



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO
INDUSTRIAL EN AMBIENTE CORROSIVO
Y POLVOS EN SUSPENSIÓN**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A :

ANTONIO LEDESMA FONSECA

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. ALEJANDRO SOSA FUENTES**

MÉXICO, D. F.

2004

CON EL PRESENTE TEXTO QUIERO DARLE LAS GRACIAS A MIS PADRES POR HABERME APOYADO PARA TERMINAR LOS ESTUDIOS DE UNA CARRERA PROFESIONAL, LA CUAL ME HABIA FIJADO DESDE NIÑO.

Y A TODOS MIS HERMANOS, EN ESPECIAL GENARO LEDESMA FONSECA A QUIEN EN GRAN PARTE LA CULMINACION DE ESTE TRABAJO SE LO DEBO A EL.

A OFELIA MI ESPOSA Y COMPAÑERA POR SU COMPRESIÓN E IMPULSO QUE ME DIO PARA SALIR ADELANTE Y TERMINAR LA CARRERA DE INGENIERO.

ASI COMO TAMBIEN AGRADECER A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE ME BRINDARON SU AYUDA PARA MI FORMACIÓN ACADEMICA, Y QUE AHORA GRACIAS A ELLOS ESTOY TERMINANDO LA META FIJADA.

A TODOS ELLOS GRACIAS

ANTONIO LEDESMA FONSECA

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION Y OBJETIVO	5
CAPITULO I : ALCANCE	
1.1.- MARCO DE TRABAJO.....	7
1.2.- CRITERIOS DE DISEÑO.....	8
1.2.1.- GENERALES.....	8
1.2.2.- NIVELES DE ILUMINACIÓN.....	8
1.2.3.- UTILIZACION DE REFLECTANCIA.....	8
1.2.4.- SELECCIÓN DE EQUIPO DE ILUMINACIÓN.....	9
1.2.5.- SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LUMINARIAS.....	10
1.2.6.- CLASIFICACION DE AREAS.....	14
1.2.7.- VOLTAJE DE UTILIZACIÓN.....	16
1.2.8.- SISTEMAS DE CANALIZACIÓN.....	16
1.2.9.- CONDUCTORES.....	17
1.2.10.- CIRCUITOS DERIVADOS.....	18
1.2.11.- DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	18
1.2.12.- TABLEROS DE ALUMBRADO.....	19
1.2.13.- TRANSFORMADORES.....	20
1.2.14.- CONTACTOS.....	21
1.2.15.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	23

CAPITULO II: PROCEDIMIENTOS DE CALCULO DE ILUMINACION

	PAGINA
2.1.- METODO DEL FLUJO LUMINOSO O DE LOS LUMENES.....	25
2.2.- METODO DE CAVIDAD POR ZONAS (ZONAL).....	30
2.3.- METODO DE PUNTO POR PUNTO.....	34
2.4.- CALCULOS DE ILUMINACIÓN.....	38

CAPITULO III: CALCULO DE LA ALIMENTACIÓN ELECTRICA

3.1.- SELECCIÓN DEL CONDUCTOR POR CAPACIDAD DE CORRIENTE.....	78
3.2.- SELECCIÓN DEL CONDUCTOR POR CAIDA DE TENSIÓN.....	80
3.3.- CALCULO DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DERIVADOS A LAMPARAS Y CONTACTOS.....	82
3.4.- CALCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR A UN MOTOR.....	98
3.5.- CALCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR A UN TABLERO “C”.....	101
3.6.- CALCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR A UN GRUPO DE MOTORES Y OTRAS CARGAS.....	105
3.7.- CALCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR AL TRANSFORMADOR DE 75KVA 480/220-127 (TIPO SECO).....	110

CAPITULO IV: ESPECIFICACIONES DE EQUIPO

4.1.- MATERIAL Y EQUIPO.....	115
------------------------------	-----

CAPITULO V: ANEXOS

	PAGINA
5.1.- NIVELES MINIMOS DE ILUMINACIÓN RECOMENDADO PARA EL ALUMBRADO GENERAL DE INTERIORES.....	122
5.2.- TABLA DE REFLECTANCIAS APROXIMADAS.....	129
5.3.- COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN DE LAS LAMPARAS UTILIZADAS EN ESTE TRABAJO.....	134
5.4.- CUADROS DE CARGA.....	138
5.5.- DIAGRAMA UNIFILAR DEL AREA EN ESTUDIO.....	144
5.6.- DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL.....	145
5.7.- PLANO DE CONJUNTO.....	146
5.8.- ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO.....	147
5.9.- TABLAS PARA CALCULO DE CONDUCTORES.....	165
5.10.- CONCLUSIONES.....	173
5.8.- BIBLIOGRAFÍA.....	174

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO INDUSTRIAL
EN AMBIENTE CORROSIVO Y POLVOS EN
SUSPENSION**

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO.

En la actualidad el desarrollo técnico- económico del país, en general, presenta un notable incremento, tanto a corto, mediano y largo plazo; lo que implica mejorar constantemente los diseños de los sistemas de iluminación en las industrias, por lo cual el presente trabajo titulado.

“ DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO INDUSTRIAL EN AMBIENTE CORROSIVO Y POLVOS EN SUSPENSIÓN”.

Cumple con **el objetivo** de dar los criterios que se emplean en el diseño de alumbrado en plantas industriales donde se genera polvo combustible, debido a la fabricación de llantas para automóvil y el cual se encuentra suspendido en el ambiente.

Los materiales empleados en este tipo de industria son muy peligrosos por que arden con facilidad ya que es polvo de hule.

Por lo tanto se debe tener cuidado para seleccionar el equipo de iluminación y los materiales de instalación eléctrica adecuados, tanto para el polvo como para la salinidad del medio ambiente, por el lugar geografico donde esta localizada esta industria.

CAPITULO I

1.- ALCANCE

CAPITULO I: ALCANCE

1.1- MARCO DE TRABAJO

El proyecto de un sistema de alumbrado comprende fundamentalmente dos aspectos que son:

- Calculo de la iluminación
- Calculo de la alimentación eléctrica

Por consideraciones de orden practico se hace esta subdivisión, pero desde luego ambos son dependientes entre si.

En términos generales existen aspectos que deben considerarse detalladamente en los procesos de calculo como son:

El numero de luminarias para proporcionar un determinado nivel de iluminación, distribución de las luminarias, la alimentación eléctrica de las mismas, los sistemas de canalización de los conductores, protección, distribución y control de circuitos, fuentes de energía alumbrado de emergencia y contactos; cuya alimentación proviene de los mismos tableros de distribución.

La planta industrial esta dividida en cuatro áreas principales:

- Almacén
- Área de proceso y producción
- Oficinas
- Estacionamiento

1.2.- CRITERIOS DE DISEÑO

1.2.1.- GENERALES.

Todos los métodos y procedimientos de diseño puestos en practica, para realizar este proyecto de alumbrado esta basado en experiencias propias, y tomando como base el Manual del Alumbrado Westinghouse

1.2.2.- NIVELES DE ILUMINACIÓN.

Los niveles de iluminación, para realizar el calculo de alumbrado de un determinado local en una planta industrial, se obtendrá de la siguiente manera:

- Si las especificaciones del proyecto proporcionadas por el cliente lo indican.
- Consultando las tablas de niveles mínimos de iluminación, editadas por la Sociedad Mexicana de Ingeniería E Iluminación, las cuales dan valores mínimos de iluminación y que por consideraciones de orden económico son aplicables en la Republica Mexicana.

1.2.3.- UTILIZACIÓN DE REFLECTANCIA

Es la relación que existe entre la luz reflejada por una superficie y la luz incidente sobre ella.

La reflectancia de una superficie dada, puede variar considerablemente de acuerdo con la dirección y la naturaleza de la luz incidente.

Por lo tanto, la reflectancia de techo y muros queda determinado por su acabado y color.

En este trabajo se presenta en el **CAPITULO V** una tabla de valores aproximados, en por ciento, de reflectancia en diferentes acabados y colores.

1.2.4.- SELECCIÓN DE EQUIPO DE ILUMINACIÓN

Factores importantes que deben tenerse en cuenta para seleccionar el equipo de alumbrado:

La intensidad luminosa, propia para aplicarse en cada caso particular de alumbrado, debe ser considerada como primer termino.

La construcción mecánica es importante en toda clase de tipos de luminarias. Es esencial que las partes de metal sean lo suficientemente rígidas para mantenerse alineadas, y poder soportar con seguridad sus accesorios.

Otro factor también importante, es la accesibilidad que han de tener las lámparas y las demás partes eléctricas para su mantenimiento.

La apariencia externa de la luminaria que se usa en plantas industriales es de menor importancia, pero si se requiere, deberá estudiarse de acuerdo a la arquitectura y decoración de la zona a que se destinara.

1.2.5.- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LUMINARIAS.

La iluminación producida por los diferentes modelos de luminarias pueden clasificarse de acuerdo al tipo de trabajo a realizar y las necesidades específicas del local, de la siguiente manera:

1.2.5.1.- ALUMBRADO GENERAL

1.2.5.2.- ALUMBRADO GENERAL LOCALIZADO

1.2.5.3.- ALUMBRADO SUPLEMENTARIO

1.2.5.1.- ALUMBRADO GENERAL.

Se llama así a la disposición de las luminarias que proporcionen un nivel razonablemente uniforme de iluminación en un área interior.

Las dimensiones del local, las características de distribución, son factores que determinan el emplazamiento de los equipos.

La distribución uniforme se obtiene mediante la colocación simétrica de las luminarias necesarias para producir el nivel de iluminación deseado.

Se debe estudiar una ubicación aproximada de las luminarias, ajustándolas de forma tal que, el número total de ellas sea divisible por el número de filas.

La separación exacta entre lámparas se obtiene dividiendo la longitud del local por el número de luminarias de una fila, dando una tolerancia aproximada de un tercio de dicho espacio entre la pared y la primera unidad.

Para una distribución uniforme de la iluminación con la mayor parte de luminarias, estas dos dimensiones deben ser aproximadamente iguales.

En algunos casos, cuando se usan lámparas fluorescentes para obtener niveles de iluminación relativamente altos, en el aspecto general y fácil instalación de los conductores, se recomienda el uso de hileras continuas de luminarias, separadas lo suficiente para cumplir los requisitos de una buena distribución.

La relación entre la separación y la altura de montaje debe estar dentro de los límites establecidos por las características de distribución de la luminaria, proporcionadas por los fabricantes.

1.2.5.2.- ALUMBRADO GENERAL LOCALIZADO.

Consiste en colocar los equipos de alumbrado en zonas específicas de trabajo donde se necesite más iluminación, bastando con la luz emitida por dichas luminarias para iluminar las áreas contiguas.

Las luminarias del tipo directo indirecto son las que más se utilizan.

Este tipo de alumbrado, puede utilizarse ventajosamente en la iluminación de los puntos de trabajo de las grandes máquinas o equipos de proceso, los bancos de trabajo en talleres y áreas de producción.

1.2.5.3.- ALUMBRADO SUPLEMENTARIO.

Proporciona una intensidad relativamente alta en puntos específicos de trabajo, mediante un equipo de alumbrado directo, combinado con la iluminación general o localizada.

Notas relativas a la disposición de luminarias

Nota 1.- En términos generales, se debe tratar de localizar las luminarias haciendo una distribución uniforme.

Nota 2.- Si las características propias del local impiden la distribución uniforme de las luminarias. Estas se podrán eliminar o relocalizar dentro de los límites de iluminación tolerables. La distribución de las luminarias en **A y D** es típica para áreas de proceso.

Ver hoja (anexa) de disposiciones típicas de luminarias para alumbrado interior.

Nota 3.- Lo anterior se debe tener presente al realizar los cálculos de iluminación, debido a que se podrá estimar una disminución del área que este ocupando un determinado equipo, lo cual trae como consecuencia la reducción de equipos de alumbrado necesarios para producir el nivel de iluminación deseado (**ver fig. A,D y E**).

Nota 4.- La distribución en **B y C** es típica para áreas de producción, almacenes, bodegas, casas de máquinas, talleres comedores y cafeterías.

Nota 5.- La distribución en **E** es típica para oficinas, áreas de producción, laboratorios, almacenes, talleres, subestaciones eléctricas, cuartos de control, baños y vestidores

Nota 6.- La distribución en **F** es típica para oficinas, salas de juntas y cafeterías

DISPOSICIONES TÍPICAS DE LUMINARIAS PARA ALUMBRADO INTERIOR

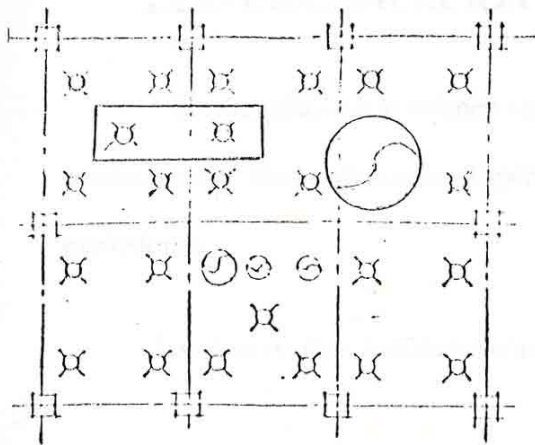


FIGURA A

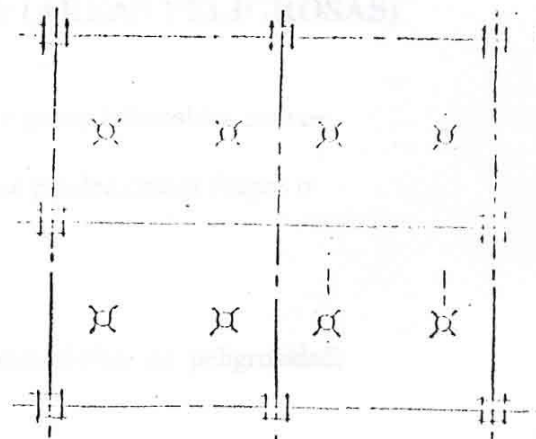


FIGURA B

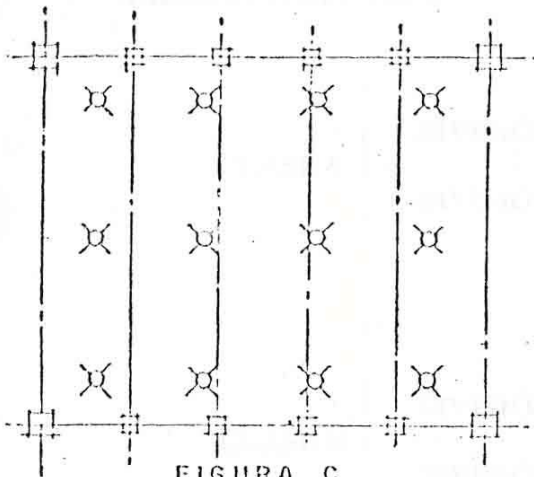


FIGURA C

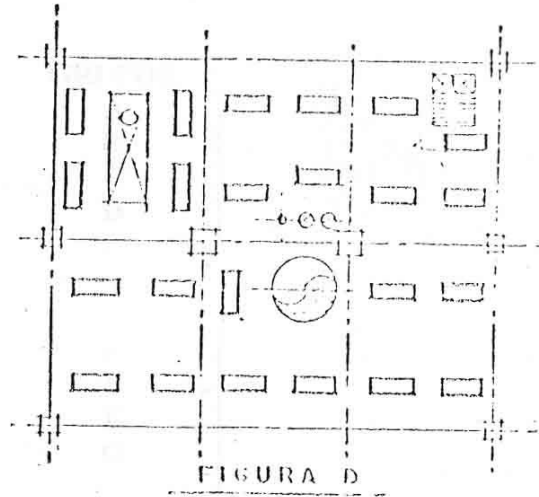


FIGURA D

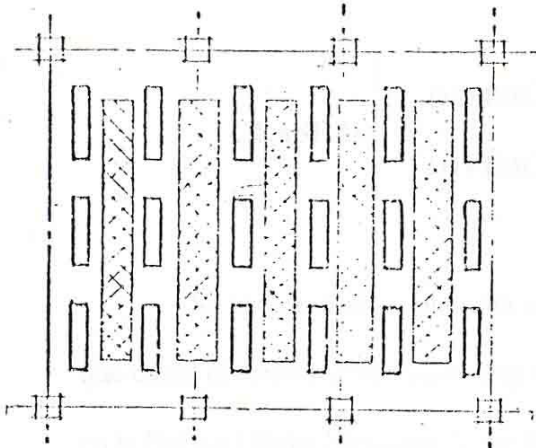


FIGURA E

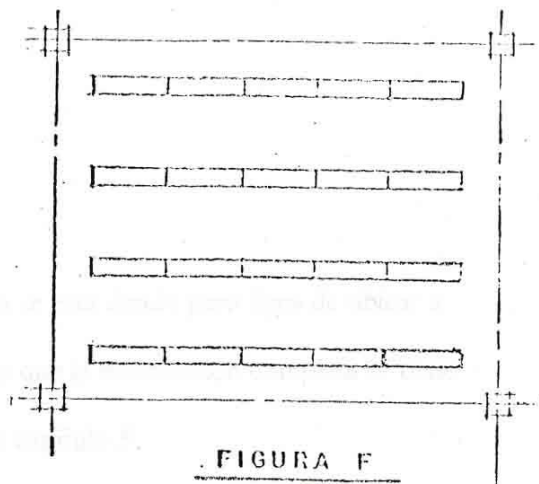


FIGURA F

SÍMBOLOS:

- INCANDESCENTE ó DE MERCURIO.
- FLUORESCENTE.

1.2.6.- CLASIFICACION DE AREAS: (AREAS PELIGROSAS)

Son aquellas que contienen vapores, líquidos o gases inflamables, polvos combustibles y fibras inflamables dispersas en el aire que pueden causar fuegos o explosiones.

Las áreas están clasificadas con base en sus características de peligrosidad:

AREAS CLASIFICADAS:

		GRUPOS
CLASE I	DIVISIÓN 1	A
	DIVISIÓN II	B C D
CLASE II	DIVISIÓN 1	E
	DIVISIÓN II	F G
CLASE III	DIVISIÓN 1	
	DIVISIÓN II	

Se hace énfasis en que esta información solo se esta dando para fines de ubicar a que clase, división y grupo pertenece el actual texto y que la información completa se tiene en la Norma Oficial Mexicana NOM- 001-SEDE- 1999 capitulo 5.

Por lo tanto:

Se debe considerar el tipo de producción de la planta industrial y el medio ambiente en que se efectuara la instalación, es decir, que se deberán aplicar las limitaciones impuestas a cada área en especial; para lo cual se requiere establecer si es área normal, ambiente corrosivo, húmedo, seco, etc.. De tal forma que:

El presente trabajo esta ubicado en CLASE II DIVISIÓN I GRUPO G y el medio ambiente es corrosivo de origen SALINO

CLASE II: Son aquellos que son peligrosos debido a la presencia de polvo combustible.

CLASE II, DIVISIÓN I: Son aquellas áreas en la cual hay o puede haber polvo combustible suspendido en el aire en forma continua, intermitente o periódicamente bajo condiciones normales de operación, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

GRUPO G: Atmósferas que contienen polvos de madera, granos, flúor, plásticos o químicos.

1.2.7.- VOLTAJE DE UTILIZACIÓN

El voltaje que se utiliza en las plantas industriales o comerciales, en los circuitos que alimentan exclusivamente reactores para lámparas de vapor de mercurio o fluorescente, pueden ser, para mas de 150v. entre fase y tierra pero no mas de 300v.

Cuando las lámparas de descarga eléctrica sean utilizadas con base de rosca, las luminarias no deberán ser instaladas a menos de 2.44 mts. sobre el piso. Esto permite el uso de instalaciones a 480-277v., 3 fases, 4 hilos, con el equipo conectado entre fases o entre fase y neutro.

1.2.8.- SISTEMA DE CANALIZACIÓN

Se utilizaran sistemas de canalización que proporcione la protección adecuada a los conductores, para lograr una correcta y eficiente distribución, con lo cual se obtenga un sistema funcional y a su vez se logre una ruta o trayectoria para los conductores lo mas corta posible, lo que redituara grandes ventajas en el aspecto económico e instalación.

El tipo de canalización debe ser metálica rígida, roscada, esmaltada según Norma Oficial DGN-J-16, grado de calidad A tipo 2 puede usarse en todos los lugares y bajo cualquier atmósfera o bien utilizar ductos herméticos al polvo fosfatizados y tropicalizados.

El tamaño de la tubería conduit sera de acuerdo con las previsiones de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999. Apéndice "C". Teniéndose en cuenta el número y el área transversal de los conductores.

El diámetro mínimo de la tubería conduit para instalaciones de alumbrado y contactos deberá ser de 21mm. (**De la experiencia propia de la empresa**)

Las cajas registro serán tipo conduit, de serie rectangular u ovalada y estarán de acuerdo con las previsiones marcadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999 Artículos 502-4 (b)

1.2. 9.- CONDUCTORES.

Los conductores deberán tener un aislamiento adecuado para operar hasta un voltaje de 600 v., serán unipolares, de cobre suave electrolítico, formado por varios alambres cableados concéntricamente según clase “B” tipo XLP-RHH-RHW a 600v.

Como base general de diseño, los conductores serán del calibre tal que una corriente normal máxima (de carga), que no exceda el 80% de la capacidad de corriente permitida en los conductores; después de las correcciones propias que se hacen por temperatura ambiente, así como cercanía con otros conductores, número de cables en el mismo conduit y espaciamiento entre conduits que son factores que pueden contribuir al calentamiento del cable durante su operación.

A petición del cliente el calibre mínimo de los conductores para circuitos de alumbrado deberán ser del num. 12 awg y para contactos num. 10 awg .

Todos los conductores serán del tamaño tal que la caída del voltaje máxima permisible entre el equipo de entrada de servicio y la última carga conectada, no deban exceder del 5%.

Si los alimentadores tienen una caída de tensión 2% entonces solamente el 3% será para los circuitos derivados o viceversa.

1.2. 10.- CIRCUITOS DERIVADOS

Es el conjunto de los conductores de los circuitos desde los últimos dispositivos finales de sobrecorriente que protege a esos circuitos hasta la salida o salidas de las cargas.

La carga máxima en un circuito no deberá exceder el 80% de la capacidad de conducción del conductor .

La capacidad de un circuito esta dada por el ajuste del dispositivo de protección de sobrecorriente del mismo, aun cuando los conductores empleados sean de mayor capacidad.

En edificios comerciales e industriales deberán proveerse circuitos separados para alumbrado y contactos.

1.2.11.- DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

El dispositivo de protección debe tener la capacidad adecuada para interrumpir el circuito con seguridad bajo cualquier condición anormal posible, es decir que de protección contra sobrecarga y contra corto circuito.

La selección correcta a ellos depende de varios factores como son el voltaje de operación, la capacidad de corriente normal, la capacidad para interrumpir y soportar sin dañarse la corriente de corto circuito.

El rango de corriente normal para interruptores termomagnéticos no será menor del 125% del rango de corriente nominal del circuito (**de la carga**)

1.2.12.- TABLEROS DE ALUMBRADO

Los tableros de alumbrado estarán fabricados bajo normas de fabricación contra polvo y corrosión es decir sus acabados serán bonderizados y a prueba de polvo.

Los tableros de alumbrado alimentan principalmente cargas monofásicas, tales como: lámparas, máquinas de oficina, acondicionadores de ventana y los receptáculos comunes de enchufe. también pueden usarse para alimentar pequeñas cargas trifásicas.

Generalmente constan de un grupo de interruptores termomagnéticos en caja moldeada, los cuales están montados en gabinete metálico adecuado para instalarse en una pared o en una columna. pueden colocarse empotrados o sobrepuestos.

Las barras de los tableros de alumbrado deberán tener un rango en amperes no menor que la capacidad de los conductores de alimentación para la carga total suministrada por el tablero, como mínimo. Las barras de un tablero pueden tener un rango en amperes mayor o igual que el rango de corriente de su alimentador, pero nunca podrán tener un rango de corriente menor que el requerido por el alimentador.

Los tableros deben estar colocados tan cerca como sea posible del centro de la carga que alimentan y ser fácilmente accesibles.

1.2.13.- TRANSFORMADORES

Los transformadores deberán ser tipo seco, a prueba de polvo y recubrimiento bonderizado para operar al nivel del mar y cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999.

Para seleccionar un transformador de alumbrado, se deberán tener presentes las siguientes consideraciones.

- 1.- Capacidad en KVA
- 2.- Numero de fases
- 3.- Relación de transformación
- 4.- Derivaciones de voltaje (taps)
- 5.- Tipo de enfriamiento
- 6.- Impedancia

1.- La capacidad en kva a primera instancia debe ser tal que, cubra la totalidad de la carga instalada.

2.- la utilización de transformadores monofásicos o trifásicos esta condicionada principalmente por la capacidad de kva, es decir, resulta mas económico utilizar transfo

dores monofásicos debajo de 7 ½ kva. de igual manera, resulta mas ventajoso utilizar transformadores trifásicos cuyo rango este por arriba de los 7 ½ kva.

3. y 4.- La relación de transformación y derivaciones de voltaje necesarias; son seleccionadas para suministrar el correcto valor del voltaje a las terminales de la carga, tomando en cuenta las variaciones de voltaje de la fuente y las líneas de distribución.

5.- El tipo de enfriamiento depende principalmente de la capacidad de los kva del transformador, así como de las condiciones ambientales del lugar donde se instalara.

6.- El valor de la impedancia será usado para el calculo de corto circuito

1.2.14.- CONTACTOS

La instalación de contactos en una planta industrial estará condicionada por las propias necesidades que se tengan, tomando en cuenta lo siguiente:

La clasificación del local, en cuanto a limitaciones que existan, para instalar el equipo adecuado en este caso a prueba de polvo.

La capacidad de circuitos, que se determina considerando contactos de 180 VA por salida Art. 220-3 (c)-7 de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999.

Como en la mayoría de los casos en áreas de proceso la carga a conectar no la podemos determinar, se estimaran 5 amperes por cada 3 contactos.

De esta manera los contactos se agruparan en conjuntos de no mas de 6 contactos por circuito.

La cantidad de contactos en áreas de oficina, laboratorios y cuartos de control, se determina de acuerdo a lo siguiente:

En superficies menores de 40 m² usar 1 contacto por cada tres metros de muro.

En áreas de proceso, producción, almacenamiento y similares, se proveerán contactos ubicados sobre la base de cubrir toda la planta, considerando el uso de cordones de 15mts. De extensión, excepto para subestaciones donde se proveerán 2 receptáculos.

En áreas de operación externa se instalaran contactos sobre la base de cordones de 30m de extensión.

Considerando lo anterior, el proyectista puede disminuir o aumentar el numero de contactos dependiendo de las necesidades para cada caso en particular o bien, utilizando los criterios o especificaciones proporcionadas por el cliente.

El espaciamiento o distribución de contactos debe hacerse en forma equidistante, siempre que las condiciones lo permitan.

1.2.15.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Un sistema de alumbrado de emergencia en una planta industrial será aquel que proporcione la iluminación esencial mínima, para que en caso de interrupción del suministro garantice un mínimo de visibilidad, proporcione seguridad a la vida de los trabajadores, a la continuidad de las operaciones y a las propiedades de la empresa.

La cantidad de iluminación necesaria para un sistema de emergencia en términos generales será de un 20% de la iluminación producida normalmente, empleando de manera practica las siguientes consideraciones:

- Porcentaje aplicado al nivel de iluminación en lux
- Porcentaje aplicado al numero total de equipos
- Porcentaje aplicado al numero total de watts.

En este trabajo las consideraciones para el alumbrado de emergencia solicitadas por el cliente fueron al 100% del alumbrado instalado así como la alimentación al aire acondicionado y algunas áreas de proceso, para garantizar la seguridad de la planta.

El sistema de suministro de voltaje de emergencia estará compuesto por un generador o planta de emergencia, y un tablero de transferencia automático.

La conexión a este tablero de transferencia es por un lado el suministro de corriente del sistema normal y por el otro, la corriente generada por la planta de emergencia, de tal forma que al ocurrir una falla eléctrica en el sistema de alimentación normal, el equipo de transferencia lo detecta y entra en servicio la planta de emergencia y proporciona así, el suministro de energía eléctrica requerida para la carga conectada.

CAPITULO II

2.- PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE ILUMINACION

CAPITULO II PROCEDIMIENTOS DE CALCULO DE ILUMINACION

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

- Para situaciones de alumbrado interior el método a utilizar es el de cavidad zonal.
- Para determinar la luminancia en un punto se utiliza el método de punto por punto.

2.1.- METODO DEL FLUJO LUMINOSO O DE LOS LUMENES

Este método proporciona valores promedio de iluminación y se aplica únicamente a interiores.

A continuación se describe el proceso a seguir y en el cual se deben tener en cuenta seis pasos fundamentales:

2.1.1.-Determinar el nivel de iluminación requerido.

Puede ser de dos formas:

2.1.1.1.- Si las especificaciones del proyecto lo determinan

2.1.1.2.- Consultando las tablas e niveles de iluminación.

2.1.2.-Seleccionar el sistema de alumbrado y las luminarias.

Los sistemas de alumbrado se clasifican de la siguiente forma:

Directo, semi- directo, general difuso o directo- indirecto, semi-indirecto e indirecto.

Generalmente las oficinas quedan mejor iluminadas mediante un sistema indirecto o directo – indirecto.

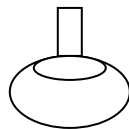
Las áreas de proceso y producción regularmente utilizan un sistema directo o semi – directo.

La elección de un sistema para una mejor aplicación, dependerá de las tareas visuales a realizar y de las características del área a iluminar.

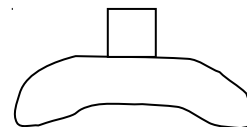
APLICACIÓN DE LAS CURVAS TÍPICAS DE DISTRIBUCION



CONCENTRADA



INTENSIVA



EXTENSIVA

2.1.2.1.- Concentrada: Áreas de proceso de gran altura.

2.1.2.2.- Intensiva: Oficinas.

2.1.2.3.- Extensiva: Bodegas, almacenes.

2.1.3.- Determinar el coeficiente de utilización.

El coeficiente de utilización es un factor que tiene en cuenta: La eficiencia, distribución y altura de montaje de las luminarias, las dimensiones del local y la reflexión de las paredes, techos y pisos.

Los locales se clasifican con relación a sus dimensiones y se forman en diez grupos, cada uno de los cuales es identificado por una letra conocida bajo el nombre de “índice del local”.

Los índices del local para una amplia gama de dimensiones, se dan en la tabla de índice del local (anexa) o bien, pueden ser calculados mediante las siguientes formulas:

Para luminarias directas, semi-directas y directas- indirectas o general difusa

$$\text{Relación del local} = \frac{\text{Largo x Ancho}}{\text{Altura de montaje/Plano de trabajo x (Largo + Ancho)}}$$

Para luminarias semi-indirectas e indirectas

$$\text{Relación del local} = \frac{3 \text{ Largo x Ancho}}{2 \text{ Altura de montaje/Plano de trabajo x (Largo + Ancho)}}$$

Cada índice de local representa el valor de la relación del local y las tablas de coeficientes de utilización se basan en el valor del punto central de esas relaciones del local.

Una vez obtenido el valor de la relación del local, se buscara el índice del local en la tabla de valores de las relaciones del local.

TABLA DE INDICE DEL LOCAL

Indice del local	Relación del local		Punto central
J	Menos	0.7	0.60
I	0.7	0.9	0.80
H	0.9	1.12	1.00
G	1.12	1.38	1.25
F	1.38	1.75	1.50
E	1.75	2.25	2.00
D	2.25	2.75	2.50
C	2.75	3.50	3.00
B	3.50	4.50	4.00
A	Mas de	4.50	5.00

El coeficiente de utilización puede entonces determinarse por el índice del local y por la reflectancia adecuada en las superficies de la habitación (techos y paredes), haciendo uso de las tablas de coeficientes de utilización, aplicables a una luminaria determinada o bien, directamente de las tablas proporcionadas por el fabricante de la luminaria seleccionada.

2.1.2.4.- Estimar el factor de mantenimiento.

El nivel luminoso en servicio, producido por cualquier instalación de alumbrado,

se determina por un análisis, dependiendo de las condiciones bajo las que el sistema deberá funcionar.

En las tablas de coeficientes de utilización también encontramos los factores de conservación que se dan para las lámparas y luminarias. Y han sido identificadas para tres condiciones definidas, que son las siguientes:

2.1.2.4.1.- Factor de mantenimiento bueno. Cuando las condiciones atmosféricas y ambientales son buenas, las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se reemplazan por el sistema de sustitución en grupo.

2.1.2.4.2.- Factor de mantenimiento medio. Cuando existen condiciones atmosféricas y ambientales menos limpias. es decir la limpieza de la luminaria no es frecuente y solo se sustituyen las lámparas cuando se funden.

2.1.2.4.3.- Factor de mantenimiento malo. Cuando el medio ambiente es bastante sucio y la instalación tiene una conservación deficiente.

El proyectista debe forzosamente hacer un examen cuidadoso respecto a las condiciones existentes y futuras, para llegar a un factor de conservación práctico.

El factor de mantenimiento para esta planta en cuestión se tomó de la experiencia propia de la empresa y se le dio el factor de mantenimiento de 0.6 por considerarlo en términos generales muy sucio.

2.1.2.5.- Cálculo de los lúmenes totales.

$$\text{Lúmenes totales} = \frac{\text{Nivel de iluminación} \times \text{Área}}{\text{Coeficiente de Utilización} \times \text{Factor de mantenimiento}}$$

2.2.2.6.- Cálculo del número de equipos requeridos.

$$\text{Equipos requeridos} = \frac{\text{Lúmenes totales}}{\text{Lúmenes por equipo}}$$

Es recomendable, una vez que se tenga el número de equipos necesarios para proporcionar el nivel de iluminación deseado se proceda a la inversa, es decir, se calcule el nivel de iluminación proporcionado por el número de equipos obtenidos.

2.2.- METODO DE CAVIDAD POR ZONAS (ZONAL)

En general, el método de cavidad por zonas comprende:

2.2.1.- Suposición o medición de las reflexiones del techo (acabado), pared y piso.

2.2.2.- Sustitución de valores en fórmulas simples para encontrar las relaciones de cavidad de cuarto.

2.2.3.- Uso de la tabla de reflexiones efectivas por cavidad.

2.2.4.- Uso de las tablas de fabricantes para encontrar los coeficientes de utilización de las unidades de alumbrado que se van a emplear.

2.2.5.- Sustitución de valores en una formula simple para determinar los luxes deseados o el numero de unidades de alumbrado.

Dicho lo anterior, a continuación se explica el procedimiento de calculo, el cual nos determinara el numero de unidades requeridas para proporcionar el nivel de iluminación deseado.

2.2.6.- Determinar el nivel de iluminación requerido puede ser de dos formas:

2.2.6.1.- Si las especificaciones del proyecto la determinan.

2.2.6.2.- Consultando las tablas de iluminación.

2.2.7.- Selección del tipo de luminaria

Este es un punto de vital importancia, ya que su adecuada elección debe ser apropiada para el tipo de trabajo que se desarrollara en la zona para la cual se realizara el calculo de iluminación.

A juicio del proyectista y como medida practica, se podrán elegir luminarios idénticos a las ya existentes, si se trata de una ampliación. O en instalaciones completamente nuevas, tomar como referencia las recomendaciones de los fabricantes.

2.2.8.- Determinación del coeficiente de utilización.

El valor del coeficiente de utilización se encuentra haciendo uso de las tablas que para este fin son proporcionadas por los fabricantes de luminarias.

El uso de las tablas de coeficientes de utilización proporcionadas por los fabricantes de luminarias, requiere que previamente se establezcan:

2.2.8.1.- El valor de la relación de la cavidad del local (Rcl)

2.2.8.2.- El valor de la reflectancia efectiva de pared

2.2.8.3.- El valor de la reflectancia efectiva de techo

2.2.8.4.- El valor de la reflectancia efectiva de piso

Para determinar el valor de la relación de la cavidad del local (Rcl) se puede hacer uso de la siguiente formula:

$$Rcl = \frac{5Hcl (Longitud + Ancho)}{Longitud \times Ancho}$$

La relación de la cavidad de techo se determina utilizando la misma formula que se uso para la relación de cavidad del local.

$$Rct = \frac{5Hct(longitud + ancho)}{longitud \times ancho}$$

la relación de la cavidad de piso se determina utilizando la misma formula que se uso para la relación de cavidad del local.

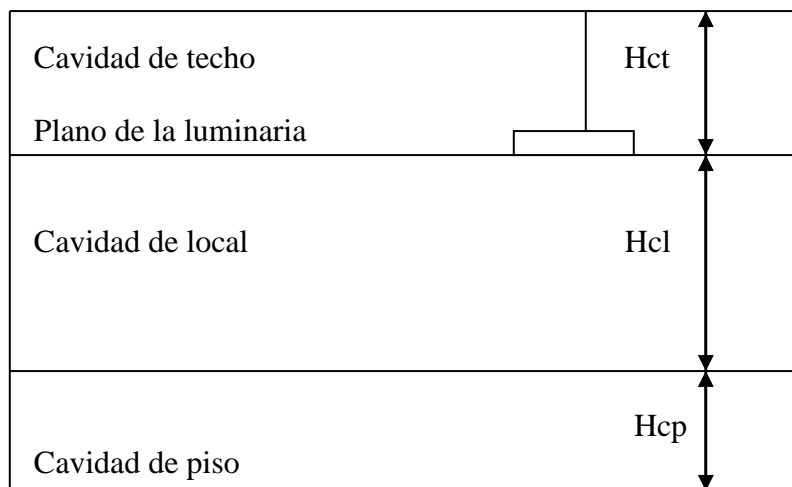
$$Rcp = \frac{5Hcp (Longitud + Ancho)}{Longitud \times Ancho}$$

En donde: R_{cl} = relación de la cavidad del local

H_{cl} = altura de la cavidad del local

H_{ct} = altura de la cavidad del techo

H_{cp} = altura de la cavidad del piso



- El valor de la reflectancia efectiva de la pared, se obtiene como dato o se localiza en las tablas de reflexiones recomendadas.

- El valor de la reflectancia efectiva de la cavidad del techo es:

Para luminarias sobrepuestas o empotradas en el techo, la misma que la del techo real.

Para luminarias suspendidas, se usa la tabla de reflectancias efectivas de cavidad, teniendo como datos la relación de cavidad de techo, y reflectancia base de techo y paredes.

- El valor de la reflectancia efectiva de la cavidad del piso será:

Para luminarias suspendidas, sobrepuestas o empotradas en techo, se usa la tabla de reflectancias efectivas de cavidad, teniendo como datos la relación de cavidad de piso, y reflectancia base de piso y paredes.

Para calculo de lumenes totales se emplea la siguiente formula:

$$\text{Lumenes totales} = \frac{\text{Nivel de iluminación} \times \text{Área}}{\text{Coeficiente de utilización} \times \text{Factor de mantenimiento}}$$

Para el calculo del numero de equipos requeridos se tiene la siguiente formula:

$$\text{Equipos requeridos} = \frac{\text{Lumenes totales}}{\text{Lumenes} \times \text{Equipo}}$$

2.3.- METODO DE PUNTO POR PUNTO

El método de punto por punto, determina con exactitud el nivel de iluminación en cualquier punto dado en una instalación, al sumar las contribuciones de iluminación hacia un punto determinado provenientes de cada luminaria.

Este método es útil en la determinación de variación de niveles de iluminación, y se usa con mucha frecuencia en el área industrial.

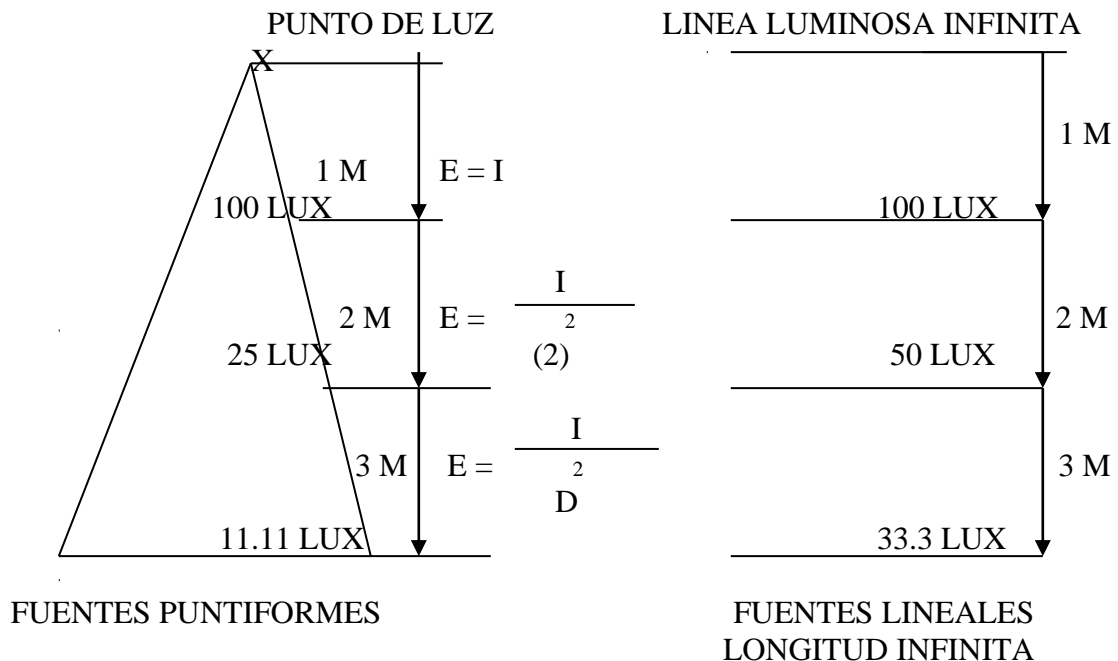
Este método no toma en consideración contribuciones de otras fuentes como reflexión de las paredes, techos, etc..

Se tienen las siguientes relaciones fundamentales:

2.3.1.- Fuentes puntiformes.- la iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. una lámpara incandescente sola o una esfera cerrada, puede ser tratada como una fuente de luz puntiforme.

2.3.2.- Fuentes lineales de longitud infinita.- La iluminación es inversamente proporcional a la distancia. una fila de lámparas fluorescentes o incluso una lámpara fluorescente a corta distancia se aproximan a una fuente lineal.

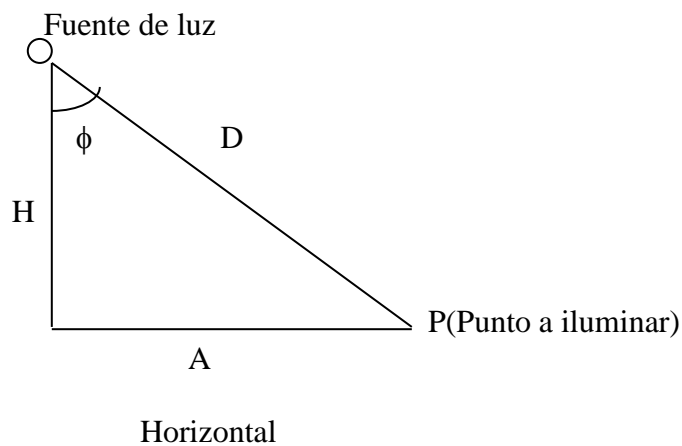
2.3.3.- Fuente superficial de área infinita.- La iluminación no cambia con la distancia. Un grupo panel luminoso, o un techo iluminado por medios indirectos se aproxima a esta condición y dentro de ciertos límites la iluminación no cambiara mucho con la distancia.



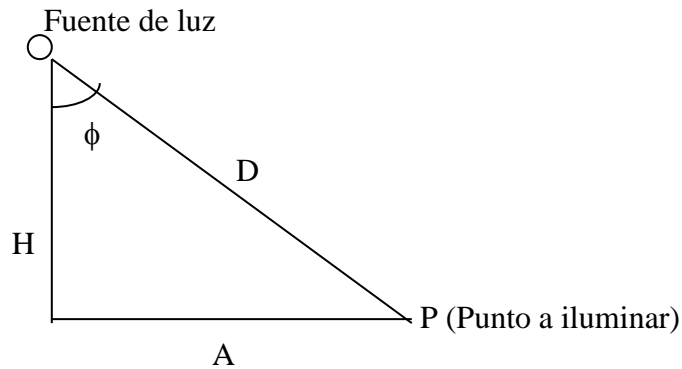
Ley de la inversa de los cuadrados se puede usar para calcular cuando la distancia de la fuente es al menos cinco veces la máxima dimensión de la fuente. Por tal motivo cuando son áreas de trabajo normales no se utiliza.

En los casos en que se den estas condiciones, y en los que haya curva de distribución luminosa de la fuente, se puede determinar la iluminación sobre la superficie horizontal o vertical, mediante el empleo de las formulas siguientes:

$$E = \frac{I \times \cos \phi}{D^2} \quad (\text{Superficie horizontal})$$



$$E = \frac{I \times \text{sen } \phi}{D^2} \quad (\text{Superficie vertical})$$



Vertical

Donde :

E = Nivel de iluminación en luxes

I = Intensidad de la luz en lumenes

D = Distancia de la fuente luminosa al lugar iluminado en metros

Y como :

$$\text{Sen } \phi = A/D \quad \text{y,} \quad \text{Cos } \phi = H/D$$

Las formulas pueden escribirse de la siguiente manera:

En el plano horizontal:

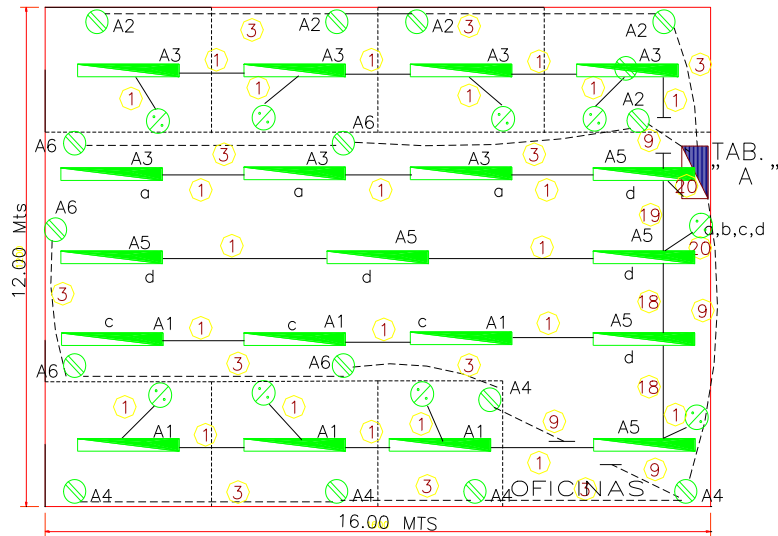
$$E = \frac{I \times H^3}{(D)^3} = \frac{I \text{ Cos } \phi^3}{(H)^2}$$

En el plano vertical:

$$E = \frac{I \times A^2}{(D)^3} = \frac{I \text{ Cos } \phi^2 \times \text{Sen } \phi}{(H)^2}$$

2.4.- CALCULOS DE ILUMINACION

OFICINAS



Lámpara fluorescente luz de día alta emisión tipo F96T8/W/HO 127 volts. la luminaria seleccionada es cat. DV59-27 de 2x 59W para empotrar en plafon mca Ilinsa.

Largo (a) = 15mts.
 Ancho (b) = 12 mts.
 Altura (c) = 4 mts
 Factor de envejecimiento de la lamp. (fll) = 0.85
 Factor de mantenimiento = 0.70
 Altura montaje de la lamp (h) = 3 mts.
 E = 300 Lux

Reflectancia de techo = 80%
 Reflectancia de pared = 50%
 Reflectancia de piso = 30%

Lumenes por luminaria = $6000 \times 2 = 12000$

Altura del plano de trabajo = 1 mts

La oficina cuenta con falso plafon

De las tablas de relacion de cavidad encontramos:

Cavidad de techo = 0.0

Cavidad de piso = 0.72

Cavidad del local = 1.6

Calculados con la formula:

$$R_{ct} = 5H_{ct} (b + a) / a \times b = 0.0$$

$$R_{cp} = 5H_{cp} (b + a) / a \times b = 5 \times 1 \times (15 + 12) / 15 \times 12 = 0.75$$

$$R_{cl} = 5H_{cl} (b + a) / a \times b = 5 \times 2 \times (15 + 12) / 15 \times 12 = 1.5$$

Se toman las calculadas por considerar que son las mas acertadas.

Calcular las reflexiones efectivas para, de esta manera conocer el valor verdadero de las Reflectancias para piso y techo.

Reflectancia efectiva de techo = 80% (Por ser una luminaria empotrada en plafón)

Reflectancia efectiva de piso = 0.25

De la tabla de coeficientes de utilización de la luminaria seleccionada y utilizando la tabla de índice de local pagina num. 28 se obtiene el valor para este caso particular.

c.u. = 0.55

Corrección de la reflectancia efectiva de piso, se hace a partir de la tabla de factores multiplicativos para reflectancia de piso diferentes al 20% = 1.065

$$c.u = 0.55 \times 1.065 = 0.5858$$

El factor de depreciación (d) = $f_{ll} \times f_m = 0.85 \times 0.7 = 0.595$

$N = \text{núm. de luminarios} = E \times (a \times b) / (\text{No. de lámparas / luminario} \times \text{lumenes / lampara} \times \text{Coeficiente de utilización} \times \text{depreciación})$

$$N = 400 \times 12 \times 15 / 2 \times 6000 \times 0.5858 \times 0.595 = 17.21 = 18 \text{ lámparas}$$

El máximo espaciamiento entre luminarias es:
(se toma de los datos del fabricante)

$$h \times s = 3 \times 1.4 = 4.2 \text{ mts.}$$

Área promedio del luminario

$$\text{Área total} / n = 180/18 = 10 \text{ m}^2$$

$$\text{Espaciamiento entre luminarias} \sqrt{10} = 3.16 \text{ mts}$$

$$\text{a lo largo } 15/3.16 = 4.74$$

$$5 \times 4 = 20$$

$$\text{a lo ancho } 12/3.16 = 3.8$$

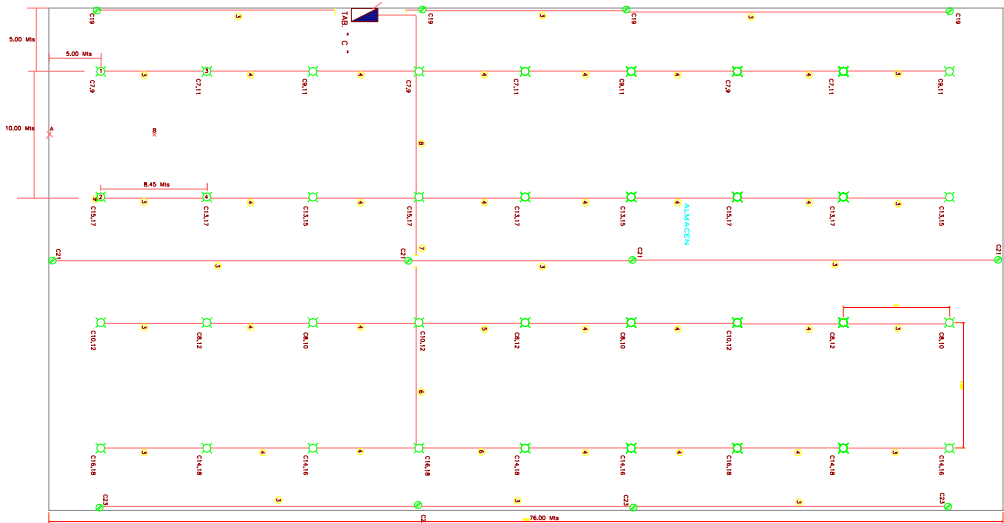
$$4 \times 5 = 20$$

Comprobación del nivel de iluminación.

$$E = \frac{\text{Núm. de luminarias} \times \text{Nlmparas} / \text{luminaria} \times \text{lumenes/lámpara} \times \text{c.u.} \times \text{depreciación}}{\text{Largo} \times \text{Ancho}}$$

$$E = \frac{18 \times 2 \times 6000 \times 0.5858 \times 0.595}{15 \times 12} = 418.26 \text{ Lux}$$

ALMACEN



Lámpara vapor de mercurio 400w, 220v marca Wide Lite cat. 1LH-400-1ST colgante en techo

Factor de envejecimiento de la lampara (fl) = 0.9

Factor de mantenimiento = 0.70

Altura montaje de la lamp = (h) = 7 mts.

Largo (a) = 76mts.

Ancho (b) = 40mts.

Alto (c) = 8.5 mts.

Reflectancia de techo = 80%

Reflectancia de pared = 30%

Reflectancia de piso = 20%

E = 100 Lux

Lumenes de la luminaria = 23000

Altura del plano de trabajo = 0.0 mts

Suspensión con cadena al techo = 1.5 mts

De las tablas de relación de cavidad encontramos:

Cavidad de techo = 0.3

Cavidad de piso = 0.0

Cavidad del local = 1.1

Calculados con la formula:

$$R_{ct} = 5H_{ct} (b + a) / a \times b = 5 \times 2 \times (76 + 40) / 76 \times 40 = 0.381$$

$$R_{cp} = 5H_{cp} (b + a) / a \times b = 0.0$$

$$R_{cl} = 5H_{cl} (b + a) / a \times b = 5 \times 7 \times (76 + 40) / 76 \times 40 = 1.33$$

Se toman las calculadas por considerar que son las mas acertadas.

Calcular las reflexiones efectivas para de esta manera conocer el valor verdadero de las Reflectancias de para piso y techo.

Reflectancia efectiva de techo = 0.72

Reflectancia efectiva de piso = 20%

De la tabla de coeficientes de utilización de la luminaria seleccionada y utilizando la tabla de índice de local pagina num. 28 se obtiene el valor para este caso particular.

c.u. = 0.712

El factor de depreciación (d) = $f_{ll} \times f_m = 0.9 \times 0.7 = 0.63$

$N = \text{núm. de luminarios} = E \times (a \times b) / (\text{No. de lámparas / luminario} \times \text{lumenes / lámpara} \times \text{Coeficiente de utilización} \times \text{depreciación})$

$$N = 100 \times 40 \times 76 / 23000 \times 0.712 \times 0.63 = 29.466 = 30 \text{ lámparas}$$

El máximo espaciamiento entre luminarias es:
(se toma de los datos del fabricante)

$$h \times s = 7 \times 1.2 = 8.4 \text{ mts.}$$

Área promedio del luminario

$$\text{Área total} / n = 3040 / 30 = 101.33 \text{ m}^2$$

$$\text{Espaciamiento entre luminarias} \sqrt{101.33} = 10.06 \text{ mts}$$

$$\text{a lo largo } 76/10 = 7.6$$

$$8 \times 4 = 32$$

$$\text{a lo ancho } 40/10 = 4$$

$$4 \times 8 = 32$$

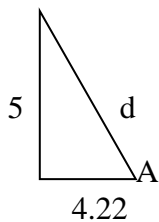
Comprobación del nivel de iluminación.

$$E = \frac{\text{Número de luminarios} \times \text{Nlámparas} / \text{luminaria} \times \text{lumenes} \times \text{c.u.} \times \text{depreciación}}{\text{Largo} \times \text{Ancho}}$$

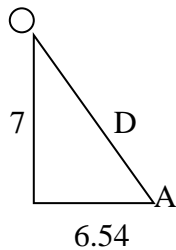
$$E = \frac{30 \times 1 \times 23000 \times 0.712 \times 0.63}{76 \times 40} = 101.81 \text{ Lux}$$

Se aplica el método de punto por punto para comprobar nuestro nivel de iluminación en los puntos críticos.

Para el punto A de la lámpara 1



$$d = \sqrt{(4.22)^2 + (5)^2} = 6.54 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(6.54)^2 + (7)^2} = 9.58 \text{ mts}$$

$$\phi = \text{tang}^{-1} \left(\frac{6.54}{7} \right) = 43$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 5095.20 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lamp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{5095.20 \times \cos^0 43}{(9.58)^2} = \frac{3726.39}{91.776} = 40.60 \text{ Lux}$$

Como la lámpara 2, esta a la misma distancia del punto A, se tiene:

$$E = 40.60 \times 2 = 81.20 \text{ lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.63

$$E = 81.20 \times 0.63 = 51.16 \text{ lux}$$

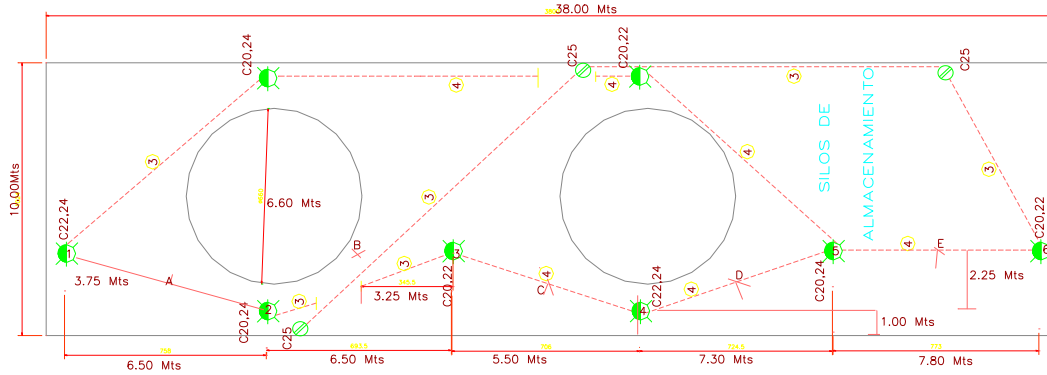
Para el punto B de la lámpara 1, 2, 3 y 4 por ser simétricas, se tiene:

$$E = 40.60 \times 4 = 162.40 \text{ lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.63

$$E = 162.40 \times 0.63 = 102.31 \text{ Lux}$$

SILOS DE ALMACENAMIENTO

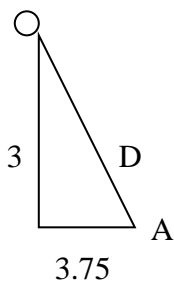


Lámpara vapor de mercurio 250w, 220v, marca Crouse-Hinds-Domex tipo champ bt/28 montaje en poste.

Altura = $h = 3$ mts
 Largo = $b = 38$ mts
 Ancho = $a = 9$ mts

$E = 50$ Lux
 Reflectancia techo = 10%
 Reflectancia de pared = 10%
 $F_m =$ Factor de mant. = 0.6

Para el punto A de la lámpara 1



$$D = \sqrt{(3.75)^2 + (3)^2} = 4.80 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{3.75}{3} \right) = 51.34$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1085 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto específico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1.46 \times 1085 \times \cos 51.34^\circ}{(4.8)^2} = \frac{989.58}{23.04} = 42.95 \text{ Lux}$$

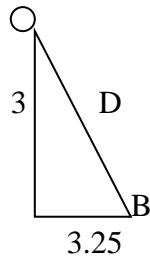
Como la lámpara 2, esta a la misma distancia del punto A, se tiene:

$$E = 42.95 \times 2 = 85.90 \text{ Lux}$$

aplicando el factor de mantenimiento de 0.6

$$E = 85.9 \times 0.6 = 51.54 \text{ Lux}$$

Para el punto B de la lámpara 2



$$D = \sqrt{(3.25)^2 + (3)^2} = 4.42 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} 3.25/3 = 47.29^\circ$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1134 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto específico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lamp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1.46 \times 1134 \times \cos 47.29^\circ}{(4.42)^2} = \frac{1123}{19.53} = 57.50 \text{ Lux}$$

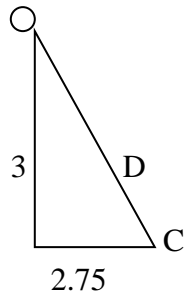
Como la lámpara 3, esta a la misma distancia del punto B, se tiene:

$$E = 57.50 \times 2 = 115 \text{ Lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.6

$$E = 115 \times 0.60 = 69 \text{ Lux}$$

Para el punto C de la lámpara 3



$$D = \sqrt{(2.75)^2 + (3)^2} = 4.07 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{2.75}{3} = 42.51$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1134 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lamp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1.46 \times 1134 \times \cos 42.51}{(4.07)^2} = \frac{1220.47}{16.56} = 73.70 \text{ Lux}$$

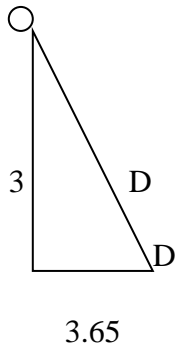
Como la lámpara 4, esta a la misma distancia del punto C, se tiene:

$$E = 73.70 \times 2 = 147.40 \text{ Lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.6

$$E = 147.40 \times 0.60 = 88.44 \text{ Lux}$$

para el punto D de la lámpara 4



$$D = \sqrt{(3.65)^2 + (3)^2} = 4.72 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{3.65}{3} = 50.58$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1085 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lamp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1.46 \times 1085 \times \cos 50.58}{(4.72)^2} = \frac{1005.9}{22.28} = 45.25 \text{ Lux}$$

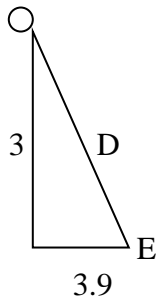
Como la lámpara 5, esta a la misma distancia del punto D, se tiene:

$$E = 45.25 \times 2 = 90.50 \text{ Lux}$$

aplicando el factor de mantenimiento de 0.6

$$E = 90.50 \times 0.6 = 54.30 \text{ Lux}$$

Para el punto E de la lámpara 5



$$D = \sqrt{(3.90)^2 + (3)^2} = 4.92 \text{ mts}$$

$$\phi = \text{tang}^{-1} \frac{3.9}{3} = 52.43$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1085 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1.46 \times 1085 \times \cos 52.43}{(4.92)^2} = \frac{965.87}{24.21} = 39.89 \text{ Lux}$$

Como la lámpara 6, esta a la misma distancia del punto E, se tiene:

$$E = 39.89 \times 2 = 79.78 \text{ lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.6

$$E = 79.78 \times 0.6 = 47.87 \text{ Lux}$$

Calculados con la formula:

$$R_{ct} = 5H_{ct} (b + a) / a \times b = 5 \times 2 \times (76 + 40) / 76 \times 40 = 0.381$$

$$R_{cp} = 5H_{cp} (b + a) / a \times b = 0.0$$

$$R_{cl} = 5H_{cl} (b + a) / a \times b = 5 \times 7 \times (76 + 40) / 76 \times 40 = 1.33$$

Se toman las calculadas por considerar que son las mas acertadas.

Calcular las reflexiones efectivas para de esta manera conocer el valor verdadero de las Reflectancias de para piso y techo.

Reflectancia efectiva de techo = 0.72

Reflectancia efectiva de piso = 20%

De la tabla de coeficientes de utilización de la luminaria seleccionada y utilizando la tabla de índice de local pagina num. 28 se obtiene el valor para este caso particular.

c.u. = 0.649

El factor de depreciación (d) = $f_{ll} \times f_m = 0.9 \times 0.7 = 0.63$

$N = \text{num. de luminarios} = E \times (a \times b) / (\text{No. de lámparas / luminario} \times \text{lumenes / lámpara} \times \text{Coeficiente de utilización} \times \text{depreciación})$

$$N = 50 \times 40 \times 76 / 23000 \times 0.649 \times 0.63 = 16.16 = 17 \text{ lámparas}$$

El máximo espaciamiento entre luminarias es:
(se toma de los datos del fabricante)

$$h \times s = 7 \times 1.5 = 10.5 \text{ mts.}$$

Área promedio del luminario

$$\text{Área total} / n = 3040 / 17 = 178.82 \text{ m}^2$$

$$\text{Espaciamiento entre luminarias} \sqrt{178.82} = 13.37 \text{ mts}$$

$$\text{a lo largo } 76/13.37 = 5.68 \qquad 6 \times 3 = 18$$

$$\text{a lo ancho } 40/13.37 = 2.99 \qquad 3 \times 6 = 18$$

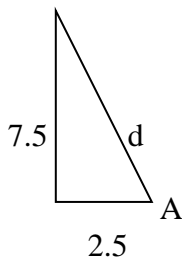
Comprobación del nivel de iluminación.

$$E = \frac{\text{Número de luminarios} \times \text{Nlámparas} / \text{luminaria} \times \text{lumenes} \times \text{c.u.} \times \text{depreciación}}{\text{Largo} \times \text{Ancho}}$$

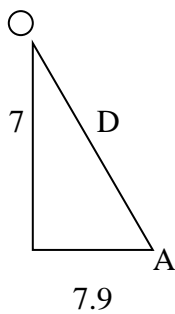
$$E = \frac{18 \times 1 \times 23000 \times 0.649 \times 0.63}{76 \times 40} = 55.68 \text{ Lux}$$

Se aplica el método de punto por punto para comprobar nuestro nivel de iluminación en los puntos críticos.

Para el punto A de la lámpara 1



$$d = \sqrt{(2.5)^2 + (7.5)^2} = 7.9 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(7.9)^2 + (7)^2} = 10.56 \text{ mts}$$

$$\phi = \text{tang}^{-1} \frac{7.9}{7} = 53.84$$

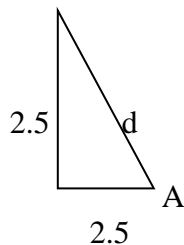
Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lúmenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 3222.62 lúmenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto específico.

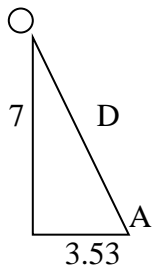
$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{32222.62 \times \cos 53.84^\circ}{(10.56)^2} = \frac{2701.83}{111.5} = 24.23 \text{ Lux}$$

Para el punto A de la lámpara 2



$$d = \sqrt{(2.5)^2 + (2.5)^2} = 3.53 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(3.53)^2 + (7)^2} = 7.84 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{3.53}{7} = 29.72^\circ$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 6472.5 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto específico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

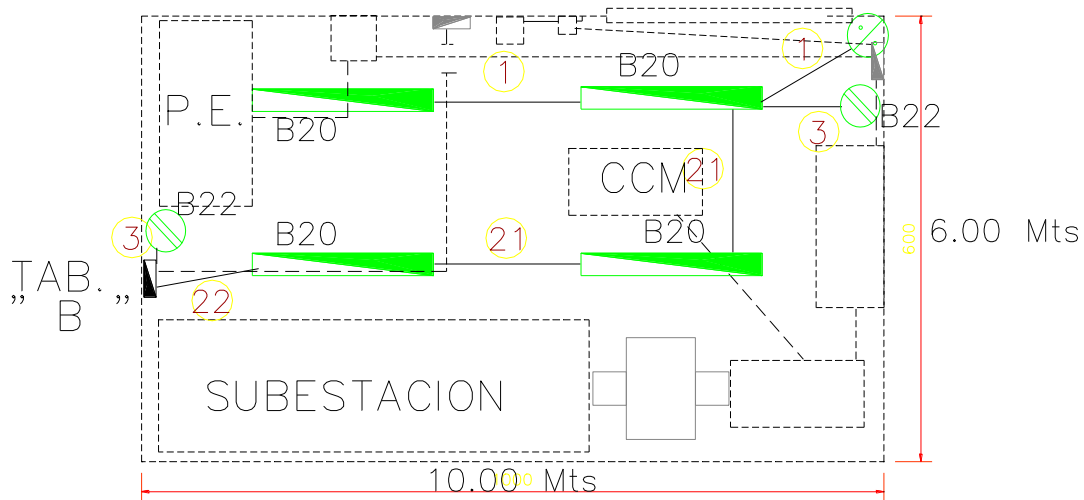
$$E = \frac{6472.5 \times \cos 29.72^\circ}{(7.84)^2} = \frac{5779.91}{61.5} = 93.98 \text{ Lux}$$

$$E_{\text{totl}} = 24.23 + 93.98 = 118.21 \text{ Lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.63

$$E = 118.21 \times 0.63 = 74.47 \text{ Lux}$$

SUBESTACION



Lámpara fluorescente luz de día alta emisión tipo F96T8/W/HO 127 volts. la lámpara seleccionada es GPV13-21 de 2 x 59 w Ilinsa.

Factor de flujo luminoso = 0.85
 Factor de mantenimiento = 0.70
 Altura montaje de la lamp = h = 4 mts.
 Largo = b = 10mts.
 Ancho = a = 6 mts.
 Altura = c = 6 mts

Reflex. de techo = 50%
 Reflex. de pared = 50%
 Reflex. de piso = 20%

E = 300 lux

Lumenes por luminaria = 6000 x 2 = 12000

Altura del plano de trabajo = 1 mts.

Suspendida con varilla roscada = 1 mts.

Calculo del indice del local

Relación de suspensión = $J = h' / h + h'$

$h = 6 - (1 + 1) = 4$ mts.

$Rcl = (b \times a) / (a + b) = (10 \times 6) / 4 (10 + 6) = 0.9375$

De la tabla de coeficientes de utilización de la luminaria seleccionada y utilizando la tabla de índice de local pagina num. 28 se obtiene el valor para este caso particular.

$$c.u. = 0.44$$

$$\text{El factor de depreciación (d)} = f_{ll} \times f_m = 0.85 \times 0.7 = 0.595$$

$$N = \text{núm. de luminarios} = E \times (a \times b) / (\text{No. de lámparas / luminario} \times \text{lúmenes / lámpara} \times \text{Coeficiente de utilización} \times \text{depreciación})$$

$$N = 300 \times 10 \times 6 / 2 \times 6000 \times 0.44 \times 0.595 = 5.7 = 6 \text{ lámparas}$$

El máximo espaciamiento entre luminarias es:
(se toma de los datos del fabricante)

$$h \times s = 4 \times 1.25 = 5 \text{ mts.}$$

Área promedio del luminario

$$\text{Área total} / n = 60 / 8 = 7.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Espaciamiento entre luminarias} \sqrt{7.5} = 2.74 \text{ mts}$$

$$\text{a lo largo } 10 / 2.74 = 3.64 \qquad 4 \times 2 = 8$$

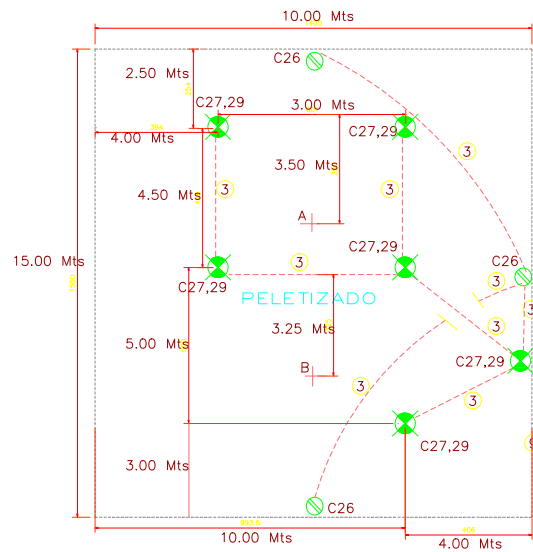
$$\text{a lo ancho } 6 / 2.74 = 2.19 \qquad 3 \times 2 = 6$$

Comprobación del nivel de iluminación.

$$E = \frac{\text{Número de luminarias} \times \text{Nlámparas} / \text{luminaria} \times \text{lúmenes} \times c.u. \times \text{depreciación}}{\text{Largo} \times \text{Ancho}}$$

$$E = \frac{6 \times 2 \times 6000 \times 0.44 \times 0.595}{10 \times 6} = 314.16 \text{ Lux}$$

PELETIZADO

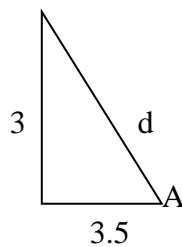


Lámpara vapor de mercurio 175w, 220v, marca crouse-hinds-domex tipo champ cat. VMC-2TW-175 GP montaje en poste.

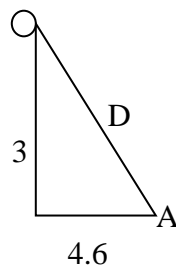
Altura = h = 3 mts
 Largo = b = 15 mts
 Ancho = a = 14 mts

E = 50 lux
 Reflectancia techo = 10%
 Reflectancia de pared = 10%
 Factor de mantenimiento = 0.60

Para el punto A de la lámpara 2



$$d = \sqrt{(3.5)^2 + (3)^2} = 4.6 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(4.6)^2 + (3)^2} = 5.49 \text{ mts}$$

$$\phi = \text{tang}^{-1} \frac{4.6}{3} = 56.88$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1085 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

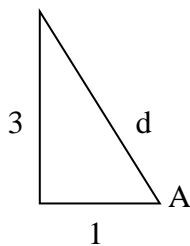
$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1085 \times \cos 56.88}{(5.49)^2} = \frac{592.84}{30.14} = 19.66 \text{ Lux}$$

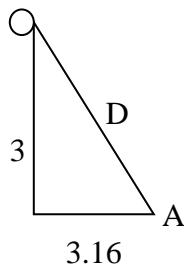
Como la lámpara 3, esta a la misma distancia que la lámpara 2 al punto A, se tiene:

$$E = 19.66 \times 2 = 39.33 \text{ Lux}$$

Para el punto A de la lámpara 4



$$d = \sqrt{(1)^2 + (3)^2} = 3.16 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(3.16)^2 + (3)^2} = 4.36 \text{ mts}$$

$$\phi = \text{tang}^{-1} \frac{3.16}{3} = 46.48$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1134 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lampara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1134 \times \cos 46.48^\circ}{(4.36)^2} = \frac{780}{19} = 41.10 \text{ lux}$$

Como la lámpara 5, esta a la misma distancia que la lámpara 4 del punto A, se tiene:

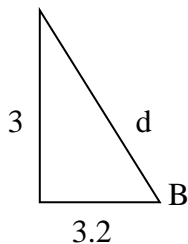
$$E = 41.1 \times 2 = 82.2 \text{ Lux}$$

$$E_{\text{total}} = 39.33 + 82.2 = 121.53 \text{ Lux}$$

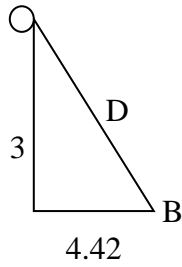
Aplicando el factor de mantenimiento de 0.6

$$E = 121.53 \times 0.6 = 72.92 \text{ lux}$$

para el punto B de la lámpara 4



$$d = \sqrt{(3.25)^2 + (3)^2} = 4.42 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(4.42)^2 + (3)^2} = 5.34 \text{ mts}$$

$$\phi = \text{tang } 4.42/3 = 55.83$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1085 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

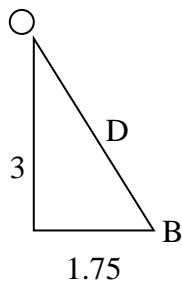
$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos^2 \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionad})^2}$$

$$E = \frac{1085 \times \cos^2 55.83}{(5.34)^2} = \frac{609.40}{28.51} = 21.37 \text{ Lux}$$

Como las lámparas 5,6 están a la misma distancia que la lámpara 4 del punto B, se tiene:

$$E = 21.37 \times 3 = 64.11 \text{ Lux}$$

Para el punto B de la lámpara 6



$$D = \sqrt{(1.75)^2 + (3)^2} = 3.47 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{1.75}{3} = 30.53^\circ$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 688 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionad})^2}$$

$$E = \frac{156 \times \cos 30.53^\circ}{(3.47)^2} = \frac{134.6}{12.04} = 10.85 \text{ Lux}$$

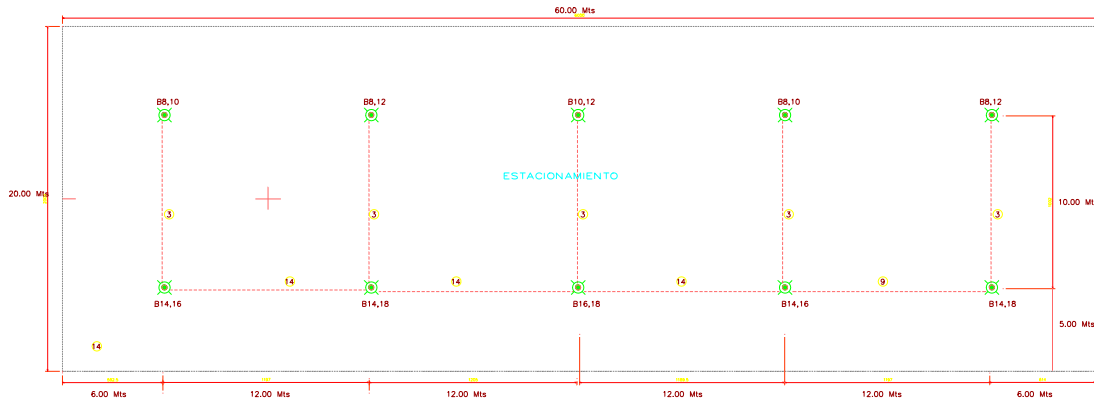
Por lo tanto en el punto B se tiene:

$$E = 64.11 + 10.85 = 74.96 \text{ Lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.6

$$E = 74.96 \times 0.6 = 44.98 \text{ Lux}$$

ESTACIONAMIENTO



Lámpara vapor de mercurio 400w, 220v marca Wide Lite cat. 1LH-400-4ST, montaje en poste con globo de cristal sin guarda.

Factor de mantenimiento = 0.60
 Altura montaje de la lámp = h = 7 mts.
 Largo = b = 60mts.
 Ancho = a = 20mts.
 E = 50 lux

Reflectancia de techo = 80%
 Reflectancia de pared = 30%
 Reflectancia de piso = 30%

Lumenes de la luminaria = 23000

Altura del plano de trabajo = 0.0mts

Relacion de local $Rlc = 5hcc \times (b + a) / b \times a$

$Rlc = 5 \times 7 \times (60 + 20) / 60 \times 20 = 2.33$

Con este dato y las reflectancias dadas se localiza en las tablas el coeficiente de utilización

c.u. = 0.541

N= Número de luminarios = $E \times a \times b / (\text{lumenes de la lamparaxcuxfm})$

$$N = 60 \times 20 \times 50 / 23000 \times 0.541 \times 0.6 = 8 \text{ lámparas.}$$

Nivel de iluminación= N x lumenes de la luminarias x cu x fm /axb)

$$\text{Nivel de iluminación} = 8 \times 23000 \times 0.541 \times 0.6 / 60 \times 20 = 49.78 \text{ lux}$$

Espaciamiento máximo entre lámparas sera:
(Tomados de datos del fabricante)

$$\text{Espaciamiento} = 1.5 \times 7 = 10.5 \text{ mts.}$$

Área promedio del luminario

$$\text{Área total} / n = 1200 / 8 = 150$$

$$\text{Espaciamiento entre luminaries} = \sqrt{150} = 12.25$$

$$\text{a lo largo } 60 / 12.25 = 4.89$$

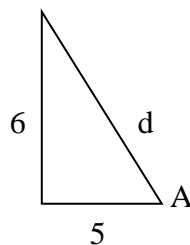
$$5 \times 2 = 10$$

$$\text{a lo ancho } 20 / 12.25 = 1.63$$

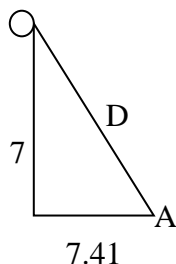
$$2 \times 4 = 8$$

Se aplica el método de punto por punto para comprobar nuestro nivel de iluminación en los puntos críticos.

Para el punto A de la lámpara 1



$$d = \sqrt{(5)^2 + (6)^2} = 7.41 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(7.41)^2 + (7)^2} = 10.19 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{7.41}{7} = 46.62^\circ$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 4857.23 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto específico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{4857.23 \times \cos 46.62^\circ}{(10.19)^2} = \frac{3336.1}{103.83} = 32.12 \text{ Lux}$$

como la lámpara 2, esta a la misma distancia del punto A, se tiene:

$$E = 32.12 \times 2 = 64.24 \text{ Lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.6

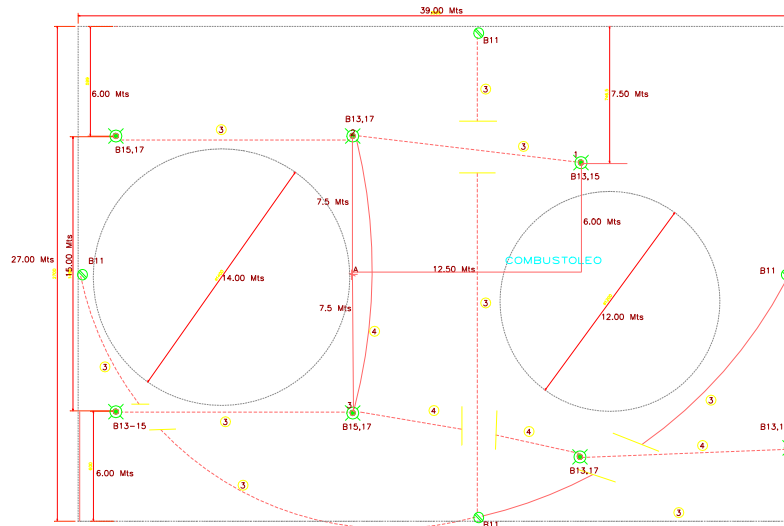
$$E = 64.24 \times 0.6 = 38.54 \text{ Lux}$$

Para el punto B de lámparas 1,2,3 y 4 por estar a la misma distancia se tiene:

$$E = 32.12 \times 4 = 128.48 \text{ Lux}$$

$$E = 128.48 \times 0.6 = 77. \text{ Lux}$$

COMBUSTOLEO



Lámpara vapor de mercurio 400w, 220v marca Wide Lite cat. 1LH-400-4ST, montaje en poste con globo de cristal sin guarda

Factor de mantenimiento = 0.60

Altura montaje de la lamp = h= 7 mts.

Largo = b = 39mts.

Ancho = a = 27mts.

E = 50 lux

Refletancia de techo = 80%

Reflecatancia de pared = 30%

Reflectancia de piso = 30 %

Lumenes de la luminaria = 23000

Altura del plano de trabajo = 0.0mts

Calculo del indice de cuarto $k = ab/h(a+b)$

$$k = 39 \times 27 / 7(39 + 27) = 2.279$$

Con este dato y las reflectancias dadas se localiza en las tablas el coeficiente de utilización

c.u. = 0.6

$N = \text{Número de luminarios} = a \times b \times E / \text{Lumenes de la lámpara} \times c_u \times c_m$

$$N = 39 \times 27 \times 50 / 23000 \times 0.6 \times 0.6 = 6.35 = 7 \text{ lámparas.}$$

$\text{Nivel de iluminación} = N \times \text{Lumenes de la luminaria} \times c_u \times c_m / a \times b$

$$\text{Nivel de iluminación} = 7 \times 23000 \times 0.6 \times 0.6 / 39 \times 27 = 55 \text{ Lux}$$

El máximo espaciamiento entre luminarias es:
(se toma de los datos del fabricante)

$$\text{Espaciamiento} = h \times s = 7 \times 1.5 = 10.5 \text{ mts.}$$

Área promedio del luminario

$$\text{Área total} / n = 1053 / 7 = 150.4$$

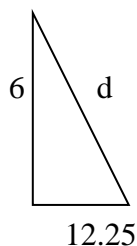
$$\text{Espaciamiento entre luminarias} = \sqrt{150} = 12.26$$

$$\text{a lo largo } 39 / 12.26 = 3.09 \quad 3 \times 2 = 6$$

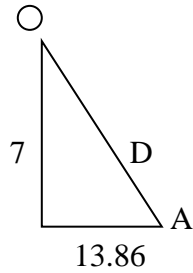
$$\text{a lo ancho } 20 / 12.26 = 1.63 \quad 2 \times 3 = 6$$

Se aplica el método de punto por punto para comprobar nuestro nivel de iluminación en los puntos críticos.

Para el punto A de la lámpara 1



$$d = \sqrt{(6)^2 + (12.25)^2} = 13.86 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(13.86)^2 + (7)^2} = 15.53 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} 13.86/7 = 70$$

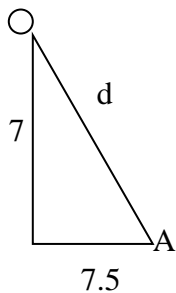
Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 680 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{680 \times \cos 70}{(15.53)^2} = \frac{308.71}{241.25} = 1.28 \text{ Lux}$$

Para el punto A de la lámpara 2



$$d = \sqrt{(7.5)^2 + (7)^2} = 10.26 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} 7.5/7 = 47$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 4771.2 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto específico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{4771.2 \times \cos 47^\circ}{(10.26)^2} = \frac{3253.95}{105.27} = 30.91 \text{ Lux}$$

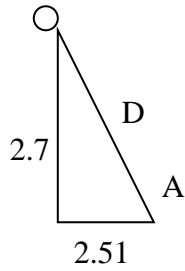
Como la lámpara 3 esta a la misma distancia de la lámpara 2 se tiene

$$E = 30.91 \times 2 = 61.82 \text{ Lux}$$

$$E_{\text{total}} = 1.28 + 61.82 = 63.1 \text{ Lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.6

$$E = 63.1 \times 0.6 = 37.86 \text{ LUX}$$



$$d = \sqrt{(2.51)^2 + (2.7)^2} = 3.69 \text{ mts}$$

$$\phi = \text{tang } 2.51 / 2.7 = 42.91$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1134 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

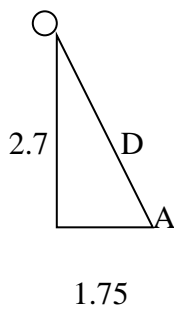
$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1134 \times \cos 42.91}{(3.69)^2} = \frac{886}{13.61} = 65.1 \text{ Lux}$$

Como la lámpara 2, esta a la misma distancia del punto A, se tiene:

$$E = 65.1 \times 2 = 130.2 \text{ Lux}$$

Para el punto A de la lámpara 3



$$D = \sqrt{(2.7)^2 + (1.75)^2} = 3.22 \text{ mts}$$

$$\phi = \text{tang } 1.75/2.7 = 32.95$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1014 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1014 \times \cos 32.95^\circ}{(3.22)^2} = \frac{881.19}{10.37} = 84.97 \text{ Lux}$$

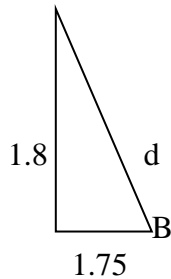
Sumando los luxes en el punto A

$$E = 130.2 + 84.97 = 215.17 \text{ Lux}$$

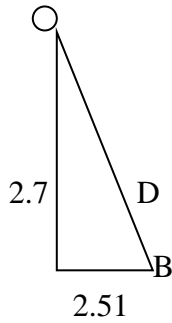
Aplicando el factor de mantenimiento = 0.6

$$E = 215.17 \times 0.6 = 129.12 \text{ Lux}$$

Para el punto B de la lámpara 1



$$d = \sqrt{(1.80)^2 + (1.75)^2} = 2.51 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(2.7)^2 + (2.51)^2} = 3.69 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{2.51}{2.7} = 42.91$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1134 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1134 \times \cos 42.91}{(3.69)^2} = \frac{886}{13.61} = 65.1 \text{ lux}$$

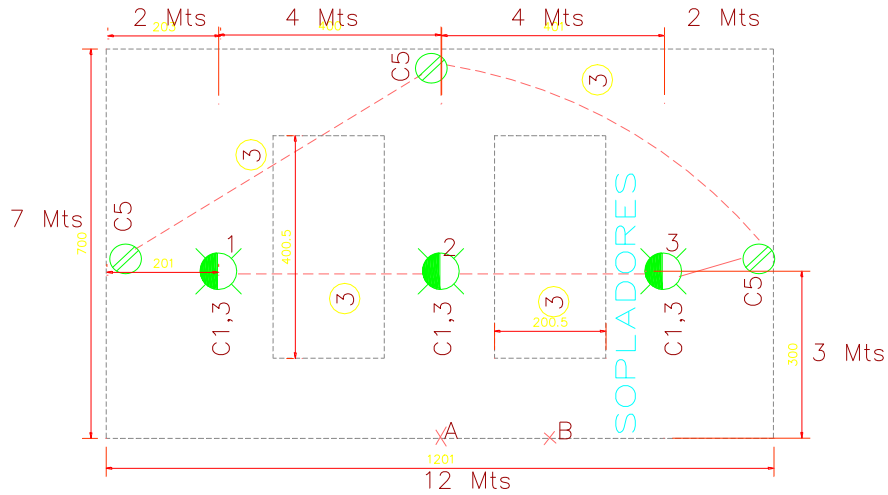
Como la lámpara 2, esta a la misma distancia del punto B, se tiene:

$$E = 65.1 \times 2 = 130.2 \text{ Lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.6

$$E = 130.2 \times 0.60 = 78.12 \text{ Lux}$$

SOPLADORES

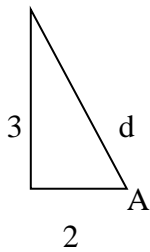


Lámpara vapor de mercurio 250w, 220v, marca Crouse-Hinds-Domex tipo Relamp Champ II con globo, y reflector semi-profundo, montaje en poste.

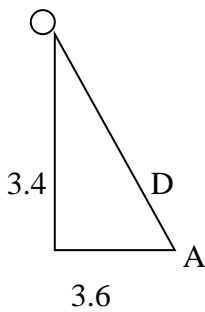
Altura = h = 3.40 mts
 Largo = b = 12 mts
 Ancho = a = 7 mts

E = 50 lux
 Reflectancia techo = 10%
 Reflectancia de pared = 10%
 Factor de mantenimiento = 0.7

Para el punto A de la lámpara 2



$$d = \sqrt{(3)^2 + (2)^2} = 3.6 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(3.4)^2 + (3.6)^2} = 4.95 \text{ mts}$$

$$\phi = \text{tang}^{-1} \frac{3.6}{3.4} = 46.63$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1044 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1.46 \times 1044 \times \cos 46.63^\circ}{(4.95)^2} = \frac{1133.31}{24.5} = 46.26 \text{ Lux}$$

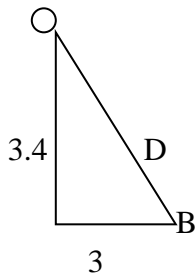
Como la lámpara 3, esta a la misma distancia que la lámpara 2 del punto A del punto (a)

$$E = 46.26 \times 2 = 92.52 \text{ Lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento de 0.7

$$E = 92.52 \times 0.7 = 64.76 \text{ Lux}$$

Para el punto B de la lampara 2



$$D = \sqrt{(3.4)^2 + (3)^2} = 4.53 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{3}{3.4} = 41.42^\circ$$

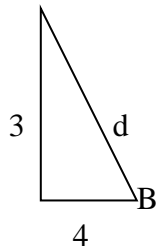
Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1044 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

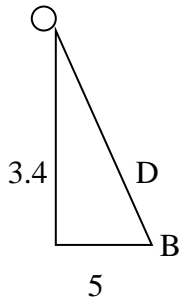
$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1.46 \times 1044 \times \cos 41.42^\circ}{(4.53)^2} = \frac{1212.85}{20.52} = 59.1 \text{ Lux}$$

Para el punto B de la lámpara 3



$$d = \sqrt{(3)^2 + (4)^2} = 5 \text{ mts}$$



$$D = \sqrt{(5)^2 + (3.4)^2} = 6.05 \text{ mts}$$

$$\phi = \tan^{-1} 5/3.4 = 55.78^\circ$$

Utilizando este ángulo se busca en la grafica polar de la lámpara a cuantos lumenes corresponde, y haciendo interpolaciones se llega a el siguiente valor = 1111 lumenes

Se aplica la formula para calcular el nivel de iluminación en ese punto especifico.

$$E = \frac{\text{Lumenes calculados de la lámp.} \times \cos \phi}{(\text{Distancia de la lámpara al punto seleccionado})^2}$$

$$E = \frac{1.46 \times 1111 \times \cos 55.78^{\circ}}{(6.05)^2} = \frac{1038.25}{36.6} = 28.36 \text{ lux}$$

Como la lámpara 1 esta a la misma distancia que la lámpara 3 en el punto B se tiene:

$$E = 28.36 \times 2 = 56.72 \text{ Luxes}$$

$$E_t = 59.1 + 56.72 = 115.82 \text{ Lux}$$

Aplicando el factor de mantenimiento = 0.7

$$E_t = 115.82 \times 0.7 = 81.07 \text{ lux}$$

CAPITULO III

3.-CALCULO DE ALIMENTACIÓN ELECTRICA

CAPITULO III CALCULO DE ALIMENTACIÓN ELECTRICA.

Para seleccionar adecuadamente el calibre de un conductor de circuito principal o derivado es importante tomar en consideración dos factores:

3.1.- Capacidad de conducción de corriente.

3.2.- Caída de tensión.

Estos dos factores deben considerarse por separado y hacer la selección utilizando ambos. El resultado obtenido en uno y otro probablemente difiera y debe tomarse como bueno el que resulte mayor, pues de este modo el conductor se comportara satisfactoriamente o sea, trabajara presentando una caída de tensión reglamentada y el calentamiento por el paso de la corriente en el conductor podrá restringirse dentro del limite precalculado.

3.1.- Selección del conductor por capacidad de conducción de corriente.

Se deben tener los siguientes aspectos.

3.1.1.- Haciendo uso de formulas de aplicación simple y de sistemas mas comunes:

CARGA MONOFASICA 1F – 2H A 127 V $I = \frac{\text{WATTS}}{127 (fp)}$	CARGA BIFÁSICA 2F – 2H A 220V $I = \frac{\text{WATTS}}{220 (fp)}$	CARGA TRIFÁSICA 3F- 3H O 4H A 220V $I = \frac{\text{WATTS}}{1.732 \times 220x (Fp)}$
--	---	--

f P= Factor de Potencia

3.1.2.- Selección de la capacidad de conducción de los conductores debido a tres factores fundamentales.

3.1.2.1.- Factor de seguridad o de normatividad.

De la Norma Mexicana NOM- 001- SEDE-1999. Art 220-3 (a). El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no-continua mas 125% de la carga continua.

3.1.2.2.- Corrección por agrupamiento.

Es un factor que tiene en cuenta el número de conductores que conducen energía eléctrica en una misma canalización.

3.1.2.3.- Corrección por temperatura ambiente mayor a 30°C. Este factor se toma de la tabla 310-16 de la Norma Oficial Mexicana NOM-SEDE-1999. Según la columna vertical que se este utilizando (Temperatura de operación del conductor) en el diseño.

Aplicando estos conceptos, se emplea la siguiente formula que nos dará el valor de la corriente real que se desea conducir.

$$I_{\text{CORREGIDA}} = \frac{1.25 \times I_{\text{nom.}}}{F_a \times F_t}$$

$I_{\text{CORREGIDA}}$ = Intensidad de corriente que deberá ser conducida

I_{nominal} = intensidad de corriente nominal

F_a = Factor de agrupamiento.

F_t = Factor de corrección por temperatura ambiente mayor de 30°

Una vez obtenida la corriente que debe ser conducida se selecciona el calibre adecuado del conductor haciendo uso de las tablas de capacidad de conducción de corriente para el caso específico del conductor y el medio de canalización utilizado

3.2.- Selección del conductor por caída de tensión.

Considerando los criterios de diseño, la caída de voltaje máxima permisible desde la entrada de servicio hasta el último punto de distribución final para la carga, no debe ser mayor del 5%.

De acuerdo a lo anterior, es importante una vez que se haya elegido el conductor adecuado por el cálculo de capacidad de conducción, se recalcule por caída de voltaje, de acuerdo a las siguientes formulas.

CARGA MONOFASICA 1F – 2H A 127 V $V\% = \frac{4 L I}{127 \times S}$	CARGA BIFÁSICA 2F – 2H A 220V $V\% = \frac{2LI}{220 \times S}$	CARGA TRIFÁSICA 3F- 3H O 4H A 220V $V\% = \frac{2 \times 1.732 \times LI}{220 \times S}$
---	--	--

I = Corriente por fase en amperes

L = Longitud en metros

S = Sección del conductor en mm²

V% = Caída de tensión en por ciento.

La formula aplicada en este texto para la caída de tensión por considerarla la más adecuada para demostrar esta caída desde el tablero a la primera carga y después lámpara y lámpara, o contacto y contacto es la siguiente:

$$\%V = \frac{3.28 \times L \times I \times K}{10,000}$$

I = Corriente por fase en amperes

L = Longitud en metros

K = constante que depende del calibre del conductor

V% = caída de tensión en por ciento

Obtenida del **HAND BOOK IEEE** de alumbrado y de la cual se anexa copia de esta tabla para determinar el valor de la constante (K)

3.3.- CALCULO DE LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DERIVADOS A LAMPARAS Y CONTACTOS.

3.4.-CALCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR A UN MOTOR

3.4.1.-Antecedentes.

Las memorias de calculo están basadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE -1999, y en información tomada del NEC para el calculo de caída de tensión así, como de las graficas de Conductores Mexicanos para la determinación de la corriente de corto circuito permisible para cables aislados con conductor de cobre.

3.4.2.- Procedimientos de calculo.

Datos:

Potencia del motor	=	10 HP
Voltaje	=	480 V
Frecuencia	=	60 HZ
Fases	=	3
Longitud	=	10 mts
Temperatura operación	=	75°C
Temperatura ambiente	=	40°C
Tipo de aislamiento		EP -RHW
Material		Cobre

De tabla 430-150 corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

Para un motor de 10 HP, a 480V, 3 Fases

In (corriente nominal) = 14 amps

3.4.2.1.- Calculo del alimentador por ampacidad.

(Conductor para circuitos de motor)

$$I_c = I_n \times 1.25 \quad (\text{Art. 430-22 (a)})$$

$$I_c = 14 \times 1.25 = 17.5 \text{ Amps}$$

El conductor se selecciona en base al rango de las terminales del equipo de acuerdo al artículo 110-14 (c) y utilizando y la tabla 310-16. de NOM-SEDE-001

Factores de corrección:

Por temperatura ambiente a 40°C = Ft = 0.88

Por agrupamiento = Fa = 1.0

Aplicando los factores de corrección.

$$I_c = \frac{1.25 \times I_n}{F_t \times F_a} = \frac{17.5}{0.88 \times 1.0} = 19.88 \text{ amps}$$

El calibre del conductor seleccionado es 12 AWG que conduce 25 amps (tabla 310-16)

3.4.2.2.- Cálculo del alimentador por caída de tensión

(Art. 215 -2 (Nota 1))

Formula a utilizar

$$\text{para circuitos trifásicos } \% V = \frac{I_n \times L \times 1.732 \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times 100}{E}$$

donde:

%V = Caída de tensión en el conductor en %

In = Corriente nominal de la carga instalada

E = Volts de línea a línea

R = Resistencia en el conductor en ohms/km

X = Reactancia en el conductor en ohms/km

L = Longitud en km

Cos ϕ = Factor de potencia = 0.9

Sen ϕ = 0.43

Utilizando la tabla num. 9 de resistencia y reactancia del National Electric Code

Para calibre num. 12 awg en tubo de acero.

R= 2.0 ohms/pie = 6.56 ohms/km

X= 0.068 ohms/pie = 0.22304 ohms/km

Sustituyendo valores en la formula de la caída de tensión

$$\% V = \frac{14 \times 10 \times 1.732 \times (6.56 \times 0.9 + 0.22304 \times 0.43)}{480 \times 10} = 0.303$$

La caída de tensión es menor que el 1% por lo tanto el conductor cumple.

3.4.2.3.- Calculo de la protección contra corto circuito y falla a tierra del circuito derivado.

De acuerdo a la tabla 430-152 capacidad o ajuste para los circuitos de un solo motor .

Factor seleccionado = 250%

$$I_{int} = 2.5 \times I_n = 2 \times 14 = 35 \text{ amps}$$

El interruptor seleccionado deberá de ser de 3P- 20 amps.

3.4.2.4.-Protección contra sobrecarga.

El ajuste de esta protección se realiza en campo de acuerdo al factor de servicio y a la elevación de temperatura del motor.

$$I_{ol} = I_n \times 1.15$$

$$I_{ol} = I_n \times 1.25$$

Considerando la corriente nominal (De la NOM-001-SEDE-1999)

$$I_{ol} = 14 \times 1.15 = 16.1 \text{ amp}$$

$$I_{ol} = 14 \times 1.25 = 17.5 \text{ amp.}$$

3.4.2.5.- Calculo de la canalizacion:

La selección del tubo conduit será en base al capítulo 10 tabla C1 del apéndice “C”

3 conductores del cal. 12 en tubo conduit de 16 mm

3.5.-CALCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR A UN TABLERO “C”.

3.5.1.- Antecedentes.

Las memorias de calculo están basadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE -1999, y en información tomada del NEC para el calculo de caída de tensión así, como de las graficas de Conductores Mexicanos para la determinación de la corriente de corto circuito permisible para cables aislados con conductor de cobre.

3.5.2.- Procedimientos de calculo.

Datos:	
Carga instalada	= 28 038 VA
Voltaje	= 220 V
Frecuencia	= 60 HZ
Fases	= 3
Longitud	= 70 mts
Temperatura operación	= 75°C
Temperatura ambiente	= 40°C
Tipo de aislamiento	EP -RHW
Material	Cobre

3.5.2.1.-Calculo de la corriente nominal de acuerdo al Art. 220-10

(Tablero” C “ ver cuadro de cargas en anexos capitulo V)

Para tableros desbalanceados

Carga instalada de la fase mayor = 9 625 VA

$$I_m = \frac{9\,625}{127} = 75.79 \text{ A}$$

I_m = Corriente demandada por la fase con mayor carga

3.5.2.2.-Cálculo del alimentador por ampacidad de acuerdo al Art. 220.3 (a).

El tamaño nominal de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe de permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no-continua, más 125% de la carga continua.

Por lo tanto:

$$\begin{array}{rcl} \text{Alumbrado} & = & 23\,538 = 1.25 \times 23\,538 = 29\,422.5 \text{ VA} \quad (\text{Carga Continua}) \\ \text{Contactos} & = & 4\,500 \quad \quad \quad = 4\,500 \text{ VA} \quad (\text{Carga No-Continua}) \\ & & \hline & & 33\,922.5 \text{ VA} \end{array}$$

$$I_c = \frac{33\,922.5}{1.732 \times 220} = 89 \text{ A}$$

El conductor se selecciona en base al artículo 110-14 (c) y tabla 310-16 y considerando los factores de corrección por temperatura y agrupamiento.

Factores de corrección:

Por temperatura a 40°C = 0.88

Por agrupamiento consideramos el artículo 310-15 nota 10 (C) referente al conductor neutro. En un circuito de cuatro hilos tres fases en estrella cuyas principales cargas sean no-lineales, por el conductor neutro pasarán armónicas de la corriente por lo que se debe considerar como conductor activo.

$$I_{co} = \frac{89}{0.8 \times .88} = 126.42 \text{ A}$$

El conductor seleccionado es del calibre 1/0awg que conduce 150 Amps (tabla 310-16)

3.5.2.3. - Calculo del alimentador por caída de tensión (Art. 215 -2 (Nota 1))

Formula a utilizar

$$\text{para circuitos trifásicos } \% V = \frac{I_m \times L \times 1.732 \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times 100}{E}$$

donde:

- %V = Caída de tensión en el conductor en %
- I_m = Corriente demandada por la fase con mayor carga
- E = Volts de línea a línea
- R = Resistencia en el conductor en ohms/km
- X = Reactancia en el conductor en ohms/km
- L = Longitud en km
- $\cos \phi$ = Factor de potencia = 0.9
- $\sin \phi$ = 0.43

Utilizando la tabla num. 9 de resistencia y reactancia del National Electric Code

Para calibre num. 1/0 awg en tubo de acero.

$$R = 0.12 \text{ ohms/pie} = 0.3936 \text{ ohms/km}$$

$$X = .055 \text{ ohms/pie} = 0.1804 \text{ ohms/km}$$

Sustituyendo valores en la formula de la caída de tensión

$$\% V = \frac{75.79 \times 70 \times 1.732 \times (0.3936 \times 0.9 + 0.1804 \times 0.43)}{220 \times 10} = 1.80$$

La caída de tensión no es mayor del 2% por lo tanto el conductor cumple.

3.5.2.3.- Selección del alimentador por corto circuito utilizando las graficas de conductores mexicanos.

Datos

Calibre del conductor	1/0
Conductores de aislamiento	EP-RHW

Tipo de aislamiento	Polímero Sintético
Material conductor	Cobre
Temperatura de operación del Conductor e	75°C
Corriente total en karms (por corto circuito)	25
Tipo de protección del circuito	Termomagnético
Tiempo de operación del dispositivo de protección	5 segundos
Calibre seleccionado de la grafica no. 35 de condumex	1/0

Este calibre de 1/0 según la tabla no. 35 de condumex soporta hasta 13 000 amp de corto circuito.

3.5.2.4.- Calculo de la protección contra sobrecorriente

De acuerdo al artículo 220-10 (b)

La capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser inferior a la carga no-continua, más 125% de la carga continua.

Por lo tanto si la corriente bajo estas condiciones es de:

$$I = 89 \text{ A}$$

El dispositivo seleccionado es de 3P-100 A que es el inmediato superior.

3.5.2.5.- Calculo de la canalización:

La selección del tubo conduit sera en base al capítulo 10 tabla C1 del apéndice “C”

4 conductores cal. 1/0 en tubo conduit de 53 mm

3.6.- CALCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR A UN GRUPO DE MOTORES Y OTRAS CARGAS.

3.6.1.- Antecedentes.

Las memorias de calculo están basadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE -1999, y en información tomada del NEC para el calculo de caída de tensión así, como de las graficas de Conductores Mexicanos para la determinación de la corriente de corto circuito permisible para cables aislados con conductor de cobre.

3.6.2.- Procedimientos de calculo.

Datos:

Carga instalada	=	170 285 VA
Voltaje	=	480 V
Frecuencia	=	60 HZ
Fases	=	3
Longitud	=	10 mts
Temperatura operación	=	75°C
Temperatura ambiente	=	40°C
Tipo de aislamiento	=	EP -RHW
Material	=	Cobre

3.6.2.1.-Calculo de la corriente nominal

(Tablero” P “ ver cuadro de cargas en anexos capitulo V)

Para tableros balanceados

$$I_n = \frac{170\,285}{1.732 \times 480} = 204.81 \text{ A}$$

De acuerdo al art. 430-24, 430-25 y 430-26 el alimentador que alimenta a varios motores y otras cargas debera tener una capacidad de conducción de corriente igual a la suma de la corriente nominal de todos los motores mas 25% de la corriente nominal del motor mayor mas la suma de las otras cargas.

$$I_n = I_{nm} + 0.25I_{nmm} + I_{nc}$$

I_n = Corriente del alimentador
 I_{nm} = Suma de corriente nominal de todos los motores
 I_{nmm} = Corriente nominal del motor mayor
 I_{nc} = Suma de las corrientes de las demas cargas

(Ver tabla de análisis de carga numero 1 anexa al final de este calculo)

$$I_n = 204.81 + 0.25 (14) = 208.31A$$

F_t = Factor de temperatura tomado del Art. no. 310-10 y de las tablas numero 310-16 a 310-19 de NOM-001-SEDE-1999.

$$F_a = 1$$

I_c = Corriente nominal corregida de acuerdo a formula.

$$I_c = \frac{I_n}{F_t \times f_a} = \frac{208.31}{0.88 \times 1} = 236.71 \text{ amps}$$

Calibre obtenido de acuerdo a la tabla no 310-16 NOM-001-SEDE-1999. Es de un conductor de 250 KCM por fase que conduce una corriente de 255 amperes

3.6.2.2 Calculo del conductor por caída de tensión

De acuerdo al articulo no. 215.2 (nota 1) NOM-001-SEDE-1999. La caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta la salida mas alejada de la instalación, considerando alimentadores y circuitos derivados no debe exceder del 5%, la caída de tensión, se debe distribuir razonablemente en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos, la caída de tensión no sea mayor al 3%.

La caída de tensión se calcula de acuerdo a la siguiente formula.

$$\%V = \frac{1.732 \times I_n \times L (R \cos \phi + X \sin \phi)}{V} \times 100$$

Donde:

$\%V$ = Caída de tensión en el alimentador

I_n = Corriente nominal de la carga instalada
 L = Longitud
 V = Tensión nominal del circuito entre fases
 R = Resistencia unitaria
 X = Reactancia unitaria del circuito tomada de
 $\cos \phi$ = Factor de potencia = 0.9
 $\sin \phi$ = 0.43

Utilizando la tabla num. 9 de resistencia y reactancia del National Electric Code

Para calibre num. 250KCM en tubo de acero.

$R = .054 \text{ ohms/pie} = 0.17712 \text{ ohms/km}$

$X = .052 \text{ ohms/pie} = 0.17056 \text{ ohms/km}$

Sustituyendo valores en la formula de la caída de tensión

$$\%V = \frac{208.31 \times 10 \times 1.732 \times (0.17712 \times 0.9 + 0.17056 \times 0.43)}{480 \times 10} = .055$$

La cual es una caída menor del 1%

3.6.2.3.-.- Selección del alimentador por corto circuito utilizando las graficas de conductores mexicanos.

Datos

Calibre del conductor	250KCM
Conductores de aislamiento	EP-RHW
Tipo de aislamiento	Polímero Sintético
Material conductor	Cobre
Temperatura de operación del Conductor	75°C
Corriente total en karms (por corto circuito)	25
Tipo de protección del circuito	Termomagnético
Tiempo de operación del dispositivo de protección	5 segundos

Calibre seleccionado de la grafica
no. 35 de condumex

250KCM

Este calibre de 250 KCM según la tabla no. 35 de condumex soporta hasta 25 000 amp de corto circuito.

3.6.2.4.- Selección de la capacidad nominal de los dispositivos de protección.

3.6.2.4.1.- Ajuste del dispositivo de protección contra corto circuito y falla a tierra seleccionando del circuito correspondiente al motor de mayor potencia (10 HP listado en la Tabla de Análisis de carga numero 1 anexa al final de este calculo)

20 amps

3.6.2.4.2.- De acuerdo al artículo 430.62, 430.63 Nom-001-Sede-1999. Las corrientes nominales de los motores derivados tomados de la tabla no. 1 (análisis de carga) sin incluir el motor de mayor potencia.

Un circuito alimentador que suministre energía a una carga fija y específica de motores cuyos conductores tienen tamaño nominal basado en el Art. 430-24, debe estar provisto de un dispositivo de protección de circuitos derivados y falla a tierra de cualquiera de los motores del grupo, **más** la suma de las corrientes a plena carga de los otros motores del grupo selección basada en la Tabla 430-152.

194.31 Amps

3.6.2.4.3.- Capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra corto circuito y fallas a tierra del circuito alimentador.

$$20 + 194.31 =$$

214.31 Amps

3.6.2.4.4.- Capacidad comercial del interruptor seleccionado es de:

3P- 225 Amps

3.6.2.4.5.- Capacidad de corriente del conductor de 250KCM seleccionado es de

255 Amps

3.7.- Selección del diámetro de la canalización (tubo conduit).

De acuerdo a las tablas de ocupación en tubo (conduit) de conductores y cables del mismo tamaño nominal (informativo) Apéndice "C"

3 Conductores de 250KCM en tubo de

63mm

TABLA DE ANÁLISIS DE CARGA NUM. 1

TABLERO “ P “		
CLAVE	POTENCIA	EN OPERACIÓN
PCI	10 HP	14 AMPS
ULA-01	5 HP	7.6 AMP
ULA-02	5 HP	7.6 AMP
VE-01	5 HP	7.6 AMP
VE-02	5 HP	7.6 AMP
VE-03	5 HP	7.6 AMP
VE-04	5 HP	7.6 AMP
VE-05	5 HP	7.6 AMP
VE-06	3 HP	4.8 AMPS
VE-07	3 HP	4.8 AMPS
VE-08	3 HP	4.8 AMPS
VE-09	7.5 HP	11 AMPS
VE-10	7.5 HP	11 AMPS
VE-11	7.5 HP	11 AMPS
TR-03	75 KVA	90.21 AMP
		TOTAL 204.81

3.7.-CALCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR AL TRANSFORMADOR DE 75 KVA 480/220-127V (TIPO SECO)

3.7.1.- Antecedentes.

Las memorias de calculo están basadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, y en información tomada del NEC para el calculo de caída de tensión así, como de las graficas de Conductores Mexicanos para la determinación de la corriente de corto circuito permisible para cables aislados con conductor de cobre.

3.7.2.- Procedimientos de calculo.

Datos:

(Ver pagina 113 para la selección del transformador en KVA)

Potencia del transformador	= 75 Kva
Voltaje	= 480 V
Frecuencia	= 60 Hz
Fases	= 3
Longitud	= 10 Mts
Temperatura de operación	= 75°C
Temperatura ambiente	= 40°C
Factor de potencia	= 0.9
Impedancia (Z)	= 4.5%

3.7.2.1.- Calculo de alimentador por ampacidad

$$\text{In (corriente nominal)} = \frac{\text{KVA transformador}}{1.732 \times \text{kv}} = \frac{75}{1.732 \times 0.48} = 90.21 \text{ amp}$$

Ft = Factor de temperatura tomado del Art. no. 310-10 y de las tablas numero 310-16 a 310-19 de NOM-001-SEDE-1999

Por temperatura = 0.88

Por agrupamiento = 1.0

Aplicando los factores de corrección.

$$I_c = \frac{1.25 \times 90.21}{0.88 \times 1.0} = 128.14 \text{ amps} \quad \text{cal. 1/0 (150 Amps)}$$

El calibre del conductor seleccionado es 1/0 awg que conduce 150 Amps (tabla 310-16)

3.7.2.2.- Calculo del alimentador por caída de tensión (Art. 215-2 (Nota 1)).

Formula a utilizar

$$\text{Para circuitos trifásicos } \% V = \frac{I_n \times L \times 1.732 \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \times 100}{E}$$

Donde:

- %V = Caída de tensión en el conductor en %
- I_n = Corriente nominal del transformador
- E = Volts entre fases
- R = Resistencia en el conductor en ohms/km
- X = Reactancia en el conductor en ohms/km
- L = Longitud en km
- $\cos \phi$ = factor de potencia = 0.9
- $\sin \phi$ = 0.43

Utilizando la tabla num. 9 de resistencia y reactancia del National Electric Code

Para calibre num. 1/0 AWG en tubo de acero.

$$R = 0.12 \text{ ohms/pie} = 0.3936 \text{ ohms/km}$$

$$X = 0.055 \text{ ohms/pie} = 0.1804 \text{ ohms/km}$$

Sustituyendo valores en la formula de la caída de tensión

$$\% V = \frac{90.21 \times 10 \times 1.732 \times (0.3936 \times 0.9 + 0.1804 \times 0.43)}{480 \times 10} = 0.4455$$

La caída de tensión es menor que el 1% por lo tanto el conductor cumple.

3.7.2.3.- Selección del alimentador por corto circuito utilizando las graficas de conductores mexicanos

Datos :

Calibre	1/0
Conductores de aislamiento	XLP-THH
Tipo de aislamiento	Polimero
Material del conductor	cobre
Temperatura de operación del conductor	75°C
Corriente total en karms (Por corto circuito)	25
Tipo de protección del circuito	Termomagnetico
Tiempo de operación del dispositivo de de protección.	5 segundos
Calibre seleccionado de la grafica no 35 de condumex.	1/0

Este calibre de 1/0 según tabla no 35 de condumex soporta hasta 13 000 Amp. de corto circuito.

3.7.2.4.- Calculo de la protección contra corto circuito y falla tierra del circuito derivado.

De acuerdo al Art. 450-3 (b) y las notas 1,2 debe protegerse en el primario con un dispositivo de corriente individual con capacidad o ajustado a no mas de 125% de la corriente primaria nominal del transformador.

$$I_{int} = 1.25 \times I_n = 1.25 \times 90.21 = 112.76 \text{ amps}$$

El interruptor seleccionado debera de ser de 3P-125 amps. por ser el inmediato superior.

3.7.2.5.- Calculo de la canalización:

La selección del tubo conduit sera en base al capitulo 10 tabla 'C1 del apéndice "C"

3 conductores del cal. 1/0 en tubo conduit de 53mm

Para la selección del transformador se en cuanto a capacidad en KVA

	VA	Alumbrado VA	Contactos VA
Tablero "A"	5 436	2 736	2 700
Tablero "B"	20 063	18 054	2 372
Tablero "C"	28 038	25 231	4 500
Total	<u>53 537</u>	<u>43 965</u>	<u>9 572</u>

De Taba 220-11 factores de demanda para otros edificios no indicados
Se debe considerar el 100% en carga de alumbrado.

De Taba 220-13 factores de demanda para los primeros 10 KVA
se debe considerar el 100% de la carga y para los KVA restantes el 50% en
carga de contactos.

Y como el transformador mas próximo es el de 50 KVA y no cubre las necesi-
dades se opto por tomar el inmediato superior que es el de **75KVA**

CAPITULO IV

4.- ESPECIFICACIONES DE MATERIAL Y EQUIPO

CAPITULO IV ESPECIFICACIONES DE MATERIAL Y EQUIPO

4.1.- Material y equipo

1.- Tubería conduit metálica pared gruesa , según norma DGN-J-16 y esmaltada de 21mm de diámetro mca. Júpiter.

Idem a la anterior pero de 27mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 35mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 41mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 53mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 63mm de diámetro.

2.- Condulet serie ovalada herméticos al polvo con tapa y empaque de neopreno de 21mm diámetro tipo C marca C.H.Domex.

Idem a la anterior pero de 27mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 35mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 41mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 53mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 63mm de diámetro.

3.- Condulet serie ovalada herméticos al polvo con tapa y empaque de neopreno de 21mm diámetro tipo LL marca C.H.Domex.

Idem a la anterior pero de 27mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 35mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 41mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 53mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 63mm de diámetro.

4.- Condulet serie ovalada herméticos al polvo con tapa y empaque de neopreno de 21mm diámetro tipo T marca C.H.Domex.

Idem a la anterior pero de 27mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 35mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 41mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 53mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 63mm de diámetro.

5.- Condulet serie GUA a prueba de explosion tipo GUAC de 21mm de diámetro C.H. Domex.

Idem a la anterior pero de 27mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 35mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 41mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 53mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 63mm de diámetro.

6.- Condulet serie GUA a prueba de explosion tipo GUAL de 21mm de diámetro C.H. Domex.

Idem a la anterior pero de 27mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 35mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 41mm de diámetro.

7.- Condulet serie GUA a prueba de explosion tipo GUAX de 21mm de diámetro C.H. Domex.

Idem a la anterior pero de 27mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 35mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 41mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 53mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 63mm de diámetro.

8.- Condulet serie GUA a prueba de explosion tipo GUAT de 21mm de diámetro C.H. Domex.

Idem a la anterior pero de 27mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 35mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 41mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 53mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 63mm de diámetro.

9.- Sello tipo EYS para 21mm de diámetro C.H. Domex.

Idem a la anterior pero de 27mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 35mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 41mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 53mm de diámetro.

Idem a la anterior pero de 63mm de diámetro.

10.- Conector flexible a prueba de explosion tipo EC de 21mm de diámetro mca. C.H. Domex.

Idem a la anterior pero de 27mm de diametro.

11.- Reducción bushing de aluminio de 27-21mm de diámetro mca. C.H.Domex.

Idem a la anterior pero de 35-27mm de diametro.

Idem a la anterior pero de 41-35mm de diámetro

- 12.- Arrancador magnetico combinado tipo EPC tamaño 0 con interruptor magnetico a prueba de explosion Nema 9G mca. C.H.Domex
- .
13.- Contacto FSQC con interruptor entrelazado para 2 hilos para tubo conduit de 21mm cat. FSQC-232 para 220V 30A mca C.H:Domex.
- .
Idem a la anterior pero para 3 hilos en tubo conduit de 21mm de diametro.
- 14.-Contacto doble servicio extrapesado 2 polos, 3 hilos, 15A, 127V color marfil catalogo AH5262-1 con tapa a prueba de polovo marca Arrow Hart.
- 15.-Contacto doble servicio extrapesado 2 polos, 3 hilos, 15A, 250V, color marfil catalogo M-5650-M con tapa a prueba de polvo marca Arrow hart.
- 16.-Contacto doble servicio reforzado 2 polos, 3 hilos, 30A, 250V, color negro catalogo AH5700-N con tapa a prueba de polvo marca Arrow hart.
- 17.-Contacto con circuito interruptor por falla a tierra 2 polos 3 hilos, 15A 127V, color marfil cat. AHFG 5242-1 con tapa aprueba de polvo marca Arrow Hart.
- 18.- Apagador sencillo intercambiable de 10A, 127V de un polo color marfil catalogo MT-1391 con tapa a prueba de polvo marca Arrow Hart.
- 19.- Abrazadera de aluminio de 21mm tipo uña
- .
Idem a la anterior pero de 27mm de diametro.
- .
Idem a la anterior pero de 35mm de diametro.
- .
Idem a la anterior pero de 41mm de diametro.
- .
Idem a la anterior pero de 53mm de diametro.
- .
Idem a la anterior pero de 63mm de diametro.

- 20.- Unidad de alumbrado vapor de mercurio de 175W, 220V, con balastro electrónico integrado cat. VMVC-J-175GP modelo Relamp Champ II montaje en poste mca. C.H. Domex.
- 21.- Unidad de alumbrado vapor de mercurio de 250W, 220V, con balastro electrónico integrado cat. vmvc-j-250gp modelo Relamp Champ II montaje en poste mca. C.H. Domex
- 22.- Unidad de alumbrado vapor de mercurio de 400W, 220V, con balastro electrónico integrado cat. ILM-400-1ST montaje en poste o techo mca Wide Lite.
- 23.- Unidad de alumbrado vapor de mercurio de 400W, 220V, con balastro electrónico integrado cat. ILM-400-4ST montaje en poste mca Wide Lite.
- 24.- Luminaria de sobreponer fluorescente de 2x59 W, 127V con gabinete de fibra de vidrio y balastro electrónico encendido instantáneo aprueba de polvo cat. OG13-21 mca. Ilinsa.
- 25.- Luminaria de sobreponer fluorescente de 2x59 W, 127V con gabinete de fibra de vidrio y balastro electrónico encendido instantáneo aprueba de polvo cat. AV13-21 mca. Ilinsa.
- 26.- Cable vulcanel EP de cobre tipo RHW 600 v, mca. Condumex cal. 12 AWG.
- Idem a la anterior pero cal. num. 10 AWG
- Idem a la anterior pero cal. num. 8 AWG
- Idem a la anterior pero cal. num. 6 AWG
- Idem a la anterior pero cal. num. 4 AWG
- Idem a la anterior pero cal. num. 2 AWG
- Idem a la anterior pero cal. num. 1/0 AWG
- Idem a la anterior pero cal. num. 2/0 AWG
- Idem a la anterior pero cal. num. 250 KCM

- 27.- Tablero de alumbrado y distribución EWP para 220-127V, 3F, 4H, cat. EWP-5345
Tipo sobreponer de 30 circuitos incluye interruptores
- 28.- Tablero de alumbrado y distribución I LINE para 480-277V, 3F, 4H cat. LA400181A
tipo sobreponer incluye interruptores derivados marca Square D bonderizado tropicalizado hermético al polvo.
- 29.- Tablero de alumbrado y distribución NQD para 220-277V, 3F, 4H cat. NQOD-24-4A
B, tipo sobreponer incluye interruptores derivados marca Square D bonderizado tropicalizado hermético al polvo.
- 30.- Subestación tipo compacta uso interior para voltaje de 13200V bonderizada, tropicalizada, hermética al polvo, con las siguientes secciones:
 - 1.- Sección de acometida
 - 2.- Sección de paso con cuchillas de operación sin carga de 400Ampers.
 - 3.- Sección de fusibles o cámara de arqueo con apartarrayos de 25KV.
 - 4.- Sección de acoplamiento para transformador
- 31.- Transformador de potencia de 750 KVA, 13200/4160-2401V; neutro aterrizado con 4 derivaciones en el lado de baja tensión de 2.5 dos hacia arriba y dos hacia abajo tipo seco enfriamiento AA, bonderizado y tropicalizado para operar a nivel del mar y aprueba de polvo totalmente cerrados.
- 32.- Grupo motor generador de 150 KW 187 KVA 480-277 V fp= 0.8 incluye tablero de transferencia y tanque de dáa de 300 lts. Apropiado para operar a nivel del mar y a a prueba de polvo.
- 33.- Subestación unitaria en paquete Power Zone Modelo III con transformador tipo seco de 112.5 KVA, 4160/480-277V y sección de distribución con tablero tipo I line para operar a nivel del mar, bonderizado, tropicalizado, aprueba de polvo.
- 34.- Centro de control de motores para operación de trabajo de 4160-2401V con 3 secciones de 4 modulos. bonderizado y tropicalizado herméticamente cerrado y aprueba de polvo.
- 35.- Tablero blindado para media tensión tipo metal clad, con interruptores en vacío tipo VAD para 4160-2401V. Para operar a nivel del mar , bonderizado, tropicalizado y herméticamente cerrado al polvo.

CAPITULO V

5.ANEXOS

**5.1.- NIVELES MINIMOS DE ILUMINACIÓN
RECOMENDADOS PARA ALUMBRADO GENERAL
DE INTERIORES**

	LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 95%		LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 95%
I. EDIFICIOS INDUSTRIALES					
ACERO (Véase Hierro y Acero)					
ACUMULADORES MANUFACTURA DE					
Moldeado celdas	500	300			
ARCILLA Y CEMENTOS PRODUCTOS DE					
Moliendo, prensa filtrado, hornos de secado, vaciado y devastado	300	200			
Esmaltado, pintura y vidriado (Trabajo burdo)	1000	600			
Pintura y vidriado (Trabajo fino)	3000a	1700a			
AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE					
Ensamblado bastidor	500	300			
Ensamblado Chasis	1000	600			
Ensamblado final e Inspección	2000a	1100a			
Manufactura carrocería:					
Ensamblado	1000	600			
Partes	700	400			
Acabado a inspección	2000a	1100a			
AVIONES MANUFACTURA DE					
Partes:					
Producción	1000	600			
Inspección	2000a	1100a			
Acabado de piezas:					
Taladrado, remachado y apretado de tornillos	700	400			
CUARTO PINTURA	1000	600			
Trazado sobre aluminio, formado partes pequeñas de fuselaje y alas	1000	600			
Soldadura:					
Iluminación general,	500	300			
ILUMINACION LOCALIZADA	10000	6000			
Subensamblado:					
Tren de aterrizaje, fuselaje, secciones, alas y otras partes grandes	1000	600			
ENSAMBLADO FINAL					
Colocación de motores, hélices, secciones, alas y tren de aterrizaje	1000	600			
Inspección de la nave ensamblada y su equipo	1000	600			
Reparación con máquinas herramientas	1000	600			
ASERRADEROS					
Clasificación de la madera	2000	1700			
AZUCAR, REFINERIAS DE					
Clasificación	500	300			
Inspección color	2000	1100			
CAJAS DE CARTON, MANUFACTURA					
Area general de manufactura	500	300			
CARBON, VERTEDORES DE					
Quebradores, cernidos y limpiado	100	60			
Selección	3000a	1700a			
CARPINTERIAS					
Trabajo burdo de banco y sierra	300	200			
Encolado, cepillado, lijado, trabajo de mediana calidad, en máquinas y banco	500	300			
Trabajo fino de máquina y banco, lijado y acabado fino	1000	600			
CERVECERAS, INDUSTRIAS					
Elaboración y lavado de barriles	300	200			
Llenado (de botellas, lata, barriles)	500	300			
CUARTOS DE CONTROL (Véase Plantas Generadoras)					
DULCES INDUSTRIAS					
Departamento de Chocolate					
Descascarado, selección, extracción, de aceite, quebrado y refinación, alimentación	500	300			
Limpieza de grano, selección Inmersión, empacado y envoltura	500	300			
Molienda	1000	600			
			Elaboración de crema:		
			Mezclado, cocción y moldeado	500	300
			Pastillas de goma y jaleas	300	
			Decoración a mano	1000	600
			Caramelos:		
			Mezclado, cocción y moldeado	500	300
			Corte y selección	1000	600
			Elaboración de pesos y envoltura	1000	600
			EMPACADORAS DE CARNE		
			Matadero (Rastro)	300	200
			Limpiado, destazado, cocido, moliendas, enlatado y empacado	1000	600
			ENCUADERNACION		
			Doblado, ensamblado, empaste, cortado, punzonado y cocido	700	400
			Grabado en realce e inspección	2000a	1100a
			ENLATADORAS DE CONSERVAS		
			Clasificación inicial:		
			Jitomates	1000	600
			Otras muestras	500	300
			Clasificación por color (cuartos de cortado)	2000a	1100a
			Preparación:		
			Selección preliminar:		
			Chabacanos y duraznos	500	300
			Jitomates	1000	600
			Aceitunas	1500	900
			Cortado y picado	1000	600
			Selección final	1000	600
			Enlatado:		
			Enlatado en bandas sin fin	1000	600
			Enlatado estacionario	1000	600
			Empacado a mano	500	300
			Aceitunas	1000	600
			Inspección de muestras enlatadas	2000a	1100a
			Manejo de envases:		
			Inspección	2000a	1100a
			Etiquetado y empacado	300	200
			ENSAMBLADO		
			Tosco, fácil de ver	300	200
			Tosco, difícil de ver	500	300
			Medio	1000	600
			Fino	5000	3000
			Extrafino	10000	6000
			ENSAYOS O PRUEBAS		
			General	500	300
			Instrumentos, extrafinos, escalas, etc.	2000a	100a
			EQUIPO ELECTRICO, MANUFACTURA:		
			Impregnado	500	300
			Aislado, enrollado	1000	600
			Pruebas	1000	600
			EXTRUCTURAS DE ACERO,		
			MANUFACTURA DE	500	300
			EXPLOSIVOS, MANUFACTURA DE	300	200
			FORJADO, TALLERES DE		
			FUNDICIONES		
			Templado (Hornos)	300	200
			Limpiado	300	200
			Hechura de corazones:		
			Finos	1000	600
			Medianos	500	300
			Inspección:		
			Fina	5000a	3000a

	LUXES I.E.S 99%	LUXES S.M.I.I. 95%		LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 95%
Hilo de color	1000	600	parte superior y suelos	500	300
Tróviles	500	300	Rodillos de suelas, procesos de hechura y acabado	1000	600
Devanado:			ZAPATOS DE PIEL, MANUFACTURA DE.		
Hilo blanco	300	200	Cortado y costura:		
Hilo de color	500	300	Tablas de cortado	3000a	1700a
Urdidores:			Marcado, ojalado, adelgazado, selección, remendado y contadores	3000a	1700a
Hilo blanco	500	300	Cosido:		
Hilo blanco (en el peine)	1000	600	Materiales claros	500	300
Hilo de color	1000	600	Materiales oscuros	3000a	2000a
Hilo de color (en el peine.)	3000a	1700a	Hechura y acabado	2000	1100
Tejido:			2. OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS		
Telas blancas	1000	600	AUDITORIOS		
Telas de color	2000	1100	Para exhibiciones	300	200
Cuarto de telas crudas:			Para asambleas	150	100
Quitar nudos de la tela	1500a	900a	Para actividades sociales	50	50
Cosido	3000a	1700a	BANCOS		
Doblado	700	400	Vestibulo (iluminación general)	500	300
Acabado húmedo	500	300	Pagadores, contadores y recibidores	1500	900
Teñido	1000a	600	Gerencia y Correspondencia	1500	900
Acabado en seco:			BIBLIOTECAS		
Despeluzado, acondicionamiento y planchado	700	600	Sala de lectura	700	400
Cortado	1000	600	Anaqueles	300	200
Inspección	2000a	1100a	Reparación de libros	500	300
Doblado	700	400	Archiveros y catalogar	700	400
TALLERES TEXTILES SEDA Y SINTETICOS.			Mesa checkadora de salidas y entradas de libros.	700	400
Manufactura:			CENTRAL DE BOMBEROS		
Remojado, teñido fugaz y preparación de torcidos	300	200	(Véase Edificios Municipales)		
Devanado, torcido, redevanado y coneras, torcido de fantasía, engomado:			CLUBES		
Hilo claro	500	300	Salas de descanso y de lectura	300	200
Hilo obscuro	2000	1100	CORREOS		
Urdidores (Seda)			Vestibulos, sobre mesas	300	200
En estizola, finales de carrera, devanadora, lanzadera y plegadora	1000	600	Correspondencia, selección, etc.	1000	600
Repaso en lisos y en el peine	2000a	1100a	CORTES DE JUSTICIA (O TRIBUNALES)		
Tejido	1000	600	Areas de asientos (público)	300	200
TAPICERIA DE AUTOMOVILES, MUEBLES, ETC	1000	600	Areas de actividades propias de la corte	700	400
TELA, PRODUCTOS DE			EDIFICIOS MUNICIPALES, BOMBEROS Y POLICIA		
Inspección tela	20000a	10000a	Policia:		
Cortado	3000a	2000a	Archivos de identificación	1500	900
Costura	5000	300a	Celdas y cuartos para interrogatorios	300	200
Planchado	3000a	2000a	Bomberos:		
TIPOGRAFICAS, INDUSTRIAS			Dormitorios	200	100
Fundición de tipo:			Sala recreativa	300	200
Manufactura matrices, acabado de tipos	1000	600	Garage carros bomba	300	200
Preparación de tipos, elección	500	300	ESCUELAS		
Fundición	500	300	Salones de clase	700	400
Impresión:			Salones de dibujo (sobre restirador)	1000a	600a
Inspección de colores	2000a	1100a	Lectura de movimientos de labios (sordo-mudos), pizarrones, costura	1500a	900a
Linotipos y cajistas	1000	600	GALERIAS DE ARTE		
Prensas	700	400	Iluminación general:	300	200
Mesa de formación	1500	900	Sobre pinturas (localizado)	300	200b
Corrección de pruebas	1500	900	Sobre estatuas y otras exhibiciones	1000c	600c
Electrotipia :			IGLESIAS		
Moldeado, rauteado, acabado, nivelado, moldes y recortado	1000	600	Altar, retablos	1000e	600e
Galvanoplastia	500	300	Coro (D) y presbiterio	300e	200e
Fotograbado:			Púlpito (iluminación adicional)	500e	300e
Grabado al ácido y montado	500	300	Nave principal de la iglesia (iluminación general)	150e	100e
Rauteado, acabado, pruebas, entintado	1000	600	Ventanales emplomados:		
VIDRIO, FABRICAS DE			Color blanco	500	300
Cuarto de Hornos y mezcladora, prensado, máquinas sopladores y templado	300	200	Color mediano	1000	600
Esmirlado, cortado y plateado	500	300	Color obscuro	5000	3000
Esmirlado fino, biselado, pulido	1000	600	Ventanal muy denso	10000	6000
Inspección, grabado y decoración	2000a	1100a	MERCADOS		
ZAPATOS DE HULE, MANUFACTURA DE					
lavado, recubrimiento, molinos de ingredientes	300	200			
Barrizado, vulcanizado, calandras, cortado					

	LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 95%		LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 95%
Bodegas y cuartos de almacenamiento					
Activos	200	100	mesa de fracturas	2000	1100
Inactivos	50	50	Laboratorio:		
Carnicerías, Barbacoa, Pescaderías	500	300	Cuartos de ensayo	300	200
Cocinas (Áreas de trabajo)	500	300	Mesas de trabajo	500	300
Comedores	300	200	Trabajos más precisos	1000	600
Cuartos de máquinas	300	200	Vestíbulo	300	200
Ferreterías y Accesorios eléctricos	500	300	Salas de reposo	300	200
Lavadoras para verduras y varios	500	300	Cuartos para archivar historias clínicas	1000	500
Mercerías, vestidos y zapaterías	500	300	Sala de Rayos X :		
Mueblerías y artículos para el hogar	500	300	Radiografía y Fluoroscopia	100	60
Papelерías, libros y juguetes	500	300	Terapia superficial y profunda	100	60
Plataformas de descarga	200	100	Cuarto oscuro	100	60
Sanitarios y baños	100	100	Sala para ver placas	300	200
Verduras, frutas, flores y plantas	500	300	Archivos, revelado	300	200
MUSEOS (Véase Galerías de Arte)			Closet de blancos	100	60
OFICINAS			Guardería infantil:		
Proyectos y diseños	2000	1100	Iluminación general	100	60
Contabilidad, auditoría, máquinas de contabilidad	1500	900	Mesa de reconocimiento	700	400
Trabajos ordinarios de oficina selección de correspondencia, archivado activo o continuo y Archivado intermitente o descontinuado	1000	600	Cuarto de juego, pediátrico	300	200
Sala de conferencias, entrevistas, salas de receso, archivos de poco uso o sean las áreas en las cuales no se exige la fijación de la vista en forma prolongada	700	400	Obstetricia:		
PELUQUERIAS Y SALONES DE BELLEZA	300	200	Cuarto de limpieza (instrumentos)	300	200
TEATROS Y CINES	1000	600	Sala de preparación	200	100
Sala de espectáculos:			Sala de partos (iluminación gral.)	1000	600
Durante intermedios	50	50	Mesa para partos	25000	14000
Durante exhibición	1	1	Farmacia:		
Vestíbulo	200	100	Iluminación general	300	200
Sala de descanso (foyer)	50	30	Mesa de trabajo	1000	600
TERMINALES Y ESTACIONES			Almacén activo	300	200
Salas de espera	300	200	Cuartos privados y salas comunes:		
Oficina de boletos	1000	600	Iluminación general	100	60
Oficina de checar equipaje	500	300	Iluminación localizada (lectura)	300	200
Vestíbulo	100	60	Área para desequilibrados mentales	100	60
Andenes y Plataformas	200	100	Tratamiento con isótopos radioactivos:		
3. HOSPITALES			Laboratorio radioquímico	300	200
Sala de preparación y anestesia	300	200	Mesa de reconocimiento	500	300
Autopsia y Anfiteatro:			Cirugía:		
Mesa de autopsia	25000	14000	Cuarto de limpieza (instrumentos)	1000	600
Sala de autopsia (iluminación general)	1000	600	Sala de operaciones, iluminación general	1000	600
Anfiteatro (iluminación gral.)	200	100	Lavabo de cirujano	300	200
Central de instrumentos esterilizados:			Mesa de operaciones	25000	14000
Iluminación general	300	200	Sala de restablecimiento	300	200
Afilado agujas	1500	900	Terapia:		
Sala de Cistoscópica:			Física	200	100
Iluminación general	1000	600	Ocupacional	300	200
Mesa cistoscópica	25000	14000	Salas de espera	300	200
Sala dental:			Cuarto utilería	200	100
Cuarto de espera	300	200	Puesto de enfermeras:		
Cirugía dental (iluminación gral.)	700	400	Iluminación general	200	100
Silla dental	10000	6000	Escritorio	500	300
Laboratorio (banco de trabajo)	1000	600	Mostrador para medicinas	1000	600
sala de recuperación	50	30	4. HOTELES, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS		
Sala de electroencefalogramas:			AUTOMOVILES, SALAS DE EXHIBICION		
Oficina	1000	600	(Véase tiendas)		
Cuarto de trabajo	300	200	CASAS (Véase residencias)		
Sala de espera	300	200	Alumbrado nocturno:		
Sala de emergencia:			Zonas comerciales principales:		
Iluminación general	1000	60	General	2000	1100
Iluminación localizada	20000	9000	Atracciones principales	10000	6000
Sala de electrocardiograma, de metabolismo y de muestras:			Zonas comerciales secundarias:		
Iluminación general	200	100	General	2000	1100
Mesa de muestras	500	300	Atracciones principales	10000	6000
Salas de reconocimiento y tratamiento:			COCINAS (Véase restaurantes o residencias)		
Iluminación general	500	300	ESCAPARATES (o		
Mesas de reconocimiento	1000	600	Alumbrado diurno:		
Sala para ojos, oídos, nariz y garganta :			General	1000	600
Cuarto oscuro	100	60	Atracciones principales	5000	3000
Cuarto de reconocimiento y tratamiento	500	300	GASOLINERAS:		
Sala de fracturas			Áreas de Servicio	300	200
Iluminación Gral.	500	300	Cuarto de ventas	500	300
			Estantes	1000	600
			HOTELES		

	LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 95%		LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 95%
Mediana	1000	600	Inspección	2000a	100a
Moldeo:			JABONES, MANUFACTURA DE		
Mediano	1000	600	Paila, corte, escamas de jabón y detergentes		
Grande	500	300	en polvo	300	200
Colado	500	300	Troquelado, envoltura y empaque, llenado y		
Selección	500	300	detergentes en polvo	300	200
Cubilote	200	100			
Desmolde	300	200	LACTEOS Y PRODUCTOS		
GALVANOPLASTIA	300	200	Industria líquida:		
GARAGES AUTOMOVILES Y CAMIONES			Cuarto marmitas y almacén botellas	300	200
Taller de Servicio:			Botellas	500	300
Reparaciones	1000	600	Lavadoras botellas	f	f
Áreas activas de tráfico	200	100	Lavadoras latas	300	200
Garages para estacionamiento:			Equipos de refrigeración	300	200
Entrada	500	300	Llenado:		
Espacio para circulación	100	100	Inspección	1000	600
Espacio para estacionamiento	50	50	Manómetros y tableros de medidores (sobre		
GRANJAS			carátulas)	500	300
Establo y Gallinero	100	100	Laboratorios	1000	600
GRABADO (CERA)	2000a	1100a	Pasteurizadores	300	200
GUANTES, MANUFACTURA DE			Separadores y cuartos refrigerados	300	200
Planchado y cortado	3000a	2000a	Tanques y cubas	500	300
Tejido y clasificado	1000	600	Termómetro (sobre carátula)	500	300
Cosido e Inspección	5000a	3000a	Cuarto para pesar (Iluminación gral.)	300	200
HANGARES			Básculas	700	400
Servicio de reparación únicamente	1000	600	LAMINA DE FIERRO Y ACERO, TRABAJOS EN:		
HIELO, FABRICA DE			Prensas, guillotinas, troqueladoras trabajo		
Cuarto de compresores y máquina	200	100	mediano de banco	500	300
HIERRO Y ACERO MANUFACTURA DE			Punzadoras y rechazado	500	300
Hornos de hogar abierto:			Trazado	2000	1100
Patio de almacenaje	100	60	LAVADO Y PLANCHADO, INDUSTRIAS DE		
Piso de carga	200	100	Checado y selección	500	300
Resbaladera de vaciado:			Levado en seco, húmedo y vaporizado	500	300
Fosos de escoria	200	100	Inspección y desmanchado	5000a	3000a
Plataformas de control	300	200	Composturas y modificaciones	2000a	1100a
Patio de moldes	50	30	planchado	1500	900
Colado	300	200	LAVANDERIAS		
Almacenamiento de coladas	100	60	Lavado	300	200
Bodega pesado	100	60	Planchados de blancos, pesado, hacer listas,		
Reparaciones	300	200	marcado	500	300
Patio de desmolde	200	100	Planchado a máquina y selección	700	400
Patio de Chatarra	100	60	Planchado fino a mano	1000	600
Edificio de mezcla	300	200	LLANTAS DE HULE Y CAMARAS:		
Edificio de calcinación	100	60	MANUFACTURA DE:		
Bola rompedora	100	60	Preparación materia prima:		
Molinos de laminación de:			Plasticación, molienda banbury	300	200
Lingote, planchas, soleras y laminas en			Prensado en calandra	500	300
caliente	300	200	Preparación de la tela:		
Laminación en frío en placas	300	200	Cortado y construcción de cejas	500	300
Tubo, varilla y alambros	500	300	Máquinas para las cámaras y recubierto	500	300
Fierro estructural y planchas	300	200	Construcción de llantas:		
Molinos de laminación de hojalata:			Llantas sólidas	300	200
Estañado y galvanizado	500	300	Llantas neumáticas	500	300
Laminación en frío	500	300	Departamento de Vulcanización:		
Cuarto de motores y máquinas	300	200	Cámaras y llantas	700	400
Inspección:			Inspección final	2000a	1100a
Rebabeo de lámina negra, lingotes y billetes	1000	600	Envoltura	500	300
Hojalata y otras superficies brillantes	1000j	600j	MOLINO DE HARINA		
HULE, PRODUCTO DE			Rodillos, cernidores, purificadores	500	300
Preparación de la materia prima:			Enpacado	300	200
Plasticación, molienda Banbury	300	200	Control de producción	1000	600
Prensado en calandra	500	300	Limpio, cargadores, andenes, tolvas	300	200
Preparación de la telas:			PAN INDUSTRIAS DE		
Cortado y tubos flexibles	500	300	Cuarto de fermentado	300	200
Productos por extrusión	500	300	Formado:		
Productos moldeados y vulcanización	500	300	Pan blanco	300	200
			Pastelillos y pan de dulce	500	300
			Cuartos de hornos	300	200
			Relleno y otros ingredientes	500	300
			Decorado:		

	LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 95%		LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 99%
Mecánico	500	300			
Manual	1000	600			
Básculas y termómetros	500	300			
Envolturas	300	200			
PAPEL MANUFACTURA DE					
Bastidores, molinos, calandras	300	200			
Acabado, cortado, recorte y máquinas para hacer el Papel	500	300			
Contado a mano lado húmedo de la máquina de papel	700	400			
Carrete máquina de papel inspección y laboratorio	1000	600			
Enrollado	1500	900			
PIEL MANUFACTURA DE (TENERIAS)					
Limpiado, curtido y estirado, paílas	300	200			
Cortado descarnado y secado	500	300			
Acabado	1000	600			
PIEL, TRABAJO SOBRE					
Planchado, trenzado y barnizado	2000	1100			
Clasificación, igualado, cortado y cosido	3000	1700			
PIEDRA, TRITURADO Y CERNIDO DE					
Transportadores de bandas espacios de descargo de tiro, cuarto de tolvas interior de los depósitos	100	60			
Cuarto de quebradoras primarias auxiliares debajo de los depósito	100	60			
Cernidores	200	100			
PINTURA, MANUFACTURA DE					
Iluminación general	300	200			
Comparación de las mezclas con la muestras o patrones	2000j	1100j			
PINTURAS TALLERES DE					
Pinturas por inmersión o baño con pistola de aire, esmalte o fuego	500	600			
Pulido, pintura ordinaria a mano y decorado, rociado especial y con plantilla	500	300			
Acabado de pinturas a mano:					
Trabajo abajo fino	1000	600			
Trabajo extra-fino (carrocerías, pianos)	3000a	1700a			
PLANTAS GENERADORES					
Equipo de acondicionamiento de aire, precalentadores y piso de ventiladores, exclusaje de cenizas	100	60			
Auxiliares, sala de acumuladores, bombas alimentadoras de calderas, tanques, compresores y área de manómetros	200	100			
Plataformas calderas	100	60			
Plataformas quemador	200	100			
Cuarto de cables, nave de bombas o circuladores	100	60			
Transportador carbón, quebradores, alimentadores, básculas, pulverizador, área de ventiladores, torre de transbordo	100	60			
Condensador, piso de areadores, piso evaporador y piso calentadores	100	60			
Cuartos de control:					
Superficie vertical de los tableros "Simplex" o sección de "Duplex" viendo hacia el operador:					
Tipo A.- Cuarto de control largo, 170 cm. Sobre el piso	500	300			
Tipo B.- Control de cuarto ordinario, 170 cm, sobre el piso	300	200			
Sección de "Duplex" viéndose desde cualquier ángulo	300	200			
Pupitre de distribución (nivel horizontal)	500	300			
Áreas dentro de los tableros "Duplex"	100	60			
Parte posterior de cualquiera de los tableros (vertical)	100	60			
Alumbrado de emergencia en cualquier área Tableros despachadores:	30	20			
			Plano horizontal (nivel de la mesa)	500	300
			Superficie vertical del tablero (1.25 M. Sobre el piso viendo hacia el operador):		
			Cuarto despachador sistema de carga	500	300
			Cuarto despachador secundario	300	200
			Área para tanques de hidrógeno y bióxido de carbono	200	100
			Laboratorio químico	500	300
			Precipitadores	100	60
			Casa de rejillas	200	100
			Plataforma, sopladores de hollín o escoria	100	60
			Cabezas para vapor y válvulas	100	60
			Cuarto de interruptores de potencia	200	100
			Cuarto para equipo telefónico	200	100
			Túneles o galerías para tubería	100	60
			Sub-sótano (parte inferior turbina)	200	100
			Cuarto de turbinas	300	200
			Área para tratamiento de agua	200	100
			Plataforma para visitantes	200	100
			PULIDORAS Y BRUÑIDORAS QUIMICA, INDUSTRIA		
			Hornos manuales, tanques de hervido, secadoras estacionarias, cristalizadores por gravedad y estacionarios	300	200
			Hornos mecánicos, generadores y destiladores, aceros mecánicos, evaporadores, filtrado, cristalizadores mecánicos y decolorado	300	200
			Tanques para cocción, extractores, coladores, nitradoras y celdas electrolíticas	300	200
			SOMBREROS, MANUFACTURA DE		
			Tenido, tensado, galoneado, limpiado y refinado	1000	600
			Formado, calibrado, realzado, terminado y planchado	2000a	1100a
			Cosido	5000a	3000a
			SOLDADURA		
			Iluminación general	500	300
			Soldadura Manual de precisión con arco	10000a	6000a
			TABACO, PRODUCTOS DE		
			Secado, desmondamiento (iluminación general)	300	200
			Clasificación y selección	2000a	1100a
			TALLERES MECANICOS		
			Trabajo burdo de maquinaria y banco	500	300
			Trabajo mediano de maquinaria y banco, m máquinas automáticas ordinarias, esmerilado burdo, y pulido mediano	100	600
			Trabajo fino de maquinaria y banco, máquinas automáticas finas, esmerilado mediano, y pulido fino	6000a	3000a
			Trabajo extra-fino de maquinaria y esmerilado	10000a	6000a
			TALLERES TEXTILES, ALGODON		
			Abridoras, mezcladoras, batientes	300	200
			Cardas y estiradoras	500	300
			Pabilidoras, viecos, tróviles y cañoneros	500	300
			Enrolladores y Engomadores:		
			telas crudas	500	300
			Mezclillas	1500	900
			Inspección:		
			Telas crudas (volteadas a mano)	1000	600
			Atado automático 500a 900a	1000	600
			Telares	1000	600
			Repaso y atado a mano	2000a	1100
			TALLERES TEXTILES LANA Y ESTAMBRE		
			Abridoras, mezcladoras y batientes	300	200
			Clasificación	1000a	600a
			calado, peinado y repeinado	500	30
			Estirado:		
			Hilo blanco	500	300
			Hilo de color	1000	600
			Tróviles :		
			Hilo blanco	500	300

	LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.I. 95%
Recámaras:		
Iluminación general	100	60
Para lectura y escritura	300h	200h
Administración	500	300
Vestibulo:		
Áreas de trabajo y lectura	300	200
Iluminación general	100	200
Marquesina	500	300
JOYERIA Y RELOJES, MANUFACTURA DE RESIDENCIAS	5000a	3000a
Tareas visuales específicas (1):		
Juegos de mesa	300	200
Cocina (sobre fregadero u otra superficie de trabajo)	500	300
Lavadero, mesa de planchado	500	300
Cuarto de estudio (sobre escritorio)	700	400
Costura	1000	600
Iluminación general:		
Entradas, halls, escaleras y descanso de escaleras	100m	60m
Salas, comedores, recámaras, cuartos de estudio, biblioteca y cuartos de recreo o juego.	100m	60m
Cocina, lavandería, cuarto de baño	300	200
RESTAURANTES Y CAFETERIAS		
Área de comedor:		
Cajera	500	300
Del tipo íntimo:		
Con ambiente ligero	100	60
Con ambiente acogedor	30	30
Del tipo ordinario:		
Con ambiente ligero	300	200
Con ambiente acogedor	150	100
Del tipo servicio rápido:		
Cocina:		
Inspección, etiquetado y precio	700	400
Otras áreas	300	200
SALONES DE BAILES	50	30
TIENDAS (o)		
Áreas de circulación	300	200
Áreas de mercancías:		
Con servicio de vendedoras	1000	600
Autoservicio	2000	1100
Mostradores y vitrinas en muro:		
Con servicio de vendedoras	2000	1100
Autoservicio	5000	3000
Atracciones principales:		
Con servicio de vendedoras	5000	3000
Autoservicio	10000	6000

5. ÁREAS COMUNES

BODEGAS O CUARTOS DE ALMACENAMIENTO

Inactivas	50	30
Activas:		
Piezas toscas	100	60
Piezas medianas	200	100
Piezas finas	500	300

ELEVADORES DE CARGA Y PASAJERO

	200	100
ESCALERAS	200	100
PASILLOS Y CORREDORES	200	100
BAÑOS Y TOCADORES		
Iluminación general	100	60
Espejo	300g	200g

Dado que en el curso de 10 años, los niveles de Iluminación recomendados por el I.E.S., para Alumbrado Exterior, Áreas Deportivas y transportes, prácticamente no han variado habiendo demostrado durante ese lapso buenos resultados en su aplicación, la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación A. C. -Illuminating Engineering Society- México Chapter, aprobó recomendar mismos niveles de iluminación, teniéndose presente que los lugares en que se aplican, son servicios públicos y en el caso de los espectáculos deportivos, son de paga y susceptibles de televisarse.

6. ALUMBRADO EXTERIOR

ALUMBRADO DE PROTECCION

Alrededores de áreas activas de embarque	50
Alrededores de edificios	10
Áreas de almacenamiento activas	200
Áreas de almacenamiento inactivas	10
Entradas:	
Activas (peatones y/o transportes)	50
Inactivas (normalmente cerradas, no usadas con frecuencia)	10
Límites de propiedad:	
Deslumbramiento por medio de la técnica de protección (Reflectores de dentro hacia afuera)	1.5
Técnica de Iluminación general	2
Iluminación general áreas Inactivas	200
Plataformas de carga y descarga	50
Ubicaciones y estructuras de importancia	50
ASTILLEROS	
Iluminación general	50
Caminos, sendas	100
Áreas de construcción	300
BANDERAS, ILUMINACIÓN CON PROYECTORES	
(Véase Tableros para boletines y Carteles)	
CALLES	q
CAMINOS	q
CANTERAS	50
CARBONO PATIOS PARA (de protección)	2
CARRETERAS	q
DRAGADO	20
EDIFICIOS	
Construcción general	10
Trabajos de excavación	20
ESTACIONAMIENTOS	50
FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS	
Iluminación con protectores:	
Alrededores brillantes:	
Superficies claras	150
Superficies medio claras	200
Superficies medio oscuras	300
Superficies oscuras:	500
Alrededores oscuros:	
Superficies claras	50
Superficies medias claras	100
Superficies medio oscuras	150
Superficies oscuras	200
FERROCARRILES PATIOS DE	
De recepción	2
Clasificación	3
GASOLINERAS:	
Alrededores brillantes:	
Acceso	30
Calzada para coches	50
Áreas bomba de gasolina	300
Fachadas edificios (de vidrio)	300r
Áreas de servicio	70
Alrededores oscuros:	
Acceso	15
Calzadas para coches	15
Áreas bombas de gasolina	200
Fachadas edificio (de vidrio) 100r	
Áreas de Servicio	30
JARDINES (p)	
Iluminación general	5
Senderos, escalones, lejanos de la casa	10
Parte posterior de la casa, bardas, paredes, árboles, arbustos	20
Flores, jardines entre rocas	50
Árboles y arbustos, cuando se quieran hacer destacar	50
MADERAS PARA CONSTRUCCION, PATIOS DE MUELLES	10
PATIOS DE ALMACENAMIENTO (Activos)	200

I.E.S.
S.M.I.I.
LUXES

5.2.- TABLA DE REFLECTANCIAS

TABLA DE REFLEXIONES APROXIMADAS
1.- SUPERFICIES DE PINTURA

<u>TONO</u>	<u>COLOR</u>	<u>REFLEXION EN %</u>
Muy claro	Blanco nuevo	88
	Blanco viejo	76
	Azul verde	76
	Crema	81
	Azul	65
	Miel	76
	Gris	83
Claro	Azul verde	72
	Crema	79
	Azul	55
	Miel	70
	Gris	73
Mediano	Azul verde	54
	Amarillo	65
	Miel	63
	Gris	61
Obscuro	Azul	8
	Amarillo	50
	Cafe	10
	Gris	25
	Verde	7
	Negro	3

II. SUPERFICIES DE MADERA

<u>COLOR</u>	<u>REFLEXION EN %</u>
Maple	43
Nogal	16
Caoba	12
Pino	48

III. ACABADOS METALICOS

<u>COLOR</u>	<u>REFLEXION EN %</u>
Blanco polarizado	70-85
Esmalte horneado	
Aluminio pulido	75
Aluminio mate	75
Aluminio claro	79
Aluminio claro	59

IV ACABADOS DE CONSTRUCCION APARENTES

<u>TIPO</u>	<u>REFLEXION EN %</u>
Roca basáltica	18
Cantera clara	18
Tabique muy pulido	48
Tabique rojo vidriado	30
Tabique pulido	40
Tabique rojo barnizado	30
Cemento	27
Concreto	40
Mármol blanco	45
Vegetación	25
Asfalto limpio	7
Adoquín de roca ígnea	17
Grava	13
Pasto (verde oscuro)	6
Pizarra	8

e.- TABLA DE RELACIONES DE CAVIDAD

DIMENSIONES DEL LOCAL		DIMENSIONES DE LA CAVIDAD																				
ANCHO	LARGO	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8	9	10	11	12	14	16	29	25	30	
8	8	1.2	1.9	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	6.2	7.5	8.8	10.0	11.2	12.5	—	—	—	—	—	—	—	
	10	1.1	1.7	2.2	2.8	3.4	3.9	4.5	5.6	6.7	7.9	9.0	10.1	11.3	12.4	—	—	—	—	—	—	
	14	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.4	3.9	4.9	5.9	6.9	7.8	8.8	9.7	10.7	11.7	—	—	—	—	—	
	20	0.9	1.3	1.7	2.2	2.6	3.1	3.5	4.4	5.2	6.1	7.0	7.9	8.8	9.6	10.5	12.2	—	—	—	—	
	30	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	4.0	4.8	5.5	6.3	7.1	7.9	8.7	9.5	11.0	—	—	—	—	
10	10	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	—	—	—	—	—	
	14	0.9	1.3	1.7	2.1	2.6	3.0	3.4	4.3	5.1	6.0	6.9	7.8	8.6	9.5	10.4	12.0	—	—	—	—	
	20	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.7	4.5	5.3	6.0	6.8	7.5	8.3	9.0	10.5	12.0	—	—	—	
	30	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.3	4.0	4.7	5.3	6.0	6.6	7.3	8.0	9.4	10.6	—	—	—	
	40	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	5.6	6.2	6.9	7.5	8.7	10.0	12.5	—	—	
12	12	0.8	1.2	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	4.2	5.0	5.8	6.7	7.5	8.4	9.2	10.0	11.7	—	—	—	—	
	16	0.7	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	2.9	3.6	4.4	5.1	5.8	6.5	7.2	8.0	8.7	10.2	11.6	—	—	—	
	24	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	5.6	6.2	6.9	7.5	8.7	10.0	12.5	—	—	
	36	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5	6.0	6.6	7.8	8.8	11.0	—	—	
	50	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	6.2	7.2	8.2	10.2	—	—	
14	14	0.7	1.1	1.4	1.8	2.1	2.5	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5	10.0	11.4	—	—	—	
	20	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	4.2	4.9	5.5	6.1	6.7	7.3	8.6	9.8	12.3	—	—	
	30	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	2.1	2.6	3.1	3.7	4.2	4.7	5.2	5.8	6.3	7.3	8.4	10.5	—	—	
	42	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.4	2.9	3.3	3.8	4.3	4.7	5.2	5.7	6.7	7.6	9.5	11.9	—	
	60	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	6.1	7.0	8.8	10.9	—	
17	17	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3	2.9	3.5	4.1	4.7	5.3	5.9	6.5	7.0	8.2	9.4	11.7	—	—	
	25	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	10.0	12.5	—	
	35	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.2	2.6	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	6.1	7.0	8.7	10.9	—	
	50	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.4	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.5	5.4	6.2	7.7	9.7	11.6	
	80	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4	1.8	2.1	2.5	2.9	3.3	3.6	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.0	10.9	
20	20	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	10.0	12.5	—	
	30	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.1	2.5	3.0	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.8	6.6	8.2	10.3	12.4	
	40	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.8	2.2	2.6	2.9	3.4	3.8	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.1	10.9	
	60	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.1	
	90	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	4.2	4.8	6.0	7.5	9.0	
24	24	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.8	6.7	8.2	10.3	12.4	
	32	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.0	11.0	
	50	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.8	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.4	5.0	6.2	7.8	9.4	
	70	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	1.4	1.7	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	3.3	3.8	4.4	5.5	6.9	8.2	
	100	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	2.9	3.1	3.7	4.2	5.2	6.5	7.9	
30	30	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.0	
	45	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.5	2.7	3.0	3.3	3.8	4.4	5.5	6.9	8.2	
	60	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.5	4.0	5.0	6.2	7.4	
	90	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.1	3.6	4.5	5.6	6.7	
	150	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	5.9	
36	36	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	3.0	3.4	4.1	5.1	6.1	
	50	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9	3.3	3.8	4.8	5.9	7.2	
	75	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.5	2.9	3.3	4.1	5.1	6.1	
	100	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	3.0	3.8	4.7	5.7	
	150	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.8	3.5	4.3	5.2	6.2	
42	42	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.3	2.6	3.0	3.7	4.7	5.7	
	60	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0	
	90	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.8	3.5	4.4	5.2	
	140	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5	3.1	3.9	4.6	
	200	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	2.0	2.3	2.9	3.6	4.3	
50	50	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0	
	70	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.4	2.7	3.4	4.3	5.1	
	100	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.1	2.4	3.0	3.7	4.5	
	150	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.9	2.1	2.7	3.3	4.0	
	200	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.9	2.3	2.9	3.5	
75	75	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.9	2.1	2.7	3.3	4.0	
	120	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	2.2	2.7	3.3	
	200	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.8	2.3	2.7	3.2	
	300	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.7	2.1	2.5	
	100	100	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	2.0	2.5	3.0
200		0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	1.9	2.2	
300		0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.7	2.0	
150		150	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.7	2.0
		300	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8
	200	200	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5
		300	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5
		300	300	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2
500			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0

f.— PORCENTAJE DE LAS REFLECTANCIAS EFECTIVAS DE TECHO O PISO PARA VARIAS COMBINACIONES DE REFLECTANCIAS

% DE REFLECTANCIA BASE*	90										80										70										60										50									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
RELACION DE CAVIDAD																																																		
0.2	89	88	88	87	86	85	85	84	84	82	79	78	78	77	76	75	75	74	72	70	69	68	68	67	67	66	66	65	64	60	59	59	58	57	56	56	55	53	50	50	49	49	48	48	47	46	46	44		
0.4	88	87	80	85	84	83	81	80	79	76	79	77	76	75	74	73	72	71	70	68	69	68	67	66	66	64	63	62	61	58	60	59	59	58	57	56	54	53	52	50	50	49	48	48	47	46	45	45	44	42
0.6	87	86	84	82	80	79	77	76	74	73	78	76	75	73	71	70	68	66	65	63	69	67	65	64	63	61	59	58	57	54	60	58	57	56	55	53	51	51	50	46	50	48	47	46	45	44	43	42	41	38
0.8	87	85	82	80	77	75	73	71	69	67	78	75	73	71	69	67	65	63	61	57	68	66	64	62	60	58	56	55	53	50	59	57	56	55	54	51	48	47	46	43	50	48	47	45	44	42	40	39	38	36
1.0	86	83	80	77	75	72	69	66	64	62	77	74	72	69	67	65	62	60	57	55	68	65	62	60	58	55	53	52	50	47	59	57	55	53	51	48	45	44	43	41	50	48	46	44	43	41	38	37	36	34
1.2	85	82	78	75	72	69	66	63	60	57	76	73	70	67	64	61	58	55	53	51	67	64	61	59	57	54	50	48	46	44	59	56	54	51	49	46	44	42	40	38	50	47	45	43	41	39	36	35	34	29
1.4	85	80	77	73	69	65	62	59	57	52	76	72	68	65	62	59	55	53	50	48	67	63	60	58	55	51	47	45	44	41	59	56	53	49	47	44	41	39	38	36	50	47	45	42	40	38	35	34	32	27
1.6	84	79	75	71	67	63	59	56	53	50	75	71	67	63	60	57	53	50	47	44	67	62	59	56	53	47	45	43	41	38	59	55	52	48	45	42	39	37	35	33	50	47	44	41	39	36	33	32	30	26
1.8	83	78	73	69	64	60	56	53	50	48	75	70	66	62	58	54	50	47	44	41	66	61	58	54	51	46	42	40	38	35	58	55	51	47	44	40	37	35	33	31	50	46	43	40	38	35	31	30	28	25
2.0	83	77	72	67	62	56	53	50	47	43	74	69	64	60	56	52	48	45	41	38	66	60	56	52	49	45	40	38	36	33	58	54	50	46	43	39	35	33	31	29	50	46	43	40	37	34	30	28	26	24
2.2	82	76	70	65	59	54	50	47	44	40	74	68	63	58	54	49	45	42	38	35	66	60	55	51	48	43	38	36	34	32	58	53	49	45	42	37	34	31	29	28	50	46	42	38	36	33	29	27	24	22
2.4	82	75	69	64	58	53	48	45	41	37	73	67	61	56	52	47	43	40	36	33	65	60	54	50	46	41	37	35	32	30	58	53	48	44	41	36	32	30	27	26	50	46	42	37	35	31	27	25	23	21
2.6	81	74	67	62	56	51	46	42	38	35	73	66	60	55	50	45	41	38	34	31	65	59	54	49	45	40	35	33	30	28	58	53	48	43	39	35	31	28	26	24	50	46	41	37	34	30	26	23	21	20
2.8	81	73	66	60	54	49	44	40	36	34	73	65	59	53	48	43	39	36	32	29	65	59	53	48	43	38	33	30	28	26	58	53	47	43	38	34	29	27	24	22	50	46	41	36	33	29	25	22	20	19
3.0	80	72	64	58	52	47	42	38	34	30	72	65	58	52	47	42	37	34	30	27	64	58	52	47	42	37	32	29	27	24	57	52	46	42	37	32	28	25	23	20	50	45	40	36	32	28	24	21	19	17
3.2	79	71	63	56	50	45	40	36	32	28	72	65	57	51	45	40	35	33	28	25	64	58	51	46	40	36	31	28	25	23	57	51	45	41	36	31	27	23	22	18	50	44	39	35	31	27	23	20	18	16
3.4	79	70	62	54	48	43	38	34	30	27	71	64	56	49	44	39	34	32	27	24	64	57	50	45	39	35	29	27	24	22	57	51	45	40	35	30	26	23	20	17	50	44	39	35	30	26	22	19	17	15
3.6	78	69	61	53	47	42	36	32	28	25	71	63	54	48	43	38	32	30	25	23	63	56	49	44	38	33	28	25	22	20	57	50	44	39	34	29	25	22	19	16	50	44	39	34	29	25	21	18	16	14
3.8	78	69	60	51	45	40	35	31	27	23	70	62	53	47	41	36	31	28	24	22	63	56	49	43	37	32	27	24	21	19	57	50	43	38	33	29	24	21	19	15	50	44	38	34	29	25	21	17	15	13
4.0	77	69	58	51	44	39	33	29	25	22	70	61	53	46	40	35	30	26	22	20	63	55	48	42	36	31	26	23	20	17	57	49	42	37	32	28	23	20	18	14	50	44	38	33	28	24	20	17	15	12
4.2	77	62	57	50	43	37	32	28	24	21	69	60	52	45	39	34	29	25	21	18	62	55	47	41	35	30	25	22	19	16	56	49	42	37	32	27	22	19	17	14	50	43	37	32	28	24	20	17	14	12
4.4	76	61	56	49	42	36	31	27	23	20	69	60	51	44	38	33	28	24	20	17	62	54	46	40	34	29	24	21	18	15	56	49	42	36	31	27	22	19	16	13	50	43	37	32	27	23	19	16	13	11
4.6	76	60	55	47	40	35	30	26	22	19	69	59	50	43	37	32	27	23	19	15	62	53	45	39	33	28	24	21	17	14	56	49	41	35	30	26	21	18	16	13	50	43	36	31	26	22	18	15	13	10
4.8	75	59	54	46	39	34	28	25	21	18	68	58	49	42	36	31	26	22	18	14	62	53	45	38	32	27	23	20	16	13	56	48	41	34	29	25	21	18	15	12	50	43	36	31	26	22	18	15	12	09
5.0	75	59	53	45	38	33	28	24	20	16	68	58	48	41	35	30	25	21	18	14	61	52	44	36	31	26	22	19	16	12	56	48	40	34	28	24	20	17	14	11	50	42	35	30	25	21	17	14	12	09
6.0	73	61	49	41	34	29	24	20	16	11	66	55	44	38	31	27	22	19	15	10	60	51	41	35	28	24	19	16	13	09	55	45	37	31	25	21	17	14	11	07	50	42	34	29	23	19	15	13	10	06
7.0	70	58	45	38	30	27	21	18	14	08	63	53	41	35	28	24	19	16	12	07	58	48	38	32	26	22	17	14	11	06	53	43	35	30	24	20	15	12	09	05	49	41	32	27	21	18	13	11	08	05
8.0	68	55	42	35	27	23	18	15	12	06	62	50	38	32	25	21	17	14	11	05	57	46	35	29	23	19	15	13	10	05	53	42	33	28	22	18	14	11	08	04	49	40	30	25	19	16	12	10	07	03
9.0	66	52	38	31	25	21	16	14	11	05	61	49	36	30	23	19	15	13	10	04	56	45	33	27	21	18	14	12	09	04	52	40	31	26	20	16	12	10	07	03	48	39	29	24	18	15	11	09	07	03
10.0	65	51	36	29	22	19	15	11	09	04	59	46	33	27	21	18	14	11	08	03	55	43	31	25	19	16	12	10	08	03	51	39	29	24	18	15	11	09	07	02	47	37	27	22	17	14	10	09	06	02

*Techo, piso, o piso de la cavidad.

e.- TABLA DE RELACIONES DE CAVIDAD

DIMENSIONES DEL LOCAL		DIMENSIONES DE LA CAVIDAD																					
ANCHO	LARGO	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8	9	10	11	12	14	16	29	25	30		
8	8	1.2	1.9	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	6.2	7.5	8.8	10.0	11.2	12.5	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10	1.1	1.7	2.2	2.8	3.4	3.9	4.5	5.6	6.7	7.9	9.0	10.1	11.3	12.4	-	-	-	-	-	-	-	
	14	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.4	3.9	4.9	5.9	6.9	7.8	8.8	9.7	10.7	11.7	-	-	-	-	-	-	
	20	0.9	1.3	1.7	2.2	2.6	3.1	3.5	4.4	5.2	6.1	7.0	7.9	8.8	9.6	10.5	12.2	-	-	-	-	-	
	30	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	4.0	4.8	5.5	6.3	7.1	7.9	8.7	9.5	11.0	-	-	-	-	-	
40	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.7	4.5	5.3	5.9	6.5	7.4	8.1	8.8	10.3	11.8	-	-	-	-	-	
10	10	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	-	-	-	-	-	-	
	14	0.9	1.3	1.7	2.1	2.6	3.0	3.4	4.3	5.1	6.0	6.9	7.8	8.6	9.5	10.4	12.0	-	-	-	-	-	
	20	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.7	4.5	5.3	6.0	6.8	7.5	8.3	9.0	10.5	12.0	-	-	-	-	
	30	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.3	4.0	4.7	5.3	6.0	6.6	7.3	8.0	9.4	10.6	-	-	-	-	
	40	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	5.6	6.2	6.9	7.5	8.7	10.0	12.5	-	-	-	
60	0.6	0.9	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.9	3.5	4.1	4.7	5.3	5.9	6.5	7.1	8.2	9.4	11.7	-	-	-	-	
12	12	0.8	1.2	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	4.2	5.0	5.8	6.7	7.5	8.4	9.2	10.0	11.7	-	-	-	-	-	
	16	0.7	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	2.9	3.6	4.4	5.1	5.8	6.5	7.2	8.0	8.7	10.2	11.6	-	-	-	-	
	24	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5	3.1	3.7	4.4	5.0	5.6	6.2	6.9	7.5	8.7	10.0	12.5	-	-	-	
	36	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5	6.0	6.6	7.8	8.8	11.0	-	-	-	
	50	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	6.2	7.2	8.2	10.2	-	-	-	
70	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.4	2.9	3.4	3.9	4.4	4.9	5.4	5.8	6.8	7.8	9.7	12.2	-	-	-	
14	14	0.7	1.1	1.4	1.8	2.1	2.5	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.8	8.5	10.0	11.4	-	-	-	-	
	20	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	4.2	4.9	5.5	6.1	6.7	7.3	8.6	9.8	12.3	-	-	-	
	30	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	2.1	2.6	3.1	3.7	4.2	4.7	5.2	5.8	6.3	7.3	8.4	10.5	-	-	-	
	42	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.4	2.9	3.3	3.8	4.3	4.7	5.2	5.7	6.7	7.6	9.5	11.9	-	-	
	60	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	6.1	7.0	8.8	10.9	-	-	
90	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.8	6.6	8.3	10.3	12.4	-	-	
17	17	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3	2.9	3.5	4.1	4.7	5.3	5.9	6.5	7.0	8.2	9.4	11.7	-	-	-	
	25	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	10.0	12.5	-	-	
	35	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.2	2.6	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.2	6.1	7.0	8.7	10.9	-	-	
	50	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.4	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.5	5.4	6.2	7.7	9.7	11.6	-	-
	80	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4	1.8	2.1	2.5	2.9	3.3	3.6	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.0	10.9	-	-
120	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.1	-	-	
20	20	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	10.0	12.5	-	-	
	30	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.8	6.6	8.2	10.3	12.4	-	-
	45	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.8	2.2	2.6	2.9	3.4	3.8	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.1	10.9	-	-
	60	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.1	-	-
	90	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	4.2	4.8	6.0	7.5	9.0	-	-
150	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.4	4.0	4.6	5.7	7.2	8.6	-	-	
24	24	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.8	6.7	8.2	10.3	12.4	-	-
	32	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.3	5.1	5.8	7.2	9.0	11.0	-	-
	50	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.8	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	4.4	5.0	6.2	7.8	9.4	-	-
	70	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	3.3	3.8	4.4	5.5	6.9	8.2	-	-
	100	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	2.9	3.1	3.7	4.2	5.2	6.5	7.9	-	-
160	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	3.3	3.8	4.7	5.9	7.1	-	-	
30	30	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.7	2.0	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.0	4.7	5.4	6.7	8.4	10.0	-	-
	45	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.5	2.7	3.0	3.3	3.8	4.4	5.5	6.9	8.2	-	-
	60	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.5	4.0	5.0	6.2	7.4	-	-
	90	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.1	3.6	4.5	5.6	6.7	-	-
	150	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	5.9	-	-
200	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.0	2.2	2.6	3.0	3.7	4.7	5.6	-	-	
36	36	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.5	2.8	3.0	3.3	3.9	4.4	5.5	6.9	8.3	-	-
	50	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.1	2.5	2.6	2.9	3.3	3.8	4.8	5.9	7.2	-	-
	75	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.5	2.9	3.3	4.1	5.1	6.1	-	-
	100	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	3.0	3.8	4.7	5.7	-	-
	150	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.8	3.5	4.3	5.2	-	-	
200	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.3	2.6	3.3	4.1	4.9	-	-	
42	42	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	3.3	3.8	4.7	5.9	7.1	-	-
	60	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0	-	-
	90	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.8	3.5	4.4	5.2	-	-
	140	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.2	2.5	3.1	3.9	4.6	-	-
	200	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	2.0	2.3	2.9	3.6	4.3	-	-
300	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	2.2	2.8	3.5	4.2	-	-	
50	50	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.8	3.2	4.0	5.0	6.0	-	-
	70	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.4	2.7	3.4	4.3	5.1	-	-
	100	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.1	2.4	3.0	3.7	4.5	-	-
	150	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.9	2.1	2.7	3.3	4.0	-	-
	200	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.9	2.3	2.9	3.5	-	-
60	60	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.3	1.5	1.7	1.8	2.0	2.3						

5.3 .- COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN DE LAS LAMPARAS UTILIZADAS EN ESTE TRABAJO

Crouse-Hinds-Domex

Champ
Luminarias
A Prueba de Vapor

Clase I, División 2

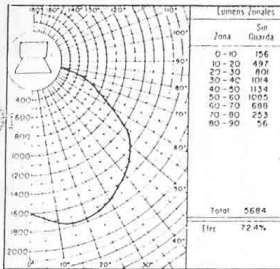
Datos Fotométricos
100, 175, 250 Watts

Luminaria con globo y reflector Domo

Luminaria con globo y reflector angular

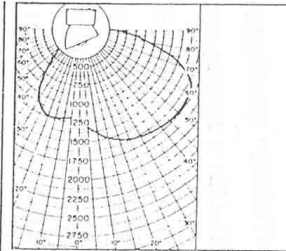
Lámparas Vapor de mercurio 100 watts/BT-25; 175 watts/BT-28; 250 watts/BT-28

Toda la información es para luminarias con lámparas de 175 watts. Use los siguientes factores para otros tamaños de lámparas: 100W/BT-25 0.43; 250W/BT-28 1.46



Ejemplo: Lumens Zonales para 175 watts sin guarda, para 30°-40° son 1014.

Lumens Zonales para 100 watts sin guarda para 30°-40° son: 1014 × 0.43 = 436.



Lumens Totales Eficiencia %
Sin Guarda 5377 68.5

Las indicaciones fueron tomadas sobre el plano A-A'



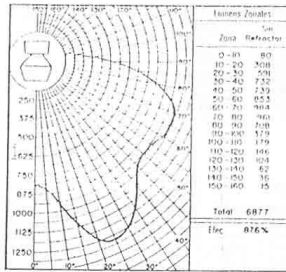
Coefficiente de Utilización:

Reflectancia efectiva cavidad de piso 20%

% Reflectancia efectiva	Radio de cavidad de cuarto					
	1	2	3	4	5	
80	Techo	.765	.680	.608	.538	.481
	pared	.737	.636	.554	.480	.419
	10	.712	.599	.512	.435	.373
70	Techo	.749	.667	.596	.530	.472
	pared	.723	.626	.546	.475	.414
	10	.699	.594	.508	.431	.371
50	Techo	.717	.641	.575	.511	.458
	pared	.696	.603	.533	.464	.407
	10	.678	.578	.499	.426	.368
30	Techo	.689	.619	.556	.495	.444
	pared	.673	.591	.520	.454	.398
	10	.657	.566	.490	.421	.364
10	Techo	.665	.597	.539	.480	.431
	pared	.651	.574	.508	.444	.392
	10	.637	.553	.482	.415	.360

% Reflectancia efectiva	Radio de cavidad de cuarto					
	6	7	8	9	10	
80	Techo	.432	.387	.348	.317	.275
	pared	.370	.327	.288	.258	.216
	10	.327	.285	.246	.217	.178
70	Techo	.425	.382	.343	.313	.271
	pared	.367	.323	.286	.255	.216
	10	.324	.282	.245	.217	.178
50	Techo	.412	.370	.333	.304	.264
	pared	.360	.316	.281	.252	.212
	10	.321	.280	.243	.215	.177
30	Techo	.400	.359	.325	.296	.258
	pared	.354	.313	.276	.247	.209
	10	.319	.277	.242	.214	.175
10	Techo	.389	.351	.316	.288	.251
	pared	.347	.308	.272	.244	.206
	10	.315	.275	.240	.212	.174

Luminaria con refractor de cristal Tipo V



Ejemplo: Lumens Zonales para 175W con refractor, para 30°-40° son 732.

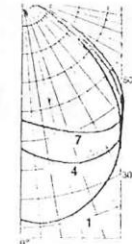
Lumens Zonales para 100 watts con refractor para 30°-40° son 732 × 0.43 = 315.

ILH-400-1-SG

Lamp: Mercury Vapor (DX) Reflector: Specular, Hex
 Lamp watts: 400 Lens: Clear glass
 Lamp lumens (vert.): 23,000 Floor Reflectance: 20%

LUMINAIRE DISTRIBUTION DATA

Mid-Zone Angle	Candlepower		
	ILH-400-1-SG	ILH-400-4-SG	ILH-400-7-SG
0°	7,735	5,073	4,282
5°	8,079	5,641	4,560
15°	7,786	6,055	4,833
25°	7,231	6,181	5,030
35°	6,401	6,159	5,247
45°	4,530	5,024	5,256
55°	2,104	2,866	3,542
65°	413	816	1,363
75°	50	83	206
85°	16	20	26



Catalog Designation	Socket Position	Maintenance S/ASH Ratio	Report #
ILH-400-1-SG	#1	1.2	977
ILH-400-4-SG	#4	1.5	973
ILH-400-7-SG	#7	1.7	961

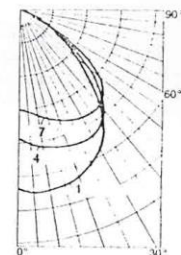
Ceiling Reflectance % Wall Reflectance	60%			70%			80%			90%			10%			0%			
	70%	50%	30%	70%	50%	30%	70%	50%	30%	70%	50%	30%	70%	50%	30%	70%	50%	30%	
ILH-400-1-SG	0.	.840	.840	.840	.820	.820	.820	.782	.782	.782	.750	.750	.750	.720	.720	.720	.704	.704	.704
	1.	.792	.770	.749	.731	.714	.706	.719	.725	.711	.697	.699	.687	.676	.675	.665	.657	.654	.654
	2.	.748	.710	.678	.651	.632	.627	.644	.674	.660	.629	.653	.633	.616	.633	.617	.603	.590	.590
	3.	.708	.655	.618	.585	.561	.555	.580	.626	.609	.571	.609	.583	.562	.592	.571	.553	.541	.541
	4.	.650	.600	.555	.521	.497	.491	.519	.575	.540	.512	.561	.530	.506	.547	.521	.500	.488	.488
	5.	.589	.551	.504	.469	.446	.440	.467	.531	.492	.462	.519	.485	.458	.507	.478	.458	.442	.442
	6.	.579	.506	.453	.423	.398	.392	.425	.499	.443	.418	.479	.443	.415	.469	.437	.412	.401	.401
	7.	.540	.463	.414	.379	.352	.346	.378	.449	.378	.349	.407	.376	.340	.394	.357	.334	.323	.323
	8.	.503	.424	.374	.340	.313	.307	.339	.407	.326	.297	.356	.324	.287	.341	.299	.276	.265	.265
	9.	.468	.388	.338	.305	.278	.272	.304	.373	.282	.253	.312	.280	.243	.307	.259	.236	.225	.225
	10.	.423	.339	.289	.256	.229	.223	.255	.324	.233	.204	.263	.231	.194	.257	.209	.186	.175	.175
ILH-400-4-SG	0.	.850	.850	.850	.830	.830	.830	.790	.790	.790	.760	.760	.760	.730	.730	.730	.711	.711	.711
	1.	.795	.770	.747	.727	.710	.704	.715	.725	.708	.693	.698	.684	.672	.673	.662	.653	.639	.639
	2.	.741	.701	.669	.639	.620	.614	.629	.669	.653	.638	.645	.621	.601	.633	.604	.588	.575	.575
	3.	.683	.640	.603	.571	.551	.545	.569	.609	.593	.575	.581	.562	.540	.574	.550	.530	.517	.517
	4.	.615	.577	.537	.499	.470	.464	.486	.522	.486	.462	.512	.480	.452	.493	.468	.453	.440	.440
	5.	.553	.523	.470	.431	.403	.397	.425	.469	.425	.403	.445	.425	.401	.434	.409	.391	.379	.379
	6.	.555	.474	.420	.381	.352	.346	.378	.453	.410	.376	.445	.404	.373	.434	.399	.371	.359	.359
	7.	.512	.427	.372	.334	.305	.299	.322	.370	.333	.312	.355	.331	.302	.360	.329	.303	.291	.291
	8.	.473	.385	.330	.293	.264	.258	.292	.338	.292	.270	.324	.290	.261	.320	.289	.267	.255	.255
	9.	.437	.348	.294	.257	.228	.222	.255	.314	.257	.235	.289	.256	.227	.285	.252	.232	.220	.220
	10.	.383	.301	.247	.210	.181	.175	.207	.251	.212	.190	.244	.211	.182	.238	.207	.186	.175	.175
ILH-400-7-SG	0.	.850	.850	.850	.830	.830	.830	.840	.840	.840	.800	.800	.800	.764	.764	.764	.733	.733	.733
	1.	.797	.769	.744	.722	.708	.702	.710	.733	.733	.709	.715	.698	.687	.671	.659	.648	.634	.634
	2.	.740	.692	.653	.620	.603	.597	.613	.653	.625	.593	.632	.607	.585	.611	.591	.573	.559	.559
	3.	.686	.623	.575	.536	.517	.511	.527	.567	.531	.502	.544	.522	.501	.514	.508	.492	.475	.475
	4.	.620	.555	.509	.459	.440	.434	.456	.494	.455	.428	.484	.449	.421	.443	.428	.405	.391	.391
	5.	.579	.493	.448	.395	.376	.370	.393	.434	.393	.366	.426	.389	.361	.410	.369	.347	.331	.331
	6.	.533	.444	.395	.342	.323	.317	.340	.381	.340	.313	.375	.338	.310	.359	.335	.303	.288	.288
	7.	.483	.395	.345	.293	.274	.268	.292	.333	.292	.265	.329	.290	.261	.320	.288	.260	.245	.245
	8.	.447	.358	.308	.256	.237	.231	.254	.295	.254	.227	.290	.250	.221	.280	.248	.221	.207	.207
	9.	.412	.318	.268	.216	.197	.191	.214	.255	.214	.187	.248	.208	.179	.237	.205	.182	.172	.172
	10.	.369	.272	.221	.170	.151	.145	.168	.209	.168	.141	.202	.162	.133	.191	.159	.136	.125	.125

ILH-400-1-ST

Lamp: Mercury Vapor (DX) Reflector: Specular, Hex
 Lamp watts: 400 Lens: Teflon
 Lamp lumens (vert.): 23,000 Floor Reflectance: 20%

LUMINAIRE DISTRIBUTION DATA

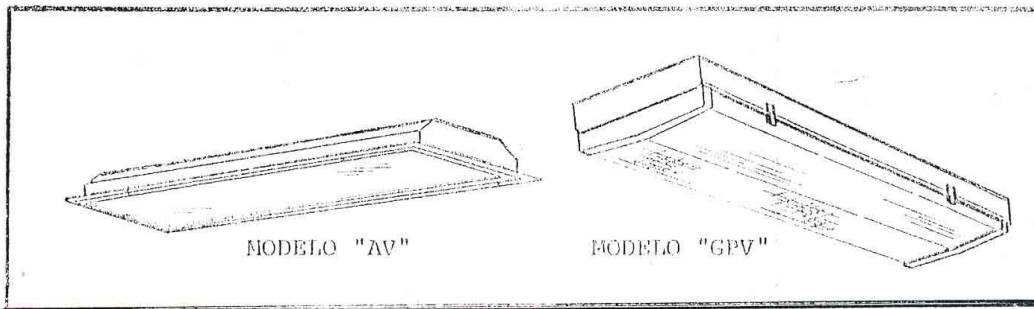
Mid-Zone Angle	Candlepower		
	ILH-400-1-ST	ILH-400-4-ST	ILH-400-7-ST
0°	8,089	5,422	4,464
5°	8,446	5,970	4,817
15°	8,110	6,372	5,089
25°	7,595	6,500	5,284
35°	6,672	6,445	5,891
45°	4,701	5,224	6,435
55°	2,185	2,960	3,619
65°	467	884	1,411
75°	126	178	293
85°	39	49	61



Catalog Designation	Socket Position	Maintenance S/ASH Ratio	Report #
ILH-400-1-ST	#1	1.2	976
ILH-400-4-ST	#4	1.5	968
ILH-400-7-ST	#7	1.7	965

Ceiling Reflectance % Wall Reflectance	60%			70%			80%			90%			10%			0%			
	70%	50%	30%	70%	50%	30%	70%	50%	30%	70%	50%	30%	70%	50%	30%	70%	50%	30%	
ILH-400-1-ST	0.	.861	.861	.861	.860	.860	.860	.822	.822	.822	.790	.790	.790	.760	.760	.760	.740	.740	.740
	1.	.831	.807	.780	.763	.753	.751	.722	.754	.761	.745	.730	.733	.710	.709	.707	.697	.683	.674
	2.	.764	.743	.709	.681	.667	.660	.673	.706	.690	.662	.683	.652	.644	.662	.645	.630	.617	.617
	3.	.739	.683	.644	.611	.594	.588	.606	.655	.623	.595	.636	.609	.586	.619	.597	.577	.565	.565
	4.	.691	.627	.580	.544	.527	.520	.540	.589	.557	.529	.570	.543	.524	.554	.527	.504	.491	.491
	5.	.643	.576	.528	.489	.470	.464	.482	.522	.487	.459	.511	.482	.458	.478	.450	.436	.423	.423
	6.	.606	.529	.479	.441	.422	.416	.439	.479	.443	.415	.463	.436	.408	.462	.433	.420	.406	.406
	7.	.565	.486	.432	.395	.376	.370	.394	.434	.398	.370	.420	.383	.355	.415	.387	.375	.362	.362
	8.	.527	.443	.391	.353	.334	.328	.352	.392	.356	.328	.378	.341	.313	.372	.344	.329	.317	.317
	9.	.491	.405	.353	.315	.296	.290	.314	.354	.318	.290	.340	.303	.275	.334	.306	.292	.279	.279
	10.	.443	.355	.302	.264	.245	.239	.263	.304	.268	.240	.290	.253	.225	.284	.256	.242	.229	.229
ILH-400-4-ST	0.	.892	.892	.892	.892	.892	.892	.871	.871	.871	.832	.832	.832	.800	.800	.800	.764	.764	.764
	1.	.836	.809	.785	.763	.753	.751	.724	.757	.764	.748	.733	.719	.706	.707	.696	.685	.671	.671
	2.	.783	.738	.699	.667	.650	.644	.659	.699	.683	.659	.644	.625	.601	.630	.605	.584	.569	.569
	3.	.731	.671	.625	.588	.571	.565	.581	.621	.605	.581	.565	.546	.521	.551	.526	.504	.491	.491
	4.	.678	.616	.573	.533	.516	.510	.527	.567	.551	.527	.568	.526	.497	.548	.518	.490	.477	.477
	5.	.629	.549	.503	.462	.445	.439	.463	.503	.467	.439	.490	.453	.424	.441	.420	.405	.392	.392
	6.	.583	.493	.440	.399	.382	.376	.399	.439	.403	.376	.427	.390	.361	.414	.377	.349	.337	.337
	7.	.539	.449	.391	.350	.333	.327	.350	.391	.355	.327	.378	.341	.313	.372	.344	.317	.304	.304
	8.	.497	.405	.347	.307	.290	.284	.307	.347	.311	.284	.335	.300	.271	.330	.302	.275	.262	.262
	9.	.460	.367	.309	.271	.254	.248	.271	.311	.275	.248	.299	.263	.234	.292	.264	.237	.224	.224
	10.	.413	.317	.260	.221	.204	.198	.221	.261	.225	.198	.249	.213	.184	.242	.214	.187	.175	.175
ILH-400-7-ST	0.	.894	.894	.894	.894	.894	.894	.873	.873	.873	.834	.834	.834	.800	.800	.800	.770	.770	.770
	1.	.832	.803	.777	.753	.743	.741	.714	.747	.754	.738	.723	.710	.696	.700	.687	.675	.661	.661
	2.	.773	.722	.681	.646	.629	.623	.638	.683	.651	.624	.659	.633	.610	.637	.616	.596	.582	.582
	3.	.718	.650	.599	.558	.541	.535	.559	.609	.577	.550	.594	.568	.545	.579	.551	.526	.512	.512
	4.	.658	.579	.521	.471	.454	.448	.471	.521	.489	.462	.512	.475	.446	.502	.474	.445	.431	.431
	5.	.605	.518	.457	.412	.395	.389	.412	.462	.430	.403	.453	.416	.387	.442	.414	.385	.371	.371

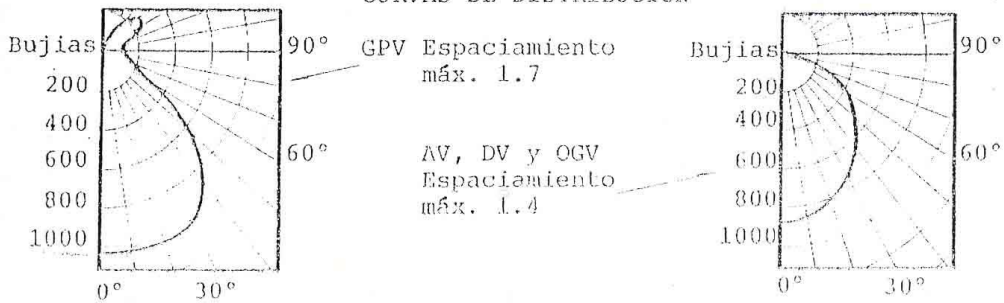
LINEA INDUSTRIAL FLUORESCENTE
 A PRUEBA DE VAPOR Y POLVO
 SERIES "GPV" "AV" "DV" "OGV"



DATOS FOTOMETRICOS

Tipo de iluminación: Directa

CURVAS DE DISTRIBUCION



COEFICIENTES DE UTILIZACION

PISO		30%		10%		
TECHO		80%				
PARED		50%	30%	50%	30%	
INDICE DE CUARTO	J	0.6	.32	.27	.31	.27
	I	0.8	.40	.35	.39	.34
	H	1.0	.46	.40	.43	.39
	G	1.25	.51	.46	.48	.44
	F	1.5	.55	.50	.51	.47
	E	2.0	.60	.56	.55	.52
	D	2.5	.65	.60	.59	.55
	C	3.0	.66	.62	.57	.54
	B	4.0	.70	.66	.61	.59
	A	5.0	.72	.69	.63	.61

5.4.- CUADROS DE CARGA

PLANTA INDUSTRIAL

TABLERO " PP "

220 / 127 VOLTS, 3 FASES, 4 HILOS, 60 HZ.

CON INTERRUPTOR PRINCIPAL 3P-400A.

CAT. KA200M61A

TIPO ILINE

TABLERO DE DISTRIBUCION

LOCALIZADO EN: CUARTO DE SUBESTACION

SERVICIO EMERGENCIA

ALUMBRADO=

CONTACTOS=

MOTORES=

RESERVA=

=

TOTAL VAS=

TOTAL WATTS=

DESBALANCE MAX.=

53,537 VA

0 VA

0 VA

0 VA

141 A

53,537

48,185

0.00 %

FASES	W	Simbolo	POT	V	I	I x 1.25	INTERR.	FACTOR	IC	L0	L1	CALIBRE			SECCION			VOLTAJE EN:			POT	POT		
												#	#	#	mm2	mm2	mm2	PRIN.	SEC.	TOT.			fase a	fase b	fase c
Potencia	4900 W	18054 W	25231 W	V.A.	VOLT	AMP	P-A	Agr.	Temp	AMP	m.	m.	#	#	#	mm2	mm2	mm2	%	%	%	fase a	fase b	fase c
V.A.	5,438	20,063	28,038																					
A																								
B																								
C																								
CTO.																								
1	1			220	14.27	17.83	3P-20A	0.80	1.00	17.83	40		8			8.37	1.00	0.62	0.00	0.62		1,812	1,812	1,812
3	1			220	52.65	65.82	3P-70A	0.80	1.00	65.82	20		2			33.62	1.00	0.57	0.00	0.57		6,688	6,688	6,688
5			1	220	73.58	91.98	3P-100A	0.80	1.00	91.98	80		2/0			67.43	1.00	1.37	0.00	1.37		9,346	9,346	9,346
2							3P-100A															0	0	0
4							3P-100A															0	0	0
6							3P-100A															0	0	0
unic.	1	1	1																					
watts	4,900	18,054	25,231																					
va	5,438	20,063	28,038																			17,846	17,846	17,846

* LO es la longitud del tablero a la primer salida, L1 es la longitud equivalente de la primer salida a la ultima.

**5.5.- DIAGRAMA UNIFILAR DEL AREA EN
ESTUDIO**

5.6.- DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL

5.7.- PLANO DE CONJUNTO

5.8.-ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO

5.8.1.- Objetivo

El objetivo de este estudio es el determinar la capacidad de corto circuito mínimo que debe tener el equipo eléctrico seleccionado para soportar una falla de corriente eléctrica.

5.8.2.- Condiciones de calculo

- El método a utilizar será por unidad
- Para contribución de corto circuito por C.F.E. se considera de bus infinito 13.2 KV (Aportación de corto circuito trifásico)
- El método utilizado, formulas y referencias fueron tomados del standard IEEE-STD-141-1996 (Libro Rojo)
- No se considera las reactancias de barras e instrumentos de los tableros.

5.8.3 VALORES BASE

Potencia Base = 10 MVA

A) EN 13.2 KV

1.- Corriente Base = (I_B)

$$I_B = \frac{MVA_B \times 1000}{1.732 \times KV} = \frac{10 \times 1000}{1.732 \times 13.2} = 437.39 \text{ A}$$

2.- Impedancia Base (Z_B)

$$Z_B = \frac{(KV)^2}{MVA_B} = \frac{(13.2)^2}{10} = 17.424 \text{ OHMS}$$

B) EN 4.16 KV

Corriente Base = (I_B)

$$I_B = \frac{MVA_B \times 1000}{1.732 \times KV} = \frac{10 \times 1000}{1.732 \times 4.16} = 1387.9 \text{ A}$$

Impedancia Base (Z_B)

$$Z_B = \frac{(KV)^2}{MVA_B} = \frac{(4.16)^2}{10} = 1.73 \text{ OHMS}$$

C) EN 0.48 KV

Corriente Base = (I_B)

$$I_B = \frac{MVA_B \times 1000}{1.732 \times KV} = \frac{10 \times 1000}{1.732 \times 0.48} = 12028.48 \text{ A}$$

Impedancia Base (Z_B)

$$Z_B = \frac{(KV)^2}{MVA_B} = \frac{(0.48)^2}{10} = 0.02304 \text{ OHMS}$$

D) EN 0.22 KV

Corriente Base = (I_B)

$$I_B = \frac{MVA_B \times 1000}{1.732 \times KV} = \frac{10 \times 1000}{1.732 \times 0.22} = 26243.96 \text{ A}$$

Impedancia Base (Z_B)

$$Z_B = \frac{(KV)^2}{MVA_B} = \frac{(0.22)^2}{10} = 0.00484 \text{ OHMS}$$

CALCULO DE LAS REACTANCIAS EN PU

CIR	Longitud Cable Km	Num. de conduc. Por fase y calibre	Reactancia X(OHM/KM)	Reactancia X(PU)
C- 1	0.20	1-1/0 AWG	0.1493	0.00171
C- 2	0.012	1-8 AWG	0.1727	0.00120
C- 3	0.008	1-4/0 AWG	0.1203	0.000556
C- 4	0.115	1-1/0 AWG	0.1297	0.00862
C- 5	0.010	1-250 KCM	0.17056	0.074028
C- 6	0.012	1-250 KCM	0.17056	0.088833
C- 7	0.010	1-1/0 AWG	0.1804	0.078298
C- 8	0.010	1-3/0 AWG	0.17384	0.359173
C- 9	0.040	1-12 AWG	0.2234	0.38722
C-10	0.010	1-12 AWG	0.2234	0.72604
C-11	0.050	1-12 AWG	0.2234	0.4840278
C-12	0.086	1-12 AWG	0.2234	0.832528
C-13	0.047	1-12 AWG	0.2234	0.454986
C-14	0.069	1-12 AWG	0.2234	0.6679583
C-15	0.056	1-12 AWG	0.22304	0.542111
C-16	0.067	1-12 AWG	0.22304	0.648597

C-17	0.075	1-12 AWG	0.22304	0.7550833
C-18	0.074	1-12 AWG	0.22304	0.7163611
C-19	0.045	1-12 AWG	0.22304	0.435625
C-20	0.042	1-12 AWG	0.22304	0.406583
C-21	0.035	1-12 AWG	0.22304	0.33882
C-22	0.010	1-12 AWG	0.22304	0.095709

Se considera que $Z(\text{OHMS}) = X(\text{OHMS})$

$$Z_B = X_B$$

$$X(\text{OHM}) = \frac{X(\text{OHM/KM}) \times \text{Longitud en KM}}{\text{Num de conduct}}$$

$$X(\text{PU}) = \frac{X(\text{OHM})}{X_B}$$

Para C-1 = CALIBRE 1/0 AWG (15KV en trebol)

$$L = 0.396 \text{ mmHenrys/Km (Inductancia del conductor)}$$

$$X = 2 \times 3.1416 \times F L = 2 \times 3.1416 \times 60 \times 0.396 / 1000 = 0.1493 \text{ OHMS/KM}$$

$$X(\text{OHM}) = \frac{0.1493 \times 0.20}{1} = 0.02986$$

$$X(\text{PU}) = \frac{0.02986}{17.424} = 0.00171$$

PARA C-2 = CALIBRE 8 (5KV)

$$L = 0.458 \text{ mmHenrys/Km (Inductancia del conductor)}$$

$$X = 2 \times 3.1416 \times F L = 2 \times 3.1416 \times 60 \times 0.458 / 1000 = 0.1727 \text{ OHMS/KM}$$

$$X(\text{OHM}) = \frac{0.1727 \times 0.12}{1} = 0.00207$$

$$X(\text{PU}) = \frac{0.00207}{1.73} = 0.0012$$

TRANSFORMADORES

* Se considera la potencia máxima del transformador

TR-01 = 750 KVA

Z% = 5.75

$$X(\text{PU}) = \frac{\text{MVA}_{\text{AB}}}{\text{MVA TRANSF}} \times \frac{X\%}{100}$$

$$X(\text{PU}) = \frac{10}{0.75} \times \frac{5.75}{100} = 0.7667$$

TR-02 = 112.5KVA

Z% = 4.5

$$X(\text{PU}) = \frac{10}{0.1125} \times \frac{4.5}{100} = 4$$

TR-03 = 75KVA

Z% = 4.5

$$X(\text{PU}) = \frac{10}{0.075} \times \frac{4.5}{100} = 6$$

PARA MOTORES

$$\text{KVA} = \frac{0.746 \times \text{HP}}{\text{Fp}}$$

Fp = factor de potencia

$$\text{Z(OHM)} = \frac{(\text{KV})^2}{\text{MVA MOTOR}}$$

$$\text{Z(PU)} = \frac{\text{Z(OHM)}}{\text{Z BASE}}$$

Para motores de 3 HP

$$\text{KVA} = \frac{0.746 \times 3\text{HP}}{0.9} = 2.49$$

$$\text{Z(ohms)} = \frac{(0.48)^2}{0.00249} = 92.53$$

$$\text{Z(PU)} = \frac{92.53}{0.02304} = 4016.064$$

Para motores de 5 HP

$$\text{KVA} = \frac{0.746 \times 5\text{HP}}{0.9} = 4.14$$

$$Z(\text{ohms}) = \frac{(0.48)^2}{0.00414} = 55.652$$

$$Z(\text{PU}) = \frac{55.652}{0.02304} = 2415.45$$

Para motores de 7.5 HP

$$\text{KVA} = \frac{0.746 \times 7.5\text{HP}}{0.9} = 6.2166$$

$$Z(\text{ohms}) = \frac{(0.48)^2}{0.0062166} = 37.06$$

$$Z(\text{PU}) = \frac{37.06}{0.023304} = 1608.5$$

Para motores de 10 HP

$$\text{KVA} = \frac{0.746 \times 10 \text{HP}}{0.9} = 8.2889$$

$$Z(\text{ohms}) = \frac{(0.48)^2}{0.0082889} = 27.7962$$

$$Z(\text{PU}) = \frac{27.7962}{0.023304} = 914.34$$

Para motores de 850 HP

$$\text{KVA} = \frac{0.746 \times 850 \text{ HP}}{0.9} = 704.55$$

$$Z(\text{ohms}) = \frac{(4.16)^2}{0.70455} = 24.5663$$

$$Z(\text{PU}) = \frac{24.5663}{1.73} = 14.198$$

APORTACIÓN DEL SISTEMA C.F.E.

$$X(\text{PU}) = \frac{\text{MVA}_B}{\text{MVA}_{\text{ACC}} = \text{INFINITO}}$$

$$X(\text{PU}) = \frac{10}{\text{INFINITO}} = 0.0$$

Se diseña el diagrama de reactancias y se calcula las reactancias equivalentes para cada falla señalada (ver páginas 160 a 164)

$$X(\text{PU}) \text{ Equivalente para F1} = 0.0017096$$

$$X(\text{PU}) \text{ Equivalente para F2} = 0.71525$$

$$X(\text{PU}) \text{ Equivalente para F3} = 2.7288$$

$$X(\text{PU}) \text{ Equivalente para F4} = 11.17738$$

$$X(\text{PU}) \text{ Equivalente para F5} = 0.68585$$

CALCULO DEL CORTO CIRCUITO TRIFASICO

$$P_{cc} = \frac{MBA_B}{X(\text{PU}) \text{ EQI.}}$$

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{1.732 \times KV}$$

Para la falla en el punto F-1

$$P_{cc} \text{ en F-1} = \frac{10}{0.0017096} = 5849.32 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = \frac{5849.32}{1.732 \times 13.2} = 255.84 \text{ KA}$$

Para la falla en el punto F-2

$$P_{cc} \text{ en F-2} = \frac{10}{0.71525} = 13.9811 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = \frac{13.9811}{1.732 \times 4.16} = 1.9404 \text{ KA}$$

Para la falla en el punto F-3

$$P_{cc} \text{ en F-3} = \frac{10}{2.7288} = 3.66461 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = \frac{3.66461}{1.732 \times 0.48} = 4.40797 \text{ KA}$$

Para la falla en el punto F-4

$$P_{cc} \text{ en F-4} = \frac{10}{11.17738} = 0.89466 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = \frac{0.89466}{1.732 \times 0.22} = 2.34795 \text{ KA}$$

Para la falla en el punto F-5

$$P_{cc} \text{ en F-5} = \frac{10}{0.68585} = 14.58044 \text{ MVA}$$

$$I_{cc} = \frac{14.58044}{1.732 \times 4.16} = 2.02362 \text{ KA}$$

Por lo tanto los equipos se seleccionaran con las capacidades de 25 KA simétricos, para 4160, 480 y 220-127volts.

Para los equipos en 13.2KV se seleccionaran para 300 KA simétricos.

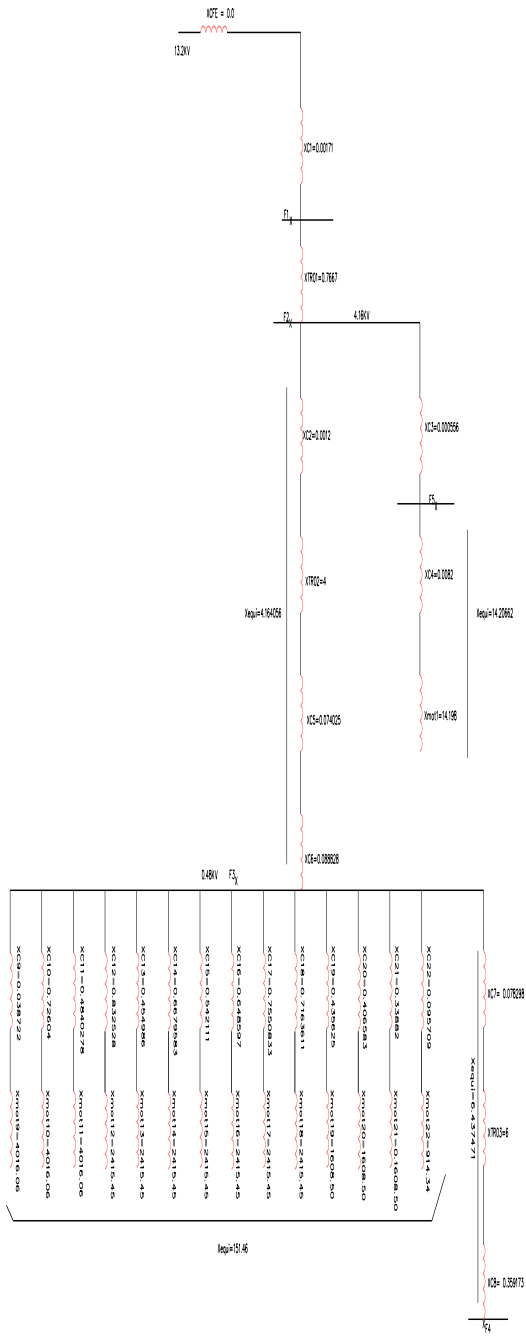
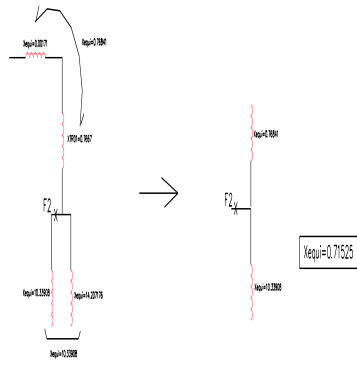
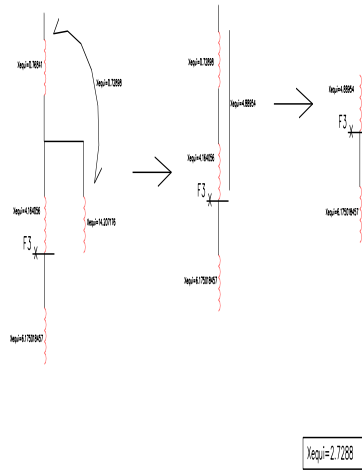


DIAGRAMA DE REACTANCIAS

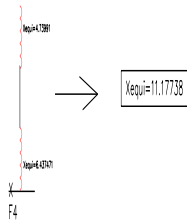
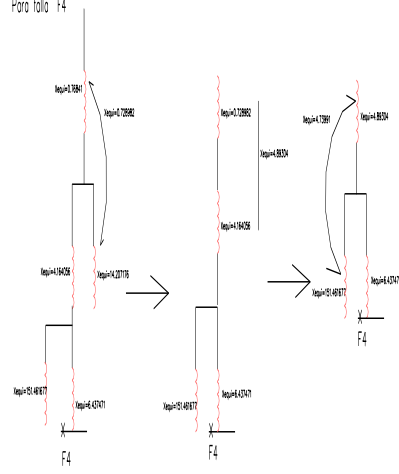
Para fallo F2



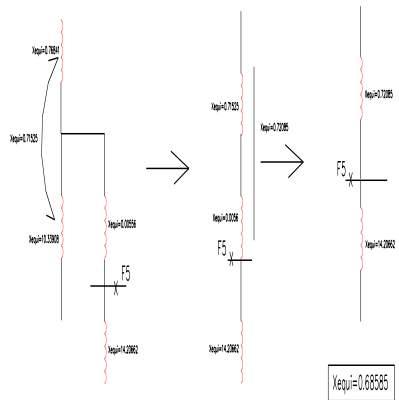
Para fallo F3



Para folio F4



Para folio F5



5.9.- TABLAS PARA CALCULOS DE CONDUCTORES

VOLTAGE CONSIDERATIONS

Table 11
Three-Phase Line-to-Line Voltage Drop for 500 V Single-Conductor Cable per 10 000 A · ft
60°C Conductor Temperature, 60 Hz

Load Power Factor	Wire Size (AWG or kcmil)																								
	1000	900	800	750	700	600	500	400	350	300	250	4/3	3/0	2/0	1/0	1	2	4	6	8*	10*	12*	14*		
Section 1: Copper Conductors in Magnetic Conduit																									
1.00	0.29	0.31	0.34	0.35	0.37	0.42	0.50	0.60	0.68	0.78	0.92	1.1	1.4	1.7	2.1	2.6	3.4	5.3	8.4	13	21	33	53		
0.95	0.50	0.52	0.55	0.57	0.59	0.64	0.71	0.81	0.88	1.0	1.1	1.3	1.5	1.9	2.3	2.8	3.5	5.3	8.2	13	20	32	50		
0.90	0.57	0.59	0.62	0.64	0.66	0.71	0.78	0.88	0.95	1.1	1.2	1.3	1.6	1.9	2.3	2.8	3.4	5.2	8.0	12	19	30	48		
0.80	0.66	0.68	0.71	0.73	0.74	0.80	0.85	0.95	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.9	2.3	2.6	3.2	4.8	7.3	11	17	27	43		
0.70	0.71	0.73	0.76	0.78	0.80	0.83	0.88	0.97	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0	4.4	6.6	9.9	15	24	38		
Section 2: Copper Conductors in Nonmagnetic Conduit																									
1.00	0.23	0.25	0.28	0.29	0.33	0.38	0.45	0.55	0.62	0.73	0.88	1.0	1.3	1.6	2.1	2.6	3.3	5.3	8.4	13	21	32	53		
0.95	0.40	0.43	0.45	0.47	0.50	0.54	0.62	0.71	0.80	0.92	1.0	1.1	1.5	1.8	2.2	2.7	3.4	5.3	8.2	13	20	32	50		
0.90	0.47	0.48	0.52	0.54	0.55	0.59	0.68	0.76	0.85	0.95	1.1	1.1	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	5.1	7.9	12	19	30	48		
0.80	0.54	0.55	0.57	0.59	0.62	0.66	0.73	0.81	0.88	0.97	1.1	1.1	1.4	1.7	2.1	2.5	3.1	4.7	7.2	11	17	27	43		
0.70	0.57	0.59	0.62	0.64	0.66	0.69	0.74	0.83	0.88	0.97	1.1	1.1	1.4	1.6	2.0	2.4	2.8	4.3	6.4	9.7	15	24	38		
Section 3: Aluminum Conductors in Magnetic Conduit																									
1.00	0.42	0.45	0.49	0.52	0.55	0.63	0.74	0.91	1.0	1.2	1.4	1.7	2.1	2.6	3.3	4.2	5.2	8.4	13	21	33	52			
0.95	0.62	0.65	0.70	0.73	0.76	0.83	0.94	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.3	2.7	3.4	4.2	5.3	8.2	13	20	32	50			
0.90	0.69	0.72	0.76	0.79	0.82	0.88	0.99	1.2	1.3	1.4	1.6	1.9	2.3	2.7	3.4	4.1	5.1	7.9	12	19	30	48			
0.80	0.76	0.80	0.83	0.85	0.88	0.95	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.2	2.6	3.2	3.9	4.7	7.3	11	17	27	43			
0.70	0.80	0.83	0.87	0.89	0.92	0.98	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	2.1	2.4	2.9	3.6	4.3	6.5	10	15	24	37			
Section 4: Aluminum Conductors in Nonmagnetic Conduit																									
1.00	0.36	0.39	0.44	0.47	0.51	0.59	0.70	0.88	1.0	1.2	1.4	1.7	2.1	2.6	3.3	4.2	5.2	8.4	13	21	33	52			
0.95	0.52	0.56	0.60	0.63	0.67	0.74	0.85	1.0	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.7	3.4	4.2	5.2	8.2	13	20	32	50			
0.90	0.57	0.61	0.65	0.68	0.71	0.79	0.89	1.1	1.2	1.3	1.5	1.8	2.2	2.6	3.3	4.1	5.0	7.9	12	19	30	48			
0.80	0.63	0.66	0.71	0.73	0.75	0.83	0.92	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	2.1	2.5	3.1	3.8	4.6	7.2	11	17	27	42			
0.70	0.66	0.69	0.73	0.75	0.78	0.83	0.92	1.1	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	2.3	2.8	3.4	4.2	6.4	9.9	15	24	37			

*Solid Conductor. Other conductors are stranded.

To convert voltage drop to...
Multiply by:
Single phase, three wire, line to line 1.18
Single phase, three wire, line to neutral 0.577
Three phase, line to neutral 0.577

TABLA No. 9, DE RESISTENCIA Y REACTANCIA DE C.A. DE CABLES TRIFASICOS DE 600 VOLTS A 60 HZ.
Y 75 ° C (167° F.), DE TRES CONDUCTORES EN TUBERIA

RESISTENCIA AL NEUTRO POR CADA 1000 PIES (EN OHMS)															
NEC. 1993															
SECCION EN AWG O KCM	REACTANCIA (XL) DE TODOS LOS CABLES		RESISTENCIA DE C.A. DE LOS CABLES DE COBRE DESNUDOS				RESISTENCIA DE C.A. DE LOS CABLES DE ALUMINIO				Z EFICAZ DE LOS CABLES DE COBRE DESNUDOS PARA F.P.0.9		Z EFICAZ DE LOS CABLES DE ALUMINIO PARA F.P. 0.9		SECCION EN AWG O KCM
	TUBO DE PVC Y ALUMINIO	TUBO DE ACERO	TUBO DE P.V.C.	TUBO DE ALUMINIO	TUBO DE ACERO	TUBO DE P.V.C.	TUBO DE ALUMINIO	TUBO DE ACERO	TUBO DE P.V.C.	TUBO DE ALUMINIO	TUBO DE ACERO	TUBO DE P.V.C.	TUBO DE ALUMINIO	TUBO DE ACERO	
14	0.0580	0.0730	3.1000	3.1000	3.1000	3.2000	3.2000	3.2000	2.815	2.815	2.822	2.904	2.904	2.910	14
12	0.0540	0.0680	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000	1.824	1.824	1.830	1.822	1.822	1.827	12
10	0.0500	0.0630	1.2000	1.2000	1.2000	1.2000	1.2000	1.2000	1.102	1.102	1.107	1.102	1.102	1.107	10
8	0.0520	0.0650	0.7800	0.7800	0.7800	1.3000	1.3000	1.3000	0.725	0.725	0.730	0.725	0.725	0.730	8
6	0.0510	0.0640	0.4900	0.4900	0.4900	0.8100	0.8100	0.8100	0.463	0.463	0.469	0.463	0.463	0.469	6
4	0.0480	0.0600	0.3100	0.3100	0.3100	0.5100	0.5100	0.5100	0.300	0.300	0.305	0.300	0.300	0.305	4
3	0.0470	0.0590	0.2500	0.2500	0.2500	0.4000	0.4000	0.4000	0.245	0.245	0.251	0.245	0.245	0.251	3
2	0.0450	0.0570	0.1900	0.2000	0.2000	0.3200	0.3200	0.3200	0.191	0.200	0.205	0.200	0.200	0.205	2
1	0.0460	0.0570	0.1500	0.1600	0.1600	0.2500	0.2500	0.2500	0.155	0.164	0.169	0.155	0.155	0.169	1
1/0	0.0440	0.0550	0.1200	0.1300	0.1200	0.2000	0.2100	0.2000	0.127	0.136	0.132	0.127	0.127	0.132	1/0
2/0	0.0430	0.0540	0.1000	0.1000	0.1000	0.1600	0.1600	0.1600	0.109	0.109	0.114	0.109	0.109	0.114	2/0
3/0	0.0420	0.0520	0.0770	0.0820	0.0970	0.1300	0.1300	0.1300	0.088	0.092	0.110	0.088	0.088	0.110	3/0
4/0	0.0410	0.0510	0.0620	0.0670	0.0630	0.1000	0.1100	0.1000	0.074	0.078	0.079	0.074	0.074	0.112	4/0
250	0.0410	0.0520	0.0520	0.0570	0.0540	0.0850	0.0900	0.0860	0.065	0.069	0.071	0.065	0.065	0.099	250
300	0.0410	0.0510	0.0440	0.0490	0.0450	0.0710	0.0760	0.0720	0.057	0.062	0.063	0.057	0.057	0.086	300
350	0.0400	0.0500	0.0380	0.0430	0.0390	0.0610	0.0660	0.0630	0.052	0.056	0.057	0.052	0.052	0.077	350
400	0.0400	0.0490	0.0330	0.0380	0.0350	0.0540	0.0590	0.0550	0.047	0.052	0.053	0.047	0.047	0.071	400
500	0.0390	0.0480	0.0270	0.0320	0.0290	0.0430	0.0480	0.0450	0.041	0.046	0.047	0.041	0.041	0.061	500
600	0.0390	0.0480	0.0230	0.0280	0.0250	0.0360	0.0410	0.0380	0.038	0.042	0.043	0.038	0.038	0.055	600
750	0.0380	0.0480	0.0190	0.0240	0.0210	0.0290	0.0340	0.0310	0.034	0.038	0.040	0.034	0.034	0.049	750
1000	0.0370	0.0460	0.0150	0.0190	0.0180	0.0230	0.0270	0.0250	0.030	0.033	0.035	0.030	0.030	0.043	1000

APÉNDICE C

TABLAS DE OCUPACIÓN EN TUBO (CONDUIT) DE CONDUCTORES Y CABLES DE DEL MISMO TAMAÑO NOMINAL (INFORMATIVO)

C1. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo (conduit) metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Tamaño nominal del cable:		Diámetro nominal en mm									
mm ²	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
2,082	14	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
3,307	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
2,082	14	4	7	11	20	27	46	80	120	157	201
3,307	12	3	6	9	17	23	38	66	100	131	167
5,26	10	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
8,367	8	1	2	4	7	9	16	28	42	55	70
13,3	6	1	1	3	5	8	13	22	34	44	56
21,15	4	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
26,67	3	1	1	1	4	5	9	15	23	30	38
33,62	2	1	1	1	3	4	7	13	20	26	33
42,41	1	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
53,48	1/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
67,43	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
85,01	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
107,2	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
126,67	250	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
152,01	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
177,34	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
202,68	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
253,35	500	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
304,02	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
354,69	700	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
380,03	750	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
405,37	800	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
456,04	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
506,71	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
633,39	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
760,07	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
886,74	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
1013,4	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño nominal mm ²	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal AWG
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2,	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, BMAL	TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	
	Cobre			Aluminio			
0,8235	---	---	14	---	---	---	18
1,307	---	---	18	---	---	---	16
2,082	20*	20*	25*	---	---	---	14
3,307	25*	25*	30*	---	---	---	12
5,26	30	35*	40*	---	---	---	10
8,367	40	50	55	---	---	---	8
13,3	55	65	75	40	50	60	6
21,15	70	85	95	55	65	75	4
26,67	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	150	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,03	400	475	535	320	385	435	750
405,37	410	490	555	330	395	450	800
456,04	435	520	585	355	425	480	900
506,71	455	545	615	375	445	500	1000
633,39	495	590	665	405	485	545	1200
760,07	520	625	705	435	520	585	1500
886,74	545	650	735	455	545	615	1750
1013,42	560	665	750	470	560	630	2000

FACTORES DE CORRECCIÓN

Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	....	0,58	0,71	....	0,58	0,71	56-60
61-70	....	0,33	0,58	....	0,33	0,58	61-70
71-80	....	....	0,41	....	....	0,41	71-80

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,082 mm² (14 AWG); 20 A para 3,307 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm² (10 AWG), todos de cobre,

Tabla 430-149. Corriente a plena carga (A), de motores a dos fases de c. a. (cuatro hilos)

Los valores de corriente eléctrica a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades nominales de motores con bandas y a motores con par normal. Los motores construidos para baja velocidad o alto par, pueden tener corrientes eléctricas mayores. Los motores de velocidades múltiples tienen corriente eléctrica que varía con la velocidad, en cuyo caso se debe utilizar las corrientes nominales que indique su placa de características. La corriente eléctrica del conductor de los sistemas de dos fases tres hilos será de 1,41 veces el valor dado. Las tensiones eléctricas son las nominales de los motores. Las corrientes eléctricas listadas son las para instalaciones a 110 - 120 V, 220 - 240 V, 440 - 480 V y 550 - 600 V y 2200V - 2 400V.

CP	MOTORES DE INDUCCIÓN DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO (A)				
	115 V	230 V	460 V	575 V	2 300 V
1/4	4	2	1	0,8	
	4,8	2,4	1,2	1,0	
	6,4	3,2	1,6	1,3	
1 1/2	9	4,5	2,3	1,8	
	11,8	5,9	3	2,4	
		8,3	4,2	3,3	
5		13,2	6,6	5,3	
		19	9	8	
		24	12	10	
15		36	18	14	
		47	23	19	
		59	29	24	
30		69	35	28	
		90	45	36	
		113	56	45	
60		133	67	53	14
		166	83	66	18
		218	109	87	23
125		270	135	108	28
		312	156	125	32
		416	208	167	43

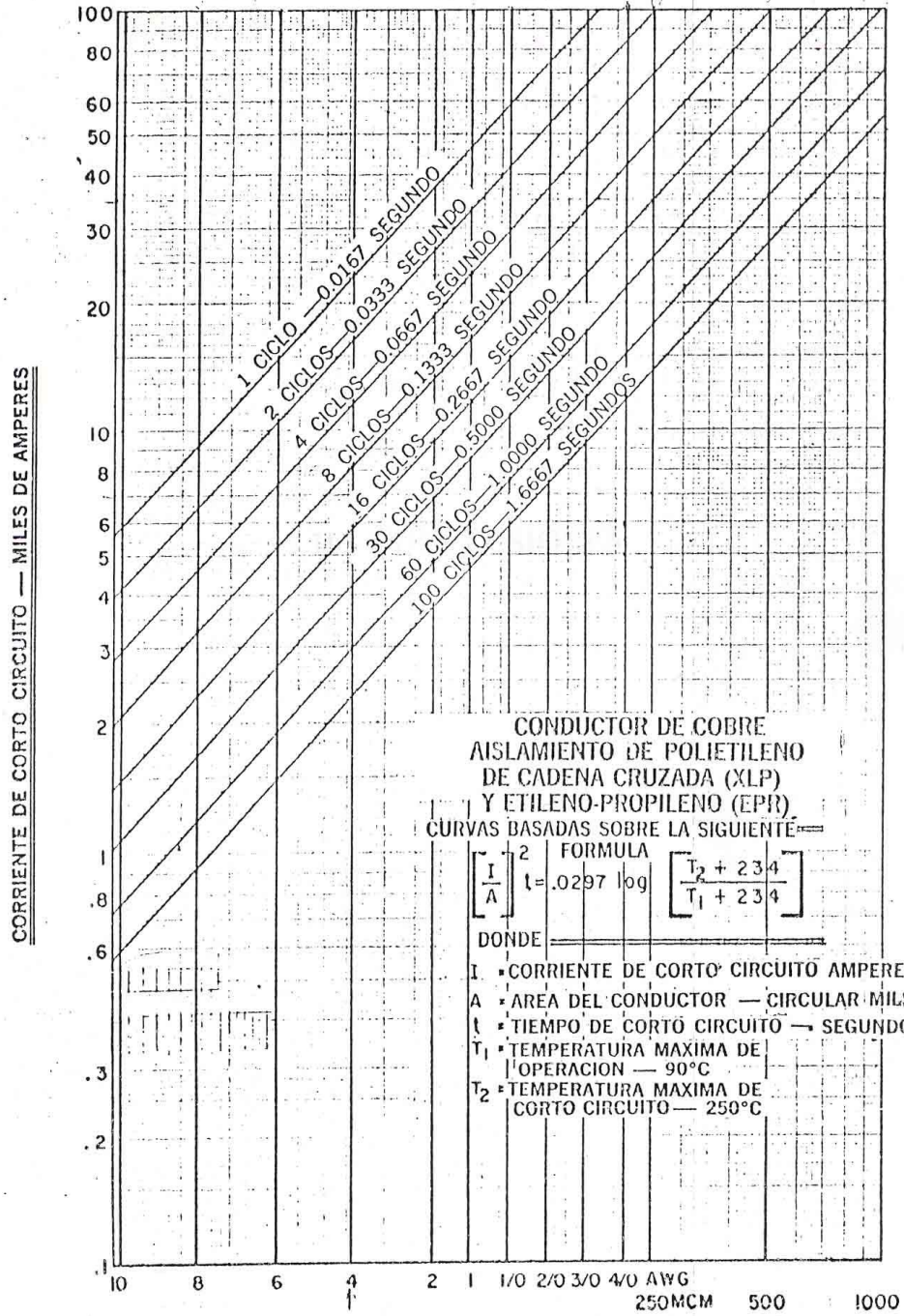
Tabla 430-150 Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Los valores de corriente eléctrica a plena carga son típicos para motores que funcionen a las velocidades nominales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par pueden requerir corrientes a plena carga mayores, las velocidades múltiples deben tener una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas son nominales de motores. Las corrientes listadas deben usarse para sistemas de tensiones nominales de 110 V hasta 120 V, 220 V hasta 240 V, 440 V hasta 480 V y 550 V hasta 600 V.

CP	Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado (A)						Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A)				
	V						2300	230	460	575	2300
	115	200	208	230	460	575					
1/2	4,4	2,5	2,4	2,2	1,1	0,9					
1	6,4	3,7	3,5	3,2	1,6	1,3					
	8,4	4,8	4,6	4,2	2,1	1,7					
1 1/2	12,0	6,9	6,6	6,0	3,0	2,4					
	13,6	7,8	7,5	6,8	3,4	2,7					
3		11,0	10,6	9,6	4,8	3,9					
		17,5	16,7	15,2	7,6	6,1					
5		25,3	24,2	22	11	9					
		32,2	30,8	28	14	11					
15		48,3	46,2	42	21	17					
		62,1	59,4	54	27	22		53	26	21	
30		78,2	74,8	68	34	27					
		92	88	80	40	32		63	32	26	
60		120	114	104	52	41		83	41	33	
		150	143	130	65	52		104	52	42	

GRAFICA 35

CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO PERMISIBLES PARA CABLES AISLADOS CON CONDUCTOR DE COBRE



CALIBRE DEL CONDUCTOR

5.10.- CONCLUSIONES

5.10.- CONCLUSIONES.

En el presente trabajo fueron expuestos los lineamientos normativos, criterios, recomendaciones y desarrollo de la Ingeniería conceptual de la Planta Industrial de Hules Mexicanos localizada en Ciudad Altamirano Tamaulipas.

El desarrollo de este trabajo tiene la finalidad de cubrir los aspectos de seguridad, y confiabilidad en el sistema de alumbrado con los materiales y equipos acordes con la tecnología de la planta.

Se hace necesario que cada vez la ingeniería de proyecto eléctrico se realice con los lineamientos normativos y de calidad pero sin incrementar el costo.

Para lo cual se requiere que los ingenieros en esta rama acumulen experiencia y traten de estar al día en el manejo de programas de computadora y conocer los materiales y equipos mas modernos para llevar a cabo los diseños eléctricos utilizando el menos tiempo posible en su ejecución.

En general se considera que esta planta industrial opera actualmente en forma segura.

5.11.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Manual de Alumbrado Westinghouse
- 2.- Recommended, Practice for Electrical Power Distribution for Industrial Plants. ANSI/IEEE-STD-141-1999 (Red Book)
- 3.- Instalación Eléctrica para la Industria Petrolera (Instituto Mexicano del Petroleo)
- 4.- Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NOM-001-SEDE-1999)
- 5.- Industrial Power Systems, Hand Book
Donald Beeman