tenerse para obtener el voltaje secundario de salida requerido. Esta calibración, aunque no es realmente esencial, hace posible usar características del voltaje primario en las rutinas de trabajo, evitando de esta forma la necesidad de usar constantemente termocuplas de la gama baja más frágil.

Al realizar la calibración, cada terminal secundario del transformador deberá ser conectado a una resistencia de sustitución, teniendo especificadas las características eléctricas para el tipo particular de cátodo involucrado. El voltaje del primario deberá ser ajustado de manera que el promedio de los dos voltajes secundarios sea 3,6V; además el valor del voltaje primario debe quedar registrado. Es necesario que esta calibración sea repetida para cualquier otro tipo de cátodo con el cual el transformador sea usado.

La pérdida de potencia en el transformador (pérdida en el núcleo y las pérdidas del tipo $I^2.R$ se consideren juntas) también deberá ser determinada para cada condición de carga. Con el voltaje primario dispuesto otra vez de manera que proporcione 3,6V a través de las resistencias de sustitución, la potencia de entrada deberá ser registrada. (Dado que la potencia total a ser leída se encontrará por debajo de 10W, se deberá usar un vatímetro de bajo rango). Las pérdidas en el transformador podrían ser calculadas como la potencia de entrada leída menos la corrección del instrumento y menos la potencia disipada por las resistencias de sustitución. Esta potencia en las resistencias puede ser calculada como E^2/R para cada cable.

Se asume que la pérdida en el transformador es constante para todas las lámparas que tengan la misma resistencia de cátodo y no se considera las diferencias que resulten de las variaciones en estos cátodos.

- **Características del cátodo de lámparas con cátodos precalentados para operación con circuitos sin arrancador.**

- **Circuito de prueba.**

La resistencia del cátodo deberá ser medida usando una fuente de alimentación d.c. apropiada o una fuente de 50Hz o 60Hz a.c.

- **Lámparas para operación en medios a.c.**

El voltaje en el terminal del cátodo deberá ser ajustado al valor del voltaje de prueba dado en la hoja de datos de la lámpara, y

la corriente deberá ser medida. A partir de esto, después de la deducción del consumo del voltímetro, la resistencia del cátodo será determinada.

- **Lámparas para operación en alta frecuencia.**

La corriente que fluye a través del cátodo deberá ser ajustada al valor de la corriente de prueba dada en la hoja de datos de la lámpara, y la fuente de voltaje deberá ser medida. A partir de esto, después de la deducción del voltaje a partir del amperímetro, la resistencia del cátodo deberá ser determinada.

Método de ensayo para el mantenimiento del flujo luminoso y la vida.

El flujo luminoso a un determinado tiempo en la vida de la lámpara deberá ser medido tal como se especifica en los métodos de ensayo anteriores.

Durante la prueba de vida, las lámparas deberán operar como se indica a continuación:

- Las lámparas deberán ser operadas a una temperatura ambiente entre 15^oC y 50^oC. Se evitarán excesivas corrientes de aire y las lámparas no estarán sujetas a vibraciones extremas y choques.
- Las lámparas deberán ser operadas en posición horizontal.
- Las conexiones de los contactos de las lámparas, con referencia a las terminaciones de los balastos, o deberán ser cambiadas por el curso entero de las pruebas.
- Las lámparas deberán ser operadas en el circuito para el cual ellas fueron destinadas por el fabricante.
- Las lámparas deberán ser apagadas durante 15 minutos cada 2 horas con 45 minutos de operación. (En Norteamérica se considera un ciclo de 20 minutos apagados por cada 3 horas encendida).

- **Lámparas para operación en medios de frecuencias a.c.**

El balasto usado deberá cumplir con los requerimientos de la norma IEC 60921. Para circuitos capacitivos adicionalmente el capacitor usado deberá cumplir con los requerimientos de la norma IEC 61049.

Cuando el balasto, a su voltaje nominal, es asociado con una lámpara de prueba, la lámpara deberá disipar una potencia que no difiera de su valor nominal en más del 4%. Una lámpara de prueba es una lámpara cuyo voltaje en sus terminales no se desvía en más del 2% de su valor nominal, cuando es operada con su balasto de referencia.

La elección del tipo de balasto para estas pruebas se deja a consideración del que dirige la prueba, pero el tipo usado puede tener una influencia en los resultados de la prueba. Se recomienda que el tipo de balasto empleado sea declarado. En caso de duda, el uso de un tipo de balasto inductivo es recomendado porque tal tipo tiene el menor número de parámetros capaces de afectar el resultado.

Para lámparas operadas con un arrancador la corriente de precalentamiento, a voltaje nominal, no deberá diferir en más del 10% del valor nominal especificado en la hoja de datos de la lámpara.

Para lámparas operadas con un arrancador, el tipo de arrancador a ser usado deberá cumplir con los requerimientos de la norma IEC 60155, y en cualquier caso deberá estar sujeta a n acuerdo con el fabricante o vendedor responsable de la lámpara.

Durante la prueba de vida, la fuente de voltaje y frecuencia no deberá diferir en más del 2% del valor nominal de voltaje y frecuencia en el balasto usado.

- **Lámparas para operación en altas frecuencias.**

El balasto usado deberá cumplir con los requerimientos de la norma IEC 60929.

Cromaticidad coordinada.

Los anexos cubren los valores nominales y áreas de tolerancia estandarizadas para la cromaticidad coordinada X y Y aplicada a lámparas fluorescentes.

Para lámparas con cromaticidad coordinada no estandarizada, los valores nominales deberán ser asignados por el fabricante o vendedor responsable.

La cromaticidad coordinada X y Y es especificada de acuerdo a la norma CIE 1931. Las áreas de tolerancia son basadas en las elipses definidas por D.L.

MacAdam en su publicación “Especificación de pequeñas diferencias de cromaticidad”.

Las áreas de tolerancia son definidas por las elipses de MacAdam de 5SDCM (desviación estándar de armonía de color). Coordenadas de 5SDCM lejos de ser valores nominales son establecidos por la ecuación:

$$g_{11}\Delta x^2 + 2g_{12}\Delta x\Delta y + g_{22}\Delta y^2 = 5^2$$

Para lo cual Δx y Δy representan las desviaciones con respecto a las coordenadas nominales, mientras que los coeficientes g_{11} , g_{12} y g_{22} dependen de estos valores nominales. Estos coeficientes son la base para calcular θ_i , a y b, donde θ_i es el ángulo entre el eje mayor de la elipse y el eje x, y a y b son el mayor y menor semiejes de una elipse de 1SDCM.

Cromaticidad coordinada estándar.

Para estandarizar la cromaticidad coordinada de los siguientes valores nominales X y Y aplicados para diferentes colores de lámparas (con la temperatura correlacionada Tc en Kelvin dada como información adicional):

Color	Tc	X	Y
F 6500	6400	0,313	0,337
F 5000	5000	0,346	0,359
F 4000	4040	0,380	0,380
F 3500	3450	0,409	0,394
F 3000	2940	0,440	0,403
F 2700	2720	0,463	0,420

Para los coeficientes g_{11} , g_{12} y g_{22} se aplican los siguientes valores:

Color	g_{11}	g_{12}	g_{22}
F 6500	86×10^4	$- 40 \times 10^4$	45×10^4
F 5000	56×10^4	$- 25 \times 10^4$	28×10^4

F 4000	$39,5 \times 10^4$	$- 21,5 \times 10^4$	26×10^4
F 3500	38×10^4	$- 20 \times 10^4$	25×10^4
F 3000	39×10^4	$- 19,5 \times 10^4$	$27,5 \times 10^4$
F 2700	44×10^4	$- 18,6 \times 10^4$	27×10^4

Para θ , a y b se aplican los siguientes valores:

Color	θ	a	b
F 6500	$58^{\circ} 23'$	0,00223	0,00095
F 5000	$59^{\circ} 37'$	0,00274	0,00118
F 4000	$54^{\circ} 00'$	0,00313	0,00134
F 3500	$52^{\circ} 58'$	0,00317	0,00139
F 3000	$53^{\circ} 10'$	0,00278	0,00136
F 2700	$57^{\circ} 17'$	0,00258	0,00137

Cromaticidad coordinada cambiada.

Para algunas lámparas, tal como se especifica en su hoja de datos, se puede aplicar una cromaticidad de coordenadas ligeramente cambiada, pero solo para ciertos tipos que tienen un color general con un índice de rendimiento menor que 80.

Los valores de X y Y se proporcionan en la siguiente tabla:

Color	X	Y
F 6500	0,309	0,337
F 5000	0,342	0,359
F 4000	0,375	0,380
F 3500	0,403	0,394
F 3000	0,433	0,403
F 2700	-	-

Anexo B.

Norma: BS EN 60064:1996.

Lámparas de filamento de tungsteno para uso doméstico y similar para propósitos de alumbrado general – requerimientos de desempeño.

Esta norma internacional se aplica a lámparas incandescentes con filamento de tungsteno para servicio de alumbrado general y cumple con los requerimientos dispuestos en la norma IEC 60432-1.

Esta norma es aplicada a lámparas con las siguientes características:

- Potencia entre los 25W y 200W.
- Voltaje de 100V a 250V.
- Bulbos de la forma A o PS.
- Bulbos con extremos claros, recubiertos o extremos blancos.
- Casquillos B22d o E27.

Esta norma establece los requerimientos de desempeño para lámparas, además de incluir métodos de ensayo que confirman el cumplimiento de dichos requerimientos.

Para algunos de los métodos de ensayo propuestos en la presente norma se hará referencia a la hoja de datos de la lámpara.

Se deberá revisar la norma para encontrar algunas de las hojas de datos de las lámparas en otros casos habrá que reemplazar la hoja de datos por aquella que provee el fabricante.

Normas de referencia.

Las normas de referencia usadas para el planteamiento de la presente norma son las siguientes:

- IEC 60038:1983. IEC standard voltages.
- IEC 60061-1. Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 1: Lamp caps.
- IEC 60061-2. Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 2: Lampholders.
- IEC 60061-2. Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety – Part 3: Gauges.
- IEC 60432-1:1993. Safety requirements for incandescent lamps – Part 1: Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes.
- IEC 60630:1979. Maximum lamp outlines for general lighting lamps.
- IEC 60887:1988. Glass bulb designation system for lamps.

Características de las lámparas y especificaciones.

Las características de las lámparas y los límites de desempeño de las mismas se encuentran listados en la hoja de datos de la lámpara.

La hoja de datos de cada lámpara define un grupo de lámparas en particular listando las características y valores límites que se deben aplicar. Las especificaciones técnicas en cada hoja de datos son las siguientes: Dimensiones, mínimo flujo luminoso, mantenimiento del lumen, vida de la lámpara e información para el diseño de la luminaria.

El número de las hojas de datos de las lámparas está constituido por cuatro partes como se indica a continuación:

- El primer número representa el número de la publicación (IEC 60064).
- La segunda parte es la letra del grupo (IEC).
- La tercera parte es el número de la hoja de datos de la lámpara.
- La cuarta parte es un número que indica la edición de la hoja.

Requerimientos generales, dimensionales, eléctricos, fotométricos y de vida.**Requisitos generales.**

Las lámparas que cumplan la presente norma deberán cumplir con los requerimientos de la norma IEC 60432-1.

Las lámparas deberán ser diseñadas de tal forma que su desempeño sea confiable en uso normal. En general esto se logra satisfaciendo los requerimientos generales de la presente norma.

Las lámparas deberán ser probadas de acuerdo a los métodos de ensayo indicados en la presente norma.

Marcado.

La información que identifica a las lámparas deberá ser marcada en la lámpara o en el embalaje.

Dimensiones de la lámpara.

Las lámparas deberán cumplir con los requerimientos dimensionales especificados en la hoja de datos de la lámpara correspondiente.

Aquellas lámparas con casquillo E27 deberán cumplir la norma IEC 60061-3.

Características y tolerancias de lecturas iniciales.

- **Potencia.**
La potencia inicial de lámparas individuales no deberá exceder el 104% de la potencia nominal especificada en la hoja de datos de la lámpara más 0,5W.
- **Flujo luminoso inicial.**

El flujo luminoso de las lámparas no deberá ser menor que los valores mostrados en la hoja de datos de la lámpara.

Las lecturas iniciales de flujo luminoso de lámparas claras no deberá ser menor que el 93% del flujo luminoso nominal.

Las lecturas iniciales de flujo luminoso de lámparas blancas recubiertas individuales no deberá ser menor que el 90% del flujo luminoso nominal.

Mantenimiento del lumen.

El mantenimiento del lumen de lámparas individuales al 75% de su vida nominal no deberá ser menor que el mínimo valor especificado en la hoja de datos de la lámpara.

Requisitos de la prueba de vida.

La vida truncada promedio de una prueba de vida normal o la vida truncada promedio equivalente de una prueba de vida acelerada, calculada por medio de los métodos que se citarán posteriormente en la presente norma deberá ser mayor o igual que los límites que se proporcionarán posteriormente, asociados a la vida nominal de la lámpara.

Las lámparas individuales deberán tener una vida de nos menos del 70% de la vida declarada.

Principio del muestreo.

Las lámparas a ser probadas deberán ser seleccionadas de tal forma que se asegure una apropiada representación.

No es necesario reemplazar una lámpara accidentalmente rota si los resultados de la prueba no son afectados por su reemplazo, pero si debe haber la cantidad requerida de lámparas en caso de que se vaya a realizar otra prueba.

Para lotes y pruebas comparativas, se deberán seleccionar otras lámparas. Estas lámparas solo serán sustituidas por la cantidad de lámparas requeridas para la prueba si es necesario compensar el número de lámparas necesario para la realización de la misma.

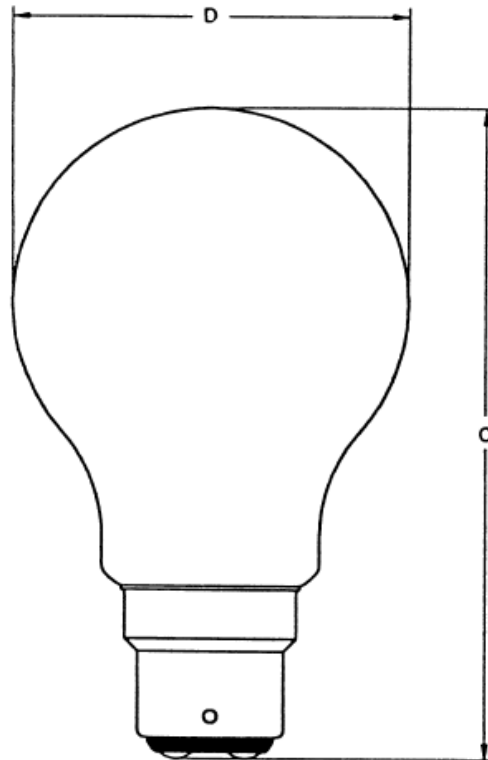
Principio de dimensionamiento.

Principio de dimensionamiento de lámparas incandescentes con bulbo de forma A o PS y casquillo B22d.

Todas las dimensiones de las lámparas son especificadas en la hoja de datos de la lámpara de la presente norma en milímetros.

La figura a continuación presenta las definiciones gráficas de los códigos dimensionales para los casquillos B22d de las lámparas.

En las designaciones del bulbo en la hoja de datos de la lámpara, los numerales mostrados indican el diámetro nominal del bulbo y no serán usados para evaluar las dimensiones de la lámpara.



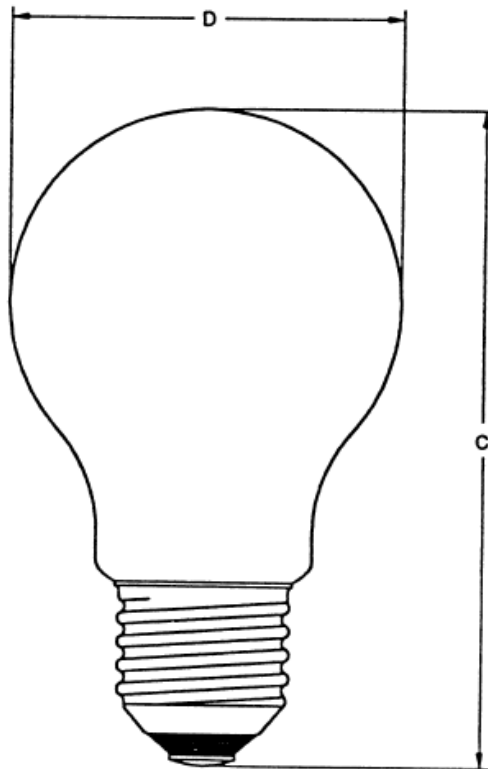
Lámpara para casquillo B22d

Principio de dimensionamiento de lámparas incandescentes con bulbo de forma A o PS y casquillo de rosca Edison.

Todas las dimensiones de las lámparas son especificadas en la hoja de datos de la lámpara de la presente norma en milímetros.

La figura a continuación presenta las definiciones gráficas de los códigos dimensionales para los casquillos de rosca Edison de las lámparas.

En las designaciones del bulbo en la hoja de datos de la lámpara, los numerales mostrados indican el diámetro nominal del bulbo y no serán usados para evaluar las dimensiones de la lámpara.



Lámpara con casquillo de rosca Edison.

Procedimientos de prueba.

Voltajes de prueba para mediciones.

Se realizarán mediciones, para los intervalos requeridos, al voltaje establecido a las lámparas bajo prueba. Las lámparas marcadas con un rango de voltaje deberán ser medidas al voltaje correspondiente a la prueba, el mismo que se encuentra entre los límites establecidos.

Procedimiento de envejecimiento.

Antes de tomar las lecturas iniciales, las lámparas deberán ser envejecidas a un voltaje entre el nominal y 110% del voltaje nominal durante un período equivalente a un rango de 0,04% a 0,1% de la vida establecida.

Procedimiento de fotometría.

Las mediciones se llevarán a cabo mientras se usa un fotómetro integrador apropiado. Esto se aplica tanto para las lecturas iniciales y las lecturas de mantenimiento de lumen. Al tomar mediciones fotométricas el voltaje de

prueba deberá ser ajustado para que se encuentre en un rango de +/- 0,2% del voltaje nominal de la lámpara.

Procedimiento de prueba para mantenimiento de lumen y vida.

Posición de operación.

Las lámparas deberán ser operadas en posición vertical con el casquillo hacia arriba. El axis del portalámparas en la rejilla de prueba no deberá desviarse del eje vertical en más de 5⁰.

Estabilidad mecánica.

Las lámparas deberán operar libres de vibración. No deberá percibirse impactos o vibración al tocar el portalámparas, ya sea durante la operación o durante el encendido o apagado.

Portalámparas.

Los portalámparas en el estante de prueba de vida deberán ser de construcción sólida y estarán destinados a asegurar un contacto eléctrico adecuado y a evitar calentamiento.

La caída de voltaje entre el punto de medición de voltaje y los contactos del casquillo no deberán exceder 0,1% del voltaje de prueba.

Los portalámparas de bayoneta tendrán una barra de conexión a tierra.

Temperatura de operación.

La temperatura del casquillo de la lámpara durante la operación no deberá exceder la máxima temperatura de operación del casquillo tal como se especifica en la tabla K.1 de la norma IEC 60432-1.

Las lámparas no deberán ser operadas a temperaturas ambiente excesivas, ni tampoco deberá haber calentamiento indebido de una lámpara por parte de otras lámparas.

Voltaje de prueba de vida.

La prueba de vida deberá ser realizada al voltaje nominal de la lámpara o a un valor más alto. El voltaje de prueba deberá ser un voltaje estable entre 100% y aproximadamente 110% del voltaje nominal. Para propósitos de certificación, el valor del voltaje de prueba de vida de la lámpara deberá ser elegido por acuerdo mutuo.

Vida equivalente para voltaje nominal.

La vida equivalente para voltaje nominal de una prueba de vida acelerada deberá ser determinada de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$L_0 = L \left(\frac{U}{U_0} \right)^n$$

L_0 : Vida al voltaje nominal.

L : Vida al voltaje de prueba.

U_0 : Voltaje nominal.

U : Voltaje de prueba.

n : Coeficiente con valor 13 para lámparas vacías y 14 para lámparas llenas de gas.

Alimentación y voltaje de control.

Las lámparas deberán ser operadas con corriente alterna a frecuencia de un valor nominal de 50Hz o 60Hz. La variación de voltaje en los terminales de prueba no deberá exceder 1% del voltaje de prueba.

Ciclo de prueba.

Las lámparas deberán ser apagadas 2 veces diariamente por períodos de no menos de 15 minutos. Tales períodos no deben ser considerados como parte de las horas de operación de la lámpara.

Mediciones intermedias.

A las lámparas sujetas a la prueba de vida se deberá medir el flujo luminoso a voltaje nominal, a 75% +/- 2,5% de la vida establecida o s equivalente si se usan pruebas aceleradas.

Terminación de la prueba.

La prueba de vida se considerará terminada al 125% de la vida establecida, o su equivalente si se usan pruebas aceleradas.

Anexo C.

Pruebas y procedimientos para lámparas de vapor de alta presión de sodio.

1- Guía para determinar diagramas cuadrilaterales.

En un sistema de iluminación en el que se empleen lámparas de sodio de alta presión hay algunas variables que afectan el desempeño. Además de las variaciones normales tanto en el voltaje de la lámpara y la impedancia del balasto, otros factores a ser considerados son: Variaciones del voltaje de línea, cambios en las características de las lámparas con el tiempo y un efecto luminoso debido a la reflexión de la energía radiante de regreso al arco del tubo. Este sistema dinámico es entendido mejor cuando se presenta en la forma de un diagrama de los límites de los parámetros de la lámpara que incluye todas las variables. Este diagrama de los límites, que es conocido como diagrama cuadrilateral, es un gráfico de la potencia de operación de la lámpara versus el voltaje de operación de la lámpara.

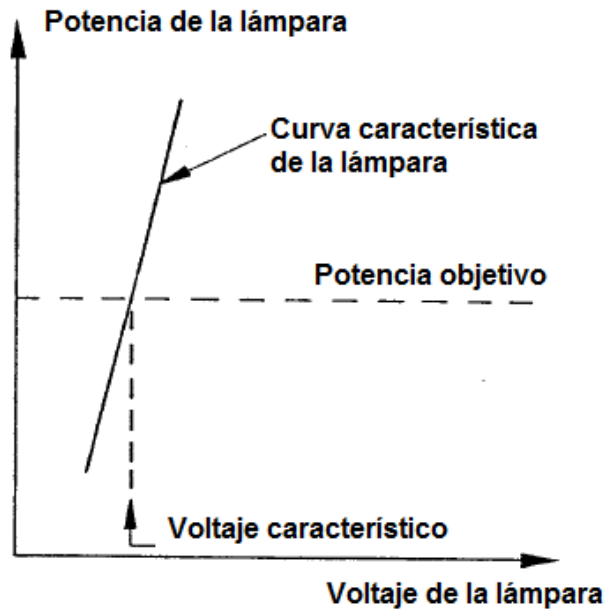
Esta guía define ciertos términos técnicos, describe la base para determinar varios lados de un cuadrilátero y proporciona una interpretación del diagrama final. Debe indicarse que algunos diagramas cuadrilaterales desarrollados anteriormente no necesariamente serán compatibles con los presentes criterios.

Curva característica de la lámpara.

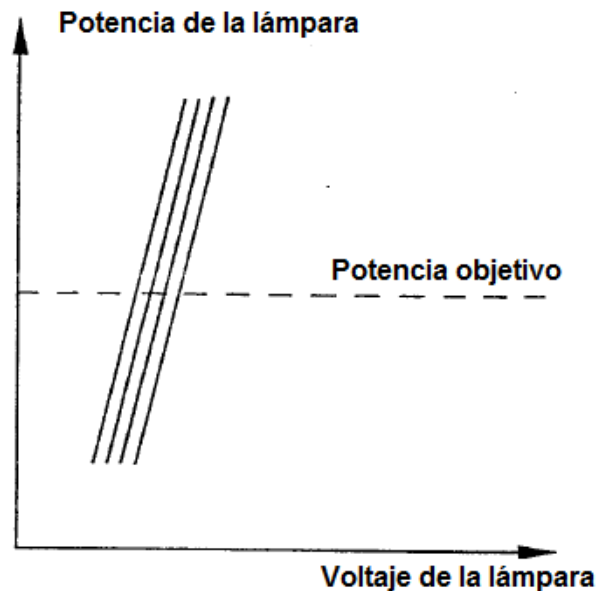
Una lámpara de sodio de alta presión exhibe cambios de arcos de voltaje substanciales con un cambio de potencia durante su vida. Esto puede ser contrastado con las lámparas de vapor de mercurio en las que el voltaje de la lámpara permanece relativamente constante cuando la potencia de la lámpara cambia. Esta relación entre el voltaje de la lámpara (voltaje de arco) y la potencia es debido a que el tubo de arco de las lámparas de alta presión contiene un exceso de amalgama de sodio. Durante la operación de la lámpara el sodio y el mercurio están en fase de amalgama líquida y son ubicadas en un lugar frío cerca de un extremo del tubo de arco. Solo una fracción pequeña de sodio y mercurio está realmente en forma de vapor. La presión de vapor, y por lo tanto el voltaje de la lámpara, dependen de la temperatura fría, que es una función de la potencia de la lámpara. La relación entre la potencia y el voltaje es aproximadamente lineal en la región de interés cerca de la potencia nominal. Esta curva es definida como la curva característica de la lámpara.

La curva característica de la lámpara para una lámpara en particular puede ser obtenida variando la potencia, ya sea cambiando el voltaje de línea o el rango de la impedancia del balasto.

El punto en el cual la curva característica de la lámpara cruza la línea de potencia objetivo define la característica de voltaje de la lámpara. Una lámpara de diseño céntrico es aquella cuya característica de voltaje es igual al voltaje objetivo especificado en los terminales de la lámpara.



Relación de la potencia y el voltaje en una lámpara de alta presión de sodio.

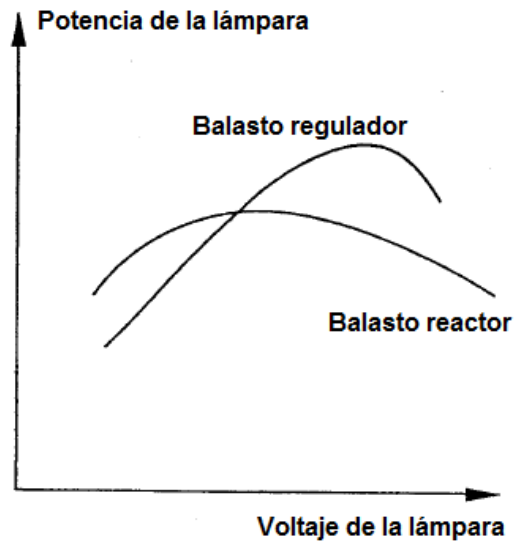


Curva característica de la lámpara para algunas lámparas de alta presión de sodio.

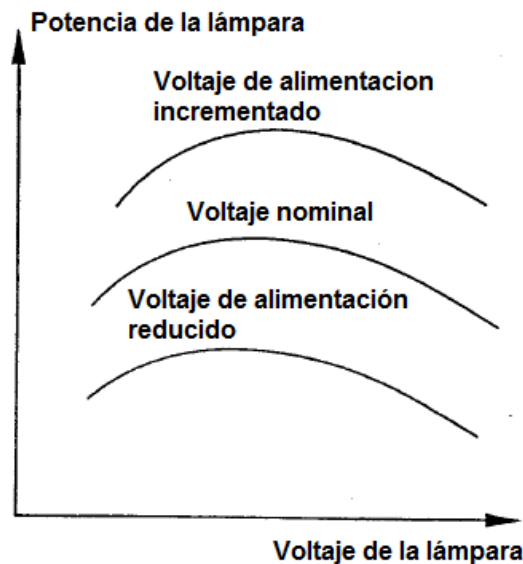
Curva característica del balasto.

Cuando una lámpara de alta presión de sodio opera con un balasto conectado a una entrada de voltaje constante, se dan lugar a cambios en el voltaje y potencia de operación de la lámpara debido a la curva característica del balasto.

A continuación se presentan dos curvas típicas de balastos:



Típica curva característica del balasto.



Curva característica del balasto reactor a diferentes voltajes.

Estas curvas son obtenidas de medir la potencia y el voltaje de un número de lámparas con diferentes voltajes característicos o de medir una lámpara cuyo voltaje ha sido variado externamente provocando que la temperatura fría del tubo de arco se incremente.

Máxima potencia límite.

La línea superior del diagrama cuadrilateral representa la máxima potencia límite de una lámpara de alta presión de sodio. La línea de potencia máxima es determinada por el máximo valor permisible de temperatura de operación del tubo de arco. Esta máxima potencia permisible es definida como un valor que resultará en una vida reducida si la lámpara es operada a este valor por aproximadamente más del 25% del tiempo. La línea de potencia máxima es usualmente ubicada aproximadamente del 20% al 30% por encima de la potencia objetivo.

Una guía adicional para ubicar la línea de potencia máxima es que esta se debe encontrar encima de la curva característica del balasto producida por un balasto de referencia operado a voltaje incrementado (por ejemplo el 105% es usado en América del norte).

La ubicación de esta línea límite del diagrama cuadrilateral es entonces determinada después de consideraciones detalladas de los requerimientos prácticos del producto. La ubicación relativa de la potencia objetivo varía por el tipo de lámpara porque la pared e carga óptima de algunos tubos de arco pueden ser alteradas para acomodar otros requerimientos de diseño.

Mínima potencia límite.

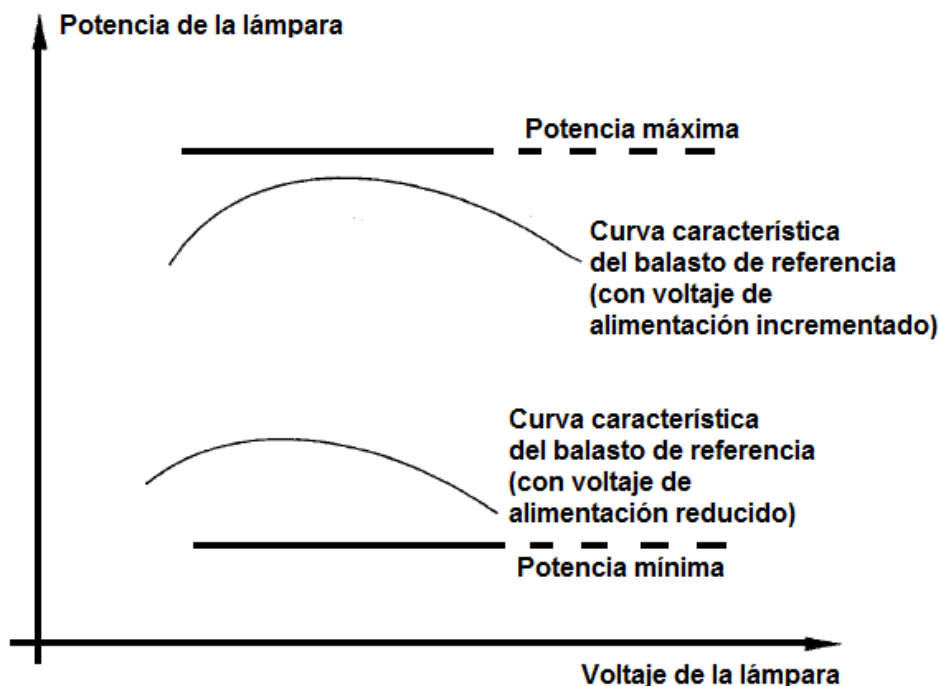
La línea de potencia límite inferior es dada para asegurar la operación apropiada de la lámpara en términos de:

- Características de calentamiento de la lámpara satisfactorias.
- Estabilidad de operación de la lámpara aceptable.
- Sistema de salida de lúmenes aceptable.
- Reproducción de colores y uniformidad aceptable.

Esta línea límite es ubicada aproximadamente de un 20% a 30% por debajo de la potencia objetivo y deberá encontrarse por debajo de la curva característica del balasto de un balasto de referencia operado a voltaje reducido (por ejemplo 95% es el valor usado en América del norte).

La ubicación de esta línea límite en un diagrama cuadrilateral en esta norma es entonces determinada después de consideraciones detalladas de los

requerimientos prácticos del producto. La siguiente figura muestra las líneas de potencia máxima y mínima y su relación con las curvas características del balasto de referencia.



Límites mínimo y máximo de potencia

Límite de voltaje mínimo.

El límite de voltaje mínimo, el límite lateral izquierdo del cuadrilátero, es la curva característica de la lámpara con el voltaje mínimo aceptable en los terminales de la lámpara. El voltaje mínimo de la lámpara por cada tipo de lámpara es especificado en la hoja de datos de la lámpara. Se encuentra a la izquierda de los puntos de voltaje objetivo y potencia objetivo y establece el lado izquierdo del cuadrilátero.

Las curvas características de los balastos no intersecarán el límite de potencia mínima antes de cruzar el límite de voltaje mínimo.

Límite de voltaje máximo.

El límite de voltaje máximo define el lado derecho del diagrama cuadrilátero. Es determinado por los siguientes factores:

- La característica de voltaje más alta aceptable para una lámpara nueva.
- El incremento en el voltaje de la lámpara que tiene lugar durante la vida.
- El incremento en el voltaje de la lámpara que resulta del cierre de una luminaria.
- La caída de voltaje de la lámpara obtenido en el balasto de referencia.

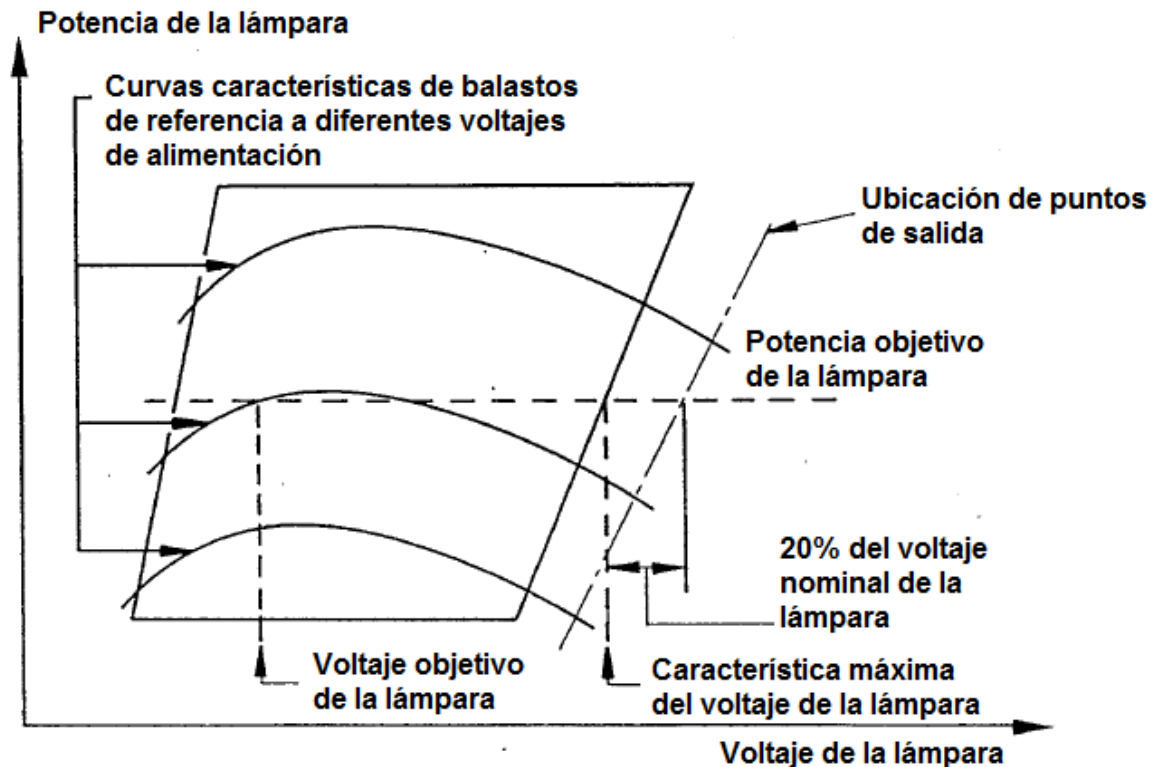
La máxima característica de voltaje es derivada de la ubicación de la caída de voltaje. El valor de la característica del voltaje de salida es reducido a una cantidad equivalente al 20% del voltaje nominal de la lámpara y es graficado a lo largo de la línea de potencia nominal. Este punto fija la máxima característica de voltaje. De este punto, se realiza una serie de mediciones para obtener la máxima curva característica de la lámpara.

En el diseño del balasto, los límites máximos de voltaje y potencia de la lámpara se encuentran íntimamente relacionados. El incremento en el límite de voltaje máximo necesita un incremento en el límite de potencia máxima ya que algunos tipos de balastos tienen curvas características que pueden abarcar un rango más amplio de voltaje solo si se permite un valor mayor de potencia.

Interpretación asociada a una lámpara y un balasto.

El diagrama terminado consiste de líneas para límites máximo y mínimo de potencia, y líneas para límite máximo y mínimo de voltaje. Este diagrama puede ser usado como un sistema de especificaciones ya que este proporciona ciertos requerimientos tanto para la lámpara como para el balasto incluyendo el efecto de la luminaria. El cuadrilátero para cada sistema de potencia proporciona información para el diseño del balasto para que este opere con las lámparas apropiadamente.

El diagrama final está basado en el funcionamiento de una lámpara con el balasto de referencia con varias tolerancias y valores permitidos, tal como se indica en las cláusulas de potencia máxima y mínima. Sin embargo, los límites de funcionamiento de la lámpara están relacionados con las características físicas de la lámpara, por lo tanto, deberán ser interpretados como relacionados a todos los tipos de balastos comerciales. El cuadrilátero para un sistema define los límites operacionales de la lámpara en cualquier balasto.



Cuadrilateral relativo a las curvas del balasto de referencia y la ubicación de puntos de salida

El cuadrilátero completo describe calificaciones para el diseño del balasto lo cual puede ser resumido de la siguiente forma:

- La curva característica del balasto deberá intersectar la línea del límite del voltaje y permanecer entre las líneas de límite de potencia durante la vida de la lámpara.
- El diseño del balasto debe ser tal que bajo condiciones normales la lámpara siempre funcione dentro del cuadrilátero, no solo al voltaje nominal del balasto sino también en los valores más altos y bajos de voltajes para los que el balasto este recomendado.
- La curva característica del balasto que se prefiere usar es aquella que permite que la lámpara alcance su máxima potencia antes o al mismo que tiempo que el máximo voltaje de línea y luego decrezca substancialmente mientras el voltaje se incrementa sobre este punto. Una curva característica del balasto relativamente plana ubicada cerca

de la línea de potencia objetivo de la lámpara es preferible a una que crezca y luego decrezca de forma relativamente lenta.

- Para evitar una corta vida de la lámpara, inestabilidad y una caída prematura, el balasto debe ser capaz de operar la lámpara sobre el máximo voltaje de línea en el lado derecho del cuadrilátero.

Aunque no es definido para el cuadrilátero, el sistema de balasto de la lámpara también debe soportar una prueba de voltaje de extinción. En dicha prueba, el balasto debe mantener operado la lámpara cuando el voltaje principal baja bruscamente al 10% debajo del valor nominal del balasto. Este requerimiento será detallado en las especificaciones de a lámpara.

Interpretación asociada al diseño de la luminaria.

La permisividad del incremento del voltaje asignado al efecto luminoso no es visible en el cuadrilátero. El incremento de voltaje permisible está listado en la hoja de datos de la lámpara.

2- Medición de la altura del pulso para lámparas con arrancadores internos.

Las lámparas con arrancadores internos generan pulsos de voltaje durante la ignición. A continuación se describirán métodos para medir la altura de estos pulsos.

Dado que la magnitud de los pulsos generados por arrancadores internos depende del balasto empleado, sus características han sido especificadas.

Características del balasto.

La medición de la altura del pulso será llevada a cabo usando balastos que cumplan con los requerimientos de la norma IEC 923 y teniendo las características de resonancia dadas en la tabla presentada continuación.

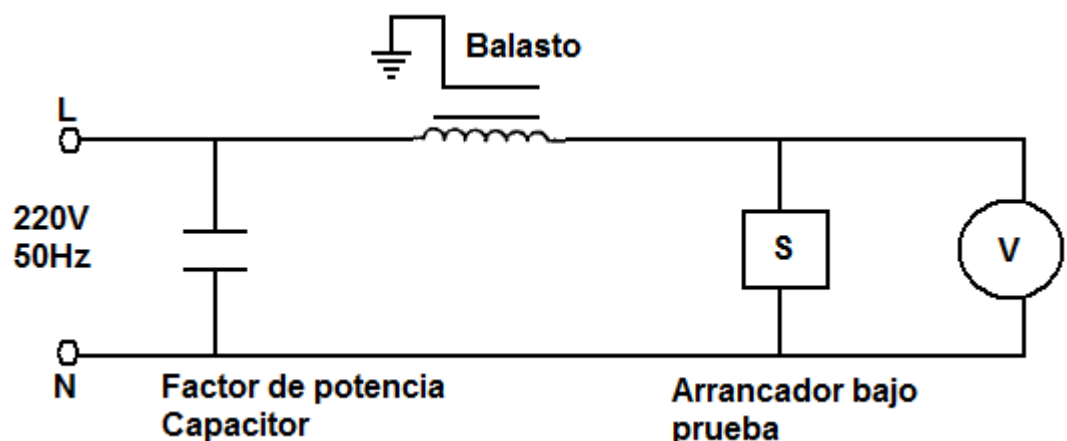
	70W	150W	250W	400W
Frecuencia de resonancia (KHz) +/- 10%	18	30	40	35
Impedancia a la frecuencia de resonancia (K Ω) +/- 10%	120	40	30	20

Características de resonancia de los balastos

Las características de resonancia son determinadas aplicando un voltaje del orden de 20V al balasto y midiendo la corriente a varias frecuencias. Durante estas mediciones cualquier provisión para aterrizar el balasto debe ser conectada al terminal designado como el terminal de línea. Las características de resonancia de los balastos pueden ser ajustadas usando capacitores.

Circuito de prueba.

Los pulsos de arranque serán medidos usando el circuito que se presenta a continuación.



Circuito de medición de la altura del pulso

En este circuito:

- Para lámparas con arrancadores de interruptor interno, “S” es el interruptor arrancador usado en la lámpara.
- Para lámparas con arrancadores térmicos internos, “S” es la lámpara.
- Los balastos son los descritos previamente.
- El factor de potencia del capacitor tiene un valor tomado de la tabla llamada “valores del factor de potencia del capacitor para las pruebas”.
- Se usa el circuito para la medición de la altura del pulso especificado previamente.
- La capacitancia del cable entre el balasto y la lámpara o el arrancador no deberá exceder los 20pF.

	70W	150W	250W	400W
Capacitancia (μF +/- 10%)	10	20	30	40

Valores del factor de potencia del capacitor para las pruebas.

Circuito de medición de la altura del pulso.

- Para lámparas con arrancadores de interruptor interno, el circuito requerido es el descrito en la figura de la publicación 155 de la IEC.
- Para lámparas con arrancadores térmicos internos, el circuito requerido es el descrito en la figura 2 de la publicación 926 de la IEC.

Pruebas.

- **Lámparas con arrancadores de interruptor interno.**

Las mediciones deberán ser realizadas usando el circuito de prueba correspondiente a “circuito de medición de la altura del pulso”, donde el valor relevante es el voltaje más alto grabado en cualquiera de los 2 voltímetros de circuito de medición referidos en la clausula correspondiente a “circuito de medición para la altura del pulso” durante un período de 30 segundos. La prueba es suficiente tanto para condiciones de encendido frío y reencendido caliente.

- **Lámparas con arrancadores térmicos internos.**

Las pruebas se llevarán a cabo en lámparas completas que deberán ser preparadas antes de la prueba. Es necesario medir la altura del pulso tanto para condiciones de encendido frío y reencendido caliente.

- **Condición de encendido frío.**

Para la condición inicial las lámparas deberá funcionar durante por lo menos 2 horas antes de cualquier prueba, luego ser apagadas y permanecerán así al menos hora.

Después de la condición inicial las lámparas deberán ser encendida y trabajarán de 5 a 10 segundos, se apagará y permanecerán si luz al menos quince minutos.

Luego se realizará las mediciones usando el circuito indicado previamente en “circuito de medición de la altura del pulso”, para el cual el valor relevante corresponde al voltaje más alto grabado en cualquiera de los dos voltímetros del circuito de medición en la clausula “circuito de medición de a altura del pulso” hasta 5 segundos después de que la lámpara se enciende.

Otras mediciones podrán ser realizadas en la misma lámpara sin repetir las condiciones iniciales.

○ **Condición de reencendido caliente.**

Las lámparas deberán funcionar durante al menos 15 minutos. La alimentación deberá ser entonces interrumpida para apagar la lámpara y luego restaurada.

Luego se realizará las mediciones usando el circuito indicado previamente en “circuito de medición de la altura del pulso”, para el cual el valor relevante corresponde al voltaje más alto grabado en cualquiera de los dos voltímetros del circuito de medición en la clausula “circuito de medición de a altura del pulso” hasta 5 segundos después del reencendido de la lámpara.

Una medición de repetición se podrá realizar después de una operación de 15 minutos.

Condiciones de prueba.

• **Magnitudes de prueba.**

La naturaleza aleatoria de los pulsos de voltaje generada por arrancadores de interruptor interno da lugar a que pocas mediciones sean insuficientes.

- Para arrancadores con interruptor un mínimo de cinco arrancadores son probados.

- Para lámparas con interruptores térmicos internos se realizarán al menos cinco mediciones en al menos tres lámparas tanto para encendido frío y reencendido caliente.
- **Condición para el cumplimiento.**
Ninguna medición de voltaje excederá la altura máxima del pulso para un diseño de balasto especificado en la hoja de datos de la lámpara.

3- Medición de incremento de voltaje en los terminales de la lámpara para el diseño de la luminaria.

Dos procedimientos han evolucionado para la medición de este parámetro, basados en las prácticas tanto europea como norteamericana.

Método 1: Usado principalmente en Europa.

- **Condiciones generales para las pruebas.**
 - **Envejecimiento y selección de la lámpara.**

Usando balastos que cumplan con los requerimientos especificados previamente, las lámparas deberán ser envejecidas durante 100 horas en la misma posición que será usada en la luminaria a ser probada.
Después de envejecimiento las mediciones serán realizadas a voltaje nominal usando el balasto de referencia apropiado a una temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Un mínimo de 5 lámparas serán seleccionadas para la prueba de incremento de voltaje, y deberán tener un voltaje entre el valor mínimo y máximo en los terminales de la lámpara de acuerdo con la información dada en la hoja de datos de la lámpara.
 - **Balasto usado en la prueba de incremento de voltaje.**

El balasto usado para la medición del incremento de voltaje en la lámpara deberá ser del tipo suministrado para el uso en la luminaria bajo prueba, y deberá cumplir con los requerimientos de la presente norma.
El balasto usado para la medición al aire libre y para la medición de la luminaria deberá ser el mismo y deberá

funcionar en ambos casos bajo las condiciones de montaje especificadas

- **Alimentación de voltaje y frecuencia.**

La alimentación de voltaje y frecuencia durante la estabilización y períodos de medición deberán ser los valores nominales de balasto según lo especificado en la clausula anterior “balasto usado en la prueba de incremento de voltaje”.

Durante los períodos de estabilización, la alimentación de voltaje deberá mantenerse constante entre +/- 1,0%. Sin embargo, durante los períodos de medición el voltaje de deberá ser ajustado entre +/-0,5% del valor especificado para la prueba.

En todo momento la frecuencia deberá mantenerse entre el +/- 0,5% del valor nominal.

- **Instrumentos.**

Los instrumentos usados para la medición del voltaje de la lámpara deberán ser del tipo r.m.s. y deberán tener una impedancia de no menos de 100000Ω. Los mismos instrumentos deberán ser usados a lo largo de la prueba.

- **Posicionamiento de la lámpara.**

Para la medición del voltaje de la lámpara, dentro y fuera de la luminaria, se deberá usar la misma posición lateral y orientación axial.

Para luminarias que puedan ser operadas en más de una posición, se debe precisar una sola posición. Esta deberá ser la posición mayormente usada.

- **Reducir al mínimo la perturbación de la lámpara.**

En cada ocasión en que la lámpara sea apagada, deberá dejarse si perturbaciones durante al menos 60 minutos antes de ser movida a otra ubicación.

- **Método de medición.**

- La lámpara deberá ser operada al aire libre a una temperatura ambiente de 25⁰C +/- 5⁰C, durante un período de al menos 60

minutos y hasta que se logre alcanzar la estabilización de la lámpara.

La estabilización es alcanzada cuando al monitorear las características eléctricas de la lámpara en intervalos de 10 a 15 minutos tres mediciones sucesivas muestran una diferencia de 1% o menos en el voltaje de la lámpara.

- Después del período de enfriamiento la lámpara debe ser transferida a la luminaria.
- En una temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ la lámpara deberá ser operada en la luminaria por un período de al menos 60 minutos y hasta que se alcance la estabilización de la lámpara.
- El valor final del voltaje de la lámpara registrado en la primera cláusula de este método de medición deberá ser restado del valor registrado de la tercera cláusula. El valor correspondiente a la diferencia es el incremento de voltaje de la lámpara y deberá ser registrado.
- Este procedimiento deberá repetirse para todas las lámparas a ser probadas.

Método 2: Usado principalmente en Norteamérica.

- **Condiciones generales para las pruebas.**

- **Selección de la lámpara.**

Una lámpara de referencia es seleccionada de una muestra de lámparas experimentadas que han sido medidas en el balasto de referencia apropiado. La lámpara de referencia es aquella que mide los rendimientos de las características eléctricas (valores de voltaje, potencia y amperaje) entre $\pm 2\%$ de los valores nominales dados en la hoja de datos de la lámpara. Sólo una lámpara de referencia es requerida para una clase particular de potencia.

- **Prueba del balasto.**

El balasto usado para la medición del incremento de voltaje de la lámpara deberá ser el balasto de referencia como se especifica para el tipo de lámpara bajo prueba.

- **Alimentación de voltaje y frecuencia.**

La alimentación de voltaje y frecuencia durante la estabilización y períodos de medición deberá ser igual al valor nominal del balasto de referencia especificado en la clausula anterior. Durante el período de estabilización, la alimentación de voltaje deberá ser mantenida constante entre +/- 1%. Sin embargo, durante el período de medición, el voltaje deberá ser ajustad entre +/- 0,5% del valor de prueba especificado.

- **Instrumentos.**

Los instrumentos usados para estas mediciones deberán cumplir con la clausula especificada en el método 1 en la sección de "instrumentos" de la presente norma.

- **Método de medición.**

La lámpara de referencia deberá funcionar, en el balasto de referencia previamente seleccionado, al aire libre a una temperatura ambiente de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un período de al menos 60 minutos y hasta alcanzarla estabilización de la lámpara.

El término estabilización ya fue definido previamente. La presencia de superficies altamente reflectivas y fuentes de radiación durante la prueba deben ser evitadas. Cuando la lámpara desnuda alcance una condición de funcionamiento estable, el voltaje de la lámpara deberá ser registrado.

Se permitirá que la lámpara se enfríe a temperatura ambiente por un mínimo de 1 hora antes de ser transfería a la luminaria de prueba. La luminaria deberá estar a una temperatura estabilizada de $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

La lámpara deberá ser operada en la luminaria de prueba por un período de al menos 60 minutos y hasta que se alcance la estabilización de la lámpara. La operación debe llevarse a cabo en el mismo balasto de referencia previamente seleccionado, el cual deberá estar ubicado fuera de la luminaria de prueba. La estabilización es determinada en forma idéntica con el método especificado en la clausula anterior

El valor final registrado durante la estabilización en el proceso anterior deberá ser registrado.

El incremento de voltaje de la lámpara para la luminaria bajo prueba es determinado restando el voltaje de estabilización registrado en el paso anterior con el voltaje de la lámpara desnuda previamente registrado.

Este valor de incremento e voltaje será usado para comparación con el valor especificado en la hoja de datos de la lámpara.

4- Procedimiento para la medición de caída de voltaje en una lámpara de alta presión de sodio.

El siguiente procedimiento es usado para la medición de caídas de voltaje en lámparas de sodio de alta presión. La experiencia indica que este tipo de mediciones es difícil de realizar y la consistencia de resultados es afectada por varios factores.

Se han hecho especulaciones respecto de la gran variedad de resultados registrados en el pasado debido a variaciones en la parte experimental y procedimientos. Se puede anticipar que el uso de un método permitirá comparar datos provenientes de diferentes fuentes.

Objetivo.

El propósito del procedimiento en cuestión es obtener datos de las lámparas que ayudarán a establecer el límite de voltaje mímico en el lado derecho del diagrama cuadrilateral.

Teoría.

Los límites operacionales de una lámpara de vapor de sodio de alta presión son definidos por el diagrama cuadrilateral.

Típicamente, el voltaje de una lámpara de vapor de sodio de alta presión se incrementa a lo largo de su vida.

En cierto punto se alcanza un voltaje crítico donde el balasto no será capaz de tolerar la lámpara. Este voltaje es llamado voltaje de caída y es una función de las características operacionales tanto de la lámpara como del balasto. Para evitar diferencias en las características operacionales debido a variaciones de diseño y manufacturación un balasto de referencia es usado en este procedimiento para determinar la caída de voltaje en lámpara de prueba.

Este procedimiento de medir puntos de caída involucra operar una lámpara de prueba en un balasto de referencia y artificialmente incrementar el voltaje de la lámpara hasta alcanzar el punto de caída.

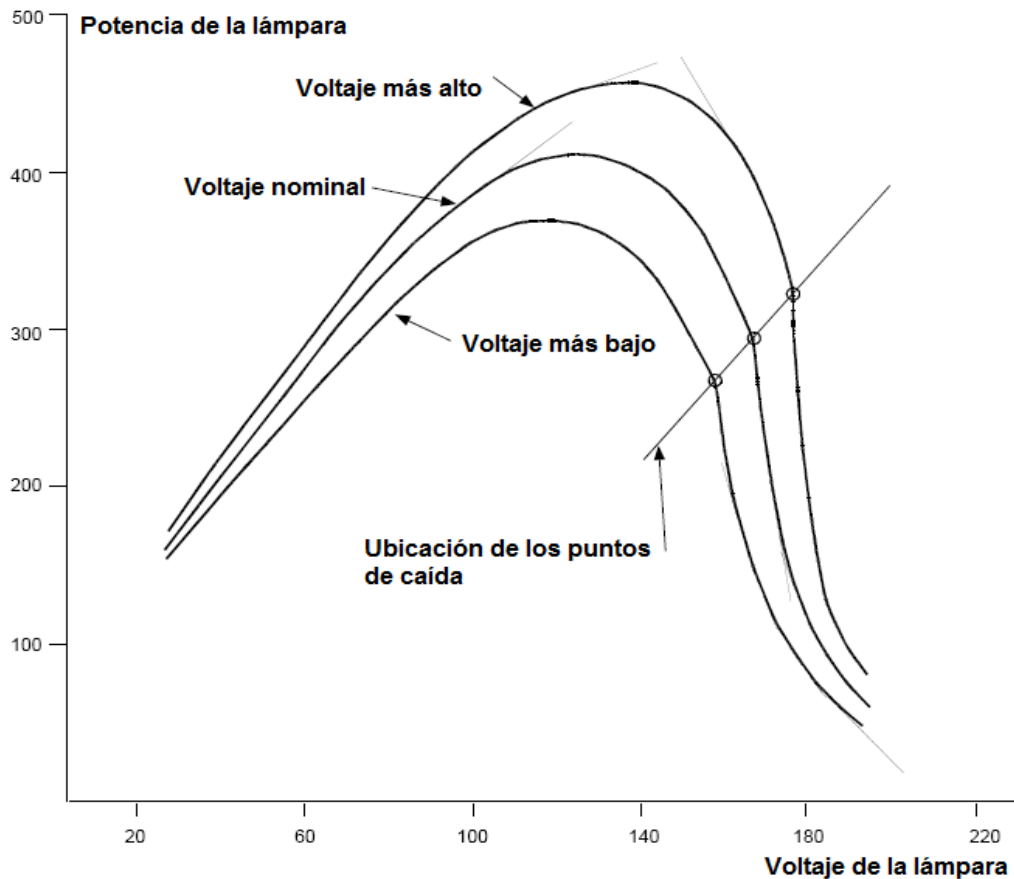
El voltaje de la lámpara está relacionado a la temperatura de la amalgama y puede ser incrementado al aumentar la temperatura del área fría de la amalgama.

Este calentamiento puede ser logrado ya sea usando una fuente externa de calor radiante redireccionando parte de la radiación de las lámparas de prueba hacia ellas mismas. Un cilindro metálico ubicado sobre la lámpara u otros métodos artificiales proveen medios controlables y convenientes para reflejar la energía de la lámpara de regreso al tubo de arco dentro de la lámpara. Lámparas claras son recomendadas para esta prueba. Lámparas recubiertas difunden esta energía radiante y complican el experimento, por tanto deben ser evitadas.

En algunos diseños de lámparas un depósito, externo al tubo de arco, sirve como el área fría de la amalgama. En lámparas si un reservorio externo, uno o ambos extremos del tubo de arco pueden servir como el área fría. Cuando el final del tubo de arco que tiene el área fría ha sido calentado artificialmente, una cantidad equivalente o más grande de calor debe ser aplicada al otro extremo del tubo de arco. Esto puede ser logrado artificialmente ubicando un cilindro metálico o una hoja de aluminio en el lado opuesto de la lámpara.

Mientras el extremo frío es calentado por medios artificiales, el voltaje y potencia de la lámpara crecen por la alimentación particular que está siendo usada. Pueden ser registrados mientras siguen la curva del balasto. Un punto de caída puede ser obtenido de estos datos.

En la siguiente figura se puede apreciar un ejemplo don el voltaje-potencia fueron graficados a diferentes fuentes de alimentación y los puntos de caída fueron identificados de la discontinuidad de la dirección graficada.



Ejemplo de la curva del balasto de una lámpara de alta presión de sodio de 400W que muestra puntos de caída

Métodos de calentamiento artificial.

Hay cuatro métodos comúnmente usados para el calentamiento artificial del tubo de arco de la lámpara. Se listan a continuación en orden de preferencia.

- **Manga de metal.**

El diámetro interno de la manga de metal debería ser ligeramente más largo que el diámetro externo de la lámpara de prueba. Se puede usar papel de aluminio para cubrir la superficie interna de la manga para incrementar la reflectividad. Una unidad ajustable mecánica para controlar el movimiento de la manga es ventajosa pero no absolutamente necesaria.

Después que la prueba de la lámpara ha comenzado y ha alcanzado su punto de operación normal, la manga será posicionada sobre la lámpara del final de extremo opuesto al área fría. La tasa de aumento de la cobertura de la lámpara es limitada por el "equilibrio".

- **Manga de metal y proyección de lámpara.**

Cuando el método de “manga suelta” no lleva a la lámpara bajo prueba a la caída, debe aplicarse calor generado externamente. Se debería usar una lámpara incandescente elipsoidal tipo espejo. Es necesario enfocarse en la proyección de la luz de salida de la lámpara en el punto frío de la lámpara de prueba. La lámpara de proyección será controlada por medios de un autotransformador ajustable.

En este método la manga metálica es detenida en una posición donde el punto frío se encuentra expuesto. Entonces la proyección de la lámpara es lentamente incrementada para calentar el punto frío.

- **Método del papel aluminio y lámpara de proyección.**

Un pedazo de papel aluminio pre formado es colocado sobre la lámpara y al lado opuesto del área fría. El papel aluminio deberá extenderse solo cerca de la mitad de la longitud del tubo de arco. Se enciende la lámpara con el pedazo de papel aluminio removido. Luego de alcanzar el punto de operación normal de la lámpara, el papel aluminio es ubicado en la lámpara. Luego de que a lámpara alcanza otro punto de estabilidad, el calor externo es aplicado al área fría de la lámpara de proyección.

- **Método de las dos proyecciones de lámpara.**

En este método la salida de una lámpara de proyección es enfocada al final del tubo de arco opuesto al área fría, la otra lámpara es dirigida al final del punto frío. Después de encender la lámpara de prueba y de que esta alcance su punto de operación normal, la primera lámpara de proyección es prendida y su salida es incrementada lentamente. Mientras se acerca la caída esperada, la segunda lámpara es prendida y su salida es incrementada lentamente.

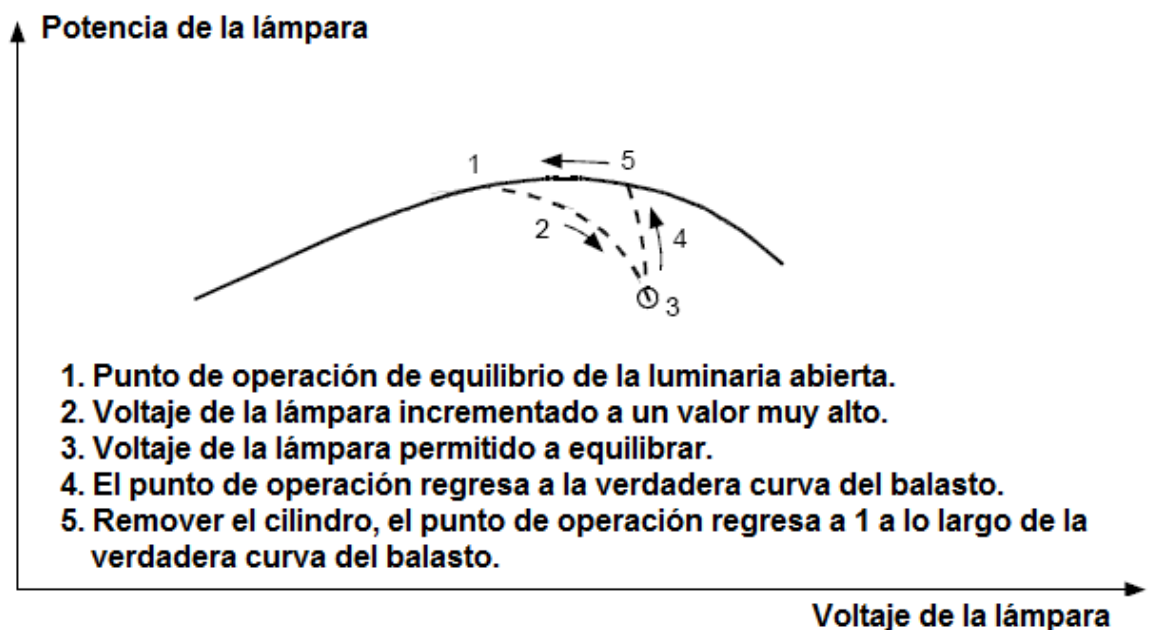
Descripción de equilibrio.

El voltaje de la lámpara debe ser incrementado a una tasa lo suficientemente baja para mantener el sistema lámpara-balasto cerca del equilibrio. Si se incrementa el voltaje de la lámpara a una tasa muy alta, se registrara una

curva de balasto y punto de caída incorrectos. Se pueden usar dos métodos para determinar si el sistema lámpara-balasto está cerca del equilibrio.

- **Primer método.**

Después que el voltaje de la lámpara ha sido elevado de 5V a 10V, la posición del cilindro (o la intensidad de la fuente de luz externa) debe ser ajustada y tanto el voltaje como la potencia de la lámpara monitoreados. Si el sistema está en equilibrio, el punto de equilibrio se mantendrá constante o se moverá a lo largo de la curva del balasto. Si el voltaje ha sido incrementado a un valor alto, la potencia de la lámpara se incrementará después de que la posición del cilindro sea ajustada y el punto de operación se dirija hacia arriba a la verdadera curva del balasto.



Prueba de equilibrio lámpara-balasto.

- **Segundo método.**

La segunda prueba consiste en remover el cilindro después de que el voltaje de la lámpara se ha incrementado a 10V o más. La verdadera curva del balasto retrocederá medida que la lámpara vuelve a su voltaje de operación normal. Si las dos curvas se superponen, el

sistema balasto-lámpara está en equilibrio. Este es el más sencillo de los dos métodos.

Equipos y lámparas de prueba.

- Regulador de voltaje
- Balasto de referencia.
- Instrumentación para registrar valores de potencia y voltaje r.m.s.
- Portalámparas y cables.
- Papel aluminio.
- Manga metálica cilíndrica (con control mecánico de posición opcional).
- Bobina de tesla o ignitor externo.
- Reflector incandescente elipsoidal para proyección de lámpara y control de voltaje.
- Lámparas de prueba, tubo claro, envejecidos 100 horas.

Notas de los equipos.

La alimentación de voltaje y frecuencia deberá ser mantenida constante entre $\pm 0,5\%$. Sin embargo, durante verdaderas mediciones el voltaje deberá ser ajustado entre $\pm 0,2\%$ del valor de prueba. El contenido total de armónicos de la alimentación de voltaje no deberá exceder el 3%, el contenido armónico es definido como la raíz cuadrada (r.m.s.) de la suma del contenido individual de los componentes armónicos, usando la fundamental como 100%. Esto implica que la fuente de alimentación deberá tener suficiente potencia y que el circuito de alimentación deberá tener una impedancia lo suficientemente pequeña comparada con la impedancia del balasto.

Varias clases de voltímetros digitales y vatímetros con una salida d.c. analógica son comercialmente accesibles. Otros convertidores r.m.s. de voltaje y corriente pueden ser usados, donde se chequea que la salida sea lineal y donde se hacen consideraciones en las mediciones de acuerdo a las limitaciones de impedancia para las lámparas de alta presión de sodio.

En lo que respecta a las mediciones de incremento de voltaje, hay un requerimiento adicional que la velocidad de respuesta del sistema de medición debería al menos igualar la tasa de cambio de voltaje y potencia. No habrá disponible dispositivos con un largo ajuste de tiempo.

Usar una bobina de tesla para encender una lámpara de prueba es el método preferido. Un ignitor externo es satisfactorio pero su uso involucra tomar precauciones para no dañar otros equipos.

Notas de las lámparas de prueba.

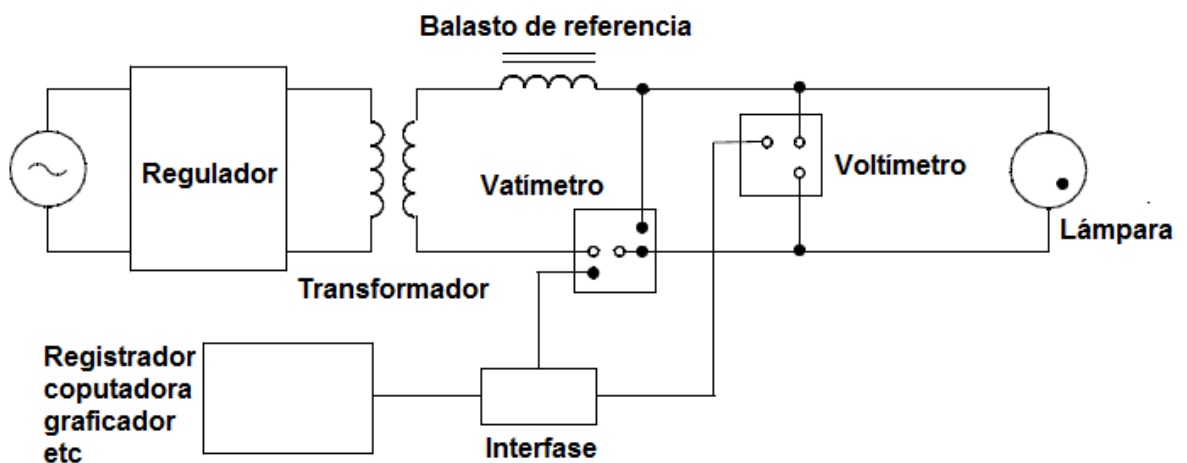
Nuevas lámparas de prueba deberían tener un envejecimiento de 100 horas en condiciones normales antes de usarse. Se deberían usar lámparas con bulbos claros.

Una lámpara de prueba en particular no debería ser probada nuevamente en una nueva posición de operación sin antes ir a un período de reestabilización.

La estabilización es determinada por monitoreo de las características eléctricas de una lámpara después de una hora de operación y en intervalos de 10 a 15 minutos posteriormente hasta que se observe un cambio de 1% o menos en tres mediciones sucesivas. Si una lámpara es calentada en un balasto y luego es trasladada a un balasto de referencia sin ser extinguida, por lo general es necesario un período de operación adicional para llevarla lámpara al equilibrio.

Procedimiento.

- Ensamble el equipo necesario y conecte los componentes en el circuito de prueba tal como se muestra a continuación.



Ejemplo de circuito de prueba.

- Posicionar la manga de metal, el papel aluminio y la lámpara de proyección según sea requerido, de acuerdo al método de calentamiento artificial a usarse.
- Energice el circuito de prueba y aplique voltaje nominal al balasto de referencia. Comience a registrar los datos y permita a la lámpara de prueba alcanzar su punto de operación normal antes de introducir el calentamiento artificial.

Precaución: Desconecte todos los instrumentos durante el proceso de encendido para proteger contra averías de los componentes electrónicos debido a altos pulsos de voltaje. Si un ignitor es usado, desconectarlo después de manera que no provoque un reinicio después del punto de caída. Esto podría dañar el medidor.

- Utilice los medios apropiados de calentamiento artificial requeridos. Se debe estar atento de un incremento estable en el voltaje de la lámpara, que se mantenga el equilibrio. Si el primer método no permite que el voltaje de la lámpara se incremente lo suficiente para provocar la caída, use un método alternativo.
- Después de que las dos lámparas de prueba se ha enfriado, o usado una lámpara nueva en cada caso, repetir los dos pasos anteriores usando otros dos voltajes de alimentación tal como se requiere en la norma IEC 662 subcláusula 8,6.

Reporte.

Para cada tipo particular de lámpara, se habrán determinado tres puntos de caída voltaje–potencia al culminar el procedimiento del experimento. Hay un punto separado por cada entrada de voltaje. Estos tres puntos deberán ser registrados de manera que se pueda graficar la ubicación de las caídas de voltaje tal como se muestra en la figura a continuación.

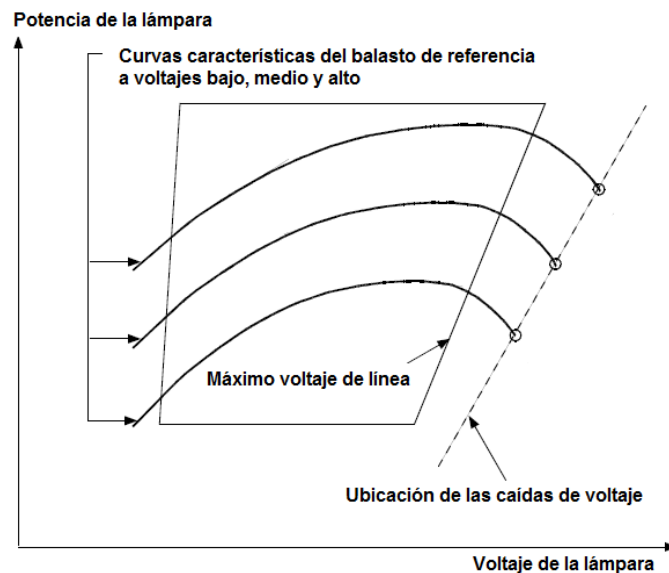
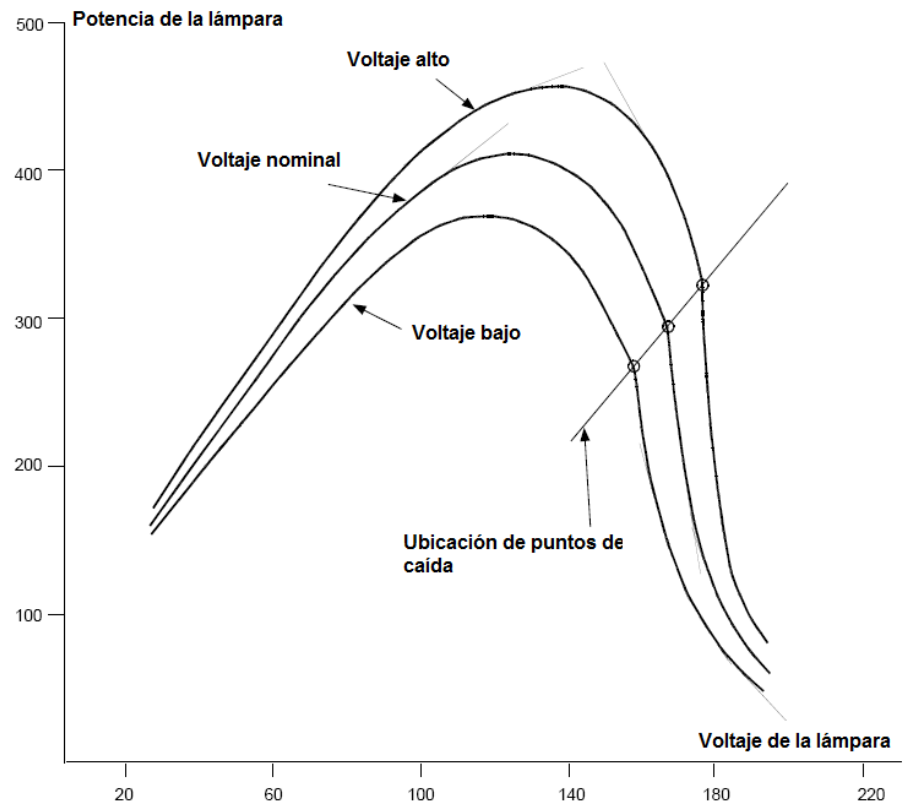


Diagrama cuadrilateral mostrando los puntos de caída.



Ejemplo de gráfica de la curva del balasto de una lámpara de alta presión de vapor de sodio de 400W mostrando los puntos de caída.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Electropar, Generalidades de las magnitudes y unidades luminosas, http://www.electropar.com.py/pdf/iluminacion/Informaciones_Tecnicas_de_Iluminacion.pdf, 20 de Octubre del 2010.

- [4] Wiel, Stephen, Normas y etiquetas de eficiencia energética: Etiquetas, http://www.clasponline.org/files/S&L_guidebook_spanish_Chapter2.pdf, 10 de Diciembre del 2010.

- [5] Wiel, Stephen, Normas y etiquetas de eficiencia energética: Normas, http://www.clasponline.org/files/S&L_guidebook_spanish_Chapter2.pdf, 10 de Diciembre del 2010.

- [6] Palacios, Marlene, Normas y etiquetado de eficiencia energética en el Ecuador, <http://www.energy-strategies.org/focusfiles/Norm-y-Etiqu-de-EE-Ecuador.pdf>, 18 de Febrero del 2011.

- [7] Wiel, Stephen, Normas y etiquetas de eficiencia energética: Razones para el uso de normas y etiquetas de Eficiencia energética, http://www.clasponline.org/files/S&L_guidebook_spanish_Chapter2.pdf, 10 de Diciembre del 2010.

- [8] Wiel, Stephen, Normas y etiquetas de eficiencia energética: Pasos para desarrollar los programas de normalización y etiquetado de

eficiencia energética, http://www.clasponline.org/files/S&L_guidebook_spanish_Chapter2.pdf, 10 de Diciembre del 2010.

- [9] García Fernández, Javier, Lámparas incandescentes, <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/lincan.html>, 15 agosto 2010.
- [10] García Fernández, Javier, Clase de lámparas de descarga <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html>, 21 agosto 2010.
- [11] Bonet, Exequiel, <http://www.arqhys.com/contenidos/lamparas-uso.html>, 24 febrero 2011.
- [12] Eléctricos Online, Iluminación – Rendimiento del color, <http://electricosonline.com/Privado/Iluminacion/iluminacion02.htm>, 15 marzo 2011.
- [13] Sylvania Colombia, distribución espectral de la energía, http://www.sylvaniacolombia.com/distribucion_espectral.html, 5 febrero 2011.
- [14] Sylvania Argentina, lámparas fluorescentes compactas, <http://www.sylvania.com.ar/lamparas-fluorescompacta.html>, 11 Abril 2011.
- [15] Greenpeace, Iluminación Eficiente-Primer paso hacia una [r]evolución energética, <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2008/3/lamparas-flourescentes-compact.pdf>, 3 noviembre 2011.