



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGON.

**“DISEÑO DE ALUMBRADO EN INSTALACIONES DE PEMEX
(VIALIDADES) EMPLEANDO UN SISTEMA AUTÓNOMO CON
TECNOLOGÍA LED Y SOFTWARE DE ILUMINACIÓN”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

(ÁREA: ELÉCTRICA ELECTRÓNICA)

P R E S E N T A:

MARTINEZ ROBLES RENE

Asesor:

ING. ABEL VERDE CRUZ

MÉXICO 2013





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES JOSÉ Y MARÍA POR SU AMOR TRABAJO Y SACRIFICIO EN TODOS ESTOS AÑOS GRACIAS A USTEDES HE LOGRADO LLEGAR AQUÍ Y CONVERTIRME EN LO QUE SOY. USTEDES SIEMPRE CONFIARON EN MÍ A PESAR DE TODOS LOS OBSTÁCULOS POR LOS QUE PASAMOS ESTUVIERON CONMIGO EN LAS BUENAS PERO SOBRE TODO EN LAS MALAS. HA SIDO UN PRIVILEGIO SER SU HIJO SON LOS MEJORES PADRES LOS QUIERO.

A MIS HERMANOS: GABRIELA, ENRIQUE Y ALFREDO QUE SIEMPRE HAN ESTADO JUNTO A MÍ Y ME HAN BRINDADO SU APOYO, POR TODOS ESOS DISGUSTOS Y ALEGRÍAS QUE HEMOS COMPARTIDO GRACIAS.

A MI AMADA ESPOSA CATHERINE, POR SU APOYO Y ANIMO QUE ME BRINDA DIA CON DIA PARA ALCANZAR NUEVAS METAS, TANTO PROFESIONALES COMO PERSONALES GRACIAS.

A MI ADORADA HIJA RENATA A QUIEN SIEMPRE CUIDARE Y DARÉ UN BUEN EJEMPLO PARA VERLA HECHA UNA MUJER CAPAZ Y QUE PUEDA VALERSE POR SÍ MISMA.

A MI FAMILIA EN GENERAL POR QUÉ ME HAN BRINDADO SU APOYO INCONDICIONAL Y POR COMPARTIR CONMIGO BUENOS Y MALOS MOMENTOS.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO POR HABER SIDO MI CASA DURANTE EL CCH VALLEJO Y AHORA EN LA FES ARAGON. ME SIENTO HONRADO HABER PERTENECIDO A ESTA UNIVERSIDAD GRACIAS

A LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN POR ABRIRME SUS PUERTAS DEL CONOCIMIENTO Y HABERME DADO LAS BASES PARA ALCANZAR MIS METAS.

A TODOS MIS PROFESORES DE LA FES ARAGÓN POR TODA ENTREGA DÍA A DÍA EN CADA UNA DE LAS CLASES QUE ME FUERON INSTRUYENDO PARA MI PROFESIÓN. POR HABER COMPARTIDO SUS CONOCIMIENTOS Y SU GUÍA PARA SEGUIR EL CAMINO DEL SABER.

AL ING ABEL VERDE CRUZ POR HABER COMPARTIDO CONMIGO SU VALIOSA EXPERIENCIA, CONOCIMIENTO Y SOBRE TODO LA ORIENTACIÓN.

A MIS COMPAÑEROS DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO QUIENES ME ENSEÑARON QUE HAY UN MUNDO DE INFORMACIÓN VALIOSA POR APRENDER. Y QUE SOLO ES CUESTIÓN DE VER DÍA A DÍA LA INTERACCIÓN EN LA QUE ESTAMOS PARA VER QUE NO SOLO SOMOS COMPAÑEROS DE TRABAJO SINO QUE SOMOS UNA FAMILIA GRACIAS.

INDICE

INTRODUCCION	XI
---------------------	-----------

**CAPITULO I
GENERALIDADES**

1.1	CONCEPTOS BÁSICOS	
1.1.1	LUZ E ILUMINACIÓN	2
1.1.2	BALASTRO	2
1.1.3	CANDELA	2
1.1.4	DEPRECIACIÓN DE LOS LÚMENES DE LA LÁMPARA	2
1.1.5	DEPRECIACIÓN POR SUCIEDAD ACUMULADA EN EL LUMINARIO	2
1.1.6	EFICACIA LUMINOSA	3
1.1.7	EFICIENCIA DE UN LUMINARIO	3
1.1.8	EXITANCIA (M)	4
1.1.9	FACTOR DE BALASTRO	4
1.1.10	FACTOR DE PERDIDA DE LUZ (FACTOR DE MANTENIMIENTO)	4
1.1.11	FLUJO LUMINOSO	4
1.1.12	FOOTCANDLE (fc) [lm/πe ²]	5
1.1.13	FUENTE LUMINOSA	5
1.1.14	ILUMINACIÓN COMPLEMENTARIA	5
1.1.15	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	5
1.1.16	ILUMINACIÓN GENERAL	6
1.1.17	ILUMINANCIA (E)	6
1.1.18	INTENSIDAD LUMINOSA	7
1.1.19	LUMEN (lm)	8
1.1.20	LUMINARIO	8
1.1.21	LUMINANCIA (L)	8
1.1.22	LUMINARIO A PRUEBA DE EXPLOSIÓN	9
1.1.23	LUX (lm/m ² ó lx)	9
1.1.24	REFLEXIÓN	9
1.1.25	REFRACCIÓN	9
1.1.26	STERADIAN (Sr)	9
1.1.27	SISTEMA MÉTRICO	9
1.1.28	FOTOMETRÍA	10
1.1.29	CURVA DE DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA	10
1.1.30	COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU)	11
1.1.31	POTENCIA ELÉCTRICA	12
1.1.32	VOLTAJE	12
1.1.33	RESISTENCIA ELÉCTRICA	13

1.2	FUNDAMENTOS DE ILUMINACIÓN DE EXTERIORES	13
1.2.1	ALUMBRADO PÚBLICO	13
1.2.2	CLASIFICACIÓN DE VIALIDADES	14
1.2.2.1	COMERCIAL	14
1.2.2.2	INTERMEDIO	15
1.2.2.3	RESIDENCIAL	15
1.2.2.4	RURAL	15
1.2.2.5	CRITERIOS DE CALIDAD	15
1.2.2.6	COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD	15
1.2.2.7	DESLUMBRAMIENTO	16
1.2.2.8	COEFICIENTE DE ILUMINACIÓN EN LOS ALREDEDORES	17
1.2.2.9	LÁMPARAS Y LUMINARIAS	18
1.3	LED EVOLUCION	26
1.3.1	PRIMEROS PASOS	26
1.3.2	CRECIMIENTO Y DESARROLLO	26
1.3.3	EL ENCAPSULADO DE LOS LEDS	27
1.3.4	RENDIMIENTO Y VIDA ÚTIL DEL LED	28
1.3.5	CONSTRUCCIÓN DEL LED	28
1.3.6	DIAGRAMA DE CROMATICIDAD	29
1.3.7	DIODOS EMISORES DE LUZ DE ALTA POTENCIA	30
1.4	SISTEMA AUTÓNOMO FOTOVOLTAICO	33
1.4.1	LUMINARIA SOLAR A LED	33
1.4.2	LAS VENTAJAS DE LAS LUMINARIAS SOLARES	34
1.4.3	ÁREAS DE APLICACIÓN	35
1.4.4	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES	36
1.4.5	OPERACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	37

**CAPITULO II
TECNOLOGIA DE LA ILUMINACIÓN**

2.1	METODOS DE ILUMINACION	40
2.1.1	MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL	46
2.1.2	MÉTODO LUMEN Y EJEMPLO	48
2.1.2.1	CÁLCULO DE LOS NIVELES DE ILUMINANCIA PROMEDIO USANDO UNA CURVA DE UTILIZACIÓN	48
2.1.3	CALCULO POR ZONAS Y EJEMPLO	51
2.1.3.1	CÁLCULO PUNTO POR PUNTO USANDO LA CURVA DE DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA	51
2.1.3.2	CÁLCULOS PUNTO POR PUNTO USANDO LA GRÁFICA ISOFOOTCANDLE O ISOLUX	54
2.1.4	FÓRMULAS MÉTODO PUNTO POR PUNTO	56

2.2	CLASIFICACIÓN DE LAS LUMINARIAS	57
2.2.1	EVOLUCIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS	57
2.2.2	CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS	59
2.2.3	LÁMPARAS INCANDESCENTES	60
2.2.4	LÁMPARAS FLUORESCENTES	64
2.2.5	LÁMPARAS DE INDUCCIÓN	71
2.2.6	LÁMPARA DE SODIO DE BAJA PRESIÓN	73
2.2.7	LÁMPARAS DE DESCARGA DE ALTA DENSIDAD (HDI)	75
2.2.8	LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN	76
2.2.9	LÁMPARA DE HALOGENUROS METÁLICOS	79
2.2.10	LÁMPARA DE SODIO DE ALTA PRESIÓN	84
2.2.11	LED (LIGHT EMITTING DIODE)	88

CAPITULO III

PROYECTO DE PEMEX

3.1	REQUERIMIENTO Y CONSIDERACIONES DEL PROYECTO	98
3.2	METODOLOGÍA DEL TRABAJO	108
3.2.1	NORMATIVIDAD	108
3.2.1.1	DEFINICIÓN	108
3.2.2	TIPOS DE NORMAS (Ley Federal sobre Metrología y Normalización)	108
3.2.3	MEMORIA DE CALCULO	111
3.2.4	PLANO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO	120

CAPITULO IV

SOFTWARE VISUAL 2.6

4.1	INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE DE ILUMINACIÓN	122
4.1.1	SEMBRADO DE LUMINARIAS EN CAD (AUTO CAD) DENTRO DEL PLG (PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL).	123
4.1.2	PRINCIPIOS DE LA IMPORTACIÓN DEL DIBUJO	124
4.1.3	SELECCIONANDO SISTEMA MÉTRICO	125
4.1.4	IMPORTANDO EL DIBUJO DE CAD A VISUAL 2.6	126
4.1.5	SELECCIÓN DE LA LUMINARIA	127
4.1.6	SELECCIÓN DE LA DEPRECIACIÓN DE LUMINARIAS	128
4.1.7	ZONA DE CÁLCULO	129
4.1.8	MONTAJE DE LAS LUMINARIAS	130
4.1.9	CALCULO	131

4.1.10	AJUSTE DE LUMINARIAS	132
4.1.11	RESULTADOS	133
4.1.12	NIVELES DE ILUMINACIÓN Y LOCALIZACIÓN	133
4.1.13	RESULTADOS VISTA DE PLANTA	134
4.1.14	RESULTADOS GENERALES	135

CONCLUSIÓN	136
-------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA	137
---------------------	------------

ANEXOS	139
---------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 ILUMINACIÓN	7
Figura 2 INTENSIDAD EN DIRECCIÓN	8
Figura 3 CURVA FOTOMETRICA	11
Figura 4 COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN	12
Figura 5 ALUMBRADO PÚBLICO	14
Figura 6 DISTANCIA EN CALZADAS	17
Figura 7 LÁMPARAS	18
Figura 8 MÁXIMO DE INTENSIDAD LUMINOSA	19
Figura 9 DISPERSIÓN	20
Figura 10 ALCANCE Y DISPERSION DE UNA LUMINARIA	20
Figura 11 TIPOS DE ALUMBRADO EN VÍA	21
Figura 12 ALUMBRADO EN VÍA CON 2 O MÁS CALZADAS	22
Figura 13 ALUMBRADO EN TRAMOS CURVOS	23
Figura 14 ALUMBRADO EN CRUCE	24
Figura 15 ALUMBRADO EN GLORIETAS	24
Figura 16 ALUMBRADO EN VÍAS DE UNO Y DOS SENTIDOS	25
Figura 17 CONSIDERACIÓN DE LUMINARIAS CON ARBOLES	25
Figura 18 DIAGRAMA DE CROMATICIDAD	30
Figura 19 LED DE ALTA POTENCIA	31
Figura 20 SISTEMA AUTÓNOMO FOTOVOLTAICO	33
Figura 21 COMPONENTES DEL SISTEMA AUTÓNOMO FOTOVOLTAICO	34
Figura 22 LUMINARIO LED	35
Figura 23 OPERACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	37
Figura 24 SEPARACIÓN DE POSTES	49

Figura 25 ESPACIAMIENTO	50
Figura 26 MÉTODO DE ILUMINACIÓN CON LUMINARIO	52
Figura 27 CURVA FOTOMÉTRICA	54
Figura 28 FORMULAS DEL MÉTODO PUNTO POR PUNTO	56
Figura 29 EVOLUCIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS	58
Figura 30 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS	59
Figura 31 COMPONENTES DE UNA LÁMPARA INCANDESCENTE	61
Figura 32 a) lámpara incandescente convencional b) ciclo halógeno en una incandescente halogenada	62
Figura 33 ESPECTRO DE EMISIÓN VISIBLE DE UNA LÁMPARA INCANDESCENTE	63
Figura 34 ESQUEMA DE UNA LÁMPARA FLUORESCENTE	64
Figura 35 CONVERSIÓN DE RADIACIÓN EN LA CAPA FLUORESCENTE	65
Figura 36 LÁMPARAS FLUORESCENTES LINEALES, CIRCULARES Y COMPACTAS	66
Figura 37 ESPECTRO DE EMISIÓN DE LÁMPARAS FLUORESCENTES	68
Figura 38 CICLOS DE ENCENDIDO EN hr	69
Figura 39 ESQUEMA DE UNA LÁMPARA DE INDUCCIÓN	71
Figura 40 LÁMPARA DE SODIO DE BAJA PRESIÓN	73
Figura 41 DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE UNA LÁMPARA DE SODIO DE BAJA PRESIÓN	74
Figura 42 LÁMPARAS DE DESCARGA DE ALTA INTENSIDAD (HID)	75
Figura 43 ESQUEMA DE UNA LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN	76
Figura 44 ESPECTRO DE EMISIÓN DE UNA LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN	78
Figura 45 ESQUEMA DE UNA LÁMPARA DE HALOGENURO METÁLICO	79
Figura 46 ESPECTRO DE EMISIÓN DE UNA LÁMPARA VAPOR DE MERCURIO HALOGENADO	82
Figura 47 ESQUEMA DE UNA LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN	84
Figura 48 COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE ENCENDIDO Y REENCENDIDO EN LÁMPARAS DE ALTA INTENSIDAD	87
Figura 49 SIMBOLOGÍA DE UN LED	88
Figura 50 COMPONENTES DE UN LED	88
Figura 51 LED VS LÁMPARA INCANDESCENTE	89
Figura 52 LONGITUD DE ONDA DOMINANTES PARA DIFERENTES LEDS	90
Figura 53 EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO LED	91
Figura 54 TIPOS DE LED	92
Figura 55 LED DE ALTO RENDIMIENTO	92
Figura 56 DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE UN LED AZUL – BLANCO	93
Figura 57 VIDA DEL LED VS LUMINARIAS	94
Figura 58 APLICACIÓN DE LOS LEDS	95

Figura 59 LOCALIZACIÓN DE LA NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO EN NUEVO TEAPA	101
Figura 60 ZONA SÍSMICA	104
Figura 61 PIRÁMIDE DOCUMENTAL	110
Figura 62 DATOS FOTOMÉTRICOS	117
Figura 63 RESULTADOS DEL SOFTWARE	118
Figura 64 VISUAL 2.6 PRESENTACION	122
Figura 65 PLG (Plano De Localización General) DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO NUEVO TEAPA	123
Figura 66 UBICACIÓN DE POSTES	124
Figura 67 INICIO DE VISUAL 2.6	124
Figura 68 SELECCIÓN DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL	125
Figura 69 IMPORTACIÓN DEL DIBUJO DE AUTO CAD A VISUAL	126
Figura 70 SELECCIÓN DE LA CURVA FOTOMETRICA	127
Figura 71 SELECCIÓN DE LA DEPRECIACIÓN DE LA LUMINARIA	128
Figura 72 ZONA DE CÁLCULO	129
Figura 73 MONTAJE DE LA LUMINARIA	130
Figura 74 PROGRESO DEL CALCULO	131
Figura 75 DIBUJO CON EL CALCULO	132
Figura 76 RESULTADOS VISTA ISOMÉTRICO	134
Figura 77 RESULTADOS GENERALES	135

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 DESLUMBRAMIENTO	16
TABLA 2 ANCHO DE VÍA Y ALTURA DE MONTAJE	21
TABLA 3 REFLECTANCIAS	43
TABLA 4 FACTOR DE MULTIPLICACIÓN PARA REFLECTANCIA DE CAVIDAD DE PISO	44
TABLA 5 MÉTODO CAVIDAD ZONAL PARA COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN DE UN LUMINARIO	46
TABLA 6 LOCALIZACIÓN DE LA ESTACIÓN NUEVO TEAPA	100
TABLA 7 TEMPERATURA	102
TABLA 8 PRECIPITACIÓN PLUVIAL.	102
TABLA 9 VIENTOS	103
TABLA 10 HUMEDAD RELATIVA	103
TABLA 11 PRESIÓN ATMOSFÉRICA	104
TABLA 12 CAPACIDAD DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE NUEVO TEAPA	106

TABLA 13 NORMAS Y ESPECIFICACIONES	112
TABLA 14 NIVELES DE ILUMINACIÓN SELECCIONADO	115
TABLA 15 CARACTERÍSTICAS DEL LUMINARIO	116
TABLA 16 CARACTERÍSTICAS DEL LUMINARIO Y NIVELES DE ILUMINACIÓN	119
TABLA 17 LOCALIZACIÓN DE LAS LUMINARIAS	119
TABLA 18 CARACTERÍSTICAS DEL LUMINARIO	133

INTRODUCCIÓN

Actualmente en las instalaciones de Pemex, principalmente en vialidades el alumbrado exterior es incandescente (descontinuado), fluorescente y vapor de sodio.

No obstante para realizar el diseño de alumbrado exterior de las vialidades de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa será a base de led por unidades de alumbrado autónomo alimentado con celdas solares. Esto para cumplir con los requerimientos del proyecto y al mismo tiempo de ayudar al medio ambiente ya que el led es aproximadamente 80% más eficiente que una lámpara incandescente (descontinuado) y con una mayor duración que las lámparas fluorescentes y las de vapor de sodio.

Lo antes mencionado nos lleva a plantear un **OBJETIVO GENERAL:**

Establecer un alumbrado en vialidades de las plantas de Pemex utilizando un sistema de led autónomo con celdas solares y que con esto se logre cumplir con los niveles de iluminación mínimos de acuerdo a las normas actuales y para ello se utiliza el software visual 2.6 de iluminación.

OBJETIVO ESPECIFICO.

- Seleccionar los sistemas adecuados que cumplan con los requerimientos planteados.
- Cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas así como con las Normas de Referencia de Pemex.
- Realizar los cálculos adecuados utilizando el software visual 2.6 para lograr cumplir en forma con los niveles mínimos de iluminación.

Para lograr que el lector pueda comprender fácilmente el contenido de la presente tesis está a sido dividida en 4 capítulos

Capítulo I

Se inicia con los conceptos generales que podemos encontrar en una instalación de iluminación exterior, la evolución del led así como los sistemas autónomos fotovoltaicos.

Capitulo II

Describe a la tecnología y los métodos de iluminación que hay, los diferentes tipos de luminarias que existen que van desde el convencional y discontinuado incandescente hasta el led.

Capitulo III

Corresponde al proyecto de Pemex en el cual plantea la metodología del trabajo en Pemex, los tipos de normas, la memoria de cálculo del alumbrado en las vialidades de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa y el plano de localización de las luminarias.

Capitulo IV

Hablaremos sobre la forma de utilizar el software visual 2.6 paso a paso para lograr el correcto cálculo de iluminación y a la vez cumplir con la normatividad.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La visión de petróleos mexicanos es ser una empresa publica proveedora de energía, sustentable, preferida por los clientes, reconocida nacional e internacionalmente por esto entra de lleno con la tecnología sustentable para alumbrado autónomo fotovoltaico de led, logrando así el aprovechamiento de la energía solar y al mismo tiempo lograr un alumbrado seguro para su personal que labora en las instalaciones de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa.

Al realizar un alumbrado por medio de software y utilizando sistemas autónomos fotovoltaicos garantiza el aprovechamiento de las condiciones de iluminación al mismo tiempo de que se está cumpliendo con la normativa más reciente y aplicable.

CAPITULO I: GENERALIDADES

En este capítulo se hablara de las características generales que podemos encontrar en el diseño de alumbrado en vialidades, así como también los fundamentos que nos llevan a una iluminación en exterior.

Se hablara sobre los leds (diodos emisores de luz) y su evolución así como los sistemas autónomos fotovoltaicos ya que están impactando dentro del alumbrado público. Esto se realiza para que el lector pueda entender de una forma ms clara el desarrollo de la tesis.

1.1. CONCEPTOS BÁSICOS

En este capítulo se da a conocer los conceptos básicos en el alumbrado, esto para tener un mejor entendimiento de algunos conceptos del alumbrado.

1.1.1 LUZ E ILUMINACIÓN

Son dos conceptos muy distintos, que frecuentemente se confunden y son mal interpretados. La luz puede definirse como la causa y la iluminación como el efecto de la luz sobre las superficies sobre las cuales incide.

La luz es una manifestación de la energía en forma de radiaciones electromagnéticas, capaz de afectar o estimular la visión.

1.1.2 BALASTRO

Dispositivo electromagnético o electrónico que proporciona los parámetros necesarios de tensión, corriente, forma de onda y regulación, para el buen funcionamiento de las lámparas fluorescentes y de alta intensidad de descarga.

1.1.3 CANDELA

Unidad de intensidad luminosa igual a un lumen por steradian (lm/sr). Se define como la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente luminosa que emite una radiación monocromática (540×10^{12} Hz = 555 nm) y de la cual, la intensidad radiante en esa dirección es de 1/683 watts / steradian.

1.1.4 DEPRECIACIÓN DE LOS LÚMENES DE LA LÁMPARA

LLD (*Lamp Lumen Depreciación*) Es la pérdida de la emisión luminosa (lúmenes), emitidos por la lámpara debido al uso normal de operación.

1.1.5 DEPRECIACIÓN POR SUCIEDAD ACUMULADA EN EL LUMINARIO

LDD (*Luminaire Dirty Depreciation*) La acumulación de la suciedad en los luminarios trae como consecuencia una pérdida de la emisión luminosa y por lo mismo, pérdidas de iluminación en el plano de trabajo. Esta pérdida se le

conoce como el factor LDD (*Luminaire Dirty Depreciation*).

La suciedad en la atmósfera se considera que proviene de dos fuentes; aquella que pasa de atmósferas adyacentes al local donde se encuentra el luminario y la que se genera por el trabajo realizado en la atmósfera circundante al luminario.

La suciedad puede clasificarse como adhesiva, atraída o inerte y puede provenir de fuentes constantes o intermitentes.

La suciedad adhesiva se colgara de la superficie del luminario debido a lo pegajoso de su naturaleza, mientras que la suciedad atraída se mantiene por efecto de la fuente electrostática.

La suciedad inerte varia en acumulación desde prácticamente nada, en las superficies verticales hasta tanto como pueda soportar una superficie horizontal antes de ser desalojada por la gravedad o circulación de aire.

Algunos ejemplos de suciedad adhesiva son: grasa producida al cocinar, partículas generadoras por la operación de máquinas transportadas por vapores aceitosos, partículas transportadas por vapor de agua como en lavanderías.

Algunos ejemplos de suciedad atraída son: cabello, pelusa, fibras o partículas secas cargadas electrostáticamente debido a la operación de maquinaria.

La suciedad inerte está presente por partículas no pegajosas, sin carga electrostática tales como: harina seca, aserrín, cenizas finas, etc.

1.1.6 EFICACIA LUMINOSA

Relación del flujo luminoso total emitido por la lámpara en lúmenes entre la potencia eléctrica consumida por la misma. Su unidad está dada en lúmenes / watts.

1.1.7 EFICIENCIA DE UN LUMINARIO

Relación del flujo luminoso emitido por un luminario con respecto aquel que producen la o las lámparas desnudas en su interior.

1.1.8 EXITANCIA (M)

Es frecuente calcular la cantidad de luz reflejada en las superficies del cuarto; muchas de estas superficies son difusas y como resultado el término correcto a usar es Exitancia (M), donde:

Exitancia = iluminancia x factor de reflexión

$$M = E \times p \quad 1.1$$

Dónde:

E = Iluminancia en Footcandles o Luxes

p = es el factor de reflexión de la superficie expresado como la fracción de luz reflejada sobre la luz incidente

M = es la exitancia resultante en Footcandles o Luxes.

1.1.9 FACTOR DE BALASTRO

Relación del flujo luminoso emitido por una lámpara la cual es operada por un balastro convencional entre el flujo luminoso emitido por la misma lámpara cuando esta es operada por un balastro patrón.

1.1.10 FACTOR DE PERDIDA DE LUZ (FACTOR DE MANTENIMIENTO)

Factor utilizado en el cálculo de iluminancia bajo condiciones dadas de tiempo y de uso. En él se toma en cuenta las variaciones de temperatura y tensión, acumulación de suciedad en las superficies del cuarto y en el luminario, depreciación de la emisión luminosa de la lámpara, procedimiento de mantenimiento y condiciones atmosféricas.

1.1.11 FLUJO LUMINOSO

El flujo luminoso, es la cantidad de luz que fluye en un determinado tiempo, y es medido en lúmenes. Es una medida del total de la luz emitida por una fuente luminosa y es comúnmente usada para determinar la salida total del flujo luminoso de una lámpara.

1.1.12 FOOTCANDLE (fc) [lm/pie²]

Unidad de nivel luminoso en el sistema inglés.

1.1.13 FUENTE LUMINOSA

Es toda materia, objeto o dispositivo, de la que parte energía radiante y esta energía que emite cae dentro de los límites visibles del espectro electromagnético.

1.1.14 ILUMINACIÓN COMPLEMENTARIA

Es la iluminación diseñada para proporcionar una cantidad y calidad de luz adicional que no puede ser obtenida por el sistema general de iluminación y que complementa el nivel general de iluminación para requerimientos específicos de trabajo.

1.1.15 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Es la iluminación diseñada para proporcionar iluminación de seguridad y salvaguardar en caso de fallas el suministro normal de energía.

Se aplica en lugares donde se concentra una gran cantidad de personas, ya sea para diversión, compras o trabajo. Dichos lugares pueden ser auditorios, cines, teatros, estadios de fútbol, de béisbol, centros comerciales, hospitales, escuelas, etc.

El objeto de esta iluminación es romper la oscuridad para evitar el pánico y posibles accidentes principalmente entre menores.

Los luminarios para este sistema, deberán estar localizados de tal forma que guíen a las personas hacia las salidas del local y permitan la pronta evacuación en caso de ser necesario.

El nivel de iluminación de emergencia no deberá ser menor al 1% del nivel promedio de iluminación o a 5 luxes promedio a nivel de piso.

La uniformidad de iluminación (E_{max} / E_{min}) a lo largo de la línea central de la ruta de escape, podrá ser comprendida entre 20:1 y 40:1.

El nivel de iluminación de emergencia será igual al nivel de iluminación normal en aquellos casos en que dependa la vida de un ser humano, como en quirófanos,

salas de parto, etc. O en lugares como cuartos de control, torre de control en los aeropuertos, etc.

1.1.16 ILUMINACIÓN GENERAL

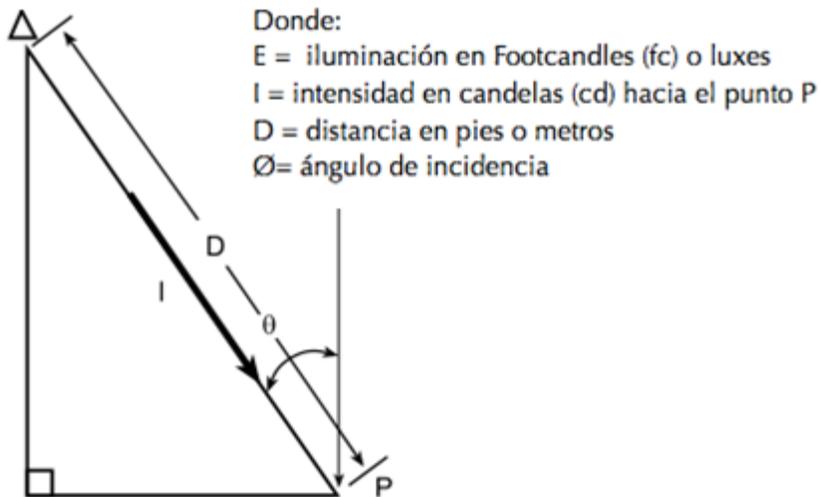
Iluminación diseñada para proporcionar un nivel substancialmente uniforme en toda el área analizada, excluyendo cualquier provisión para requerimientos especiales localizados.

1.1.17 ILUMINANCIA (E)

La iluminancia es la cantidad de luz que incide en la unidad de área y es medida en Footcandles (pies candela) o luxes. Es definida por la intensidad (I) en candelas, dirigida hacia un punto P, dividida por el cuadrado de la distancia (D) de la fuente (luminario) a la superficie a iluminar.

$$E = \frac{I}{D^2} \quad 1.2$$

A medida que el área cubierta por un ángulo sólido dado, se hace más grande por el incremento de la distancia desde la fuente, el flujo de luz permanece constante. La densidad de iluminación de la luz en la superficie disminuye, tanto, como el inverso de la distancia al cuadrado. Esta fórmula es válida sólo si la superficie receptora es perpendicular a la dirección de la fuente. Si la luz incide en otro ángulo, la fórmula se transforma en:



$$E = \frac{I \cos \theta}{D^2}$$

Figura 1 ILUMINACIÓN

1.1.18 INTENSIDAD LUMINOSA

La candela es la unidad de intensidad (I) y es análoga a la presión en un sistema hidráulico. A veces es llamada “candlepower” (potencia en candelas) y describe la cantidad de luz (lúmenes) en una unidad de ángulo sólido mientras la luz se aleja de la fuente, el ángulo sólido cubre un área más y más grande; pero el ángulo permanece igual, así como la cantidad de luz que contiene. Por lo tanto, la intensidad en una dirección dada es constante independientemente de la distancia.

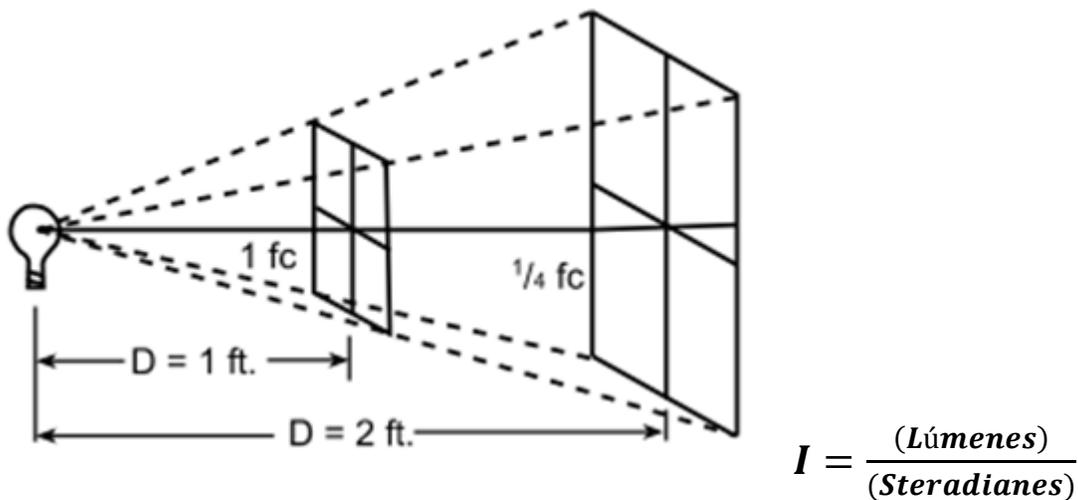


Figura 2 INTENSIDAD EN DIRECCIÓN

1.1.19 LUMEN (lm)

Unidad de flujo luminoso, que equivale al flujo emitido en un ángulo sólido unitario por una fuente cuya potencia media esférica es de una candela.

1.1.20 LUMINARIO

Dispositivo que se utiliza para controlar y dirigir el flujo luminoso generado por una o más lámparas contenidas en su interior.

1.1.21 LUMINANCIA (L)

La luminancia, frecuentemente llamada “brillantez”, es el nombre dado a lo que vemos. La “brillantez” es una sensación subjetiva que varía de muy tenue u oscuro a muy brillante. De una forma objetiva, se refiere a ella como la intensidad en una dirección dada dividida por un área proyectada tal como la ve un observador. Se hace referencia a la luminancia de dos maneras, ya sea relacionada a un luminario o a una superficie.

La luminancia directa o brillantez de los luminarios a varios ángulos de visión es un factor primordial en la evaluación de confort visual de una instalación que use estos luminarios. En general, es deseable minimizar la brillantez de luminarios con

la altura de montaje, en los ángulos verticales de 60° a 90°. Cuando la intensidad está en candelas, y el área proyectada está en metros, la unidad de luminancia es: candelas por metro cuadrado (cd/m²).

1.1.22 LUMINARIO A PRUEBA DE EXPLOSIÓN

Luminario completamente cerrado y capaz de resistir una explosión de gas específico o vapor dentro del y prevenir la ignición de gases o vapores alrededor de este.

1.1.23 LUX (lm/m² ó lx)

Unidad de nivel luminoso en el sistema internacional, equivalente a un lumen sobre metro cuadrado.

1.1.24 REFLEXIÓN

Es el fenómeno por el cual la luz al incidir sobre una superficie cambia de dirección de manera tal que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

1.1.25 REFRACCIÓN

Es el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos al pasar de un medio a otro con diferente densidad.

1.1.26 STERADIAN (Sr)

Ángulo sólido que sustenta un área en una esfera igual al cuadrado del radio de la esfera.

1.1.27 SISTEMA MÉTRICO

A medida que EE. UU. Tienda al sistema métrico para concordar con el área científica y el resto del mundo, la ingeniería de iluminación se convertirá al Sistema Internacional de Unidades (SI). Sólo los términos que involucren longitud o área, iluminancia y luminancia, serán afectados. La Iluminancia (E) se establece en lux en el Sistema Métrico.

1 fc= 10.76 luxes. La Luminancia (L) se establece en nits en el sistema métrico.

1.1.28 FOTOMETRÍA

Se usa para definir cualquier información de prueba que describa las características de la salida de luz de un luminario. El tipo más común de información fotométrica incluye la distribución de la potencia en candelas (Candlepower), criterios de espaciamiento, eficiencia del luminario, curvas Isofootcandle o Isolux, coeficiente de utilización e información de luminancia. El propósito de la fotometría, es describir con exactitud el rendimiento de un luminario para permitir al diseñador, seleccionar el equipo de iluminación y diseñar una distribución de luminarios que mejor cubra las necesidades del trabajo.

1.1.29 CURVA DE DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA

La curva de distribución fotométrica es una de las herramientas más valiosas de los diseñadores de iluminación. Es un corte vertical de la intensidad en candelas, medida en diferentes ángulos. En otras palabras es una representación gráfica en forma polar que muestra la distribución del flujo luminoso para un sólo plano. Si la distribución del flujo emitido por el luminario es simétrica, la curva en un plano es suficiente para todos los cálculos. Si es asimétrica, tal como en luminarios exteriores y luminarios fluorescentes, se requieren tres o más planos de medición. En general, los luminarios incandescentes y HID son descritos por un plano vertical único de fotometría. Los luminarios fluorescentes requieren un mínimo de tres planos: uno a través del eje longitudinal del luminario, otro en el sentido transversal y otro en un ángulo de 45°. A mayor separación de la simetría, más son los planos que se necesitan para lograr cálculos exactos.

PHOTOMETRICS

STL4 48L D50 LP835 N100, 4,763 delivered lumens, test no. LTL20794, tested in accordance to IESNA LM-79.

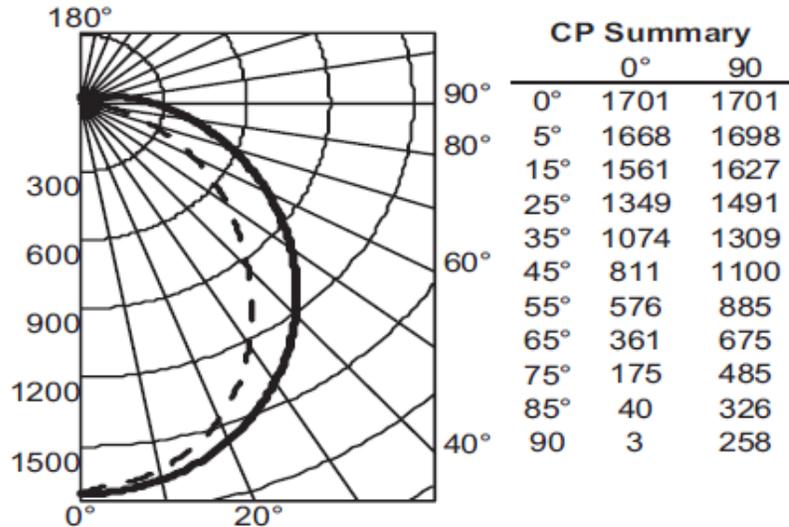


Figura 3 CURVA FOTOMETRICA

1.1.30 COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (CU)

El coeficiente de utilización se refiere al número de lúmenes que finalmente alcanzan el plano de trabajo en relación a los lúmenes totales generados por la lámpara. Los valores de CU son necesarios para calcular los niveles de iluminancia promedio y son provistos de dos maneras: una tabla de CU o una curva de utilización. Por lo general, la curva de utilización se provee para luminarios de uso exterior o unidades con una distribución asimétrica. La tabla de CU se provee para luminarios que se usan principalmente en interiores con curva de distribución simétrica, donde se aplica el método de Lumen (cavidad zonal). La información del uso de CU se discutirá en la sección que cubre los métodos de cálculo

Coefficients of Utilization

80%			20%			50%		
70%	50%	30%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
118	118	118	114	114	114	108	108	108
106	101	97	98	94	90	93	90	86
97	88	81	86	79	74	81	76	71
88	77	69	75	68	62	72	65	60
81	69	60	67	59	52	64	57	51
74	62	53	60	52	45	57	50	44
69	56	47	54	46	40	52	44	39
64	50	42	49	41	35	47	40	35
60	46	38	45	37	32	43	36	31
56	42	34	42	34	28	40	33	28
52	39	31	38	31	26	37	30	26

Figura 4 COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN

1.1.31 POTENCIA ELÉCTRICA

La potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (*watt*).

1.1.32 VOLTAJE

El voltaje es la magnitud física que, en un circuito eléctrico, impulsa a los electrones a lo largo de un conductor. Es decir, conduce la energía eléctrica con mayor o menor potencia.

Voltaje y voltio son términos en homenaje a Alessandro Volta, que en 1800 inventara la pila voltaica y la primera batería química.

El voltaje es un sinónimo de tensión y de diferencia de potencial. En otras palabras, el voltaje es el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula para que ésta se mueva de un lugar a otro. En el Sistema Internacional de Unidades, dicha diferencia de potencial se mide en voltios (V), y esto determina la categorización en “bajo” o “alto voltaje”.

1.1.33 RESISTENCIA ELÉCTRICA

Es la propiedad que tienen los cuerpos de oponerse en cierto grado al paso de la corriente eléctrica. En función del valor de esta propiedad, los materiales se clasifican en conductores, semiconductores o aislantes:

Conductores: Son los elementos que presentan una oposición muy pequeña al paso de los electrones a través de ellos; es decir, presentan una resistencia eléctrica muy baja. Como ejemplo de buenos conductores eléctricos podemos nombrar a los metales.

Semiconductores: Son un grupo de elementos, o compuestos, que tienen la particularidad de que bajo ciertas condiciones, se comportan como conductores. Cuando estas condiciones no se dan, se comportan como aislantes. Como ejemplo podemos nombrar al germanio, al silicio, al arseniuro de galio...

Aislantes: Son los materiales o elementos que no permiten el paso de los electrones a través de ellos. Como ejemplo podemos nombrar a los plásticos.

1.2. FUNDAMENTOS DE ILUMINACIÓN DE EXTERIORES

Contrariamente a lo que se pueda pensar, detrás de los cálculos y recomendaciones sobre alumbrado de vías públicas existe un importante desarrollo teórico sobre diferentes temas (pavimentos, deslumbramiento, confort visual, etc.). Afortunadamente, hoy día estos cálculos están muy mecanizados y no es necesario tener profundos conocimientos en la materia para realizarlos. No obstante, es recomendable tener nociones de algunos de ellos para comprender mejor la mecánica de cálculo.

1.2.1 ALUMBRADO PÚBLICO

El propósito de una iluminación permanente en las vías públicas tanto para vehículos como para peatones es crear un ambiente durante la noche, conducente a lograr una visión rápida, precisa y cómoda a los usuarios de estas instalaciones.

Así mismo, se pretende proporcionar un aspecto atractivo a las vías urbanas durante la noche, facilitar el flujo del tránsito vehicular y el florecimiento del espíritu de la comunidad así como su propio crecimiento y el incremento de los negocios de zonas comerciales; qué en algunos casos son los que determinan las características mínimas que deben alcanzarse.



Figura 5 ALUMBRADO PÚBLICO

1.2.2 CLASIFICACIÓN DE VIALIDADES

1.2.2.1 COMERCIAL

Aquella porción de una municipalidad en un desarrollo comercial, en donde ordinariamente hay un gran número de transeúntes durante las horas activas del comercio. Esta definición se aplica a áreas con un desarrollo comercial muy denso en las afueras, así como en la propia central de la municipalidad. Estas zonas tienen instalaciones tales que atraen un relativo alto volumen, tanto del tránsito vehicular como peatonal, en condiciones muy frecuentes.

1.2.2.2 INTERMEDIO

Aquella porción de una municipalidad caracterizada por una actividad de transeúntes nocturnos, moderadamente pesada, tales como aquellos en una cuadra que haya bibliotecas, centros recreativos de la comunidad, grandes edificios departamentales o tiendas de menudeo en el vecindario.

1.2.2.3 RESIDENCIAL

Un desarrollo o fraccionamiento residencial, o una combinación de establecimientos comerciales y residenciales, caracterizados por un bajo tránsito de peatones nocturnos.

1.2.2.4 RURAL

Terrenos abiertos con muy escaso o nulo desarrollo comercial o residencial.

1.2.2.5 CRITERIOS DE CALIDAD

Para determinar si una instalación es adecuada y cumple con todos los requisitos de seguridad y visibilidad necesarios se establecen una serie de parámetros que sirven como criterios de calidad. Son la luminancia media (L_m , L_{AV}), los coeficientes de uniformidad (U_0 , U_L), el deslumbramiento (TI y G) y el coeficiente de iluminación de los alrededores (SR).

1.2.2.6 COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD

Como criterios de calidad y evaluación de la uniformidad de la iluminación en la vía se analizan el rendimiento visual en términos del coeficiente global de uniformidad U_0 y la comodidad visual mediante el coeficiente longitudinal de uniformidad U_L (medido a lo largo de la línea central).

$$\begin{aligned} U_0 &= L_{min} / L_m \\ U_L &= L_{min} / L_{max} \end{aligned} \qquad 1.3$$

1.2.2.7 DESLUMBRAMIENTO

El deslumbramiento producido por las farolas o los reflejos en la calzada, es un problema considerable por sus posibles repercusiones. En sí mismo, no es más que una sensación molesta que dificulta la visión pudiendo, en casos extremos, llegar a provocar ceguera transitoria. Se hace necesario, por tanto, cuantificar este fenómeno y establecer unos criterios de calidad que eviten estas situaciones peligrosas para los usuarios.

Se llama deslumbramiento molesto a aquella sensación desagradable que sufrimos cuando la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa. Este fenómeno se evalúa de acuerdo a una escala numérica, obtenida de estudios estadísticos, que va del deslumbramiento insoportable al inapreciable.

G	Deslumbramiento	Evaluación del alumbrado
1	Insoportable	Malo
3	Molesto	Inadecuado
5	Admisible	Regular
7	Satisfactorio	Bueno
9	Inapreciable	Excelente

TABLA 1 DESLUMBRAMIENTO

Donde la fórmula de G se calcula a partir de características de la luminaria y la instalación.

Actualmente no se utiliza mucho porque se considera que siempre que no se excedan los límites del deslumbramiento perturbador, este está bajo control.

El deslumbramiento perturbador se produce por la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa. No obstante, este fenómeno no lleva necesariamente asociado una sensación incómoda como el deslumbramiento molesto. Para evaluar la

pérdida de visión se utiliza el criterio del incremento de umbral (TI) expresado en tanto por ciento:

$$TI = 65 \cdot \frac{Lv}{(Lm)^{0.5}} \quad 1.4$$

Donde L_v es la luminancia de velo equivalente y L_m es la luminancia media de la calzada.

1.2.2.8 COEFICIENTE DE ILUMINACIÓN EN LOS ALREDEDORES

El coeficiente de iluminación en los alrededores (Surround Ratio, SR) es una medida de la iluminación en las zonas limítrofes de la vía. De esta manera se asegura que los objetos, vehículos o peatones que se encuentren allí sean visibles para los conductores. SR se obtiene calculando la iluminancia media de una franja de 5 m de ancho a cada lado de la calzada.

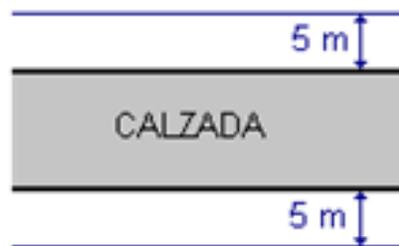


Figura 6 DISTANCIA EN CALZADAS

1.2.2.9 LÁMPARAS Y LUMINARIAS

Las lámparas son los aparatos encargados de generar la luz. En la actualidad, en alumbrado público se utilizan las lámparas de descarga frente a las lámparas incandescentes por sus mejores prestaciones y mayor ahorro energético y económico. Concretamente, se emplean las lámparas de vapor de mercurio a alta presión y las de vapor de sodio a baja y alta presión.

Las luminarias, por contra, son aparatos destinados a alojar, soportar y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares además de concentrar y dirigir el flujo luminoso de esta. Para ello, adoptan diversas formas aunque en alumbrado público predominan las de flujo asimétrico con las que se consigue una mayor superficie iluminada sobre la calzada. Las podemos encontrar montadas sobre postes, columnas o suspendidas sobre cables transversales a la calzada, en catenarias colgadas a lo largo de la vía o como proyectores en plazas y cruces.



Figura 7 LÁMPARAS

En la actualidad, las luminarias se clasifican según tres parámetros (alcance, dispersión y control) que dependen de sus características fotométricas. Los dos primeros nos informan sobre la distancia en que es capaz de iluminar la luminaria en las direcciones longitudinal y transversal respectivamente. Mientras, el control nos da una idea sobre el deslumbramiento que produce la luminaria a los usuarios.

El alcance es la distancia, determinada por el ángulo γ_{MAX} , en que la luminaria es capaz de iluminar la calzada en dirección longitudinal. Este ángulo se calcula como el valor medio entre los dos ángulos correspondientes al 90% de I_{MAX} que corresponden al plano donde la luminaria presenta el máximo de la intensidad luminosa.

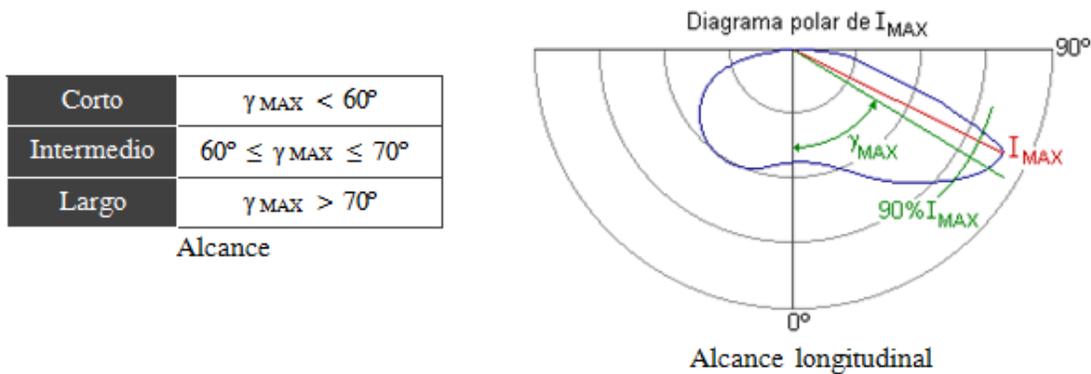


Figura 8 MÁXIMO DE INTENSIDAD LUMINOSA

La dispersión es la distancia, determinada por el ángulo γ_{90} , en que es capaz de iluminar la luminaria en dirección transversal a la calzada. Se define como la recta tangente a la curva isocandela del 90% de I_{MAX} proyectada sobre la calzada, que es paralela al eje de esta y se encuentra más alejada de la luminaria.

1.2.2.10 DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LA VÍA

Para conseguir una buena iluminación, no basta con realizar los cálculos, debe proporcionarse información extra que oriente y advierta al conductor con suficiente antelación de las características y trazado de la vía. Así en curvas es recomendable situar las farolas en la exterior de la misma, en autopistas de varias calzadas ponerlas en la mediana o cambiar el color de las lámparas en las salidas.

En los tramos rectos de vías con una única calzada existen tres disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral pareada. También es posible suspender la luminaria de un cable transversal pero sólo se usa en calles muy estrechas.

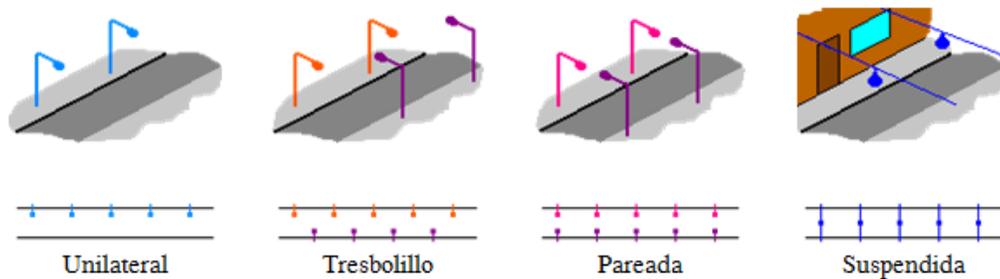


Figura 11 TIPOS DE ALUMBRADO EN VÍA

La distribución unilateral se recomienda si la anchura de la vía es menor que la altura de montaje de las luminarias. La bilateral tresbolillo si está comprendida entre 1 y 1.5 veces la altura de montaje y la bilateral pareada si es mayor de 1.5.

	Relación entre la anchura de la vía y la altura de montaje
Unilateral	$A/H < 1$
Tresbolillo	$1 \leq A/H \leq 1.5$
Pareada	$A/H > 1.5$
Suspendida	Calles muy estrechas

TABLA 2 ANCHO DE VÍA Y ALTURA DE MONTAJE

En el caso de tramos rectos de vías con dos o más calzadas separadas por una mediana se pueden colocar las luminarias sobre la mediana o considerar las dos calzadas de forma independiente. Si la mediana es estrecha se pueden colocar farolas de doble brazo que dan una buena orientación visual y tienen muchas ventajas constructivas y de instalación por su simplicidad. Si la mediana es muy ancha es preferible tratar las calzadas de forma separada. Pueden combinarse los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas. En este último caso es recomendable poner las luminarias en el lado contrario a la mediana porque de esta forma incitamos al usuario a circular por el carril de la derecha.

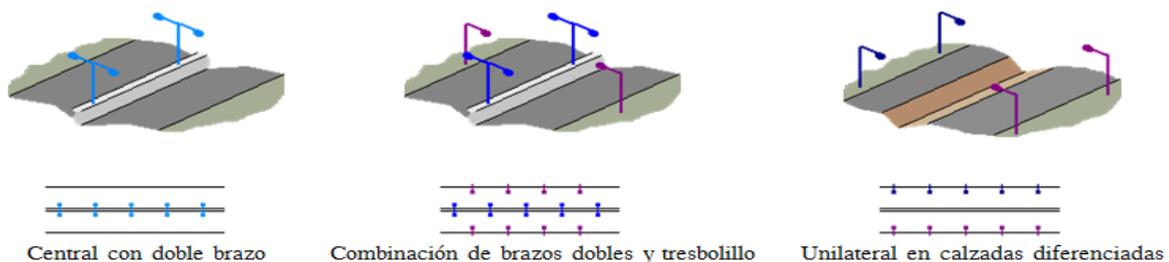
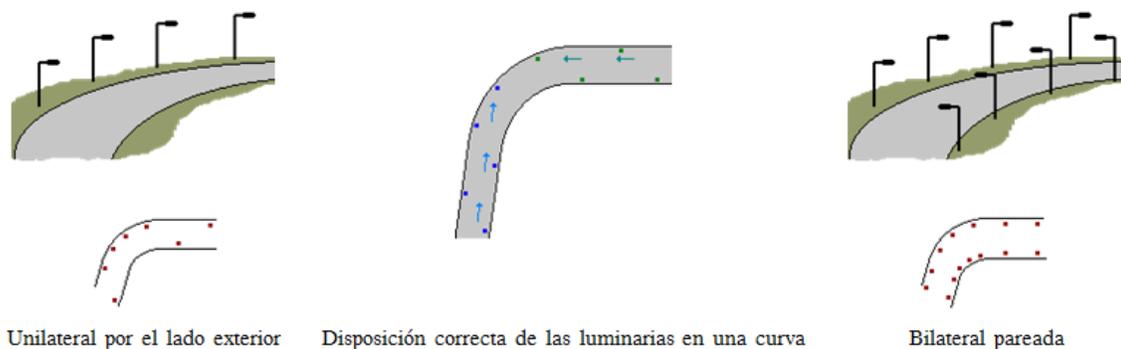


Figura 12 ALUMBRADO EN VÍA CON 2 O MÁS CALZADAS

En tramos curvos las reglas a seguir son proporcionar una buena orientación visual y hacer menor la separación entre las luminarias cuanto menor sea el radio de la curva. Si la curvatura es grande ($R > 300$ m) se considerará como un tramo recto. Si es pequeña y la anchura de la vía es menor de 1.5 veces la altura de las luminarias se adoptará una disposición unilateral por el lado exterior de la curva. En el caso contrario se recurrirá a una disposición bilateral pareada, nunca tresbolillo pues no informa sobre el trazado de la carretera.



$R > 300$ m	Asimilar a un tramo recto	
$R < 300$ m	$A/H < 1.5$	Unilateral exterior
	$A/H > 1.5$	Bilateral pareada

Figura 13 ALUMBRADO EN TRAMOS CURVOS

En cruces conviene que el nivel de iluminación sea superior al de las vías que confluyen en él para mejorar la visibilidad. Asimismo, es recomendable situar las farolas en el lado derecho de la calzada y después del cruce. Si tiene forma de T hay que poner una luminaria al final de la calle que termina. En las salidas de autopistas conviene colocar luces de distinto color al de la vía principal para destacarlas. En cruces y bifurcaciones complicados es mejor recurrir a iluminación con proyectores situados en postes altos, más de 20 m, pues desorienta menos al conductor y proporciona una iluminación agradable y uniforme.

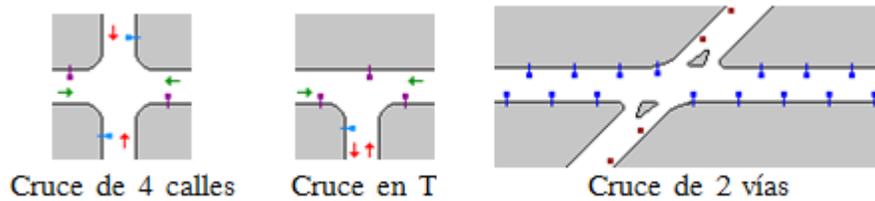


Figura 14 ALUMBRADO EN CRUCE

En las plazas y glorietas se instalarán luminarias en el borde exterior de estas para que iluminen los accesos y salidas. La altura de los postes y el nivel de iluminación serán por lo menos igual al de la calle más importante que desemboque en ella. Además, se pondrán luces en las vías de acceso para que los vehículos vean a los peatones que crucen cuando abandonen la plaza. Si son pequeñas y el terraplén central no es muy grande ni tiene arbolado se puede iluminar con un poste alto multibrazo. En otros casos es mejor situar las luminarias en el borde del terraplén en las prolongaciones de las calles que desemboca en esta.

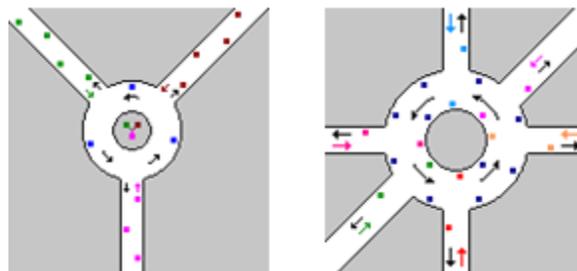


Figura 15 ALUMBRADO EN GLORIETAS

En los pasos de peatones las luminarias se colocarán antes de estos según el sentido de la marcha de tal manera que sea bien visible tanto por los peatones como por los conductores.

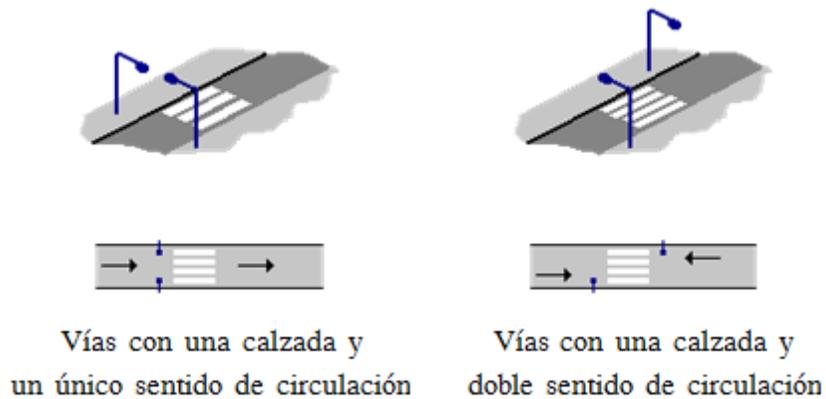


Figura 16 ALUMBRADO EN VÍAS DE UNO Y DOS SENTIDOS

Hay que considerar la presencia de árboles en la vía. Si estos son altos, de unos 8 a 10 metros, las luminarias se situarán a su misma altura. Pero si son pequeños las farolas usadas serán más altas que estos, de 12 a 15 m de altura. En ambos casos es recomendable una poda periódica de los árboles.

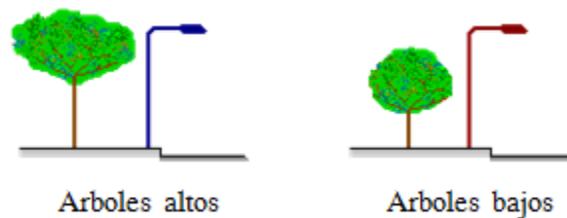


Figura 17 CONSIDERACIÓN DE LUMINARIAS CON ARBOLES

1.3. LED (EVOLUCION)

1.3.1 PRIMEROS PASOS

El primer led comercialmente utilizable fue desarrollado en el año 1962, combinando Galio, Arsénico y Fósforo (GaAsP) con lo cual se consiguió un led rojo con una frecuencia de emisión de unos 650 nm con una intensidad relativamente baja, aproximadamente 10mcd @20mA, (mcd = mili candela)

El siguiente desarrollo se basó en el uso del Galio en combinación con el Fósforo (GaP) con lo cual se consiguió una frecuencia de emisión del orden de los 700nm. A pesar de que se conseguía una eficiencia de conversión electrón- fotón o corriente-luz mas elevada que con el GaAsP, esta se producía a relativamente baja corriente. Un incremento en la corriente no generaba un aumento lineal en la luz emitida, sumado a esto se tenía que la frecuencia de emisión estaba muy cerca del infrarrojo, una zona en la cual el ojo no es muy sensible por lo que el led parecía tener bajo brillo a pesar de su superior desempeño de conversión.

1.3.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Los siguientes desarrollos, ya entrada la década del 70, introdujeron nuevos colores al espectro. Distinta proporción de materiales produjo distintos colores. Así se consiguieron colores verde y rojo utilizando GaP y ámbar, naranja y rojo de 630nm (el cual es muy visible) utilizando GaAsP. También se desarrollaron leds infrarrojos, los cuales se hicieron rápidamente populares en los controles remotos de los televisores y otros artefactos del hogar.

En la década del 80 un nuevo material entró en escena el GaAlAs Galio, Aluminio y Arsénico. Con la introducción de este material el mercado de los leds empezó a despegar ya que proveía una mayor performance sobre los leds desarrollados previamente. Su brillo era aproximadamente 10 veces superior y además se podía utilizar a elevadas corrientes lo que permitía utilizarlas en circuitos multiplexados con lo que se los podía utilizar en display y letreros de mensaje variable.

Sin embargo este material se caracteriza por tener un par de limitaciones, la primera y más evidente es que se conseguían solamente frecuencias del orden de los 660nm (rojo) y segundo que se degradaban más rápidamente en el tiempo que los otros materiales, efecto que se hace más notorio ante elevadas temperaturas y humedades.

1.3.3 EL ENCAPSULADO DE LOS LEDS

Es importante hacer notar que la calidad del encapsulado es un factor fundamental en la ecuación temporal. Los primeros desarrollos de resinas epoxi para el encapsulado poseían una no muy buena impermeabilidad ante la humedad. Sumado a esto, los primeros leds se fabricaban manualmente; el posicionamiento del sustrato y vertido de la resina era realizado por operarios y no por máquinas automáticas como hoy en día, por lo que la calidad del led era bastante variable y la vida útil mucho menor que la esperada.

Hoy en día esos problemas fueron superados y cada vez son más las fábricas que certifican la norma ISO 9000 de calidad de proceso. Además últimamente es más común que las resinas posean inhibidores de rayos UVA y UVB, especialmente en aquellos leds destinado al uso en el exterior.

En los 90 apareció en el mercado tal vez el más exitoso material para producir leds hasta la fecha el AlInGaP Aluminio, Indio, Galio y Fósforo. Las principales virtudes de este tetar compuesto son que se puede conseguir una gama de colores desde el rojo al amarillo cambiando la proporción de los materiales que lo componen y segundo, su vida útil es sensiblemente mayor, a la de sus predecesores, mientras que los primeros leds tenía una vida promedio efectiva de 40.000 horas los leds de AlInGaP podían más de 100.000 horas aun en ambientes de elevada temperatura y humedad.

1.3.4 RENDIMIENTO Y VIDA ÚTIL DEL LED

Es de notar que muy difícilmente un led se queme, si puede ocurrir que se ponga en cortocircuito o que se abra como un fusible e incluso que explote si se le hace circular una elevada corriente, pero en condiciones normales de uso un led se degrada o sea que pierde luminosidad a una tasa del 5 % anual. Cuando el led ha perdido el 50% de su brillo inicial, se dice que ha llegado al fin de su vida útil y eso es lo que queremos decir cuando hablamos de vida de un led. Un rápido cálculo nos da que en un año hay 8760 horas por lo que podemos considerar que un LED de AllnGaP tiene una vida útil de más de 10 años.

Como dijimos uno de factores fundamentales que atentan contra este número es la temperatura, tanto la temperatura ambiente como la interna generada en el chip, por lo tanto luego nos referiremos a técnicas de diseño de circuito impreso para bajar la temperatura.

1.3.5 CONSTRUCCIÓN DEL LED

Cuando se fabrica el led, se lo hace depositando por capas a modo de vapores, los distintos materiales que componen el led, estos materiales se depositan sobre una base o sustrato que influye en la dispersión de la luz. Los primeros leds de AllnGaP se depositaban sobre sustratos de GaAs el cual absorbe la luz innecesariamente.

Un adelanto en este campo fue reemplazar en un segundo paso el sustrato de GaAs por uno de GaP el cual es transparente, ayudando de esta forma a que más luz sea emitida fuera del encapsulado. Por lo tanto este nuevo proceso dio origen al TS AllnGaP (Transparent Substrate) y los AllnGaP originales pasaron a denominarse AS AllnGaP (Absorbent Substrate). Luego este mismo proceso se utilizó para los led de GaAIAs dando origen al TS GaAIAs y al AS GaAIAs. En ambos casos la Eficiencia luminosa se incrementaba típicamente en un factor de 2 pudiendo llegar en algunos casos a incrementarse en un factor de 10. Como

efecto secundario de reemplazar el As por el TS se nota un pequeño viro al rojo en la frecuencia de emisión, generalmente menor a los 10nm.

1.3.6 DIAGRAMA DE CROMATICIDAD

Los datos técnicos fueron obtenidos de distintos fabricantes. Es de notar que la resolución del ojo es del orden de los 3 a 5 nm según el color de que se trate.

Para tener una idea aproximada de la relación entre la frecuencia expresada en nanómetros y su correspondencia con un color determinado es que a continuación se presenta un grafico simplificado del triangulo de Maxwell o Diagrama de Cromaticidad CIE. Cada color se puede expresar por sus coordenadas X e Y. Los colores puros o saturados se encuentran en el exterior del triangulo y a medida que nos acercamos a su centro el color tiende al blanco. El centro de la zona blanca es el blanco puro y suele expresarse por medio de la temperatura de color, en grados Kelvin, de un cuerpo negro. Simplificando podemos decir que un cuerpo negro al calentarse empieza a emitir ondas infrarrojas, al subir la temperatura empieza a tomar un color rojizo, esto es en los 770 nm, al seguir elevándose la temperatura, el color se torna anaranjado, amarillento y finalmente blanco, describiendo una parábola desde el extremo inferior derecho hacia el centro del triangulo. Por lo tanto cada color por donde pasa dicha parábola puede ser representado por una temperatura equivalente. El centro del triangulo (blanco puro) se corresponde con una temperatura de 6500 K. El tono de los leds blanco viene expresado precisamente en grados kelvin. Una temperatura superior significa un color de emisión blanco – azulado.

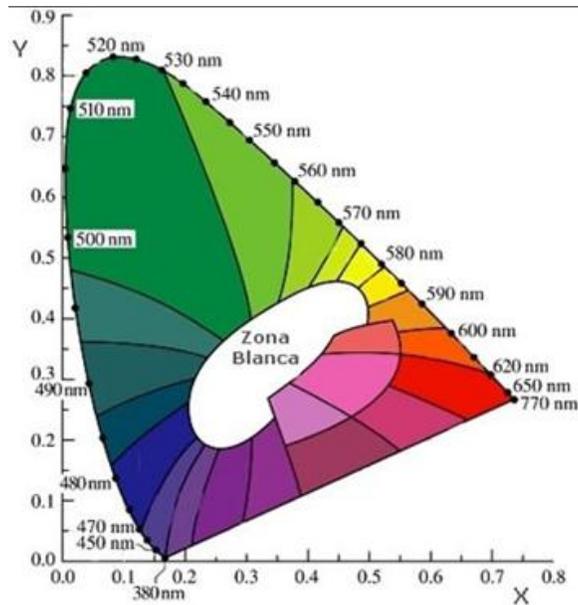


Figura 18 DIAGRAMA DE CROMATICIDAD

1.3.7 DIODOS EMISORES DE LUZ DE ALTA POTENCIA

Los LEDs de alta potencia más utilizados son los de potencias de 1W, aunque actualmente existen avanzados diseños en potencias de 3, 5, 10, 20 y 30 W.

Los LEDs de alta potencia son diseños más completos que incluyen diversas alternativas de ópticas de control del flujo luminoso y son de potencias de 1 W; este tipo de LEDs se utilizan principalmente para iluminación concentrada en aplicaciones exteriores arquitectónicas, permitiendo generar amplias posibilidades creativas de diseño y efectos de color.



Figura 19 LED DE ALTA POTENCIA

Un diodo emisor de luz de alta potencia de 1 W se integra de los siguientes componentes:

- Semiconductor emisor del flujo luminoso con terminales exteriores para alimentación del cátodo (+) y ánodo (-).
- Encapsulado de silicón que cubre al semiconductor emisor.
- Base con superficie inferior disipadora de temperatura.
- Óptica primaria integrada por lente semiesférica envolvente de resina termoplástica transparente.
- Óptica secundaria integrada por diversas opciones en cuanto a tipo de lentes concentradoras del flujo luminoso.

Los diodos emisores de luz (leds) de alta potencia de 1W tienen las siguientes características:

- Vida promedio de 50,000 horas.
- Flujo luminoso de 55 lúmenes.
- Eficacia de 55 lm/W.

- Mantenimiento del flujo luminoso de 75%.
- Voltaje de operación de 3-4 Volts de corriente directa.
- Corriente de operación de 350 mA.
- Ángulo de apertura del haz luminoso de 120° sin óptica secundaria
- Ángulos de apertura del haz luminoso de 5-15 ° (cerrados), 20-40° (medios) y de 40-60° (abiertos) con ópticas secundarias.
- Control preciso y direccional del flujo luminoso emitido.
- Bajas pérdidas por disipación de calor.
- Mínima emisión de radiaciones infrarrojas y ultravioletas.
- Colores blanco, azul y verde fabricados de Nitruro de Galio e Indio (InGaN). Colores ámbar y rojo fabricados de Fosforo de Galio, indio y Aluminio (AlIGaP).

1.4. SISTEMA AUTÓNOMO FOTOVOLTAICO

1.4.1 LUMINARIA SOLAR A LED

Las luminarias solares son la solución más económica para iluminación pública en entornos sin red eléctrica. No sólo convencen por su fiabilidad y su larga vida útil sino también por su flexibilidad.



Figura 20 SISTEMA AUTÓNOMO FOTOVOLTAICO

Las Luminarias Solares son sistemas autosuficientes.

En el poste se encuentran todos los componentes electrónicos: la lámpara, los módulos solares, baterías de descarga profunda y controles automáticos.

El sistema funciona de manera completamente autónoma sin uso de gas o gasolina. Tiene como única fuente la energía del sol. Los módulos fotovoltaicos transforman la luz en energía eléctrica. Y ésta a su vez se almacena en baterías para ser usada por la noche o en días nublados. Una luminaria solar se instala rápidamente. Lo único que se necesita son una base de concreto y un lugar bien soleado.

1.4.2 LAS VENTAJAS DE LAS LUMINARIAS SOLARES

La luminaria solar no requiere tendido eléctrico y puede ser instalada en cualquier sitio. No hay restricciones de aplicación ya que opera silenciosamente y es completamente compatible con la ecología del lugar donde se instalan. La operación y el mantenimiento de la luminaria solar se realizan al menor costo posible. No hay pagos por consumo eléctrico y su mantenimiento es casi nulo.



Figura 21 COMPONENTES DEL SISTEMA AUTÓNOMO FOTOVOLTAICO

1.4.3 ÁREAS DE APLICACIÓN

Las ventajas de las luminarias solares también se muestran en el gran número de áreas de aplicación:

- I Lotes de estacionamiento
- I Parques de ecoturismo
- I Casas de campo
- I Comunidades rurales
- I Haciendas
- I Hoteles
- I Centros recreativos
- I Senderos
- I Vallas publicitarias iluminadas
- I Puentes
- I Lugares Industriales



Figura 22 LUMINARIO LED

1.4.4 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

a) ARREGLO FOTOVOLTAICO:

Consiste en 4 módulos solares marca Conermex modelo Eplus de 50W nominales cada uno.

El arreglo solar se debe inclinar entre 15° y 45° con respecto a la horizontal, dependiendo del sitio de instalación y los módulos debe colocarse de cara al sur geográfico.

b) BANCOS DE BATERÍAS:

Consiste en 4 baterías selladas de 12 VCD, 115 Ah cada una, tipo plomo-ácido, libre de mantenimiento.

Las baterías se conectan dos en serie para dar el voltaje de 24V. El resultado final es un banco de 24 V con una capacidad nominal de 260 Ah al régimen de descarga de 120 horas.

c) CONTROL DE CARGA

El control de carga protege al banco de baterías de operar fuera de sus condiciones normales de diseño (descarga ó sobrecarga excesivas) así como controlar el encendido y apagado de la lámpara; se trata pues del centro operativo del equipo fotovoltaico.

EL CONTROLADOR EFECTÚA LAS SIGUIENTES FUNCIONES

- Carga de baterías en tres etapas mediante la técnica PWM: corriente plena, llenado y flotación.
- La operación a carga plena o corriente de flotación dependen del estado de carga de las baterías
- Desconexión de la lámpara cuando las baterías están bajas (más de 5 días nublados), con lo que se evita la disminución de la vida útil de la batería.
- Bloqueo del arreglo solar para evitar fugas de corriente del banco de baterías durante la noche.
- Indicación de estado de carga de batería por medio de la pantalla LCD.
- Puerto para PC para programación local del control Conergy Visión. Existe la posibilidad de cambiar la programación manualmente por medio del botón ubicado bajo la pantalla del control.

Para más detalles de la operación del controlador refiérase a la hoja técnica y manual del Control de Carga Visión.

1.4.5 OPERACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

a) CARGA DIURNA

En el amanecer el voltaje que genera el arreglo fotovoltaico se eleva desde cero hasta el punto en que excede el voltaje de las baterías, y se inicia el flujo de la corriente solar de los módulos fotovoltaicos al sistema. El control Visión permite pasar toda la corriente que puedan generar los módulos solares.

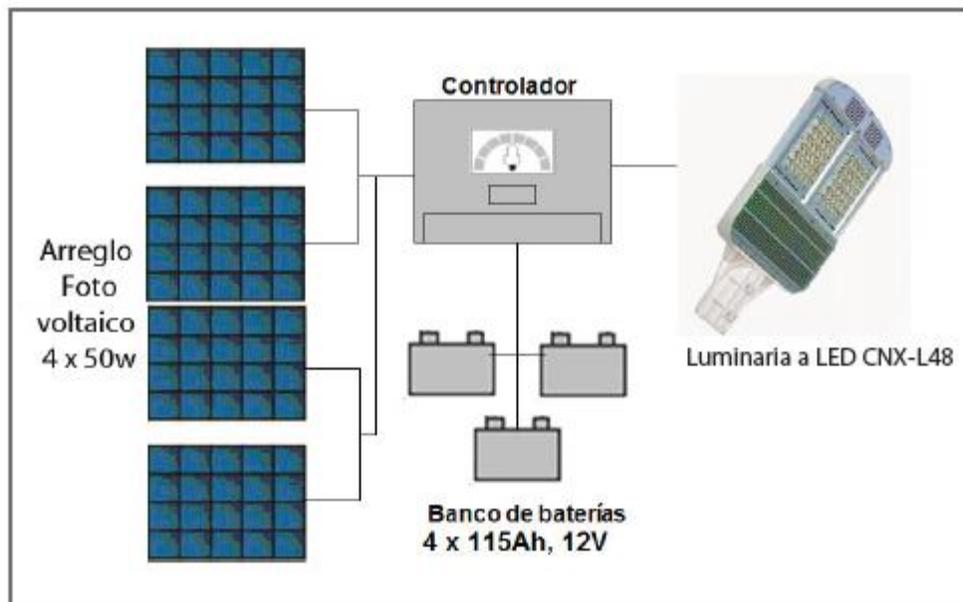


Figura 23 OPERACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Conforme avanza la mañana la corriente solar del arreglo se elevará hasta un máximo de 6.0 A. La corriente generada se dirige a recargar las baterías de la descarga de la noche anterior.

Las baterías están siendo cargadas hasta que el voltaje del banco llega a 28 V. A este voltaje el control empiezan a modular la corriente a las baterías en pulsos (PWM) para mantener un voltaje constante por algunas horas.

Conforme los baterías terminan de recargarse los pulsos se irán haciendo más cortos. Finalmente, el control cambia a un estado de flotación disminuyendo a un voltaje de aproximadamente 27.4V.

Por medio de esta carga en etapas se llega a la capacidad máxima del banco de baterías sin que por un lado se tenga una gasificación excesiva o que por el otro lado la batería no resulte totalmente cargada al finalizar el día.

b) OPERACION NOCTURNA

Conforme la insolación disminuye llegará un momento que el controlador detecte la ausencia de luz solar y active a la lámpara.

En el ocaso, cuando el voltaje del arreglo solar es inferior al voltaje de las baterías, los controles apagan sus componentes de potencia evitando de esta manera que el banco de baterías se descargue a través del arreglo solar en la noche (los módulos solares se convierten en una carga eléctrica cuando no hay insolación).

Durante la noche, la lámpara se alimenta directamente del banco de baterías ya que no existe generación solar y por lo tanto se descargan, aproximadamente 15%.

Al siguiente día la operación descrita se repite: el arreglo solar recarga al banco de baterías de la descarga de la noche anterior.

c) DIAS NUBLADOS

En esta condición, la corriente de los módulos solares es pequeña, 10 a 20 % de la corriente máxima por lo que no pueden reponer la descarga del banco de la noche anterior y el banco de baterías paulatinamente se descarga. El sistema está diseñado para soportar un periodo de 5 días consecutivos de nublados. Pasado el periodo de nublados, el arreglo solar tiene la capacidad suficiente para recuperar al banco de baterías.

CAPITULO II: TECNOLOGIA DE LA ILUMINACIÓN

En este capítulo se conocerán las características principales, tipos y principio de funcionamiento de las diferentes lámparas que hay. También se observara los métodos de iluminación que se conocen.

2.1 METODOS DE ILUMINACION

Para poder diseñar la distribución de luminarios que mejor cumpla con los requerimientos de iluminancia y uniformidad en el área de trabajo, se necesitan por lo general dos tipos de información: Nivel de iluminancia promedio y la iluminancia mínima en un punto dado. El cálculo de iluminancia en puntos específicos se hace para ayudar al diseñador a evaluar la uniformidad de iluminación, especialmente cuando se usan luminarios donde las recomendaciones de espaciamiento máximas no son proporcionadas o donde los niveles de iluminación de acuerdo a la actividad deban ser verificados en el sitio de instalación.

Iluminancia promedio se pueden aplicar dos métodos: 1. En iluminación interior, se puede utilizar el método de cavidad zonal usando la información de la tabla de coeficiente de utilización. 2. Para aplicaciones de iluminación exterior, se provee una curva de coeficiente de utilización y el CU se lee directamente de la curva y se utiliza la fórmula del método de lumen estándar.

Los siguientes dos métodos se pueden utilizar si los cálculos se desarrollan para determinar la iluminancia en un punto. 1. Los niveles de iluminancia pueden ser leídos directamente de las curvas Isofootcandles o Isolux. 2. Los niveles de iluminancia pueden ser calculados usando el método de punto por punto si hay disponible suficiente información de la potencia en candelas del luminario (Candlepower). La siguiente sección describe estos métodos de cálculo.

El método de cavidad zonal es el método aceptado en la actualidad para calcular los niveles de iluminancia promedio para áreas interiores a menos que la distribución de luz sea radicalmente asimétrica. Es un método aproximado porque toma en consideración el efecto que tiene la interreflectancia sobre el nivel de iluminancia. A pesar que toma en consideración muchas variables, la premisa básica de que los footcandles (pies candela) o luxes son iguales al flujo sobre un área.

La base del método de cavidad zonal, es que el cuarto se compone de tres espacios o cavidades. El espacio entre el techo y los luminarios, si están

suspendidos, se define como “cavidad de techo”; el espacio entre el plano de trabajo y el piso se denomina “cavidad de piso”; y el espacio entre los luminarios y el plano de trabajo, la “cavidad de cuarto”.

Una vez que el concepto de estas cavidades ha sido comprendido, es posible calcular las relaciones numéricas llamadas “relaciones de cavidad”, que pueden ser usados para determinar la reflectancia efectiva del techo y del piso y después encontrar el coeficiente de utilización.

Hay cuatro pasos básicos en cualquier cálculo de nivel de iluminancia:

1. Determinar las relaciones de cavidad
2. Determinar las reflectancias de cavidad efectivas
3. Seleccionar el coeficiente de utilización
4. Calcular el nivel de iluminancia promedio

Paso 1:

Las relaciones de cavidad pueden ser determinadas mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Relación de cavidad de techo (CCR)} = \frac{5 \text{ hcc}}{(L+A) L XA}$$

$$\text{Relación de cavidad de cuarto (RCR)} = \frac{5 \text{ hrc}}{(L+A) L XA}$$

$$\text{Relación de cavidad de piso (FCR)} = \frac{5 \text{ hfc}}{(L+A) L XA}$$

Donde: (CCR - Ceiling Cavity Ratio) hcc = distancia en pies o metros de la parte baja del luminario al techo

(RCR - Room Cavity Ratio) hrc = distancia en pies o metros de la parte baja del luminario al plano de trabajo

(FCR - Floor Cavity Ratio) hfc = distancia en pies o metros del plano de trabajo al piso

L = Largo del cuarto, en pies o metros

A = Ancho del cuarto, en pies o metros Una ecuación alterna para calcular cualquier relación de cavidad es:

Relación de cavidad

$$= \frac{2.5 \times \text{altura de la cavidad} \times \text{relación de la cavidad} \times \text{perímetro de la cavidad}}{\text{área de la base de la cavidad}}$$

2.1

Paso 2:

Las reflectancias de las cavidades efectivas deben ser determinadas para las cavidades de techo y de piso. bajo la combinación aplicable la relación de cavidad y las reflectancias actuales del techo, paredes y piso. Note que si el luminario es para montaje tipo empotrar o sobreponer, o si el piso es el plano de trabajo, el CCR o el FCR serán 0 y entonces la reflectancia actual del techo o el piso será también la reflectancia efectiva. Los valores de reflectancia efectivos encontrados serán entonces PCC (reflectancia efectiva de la cavidad de techo) y PFC (reflectancia efectiva de la cavidad de piso).

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

TABLA 3 REFLECTANCIAS

Paso 3:

Con estos valores de PCC, PFC y PW (reflectancia del techo, reflectancia del piso y reflectancia de las paredes respectivamente) y conociendo el rango de cavidad del cuarto (RCR), previamente calculado, encuentre el coeficiente de utilización (CU) en la tabla de coeficientes de utilización del luminario. Note que la tabla es lineal, se pueden hacer interpolaciones lineales para rangos de cavidad exactos o diferentes combinaciones de reflectancia.

El coeficiente de utilización encontrado será para un 20% de reflectancia efectiva de cavidad de piso entonces, será necesario corregirlo para la reflectancia efectiva

de la cavidad de piso determinada previamente; esto se hace multiplicando el CU determinado previamente por el factor de corrección de la siguiente tabla el CU final será: CU (20% piso) x Factor de corrección. Si es otro valor diferente a 10% ó 30%, entonces interpole o extrapole y multiplique por este factor.

Factores de multiplicación para reflectancia de cavidad de piso diferente al 20 por ciento																	
% de reflectancia efectiva en la cavidad de techo, pcc	80				70				50			30			10		
% de reflectancia en paredes, pW	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Para 30 % de reflectancia efectiva en la cavidad de piso (20 % = 1.00)																	
RCR																	
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002
Para 10 % de reflectancia efectiva en la cavidad de piso (20 % = 1.00)																	
RCR																	
1	0.923	0.929	0.935	0.940	0.933	0.939	0.943	0.948	0.956	0.960	0.963	0.973	0.976	0.979	0.989	0.991	0.993
2	0.931	0.942	0.950	0.958	0.940	0.949	0.957	0.963	0.962	0.968	0.974	0.976	0.980	0.985	0.988	0.991	0.995
3	0.939	0.951	0.961	0.969	0.945	0.957	0.966	0.973	0.967	0.975	0.981	0.978	0.983	0.988	0.988	0.992	0.996
4	0.944	0.958	0.969	0.978	0.950	0.963	0.973	0.980	0.972	0.980	0.986	0.980	0.986	0.991	0.987	0.992	0.996
5	0.949	0.964	0.976	0.983	0.954	0.968	0.978	0.985	0.975	0.983	0.989	0.981	0.988	0.993	0.987	0.992	0.997
6	0.953	0.969	0.980	0.986	0.958	0.972	0.982	0.989	0.977	0.985	0.992	0.982	0.989	0.995	0.987	0.993	0.997
7	0.957	0.973	0.983	0.991	0.961	0.975	0.985	0.991	0.979	0.987	0.994	0.983	0.990	0.996	0.987	0.993	0.998
8	0.960	0.976	0.986	0.993	0.963	0.977	0.987	0.993	0.981	0.988	0.995	0.984	0.991	0.997	0.987	0.994	0.998
9	0.963	0.978	0.987	0.994	0.965	0.979	0.989	0.994	0.983	0.990	0.996	0.985	0.992	0.998	0.988	0.994	0.999
10	0.965	0.980	0.985	0.980	0.967	0.981	0.990	0.995	0.984	0.991	0.997	0.986	0.993	0.998	0.988	0.994	0.999

TABLA 4 FACTOR DE MULTIPLICACIÓN PARA REFLECTANCIA DE CAVIDAD DE PISO

Paso 4:

El cálculo del nivel de iluminancia se realiza usando la fórmula del método de lumen estándar.

Footcandles o luxes

$$= \frac{\# \text{ de luminarios } \times \text{ lamparas por luminario } \times \text{ lumenes por lampara } \times CU \times LLF}{\frac{\text{Lampara}}{\text{Luminario}} \times \frac{\text{Lumen}}{\text{lampara}} \times CU \times LLF}$$

2.2

Cuando el nivel de iluminancia inicial se conoce y se requiere conocer el número de luminarios necesarios para obtener ese nivel, la ecuación del método de lumen, puede expresarse de la siguiente forma:

$$\# \text{ de luminarios } = \frac{\text{Footcandles ó Luxes mantenidos } \times \text{ área en pies cuadrados}}{\frac{\text{Lámpara}}{\text{Luminario}} \times \frac{\text{lumen}}{\text{Lampara}} \times CU \times LLF}$$

2.3

El factor de pérdida total de luz (LLF), se integra por dos factores básicos, depreciación de lúmenes de la lámpara (LLD) y depreciación por suciedad del luminario (LDD). Si se han de encontrar los niveles iniciales, se usa un multiplicador de 1. El factor de pérdida de luz, paralelamente con la salida total de lúmenes de la lámpara varía dependiendo del fabricante y tipo de lámpara o luminario y se determinan consultando la información publicada por cada fabricante.

En ocasiones, es necesario aplicar otros factores de pérdida de luz. Algunos de estos son: factor de balastro, temperatura ambiente que rodea al luminario, factor por variación de voltaje y depreciación por acumulación de polvo en las superficies del cuarto, etc.

2.1.1 MÉTODO DE CAVIDAD ZONAL

Ejemplo: Una sala de lectura, mide 18m de largo y 9m de ancho con una altura de piso a techo de 4.2m. Las reflectancias son: techo 80%, paredes 30%, piso 10%. Se utilizaran luminarios Prismawrap de cuatro lámparas (los coeficientes de utilización se muestran abajo) que penden del techo a una distancia de 1.2m y el plano de trabajo está a 0.6m arriba del piso. Encuentre el nivel de iluminancia si hay 18 luminarios en el cuarto.

Método de cavidad Zonal para coeficientes de utilización de un luminario Prismawrap de cuatro lámparas																	
Criterio de espaciamiento 1.4																	
pcc	80%				70%				50%			30%			10%		
pw	70%	50%	30%	10%	70%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
0	0.78	0.78	0.78	0.78	0.75	0.75	0.75	0.75	0.70	0.70	0.70	0.66	0.66	0.66	0.62	0.62	0.62
1	0.72	0.69	0.67	0.64	0.69	0.67	0.65	0.63	0.63	0.61	0.59	0.59	0.58	0.56	0.56	0.55	0.53
2	0.66	0.62	0.58	0.55	0.64	0.60	0.58	0.53	0.56	0.54	0.51	0.53	0.51	0.49	0.50	0.48	0.47
3	0.61	0.55	0.51	0.47	0.59	0.54	0.50	0.46	0.51	0.47	0.44	0.48	0.45	0.43	0.46	0.43	0.41
4	0.57	0.50	0.45	0.41	0.55	0.48	0.44	0.40	0.46	0.42	0.39	0.44	0.40	0.38	0.41	0.39	0.36
5	0.52	0.45	0.39	0.35	0.50	0.43	0.38	0.35	0.41	0.37	0.34	0.39	0.36	0.33	0.37	0.34	0.32
6	0.48	0.40	0.35	0.31	0.47	0.39	0.34	0.31	0.37	0.33	0.30	0.36	0.32	0.29	0.34	0.31	0.28
7	0.45	0.36	0.31	0.27	0.43	0.35	0.30	0.27	0.34	0.29	0.26	0.32	0.28	0.25	0.31	0.27	0.25
8	0.41	0.33	0.27	0.23	0.40	0.32	0.27	0.23	0.30	0.26	0.23	0.29	0.25	0.22	0.28	0.24	0.22
9	0.38	0.29	0.24	0.20	0.36	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.20	0.26	0.22	0.19	0.28	0.21	0.19
10	0.35	0.26	0.21	0.18	0.34	0.26	0.21	0.18	0.25	0.20	0.17	0.24	0.20	0.17	0.23	0.19	0.16

TABLA 5 MÉTODO CAVIDAD ZONAL PARA COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN DE UN LUMINARIO

Solución: (1) Calcule las relaciones de cavidad como sigue:

$$CCR = \frac{5(1.2)818 + 9}{18 \times 9} = 1.0 \quad RCR = \frac{5(2.4)(18 + 9)}{18 \times 9} = 2.0$$

$$FCR = \frac{5(0.6)(18 + 9)}{18 \times 9} = 0.5$$

2.4

(2) En la Tabla 4, busque las reflectancias efectivas para las cavidades de techo y piso, encontrándose que el pcc para la cavidad del techo es 62% mientras que el pfc para la cavidad del piso es 10%.

(3) Conociendo el rango de la cavidad de cuarto (RCR), es posible encontrar el coeficiente de utilización del luminario Prismawrap en un cuarto que tiene un RCR de 2.0 y reflectancias efectivas como sigue:

Pcc = 62%; pw = 30%; pfc = 20%. Interpolando entre los valores de 70 y 50% de pcc marcados en la tabla del CU encontramos que para 62% de pcc le corresponde un valor de CU de .55 Observe que este CU es para una reflectancia efectiva de 20% mientras que la reflectancia efectiva actual del piso pfc es 10%. Para corregir esto, localice el multiplicador apropiado en la Tabla B, utilizando el RCR calculado de (2.0). Este es 0.962 y se encuentra interpolando, para un pcc de 70% con un pw de 30% y un pcc de 50% con un pw de 30% para un RCR de 2.0, marcados en la TABLA 5.

Entonces: CU final = .55 x .962 = .53

Nótese que todas las interpolaciones se limitan a tres decimales dando un grado de confiabilidad y exactitud al cálculo.

4) Ahora se puede calcular el nivel de iluminancia, si sabemos el número de unidades a ser usadas y la cantidad de lúmenes emitidos por de la lámpara.

$$Luxes\ iniciales = \frac{\# \text{ de luminarios} \times \frac{\text{lamparas}}{\text{luminario}} \times \frac{\text{lumenes}}{\text{lamparas}} \times CC}{\text{área}}$$

$$Luxes\ iniciales = \frac{18 \times 4 \times 3050 \times .53}{18 \times 9}$$

$$Luxes\ iniciales = 718$$

2.5

Verifique el espaciamiento entre los luminarios.

Un posible arreglo sería tres columnas de 6 luminarios espaciados a 3m desde su centro en las dos direcciones. El criterio de espaciamiento es 1.4, con un máximo permisible de 3.4m. El espaciamiento real es menor que el espaciamiento máximo permisible, por tanto la iluminación en el plano de trabajo deberá ser uniforme.

2.1.2 MÉTODO LUMEN Y EJEMPLO

2.1.2.1 CÁLCULO DE LOS NIVELES DE ILUMINANCIA PROMEDIO USANDO UNA CURVA DE UTILIZACIÓN

La fórmula del método del lumen estándar también se utiliza para calcular los niveles de iluminancia promedio cuando los CU's se toman de una curva de utilización.

Footcandles o luxes

$$= \frac{\text{lumenes por lampara} \times \text{lamparas por luminario} \times \# \text{ de luminarios} \times \text{CU} \times \text{LLF}}{\text{área en pies cuadrados o metros cuadrados}}$$

2.6

Para calcular el número de luminarios necesarios para producir los footcandles o luxes requeridos, se utiliza la siguiente ecuación:

de luminarios

$$= \frac{\text{Footcandles o luxes mantenidos deseados} \times \text{área en pies cuadrados o metros cuadrados}}{\text{Lumenes por lampara} \times \text{lamparas por luminario} \times \text{CU} \times \text{LLF}}$$

2.7

Una variación de esta fórmula, se utiliza principalmente en la iluminación de carreteras, y calcula qué tan separados deben estar los luminarios para producir la iluminación promedio necesaria:

$$\text{Distancia interpostal} = \frac{\# \text{ de luminarios} \times \text{lumenes de lampara} \times \text{CU} \times \text{LLF}}{\text{Footcandles o luxes mantenidos} \times \text{ancho del camino}}$$

2.8

Una curva isolux o footcandle muestra el porcentaje de luz que cae en un área que tiene un ancho designado y una longitud infinita. El ancho está expresado en la curva isolux en términos de la relación del ancho del camino y la altura de montaje del luminario.

El CU se encuentra ubicando las relaciones sobre el eje horizontal, después se traza una línea que intersecta perpendicularmente la línea punteada del CU, entonces este punto de intersección se proyectará sobre el eje vertical del lado derecho encontrando así el valor del CU. Los CU's para el lado calle y el lado casa del luminario son dados en forma independiente y pueden utilizarse para encontrar la iluminación en el camino o sobre la banqueta o deberán ser sumados para encontrar la iluminación total sobre la calle en el caso de luminarios con altura de montaje media.

Ejemplo: Una calle de 6m de ancho debe ser iluminada con un nivel promedio mantenido de iluminación de 13Lx. Se deberá usar el Luminario Mongoose® MV400HPNC6. Este será instalado en postes de 9m a una distancia de 11m del camino. Encuentre el espaciamiento requerido entre luminarios.

$$\#de\ luminario = \frac{lumenes\ de\ lampara\ x\ CU\ x\ LLF}{Footcandelas\ o\ Luxes\ mantenidos\ x\ ancho\ de\ camino}$$

2.9

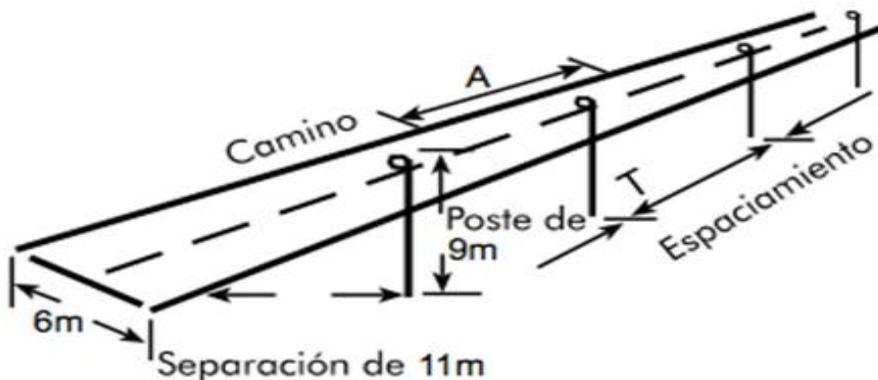


Figura 24 SEPARACIÓN DE POSTES

Solución: El CU se determina de la siguiente figura de la intersección de la relación distancia Transversal / altura de montaje y la curva de CU y proyectando horizontalmente al eje vertical derecho CU, para obtener el valor del coeficiente de utilización.

El CU para la calle, se determina al restar el CU de la separación, del CU total de ambos, tanto del camino como de la separación. El ancho del área total es de 17m (1.8 veces la altura de montaje.) y el ancho de la separación es de 11m (1.2 veces la altura de montaje). De la curva del CU (ver tabla 1) encontramos que los CU's correspondientes son 0.52 y 0.3. Al restar el segundo del primero, obtenemos un CU de .22. Al insertar este CU en la ecuación del método lumen estándar da como resultado un espaciamiento de 114m.



Figura 25 ESPACIAMIENTO

$$\text{Espaciamiento} = \frac{50.000 \times 0.22 \times 0.81 = 93m}{13 \times 6 m} = 114m$$

2.10

2.1.3 CÁLCULOS POR ZONAS Y EJEMPLOS

2.1.3.1 CÁLCULO PUNTO POR PUNTO USANDO LA CURVA DE DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA.

Este método es especialmente útil en la determinación del nivel de iluminación y de la uniformidad, suministradas para un diseño de iluminación. Se utiliza frecuentemente en la industria pesada y en diseños donde no se consideran las interreflexiones.

El método de punto por punto, calcula con exactitud el nivel de iluminancia en cualquier punto dado en una instalación, al sumar las contribuciones de iluminación provenientes de cada luminario en este punto. No toma en consideración contribuciones de otras fuentes tales como reflexión de las paredes, techo, etc. Usando la curva de distribución fotométrica del luminario podemos calcular los valores para puntos específicos en superficies horizontales como sigue:

$$\text{Footcandles o Luxes} = \frac{\text{Potencia en candelas} \times \text{Cos}\phi}{D^2}$$

2.11

Ejemplo: Un luminario Prismapack de 400W vapor de sodio de alta presión, se monta 8m arriba del plano de trabajo; se desea encontrar la iluminación horizontal inicial en un punto a 4.5m a un lado del luminario.

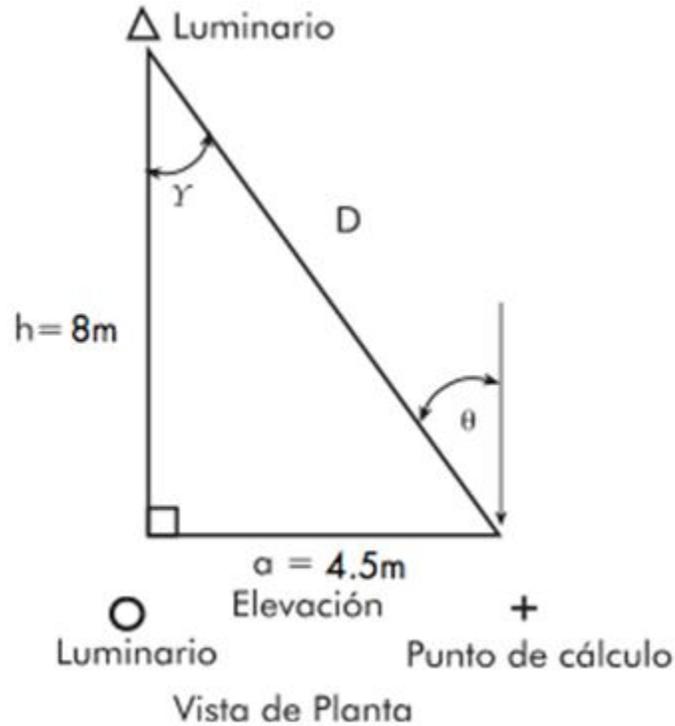


Figura 26 MÉTODO DE ILUMINACIÓN CON LUMINARIO

Solución ya que

$$E = \frac{\text{Potencia en candelas} \times \text{Cos } \phi}{D^2}$$

2.12

Necesitamos determinar el ángulo y buscar la potencia en candelas para este ángulo; durante el proceso también podemos determinar la distancia D.

Ya que

$$D^2 = a^2 + h^2$$

$$D^2 = (4.5)^2 + (8)^2$$

$$D = 9$$

Y La tangente $g = a/h$

$g =$ tangente del arco $4.5/7.9$

$$g = 30^\circ$$

$$E = \frac{18936 \times \text{Cos } 30}{(9)^2} = 202 \text{ lx}$$

2.13

Utilizando la curva fotométrica de este luminario podemos observar que a 30° le corresponde una potencia en candelas de 18936. La iluminación es entonces:

$$E = \frac{\text{Potencia en candelas} \times \text{Cos}^3 \varnothing}{h^2}$$

$$E = \frac{18936 \times \text{Cos } 30}{(9)^2} = 202 \text{ lx}$$

2.14

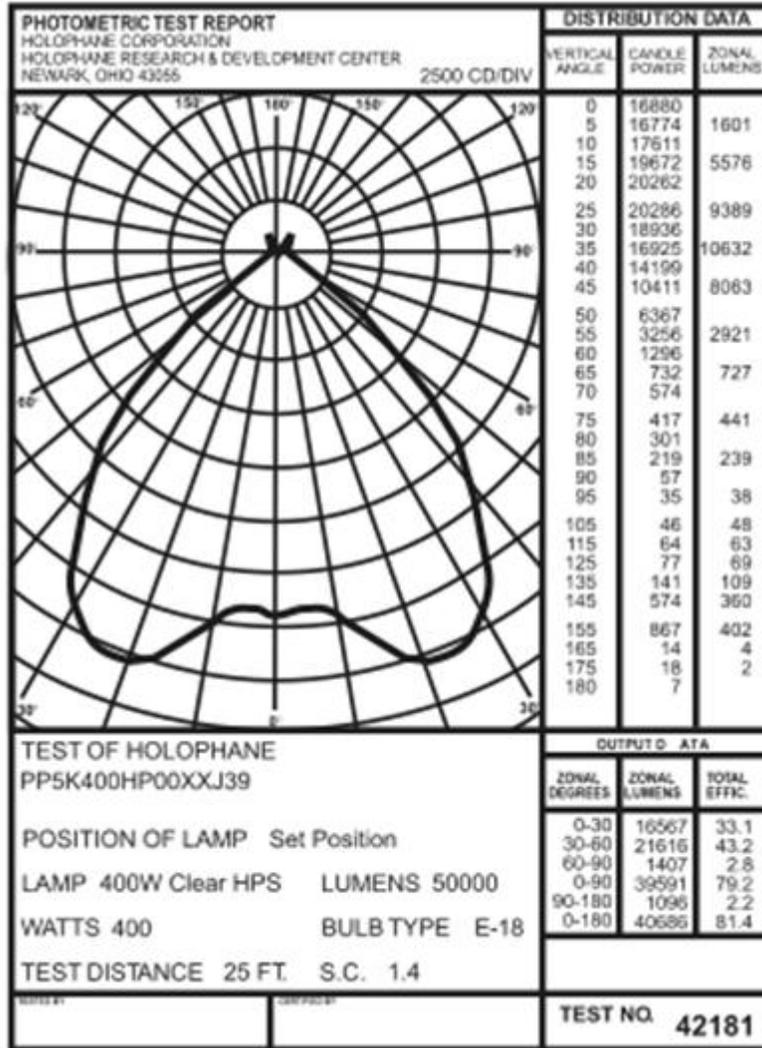


Figura 27 CURVA FOTOMÉTRICA

Esta versión de la fórmula nos permite tratar sólo con las alturas de montaje netas de los luminarios y los ángulos de la potencia en candelas y elimina la necesidad de calcular cada distancia “D” por separado.

2.1.3.2 CÁLCULOS PUNTO POR PUNTO USANDO LA GRÁFICA ISOFOOTCANDLE O ISOLUX

La gráfica Isofootcandle también se puede utilizar para encontrar la iluminación en un punto específico. Se encuentra, al definir la distancia horizontal desde el luminario a ese punto, en términos de la relación de distancia entre la altura de montaje (tanto transversal como longitudinal), después, se buscan los valores de

esas relaciones en la curva Isolux o Isofootcandle. Si la altura de montaje real del luminario es diferente a la altura de montaje en la tabla Isofootcandle o Isolux, se debe multiplicar el valor en luxes o Isofootcandle de la curva por un factor de corrección, para calcular el factor de la corrección se utiliza la siguiente ecuación:

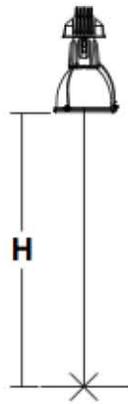
$$\text{Factor de corrección} = \frac{(\text{Altura de montaje de prueba de la curva Isolux o Isofootcandle})^2}{(\text{Altura del montaje real})^2}$$

Ejemplo: Al usar la misma distribución y luminarios, tal como se usaron en el ejemplo en la página 126, determine el nivel de iluminancia, entre las dos unidades, en la orilla externa del camino, usando la Figura 7.

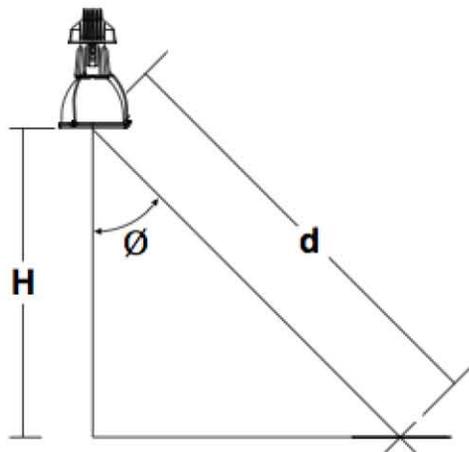
Solución: De cualquiera de los luminarios, el punto A está a 17m del lado calle del luminario (M.H. 1.8 veces la altura de montaje) y 57m en el sentido longitudinal de la calle (M.H. 4.8 veces la altura de montaje). Al observar la curva Isofootcandle (Isolux), encontramos que la línea de footcandle (Isolux) en ese punto está la curva fc .30 (3Lx). Esta es la contribución desde un luminario y deberá sumarse con otras contribuciones para integrar el total de footcandles (Luxes). Ya que la altura de montaje en la tabla Isofootcandle es la misma altura de montaje que la de nuestro luminario, no se necesita ninguna corrección por diferencia de alturas de montaje.

2.1.4 FÓRMULAS MÉTODO PUNTO POR PUNTO

Plano Horizontal



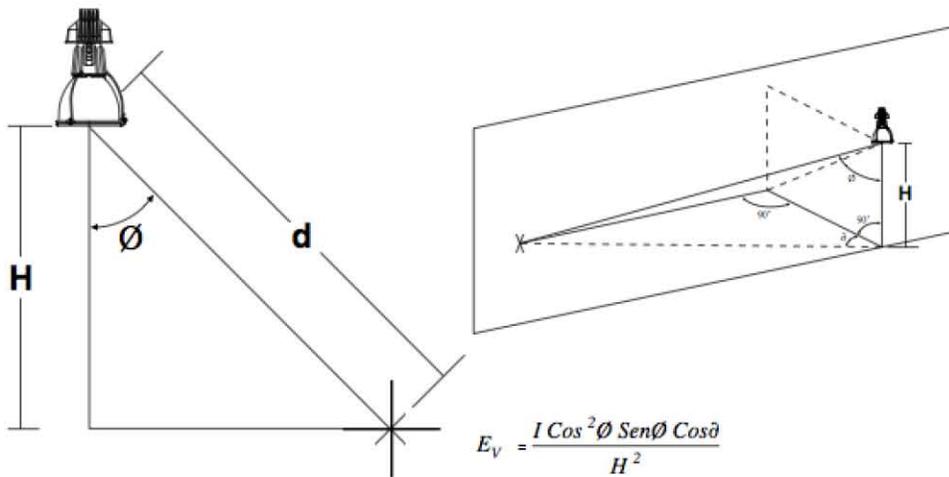
$$E = \frac{I (\text{candelas})}{H^2}$$



$$E_H = \frac{I \cos \phi}{d^2}$$

$$E_H = \frac{I \cos^3 \phi}{H^2}$$

Plano Vertical



$$E_V = \frac{I \cos^2 \phi \sin \phi \cos \phi}{H^2}$$

$$E_V = \frac{I \sin \phi}{d^2}$$

$$E_V = \frac{I \cos^2 \phi \sin \phi}{H^2}$$

Figura 28 FORMULAS DEL MÉTODO PUNTO POR PUNTO

2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS LUMINARIAS

2.2.1 EVOLUCIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS.

Las primeras fuentes luminosas empleadas por el hombre estuvieron basadas en alguna forma de combustión: el fuego, las antorchas, las velas, etc. Las lámparas más antiguas de que se tiene noción aparecieron en el antiguo Egipto hacia el año 3000 a. C. y consistían en piedras ahuecadas rellenas de aceite, con fibras vegetales como mechas. Ya en la edad media se fabricaron velas empleando sebo de origen animal más tarde se reemplazó el sebo por cera de abeja o parafina.

Los griegos y los romanos fabricaron lámparas de bronce o arcilla, con aceite de oliva u otros aceites vegetales como combustible.

Con el correr del tiempo se introdujeron muchas mejoras en el diseño y fabricación de estas lámparas, aunque sin lograr que produjeran luz razonablemente eficiente hasta 1874, cuando el químico suizo Argand inventó una lámpara que usaba una mecha hueca para permitir que el aire alcanzara la llama, obteniendo así una luz más intensa. Luego a la lámpara de Argand se le agregaría un cilindro de vidrio para proteger la llama y permitirle arder mejor. Con el advenimiento de la industria del petróleo, el kerosén se transformaría en el combustible más utilizado en este tipo de lámparas.

Hacia al final del siglo XIX y principios del XX se inició el remplazo de las lámparas de gas por la lámpara eléctrica.

La primera lámpara eléctrica fue la lámpara de arco de carbón, presentada en 1801 por Humphrey Davy, aunque la luz eléctrica solo se impondría a partir del desarrollo de la lámpara incandescente por Joseph Swan (Inglaterra) y Tomas A. Edison (E.E.U.U.) trabajando independientemente. Edison patentó su inversión en 1879, transformándola posteriormente en el éxito comercial que aún perdura. La figura 1 ilustra la evolución de las diferentes fuentes luminosas.

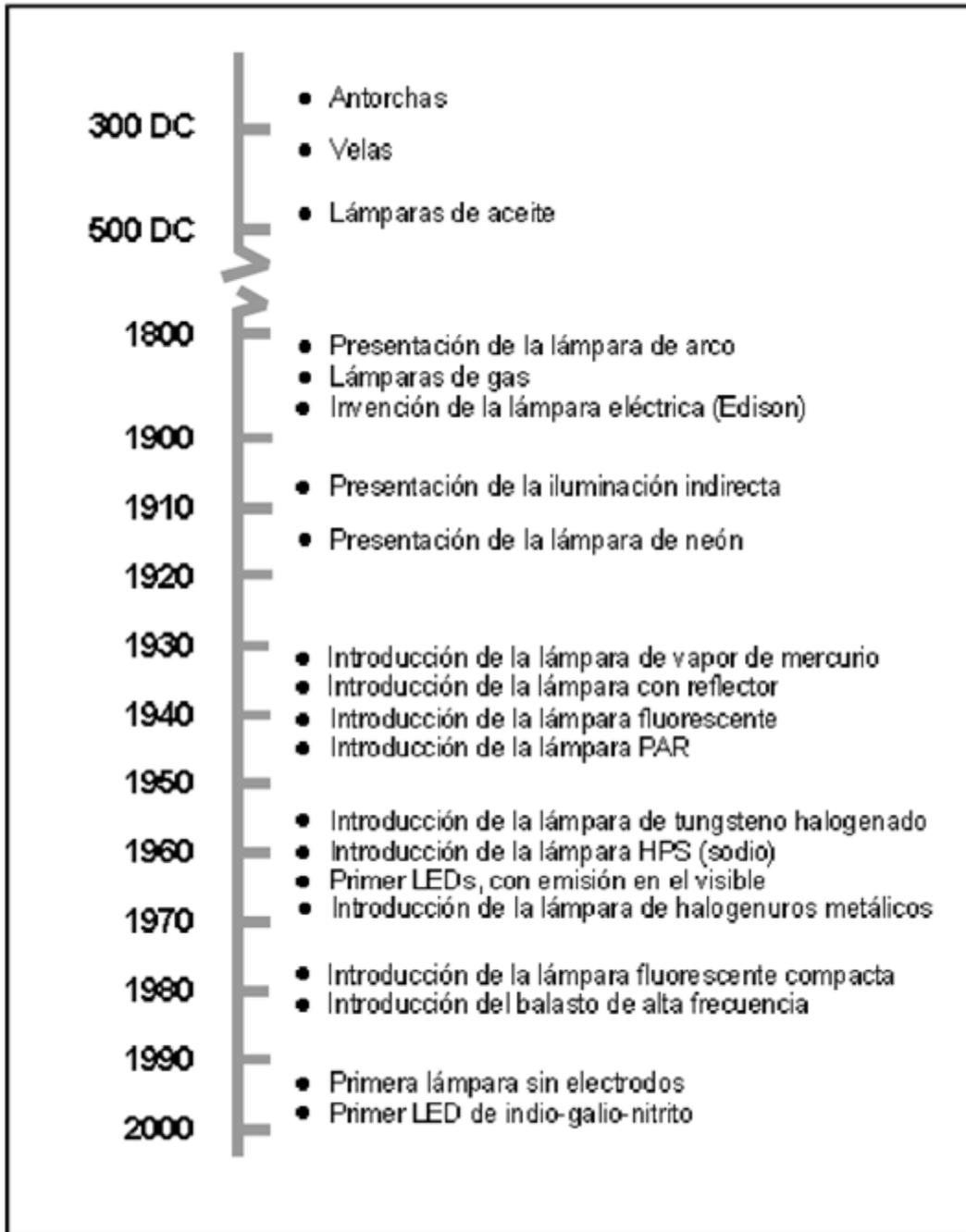


Figura 29 EVOLUCIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS

La cantidad de fuentes luminosas de diversos tipos se han visto enormemente incrementada durante el siglo XX considerando las mejoras introducidas a la lámpara de Edison, la aparición de las lámparas de vapor de mercurio alrededor de 1930, la presencia de las lámparas fluorescentes en la feria mundial de 1939, la introducción de las lámparas de tungsteno halogenado alrededor de 1950, la

aparición de las lámparas de alta presión y las de halogenuros metálicos en los años 1960, la introducción de las lámparas fluorescentes compactas en la década del 1970 hasta el surgimiento de las lámparas sin electrodos en los 1990. Dado el alto grado de dinamismo de esta industria,

2.2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS.

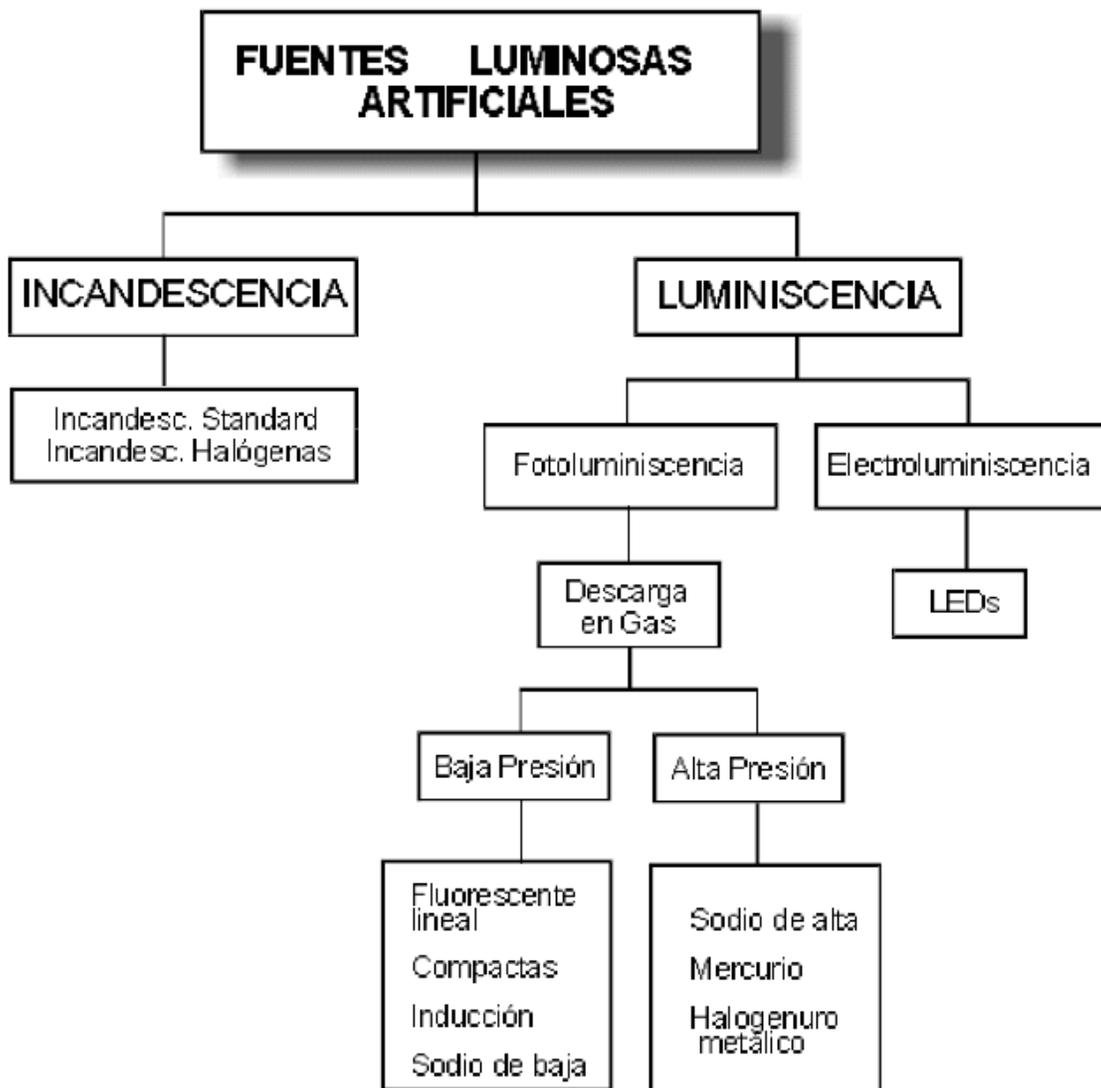


Figura 30 CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS

2.2.3 LÁMPARAS INCANDESCENTES

La lámpara incandescente desde su invención ha mejorado sensiblemente en características tales como tamaño., eficacia y vida a pesar de que hoy en día existen otras lámparas más eficientes, permanece como la fuente dominante de la iluminación en el sector residencial y hasta ciertos puntos en el comercio y para iluminación decorativa de interiores en general. Esto se debe a un bajo costo inicial, disponibilidad en un gran rango de formas decorativas y por su buena reproducción de color. Oficinas, Industrias, edificios públicos, comercios vehículos han ido adoptando cada vez más lámparas de descarga. Las lámparas incandescentes halógenas han ido reemplazando a las incandescentes convencionales. Por otro lado la existencia de lámparas fluorescentes compactas de tamaño comparable con las incandescentes y disponibles en una variedad de formas decorativas achica aún más el uso de las lámparas incandescentes. Aunque puede tener todavía algún futuro, la lámpara incandescente común es hoy el símbolo de la iluminación ineficiente.

PRINCIPIO DE OPERACIÓN DE LA LÁMPARA INCANDESCENTE CONVENCIONAL.

Cuando una corriente eléctrica es suministrada a un alambre parte de esta energía se transforma en energía radiada por la superficie del filamento (infrarroja, visible y ultravioleta) si el bulbo de una lámpara incandescente se llena de gas hay perdidas de energía por convección, lo que no ocurre si el filamento esta vacío. Por otro lado, la energía suministrada se transforma también en calor por conducción en los alambres que soportan al filamento.

COMPONENTES DE UNA LÁMPARA INCANDESCENTE.

El siguiente esquema muestra la construcción típica de una lámpara incandescente convencional.



Figura 31 COMPONENTES DE UNA LÁMPARA INCANDESCENTE

BULBO

Es lo que determina la forma de la lámpara, existiendo una enorme variedad de ellas. Estos bulbos se construyen con vidrio de diferentes tipos en los que tienen que soportar altas temperaturas, se usa sílice o sílice puro fundido (cuarzo).

CASQUILLO

Los casquillos o bases de estas lámparas tienen variedad de formas. Hay dos tipos de casquillos, de rosca y bayoneta.

FILAMENTO

La eficacia de esta fuente de luz depende de la temperatura del filamento, dado que cuando mayor es la temperatura del filamento mayor es la proporción de energía radiada dentro del espectro visible. Cuando la temperatura aumenta la radiación para longitudes de onda corta se incrementa más rápidamente que para longitudes de onda larga.

Pero por otro lado a mayor temperatura del filamento mayor debe ser el punto de fusión del material elegido para el filamento. El tungsteno ha mostrado buena propiedad como elemento de construcción del filamento su baja presión de vapor y alto punto de fusión (3382°C) permite operar a altas temperaturas y como consecuencia de esto se consigue mayor eficacia.

GAS DE RELLENO

Aunque las lámparas de vacío se siguen fabricando todavía para potencias menores de 40 W la mayoría de las lámparas incandescentes contienen un gas de relleno. Normalmente consiste en una mezcla de argón y nitrógeno, cuya proporción depende de la aplicación a la que se destina y de la tensión de la lámpara.

LÁMPARAS INCANDESCENTES HALÓGENAS

La necesidad de mejorar la relación eficacia-vida en las lámparas incandescentes convencionales llevo a la incorporación de un gas haluro aditivo – bromo, cloro, flúor y yodo el cual produce un ciclo regenerativo del filamento. El termino halógeno es el nombre que se le da a esta familia de elementos-negativos.

En la siguiente figura inciso a) se muestra el proceso de evaporación del tungsteno para una lámpara incandescente convencional en la que el tungsteno evaporado se convierte en el bulbo.

En el inciso b) corresponde al ciclo halógeno para una lámpara incandescente halógena para el caso en el que el aditivo es bromo en forma de compuesto orgánico o bromuro de metileno.

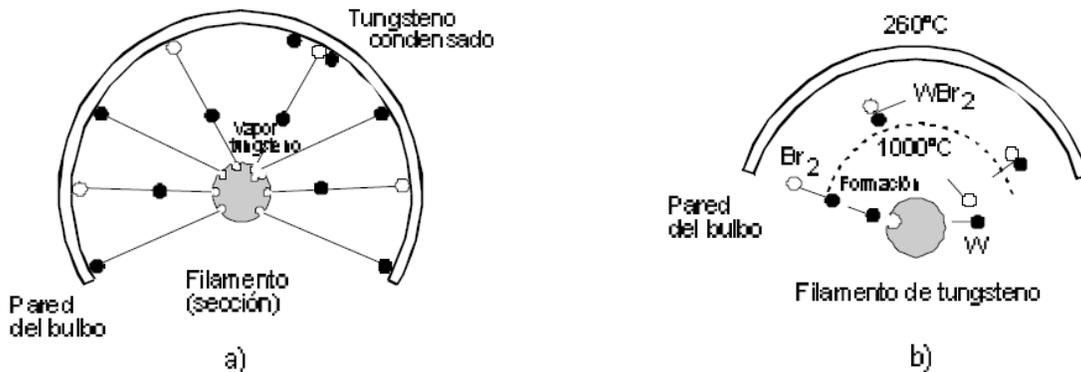


Figura 32 a) lámpara incandescente convencional b) ciclo halógeno en una incandescente halogenada

CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS

El espectro emitido por una lámpara incandescente es continuo como se ve en la siguiente figura. El índice de reproducción de color es de 100 por definición.

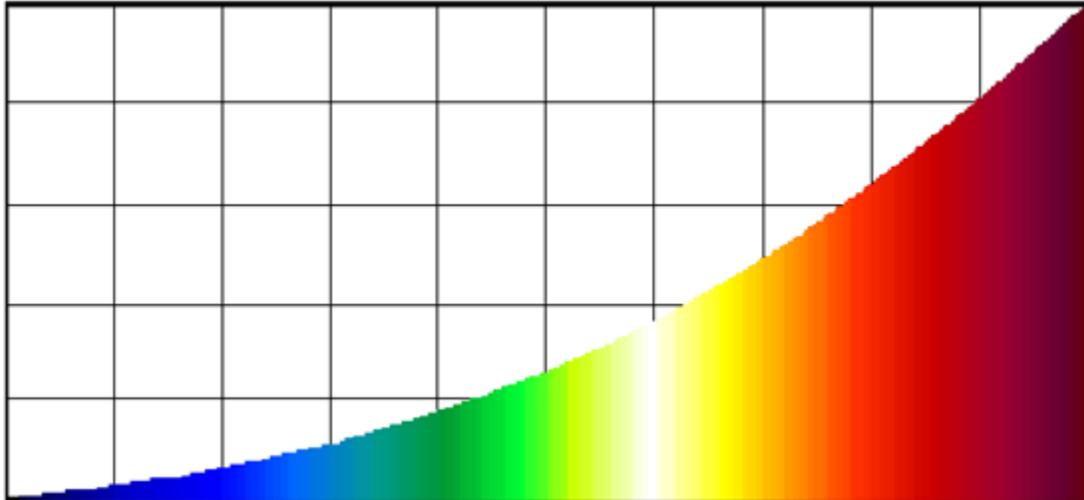


Figura 33 ESPECTRO DE EMISIÓN VISIBLE DE UNA LÁMPARA INCANDESCENTE

APLICACIONES

Las lámparas incandescentes tienen amplio uso en la iluminación del hogar, por su color cálido de luz, su reducido peso, dimensiones y particularmente por su bajo costo inicial, además de que no requiere equipos auxiliares para funcionar. La baja eficacia y corta vida útil de las lámparas incandescentes frente a las alternativas disponibles, limitan las posibles aplicaciones de lámparas incandescentes. El costo energético de operación es muy alto por lo cual solo es recomendado para locales de poco uso o de alta intensidad de uso por ejemplo en sótanos, garajes, baños y placeros residenciales.

INCANDESCENTES HALÓGENAS

Debido a sus menores dimensiones, mayor vida y eficacia ofrecen ciertas ventajas respecto a las incandescentes convencionales. Son muy útiles en aquellos lugares donde se necesitan luminarias de pequeñas dimensiones o, para iluminación de acento, dado su mejor control óptico respecto de las convencionales o cuando es necesario un encendido rápido como es el caso de luminarias de seguridad, o para iluminación de vehículos, sistemas de proyección, iluminación de estudios de

televisión, teatro, cine, etc. Sin embargo, la eficacia es muy inferior a las lámparas de descarga, por lo cual no debe utilizarse para iluminación general de uso prolongado.

Hasta que haya una lámpara de bajo costo y mejor rendimiento, las lámparas incandescentes seguirán cumpliendo una función importante para la iluminación.

2.2.4 LÁMPARAS FLUORESCENTES

La mayor parte de la luz artificial hoy en día se produce en lámparas fluorescentes. Sus ventajas características, tales como la gran variedad de formas y tamaños disponibles, la flexibilidad en sus propiedades de reproducción de color, el buen desempeño en términos de conversión de potencia eléctrica en luz, la emisión de luz difusa y la comparativamente baja luminancia que presentan.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Las lámparas fluorescentes pertenecen a la categoría de lámparas de descarga en gases a baja presión. Están constituidas básicamente por un bulbo o un tubo de descarga con vapor de mercurio y recubrimiento de polvos fluorescentes (denominados fósforos) en la pared interior del tubo para la conversión de radiación UV en visible, un par de electrodos sellados herméticamente en los extremos del tubo y casquillos que proporcionan la adecuada conexión eléctrica a la fuente de suministro de energía como se observa en la siguiente figura.

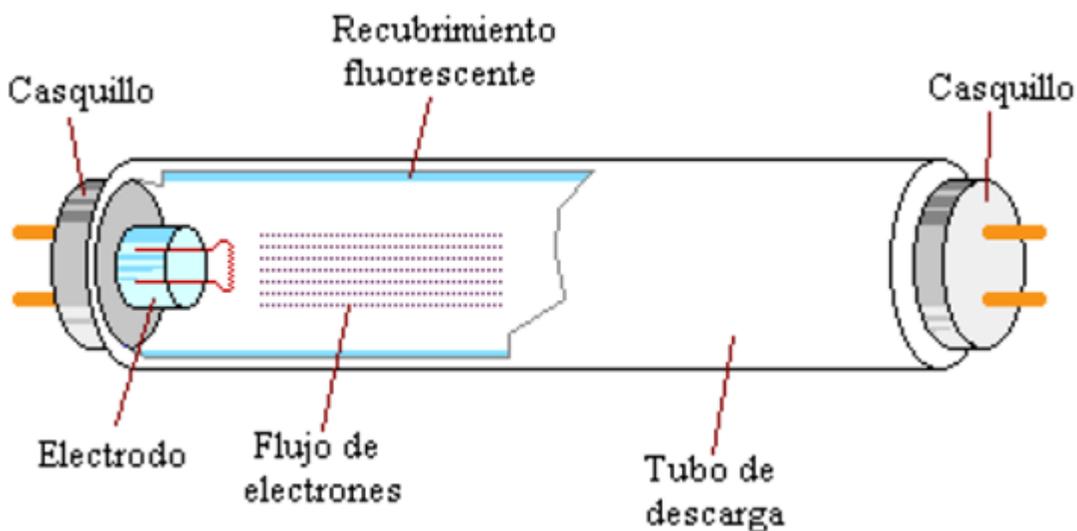


Figura 34 ESQUEMA DE UNA LÁMPARA FLUORESCENTE

La cantidad de radiación producida en las dos líneas de UV depende de:

- La presión de vapor de mercurio
- El gas auxiliar
- La densidad de corriente
- La dimensión del tubo de descarga

La emisión ultravioleta tiene la capacidad de estimular los polvos fluorescentes que recubren el interior del tubo en el que se produce la descarga y que convierte la radiación UV en luz visible como se ilustra en la siguiente esquema.

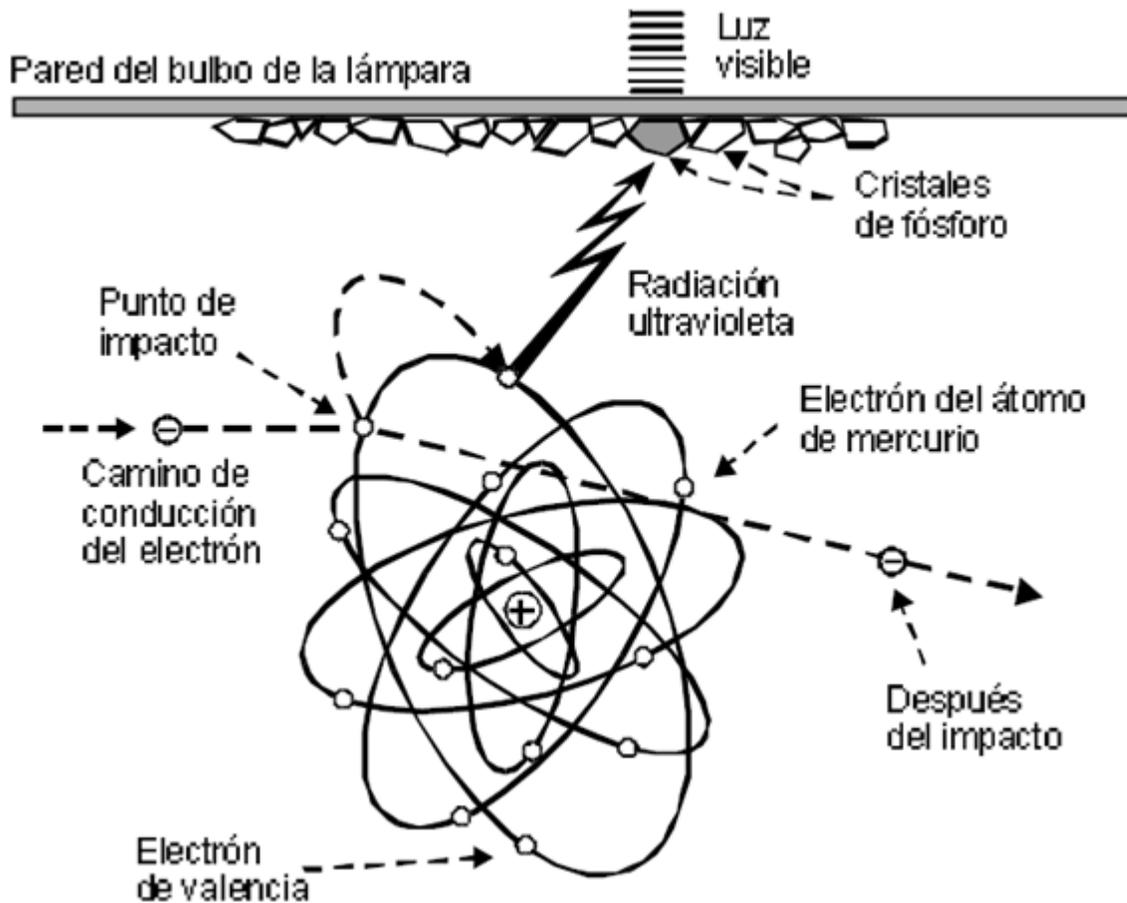


Figura 35 CONVERSIÓN DE RADIACIÓN EN LA CAPA FLUORESCENTE

COMPONENTES DE UNA LÁMPARA FLUORESCENTE

BULBO

Las lámparas se construyen con bulbos tubulares rectos cuyo diámetro varía entre

aproximadamente 12 mm (0.5 pulgadas) designados T4 (porque su diámetro equivale a 4/8 de pulgada) y 54mm (2.125 pulgadas) designados T17. Generalmente su longitud varía entre 100mm y 2440mm (4 y 96 pulgadas). La letra de la designación indica la forma del bulbo. T “tubular” también puede ser C por “circular” o U indicando que el bulbo ha sido doblado sobre sí mismo. Así como también están las lámparas de menor diámetro, de extremo único de dos cuatro o seis tubos paralelos, formadas por bulbos en forma de U conectados por pequeños tubos en sus extremos, conocidas como lámparas fluorescentes compactas como las que se muestran a continuación.



Figura 36 LÁMPARAS FLUORESCENTES LINEALES, CIRCULARES Y COMPACTAS

ELECTRODOS

Los electrodos se diseñan para trabajar ya sea como cátodos fríos o cátodos calientes.

Las lámparas que operan cátodo frío operan, por lo general con una corriente del orden de unos pocos cientos de mA, con un alto valor de caída de tensión catódica (tensión requerida para crear el flujo de corriente de electrones e iones), algo superior a 50 V.

Los electrodos de cátodo caliente se construyen generalmente con un único alambre de tungsteno o con otro enrollado a su alrededor, produciendo así dobles o triples arrollamientos. Estos arrollamientos se cubren con una mezcla de óxidos para reforzar la emisión de electrones favoreciendo el encendido. Durante la operación de la lámpara el electrodo alcanza una temperatura de alrededor de 1100°C en este punto la combinación alambre/recubrimiento emite grandes cantidades de electrones para una caída de tensión catódica.

GAS DE RELLENO

La operación de las lámparas fluorescentes depende de la producción de una descarga entre los dos electrodos sellados en los extremos del bulbo. La presión de mercurio se mantiene aproximadamente a 1.07 Pa, valor que corresponde a la presión de vapor de mercurio líquido a 40 °C. Además del mercurio, el bulbo contiene un gas o una mezcla de gases inertes a baja presión (entre 100 y 400 Pa) para facilitar el encendido de la descarga. Las lámparas fluorescentes convencionales emplean argón o una mezcla de argón, neón y xenón.

CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS

El color de una lámpara fluorescente está determinada por el fósforo usado. Como la curva de sensibilidad del sistema visual humano indica que su máxima sensibilidad se encuentra en 555nm, una mayor eficiencia se lograría si los fósforos convierten la radiación UV en este rango. Sin embargo esta luz sería de un color muy verde e inaceptable para la iluminación. La presencia de tres colores primarios rojo verde azul en proporciones correctas es esencial para alcanzar una luz blanca con buenas propiedades de reproducción de color por lo que existe un compromiso entre esta y la eficiencia luminosa. A continuación se

muestran espectros de emisión de lámparas fluorescentes con diferentes índice de reproducción de color.

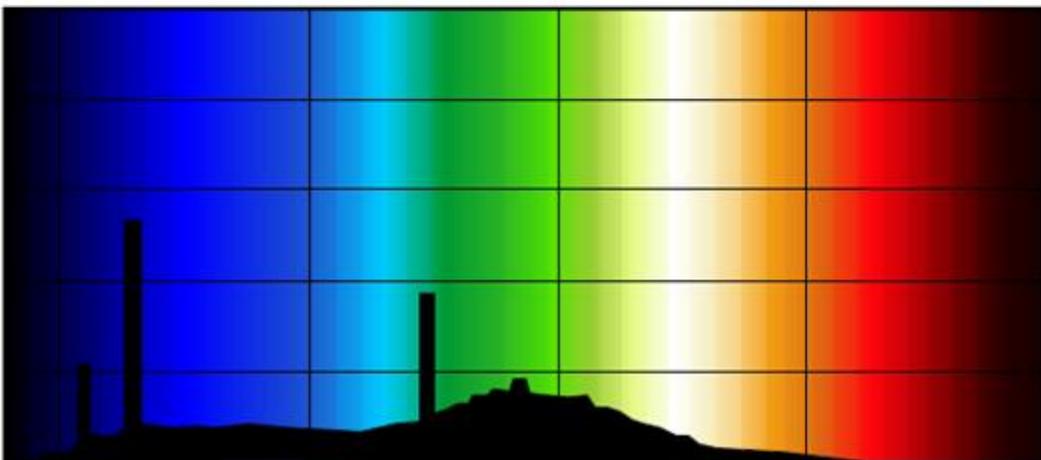
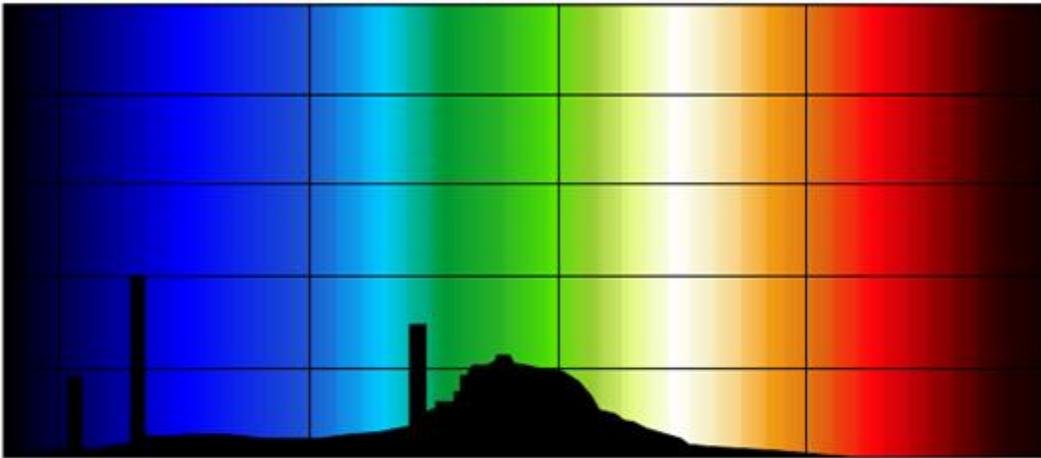


Figura 37 ESPECTRO DE EMISIÓN DE LÁMPARAS FLUORESCENTES

En las lámparas fluorescentes la temperatura de la pared del bulbo es un factor crucial, ya que las variaciones de las mismas no solamente afectan el flujo luminoso de la lámpara fluorescente, sino también las características cromáticas de la luz emitida por ellas. Puesto que la luz producida por las lámparas fluorescentes tradicionales de halofosfatos tienen dos componentes (uno proveniente de la descarga en una atmosfera de mercurio y el otro debido a la transformación que tiene lugar en el recubrimiento del fosforo), cada uno de los cuales reacciona a los cambios de temperatura en forma independiente del otro, el

color resultante para la luz emitida depende del cual de estos fenómenos prevalecerá en cada nivel de temperatura.

VIDA

La vida de las lámparas fluorescentes de cátodo caliente está determinada por la velocidad de pérdida del recubrimiento emisor de los electrodos. Cada vez que la lámpara se enciende, algo de este recubrimiento se pierde. También este recubrimiento sufre una cierta evaporación, por ello, los electrodos deben diseñarse para minimizar ambos efectos.

El fin de la vida de la lámpara se alcanza cuando uno o ambos electrodos han perdido por completo su recubrimiento o cuando el recubrimiento restante a perdido su poder dejando de emitir.

Debido a las pérdidas de material emisor producidas en cada encendido, la vida de la lámpara de cátodo caliente está directamente influenciada por frecuencia de encendido. La vida nominal de la lámpara se consigna suponiendo una operación de tres horas por encendido. A continuación se muestran los efectos típicos del régimen de encendido sobre la vida de la lámpara.

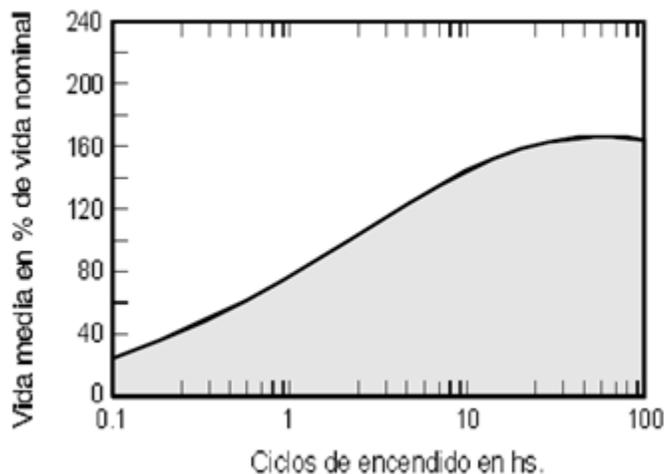


Figura 38 CICLOS DE ENCENDIÓ EN hr

ENCENDIDO

El encendido de las lámparas fluorescentes se producen en dos etapas: en primer lugar, los electrodos deben ser calentados –pre caldeo- hasta su temperatura de emisión; en segundo lugar debe aplicarse a la lámpara una tensión suficiente para la ionización del gas y permitir el establecimiento del arco.

Algunos sistemas de encendido emplean una tensión aplicada entre uno de los electrodos y tierra para facilitar la ionización.

A medida que se reduce la temperatura ambiente, el encendido de las lámparas fluorescentes se hace más lento y dificultoso. Para lograr un encendido confiable a bajas temperaturas se requiere un valor mas elevado de tensión de alimentación.

Con el advenimiento de las lámparas fluorescentes se desarrollaron numerosos sistemas de encendido que contemplaban las condiciones de huso de cada lámpara.

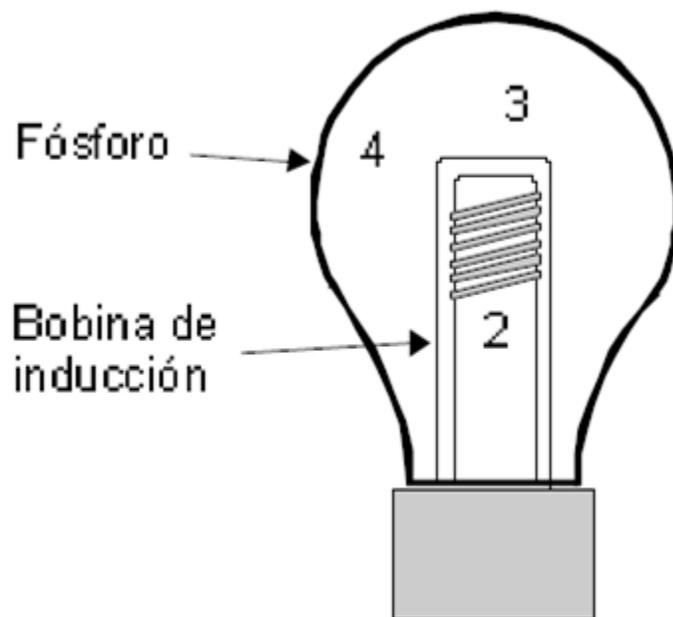
- En primer lugar el encendido por “precalentamiento” que requiere una llave, ya sea manual o automática, que conecte y desconecte el sistema de encendido.
- En segundo término, el sistema de “encendido instantáneo” que requiere una elevada tensión de circuitos abiertos proporcionada por el balastro magnético, se requieren lámparas de encendido instantáneo especialmente construidas.
- Finalmente el más usado de los sistemas de encendido es el denominado de “encendido rápido” que funciona sobre la base de calentamiento permanente de los electrodos. Por lo que no requiere de elevadores de tensión ni de llaves de encendido.

APLICACIONES

En sus varias formas, las lámparas fluorescentes dominan la aplicación comercial e industrial: respecto a las incandescentes comunes ofrecen la posibilidad de grandes ahorros de energía con un incremento de vida entre 6 y 10 veces. Se recomiendan en interiores de uso prolongado, de difícil acceso para el remplazo de la lámpara, excepto en locales con alta frecuencia de encendido.

2.2.5 LÁMPARAS DE INDUCCIÓN

Las lámparas sin electrodos usan un campo electromagnético (EM) desde afuera del tubo en lugar de la aplicación de una tensión adentro para iniciar la descarga. Se clasifican de acuerdo al método usado para generar este campo electromagnético en lámparas con descarga inductiva y descarga de microondas. Las lámparas de descarga inductiva, conocidas como lámparas de inducción se las asocia a lámparas fluorescentes sin electrodos ya que producen luz excitando los mismos fósforos convencionales de las fluorescentes. El principio de operación esta esquematizado a continuación.



Al generador de radio frecuencia

Figura 39 ESQUEMA DE UNA LÁMPARA DE INDUCCIÓN

Un equipo de radiofrecuencia (1) envía una corriente eléctrica a la bobina de inducción (2) la cual es un alambre enrollado sobre un núcleo metálico o plástico. La corriente que pasa a través de la bobina de inducción genera un campo electromagnético. El campo electromagnético excita el gas mercurio (3) contenido dentro de una ampolla el cual emite radiación UV. Esta energía UV excita la capa de fósforos que cubren la ampolla del bulbo produciendo radiación visible (4).

AMPOLLA O CÁMARA DE DESCARGA

Es un recinto de vidrio que contiene un gas inerte a baja presión y una pequeña cantidad de vapor de mercurio. Las paredes están recubiertas de polvos fluorescentes lineales, lo que posibilita la obtención de diferentes temperaturas de color. La cámara de descarga está fijada al equipo que provee la energía mediante un casquillo de plástico con cierre de seguridad.

EQUIPO QUE PROVEE ENERGÍA

Transfiere energía desde el generador de alta frecuencia a la ampolla utilizando una antena formada por una bobina primaria de inducción y núcleo de ferrita. Este equipo además consta de un soporte para la antena, un cable coaxial y una varilla termo conductora.

GENERADOR DE ALTA FRECUENCIA

Produce una corriente alterna de 2.65 MHz o 13.65 MHz que se suministra a la antena. Contiene un oscilador ajustado a las características de la bobina primaria. Debido a que estas lámparas son diseños electrónicos generan ondas electromagnéticas y por tanto producen interferencia no deseada. El valor de esa frecuencia es regulado por los países.

CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

En general se puede decir que estas lámparas tienen una eficiencia entre 48 a 70 lm/W una vida nominal de 10000 hasta 100000 horas. Su apariencia de color es blanco cálido y temperaturas de color correlacionada entre 2700 a 4000 K con un índice de reproducción de color de 80.

APLICACIONES

El costo de las lámparas de inducción es todavía alto con relación a cualquier otra lámpara por ello su aplicación esta limitada a situaciones de difícil acceso por ejemplo en ambientes con un cielorraso muy alto requiriendo la colocación de andamios para el remplazo de lámparas con un costo de remplazo alto.

2.2.6 LÁMPARA DE SODIO DE BAJA PRESIÓN

La lámpara de sodio de baja presión es similar a la del mercurio de baja presión o fluorescente pero en este caso contiene un vapor de sodio de baja presión donde se produce el arco. Para facilitar el arranque se agrega neón con una cierta proporción de argón de modo que la lámpara pueda arrancar con una tensión de pico de entre 500 y 1500 V según el tipo de lámpara. Una vez que se a encendido y que el gas se a ionizado la descarga inicial se produce en el neón de aquí su color rojo. En operación normal, la luz producida es casi monocromática, la que consiste en una línea doble de sodio de 589.0 nm y 589.6 nm (amarillo) la siguiente figura muestra la distribución espectral de una lámpara de sodio de baja presión

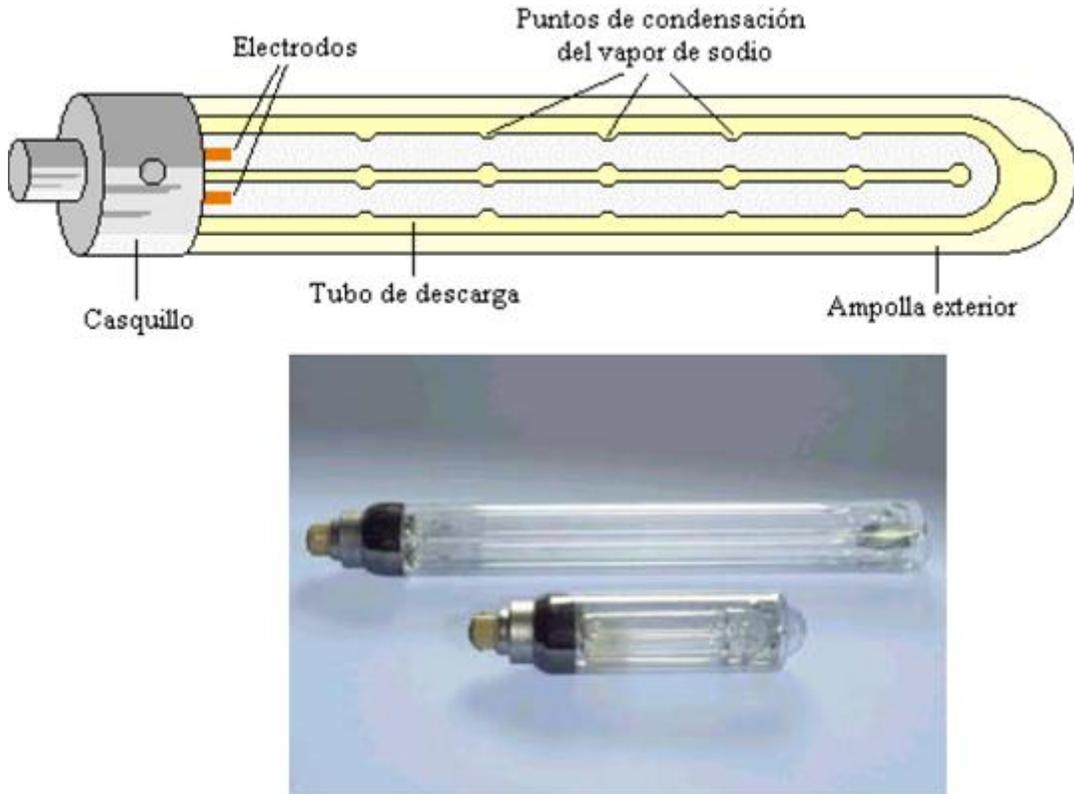


Figura 40 LÁMPARA DE SODIO DE BAJA PRESIÓN

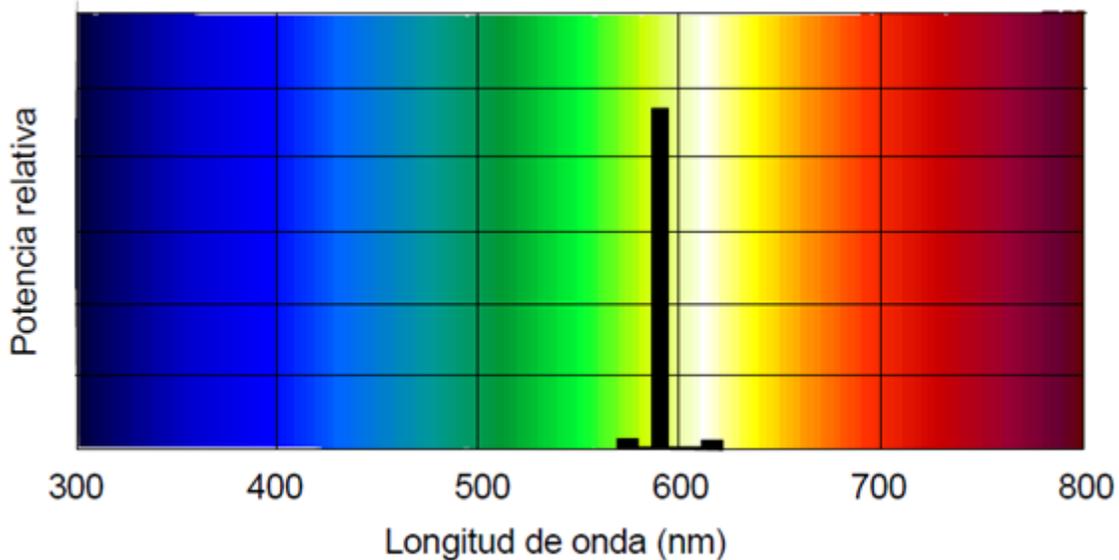


Figura 41 DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE UNA LÁMPARA DE SODIO DE BAJA PRESIÓN

Aunque solo el 35 a 40% de la potencia de entrada se transforma en energía visible es el doble de la eficiencia luminosa de una lámpara fluorescente tubular. Esto se debe a que esta línea se encuentra cerca del máximo de la sensibilidad del ojo humano y a que no hay pérdidas de energía en transformación fluorescente del UV a radiación visible. Los valores de eficiencia se encuentran entre 100 y 200 lm/W dependiendo de la potencia.

Aunque es la fuente de mayor eficiencia no permite discriminar los colores con una apariencia de color amarillo por lo que nos es posible asignarle un índice de rendimiento de color. Sin embargo se le atribuye una temperatura de color correlacionada de 1800 K.

La vida nominal puede llegar hasta 14000 horas y una vida útil de hasta 18000h. Este alto valor se debe a la baja depreciación del flujo luminoso y a su bajo índice de fallos.

APLICACIONES

Por la monocromaticidad de la luz y la consiguiente imposibilidad de discriminar los colores este tipo de lámpara tiene escaso uso. En algunos casos se les han utilizado en túneles y puentes donde la discriminación de color se consideró menos importante.

2.2.7 LÁMPARAS DE DESCARGA DE ALTA DENSIDAD (HDI)

Las lámparas de descarga de alta intensidad incluyen al grupo de las conocidas lámparas de mercurio, mercurio halógeno y las de sodio de alta presión como las que se muestran a continuación.

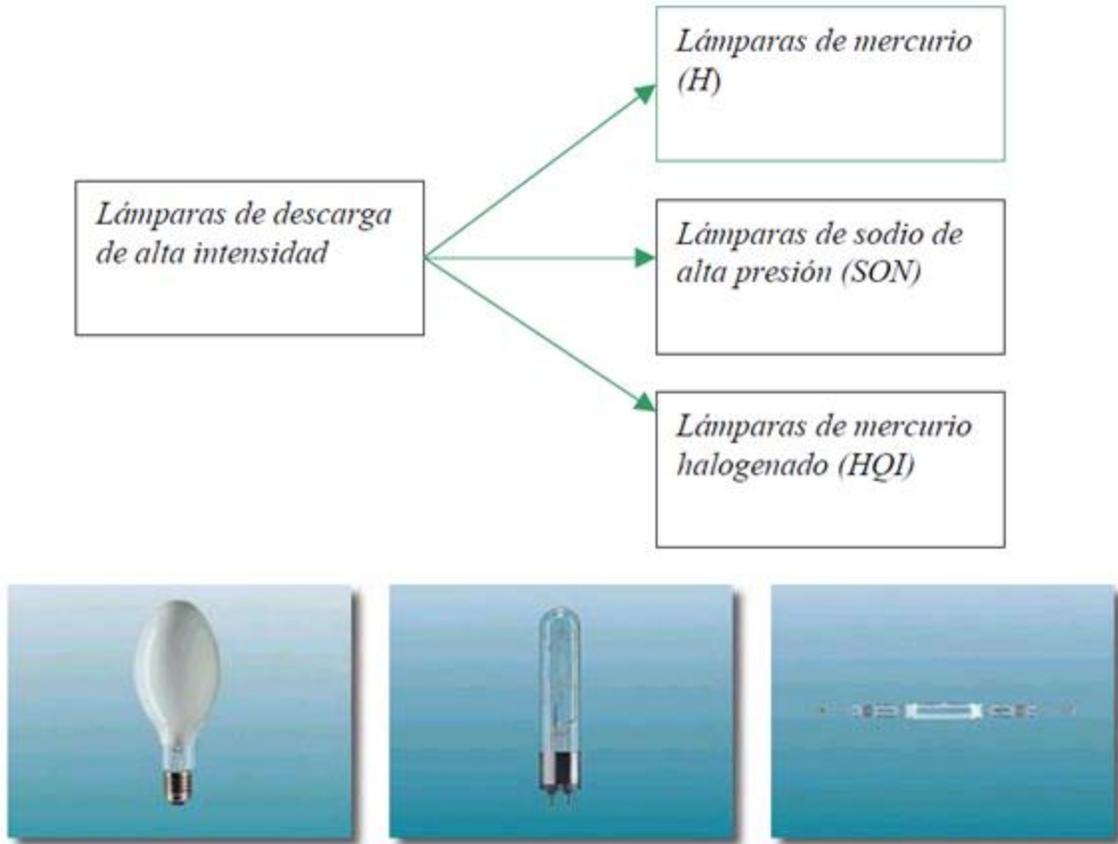


Figura 42 LÁMPARAS DE DESCARGA DE ALTA INTENSIDAD (HID)

Todas estas lámparas producen luz mediante una descarga eléctrica de arco en el bulbo interior o tubo de descarga el cual a su vez está dentro de un bulbo exterior. El tubo de arco contiene electrodos sellados en cada extremo y contiene un gas de encendido que es relativamente fácil de ionizar a baja presión y temperatura ambiente. Este gas de encendido es generalmente argón o xenón o una mezcla de argón de argón neón o xenón dependiendo del tipo de lámparas. El tubo de arco también contiene metales o compuestos de halogenuros metálicos que cuando se evaporan en la descarga, producen líneas características de la energía radiante, de modo que cada tipo de lámpara de descarga de alta intensidad

produce luz de acuerdo al tipo de metal contenido en el arco. Así las de vapor de mercurio producen radiación visible excitando los átomos de mercurio, las de sodio de alta presión excitando los átomos de sodio y las de halogenuros metálicos excitando átomos y moléculas de sodio escandio tulio holmio y disprosio.

2.2.8 LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN

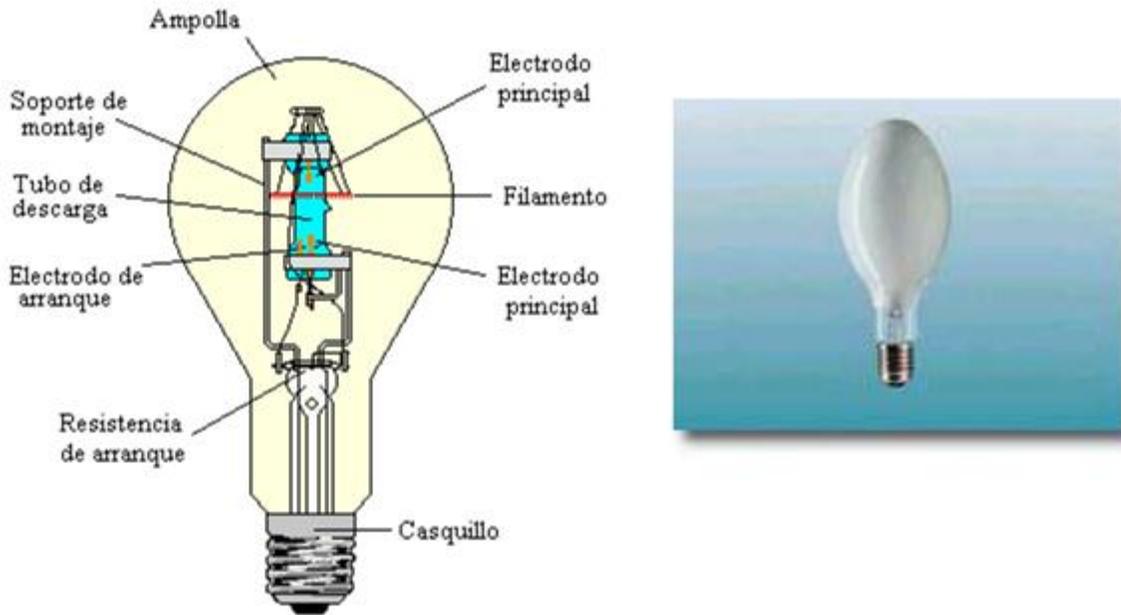


Figura 43 ESQUEMA DE UNA LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN

TUBO DE DESCARGA Y AMPOLLA EXTERIOR

La mayoría de las lámparas de mercurio se construyen con doble envoltura:

La interior o tubo de descarga esta relleno de gas inerte (argón) y una cantidad de mercurio. El arco inicial se establece por la ionización del argón que es el gas auxiliar esta lámpara. Una vez establecido este arco el calor generado vaporiza el mercurio líquido presente en el tubo de descarga.

La exterior cumple múltiples funciones:

- Proteger al tubo de descarga de corrientes de aire y cambios de temperatura exterior.

- Contener un gas inerte (generalmente nitrógeno) para prevenir la oxidación de las partes internas de la lámpara e incrementar la tensión de ruptura a través del bulbo.
- Proveer una superficie interna que actúe de soporte para el recubrimiento de fósforo.

En general los tubos de descarga de lámpara de mercurio se construyen de silicio fundido con cinta de molibdeno selladas en sus extremos que actúan como conductores de corriente. El bulbo exterior se hace generalmente de vidrio duro (borosilicato).

ELECTRODOS

Los electrodos empleados en las lámparas de mercurio son de tungsteno espiralado recubiertos de material emisor por varios óxidos metálicos.

CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS

La distribución espectral de una lámpara de mercurio de alta presión en general se presenta en tres tipos las de vidrio claro las que poseen recubrimiento y las de color mejorado. En el primer caso la lámpara tiene un color blanco azulado con una temperatura de color correlacionada del orden de 6000 K con cuatro líneas principales de emisión y por lo tanto un bajo rendimiento de color. La lámpara de color corregido tiene una aparición de color más cálida con una temperatura de color de 4300 K con índice de rendimiento de color 48 para una potencia de 80 W, mientras aquellas con recubrimiento especial son aún más cálidas con un rendimiento de color de 52.

A continuación se muestra la distribución espectral de una lámpara de mercurio de alta presión de color mejorado.

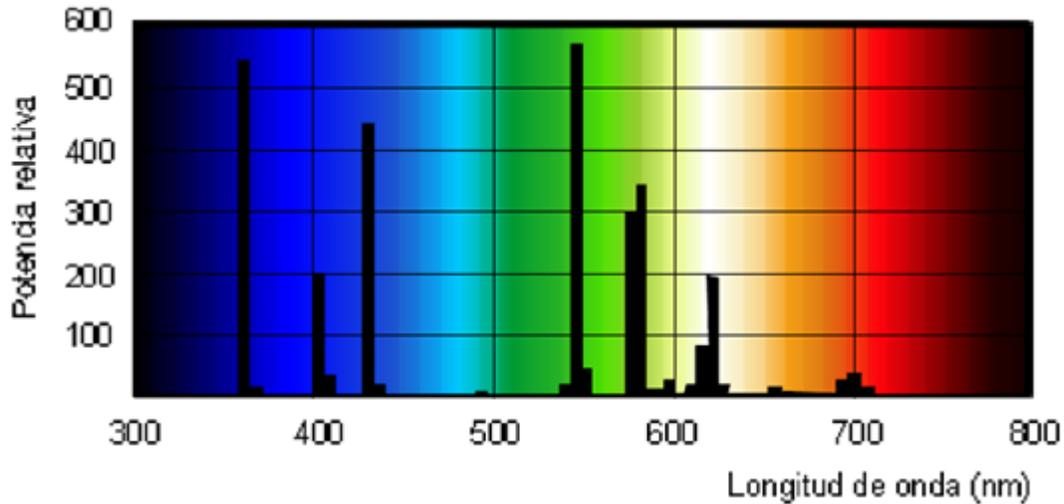


Figura 44 ESPECTRO DE EMISIÓN DE UNA LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN

VIDA

La vida útil de una lámpara de mercurio de alta presión se encuentra entre los valores de 12000 a 16000 horas dependiendo de la potencia.

ENCENDIDO.

Las lámparas de mercurio de alta presión pueden encenderse por medio de un electrodo auxiliar ya que los electrodos poseen un recubrimiento emisor y por qué la mezcla de vapor en la lámpara a en frío es tal que puede arrancar con una tensión de 220V. el gradiente de tensión entre el electrodo principal y el auxiliar es capaz de ionizar el gas en esta zona y formar una descarga luminosa. Cuando la descarga alcanza el otro electrodo, se incrementa la corriente y como consecuencia se calientan los electrodos principales hasta la temperatura apropiada de emisión de electrones por el bombardeo producido por el arco.

Una vez alcanzando este punto el electrodo auxiliar deja de intervenir en el proceso.

APLICACIONES

Tradicionalmente se utilizaban lámparas de vapor de mercurio para el alumbrado público y para espacios exteriores privados. Hoy en día estas aplicaciones se

tienden a utilizar lámparas de vapor de sodio de alta presión por su superior eficacia. En algunas aplicaciones por ejemplo donde se pretende resaltar el verde de plazas y jardines, esta lámpara es una opción. Sin embargo opciones mas eficientes incluyen a fluorescentes y halogenuros metálicos. Ambas ofrecen mejor producción de colores además de mayor eficacia, pero con menor vida útil que la lámpara de mercurio.

2.2.9 LÁMPARA DE HALOGENUROS METÁLICOS

Estas lámparas contienen halogenuros metálicos de cloro e yodo, además del mercurio y una mezcla de argón para el encendido. Cuando la lámpara alcanza su temperatura de funcionamiento estos halogenuros metálicos se vaporizan parcialmente disociándose en halógenos e iones metálicos. De este modo en la lámpara se forman los siguientes elementos.

- Halogenuros metálicos no agresivos cerca de la pared del tubo de descarga.
- Iones metálicos de halógeno en el centro de descarga. Los iones metálicos son los que emiten radiación.
- Cuando los iones metálicos y halógenos se acercan, sea por convención o difusión, a las partes más frías del tubo se recomienda y el ciclo se repite – ciclo de halogenuro. Ambos son potencialmente agresivos pero debido a la menor temperatura de la zona exterior, no pueden alcanzar la pared del tubo sin antes recombinarse.

El mercurio ya no actúa como generador de luz si no como regulador.

El huso de estos metales halogenuros presenta dos ventajas:

- Los halogenuros metálicos son más volátiles a la temperatura de operación del tubo que los metales puros.
- Aquellos metales que reaccionan químicamente con el tubo pueden ser usados en forma de halogenuros que de este modo lo hace.

COMPONENTES DE LÁMPARAS DE HALOGENURO METÁLICO.

A continuación se muestran los elementos de una lámpara de halogenuro de mercurio.

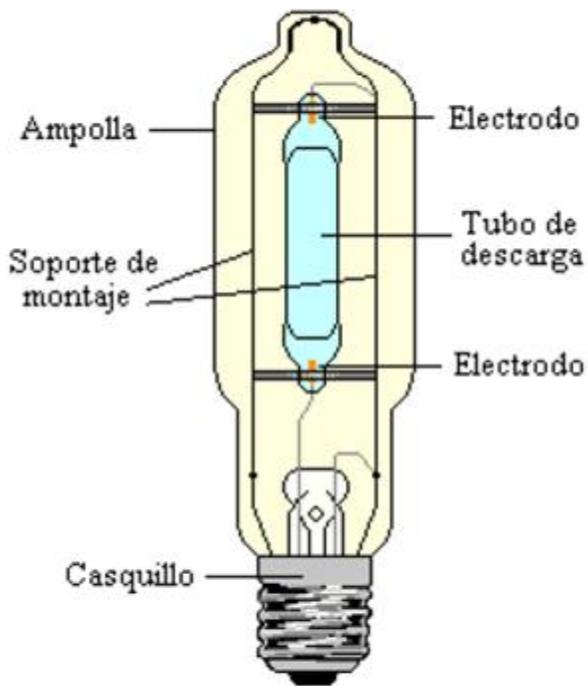


Figura 45 ESQUEMA DE UNA LÁMPARA DE HALOGENURO METÁLICO

TUBO DE DESCARGA Y AMPOLLA EXTERIOR.

Estas lámparas son similares en su construcción a las de mercurio pero su tamaño es menor para iguales potencias. El tubo de descarga es de cuarzo puro con transmitancia y no selectivo. La temperatura del tubo puede estar por encima de 627°C pero no debe sobrepasar los 927° C por la cristalización del cuarzo.

La parte interior de la ampolla exterior, en el caso de las lámparas de forma ovoidal se recubre con fósforos para convertir la radiación UV en visible. Sin embargo como los halogenuros producen una pequeña cantidad de radiación UV, la radiación visible proviene principalmente de ellos.

Muchas de estas lámparas de mercurio halogenado operan en posición vertical, y

en esta posición alcanzan su mejor rendimiento. Cuando trabaja horizontalmente el arco se inclina hacia arriba debido a las corrientes de convección. Al mismo tiempo el halogenuro metálico que es líquido se mueve hacia el centro del tubo del arco con lo que la presión de vapor disminuye decreciendo la concentración del metal en el arco reduciéndose la emisión de luz. Además el arco inclinado se acerca más hacia las paredes del tubo del arco aumentando la temperatura y reduciendo la vida de la lámpara en un 25%.

Dado que muchas aplicaciones es necesaria la lámpara en posición horizontal, existen diseños para esta posición. En uno de estos diseños el tubo del arco tiene una forma de tal modo que sigue naturalmente la inclinación del arco. Otro diseño es un tubo de arco de tal modo que el arco se inclina hacia la línea central del tubo. En ambos diseños la cantidad de luz emitida aumenta en un 25% y la vida en un 33% respecto de las lámparas de posición vertical.

Algunas de las lámparas se diseñan de forma ovoidal y de esta forma el halogenuro metálico se calienta más rápidamente respecto de las lámparas con forma cilíndrica convencional.

GAS DE RELLENO

La mezcla de gases que se usa para el encendido consiste, generalmente de neón- argón o kriptón-argón con una presión en frío de 4000 a 5000 Pa. La desventaja de usar neón es que este se difunde a través de la pared de cuarzo del tubo de descarga problema que se soluciona rellenando también con neón el bulbo exterior.

A esta mezcla se le suman los halogenuros metálicos y el mercurio, de modo que cada combinación empleada da como resultado lámparas con características cromáticas y de eficacia muy diferentes. Es así que pueden diferenciarse tres tipos de lámpara:

- Lámparas trilinea con yoduro de sodio talio e indio
- Lámpara multilinea con yoduro de tierras raras como disprosio holmio y tulio y también con yoduros de escandio sodio y cesio.
- Lámpara que presentan un espectro cuasicontinuo que emplea como halogenuros metálicos al a yoduro de estaño y cloruro de estaño.

ELECTRODOS

En las lámparas trilineas se utiliza el óxido de torio como emisor. En las lámparas de escandio se añade al relleno yoduro de torio y en las lámparas con tierras raras kriptón para facilitar el encendido.

CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS

El sistema con tierras raras para lámparas multilinea permite una gama más amplia de temperaturas correlacionadas por ejemplo 4300 K si se incluye el yoduro de sodio o 3000 K con cesio. Dentro de ellas la lámpara de disprosio tiene una temperatura de color más elevada de 5600 K. determinados colores pueden obtenerse agregando elementos tales como, sodio para el naranja, tulio para el verde, indio para el azul y hierro para el UV.

El índice de rendimiento de color oscila entre 75 a 90 con un espesor de emisión casi continuo a continuación se muestra un espectro de emisión de este tipo de lámparas.

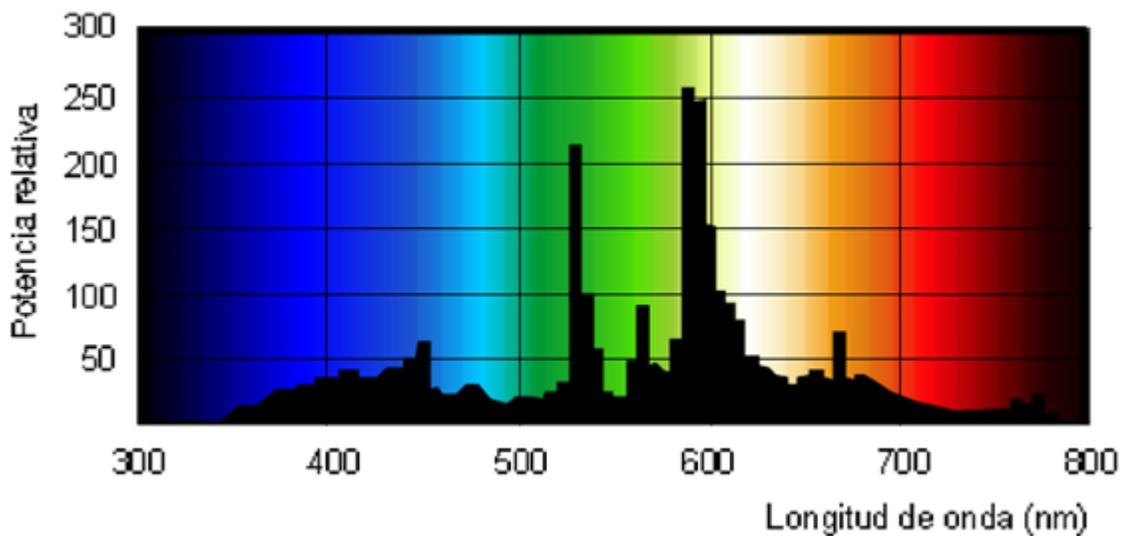


Figura 46 ESPECTRO DE EMISIÓN DE UNA LÁMPARA VAPOR DE MERCURIO HALOGENADO

También existen lámparas con recubrimiento de fosforo en la envoltura exterior con el propósito de obtener una fuerza de luz más difusa aunque el índice de reproducción de color disminuye.

VIDA

Debido a la alta temperatura de los electrodos. Los óxidos que los recubren se evaporan rápidamente por lo que la vida útil de estas lámparas es menor que las restantes lámparas de descarga pudiendo llegar hasta valores de 1000 horas.

ENCENDIDO Y REENCENDIDO.

En una lámpara de halogenuro metálico el encendido es más complicado que para las de mercurio de alta presión debido a la actividad química del relleno de la lámpara por lo que no puede emplearse materiales emisores normales. En las lámparas trilinea los electrodos contienen oxido de torio que facilita el arranque y actúa como emisor termoiónico. En las multilínea el óxido de torio no puede usarse porque reaccionaria con el halogenuro por lo que se utiliza yoduro de torio.

APLICACIONES

Las lámparas de descarga de halogenuros metálicos tienen cualidades que las distinguen de otras lámparas: combinan alta eficacia con color de luz blanca similar a la luz diurna con excelente reproducción de color. A diferencia de las lámparas fluorescentes que también tienen estas cualidades, estas producen un alto flujo luminoso a partir de una lámpara relativamente pequeña. Por ello se ampliado su utilización como reflector en el exterior de los edificios, en estadios, y en otros lugares donde se requiere un alto nivel de iluminancia. Los principales inconvenientes son el costo relativamente alto y una vida, si bien alta (hasta 10000 horas en algunos modelos aún mayores) menor que otras lámparas de descarga.

2.2.10 LÁMPARA DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

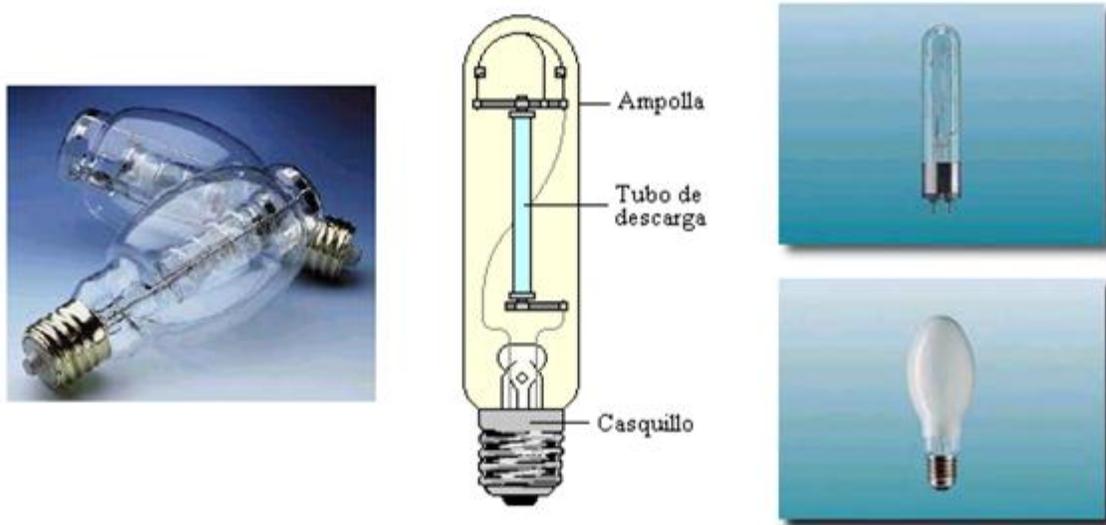


Figura 47 ESQUEMA DE UNA LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

La lámpara de sodio de alta presión radia en todo el espectro visible, en contraste con las lámparas de sodio de baja presión que solo radian el doblete D del sodio en 589 nm. Las lámparas de sodio estándar, con una presión de sodio entre 5 a 10 kPa poseen en general una temperatura de color entre 1900 a 2200 K y un índice de rendimiento de color de 22.

Incrementando la presión de vapor de sodio solo incrementan el porcentaje de longitud de onda larga emitidas, mejora el índice de rendimiento del color hasta un valor de 65, aunque la eficacia y la vida disminuye.

COMPONENTES DE LA LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO.

TUBO DE DESCARGA

Se construyen dos envoltorios o capsulas la interior se produce el arco se construye con aluminio poli cristalina, sintetizada en forma de tubo la cual no reacciona con el sodio con alta resistencia a la temperatura y alto punto de fusión. Esta sustancia es translucida insensible al vapor de sodio caliente (1500K) con un punto de fusión de 2300 K. A pesar de que este material es translucido, provee una buena transmisión de radiación visible en el mas del 90%.

GAS DE RELLENO

El tubo de arco contiene xenón como gas de encendido con una presión en frio de

3 KPa y una pequeña cantidad de una amalgama de sodio-mercurio la cual es parcialmente vaporizada cuando la lámpara alcanza la temperatura de operación. Las presiones del vapor de sodio y mercurio para la lámpara estándar en régimen normal de funcionamiento son de 10 KPa y 80KPa respectivamente.

AMPOLLA EXTERIOR

El bulbo externo de borosilicato puede estar al vacío o lleno de una gas inerte. Sirve para prevenir ataques químicos de las partes metálicas del tubo interior así como el mantenimiento de la temperatura del tubo del arco aislándolo de los efectos de la temperatura ambiente. Las lámparas de sodio estándar tienen formas tubulares u ovoides siendo la de forma tubular siempre de vidrio claro. El tipo de vidrio usado depende de la potencia de la lámpara.

CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS

La típica apariencia de color de una lámpara de sodio de alta presión no cambia apreciablemente hasta el 50% de su flujo luminoso. Debajo de este valor prevalece el color amarillo característico del sodio de baja presión. Las lámparas de sodio de alta presión estándar con presiones de sodio entre 5 a 10 KPa, tienen una temperatura de color de 1900 a 2200K y un índice de rendimiento de color de 22 aprox.

VIDA

La vida útil para estas lámparas es de aproximadamente 16000 horas dependiendo de su diseño. Sin embargo este valor está limitado por el aumento de tensión aunque lento que ocurre durante su vida. Este aumento es principalmente debido al ennegrecimiento de los extremos del tubo de arco debido a la dispersión del material emisor de electrodo.

ENCENDIDO Y REENCENDIDO

Debido a que estas lámparas no tienen un electrodo de encendido por su menor diámetro, se suministra un pulso de alta tensión, entre 1.5 a 5 Kv mediante un ignito para ionizar al gas de encendido que es el xenón. Una vez encendida, la lámpara se calienta en 10 minutos aproximadamente durante el cual va cambiando de color.

Debido a que la presión de operación en estas lámparas es menor que en el caso

de las de mercurio el tiempo de encendido es menor. Sin embargo se necesita un pico de tensión bastante grande para arrancar de modo que si se interrumpe la tensión de la red no puede encender de inmediato. La lámpara debe enfriarse lo suficiente para que la presión de vapor de sodio en el bulbo de descarga sea tal a que el impulso producido por el arrancador permita iniciar la descarga.

APLICACIONES

La alta eficiencia luminosa larga vida y baja depreciación luminosa explican la amplia difusión de lámparas de sodio de alta presión para la iluminación de grandes espacios interiores, iluminación vial, parques, y situaciones donde el ahorro y bajo mantenimiento son prioridad.

En la esquema se muestran que a diferencia de la lámpara de mercurio, la lámpara de sodio de alta presión el tiempo de encendido y encendido es mucho menor, usualmente esta enciende en menos de 1 minuto y se calienta en 3 o 4 minutos. Esto se debe a que la presión de operación es mucho menor.

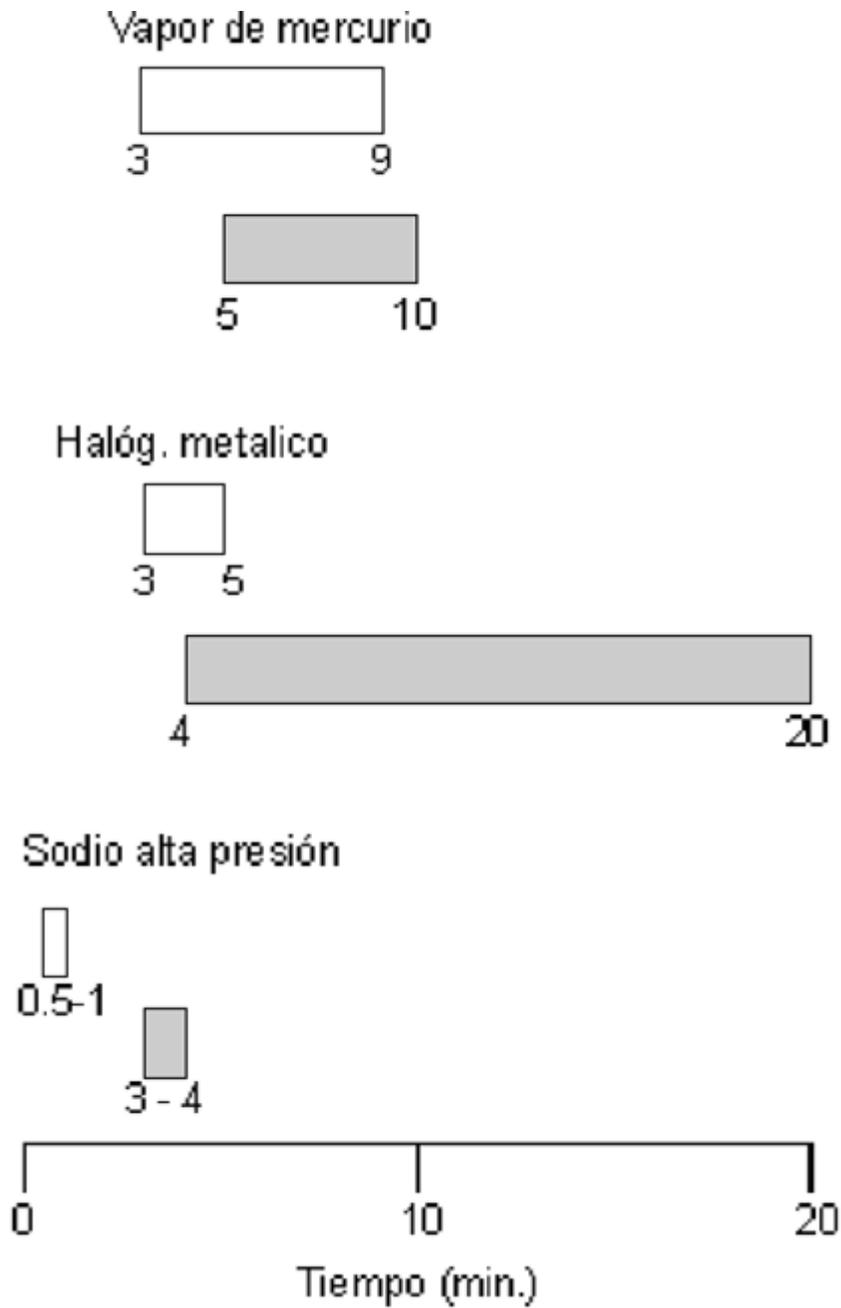


Figura 48 COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE ENCENDIDO Y REENCENDIDO EN LÁMPARAS DE ALTA INTENSIDAD

2.2.11 LED (LIGHT EMITTING DIODE)

Un LED es un componente electrónico de estado sólido que comenzó a ser producido en la década de los 60. La siglas LED significan en español diodo emisor de luz. Este tipo de semiconductores pertenece a la familia de los diodos. Los diodos tienen la particularidad que conducen la corriente eléctrica más fácilmente en un sentido que otro a continuación se muestra la simbología perteneciente a un LED.

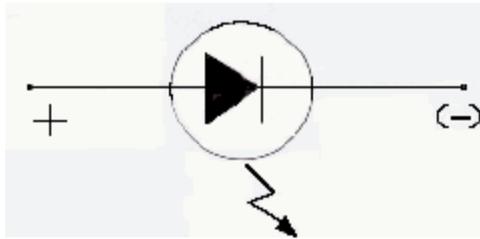


Figura 49 SIMBOLOGÍA DE UN LED

DETALLES CONSTRUCTIVOS DE UN LED

Una lente clara o difusa hecha con una resina epoxi, cubre el chip semiconductor y sella al LED en forma de capsula. La misma provee también un control óptico a la luz emitida ya que incrementa el flujo luminoso y reduce las reflexiones en la superficie del semiconductor, logrando de este modo una variedad de distribuciones angulares. Los componentes que conforman un LED se muestra a continuación.

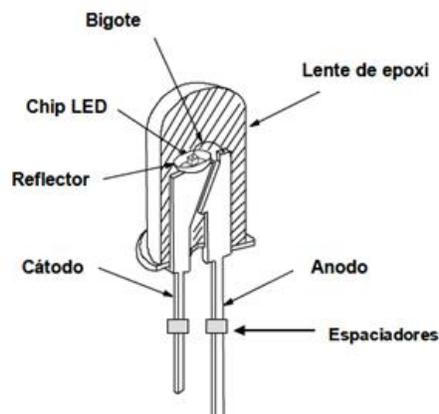


Figura 50 COMPONENTES DE UN LED

Un LED difiere tanto de una lámpara incandescente como de una de descarga. No incluye ningún filamento como las incandescentes que pueden romperse o quemarse ni electrodos como la mayoría de las lámparas de descarga en el siguiente dibujo se observa la diferencia entre un LED y una incandescente.

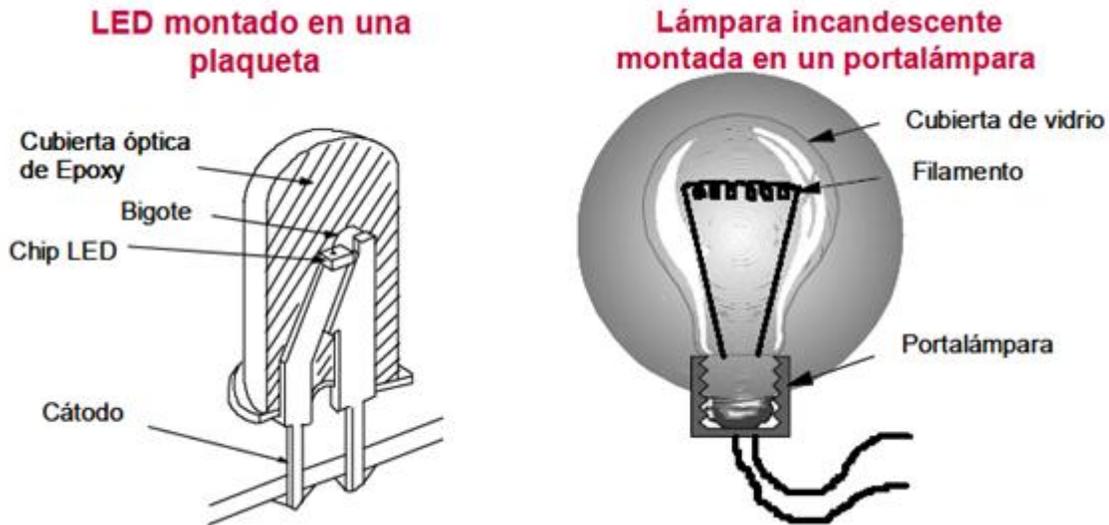


Figura 51 LED VS LÁMPARA INCANDESCENTE

La distribución espectral de un LED es pequeña con anchos de banda de 17 nm para los LEDs de ALLnGaP y 35 nm para InGaN. Esto significa que los LEDs producen luz altamente saturada y casi monocromática. El color de un LED se especifica con su longitud de onda dominante como se muestra en la siguiente figura en la que se ubican diferentes LEDs dentro del diagrama de cromaticidad de la CIE de 1931.

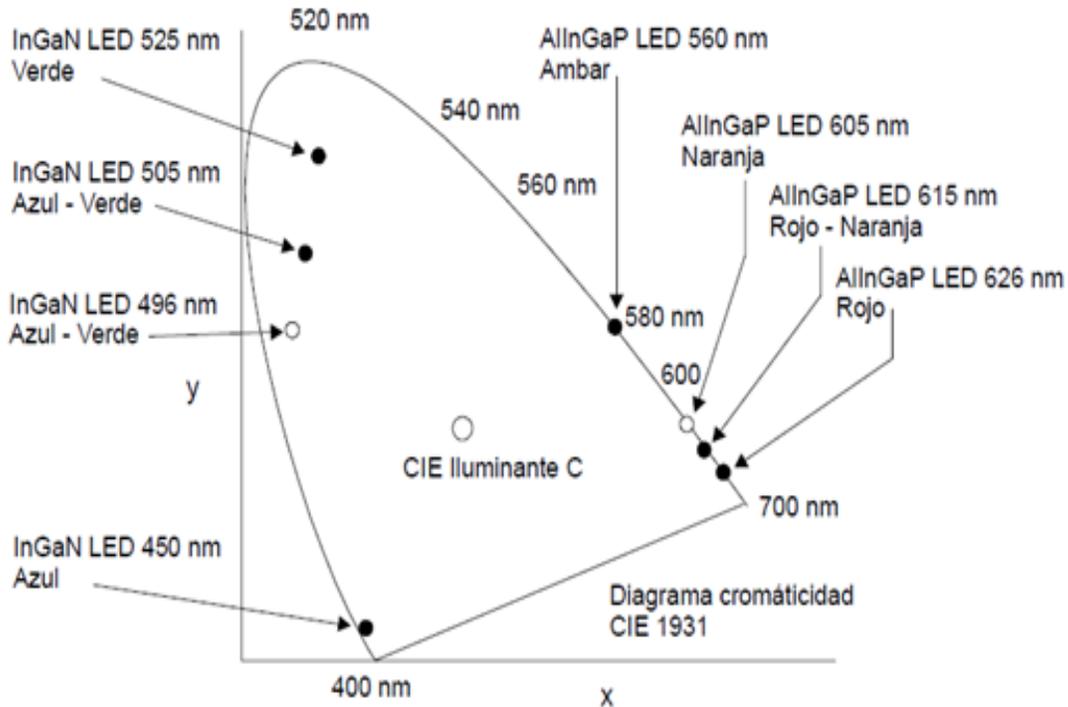


Figura 52 LONGITUD DE ONDA DOMINANTES PARA DIFERENTES LEDS

EVOLUCIÓN DE LOS LEDS

Antiguamente los leds tenían una eficacia muy limitada (0.1 lm/W) y no servían para iluminación sino que se les utilizaba para indicación y de manera decorativa. Estos LEDs eran de color rojo y utilizaban la tecnología GaAsP. A medida que fueron evolucionando los conocimientos de aplicación de diversas tecnologías se han obtenido LEDs de alto rendimiento.

En el futuro irán aumentando la eficacia de los leds. Desde los 1960 hasta hoy el rendimiento de los leds ha crecido 400 veces como se observa en la siguiente figura.

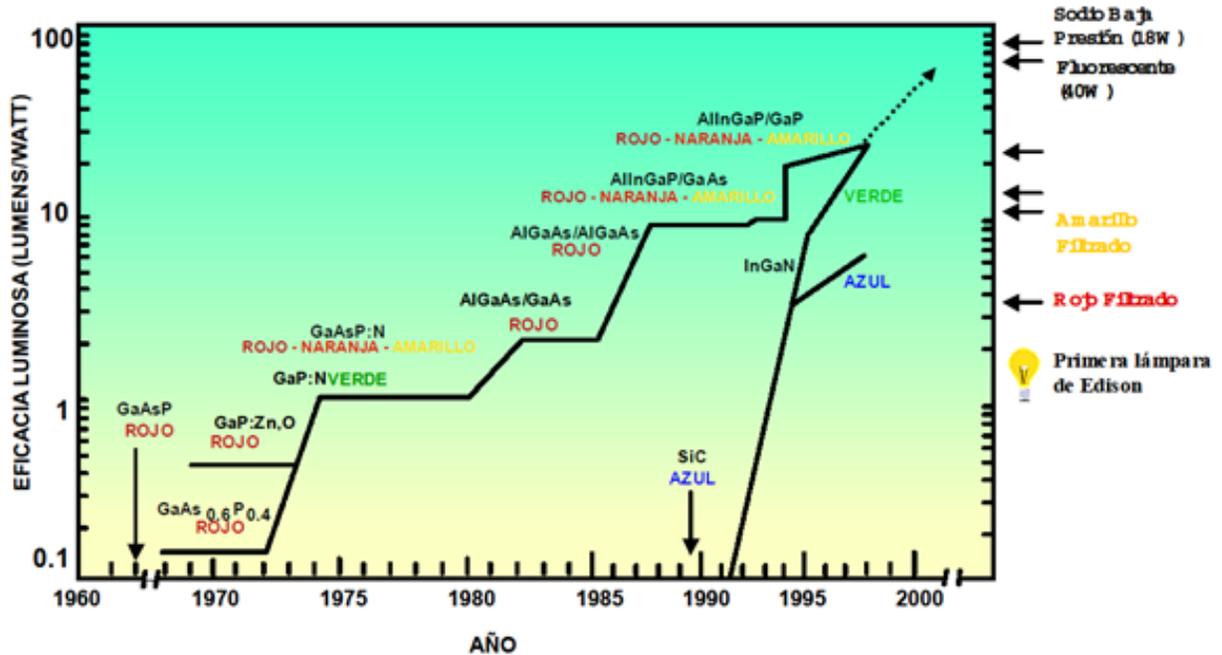


Figura 53 EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO LED

Paralelamente los costos de los leds disminuyen un 20 % cada año gracias a los avances.

Otro de los aspectos importantes para graficar la evolución de estas tecnologías es el de la corriente que se podía hacer circular por el chip semiconductor sin que este se quemara. Los LEDs mas conocidos, los de 05mm soportan una corriente de hasta 20 mA. En el mercado existen leds de alto rendimiento que soportan corrientes de 300mA y de hasta 1A.

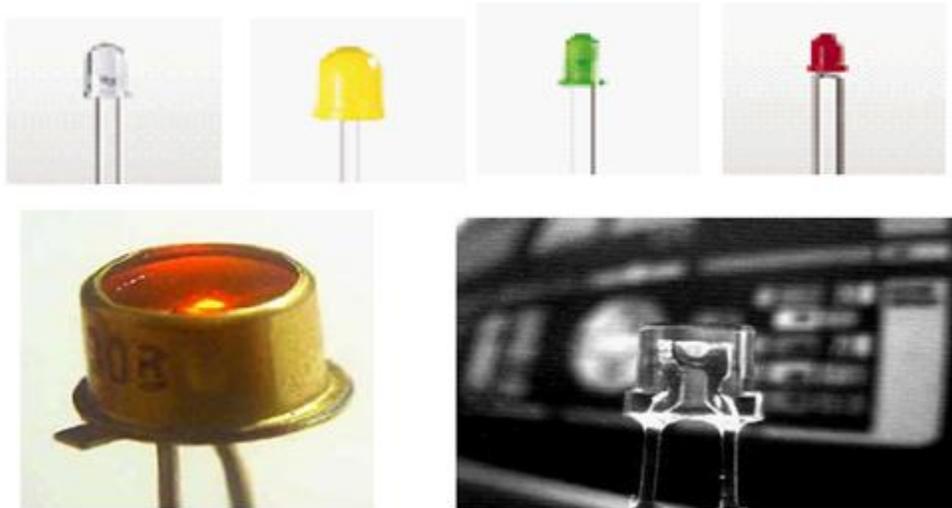


Figura 54 TIPOS DE LED

Los LEDs de alto rendimiento tienen un formato especial en donde tienen que adicionársele un disipador térmico. Son por lo general del tipo montaje superficial. Como se muestra en la siguiente figura.

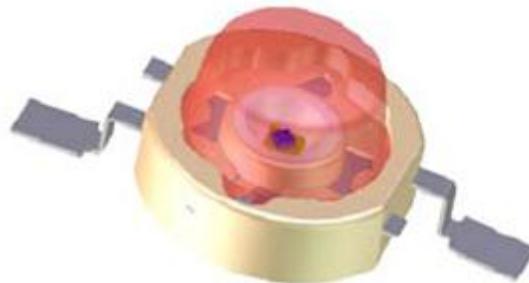


Figura 55 LED DE ALTO RENDIMIENTO

Con la aparición del led azul en el año 1990, se hizo posible la creación del LED blanco de banda ancha. Estos LEDs blancos se construyen con el agregado de un fosforo al LED azul. Parte de la luz azul es convertida por el fosforo en un ancho espectro amarillo, lo que resulta en una luz de apariencia blanca azulada como se observa a continuación.

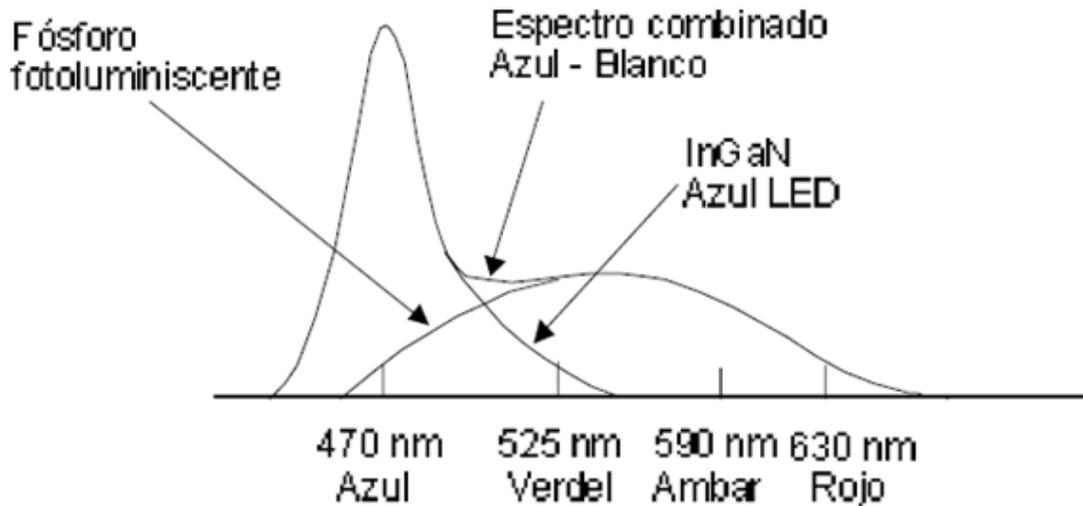


Figura 56 DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE UN LED AZUL – BLANCO

BENEFICIOS

Los beneficios que trae esta tecnología para iluminación son innumerables.

- **Bajo consumo:** una lámpara LED requiere menor potencia para producir la misma cantidad de luz. El beneficio es notable cuando se trata de luz de color. Una lámpara incandescente de 100W con filtro rojo produce 1W de luz roja para generar la misma cantidad de luz roja, un LED solo requiere 12W.
- **Baja tensión:** generalmente se alimentan a 24 v de corriente continua, adaptándose perfectamente a la mayoría de las fuentes de alimentación de los equipos, y reduciendo al mínimo los posibles riesgos de electrocución.
- **Baja temperatura:** por su alto rendimiento, el LED emite poco calor. Además, los procesos de su operación no requieren calor, como las lámparas incandescentes y hasta cierto punto las de descarga por lo cual operan a baja temperatura.
- **Mayor rapidez de respuesta:** El LED tiene una respuesta de funcionamiento mucho más rápida que el halógeno y el fluorescente del orden de algunos

microsegundos, ello lo ase ideal para funcionar con un estrobo.

- Sin fallos de iluminación: absorbe las posibles vibraciones a las que pueda estar sometido el equipo sin producir fallos ni variaciones de iluminación. Esto es debido a que el LED carece de filamento luminiscente. Esto es debido a que el LED carece de filamento luminiscente evitando de esta manera las variaciones de luminosidad del mismo y su posible ruptura.
- Mayor duración: la vida de un LED es muy larga en comparación con los demás sistemas de iluminación:

	<i>Vida media, horas</i>
LED	100.000
Fluorescente	20.000
Halógeno	4.000
Incandescente común	1.000

La depresión luminosa es mínima en relación a las lámparas halógenas y las fluorescentes:

<i>Pérdida de luminosidad</i>	<i>-20%</i>	<i>-30%</i>
LED	45.000 h	100.000 h
Fluorescente	5.000 h	20.000 h
Halógena	1.500 h	4.000 h

Figura 57 VIDA DEL LED VS LUMINARIAS

APLICACIONES

Desde hace muchos años se empleó los LED como lámparas indicadoras, debido a su robustez mecánica, larga vida pequeño tamaño y bajo consumo. Como fuente luminosa, su uso es relativamente reciente y es particularmente útil cuando se requieren luces de colores.

El desarrollo de LEDs de color blanco de características adecuadas pueden aumentar las posibles aplicaciones de este tipo de fuente luminosa.

Día a día vemos nuevas aplicaciones de la tecnología LED. Entre las aplicaciones más difundidas podemos señalar algunas en la siguiente figura.

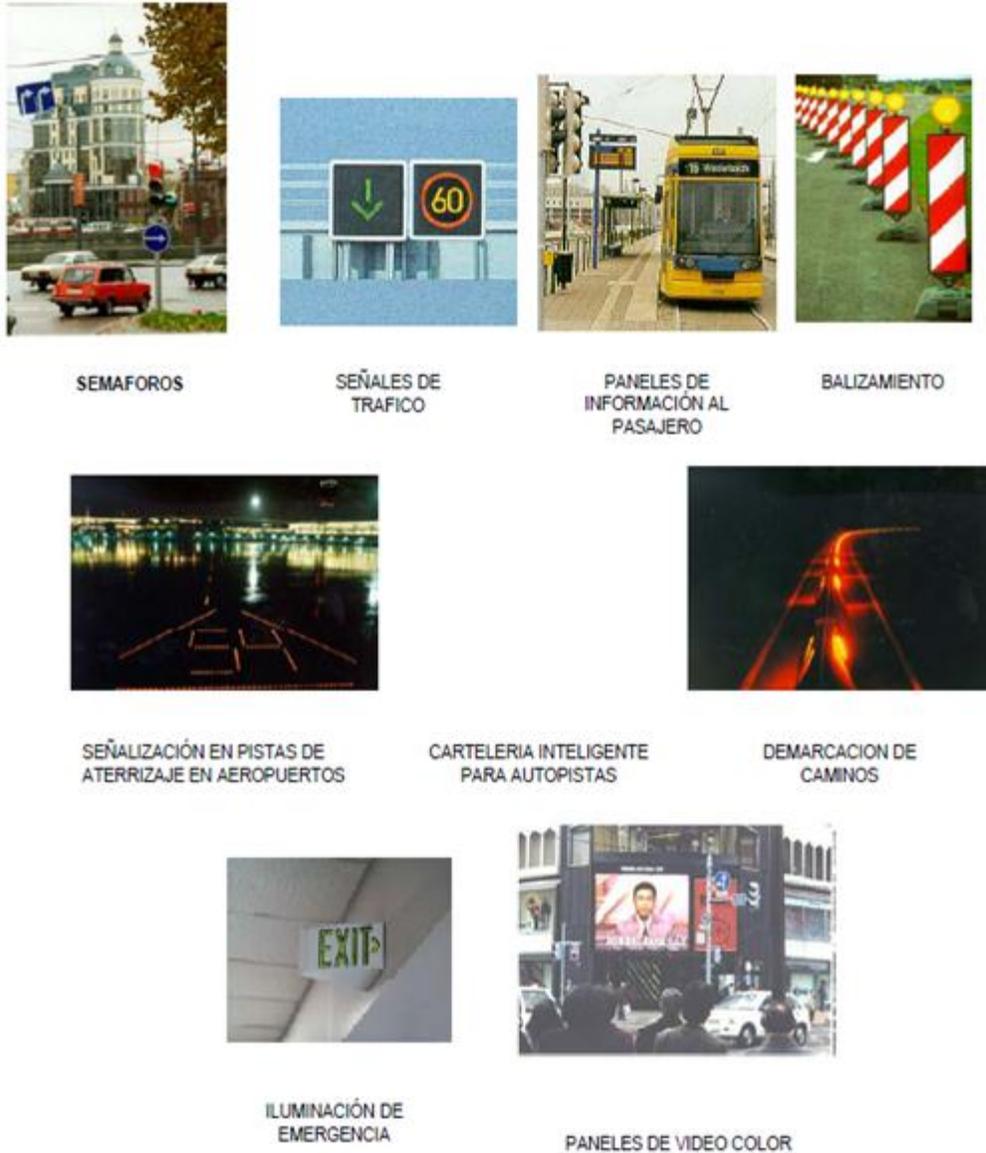


Figura 58 APLICACIÓN DE LOS LEDS

Considerando que los semáforos requieren luces de color y que los LEDs generan luces de color directamente, esta aplicación fue una de las primeras para los LEDs. Asimismo se ha visto varios avances tecnológicos para esta aplicación.

CRITERIO DE SELECCIÓN DE LÁMPARAS

Las características fotométricas cromáticas eléctricas y de duración junto al programa de actividades y objetivos del espacio a iluminar, así como las consideraciones arquitectónicas y económicas constituyen las condicionantes a la hora de elegir las fuentes luminosas.

De estos se desprende que, si bien no es posible dar reglas estrictas cuando se elige una lámpara si es importante poseer criterios claros de elección a fin de poder priorizar aquellas características más relevantes al caso en cuestión.

Los criterios de elección se pueden dividir en:

- Criterio de eficacia.
- Criterios cromáticos.
- Criterios de duración.

CRITERIOS DE EFICACIA

La eficacia es la característica fotométrica más importante en cuanto a las consideraciones energéticas, ya que cuanto más eficiente es una lámpara se necesita menos energía para producir la misma cantidad de luz. La eficacia las lámparas de sodio de baja presión tiene el mayor valor, luego le sigue las de sodio de alta presión y luego las fluorescentes lineales. Generalmente otros criterios inciden antes de elegir una lámpara de alta eficiencia.

CRITERIOS CROMÁTICOS

Desde el punto de vista de la producción cromática las fuentes que presentan el mayor índice son las incandescentes halógenas y convencionales, pero estas tienen baja eficacia. Hoy día existen modelos de lámparas fluorescentes (denominados trifosforados) y de mercurio halogenado acercándose al de los incandescentes.

Criterios de duración

Las lámparas de inducción son las de mayor vida luego las de mercurio de alta presión y sodio de alta presión.

CAPITULO III: PROYECTO DE PEMEX

Se hablara sobre los requerimientos y consideraciones que se deben de ten para realizar el proyecto cumpliendo con una metodología de trabajo en Pemex. Para esto se debe de realizar una memoria de cálculo en donde se realizaran las consideraciones pertinentes para obtener los niveles mínimos de iluminación para las vialidades de la estación de bombeo de Pemex.

Por último los resultados de la memoria de cálculo se plasmaran en un plano de alumbrado para el cual se debe de cumplir con las normas y especificaciones vigentes.

3.1 REQUERIMIENTO Y CONSIDERACIONES DEL PROYECTO

Generalidades.

Introducción.

Nombre del Proyecto.

“Consolidación de la Ingeniería Conceptual, Desarrollo de la Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle y Paquete IPC para la Construcción de Ductos de Suministro y Distribución para la Nueva Refinería en Tula”.

Número del Proyecto.

F.27867

Servicio y Nombre de la Estación de Bombeo.

Estación de Bombeo Nuevo Teapa, para servicio de bombeo de Crudo del Sistema de Transporte: Oleoducto 36 D.N. Nuevo Teapa - Nueva Refinería.

Capacidad Nominal.

250 Mil Barriles por día (MBPD)

Objetivo.

El objetivo es establecer los criterios técnicos y lineamientos generales de diseño para todas las disciplinas que participan en el desarrollo de la Ingeniería Básica de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa. Así mismo, se debe cumplir con la Normatividad vigente y las Prácticas de Ingeniería Recomendadas con el fin de garantizar una operación segura, eficiente y confiable de la Estación.

Antecedentes.

Debido a la creciente demanda de los productos derivados del petróleo vinculada al desarrollo del país, como son los combustibles destilados para la industria y el transporte, se tiene la necesidad de aumentar la capacidad de procesamiento de crudo en el Sistema Nacional de Refinación, por lo que se requiere contar con un nuevo Sistema de Transporte por Ducto cuyo origen parte de la Estación de Medición, Distribución y Bombeo Nuevo Teapa localizada en el Estado de Veracruz y que tiene como destino final la Nueva Refinería que estará ubicada en el estado de Hidalgo.

Este sistema fue conceptualizado para transportar 300 MBPD (Miles de Barriles por Día) como flujo máximo de Crudo para suministrar a la Nueva Refinería en Tula.

El Sistema de Transporte deberá estar constituido por un Oleoducto de 36" D.N. y cinco estaciones de bombeo, de las cuales, la primera y segunda estación estarán ubicadas adyacentes a las estaciones existentes de Nuevo Teapa y El Tejar respectivamente, la tercera Estación Corregidora se ubicará cercana en el municipio de Emiliano Zapata Ver., la cuarta Estación Miguel Hidalgo cercana al municipio de Xalapa, y finalmente la quinta Estación Morelos cercana a la población de Acajete, Veracruz.

Ubicación de la Nueva Estación de Bombeo Nuevo Teapa.

Las Instalaciones existentes de la Estación de Medición, Distribución y Bombeo Nuevo Teapa, se localizan en el km. 13.5 de la carretera federal Coatzacoalcos – Villahermosa, con las siguientes colindancias: Al Norte colinda con terrenos del Ejido Nuevo Teapa, al Poniente con el rancho Siete Leguas (terrenos ganaderos), al Sur con terrenos Ejidales dedicados a actividades agrícolas, al Oriente con la

carretera federal Coatzacoalcos – Villahermosa, las coordenadas de su ubicación geográfica se muestran a continuación

Localización de la Estación Nuevo Teapa

Municipio / Estado / País	Coatzacoalcos / Veracruz / México
Latitud	18° 04' 31.91"N
Longitud	94°19' 35.48"W
Altitud	41.16 msnm

TABLA 6 LOCALIZACIÓN DE LA ESTACIÓN NUEVO TEAPA

Dentro de los terrenos de la estación Nuevo Teapa, las instalaciones descritas en el presente documento están proyectadas para ser instaladas en los espacios disponibles con que cuenta la Estación de Bombeo existente, bajo esta premisa, se considera adecuado ubicar la nueva estación de bombeo dentro del área verde disponible, este espacio, colinda al Noreste con el cobertizo actual de bombas, al norte se encuentran ubicados los Patines de Medición de Alta Presión, al este se encuentra ubicada la Caseta de Regulación y Medición de Gas y al Suroeste se encuentra ubicada la actual Fosa API de la Estación.



Figura 59 LOCALIZACIÓN DE LA NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO EN NUEVO TEAPA

Tipo de Zona y Condiciones Climatológicas.

La información de Precipitación pluvial, temperatura, vientos y humedad relativa, fue proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, Gerencia de Redes de Observación y Telemática, Subgerencia de Informática y Telecomunicaciones, y del Proyecto de Bases de Datos Climatológicos.

Clima.

El clima se clasifica como tropical con lluvias de monzón en verano. Presenta temperaturas cálidas todo el año y un periodo de sequía invernal constantemente quebrado por frentes fríos provenientes de la masa continental norteamericana

localmente conocidos como "Norte" y que ocasionan que los meses más secos se retrasen hasta Marzo y Abril.

Su suelo presenta grandes planicies, es de tipo acrisol, su característica es que presenta acumulación de arcilla en el subsuelo, es ácido y en condiciones naturales tiene vegetación de selva o bosque, su color es rojo o amarillo claro y es susceptible a la erosión.

Temperatura.

Temperatura de Bulbo seco (°C) Promedio anual (1951-2009)	Temperatura de Bulbo húmedo (°C) Promedio anual (1951-2009)	Temperatura Media Mensual (°C) (1979-2008)	Temperatura Máxima Extrema Anual (°C) (1979-2008)	Temperatura Mínima Extrema Anual (°C) (1979-2008)
25	23	26	35	18

TABLA 7 TEMPERATURA

Precipitación Pluvial.

Máxima en 24 horas (mm) (1979-2008)	Promedio total Mensual (mm) (1979-2008)	Promedio anual (mm) (1979-2008)
62.7	230.7	1454

TABLA 8 PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

Vientos.

Dirección		Velocidad promedio (km/h)
Viento dominante	N-S Norte a Sur	43
Viento reinante	NNW-SSE (NorNoroeste-SurSureste)	8

TABLA 9 VIENTOS

Humedad Relativa.

Municipio/Periodo	Estado	HR Promedio Anual (%)	HR Máxima (%)	HR Mínima (%)
Coatzacoalcos (1951-2009)	Veracruz	81	91	71

TABLA 10 HUMEDAD RELATIVA

Presión Atmosférica.

Municipio/Periodo	Estado	Presión Atmosférica (mm Hg)
Coatzacoalcos (1951-2009)	Veracruz	760

TABLA 11 PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Zona Sísmica.

De acuerdo a la regionalización sísmica para la República Mexicana, indicada en el Manual de Diseño de Obras Civiles “Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad”, que se muestra en la siguiente figura; la Estación de Bombeo Nuevo Teapa se encuentra localizada en el tipo de zona B.

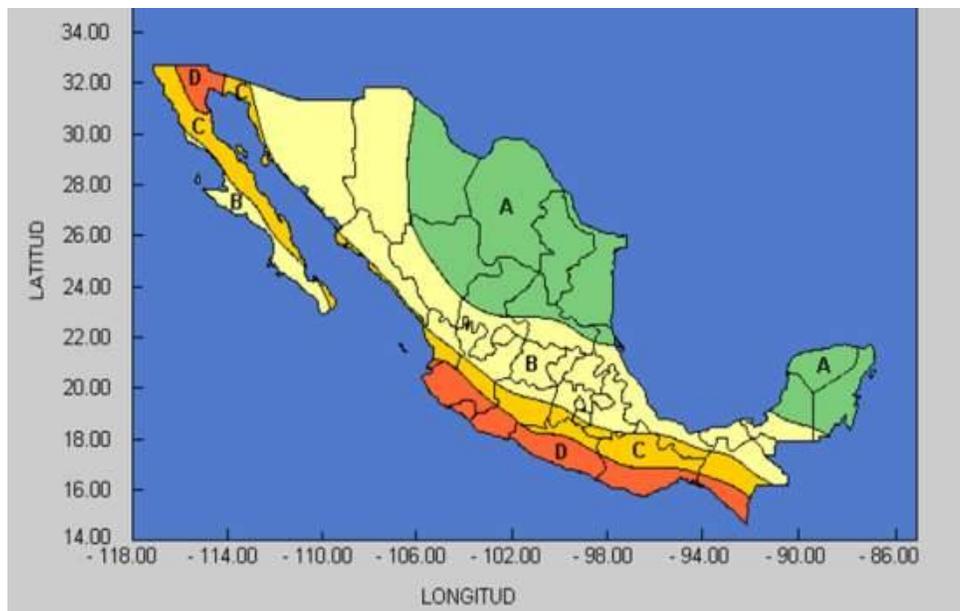


Figura 60 ZONA SÍSMICA

Regionalización Sísmica de la República Mexicana

Definición de la clasificación:

Zona A.- Es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Zona B y C.- Son zonas intermedias, donde se registran sismos, no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Zona D.- Es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del subsuelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Alcances y Requerimientos Generales.

Las bases de diseño para el Desarrollo de la Ingeniería Básica, de la Nueva Estación de Bombeo Nuevo Teapa como parte del sistema de transporte del Oleoducto de 36" D.N. deberán contemplar las siguientes instalaciones:

Proceso:

- Alimentación de Crudo.
- Sistema de Regulación.
- Sistema de Filtración.
- Sistema de Medición por Transferencia de Custodia en Baja Presión.
- Sistema de Bombeo.
- Sistema de Medición por Balance Operativo en Alta Presión.
- Salida del Crudo.

Servicios:

- Gas Combustible.

- Aire de Panta e Instrumentos.
- Agua de Servicios.
- Agua Contra incendios.
- Sistema de Tratamiento de Drenaje Aceitoso.
- Sistema de Tratamiento de Drenaje Sanitario.
- Sistema de Captación y Tratamiento de Agua pluvial.
- Paquete de Inyección de Inhibidor de Corrosión
- Sistema de Recuperación de Crudo.
- Sistema de Desfogue.
- Energía Eléctrica.

Edificios:

- Oficinas Administrativas.
- Caseta de Control de Acceso.
- Torre de Vigilancia Militar.
- Cuarto de Control.
- Cobertizo de Subestación Eléctrica.
- Cuarto de Máquinas.
- Cuarto del Rectificador.
- Talleres de Mantenimiento
- Almacén de Materiales.
- Alumbrado de Calles.

La Estación de Bombeo se deberá diseñar de acuerdo a las siguientes condiciones de flujo:

Capacidad	Flujo (MBPD)
Máxima (Nota 1)	300
Normal	250
Mínima	160

**TABLA 12 CAPACIDAD DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE
NUEVO TEAPA**

Nota 1: Derivado de la maduración del proyecto, el flujo máximo que podrá transportar el sistema es de 300 MBPD.

Estos requerimientos deben garantizar una operación segura, eficiente y confiable para la Nueva Estación de Bombeo.

Dentro de la estación de bombeo existente se hará la interconexión con el oleoducto de 30" D.N. proveniente del Centro Comercializador de Crudo Palomas de PEMEX Exploración y Producción (PEP).

REQUERIMIENTOS DE ALUMBRADO Y RECEPTÁCULOS

Se desarrollará la ingeniería de detalle y se elaborarán planos del sistema de alumbrado (normal y de emergencia) y receptáculos para los nuevos edificios, áreas de proceso y vialidades del proyecto, tomando como base lo indicado en la NRF-048-PEMEX-2007 en sus numerales 8.1.1, 8.1.2, 8.1.3, 8.1.5, 8.9.7, 8.12 y 8.12.5, y las disposiciones contenidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 y en la NOM-025-STPS-1999, así como a la normatividad indicada en el numeral 7.3.

Para el diseño del sistema de alumbrado, se debe considerar la clasificación del área en donde se instalará, de acuerdo con los Artículos 500 a 510 de la NOM-001-SEDE.

Las luminarias que se utilicen en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir lo establecido en los artículos 501-9 y 502-11 de la NOM-001-SEDE.

Las luminarias que se utilicen en áreas diferentes a las clasificadas y presenten características específicas como humedad y corrosión, deben apegarse a lo dispuesto en el Artículo 410 de la NOM-001-SEDE.

Las luminarias para alumbrado interior deben ser del tipo LED's, con potencia en lámpara de acuerdo a cálculo, 127 volts, 60 Hz., y con controladores dependiendo de su aplicación, alimentadas desde el tablero de distribución y controladas por medio de apagadores sencillos y/o sensores de presencia.

El diseño del alumbrado **Exterior de Vialidades**, estacionamientos y áreas verdes será a base de unidades de **Alumbrado led Autónomas a de Celdas Solares**.

3.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO

La metodología de trabajo en PEMEX es algo similar a los que serían otras empresas.

Como las principales normas y formas de trabajo son ya muy arraigadas o están a forma como se va diseñar o construir cuando no se especifica algún equipo y clasificación es cuando se hacen por ver las NRF (normas de referencia) de Pemex.

A continuación se hablara de la normatividad y las formas de trabajar en Pemex que sería la memoria de cálculo así como el plano de las luminarias.

3.2.1 NORMATIVIDAD

3.2.1.1 DEFINICION

La normalización es el proceso mediante el cual se regulan las actividades desempeñadas por los sectores tanto privado como público, en materia de salud, medio ambiente en general, seguridad al usuario, información comercial, prácticas de comercio, industria y labor a través del cual se establece la terminología la clasificación las directrices, las especificaciones, los atributos, las características, los métodos de prueba o las precisiones aplicables a un producto, proceso o servicio.

Los principios básicos en el proceso de normalización son: representatividad, consenso consulta pública modificación y actualización.

Este proceso se lleva a cabo mediante la elaboración, expedición y difusión a nivel nacional, de las normas que pueden ser de tres tipos principalmente.

3.2.2 TIPOS DE NORMAS (Ley Federal sobre Metrología y Normalización)

NORMA OFICIAL MEXICANA es la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias normalizadoras competentes a través de sus respectivos Comités Consultivos Nacionales de Normalización, de conformidad

con las finalidades establecidas en el artículo 40 de la (LFMN).

Norma Mexicana la que elabore un organismo nacional de normalización, o la secretaria de economía en ausencia de ellos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 54 de la (LFMN).

NORMAS DE REFERENCIA: Son las que elaboran las entidades de la administración pública de conformidad con lo dispuesto por el artículo 67 de la LFMN, para aplicar a los bienes o servicios que adquieren, arrienden o contratan cuando las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de las mismas o sus especificaciones resulten obsoletas o inaplicables.

Dentro del proceso de normalización para la elaboración de las normas nacionales se consultan las normas o lineamientos internacionales y normas extranjeras

NORMA O LINEAMIENTO INTERNACIONAL. La norma, lineamiento o documento normativo que emite un organismo internacional de normalización u otro organismo internacional relacionado con la materia, reconocido por el gobierno mexicano en los términos de derecho internacional.

NORMA EXTRANJERA la norma que emite un organismo o dependencia de normalización público o privado reconocido oficialmente por un país.

Pirámide documental. Prioridad de la aplicación de documentos

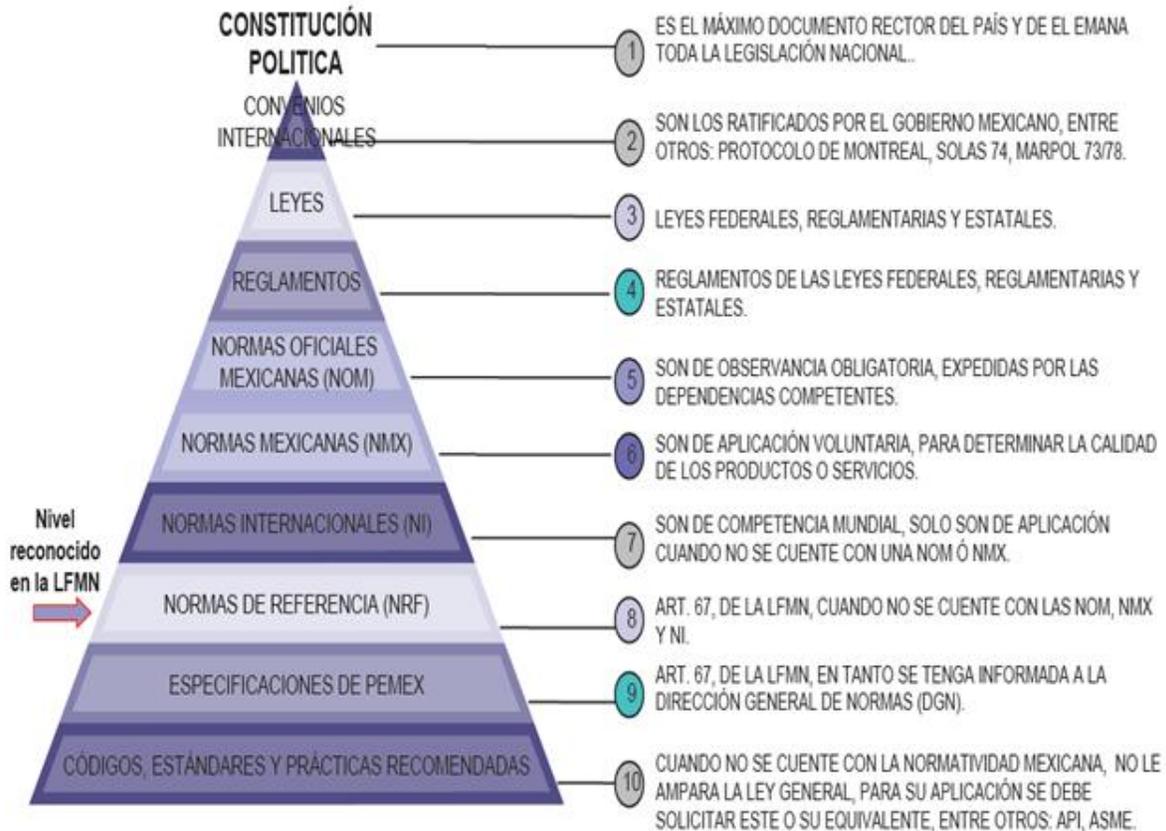


Figura 61 PIRÁMIDE DOCUMENTAL

A continuación se mostrara los cálculos del alumbrado autónomo de calles para lo cual se apoyó con el programa visual 2.6 para lograr los cálculos y cumplir con las normas como lo son las NOM (NORMA OFICIAL MEXICANA), NRF (Normas de Referencia), GNT (ESPECIFICACIONES TÉCNICAS).

3.2.3 MEMORIA DE CÁLCULO

UNIDAD I. OLEODUCTO DE 36" DE DIÁMETRO NUEVO TEAPA- NUEVA REFINERÍA EN TULA

EBO-ID-10.13.12

**SELECCIÓN DE LUMINARIOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO DE
ALUMBRADO DE CALLES**

URBANIZACIÓN

ESTACIÓN DE BOMBEO NUEVO TEAPA

**Documento elaborado para:
PEMEX REFINACIÓN**

DIRECCIÓN DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA EXTERNA

1.- Objetivo.

Establecer los lineamientos, criterios y uso de metodologías de cálculo empleadas para proporcionar los niveles de iluminación adecuados en el Sistema de Alumbrado Autónomo Fotovoltaico perteneciente al Alumbrado de calles de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa, cumpliendo con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas, Normas de Referencia y Especificaciones de Pemex.

2.- Alcance.

Determinar el tipo de luminarias a emplear, el número adecuado de las mismas, la separación interpostal, características técnicas requeridas para obtener su óptimo desempeño. Por tratarse de un sistema de alumbrado autónomo no aplica el cálculo de conductores, canalizaciones y protecciones.

3.- Normas y Especificaciones.

El cálculo, la instalación y las luminarias deben cumplir con las normas y especificaciones siguientes:

Norma y Especificación	Descripción
NRF-048-PEMEX-2007	Diseño de instalaciones eléctricas.
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (utilización art 690).
NOM-013-ENER-2004,	Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Vialidades y Áreas Exteriores Públicas.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
GNT-SSIME-E007-2008.	Postes Metálicos para Alumbrado.
SP-L-0913-NT EBO-ID-10.13.10	Especificación, hoja de datos y cuestionario técnico para especificar postes para alumbrado de calles

TABLA 13 NORMAS Y ESPECIFICACIONES

4.- Consideraciones Particulares Para el Cálculo del Nivel de Iluminación del Sistema de Alumbrado.

4.1- Se tomó en consideración el nivel de iluminación requerido en las instalaciones de Pemex, conforme a la tabla de la NRF-048-PEMEX-2007, numeral 8.12.3 (ver Anexo A).

4.2- Para el caso de este proyecto se consideró que es un área de no proceso y que el uso de las calles es frecuente.

En base a lo descrito anteriormente se considerará un nivel de iluminación de 20 luxes para las calles de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa.

4.3-Para determinar la cantidad y posición de luminarias para el alumbrado de dichas vialidades de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa, se empleará el software “Visual 2.6” de la Compañía Holophane.

5.- Datos de Entrada para Realizar el Cálculo del Sistema de Alumbrado.

Para realizar los cálculos del Sistema de Alumbrado Autónomo Fotovoltaico mediante el software “Visual” de Holophane, se tomó de base la siguiente información:

- a) El tipo de luminaria a utilizar (para datos técnicos de la luminaria ver a detalle la información de fabricante ver Anexo B).

Luminario a base de leds monocromáticos,

Consumo total del luminario: 120 W,

Voltaje de alimentación: 24 V,

Lúmenes absolutos: 10420 lm.

- b) Información fotométrica (información proporcionada por el fabricante).

Curva fotométrica de la luminaria seleccionada.

Factor de pérdida = 0.88.

c) Altura de instalación:

La luminaria se instalará a 10 m de altura, en postes metálicos de 10 m de altura y brazo metálico de 1.0 m de longitud, de acuerdo a la especificación SP-L-0913-NT (EBO-ID-10.13.10 Especificación, hoja de datos y cuestionario técnico para especificar postes para alumbrado de calles Estación de Bombeo Nuevo Teapa).

d) Áreas a iluminar:

Las vialidades de no proceso de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa.

El ancho de las calles se considerará de 7 m.

6.- Cálculo del Sistema de Alumbrado de la Urbanización Utilizando el Software Visual.

Para resultados del cálculo ver Anexo C, donde se muestra lo siguiente:

- Los niveles de iluminación obtenidos en las vialidades de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa, mediante la aplicación del Software Visual.
- Estadísticas por zona de cálculo del nivel de iluminación promedio, niveles de iluminación máximos y mínimos.
- características del tipo de luminaria empleada en la corrida del software.
- Tabla de localización de luminarios.

7.- Análisis de Resultados.

En base en los valores indicados en el Anexo "A", se determina que con una separación interpostal aprox. 20 m y un ángulo de inclinación de la luminaria de 0° grados, la cantidad de luminarias del Sistema de Alumbrado Autónomo Fotovoltaico obtenidas cumplen de forma óptima con los valores solicitados.

8. Anexos.

Anexo A. Nivel de Iluminación Seleccionado.

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA PLANTAS INDUSTRIALES PETROLERAS, QUIMICAS, PETROQUIMICAS Y REFINERIAS (Continuación)				
AREA O ACTIVIDAD	ILUMINACION HORIZONTAL		ELEVACION	
	MANTENIDA LUX	CANDELAS-PIE	LOCALIZACION	MILIMETROS
AREAS DE NO PROCESO				
Casas de bombas, carga, descarga y agua de enfriamiento.				
Casa de Bombas (interior)	200	20	A nivel de piso	
Area de bombas. (exterior)	50	5	En tierra.	
Area general de control.	150	15	A nivel de piso	
Panel de control.	200 ^a	20 ^a		1100
Calderas y Compresores de aire de plantas.				
Equipo interior.	200	20	A nivel de piso	
Equipo exterior.	50	5	En tierra.	
Area de tanques.				
Escaleras.	20	2	A nivel de piso.	
Area de medición.	50	5	En tierra.	
Area de arreglos de tubería.	20	2	A nivel de piso.	
Racks de carga.				
Area general.	50	5	En tierra.	
Carros-tanque.	100	10	En un punto.	
Autos-tanque, punto de carga.	100	10	En un punto.	
Subestaciones eléctricas y patios de desconectores.				
Patio exterior de desconectores.	20	2	En tierra.	
Subestación general (exterior)	20	2	En tierra.	
Pasillos de operación, Subestación.	150	15	A nivel de piso.	
Racks de desconectores.	50 ^a	5 ^a		1200
Calles de plantas				
Uso frecuente.	20	2	En tierra.	
Uso infrecuente.	10	1	En tierra.	
Areas de estacionamiento en plantas.	5	0.5	En tierra.	
EDIFICIOS.				
Oficinas y edificios administrativos.				
Actividades prolongadas(Dibujo y diseño)	600	60		760
Trabajo normal de oficina (lectura, archivo, correspondencia)	500	50		760
Areas de recepción, escaleras de salida, cuartos de lavado.	200	20	A nivel de piso.	
Pasillos.	200	20	A nivel de piso.	
Cuartos de equipo y servicios.	150	15	A nivel de piso.	
Laboratorios.				
Pruebas físicas, cuantitativas y cualitativas.	500	50		900
Investigación experimental.	500	50		900
Planta piloto, proceso y especialidad.	300	30	A nivel de piso.	
Equipos de prueba de golpe ASTM.	300	30	A nivel de piso.	
Cuartos de lavado, almacén de vidrio.	300	30		900
Campana de ventilación.	300	30		900
Cuartos de almacén.	150	15	A nivel de piso.	

TABLA 14 NIVELES DE ILUMINACIÓN SELECCIONADO

Anexo B. Datos Técnicos de la Luminaria.

Luminario:	Uso exterior montaje en poste mediante brazo de 1m de longitud. Armadura fabricada en aleación L-2630 de aluminio inyectado, esmaltada mediante proceso electrostático con pintura en polvo y secado al horno para mayor resistencia a la corrosión. Equipado con paquete de Leds con consumo total de 120 w, y 139 lum/w, 60000hrs de vida, 5500°K, sistema óptico a base de prismas irregulares multidireccionales de polimetil metacrilato que proporcionan curva de distribución tipo III, grado de protección IP-65. Con driver electrónico para operar a 24 volts, 10420 lúmenes absolutos. Incluye accesorio-soporte para su montaje a brazo con movimiento vertical para lograr diferentes inclinaciones. Con sensor crepuscular y reloj astronómico integrados y sensor de presencia opcional
Panel Fotovoltaico:	Ensamble de 2 paneles fotovoltaicos policristalino encapsulado, de alta trasmisión de radiación, libre de humedad, con una potencia nominal total de 450w, 24 v, permitiendo una autonomía de 4 días.
Batería:	Paquete de 4 baterías ecológicas de Gel, de 125 AMP que proporciona una autonomía de 4 días en situaciones de nula insolación.
Controlador:	Controlador de 20 Amp. a 12 V que regula los parámetros de operación del sistema panel-batería. Incluye relevador y equipo de transferencia que permite la entrada de una fuente de respaldo en corriente alterna para operar en un rango de voltaje abierto de 110 a 220 volts, 60 hz.
Accesorios:	Incluye todos los elementos necesarios para el acoplamiento del panel al poste, cajas para baterías y cargador para sujetarse al poste, tornillería necesaria, etc.

TABLA 15 CARACTERÍSTICAS DEL LUMINARIO

Anexo C. Resultados por Software de Iluminación (Visual).

Con los datos de entrada, se muestran los resultados del cálculo de alumbrado con el software “Visual” y la localización de los postes y luminarias así como los niveles de iluminación.

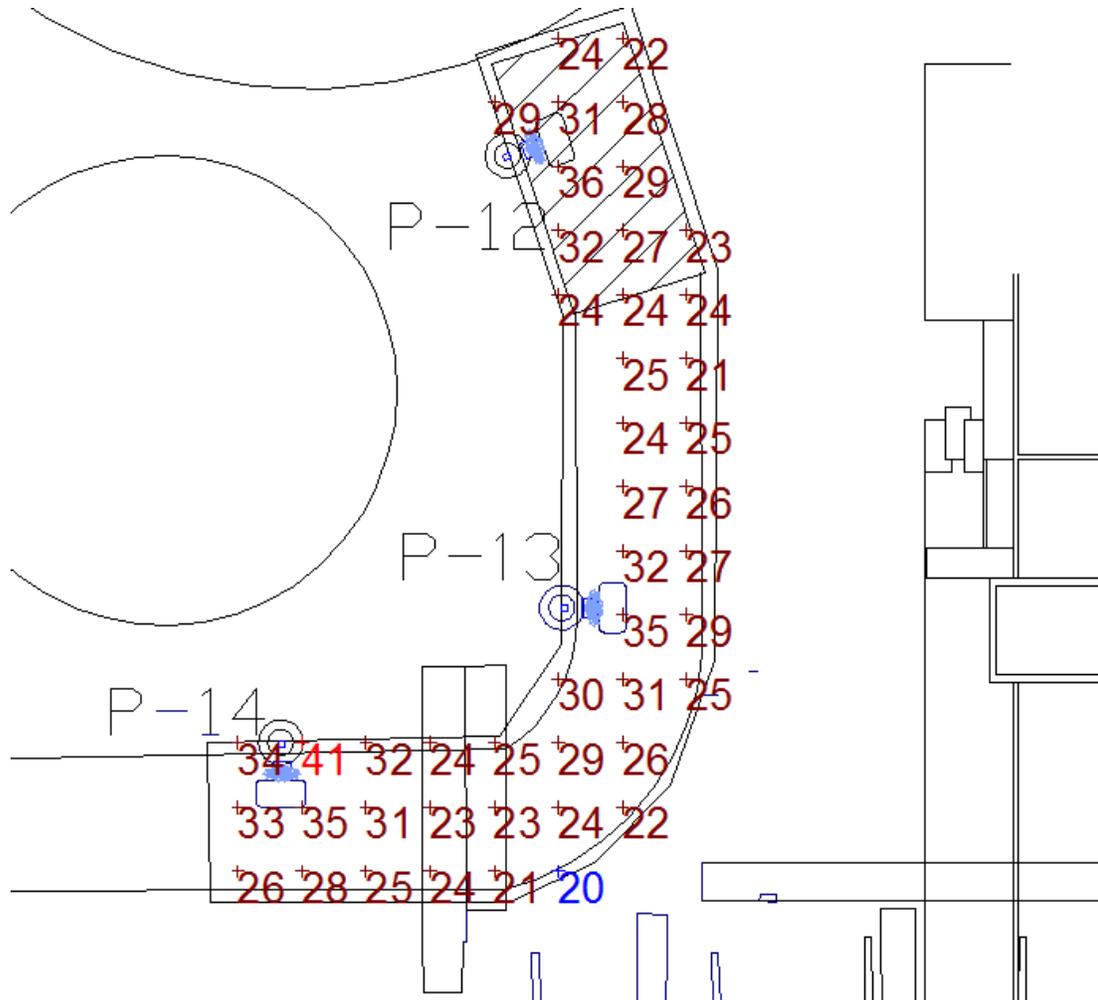


Figura 63 RESULTADOS DEL SOFTWARE

Características del luminario y niveles de iluminación

LUMINAIRE SCHEDULE									
Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	Lumens	LLF	Watts	
□ .	C	1	DAYLED120	LUM DAYLED FDL- 2X52/100EAC	Placa de LEDs / 2 X 52 W	10420	.88	120	

STATISTICS						
Description	Symbol	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
CALLES	+	27 lux	41 lux	20 lux	2.1:1	1.4:1

TABLA 16 CARACTERÍSTICAS DEL LUMINARIO Y NIVELES DE ILUMINACIÓN

TABLA DE COORDENADAS PARA LOCALIZACION DE POSTES

LUMINAIRE LOCATIONS		
No.	Location	
	X	Y
12	108.0	414.5
13	110.3	396.9
14	99.2	391.6

TABLA 17 LOCALIZACIÓN DE LAS LUMINARIAS

Para la ubicación de la coordenada (0,0) referirse al entregable: E-001- NT (EBO-IB-02.01 Plano de Localización General. PLOT PLANT). Estación de Bombeo Nuevo Teapa.

3.2.4 PLANO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO

En el anexo A Se observa el plano de localización general de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa

En el anexo B Se observara el plano de la localización de las luminarias perteneciente a las calles de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa y que en él se está cumpliendo con la normatividad actual.

Resultados:

Se cumplió con las normatividad vigente y aplicable para este proyecto.

Se cumplió con el uso del software visual 2.6 para diseñar el Alumbrado de la Estación De Bombeo Nuevo Teapa.

Se cumplió al diseñar con un sistema de leds autónomo fotovoltaico para la estación de bombeo el Nuevo Teapa.

Se cumplió con un nivel mínimo de 20 luxes para las calles de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa

CAPITULO IV: SOFTWARE VISUAL 2.6

Para este capítulo se explicara la forma de cómo se debe utilizar el software visual 2.6 esto con ayuda del AutoCAD y las curvas fotométricas proporcionadas por el fabricante, con esto se obtendrá un óptimo desarrollo del diseño de alumbrado en las instalación de Pemex.

4.1 INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE DE ILUMINACIÓN

Para este proyecto se utiliza el software visual 2.6 para la iluminación tanto de áreas interiores como de áreas exteriores, en las áreas exteriores que es nuestro caso y en especial el alumbrado de calles, a continuación se describirá una de las formas de cómo se utiliza este software.

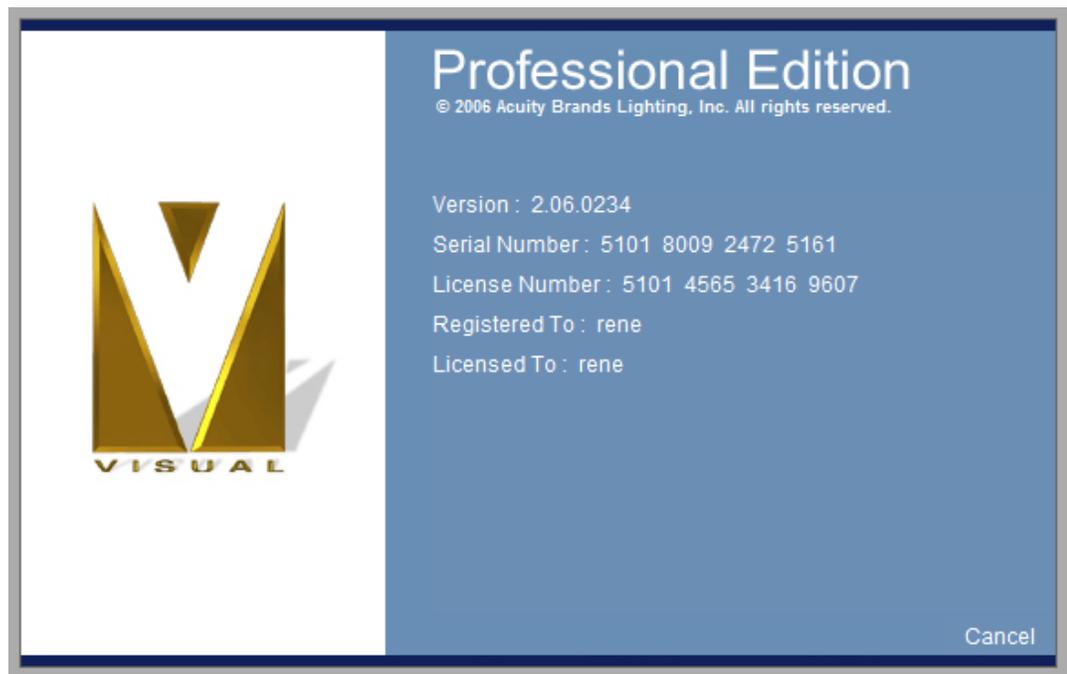


Figura 64 VISUAL 2.6 PRESENTACION

4.1.1 SEMBRADO DE LUMINARIAS EN CAD (AUTO CAD) DENTRO DEL PLG (PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL).

En el PLG (Plano de Localización General) se realiza el sembrado de los luminarios de acuerdo a las normas de iluminación para calles o a los requerimientos de Pemex, con esto se logra la posible distancia entre poste y poste. Para este proyecto Pemex sugiere su iluminación en calles de las estaciones de bombeo de 20 luxes por lo cual debemos respetar y lograr la uniformidad entre los luxes sugeridos.

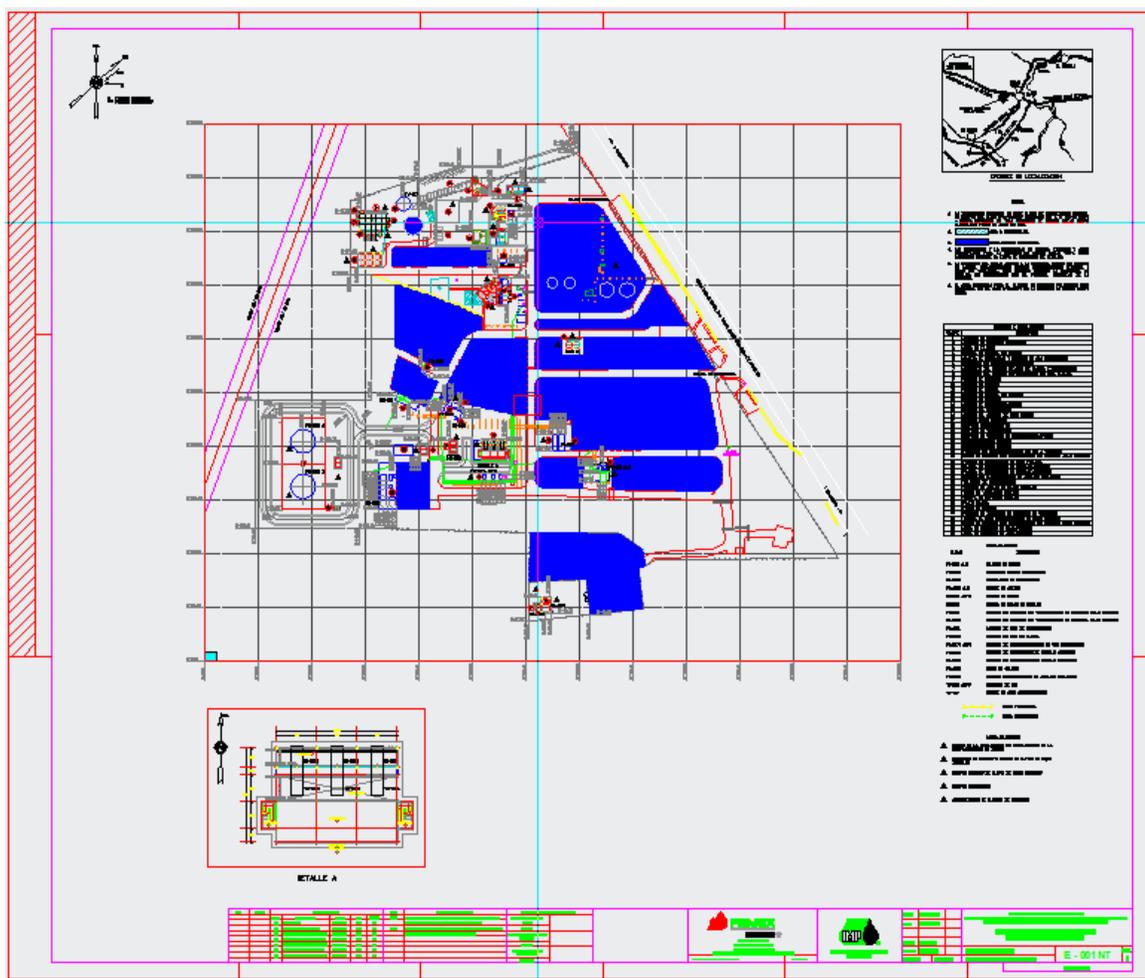


Figura 65 PLG (Plano De Localización General) DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO NUEVO TEAPA

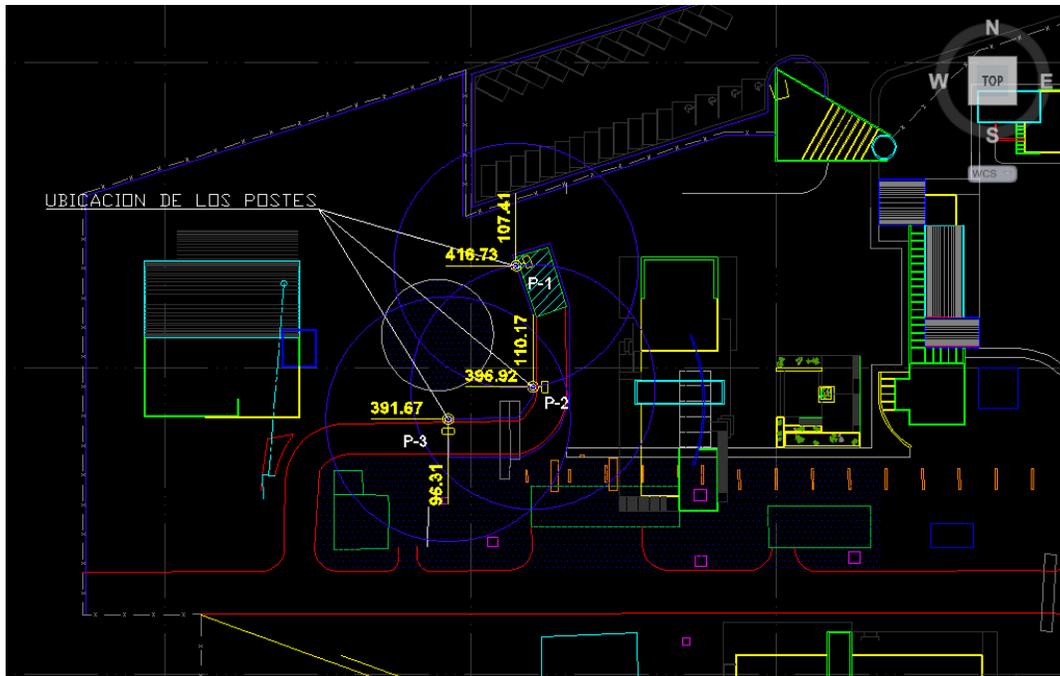


Figura 66 UBICACIÓN DE POSTES

4.1.2 PRINCIPIOS DE LA IMPORTACIÓN DEL DIBUJO

Se abre el programa visual 2.6 e indicamos en que forma queremos trabajar en nuevo interior, nuevo exterior, o abrir un archivo existente. En este caso como es el alumbrado de calles trabajaremos con un nuevo exterior.



Figura 67 INICIO DE VISUAL 2.6

4.1.3. SELECCIONANDO SISTEMA MÉTRICO. Ya seleccionado en qué lugar trabajaremos entramos a herramientas (tools) – opciones medioambiente (environment) donde se cambian las unidades de medida del sistema ingles al métrico ya que estamos más acostumbrados a trabajar con este sistema.

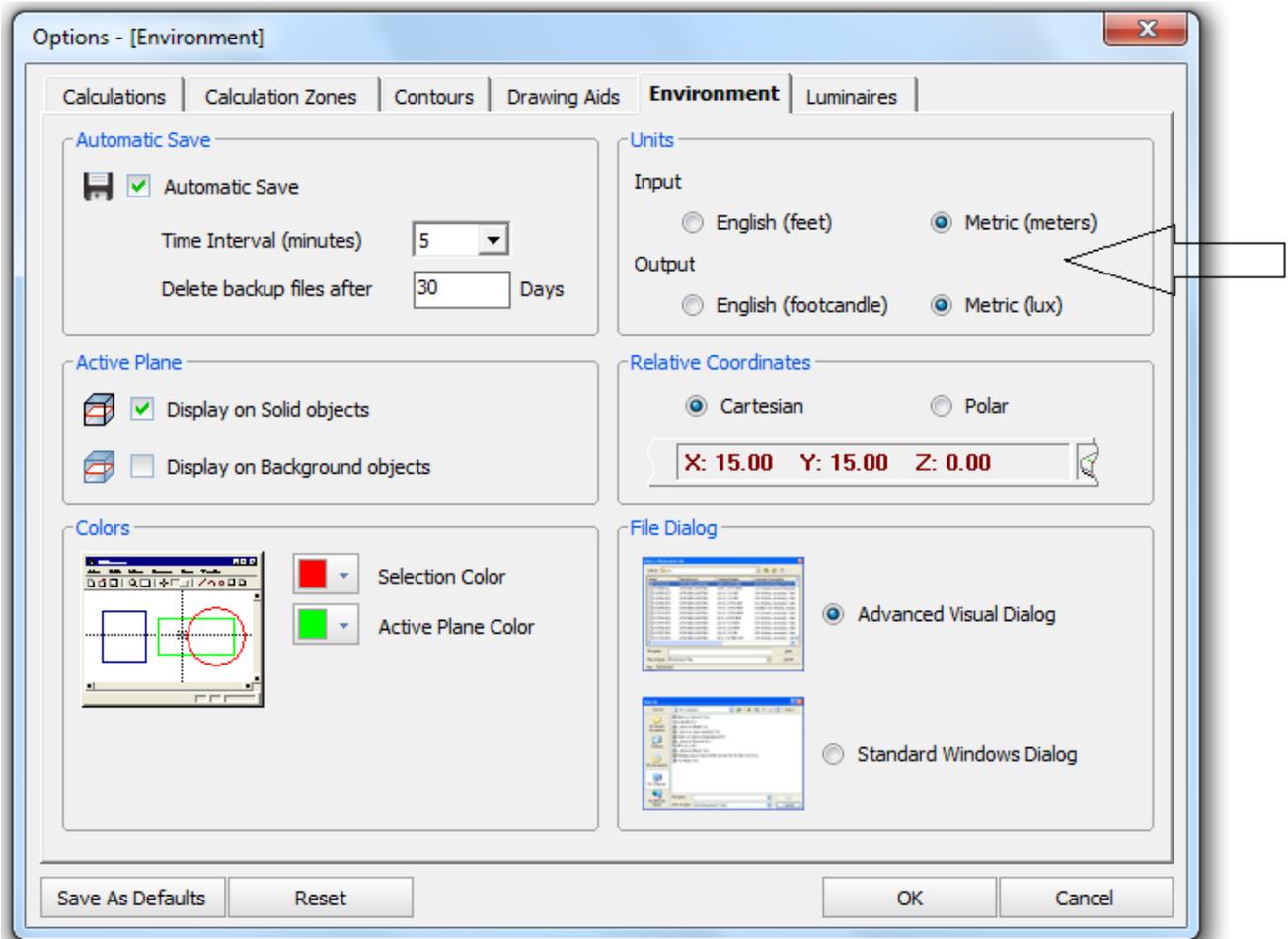


Figura 68 SELECCIÓN DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

4.1.4. IMPORTANDO EL DIBUJO DE CAD A VISUAL 2.6. Después importamos el dibujo de formato DWG (CAD) a Visual 2.6 en archivo importar en expedientes (file) importar y seleccionar el archivo DWG con el que se trabajó. Se prenden todos los layers y se importa.

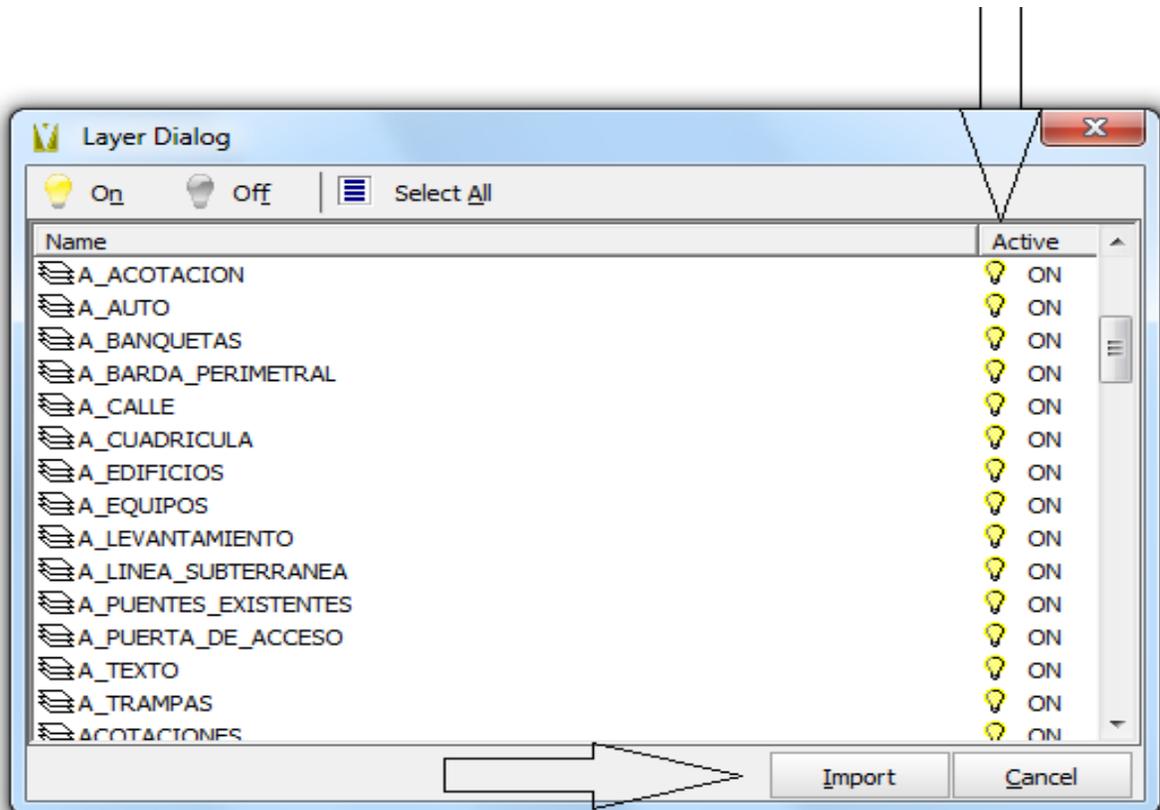


Figura 69 IMPORTACIÓN DEL DIBUJO DE AUTO CAD A VISUAL

4.1.5 SELECCIÓN DE LA LUMINARIA. Ya importado el dibujo en visual seleccionar la luminaria en programar (schedule) nuevo y seleccionar la luminaria que debemos de tener previamente precargada en una carpeta y por consiguiente el archivo IES también ya que es la curva fotométrica con la que trabaja el software.

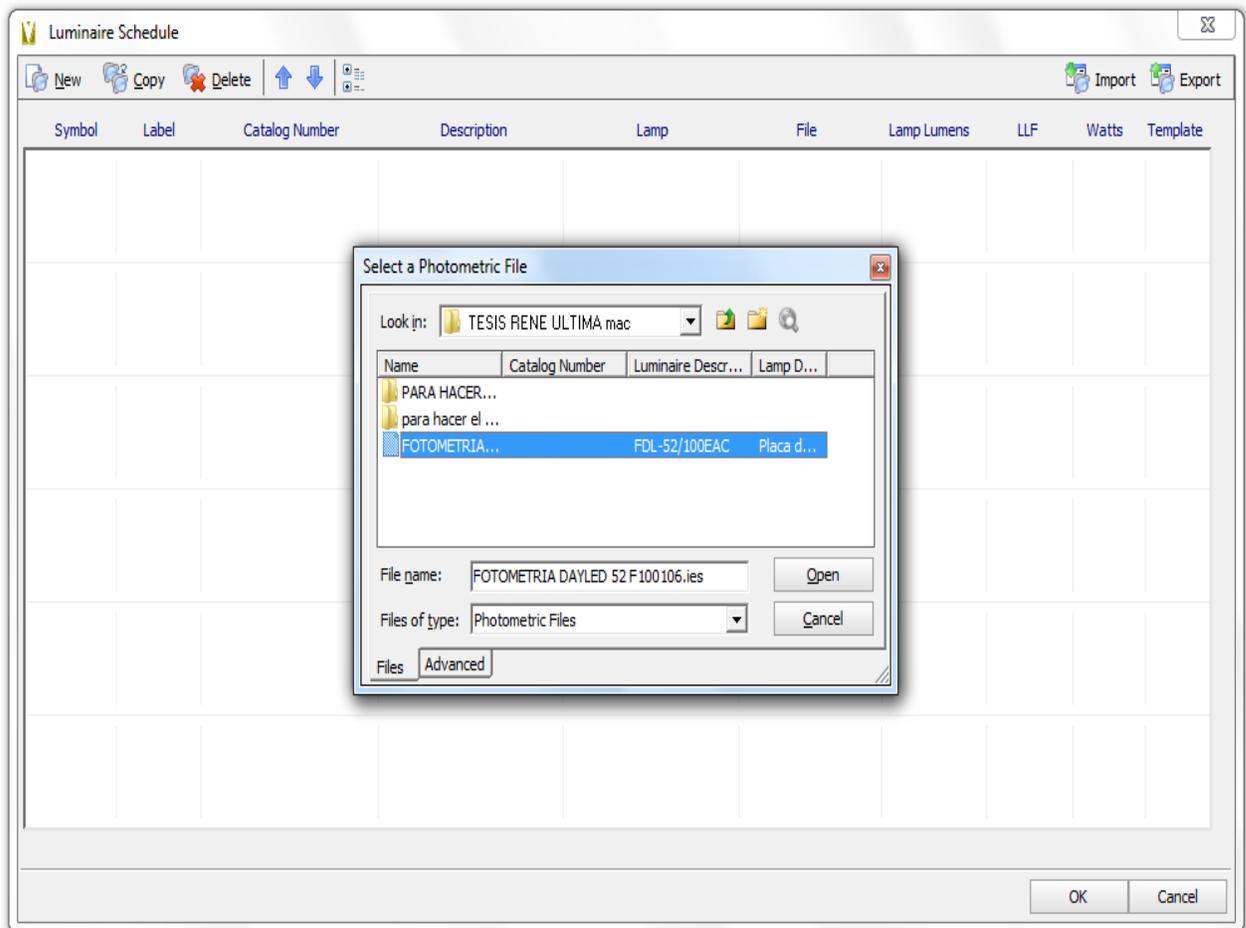


Figura 70 SELECCIÓN DE LA CURVA FOTOMETRICA

4.1.6. SELECCIÓN DE LA DEPRECIACIÓN DE LUMINARIAS Ya seleccionado el archivo ies se procede a cambiar el valor de depreciación de la luminaria y poner medidas de luminarias tipo de montaje y orientación.

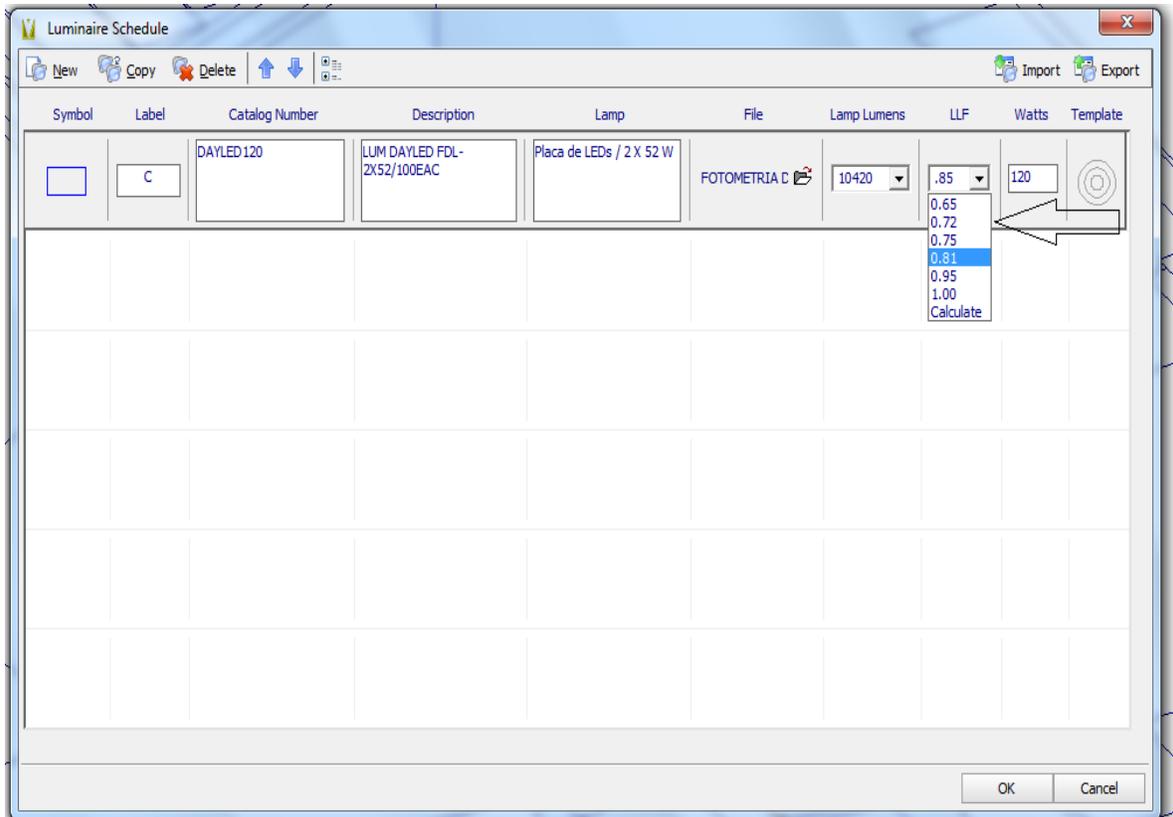


Figura 71 SELECCIÓN DE LA DEPRECIACIÓN DE LA LUMINARIA

4.1.7 ZONA DE CÁLCULO Se crea una zona de cálculo donde ya previamente se visualizan las luminarias para esto como es una área abierta y lo que se desea iluminar es la calle la zona de cálculo so estará en la calle y a esta zona de cálculo le damos un nombre.

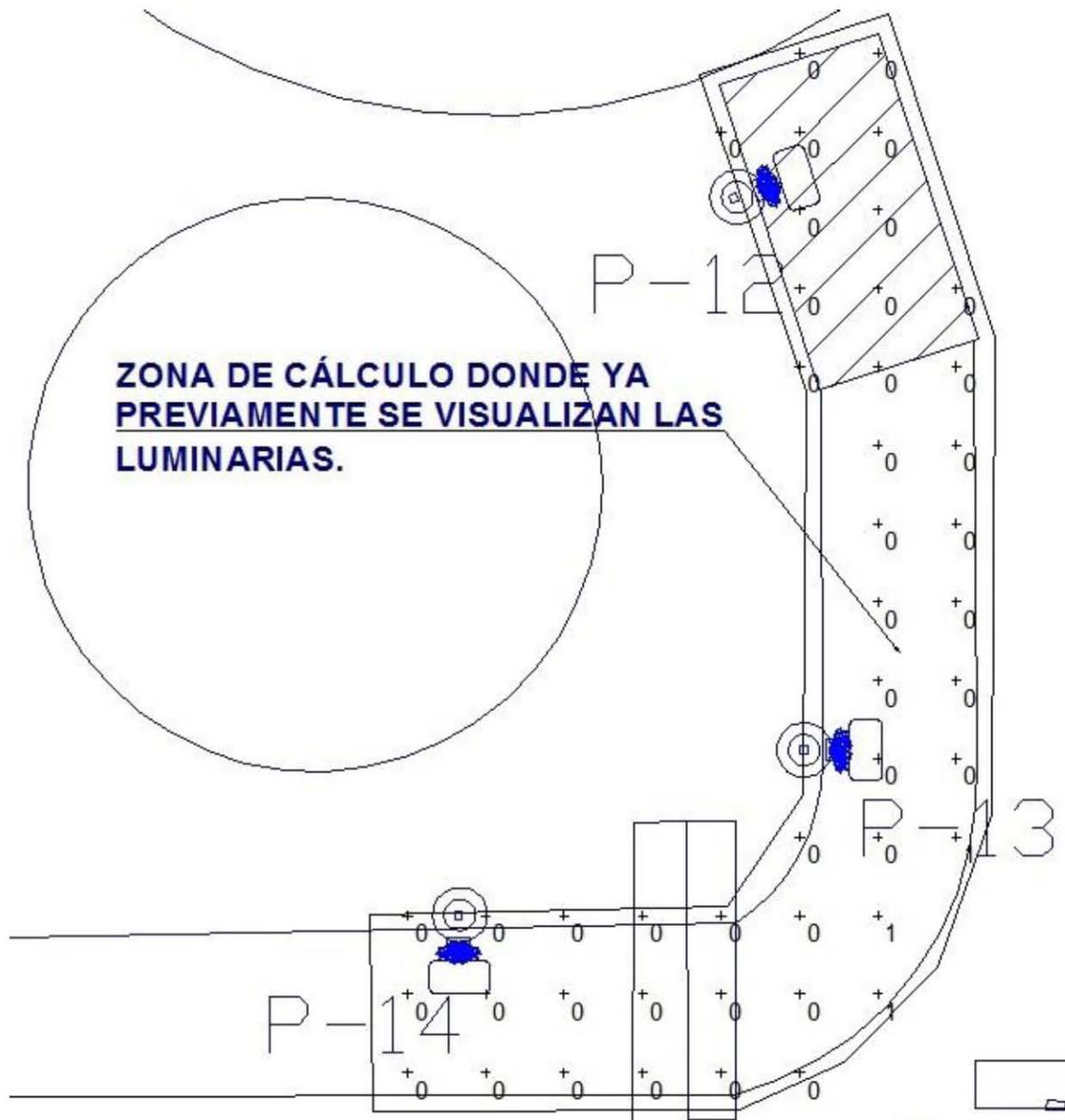


Figura 72 ZONA DE CÁLCULO

4.1.8 MONTAJE DE LAS LUMINARIAS. Ya teniendo la zona de cálculo y la posible ubicación de las luminarias procedemos a montar las luminarias a las alturas indicadas en memoria de cálculo y especificaciones del fabricante o por petición de Pemex.

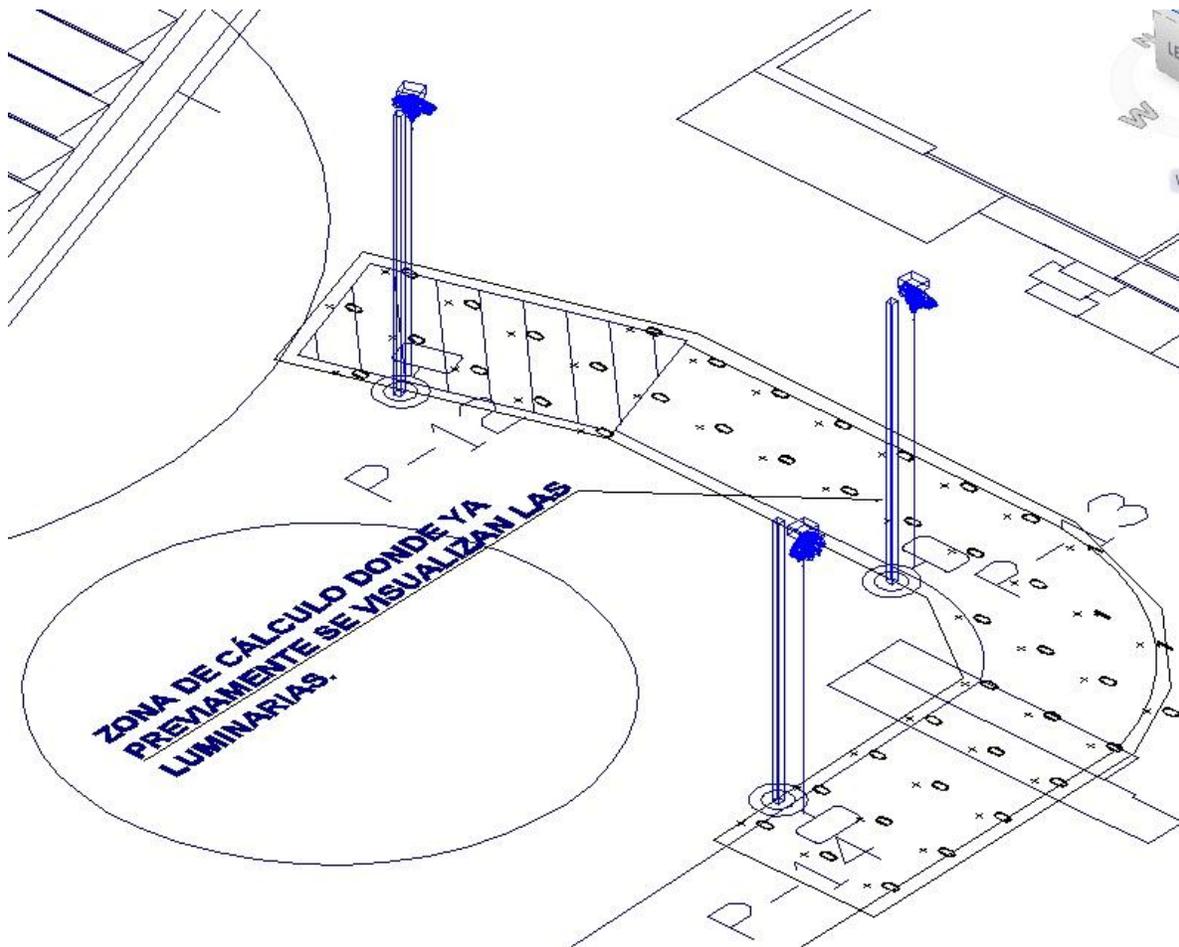


Figura 73 MONTAJE DE LA LUMINARIA

4.1.9 CALCULO. Al tener la zona de cálculo y las luminarias colocadas se realiza el cálculo el cual nos arroja los niveles de iluminación máximos, mínimos intermedios en el cual se está trabajando.

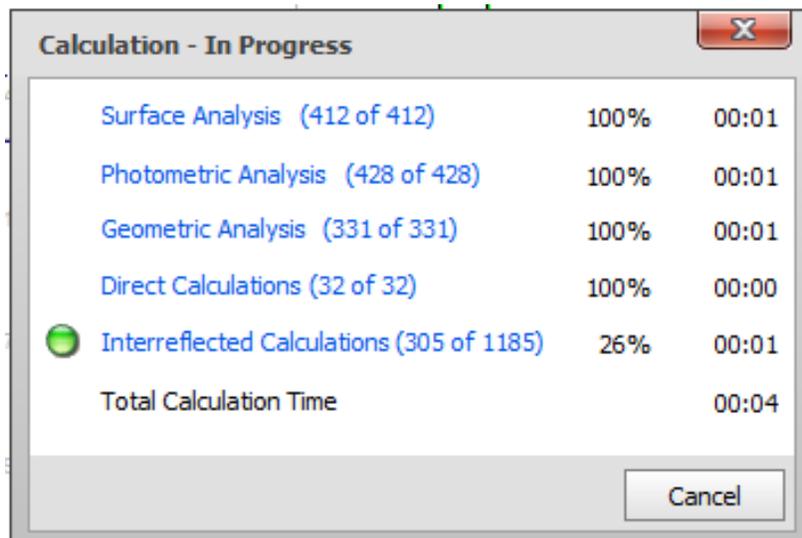
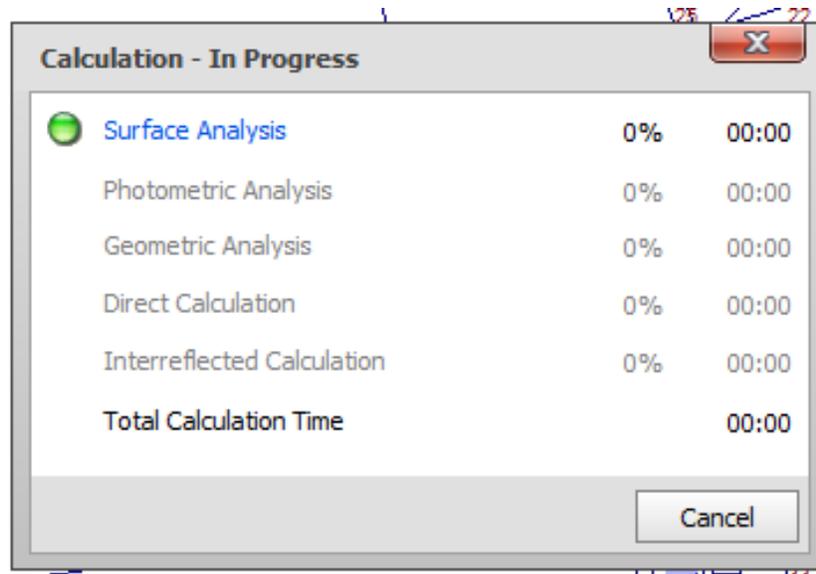


Figura 74 PROGRESO DEL CALCULO

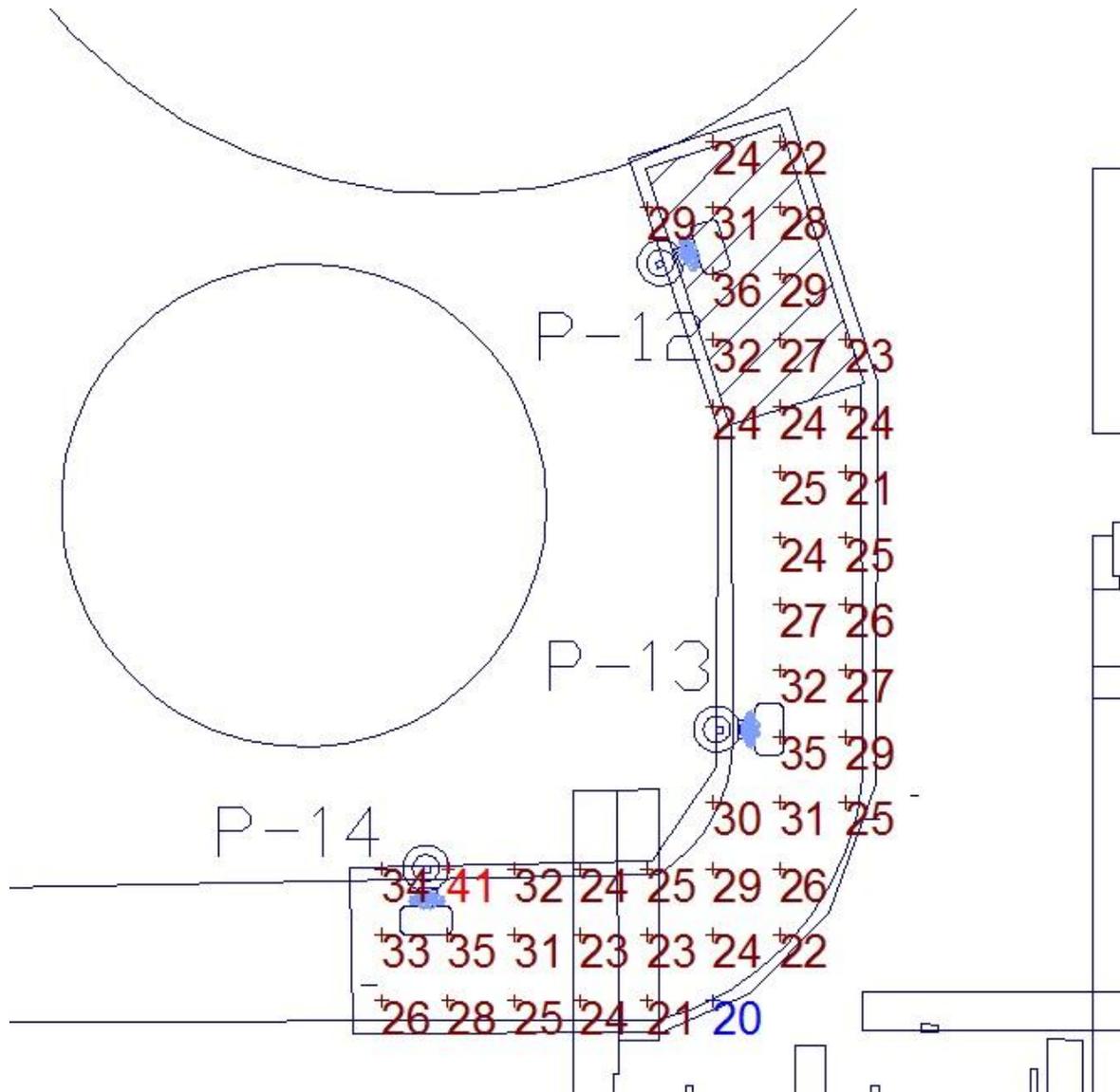


Figura 75 DIBUJO CON EL CALCULO

4.1.10 AJUSTE DE LUMINARIAS si tenemos niveles de iluminación más bajos de los permitidos por la norma o norma de referencia se debe realizar el arreglo adecuado para respetar los niveles mínimos de iluminación.

4.1.11 RESULTADOS Ya cuando los niveles de iluminación sean los adecuados acudimos a editor de impresión (print editor) donde nos vamos a horario de luminaria (luminaire schedule) ahí es donde nos habla sobre la luminaria desde el catalogo donde viene los watts lúmenes etc.

LUMINAIRE SCHEDULE								
Symbol	Label	Qty	Catalog Number	Description	Lamp	Lumens	LLF	Watts
□	A	1	DAYLED120	LUM DAYLED FDL-2X52/100EAC	Placa de LEDs / 2 X 52 W	10420	0.88	120

TABLA 18 CARACTERÍSTICAS DEL LUMINARIO

4.1.12 NIVELES DE ILUMINACIÓN Y LOCALIZACIÓN Ahí mismo en editor de impresión se observa las estadísticas (statistics) ahí observamos los niveles máximos mínimos e intermedios de iluminación así como su localización.

LUMINAIRE LOCATIONS					
No.	Label	Location			Orientation
		X	Y	Z	
12	A	108.0	414.5	10.0	160.0
13	A	110.3	396.9	10.0	180.0
14	A	99.2	391.6	10.0	270.0

STATISTICS						
Description	Symbol	Avg	Max	Min	Max/Min	Avg/Min
CALLES	+	27 lux	41 lux	20 lux	2.1:1	1.4:1

TABLA 19 LOCALIZACION Y NIVELES DE ILUMINACIÓN

4.1.13 RESULTADOS VISTA DE PLANTA vista de planta (plan view) donde se puede observar cómo quedan las luminarias montadas en el dibujo.

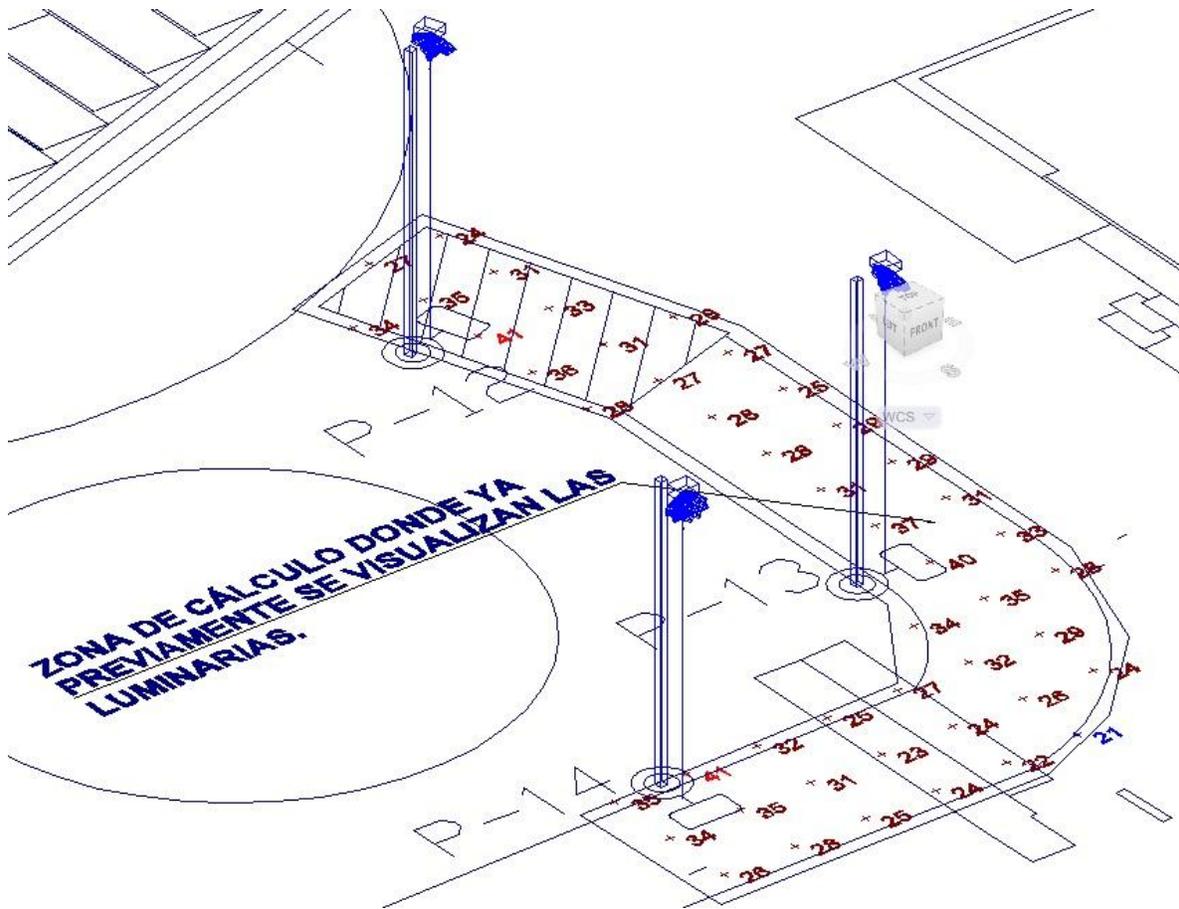


Figura 76 RESULTADOS VISTA ISOMÉTRICO

4.1.14 RESULTADOS GENERALES. Estos últimos tres numerales juntos son lo que forman el resultado de la corrida en visual 2.6

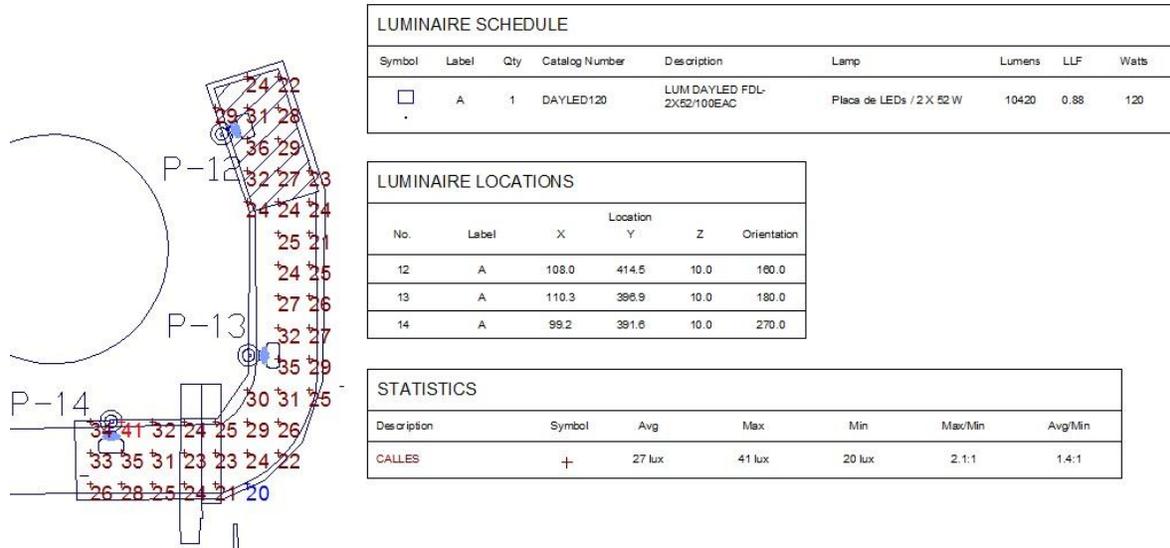


Figura 77 RESULTADOS GENERALES

CONCLUSIONES

El desarrollo de esta tesis significa un gran avance en cuanto al sistema de alumbrado convencional que se utilizaba en las plantas de proceso de Pemex pues ahora la tendencia nos lleva a utilizar sistemas autónomos con tecnología de led y que cumplan con las normas vigentes.

Este sistema autónomo no solo es la conversión de la energía calorífica en eléctrica, también es el beneficio de establecer energías alternativas libres de contaminantes además de que en este sistema se utilizan luminarias a base de leds que son más eficientes y que duran más que las convencionales.

Para esto se seleccionó la luminaria adecuada a utilizar ya que al tratarse de un sistema autónomo se investigó diversos fabricantes que cumplieran con los requerimientos del proyecto.

Después con ayuda del software visual 2.6 se determinó la cantidad de luminarias y la distancia interpostal que hay entre ellas para así cumplir con los niveles mínimos de iluminación propuestos por Pemex.

Con los niveles de iluminación correctos se procedió a realizar la memoria de cálculo del alumbrado de la Estación de Bombeo Nuevo Teapa cumpliendo para esto con normas y especificaciones actuales.

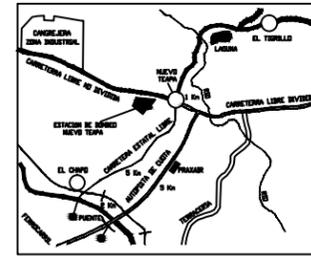
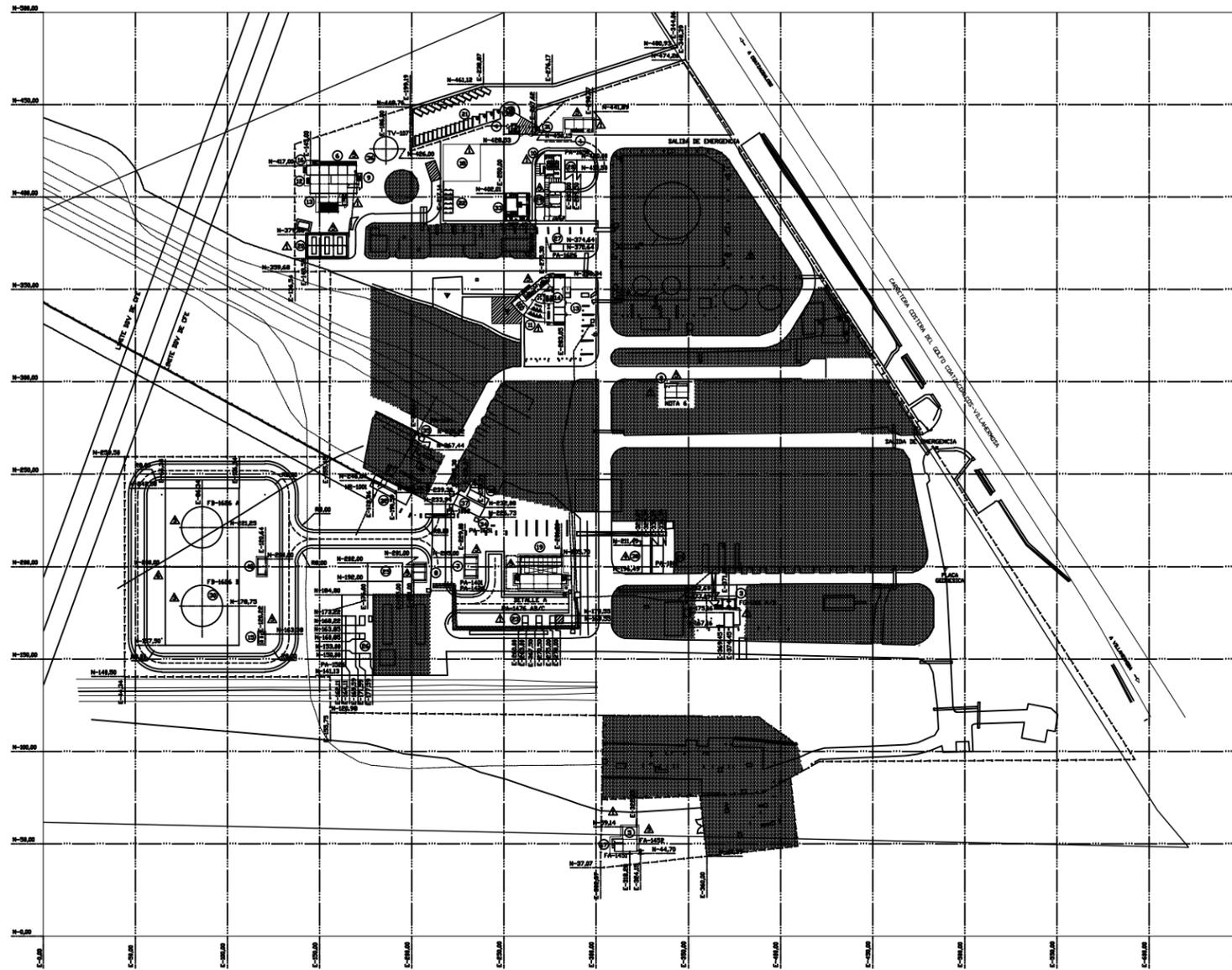
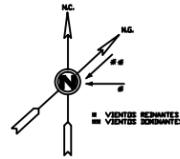
Durante el desarrollo de este trabajo se logró realizar el diseño de alumbrado en las instalaciones de Pemex (vialidades) empleando un sistema autónomo con tecnología led y software de iluminación, con un resultado satisfactorio.

El resultado que se obtuvo a través de la investigación y el desarrollo del presente trabajo aportó enormes beneficios hacia la ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Manual de Alumbrado de Firmas Comerciales Como Philips, Whestighouse, Indalux
2. instituto para la diversificación y ahorro de energía. "cuadernos de gestión energética municipal" ed. idae. madrid, 1989.
http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7556/AD_calculo_metodo_punto_por_punto.pdf
3. Calculo de Iluminación \Cálculo de Iluminación.
<http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-interiores/calculo-alumbrado-interior.html>
4. Funcionamiento del Led Dbup Electrónica - Productos Basados en leds.
<http://www.dbup.com.ar/tecnologia-led/funcionamiento/>
5. Iluminación terminología y definiciones.
<http://www.disenolamp.com/publico/documentos/terminologia.pdf>
6. Manual de Iluminación Eficiente.
<http://www1.herrera.unt.edu.ar/faceyt/dllyv/publicaciones/manual-de-iluminacion-eficiente-eli/>
7. lesna Lighting Handbook. <http://es.scribd.com/doc/46634221/IESNA-Lighting-Handbook>
8. Luminarias Led.
http://www.erenovable.com.mx/index.php?c=productos&categoria=luminarias_led&pagina=1
9. Principios de Iluminación de Holophane.
<http://www.holophane.com.mx/catalogos/Seccion%20Principios%20de%20Iluminacion%20HOL%20PHAN.pdf>
10. Respuestas Acerca de Luminarias Led Holophane.
<http://www.iluminet.com/hmao-eficiencia-y-ahorro-de-energia-en-sistemas-de-alto-montaje/>
11. Los Sistemas Fotovoltaicos Curso de Introducción (CONDUMEX)
12. Manual de Operación e Instalación Dayled Solar.
<http://www.iluminacionsolar.com.mx/>
13. BASES DE DISEÑO NUEVO TEAPA

14. Normatividad Técnica Acorde Ley Federal Sobre Metrología y Normalización
15. Turbina Eólica-Solar-Alumbrado Perimetral.
http://gabinete.org.ar/Marzo_2009/eolicosolar.htm
16. INTRODUCCIÓN AL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN LA ILUMINACIÓN (CARLOS TANIDES)



CROQUIS DE LOCALIZACION

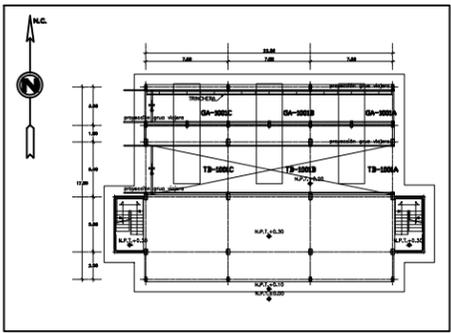
MITAS

- LA INFORMACION MOSTRADA EN ESTE PLANO DE LOCALIZACION GENERAL, SE OTORGO DEL PLANO E-01-00-000000 AL ESCRITO 507 B N NUEVO TEAPA, NUEVA REPUBLICA EN TULA, ESTACION DE BOMBEO NUEVO TEAPA PLANTA CON FICHA DE JULIO DE 2005.
- AREA A RECONSTRUIR.
- INSTALACIONES EXISTENTES.
- LOS DISEÑOS Y LA DISTRIBUCION DE EQUIPOS, EDIFICIOS Y AREAS CONTEMPORANEA PARA LA ESTACION DE BOMBEO NUEVO TEAPA SON AJUSTADOS SEGUN LA ETAPA DE DISEÑO DE DETALLE.
- LA UBICACION DEL NUEVO ACCESO A LA ESTACION, CASITA DE CONTROL DE ACCESO, ESTACIONAMIENTO INTERNO, ESTACIONAMIENTO EXTERNO Y TORRE DE VIGILANCIA, SERA DEFINIDA DURANTE LA INGENIERIA DE DETALLE EN COORDINACION CON EL PERSONAL OPERATIVO DE LA ESTACION.
- EL AREA DESTINADA PARA EL ALMACEN DE RESERVAS POLIMEROS SERA DEFINIDA CON EL AREA OPERATIVA DE LA ESTACION DE BOMBEO NUEVO TEAPA.

CLAVE	DESCRIPCION
1	ALMACEN DE MATERIALES
2	ALMACEN DE RESERVAS POLIMEROS
3	AREA DE FILTROS
4	CASITA DE CONTROL DE ACCESO
5	CASITA DE REGULACION Y MEDICION DE GAS COMBUSTIBLE
6	COMEDOR DE SUBESTACION ELECTRICA
7	COMEDOR DEL SISTEMA DE AIRE DE PLANTA E INSTRUMENTOS
8	COMEDOR DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL
9	CUARTO DE BATERIAS
10	CUARTO DE CAMBIO
11	CUARTO DE CONTROL
12	CUARTO DE CONTROL DE MOTORES
13	CUARTO DE MUELINOS
14	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES
15	CUARTO DEL RECTIFICADOR
16	CUARTO DEL SISTEMA DE CERO CORTES
17	CUARTO SOLAR DE FUMOS
18	ESPICIO ADMINISTRATIVO
19	ESPICIO DE TURBINAS
20	ESPICIO DE UNIDADES DE GENERACION ELECTRICA
21	ESTACIONAMIENTO EXTERNO
22	ESTACIONAMIENTO INTERNO
23	PAQUETE DE MEDICION DE TRANSFERENCIA DE GASES A TURBINAS
24	PATIN DE MEDICION POR TRANSFERENCIA DE CUSTODIA BAJA PRESION
25	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PLUVIAL
26	PLANTA DE TRATAMIENTO DE BROMO ACETADO
27	PLANTA DE TRATAMIENTO DE BROMO SANITARIO
28	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE SERVICIOS
29	TANQUES DE TRATAMIENTO
30	TANQUES DE ALIVIO DE SOLOS BARRILES
31	TORRE DE VIGILANCIA MILITAR
32	TRAMPA DE ENVIO DE BOMBAS
33	PLAZA CIVICA
34	PATIN DE CALIDAD
35	PAQUETE DE MEDICION DE DENSIDAD DE COMPRESION
36	TANQUE DE AGUA CONTRAACCIONES DE SOLOS BARRILES
37	PATIN DE MEDICION POR TRANSFERENCIA DE CUSTODIA ALTA PRESION
38	AREA DE PRUBA EN ALTA PRESION
39	AREA DE PRUBA EN ALTA PRESION
40	COMEDOR DE BOMBAS DE CALDO RECUPERADO

CLAVE	DESCRIPCION
FS-100 A/B	FILTROS DE CRUDO
FA-1402	SEPARADOR DE GAS COMBUSTIBLE
FA-1402	ACUMULADOR DE COMBUSTIBLE
FB-3606 A/B	TANQUE DE ALIVIO
GA-100 AB/C	BOMBAS DE CRUDO
IB-100	TRAMPA DE ENVIO DE BOMBAS
PA-100	PAQUETE DE MEDICION POR TRANSFERENCIA DE CUSTODIA BAJA PRESION
PA-100E	PAQUETE DE MEDICION POR TRANSFERENCIA DE CUSTODIA ALTA PRESION
PA-140	PAQUETE DE AIRE DE INSTRUMENTOS
PA-140E	PAQUETE DE AIRE DE PLANTA
PA-1476 AB/C	PAQUETE DE ADQUISICION DE GAS COMBUSTIBLE
PA-206	PAQUETE DE TRATAMIENTO DE BROMO ACETADO
PA-3606	PAQUETE DE TRATAMIENTO DE BROMO SANITARIO
PA-3602	PATIN DE CALIDAD
PA-3602	PAQUETE HERMETICO DE AGUA DE SERVICIOS
TP-300 AB/C	TURBINAS DE GAS
TV-167	TANQUE DE AGUA CONTRAACCIONES

- LISTA DE CAMBIOS**
- ▲ CAMBIO EN LA LOCALIZACION DE INSTALACIONES EN LA NUEVA ESTACION DE BOMBEO
 - ▲ UBICACION DE UN NUEVO TANQUE DE ALIVIO DE SOLOS BARRILES
 - ▲ NUEVOS TANQUES DE ALIVIO DE SOLOS BARRILES
 - ▲ NUEVOS PRUBAS
 - ▲ ACTUALIZACION DE PLANTAS DE EDIFICIOS
 - ▲ REUBICACION DE TANQUES DE ALIVIO



DETALLE A

MCA	DESCRIPCION	FECHA	POR	VO. BU.	E-001	DESCRIPCION	ING. LORENA FOSADO
0	PRELIMINAR	11/08/12	CGR	LLS	E-001	PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPOS ESTACION DE BOMBEO	ING. LORENA FOSADO
1	APROBADO PARA DISEÑO	20/09/12	CGR	LLS	E-001	MECION DISTRIBUCION Y BOMBEO NUEVO TEAPA	ING. LORENA FOSADO
2	REVISADO POR EL DISEÑO	20/09/12	CGR	LLS	E-001	UBICACION DE LA NUEVA REPUBLICA EN TULA	ING. LORENA FOSADO
3	REVISADO POR EL DISEÑO	20/09/12	CGR	LLS	E-001	ESTACION DE BOMBEO NUEVO TEAPA PLANTA	ING. LORENA FOSADO
4	REVISADO POR EL DISEÑO	20/09/12	CGR	LLS	E-001	ESTACION DE BOMBEO NUEVO TEAPA PLANTA	ING. LORENA FOSADO
5	REVISADO POR EL DISEÑO	20/09/12	CGR	LLS	E-001	ESTACION DE BOMBEO NUEVO TEAPA PLANTA	ING. LORENA FOSADO

PEMEX
INSTRUMENTOS

DIRECCION GENERAL
COORDINACION TECNICA
PROYECTO NUEVA REPUBLICA
SECCION DE INGENIERIA DE DETALLE

IMP
INSTITUTO MEXICANO DEL PERFORADO
REGION CENTRO

LABOR: ING. CGR

DISEÑO: ING. CGR

REVISADO: ING. LLS

PROBADO: MI. PEVT

FECHA: 2007 EN MEX

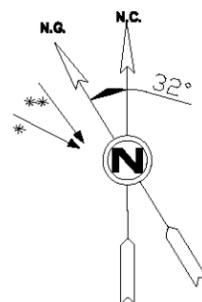
CONSTRUCCION DE LA INGENIERIA Y/O DE OTRAS
DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA, INGENIERIA DE DETALLE Y PAQUETE EPC PARA LA CONSTRUCCION
DE OBTOS DE BOMBEO Y DISTRIBUCION PARA LA NUEVA REPUBLICA EN TULA

EBO-IB-02.01 Plano de Localización General
Estación de Bombeo Nuevo Teapa

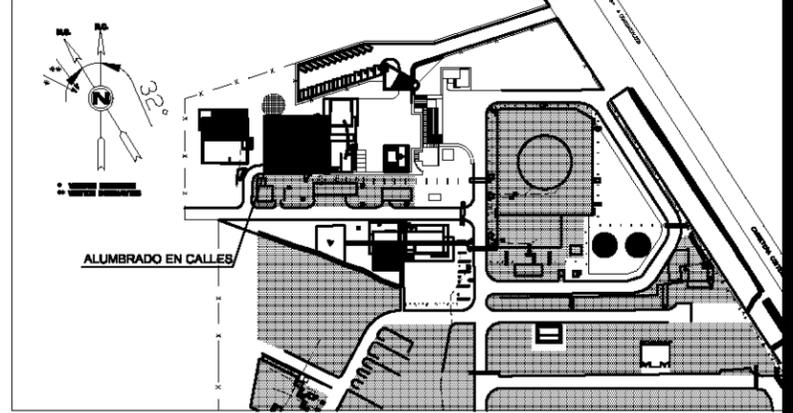
No. PROY.: F-27867

LUGAR: COATZACOALCOS, VER.

E - 001 NT



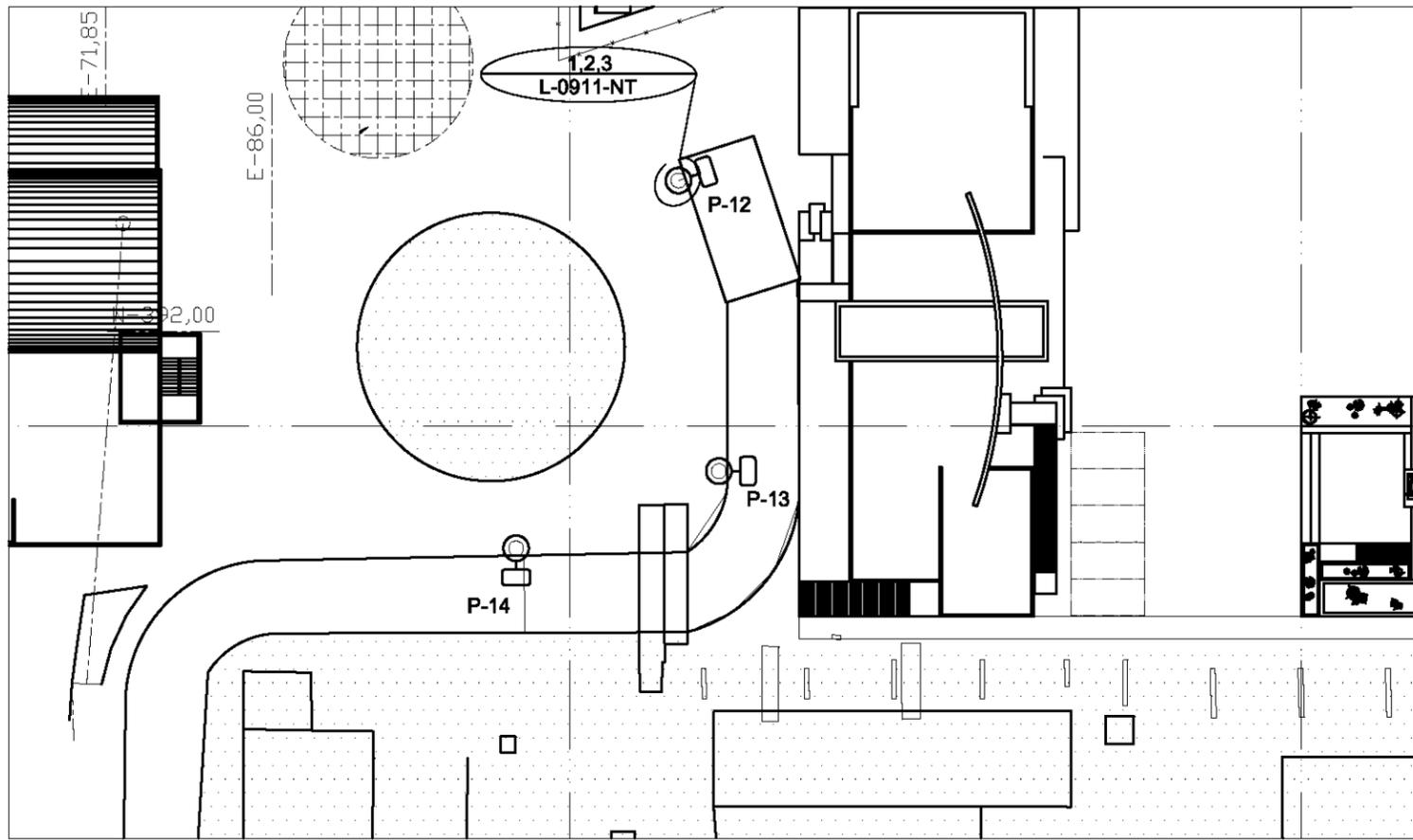
* VIENTOS RENANANTES
 ** VIENTOS DOMINANTES



CROQUIS DE LOCALIZACION ESTACION NUEVO TEAPA

NOTAS

- ESTE DISEÑO CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS EN LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS:
 - NOM-001-SEDE-2012 INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN), ARTÍCULO 690.
 - NRF-048-PEMEX-2007 DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, NUMERAL 8.12.
 - ESPECIFICACIÓN TÉCNICA GNT-SSIME-E007-2008 POSTES METÁLICOS PARA ALUMBRADO.
- LA DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO CUMPLE CON LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS POR LA NORMA NRF-048-PEMEX-2007, NUMERAL 8.12.3, PARA CALLES DE USO FRECUENTE 20 LUXES.
- LOS POSTES PARA EL SISTEMA DE ALUMBRADO AUTÓNOMO FOTOVOLTAICO DEBEN CUMPLIR CON LAS CARACTERÍSTICAS INDICADAS EN LA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA SP-L-0913-NT (EBO-ID-10.13.10) ESPECIFICACIÓN TÉCNICA, HOJA DE DATOS Y CUESTIONARIO TÉCNICO PARA ESPECIFICAR POSTES PARA ALUMBRADO DE CALLES ESTACIÓN DE BOMBEO NUEVO TEAPA.
- PARA DETALLES CONSTRUCTIVOS DE LA CIMENTACIÓN DE POSTES DE ALUMBRADO VER DIBUJOS DE INGENIERÍA CIVIL E-0911-NT: ESTACION DE BOMBEO " NUEVO TEAPA" POSTES DE ALUMBRADO ELÉCTRICO. PLANTA DE LOCALIZACIÓN, CIMENTACIÓN, SECCIONES Y DETALLES.
- SE PODRÁ AJUSTAR EL ÁNGULO DE LA DIRECCIÓN DE LA LUMINARIA EN AQUELLOS CASOS DONDE SE REQUIERA PRICIPALMENTE EN GLORIETAS Y CALLES CON CURVATURAS, PARA MANTENER LA UNIFORMIDAD DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN.
- PARA LA PUESTA A TIERRA DE LOS POSTES DE ALUMBRADO VER PLANOS: L-0912-NT (EBO-ID-10.13.09) DETALLES TÍPICOS DE INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA. ESTACIÓN DE BOMBEO NUEVO TEAPA Y L-0910-NT (EBO-ID-10.13.07) DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LA RED DE PUESTA A TIERRA ESTACIÓN DE BOMBEO NUEVO TEAPA.
- SE DEBE VERIFICAR LA COMPATIBILIDAD DE MATERIALES Y ACCESORIOS PARA PODER REALIZAR EL MONTAJE DE LA LUMINARIA EN EL POSTE PARA ALUMBRADO.
- EL DOCUMENTO INDICA LA DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS PERO AL TRATARSE DE UN SISTEMA AUTÓNOMO DE ALUMBRADO POR FOTOCELDAS INDEPENDIENTES PARA CADA LUMINARIA NO SE REQUIERE INDICAR NÚMERO DE CIRCUITO, CANTIDAD, TAMAÑO, CALIBRE DE CONDUCTOR Y TAMAÑO NOMINAL DE CANALIZACIÓN.
- ESTE DOCUMENTO ESTA RESPALDADO POR LA MEMORIA DE CÁLCULO MC-L-0915-NT (EBO-ID-10.13.12) "SELECCIÓN DE LUMINARIOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO DE ALUMBRADO DE CALLES ". ESTACIÓN DE BOMBEO NUEVO TEAPA.



⚠ SIMBOLOGÍA

- LUMINARIA AUTÓNOMA FOTOVOLTAICA A BASE DE LED'S DE 120 W, 24 VCD, COLOR 5500 °K, 50 000 HORAS DE VIDA OPERANDO A 55 °C, CON MÓDULO FOTOVOLTAICO (FV) DE ALTA EFICIENCIA, BANCO DE BATERÍAS SOLARES DE GEL ELECTROLÍTICO, SELLADAS, DE CICLO PROFUNDO CON AUTONOMÍA DE CARGA MAYOR DE 4 DÍAS, CONTROLADOR ELÉCTRÓNICO DE CARGA DE BANCO DE BATERÍAS Y ENCENDIDO PROGRAMABLE. MONTAJE EN POSTE.
- POSTE CONICO METÁLICO CIRCULAR DE 10 m.
- P-XX ← INDICA NÚMERO DE POSTE.
- ← INDICA IDENTIFICACIÓN DE DETALLE
- ← INDICA DIBUJO DE REFERENCIA DONDE SE LOCALIZA EL DETALLE

TABLA DE COORDENADAS PARA LOCALIZACIÓN DE POSTES

No	X	Y
12	108.0	414.5
13	110.3	369.9
14	99.2	391.6

C. P.	FECHA	REVISIONES				NUM.	DIBUJOS DE REFERENCIA
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	Vo. Bo.			
A	REVISION INTERNA	11/ENE/13	GVV	JELF	E-001 D	EBO-IB-02.01 Plano de localización general de equipo Estación de Bombeo Nuevo Teapa	
B	COMENTARIOS DE P.R.	24/MAR/13	GVV	JELF			
C	APLICACION COMENTARIOS DE P.R.	05/ABR/13	GVV	JELF			
D	APROBADO PARA CONSTRUCCION	27/MAY/13	GVV	JELF			

APROBADO POR PEMEX REFINACIÓN	
ING. OCTAVIO PADRON HERNANDEZ	REVISÓ
ING. ELÍAS ALBERTO ORTÍZ CARRILLO	ACEPTA
ING. JOSÉ ARMANDO ZAMORA SOSA	APRUEBA

PEMEX
 REFINACIÓN
 DIRECCIÓN GENERAL COORDINACIÓN EJECUTIVA PROYECTO NUEVA REFINERÍA
 DIRECCIÓN DE PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA EXTERNA
 DIB. ELAB. EN: MÉXICO, DISTRITO FEDERAL 21-FEB-2013

IMP
 INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
 REGIÓN CENTRO

DIBUJÓ	R.M.R.
PROY.	R.M.R.
REVISÓ	ING. J.E.L.R.
SUPERV.	ING.P.E.V.T.
ESC. 1:500	ACOT. EN: mm.

CONSOLIDACIÓN DE LA INGENIERÍA CONCEPTUAL. DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA, INGENIERÍA DE DETALLE Y PAQUETE IPC PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN PARA LA NUEVA REFINERÍA BICENTENARIO EN HIDALGO

EBO-ID-10.13.03 SISTEMA DE ALUMBRADO EN CALLES URBANIZACIÓN ESTACION DE BOMBEO NUEVO TEAPA

No. PROY. : F.27867
 LUGAR: COATZACOALCOS, VER.

L-0906-NT

REV 1