

34  
Zij



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO EN AREAS  
PELIGROSAS DE PLANTAS PETROQUIMICAS"

## TESIS PROFESIONAL

QUE, PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO  
ELECTRICISTA  
P R E S E N T A

J. ALBERTO CASTREJON NUÑEZ

DIR:  
ING. DANIEL BECERRIL A.



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## PROLOGO.

El presente trabajo muestra un caso de aplicación del procedimiento a seguir, para realizar una instalación eléctrica de alumbrado, dentro de áreas clasificadas como peligrosas. Para el caso se escogió a la Industria Petroquímica ya que nuestro país ha tenido un gran desarrollo debido a las reservas de hidrocarburos con que cuenta y la gran demanda que éstas tienen dentro del mercado mundial, como fuente de energía.

El objetivo es justificar la utilización de equipo a prueba de explosión de instalaciones eléctricas de alumbrado en áreas peligrosas.

Los alcances de este trabajo se limitan al análisis de instalaciones eléctricas de alumbrado en áreas peligrosas utilizando equipo a prueba de explosión complementándose con un caso práctico y análisis de costos.

El texto está organizado de la siguiente manera:

### CAPITULO I.- REGLAMENTACIONES Y CLASIFICACIONES.

Los proyectos y construcción de instalaciones eléctricas en áreas peligrosas están regidos por ciertas normas y reglamento, de las cuales las más usuales son: Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas (NTIE), National Electrical Code (NEC), National Fire Protection - Association - (NFPA), Underwriters Laboratories (UL), su alcance, su función y sus limitaciones para áreas peligrosas.

Para el caso se hará la clasificación de áreas apegándose a las normas de PEMEX y apoyándose en las normas NTIE., para dividir las áreas con respecto a su peligrosidad considerando Clases, Divisiones y Grupos.

## CAPITULO II EQUIPO DE ALUMBRADO A PRUEBA DE EXPLOSION.

a).- Características Generales.- Se explica la diferencia entre un equipo a prueba de explosión y un equipo de uso normal, viendo características - del equipo a prueba de explosión mostrando su robustez, resistencia, etc.

b).- Selección:

1) Luminarias

2) Accesorios.- Coples, cajas de conexiones, sellos, etc.

3) Tableros de alumbrado e interruptores.

1) Las luminarias se seleccionarán en base a las características del local a iluminar y el uso del mismo. Para esto existen luminarias del tipo interior y exterior, entre ellas, las más usuales son: Fluorescentes, incandescentes, vapor de mercurio, vapor de sodio en alta y baja presión y aditivos metálicos.

2) Los accesorios serán seleccionados en relación a su uso y condiciones especiales de instalación, tipo de accesorios seleccionados, según las necesidades y cumpliendo con las normas anteriormente mencionadas.

3) Los tableros deberán ser seleccionados al igual que los accesorios.

## CAPITULO III CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

a).- Principios.- En las aplicaciones de la iluminación, es necesario considerar no sólo la cantidad de luz requerida sino también su calidad. Dos requisitos para obtener buena calidad de iluminación son la eliminación - del deslumbramiento y la presencia de un adecuado contraste dentro de la tarea que se realice.

b).- Niveles de Iluminación.- Los niveles de iluminación adecuados para - cada local a iluminar son definidos, en México por la Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminacion (SMII) y en E.E.U.U. la Illuminating Enginners

Society (IES).

c).- Sistemas de Iluminación.- Se explican brevemente los diversos Sistemas de Iluminación; Directo, semidirecto, indirecto, difuso, etc.

d).- Procedimiento de Cálculo.- Se explican brevemente los dos métodos para el cálculo de iluminación: método de la cavidad zonal para interiores y método de punto por punto para exteriores.

e).- Aplicación Practica.- Tomando como base la estación de compresión de Minatitlán Veracruz. Se hacen la clasificación de áreas peligrosas, el cálculo del alumbrado en exteriores e interiores, estos en: casa de compresores, cuarto de servicios auxiliares y subestación.

#### CAPITULO IV ANALISIS DE COSTOS.

Se elabora la lista de materiales y volumen de obra con precios unitarios actualizado a la fecha en que fué solicitado el precio.

#### CAPITULO V EQUIPO COMPLEMENTARIO EN AREAS PELIGROSAS.

A parte del equipo de alumbrado a prueba de explosión también existen - otros equipos como motores, arrancadores, estaciones de botones y equipos que deben operar en áreas peligrosas.

CONCLUSIONES.- Todo el equipo eléctrico que opere en áreas peligrosas - debe ser el adecuado para operar en estas condiciones (equipo a prueba de explosión). Las plantas petroquímicas están clasificadas como una - de las de mayor grado de peligrosidad.

INDICE  
INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALUMBRADO EN AREAS  
PELIGROSAS DE PLANTAS PETROQUIMICAS.

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.- INTRODUCCION .....	1
2.- ASPECTOS GENERALES .....	5

CAPITULO I  
REGLAMENTACIONES Y CLASIFICACION

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.- REGLAMENTACIONES .....	12
2.- CLASIFICACIONES .....	13
2.1.- Clase Divisiones y Grupos .....	13
2.2.- Principios de Siniestros .....	25
2.3.- Determinación de las áreas peligrosas en instalaciones de Plan tas Petroquímicas .....	27
2.3.1.- Aspectos Generales .....	27
2.3.2.- Clasificación de áreas en sitios libremente ventilados .....	28
2.3.3.- Clasificación de áreas en sitios confinados .....	35
2.3.4.- Clasificación de áreas en tanques de almacenamiento .....	40
2.3.5.- Clasificación de áreas en sitios localizados fuera de las Plan tas de Proceso .....	45

CAPITULO II  
EQUIPOS DE ALUMBRADO A PRUEBA DE EXPLOSION

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.- CARACTERISTICAS GENERALES .....	49
2.- SELECCION DE EQUIPO .....	56
2.1.- Luminarias .....	56
2.1.1.- Distribución de la Luz .....	56
2.1.2.- Calidad de la Luz .....	57
2.1.3.- Difusión de la Luz .....	57
2.2.- Accesorios .....	57
2.2.1.- Coples metálicos flexibles .....	57
2.2.2.- Cajas de conexiones .....	59
2.2.3.- Sellos para tubería conduit .....	60
2.2.4.- Drenes y respiraderos .....	61
2.3.- Tableros de alumbrado e interruptores .....	61
2.3.1.- Tableros de alumbrado a prueba de explosión .....	61
2.3.2.- Interruptores .....	62

CAPITULO III  
CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.- PRINCIPIOS DE ILUMINACION .....	65
2.- NIVELES DE INSTALACION .....	66
3.- SISTEMAS DE ILUMINACION .....	66

4.-	PROCEDIMIENTOS DE CALCULO .....	72
4.1.-	Determinar área .....	73
4.1.1.-	Áreas especiales .....	73
4.1.2.-	Consideraciones de mantenimiento .....	73
4.1.2.1.-	Consideraciones atmosféricas .....	73
4.1.2.2.-	Accesibilidad .....	74
4.2.-	Selección del tipo de luminaria .....	74
4.2.1.-	Por nivel de iluminación .....	74
4.2.2.-	En casos especiales (Áreas peligrosas) .....	75
4.2.3.-	Por lugar a iluminar .....	75
4.2.4.-	Otras consideraciones .....	75
4.2.4.1.-	Costo de potencia consumida .....	75
4.2.4.2.-	Seguridad .....	75
4.3.-	Cálculo del número de luminarias .....	76
4.3.1.-	Pasos básicos para el cálculo por el método de cavidad zonal (Tabla 4) .....	76
4.4.-	Determinación de la distribución de luminarias .....	79
5.-	APLICACION PRACTICA.- Ampliación de la Estación de Compresión # 3 en Minatitlán, Ver. ....	81
5.1.-	Memorias de Cálculo .....	83
5.1.1.-	Alumbrado exterior .....	83



<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
5.1.1.1.- Procedimiento de cálculo para la localización de postes de alumbrado exterior tipo reflector .....	83
5.1.1.2.- Procedimiento de cálculo para la localización de postes de alumbrado exterior tipo alumbrado de calles .....	86
5.1.2.- Cálculo de alimentadores .....	92
5.1.2.1.- Cálculo de alimentadores principales del tablero de alumbrado exterior "TA-C" .....	92
5.1.3.- Cálculo de tubos conduit .....	97
5.1.4.- Alumbrado Interior .....	100
5.1.4.1.- Alumbrado Casa de compresores .....	101
5.1.4.2.- Alumbrado cuarto de Servicios Auxiliares .....	102
5.1.4.3.- Alumbrado Subestación .....	103
5.2.- Planos .....	104

CAPITULO IV  
ANALISIS DE COSTOS

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.- LISTA DE MATERIALES .....	111
2.- VOLUMEN DE OBRA .....	123

CAPITULO V  
EQUIPO COMPLEMENTARIO EN AREAS PELIGROSAS.

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
1.- ARRANCADORES MAGNETICOS .....	130
2.- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS .....	132
3.- CENTROS DE CONTROL DE MOTORES .....	134
4.- ESTACIONES DE CONTROL .....	136
4.1.- Estaciones de Botones .....	137
4.2.- Switchs selectores .....	137
4.3.- Luces indicadoras .....	137
5.- INTERRUPTORES DE PALANCA .....	138
6.- TABLEROS DE CONTROL .....	140
CONCLUSIONES .....	142
APENDICE .....	143
BIBLIOGRAFIA .....	146

## INTRODUCCION

### 1. DESARROLLO DE LAS PLANTAS PETROQUIMICAS.

El petróleo y sus derivados son combustibles de calidad flamable, y como consecuencia los lugares donde se procesa, vende o almacena este producto, son conocidos como lugares peligrosos de alto riesgo. Cabe aclarar que no sólo donde se encuentre presente el petróleo o sus derivados son lugares peligrosos, sino también donde se manejan polvos o virutas combustibles, (Áserraderos), sólo que éstos se caracterizan por tener un grado de peligrosidad menor. Las normas establecen que las áreas de mayor peligro son aquellas en las cuales se encuentra presente el petróleo o sus derivados, y entre estos se encuentran las plantas petroquímicas, de ahí el interés del estudio sobre las áreas peligrosas de plantas petroquímicas. Para dar un panorama más amplio de la importancia que tiene la industria petroquímica, se darán algunos datos sobre el desarrollo de la industria petroquímica en nuestro país.

En la actualidad la industria de procesos químicos trabaja con productos más flamables y más potencialmente explosivos que nunca antes, la prueba de ello es que, la demanda de productos ligeros derivados del petróleo - se ha acrecentado enormemente. En particular la industria petroquímica ha jugado un papel muy importante en dicho desarrollo.

En resumen, el desarrollo petroquímico de 1982 a 1990, contempla el empleo de aproximadamente el 10% de los insumos totales de hidrocarburos, de éste 10% el 80% será gas natural, el cual presenta áreas de peligro dignas de tomarse en cuenta, el 8% de hidrocarburos asociados los cuales no se quedan al margen, y el 12% serán fracciones derivadas del petróleo crudo.

Actualmente se encuentran en operación 25 plantas petroquímicas en Cangrejera (11), Pajaritos (5), Tabasco 1 (4), San Martín Texmelucan (4) y en Tula (1); algunas de las cuales se encuentran en operación desde 1982 y el resto a fines de 1983.

Por otra parte se encuentran en fase de ingeniería 29 plantas petroquímicas, al igual que otras de apoyo localizadas en los nuevos centros petroquímicos de Morelos (12), Altamira (4), El Tejar (2), Laguna del Ostión (2), Salina Cruz (1), y en las ampliaciones de los centros petroquímicos existentes de; la Cangrejera (1), Camargo (1), Tula (1), y La Venta (1).

También se tienen 34 plantas petroquímicas en fase de estudio y planeación, principalmente en los centros petroquímicos de Laguna de Ostión, Dos Bocas y Altamira. Cuyo licenciamiento e ingeniería fueron iniciados en el período 1983 - 1984.

Respecto a las tendencias a largo plazo se tiene un total de 20 plantas petroquímicas sin localización definida para el período de 1989 - 1990.

Con lo anterior se demuestra que tanto a corto, mediano o largo plazo, la industria petroquímica se manifiesta en desarrollo. Y para entrar más en detalle de productos que maneja la industria petroquímica en México, se proporcionan los productos que elabora el complejo petroquímico Laguna del Ostión en Veracruz.

Este complejo está constituido por 24 plantas con sus correspondientes servicios de apoyo.

Entre los productos que se procesan destacan; el estireno y el polietileno, cuyo consumo se incrementó en la última década entre un 512 y 313 por ciento respectivamente, el cloruro de vinilo con 350 por ciento y los aromáticos (benceno, tolueno y xileno) con aproximadamente un 100 por ciento, todos altamente inflamables.

La capacidad de las plantas que habrán de instalarse así como los productos que se procesan en el complejo petroquímico Laguna del Ostión son:

<u>PLANTA</u>	<u>PRODUCTO</u>	<u>CAPACIDAD NOMINAL T/A*</u>
Metanol	Metanol	825,000
Estireno	Estireno	500,000
	Propileno	26,000
Cumeno	Cumeno	60,000
Polietileno Alta Presión	Polietileno B.D.	240,000
Complejos Aromáticos	Benceno	168,000
	Tolueno	371,000
	Xilenos	246,000
	Aromáticos pesados	50,000
Ortoxileno	Ortoxileno	55,000
Fraccionamiento de Solventes	Heptano	11,000
	Hexano	35,000
Isomerización y Cristalización de Paraxileno	Paraxileno	240,000
Hidrodealkilación de Tolueno	Benceno	82,000
Xilenos Plus	Xilenos	124,000
	Benceno	49,000
Etilbenceno	Etilbenceno	187,500
Estireno	Estireno	150,000
Etanol	Etanol	50,000
Cloruro de Alilo	Cloruro de Alilo	30,000
Cloración Directa	Dicloroetano	172,500
Cloruro de Vinilo	Cloruro de Vinilo	300,000
	Acido Clorhídrico	180,000

Alcoholes lineales	Alcoholes lineales	30,000
Metanol II	Metanol	825,000

\* T/A.- TONELADAS POR AÑO

Considerando los productos que se extraen en una planta petroquímica, en este caso del complejo petroquímico Laguna del Ostión Veracruz, se dan a conocer algunas características de los principales gases y vapores inflamables como:

- Temperatura de evaporación ----- (° C)
- Temperatura de ignición ----- (° C)
- Volumen del gas o vapor suficiente para ser explosivo ----- (%)
- Densidad relativa

## 2. ASPECTOS GENERALES

Áreas peligrosas son aquellas que contienen; vapores, líquidos o gases inflamables y fibras, que pueden causar fuegos o explosiones si se someten a una fuente de ignición. Las áreas están clasificadas en base a sus características de peligrosidad.

Los gases inflamables están clasificados como clase I. Ya que los diferentes gases tienen una temperatura de ignición y características de explosión críticas. La tabla 1 enlista dichos gases. Estos gases están clasificados en los grupos A, B, C y D de los cuales el D es de menor clasificación que el C y así sucesivamente.

Para completar la descripción del área las normas reconocen 2 divisiones distintas (División 1 y 2). Área Clase I División 1, es aquella en la cual la concentración peligrosa de gases o vapores inflamables existen - continua, intermitente o periódicamente en el ambiente bajo condiciones - normales de operación; o también es el área en la cual la concentración - peligrosa de algunos gases o vapores inflamables pueden existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas. Puede ser también - aquella área en la cual por fallas del equipo de operación o proceso podrían fugarse gases o vapores inflamables hasta alcanzar concentraciones peligrosas y podría también causar simultáneamente fallas del equipo eléctrico.

Esta clasificación incluye generalmente sitios donde líquidos volátiles - inflamables o gases licuados inflamables son transportados de un recipiente a otro; el interior de casetas de pinturas por aspersión y zonas adyacentes a estas casetas; lugares en los que haya tanques abiertos con líquidos volátiles inflamables; cuartos o compartimientos de secado por evaporación de solventes inflamables; lugares que contienen equipos para la extracción de grasas y aceites que usan solventes volátiles inflamables; zo

nas de plantas de lavanderías y tintorerías donde se utilizan líquidos pe  
ligrosos; cuartos generadores de gas y otras zonas de plantas de fabrica-  
ción de gas donde gases inflamables pueden escapar; cuartos de bombeo de  
gases inflamables o líquidos volátiles inflamables inadecuadamente venti-  
lados; el interior de refrigeradores o congeladores en los cuales mat  
erias inflamables se almacenan en recipientes abiertos, no herméticamente  
cerrados o frágiles y todas las demás zonas de trabajo donde existe la po  
sibilidad de que se presenten concentraciones peligrosas de gases o vapo-  
res inflamables en el curso de las operaciones normales.



TABLA 1  
 CARACTERISTICAS DE ALGUNOS GASES Y VAPORES  
 INFLAMABLES PERTENECIENTES A LA CLASE I

Sustancia	Temp. de evaporación (°C)	Temp. de ignición (°C)	Límites explosivos en % de vo- lumen en - el aire.		Densidad relativa
			Mín.	Máx.	
Acetaldehido	-37.7	185	4.1	55.0	1.5
Acetato amílico	25	380	1.1	7.5	4.5
Acetato etílico	- 4.4	430	2.5	9.0	3.0
Acetato metílico	-10	500	3.1	16.0	2.6
Acetato vinílico	- 7.8	427	2.6	13.4	3.0
Aceite de olivo	220	342	-	-	-
Acetileno	Gas	298	2.5	81.0	0.9
Acetona	-17.8	538	2.6	12.8	2.0
Acido acético	42.7	427	5.4	16.0	2.1
Acido sulfhídrico	Gas	262	4.3	45.0	1.2
Acido oléico	188	362	-	-	-
Acrolefna	<17.8	278	2.8	31.0	1.9
Alcanfor	64.5	466	-	-	5.2
Alcohol alílico	21.1	380	2.5	18.0	2.0
Alcohol amílico	34.4	344	-	-	3.0
Alcohol etílico	13.0	426	4.3	19.0	1.6
Alcohol metílico	11.1	462	7.3	36.0	1.1
Amoniaco	Gas	650	16.0	25.0	0.6
Anhídrido acético	53.8	316	2.7	10.0	3.5
Anhídrido ftálico	150	580	1.7	10.5	-
Anilina	57	620	1.3	-	3.2
Antraceno	121	539	0.6	-	-

Gasolina	-20a60	280	1.4	7.6	3.4
Glicerina	160	393	-	-	-
Hidracina	52	-	4.7	100.0	1.1
Hidrógeno	Gas	585	4.0	75.0	0.1
Kerosina	37.8	229	0.7	5.0	-
Laca	-17.8a26.7	-	-	-	-
Lanolina	238	445	-	-	-
N-acetato butílico	22.2	422	1.7	7.6	4.0
N-acetato propílico	14.4	450	2.0	8.0	3.5
N-alcohol butílico	28.9	355	1.4	11.2	2.6
N-alcohol propílico	15	371	2.1	13.5	2.1
Nafta	30	233	1.0	6.0	4.3
Naftaleno	78	527	0.9	5.9	4.4
N-butano	Gas	404	1.9	8.5	2.0
N-Cloruro propílico	<17.8	-	2.6	11.1	2.7
N-éter dibulítico	25	194	1.5	7.6	4.5
N-heptano	4	222	1.2	6.7	3.5
N-hexano	-22	232	1.2	7.5	3.0
Nicotina	-	244	0.7	4.0	5.6
Nitrato etílico	10	-	4.0	-	3.1
Nitrito etílico	-35	90	4.1	750.0	2.6
Nitrobenzol	88	482	1.8	-	4.3
Nitroglicerina	Explosivo	270	-	-	-
N-nonano	31.1	205	0.8	2.9	4.4
Metaldehido	36	-	-	-	-
Metanol	Gas	538	5.3	14.0	-
Monóxido de carbono	Gas	610	12.5	74.0	1.0
Octano	13.3	222	1.0	-	3.9
Oxido de etileno	< 17.8	429	3.0	100.0	1.5
Raldehido	35.6	238	1.3	-	4.6
Pentano	<40	310	1.5	7.8	2.5
Petróleo crudo	-6.7a32.2	-	-	-	-

Benceno	-11.1	560	1.4	7.1	2.8
Bencina	-17.8	288	1.1	5.9	2.5
Ciclohexano	-20	260	1.3	8.0	2.9
Ciclohexano metílico	- 4	285	1.2	-	3.4
Ciclopropano	Gas	496	2.4	10.4	1.5
Clorobenceno	32.2	635	1.3	7.1	3.9
Cloruro acetílico	4.44	388	-	-	2.7
Cloruro bencílico	65	580	1.1	-	4.4
Cloruro etílico	-50	518	3.8	15.4	2.2
Cloruro metílico	Gas	625	10.7	17.4	1.8
Cloruro vinílico	Gas	472	4.0	22.0	2.2
Combustóleo No.1	37.8 min.	228	0.7	5.0	-
Combustóleo No.2 (Diesel)	37.8 min.	258	-	-	-
Dicloroetileno	15	458	5.6	11.4	3.4
Dinitroclorobenceno	194	-	2.0	22.0	-
Dioxano	12.2	180	2.0	22.0	3.0
Disulfuro de carbono	-30	100	1.3	44.0	2.6
Dodecano	73	204	0.6	-	5.9
Etano	Gas	515	3.0	12.5	1.0
Eter divinílico	<-30	360	1.7	27.0	2.4
Eter etílico	-45	290	1.9	48.0	2.6
Eter metílico	Gas	350	3.4	18.0	1.6
Etileno	Gas	454	3.1	32.0	1.0
Etil mercaptano	26.7	298	2.8	18.0	2.1
Eter metil éter	-37	190	2.0	10.1	2.1
Etil metil cetona	6	515	1.8	10.1	2.5
Estireno	32.2	490	1.1	6.1	3.6
Fenol	80	718	-	-	3.2
Formaldehido	Gas	429	7.0	73.0	1.0
Formato etílico	-20	455	27.0	13.5	2.6
Formato metílico	-19	455	5.9	20.0	2.1
Furfural	60	316	2.1	-	3.3
Gas natural	-	482-632	3.8	13.0	-

Piridina	20	482	1.8	12.4	2.7
Propano	Gas	467	2.2	9.5	1.6
Propileno	Gas	410	2.4	10.3	1.5
Tetradecano	100	200	0.5	-	-
Tetraetilo de plomo	-	-	1.8	-	9.2
Toluoil	4.4	537	1.4	6.7	3.1
Trioxano	43	415	3.6	29.0	-
Vinil etil éter	< 10	200	1.7	28.0	2.5
Xileno	17	464	1.0	6.0	3.7

**CAPITULO I**  
**REGLAMENTACIONES Y CLASIFICACIONES**

## 1.- REGLAMENTACIONES

En la introducción se expuso brevemente, en torno al tema, por qué algunas áreas son consideradas como peligrosas, tomando en cuenta que, la causa primordial del tema es evitar que ocurran siniestros a causa de cortos circuitos producidos por mal aislamiento en los cables conductores de electricidad, produciendo alguna chispa que rebase la temperatura de ignición (Tabla 1) de la sustancia dispersada en un ambiente explosivo, o por usar equipo inadecuado en lugares peligrosos. Para evitar este tipo de accidentes se crearon organismos que se dedican a investigar la peligrosidad de los lugares con ambiente explosivo, tales como, lugares donde se manejan; gases, líquidos, polvos y virutas, todos ellos combustibles. Algunos de estos organismos cuentan con laboratorios especializados de pruebas en los cuales elaboran prototipos destinados a la investigación de los elementos combustibles y su comportamiento ante una fuente de energía (Chispa). Además éstos organismos poseen la autoridad suficiente para aceptar o rechazar un producto que no cumpla con las normas por ello establecidas. Dichos organismos son:

Norma Oficial Mexicana (NOM)

Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, (NTIE).

Norma 2.346.13 de PEMEX. (Clasificación de áreas peligrosas y selección de equipo eléctrico).

Las normas anteriormente mencionadas son a nivel nacional y como normas extranjeras (americanas) se encuentran:

National Fire Protection Association, (NFPA). (Asociación Nacional de protección al fuego).

National Electrical Code, (NEC). (Código Nacional Eléctrico).

Underwriters Laboratories, (UL). (Laboratorios Underwriters).-

Entre otros.

## 2.- CLASIFICACIONES

### 2.1 Clases divisiones y grupos.

Las normas establecen los factores que han de considerarse para determinar la clasificación y la extensión de cada área peligrosa. Estas son:

- La cantidad de material peligroso que pueda escaparse en caso de accidente.
- La eficiencia del sistema de ventilación.
- El área total afectada.
- La historia de la industria con respecto a explosiones e incendios.

Para seleccionar el equipo eléctrico adecuado se deberá tomar en cuenta la contaminación del aire que rodea el área, cuando se formen o puedan formarse en la atmósfera mezclas de gases, vapores o polvos cuya peligrosidad dependa específicamente de cada uno de los contaminantes.

Resumiendo brevemente en que consiste la clasificación de áreas, y tomando en cuenta que es en base a las normas anteriores se dice que:

Los lugares peligrosos fueron divididos en tres CLASES: Clase I, Clase II y Clase III, y cada una de ellas con dos Divisiones:

División 1 y División 2, descritas en la tabla 2, y las atmósferas que contengan sustancias peligrosas divididas en los grupos mostrados en la tabla 3.

TABLA 2 Casos que deben considerarse incluidos en las diferentes clases de lugares peligrosos.

<p>Clase I</p> <p>Fuente de peligro; gases o vapores inflamables.</p>	<p>División 1</p>	<p>Lugares donde se vierten líquidos inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro; interior de las cabinas de pulverización donde se usan disolventes volátiles inflamables; lugares que contengan tanques abiertos o depósitos de líquidos inflamables; locales de secado o compartimiento de extracción de grasas o aceites por medio de disolventes volátiles inflamables; partes de las plantas de limpieza y tintorería donde se usan líquidos peligrosos.</p> <p>Locales de generación de gas y las demás partes de las plantas manufactureras de gas de donde pueden escaparse gases inflamables; salas de bombeo de gases o líquidos volátiles no adecuadamente ventilados; interiores de refrigeradores y congeladores en las cuales se almacenan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, fáciles de romper o mal tapados; lugares donde puedan ocurrir concentraciones de gases o vapores inflamables en el curso normal de las operaciones.</p>
		<p>Lugares donde se usen gases, vapores inflamables o líquidos volátiles, pero que, a juicio de la autoridad competente, sólo se pueden hacerse peligrosos en caso</p>



	<p>División 2</p>	<p>de accidente o alguna condición no usual de funcionamiento (la cantidad de material peligroso que puede escaparse en caso de accidente, la eficiencia del sistema de ventilación, el área total afectada y la historia de la industria con respecto a explosiones o incendios son factores que deben considerarse al determinar la clasificación y extensión de cada área peligrosa). Lugares usados para el mantenimiento de líquidos o de gases licuados o comprimidos en depósitos herméticamente sellados expuestos a condiciones peligrosas.</p>
	<p>División 1</p>	<p>Áreas de trabajo de las plantas de almacenamiento o manejo de granos; locales en estas plantas que tengan molidoras o pulverizadoras, máquinas que separen la cáscara de cereales, transportadores -- abiertos, cajones abiertos o tolvas, mezcladoras, básculas automáticas o con tolvas, empacadoras, elevadores de material, distribuidores a granel (excepto los colectores totalmente metálicos y ventilados al exterior): maquinaria y equipo similares que produzcan polvo en las plantas procesadoras de granos, almidón, azúcar pulverizada, malta, picadoras de pasto y otras de despacho y entrega de naturaleza similar.</p>

<p>Clase II Fuentes de peligro; Polvos combustibles conductores.</p>		<p>Plantas pulverizadoras de carbón (excepto cuando el equipo pulverizador es especialmente hermético al polvo); áreas de trabajo donde se produzcan, manejen, procesen, empaquen o almacenen (excepto en recipientes herméticos) polvos o partículas metálicas.</p> <p>Otros lugares donde el polvo combustible pueda en condiciones de funcionamiento normales, estar presente en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Ver tabla 1.</p>
	<p>División 2</p>	<p>Lugares donde no es posible que se produzcan concentraciones de polvo en suspensión, pero donde pueden formarse acumulaciones de polvo como son: locales y áreas que contengan canaletas distribuidoras y transportadores cerrados; cajones o tolvas cerradas; máquinas y equipos que dejen escapar cantidades apreciables de polvo sólo en condiciones anormales de funcionamiento.</p> <p>Locales o áreas adyacentes a los lugares Clase II, División 1, a los cuales no pueden llegar concentraciones explosivas o inflamables de polvos en suspensión más que en caso de condiciones de funcionamiento anormales.</p>

		<p>Locales o áreas donde la formación de - concentraciones explosivas o inflamables de polvos en suspensión, es impedida por el funcionamiento eficaz del equipo de - control del polvo.</p> <p>Almacenes y locales de despacho, donde - los materiales que producen polvos son - manejados únicamente en sacos o recipien tes.</p>
<p>Clase III Fuentes de peligro: Fi- bras o pelu- sas inflama- bles.</p>	<p>División 1</p>	<p>Fabricas de rayón y algodón y demás fá- bricas textiles.</p> <p>Plantas de procesamiento y manufactura - de fibras combustibles.</p> <p>Desmontadoras de algodón y trituradoras de semillas de algodón.</p>
	<p>División 2</p>	<p>Plantas procesadoras de lino.</p> <p>Fábrica de ropa.</p> <p>Plantas para trabajar madera y estableci- mientos e industrias que usen procesos o condiciones igualmente peligrosos.</p>

TABLA 3 PRODUCTOS QUIMICOS POR GRUPOS

Atmósferas Grupo A

acetileno

Atmósferas Grupo Bacroleína (inhibida)<sup>2</sup>

butadieno

óxido de etileno<sup>2</sup>

hidrógeno

gases manufacturados que

contiene más de 30% de

óxido de propileno<sup>2</sup>Atmósferas Grupo C

acetaldehído

alcohol alílico

n-butiraldehído

monóxido de carbono

crotonaldehído

éter dietílico

dietilamina

epiclorhidrina

etileno

etilenimina

tetrahydrofurano

dimetil hidrazina asimétrica

(UDMH 1, 1-dimetil hidrazina)

Atmósferas Grupo D

ácido acético (glacial)

acetona

acrilonitrilo

amoníaco<sup>3</sup>

benceno

butano

1-butanol (alcohol butílico)

2-butanol (alcohol butílico)

secundario)

n-acetato de butilo

acetato de isobutílo

di-isobutíleno

etano

etanol (alcohol etílico)

acetato de etilo

etil acrilato (inhibido)

etilén diamina (anhidra)

sulfato de hidrógeno	dicloro etileno
morfolina	gasolina
2- nitropropano	heptano
isopropano	hexano
éter isopropílico	octano
óxido de mesitilo	pentano
metano (gas natural)	1-pentanol (alcohol amfílico)
metanol (alcohol metílico)	Propano
3-metil-1-butanol (alcohol isoamílico)	1-propanol (alcohol propílico)
metil etil cetona	2-propanol (alcohol isopropílico)
metil isobutol cetona	propileno
2-metil-1-propanol (alcohol isobutílico)	astireno
2-metil-2-propano (alcohol butílico terciario)	tolueno
nafta de petróleo	acetato de vinilo
piridina	cloruro de vinilo
	xileno

Las áreas Clase I son aquellas en las que están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables o explosivos, en cantidades suficientes para formar con el aire mezclas explosivas o inflamables.

Pueden presentarse en lugares:

Donde se vierten líquidos o gases licuados inflamables, de un recipiente a otro.

Interiores de cabinas de pulverización y áreas cercanas a las de pinturas, donde se utilizan solventes volátiles inflamables.

Donde contengan tanques abiertos y depósitos de líquidos inflamables.

Locales de secado o compartimientos de extracción de gases o aceites, - por medio de solventes inflamables.

Partes de limpieza en las plantas donde se usen líquidos peligrosos.

Locales de generación de gas y otras partes de las plantas manufactureras de gas inflamable en donde pueda escaparse éste.

Locales de bombeo de gases, o líquidos volátiles inadecuadamente ventilados.

Las áreas Clase I división 1 Pemex las subdivide en: División 1a. y División 1b.

Un área Clase I división 1a. es aquella en donde existen continuamente concentraciones peligrosas de gases o vapores explosivos o inflamables en condiciones normales de operación.

Una área Clase I división 1b son aquellas en donde:

- a).- Existen intermitentemente o periódicamente concentraciones de gases inflamables en condiciones normales de operación.
- b).- Pueden existir frecuentemente concentraciones peligrosas de los mismos gases o vapores inflamables, a causa de trabajos de reparación o mantenimiento.
- c).- El equipo es operado y los procesos de funcionamiento se efectuarán en tal forma que la operación defectuosa o la interrupción del proceso de trabajo, puedan provocar la liberación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables.

Una área clase I División 2 es aquella en la cual se manejan procesan o usan líquidos volátiles o gases inflamables pero en las que estos líquidos o gases se encuentran normalmente dentro de recipientes o sistemas cerrados, de los cuales pueden escaparse sólo en caso de algún accidente o en caso de operación anormal del equipo, o; en la cual se evitan - concentraciones peligrosas de gases o vapores por medio de ventilación, o; aquella área adyacente a una Clase I división 1 y en la cual concentraciones peligrosas de gases o vapores podrían comunicarse a menos que esta comunicación se evite por medio de una ventilación adecuada en presión positiva de una fuente de aire limpio y protección efectiva contra fallas de equipo de ventilación.

Esta clasificación generalmente incluye sitios donde se usan líquidos - volátiles, gases o vapores inflamables pero en los cuales, a juicio de la autoridad correspondiente, llegaría a ser peligroso sólo en caso de accidente u operación anormal del equipo. La cantidad de material peligroso que pueda escaparse, el equipo de ventilación existente, el tamaño del área involucrada y la estadística de explosiones o incendios en esa rama industrial, son todos los factores que deben considerarse para determinar la clasificación del área y sus limitaciones en cada sitio.

Tuberías sin válvulas, sellos, medidores y dispositivos similares, ordinariamente no provocan condiciones peligrosas, aún cuando sean utilizados para líquidos o gases peligrosos. Los lugares utilizados para el almacenamiento de líquidos peligrosos o gases licuados o comprimidos - dentro de recipientes sellados, normalmente no se consideran peligrosos a menos que estén sujetos a otras condiciones de peligrosidad.

Cuando las tuberías eléctricas (conduit) y sus correspondientes accesorios se encuentran separadas del área de proceso por un sólo sello o barrera, deberán clasificarse como división 2 siempre y cuando el exterior de la tubería y de los accesorios sea una área no peligrosa.

Para describir adecuadamente una área que contiene un gas o vapor inflamable, es necesario determinar la clase, el grupo y la división.

En el NEC, los polvos combustibles se clasifican como clase II y se agrupan de acuerdo con su temperatura de ignición y su grado de conductividad en grupos E, F y G.

#### Grupo E

Atmósferas que contengan polvos metálicos, como aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales y otros metales de características de peligrosidad semejantes.

#### Grupo F

Atmósferas que contengan polvos de carbón mineral, de carbón vegetal o de coque en concentraciones mayores a 8% de material volátil total (especificaciones ASTM.D-1620 y ASTM D-271) o atmósferas que contengan estos polvos activados por otros materiales que puedan representar el riesgo de una explosión.

#### Grupo G

Atmósferas que contengan harina, almidón o polvos de granos.

Algunas atmósferas de productos químicos pueden tener características que requieren una protección mayor que cualquiera de los grupos antes mencionados. El bisulfuro de carbono es uno de estos productos químicos por su baja temperatura de ignición, 100° C, y por la facilidad con que su flama escapa a través de los claros entre las juntas de las cajas que lo contienen.

Algunos polvos metálicos pueden tener características que requieran una protección mayor que la requerida para atmósferas que contienen polvos de aluminio, magnesio, y sus aleaciones comerciales por ejemplo los polvos de zirconio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición extraordinariamente bajas, 20°C y requieren una cantidad de energía, por su ig-



nición, menor que la de cualquier otro material clasificado en los grupos de las Clases I o II.

Las áreas clasificadas como Clase II también pueden ser subdivididas en División 1 y División 2. Una área clasificada como Clase II División 1 es aquella en la cual hay o puede haber polvos combustibles en suspensión en el aire en forma continua, intermitente o periódica bajo condiciones normales de operación, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables; o donde debido a fallas mecánicas u operación anormal de la maquinaria o el equipo puedan producirse tales mezclas explosivas o inflamables y que una falla simultánea del equipo eléctrico o de los sistemas de protección pueda originar una fuente de ignición (chispa eléctrica); o en la cual polvos combustibles con características de conductividad eléctrica puedan estar presentes.

Esta clasificación incluye generalmente lugares de trabajo donde existe manejo o almacenamiento de granos; plantas donde hay trituradoras, limpiadoras, desgranadoras, descascaradoras, separadores, transportadores o gusanos abiertos, tolvas o embudos abiertos, mezcladoras, empacadoras, pesadoras, elevadores, distribuidores, colectores (excepto colectores totalmente metálicos ventilados hacia el exterior) y toda maquinaria y equipo similar que produce polvos en fábricas o plantas procesadoras de granos, plantas de almidón, plantas pulverizadoras de azúcar, plantas de producción de malta, molinos de forraje y otras de naturaleza similar; plantas pulverizadoras de carbón (excepto aquellas donde el equipo de pulverización es a prueba de polvo); todos los lugares de trabajo donde se producen, se procesan, se empaican o se almacenan, excepto en recipiente herméticos, polvos metálicos y todos los lugares similares donde, bajo condiciones de operación normal, están presentes polvos combustibles en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.

Los polvos combustibles no conductores eléctricos incluyen polvos producidos en el manejo y proceso de granos y productos de grano, cocoa y

azúcar pulverizados, leche y huevo en polvo, especias pulverizadas, almidón y harinas, papas, semillas de frijol, forraje y otros materiales orgánicos que puedan producir polvos combustibles cuando se manejan o procesan. Los polvos no metálicos conductores eléctricos, incluyen polvos de carbon vegetal, carbón mineral y coque. Los polvos que contienen magnesio y aluminio son particularmente peligrosos y se requiere extrema precaución para evitar su ignición y explosión.

Una área Clase II División 2 es aquella en la cual el polvo combustible no está normalmente en suspensión en el aire ni será puesto en suspensión por la operación normal del equipo, en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables o explosivas, pero donde el depósito o la acumulación de tal polvo combustible puede ser suficiente para interferir la adecuada disipación de calor del equipo o aparato eléctrico, o el polvo combustible acumulado o depositado sobre o alrededor del equipo eléctrico puede inflamarse por arcos, chispas o calentamiento de tal equipo.

Los lugares donde generalmente se reúnen las condiciones arriba descritas incluyen secciones de plantas con transportadores y gusanos cerrados, tolvas o embudos cerrados o maquinaria y equipo que producen apreciables cantidades de polvos sólo en condiciones anormales de operación; las zonas adyacentes a las áreas clasificadas como la Clase II División 1 que se describieron anteriormente y en las cuales concentraciones inflamables o explosivas de polvos en suspensión podrían producirse sólo bajo condiciones anormales de operación; zonas donde la formación de concentraciones inflamables o explosivas de polvo en suspensión se evita por la operación de un equipo efectivo de control de polvos; bodegas y zonas de embarque donde materiales que producen polvos son almacenados o manejados solamente en bolsas o recipientes y otros sitios semejantes.

Las áreas Clase III son aquellas que son peligrosas por la presencia de fibras o materiales volátiles fácilmente inflamables, pero en las cuales tales fibras o volátiles normalmente no se encuentran en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables. Las áreas Clase III se dividen en la siguiente forma:

Una área Clase III División 1 es aquella en la cual se maneja, fabrican o utilizan fibras fácilmente inflamables o materiales que producen combustibles volátiles.

Estas áreas generalmente incluyen plantas textiles de rayón, algodón y fibras semejantes; plantas fabricantes o procesadoras de fibras combustibles; molinos de semillas de algodón, plantas alijadoras de algodón; plantas procesadoras de lino; fábrica de ropa, talleres de carpintería y todas las industrias o talleres que tienen procesos o condiciones semejantes.

Entre las fibras y materiales volátiles fácilmente inflamables se encuentran el rayón, el algodón, el henequén, el ixtle, el yute, la fibra de coco, el cáñamo, la estopa, la lana vegetal, el musgo, la viruta y otros materiales similares.

Una área Clase III División 2 es aquella en la cual se manejan o almacenan fibras fácilmente inflamables, con excepción del lugar donde se fabrican.

## 2.2 Principios de Siniestros.

Para que haya un fuego o una explosión, deben reunirse 3 condiciones:

- 1.- Un líquido inflamable, vapor o polvo combustible debe estar presente en el ambiente en cantidades suficientes tabla 1.
- 2.- El líquido inflamable, vapor o polvo combustible debe mezclarse con aire y oxígeno en las proporciones requeridas para producir una mezcla explosiva tabla 1.

3.- Una fuente de energía debe aplicarse a la mezcla explosiva que rebasa la temperatura de ignición de dicha mezcla tabla 1,

De acuerdo con estos principios, debe considerarse tanto la cantidad de líquido inflamable o vapor que puede encontrarse en el ambiente, como sus características físicas. Por ejemplo los gases más ligeros que el aire se dispersan tan rápidamente en la atmósfera que, excepto en espacios confinados, no producen mezclas peligrosas en áreas cercanas a instalaciones eléctricas. Los vapores procedentes de líquidos inflamables tienen también una tendencia natural a dispersarse en la atmósfera y se diluyen rápidamente a concentraciones menores al límite inferior del rango inflamable (explosivo), tabla 1, especialmente cuando existe movimiento de aire. La probabilidad de que la concentración de gas se encuentre por arriba del límite máximo del rango inflamable o explosivo, no proporciona ninguna garantía, ya que la concentración debe pasar primero dentro de los límites de dicho rango.

El análisis de estas condiciones básicas es el principio para la clasificación de áreas peligrosas.

Después de que una área ha sido clasificada según su Clase, Grupo y División, debe seleccionarse el equipo eléctrico adecuado que puede ser usado en dicha área.

### 2.3.- Determinación de las áreas peligrosas en instalaciones de Plantas Petroquímicas.

#### 2.3.1.- Aspectos Generales.

Para determinar las áreas peligrosas deben determinarse las posibles fuentes de peligro, o sea las fugas o escapes de gases o vapores inflamables que resulta prácticamente imposible evitar en forma absoluta durante la operación del equipo o bien durante las reparaciones o trabajos de limpieza, como son las fugas por estoperos, sellos, empaques y uniones mecánicas; así como los sitios en que deliberadamente pueden liberarse a la atmósfera productos inflamables, como en los venteos, purgas, válvulas de alivio, etc.

Cada fuente de peligro deberá considerarse rodeada por un volumen de atmósfera peligrosa que dependiendo de las condiciones del lugar (tabla 2) pertenecerá a la División 1 o a la División 2. A su vez las áreas de la División 1 deberán considerarse rodeada por áreas de la División 2 de extensión suficiente para garantizar la dilución hasta concentraciones no peligrosas de los gases o vapores inflamables contenidos en la atmósfera del área de División 1.

Para fines prácticos los volúmenes de la División 2 que rodeen a las fuentes de peligro no necesariamente deben limitarse por círculos en los planos horizontal y vertical, sino que podrán tener la forma de paralelepípedos rectangulares, orientados según ejes que correspondan a la disposición del equipo en la planta: pero en ningún caso estos paralelepípedos podrán tener dimensiones menores a las distancias que se especifiquen en los párrafos siguientes.

Para los fines prácticos se considerarán como gases o vapores más ligeros que el aire únicamente aquellos cuya densidad sea menor del 75% de la densidad del aire bajo condiciones normales. Los gases o vapores que tengan

una densidad mayor de este valor, deberán considerarse como productos más pesados que el aire.

Todas las fosas, trincheras, zanjas y en general depresiones del piso don de pueden acumularse vapores o gases inflamables más pesados que el aire, que se localicen dentro de áreas de las Divisiones 1 ó 2, deberán clasificarse como áreas de la División 1 en su totalidad. Del mismo modo, en los lugares cerrados en que se manejen gases o vapores inflamables más ligeros que el aire, deberán considerarse como áreas División 1, los espacios bajo techo que carezcan de ventilación.

Las áreas donde se encuentran instaladas tuberías eléctricas y compartimientos separados en éstas y que están separados de los equipos de proceso por una pared o barrera, se clasifican en la División 2, siempre que el lado de salida de la tubería o compartimiento se encuentren fuera de las áreas peligrosas.

### 2.3.2.- Clasificación de áreas en sitios libremente ventilados.

En términos generales, una fuente de peligro de producto inflamable más pesada que el aire en sitios libremente ventilados o a la intemperie, dará orden en todas direcciones a una área rectangular de la División 2 en el plano vertical, que se extenderá 8 M. hacia arriba y hacia los lados - a partir de la fuente de peligro y verticalmente hasta 8 M. de altura sobre el piso (Fig. 1). En los sitios en que se considere que el escape o liberación de productos inflamables puede ser de consideración, deberá agregarse otra área de la División 2 de 60 CM. de altura, que se extenderá hasta 30 M. de la fuente de peligro.

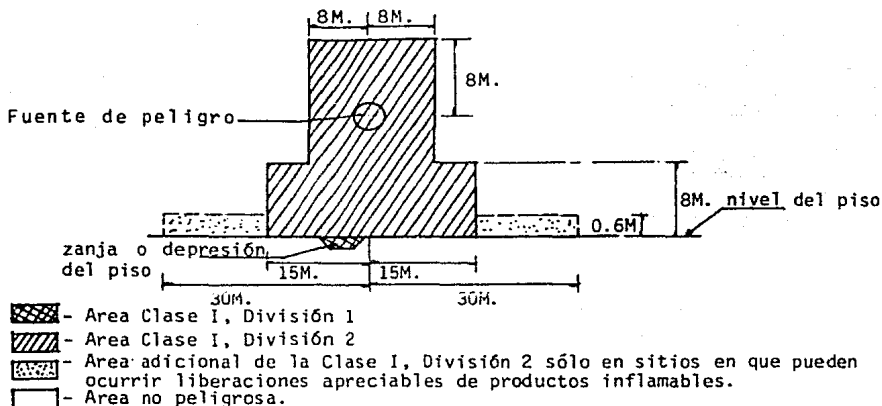


FIGURA 1

Áreas peligrosas en sitios libremente ventilados o a la intemperie, en que se manejan productos más pesados que el aire.

Las fuentes de peligro de productos inflamables más ligeros que el aire en sitios libremente ventilados o a la intemperie, darán origen a una -área rectangular de la División 2 en el plano vertical, que se extenderá 8 M. hacia arriba, y 5 M. hacia los lados y hacia abajo de la fuente de peligro, o cuando ésta se encuentre colocada a menos de 5 M. de altura, la distancia hacia abajo estará limitada por el nivel de piso (fig. 2).

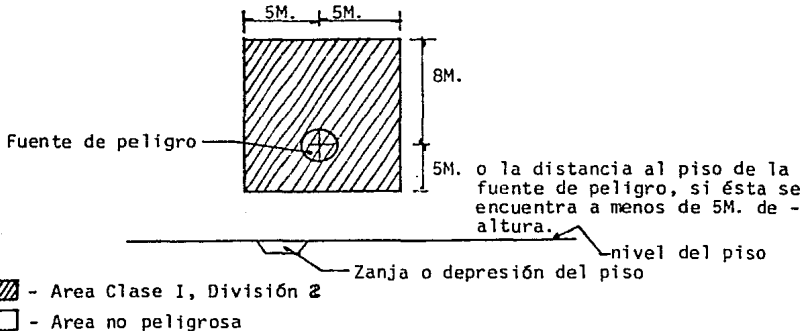


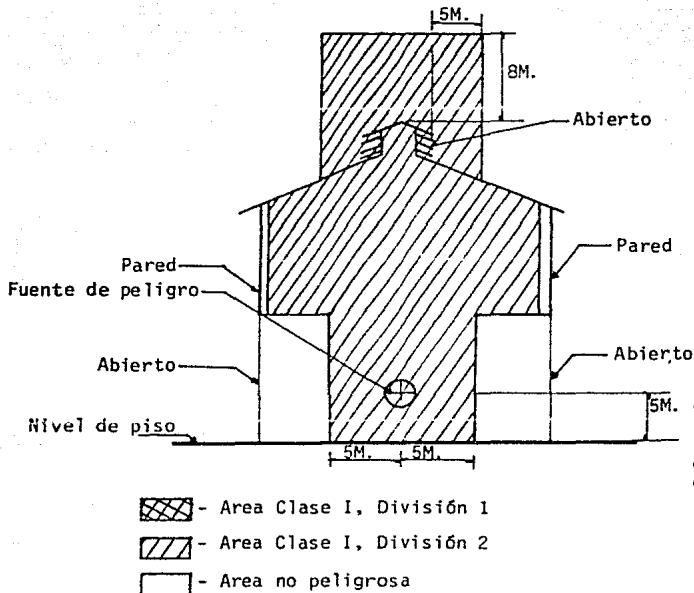
FIGURA 2

Área peligrosa en sitios libremente ventilados o a la intemperie, en que se manejan productos más ligeros que el aire.

En los cobertizos libremente ventilados de compresoras de productos más ligeros que el aire, en que no existe posibilidad de que los gases puedan quedar entrampados en el techo de la construcción, se consideran como áreas de la División 2, los siguientes espacios, según se muestran en la (fig. 3):

- a) El interior del cobertizo desde el techo hasta la altura que exista pared.
- b) Un área rectangular que se extenderá en el plano vertical, 5 M. hacia los lados y hacia abajo de la fuente de peligro o cuando ésta se encuentre colocada a menos de 5 M. de altura, la distancia hacia abajo se limita por el nivel del piso: extendiéndose hacia arriba de la fuente de peligro hasta la altura en que se inician las paredes de la construcción.
- c) Una área que se extenderá en el plano vertical, 5 M. hacia los lados de las ventanas, ventilas o aberturas existentes en el techo del cobertizo; 8 M. hacia arriba de estas aberturas: y hacia abajo del techo de la construcción.





o la distancia del pi  
so a la fuente de pe-  
ligro si ésta se en-  
cuentra a menos de 5M  
de altura.

FIGURA 3

Áreas peligrosas en cobertizos libremente ventilados para compresoras de productos más ligeros que el aire.

En los cobertizos de las compresoras de productos inflamables más ligeros que el aire libremente ventilados en su parte inferior pero inadecuadamente ventilados en la parte superior de manera que permitan que los gases - queden entrampados en el techo de la construcción, deberán considerarse - como áreas peligrosas las siguientes, que se ilustran en la (Fig. 4):

- a) El interior del cobertizo desde el techo hasta la altura en que exista pared, pertenecerá a la División 1.
- b) Existirá una área de la División 2 hasta 5 M. en todas direcciones - del exterior del techo de la construcción y hasta 3 M. hacia los lados -- del exterior de las paredes en cualquier plano vertical.
- c) Finalmente, existirá un área rectangular de la División 2 que se extenderá en el plano vertical, 5 M. hacia los lados y hacia abajo de la - fuente de peligro. O cuando ésta se encuentre colocada a menos de 5 M. - de altura, la distancia abajo será limitada por el nivel del piso; extendiéndose hacia arriba de la fuente de peligro hasta la altura en que se - inician las paredes de la construcción.

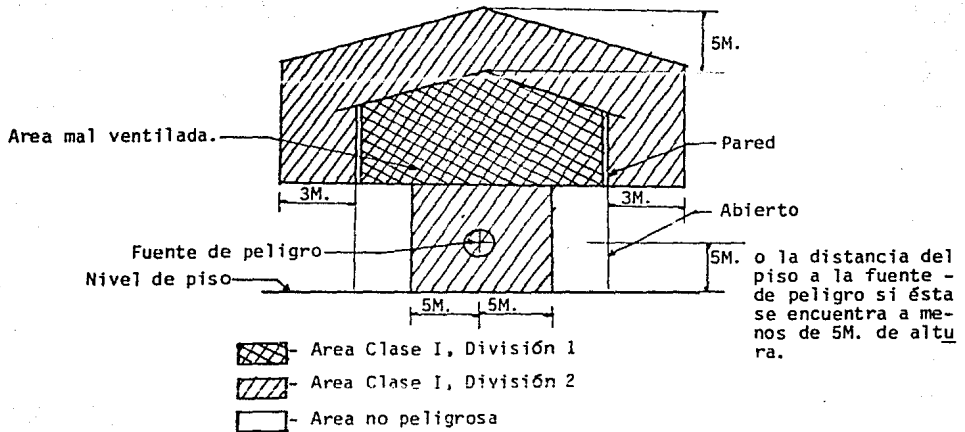


FIGURA 4

Areas peligrosas en cobertizos inadecuadamente ventilados para compresoras de productos más ligeros que el aire.

Deberá considerarse que alrededor de los venteos o desfogues y purgas de gases o vapores inflamables, bocas de respiración o de llenado de tanques de almacenamiento subterráneo de productos inflamables, o bien de cualquier dispositivo o mecanismo por medio del cual se trasvasen líquidos inflamables a chorro abierto existirá un volumen esférico de la División 1 de 1 M. de radio a partir de la salida o de la superficie descubierta del líquido, encerrado en otra esfera de la División 2 de 1.5 M. de radio, a partir del mismo sitio (fig. 5).

En los lugares libremente ventilados en que se lleven a cabo trabajos que impliquen pulverización de líquidos inflamables, o inmersión de piezas en tinas abiertas que contengan líquidos de esta naturaleza, se considera -- que existe un área de la División 1 hasta una distancia de 6 M. en todas direcciones. A partir de la fuente de peligro, rodeada de otra área de la División 2 que llegará igualmente hasta 12 M. de dicha fuente.

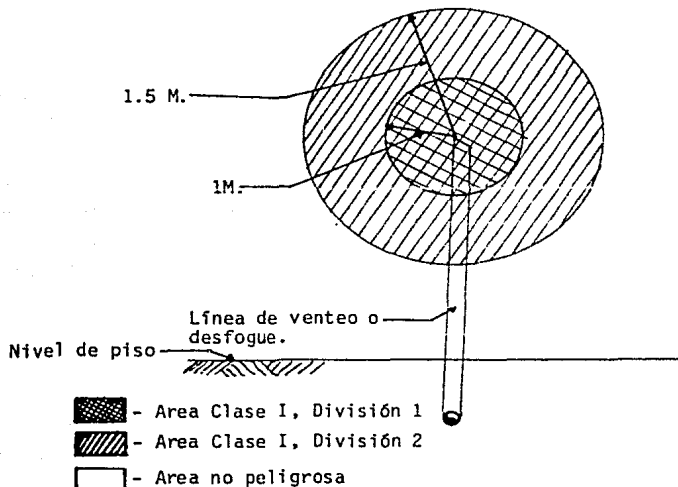
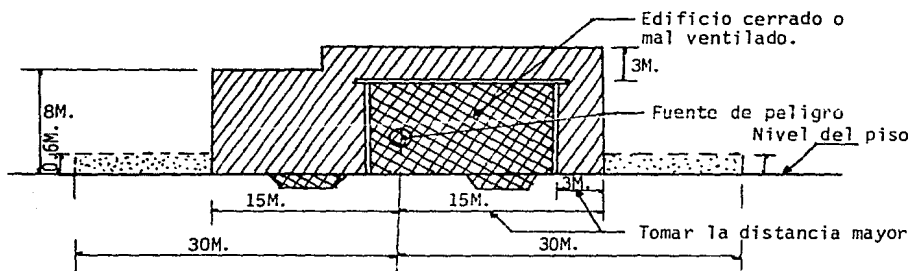






FIGURA 5

Áreas peligrosas en venteos, desfogues o purgas de gases o vapores inflamables.

### 2.3.3.- Clasificación de áreas en sitios confinados.

Los lugares confinados o cerrados inadecuadamente ventilados en que existan o puedan existir fugas de materiales inflamables más pesados que el aire a través de estoperos, sellos o empaques, o donde se trasvasen líquidos de esa naturaleza, así como donde se pulvericen o esparzan líquidos inflamables, deberán considerarse como áreas de la División 1 en su totalidad. A estas áreas de la División 1, la rodeará en cualquier plano vertical un área de la División 2 que llegará hasta 3 M. de distancia en todas direcciones a partir del límite del área de la División 1, debiéndose agregar una franja de la División 2 de 8 M. de altura sobre el nivel del piso, que llegará hasta 15 M. de distancia de la fuente de peligro (fig. 6). En los sitios que se considere que el escape o liberación de productos inflamables puede ser de consideración, deberá agregarse otra área de la División 2 de 60 CM. de altura, que se extenderá hasta 30 M. de la fuente de peligro.



-  - Área Clase I, División 1
-  - Área Clase I, División 2
-  - Área adicional de la Clase I, División 2 sólo en sitios donde pueden ocurrir liberaciones apreciables de productos inflamables.
-  - Áreas no peligrosas.

**FIGURA 6**

Áreas peligrosas en sitios confinados en que se manejan productos más pesados que el aire.

Cuando en los lugares confinados o cerrados inadecuadamente ventilados, las fuentes de peligro sean de productos más ligeros que el aire, estos lugares se consideran en su totalidad como áreas de la División 1, y estarán rodeadas en cualquier plano vertical por un área de la División 2 que llegará hasta 3 M. de distancia en todas direcciones, a partir del límite del área de la División 1 (fig. 7).

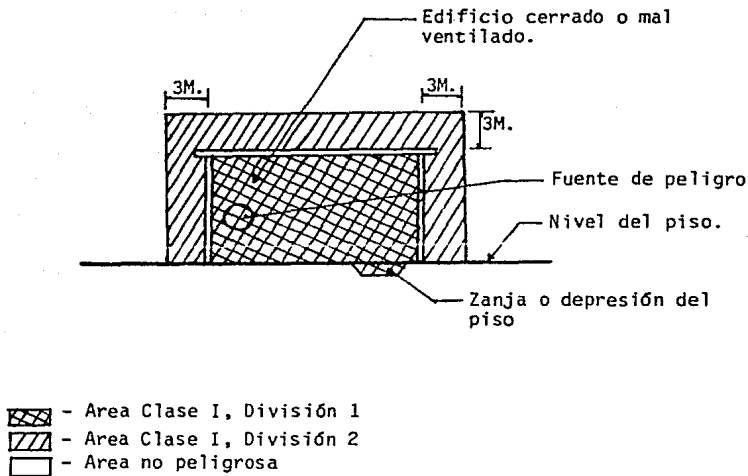


FIGURA 7

Áreas peligrosas en sitios confinados en que se manejan productos más ligeros que el aire.

Cuando se manejen productos con temperaturas de inflamación espontánea cercanas a la temperatura ambiente, en lugares confinados o cerrados - mal ventilados, además de las disposiciones por norma, deberá existir un sistema de ventilación forzada, diseñado en tal forma que se asegure la continuidad de su funcionamiento.

Cuando los edificios tales como cuartos de control, cuartos de equipos eléctricos, oficinas, laboratorios, etc., se localicen dentro de las áreas consideradas como peligrosas, y no sean sitios libremente ventilados, deberán clasificarse de la manera siguiente:

a) Cuando una puerta, ventana o cualquier otra abertura en la pared o techo del edificio, quede localizada total o parcialmente dentro del volumen atmosférico considerado como peligroso, todo el interior del cuarto o edificio se considerará también peligroso y pertenecerá a la misma División a que pertenezca el volumen atmosférico exterior peligroso (fig. 8).

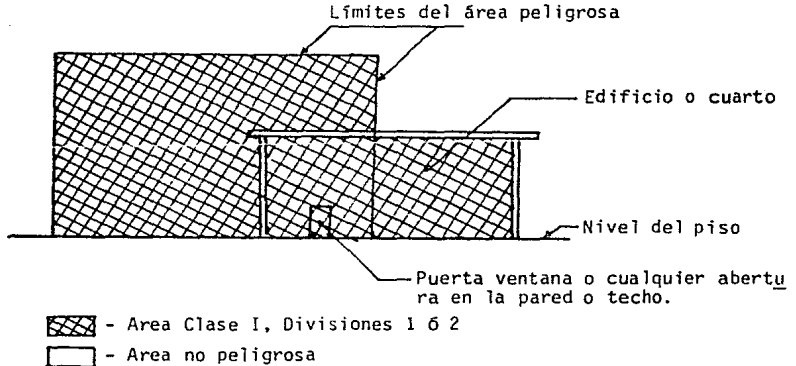


FIGURA 8

Clasificación de edificios con aberturas localizadas dentro de áreas peligrosas.

b) Cuando no existan puertas, ventanas, ni aberturas en las partes del techo y paredes localizadas dentro del volumen atmosférico considerado como peligroso, todo el interior del cuarto o edificio se clasificará como no peligroso (fig. 9).

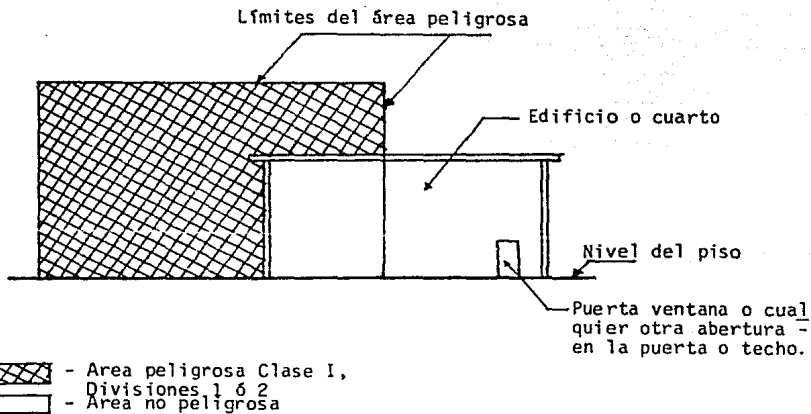


FIGURA 9

Clasificación de edificios sin aberturas localizadas dentro de áreas peligrosas.



Los lugares cerrados que por sus condiciones deberían ser clasificados en la División 1, cuando estén provistos de ventilación forzada en que se efectúe la continuidad de su operación para mantener una presión positiva, serán considerados como áreas de la División 2 si el aire para la ventilación se toma de un área de esa División, o como sitio no peligroso si el aire se toma de un área no peligroso y además se desconecta automáticamente la alimentación de la energía eléctrica del lugar, en caso de fallar dicha ventilación. Cuando el lugar cerrado se encuentre de tal modo que debiera clasificarse como área de la División 2 podrá ser considerado como área no peligrosa si la presión positiva se mantiene por medio de un sistema de ventilación forzada en que se asegure la continuidad de operación y el aire se toma de un área no peligrosa.

La presión positiva que se mantenga en el interior de estos lugares no deberá ser menor de 2.54 MM. (0.1 pulg.) de una columna de agua, estando cerradas las puertas y ventanas; debiendo mantenerse una velocidad de salida del aire de 18 M/min. (60 pies/min.) en todas las salidas y aberturas. Esta última medición deberá hacerse teniendo abiertas todas las puertas, ventanas y aberturas capaces de abrirse. Antes de permitir que se encienda nuevamente el sistema eléctrico de uno de estos lugares después de una falla en la ventilación, deberá comprobarse por medio de un explosímetro que no existe atmósfera peligrosa, o bien deberá efectuarse el cambio de volumen de aire en el local por lo menos cuatro veces.

En los talleres en que se manejen cantidades pequeñas de líquido inflamable, se considerará que existe un área de la División 2 en cualquier plano vertical, hasta una altura de 50 CM. sobre el piso en todo el interior del cuarto o local en que se manejen los líquidos inflamables.

#### 2.3.4.- Clasificación de áreas en tanques de almacenamiento.

En los tanques de almacenamiento a presión atmosférica instalados directamente al suelo (no elevados), que contengan líquidos inflamables, se considerará que existen las siguientes áreas peligrosas:

##### a) Tanque sin muro de contención (Figs. 10, 11):

- (1) Desde la superficie exterior del tanque hasta una distancia de 3 M. en todas direcciones, se considerará como área de la División 2.
- (2) Cualquier registro abierto, venteo o boca abierta del tanque dará origen en todas direcciones a un área de la División 1 hasta una distancia de 1.5 M.
- (3) Pertenece también a la División 1, todo el interior del tanque, y en el caso de los tanques de techo flotante, además del interior, el volumen situado entre el techo y el borde superior del tanque.

1.5M. alrededor del registro de muestreo o de cualquier otra abertura.

1.5M. alrededor del venteo

3M.

Tanque de almacenamiento.

Nivel del piso

Zanja o depresión del piso.

3M.

3M.

Zanja o depresión del piso.




-  - Area Clase I, División 1
-  - Area Clase I, División 2
-  - Area no peligrosa

FIGURA 10

Áreas peligrosas en tanques de almacenamiento de techos fijos sin muros de contención.

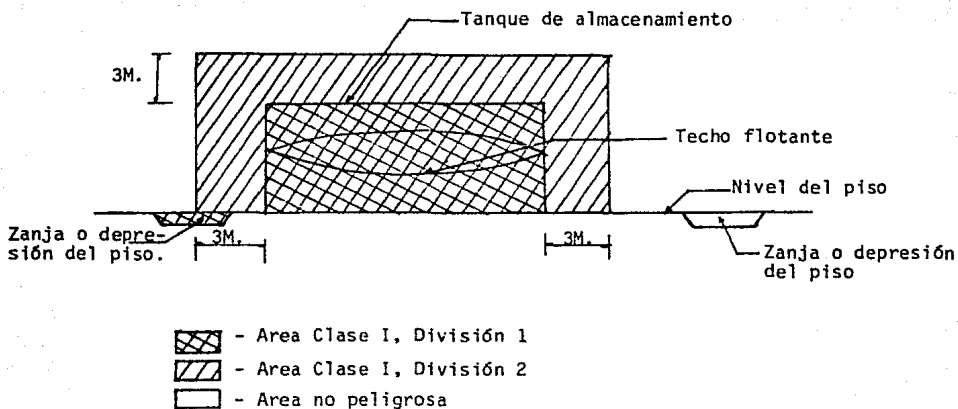


FIGURA 11

Areas peligrosas en tanques de almacenamiento de techo flotante sin muro de contención.

b) Tanques con muro de contención (figs. 12, 13):

- (1) Se considerarán peligrosas todas las áreas descritas en el inciso a) anterior.
- (2) Además, se considerará como área de la División 2 en cualquier plano vertical, toda el área situada dentro del muro de contención desde el nivel del piso hasta la altura del muro.

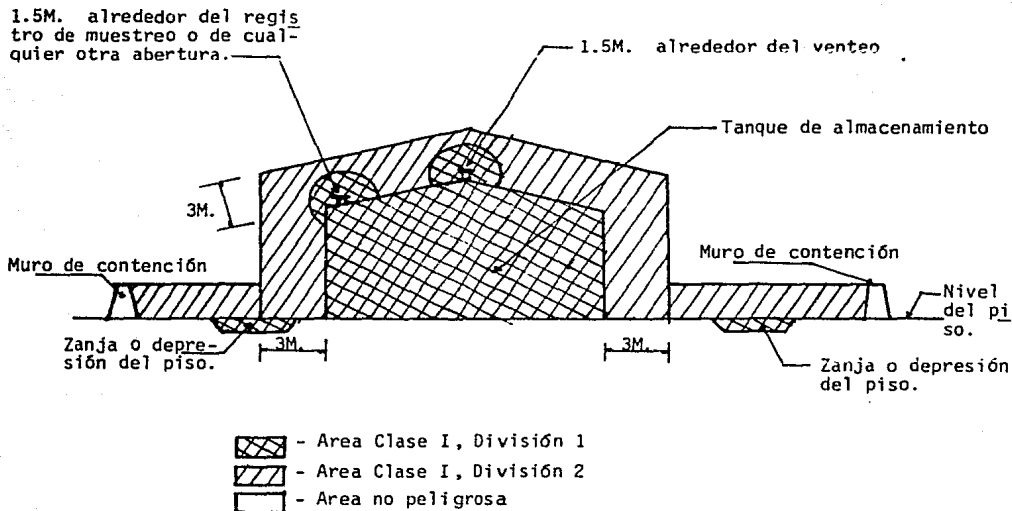


FIGURA 12

Áreas peligrosas en tanques de almacenamiento de techos fijos con muros de contención.

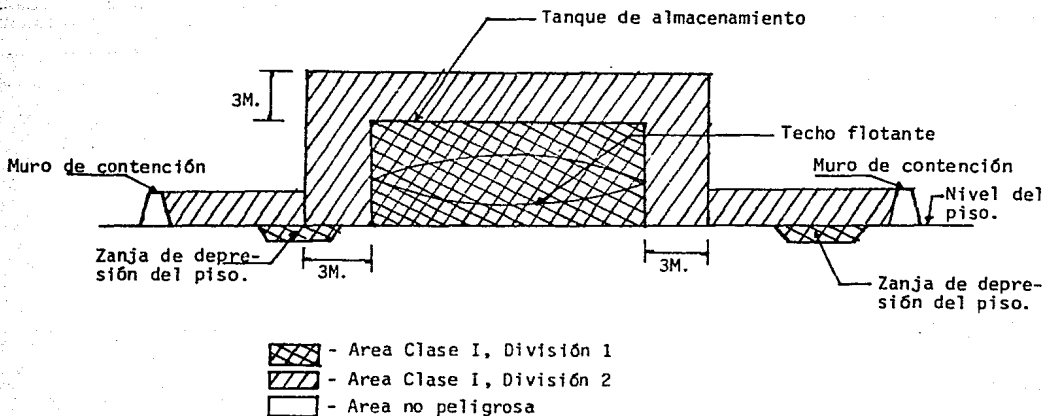
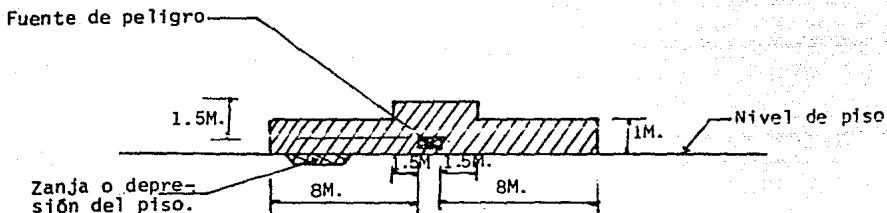


FIGURA 13

Areas peligrosas en tanques de almacenamiento de techos flotantes con muros de contención.

2.3.5.- Clasificación de áreas en sitios localizados fuera de las Plan  
tas de Proceso.

Fuera de las plantas de proceso, cuando existan fuentes de peligro en si  
tios libremente ventilados, como por ejemplo en empaques de bombas, jun-  
tas de medidores o mezcladores, u otros dispositivos similares que mane-  
jen gases o líquidos inflamables, deberá considerarse en cualquier plano  
vertical un área peligrosa de la División 2 que se extenderá en todas di  
recciones hasta 1.5 M. de la superficie exterior del dispositivo, agre-  
gándole otra área de la misma División en un metro de altura que se ex-  
tenderá horizontalmente 8 M. de distancia del dispositivo (Fig. 14). Cuan-  
do se trata de sitios confinados o cerrados con ventilación inadecuada,  
las áreas que se acaban de describir deberán considerarse pertenecientes  
a la División 1, y estarán rodeadas por un área de la División 2 que se  
extenderá hasta 3 metros en todas direcciones de la superficie exterior  
2 de 1.5 M. de altura que se extenderá hasta 15 M. de distancia del dis-  
positivo (Fig. 15). En los sitios confinados en que considere que el es  
cape o la liberación de productos inflamables puede ser de consideración,  
deberá agregarse otra área de la División 2 de 60 centímetros de altura,  
que se extenderá hasta 30 M. de la fuente de peligro.






-  - Area Clase I, División 1
-  - Area Clase I, División 2
-  - Area no peligrosa

FIGURA 14

Areas peligrosas en sitios libremente ventilados fuera de las plantas de proceso.



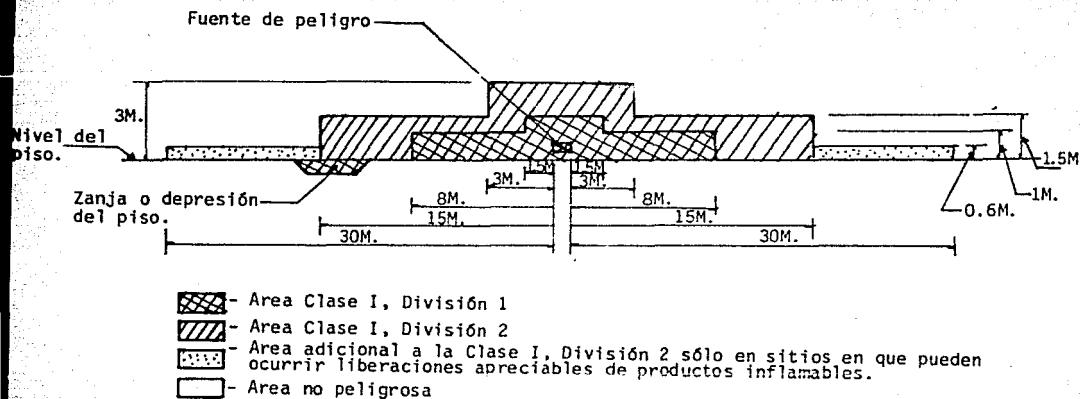


FIGURA 15

Áreas peligrosas en sitios confinados fuera de las plantas de proceso.

CAPITULO II

EQUIPO DE ALUMBRADO A PRUEBA DE EXPLOSION.

## 1.- CARACTERISTICAS GENERALES.

El equipo eléctrico puede usarse en áreas peligrosas siempre y cuando ha ya sido construido en una forma adecuada para una área definida de acuerdo a su clase, grupo y división.

Todo equipo a prueba de explosión debe estar construido en forma tal que su envolvente sea lo bastante fuerte para resistir la explosión interna de un determinado gas o vapor y que además impida la ignición del gas o vapor que se encuentra en la atmósfera a causa de chispas o flamas que provengan del interior o por el aumento de la temperatura en la superficie de la envolvente.

Generalmente estas envolventes se fabrican de fierro, acero o aluminio - con un diseño que impida el paso de la flama o el escape de la presión interna, Fig. 16. Esto lo hacen por medio de juntas, descritas a continuación:

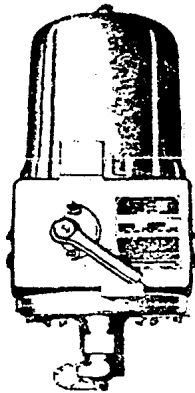


FIGURA 16

Interrupor Termomagnético marco 100  
AMP. con unidad de disparo fijo.

Comúnmente se utilizan dos tipos de juntas.- Una es la junta plana rectificada como se muestra en la Figura 17. En este tipo de unión, las dos superficies se mantienen perfectamente unidas por medio de tornillos. El ancho mínimo para el paso de la flama es de  $3/8"$ , con un claro máximo de  $0.0015"$ . La experiencia ha demostrado que este claro previene que los gases calientes escapen al exterior.

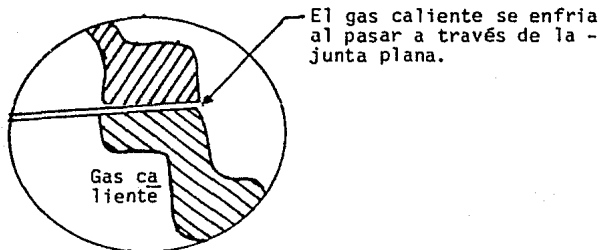


FIGURA 17  
Junta Plana

Otro tipo de juntas que son usadas con más frecuencia son las de tapa roscada.

Este tipo de junta requiere que un mínimo de cinco hilos de la rosca estén en contacto. Cuando dentro de la envoltura ocurra una explosión, los hilos de la rosca de la tapa se aprietan contra los hilos de la rosca del cuerpo, forzando así el gas caliente a recorrer toda la trayectoria helicoidal entre el cuerpo y la tapa lo que hace que se enfríe lo suficiente antes de salir a la atmósfera circundante. Figura 18.

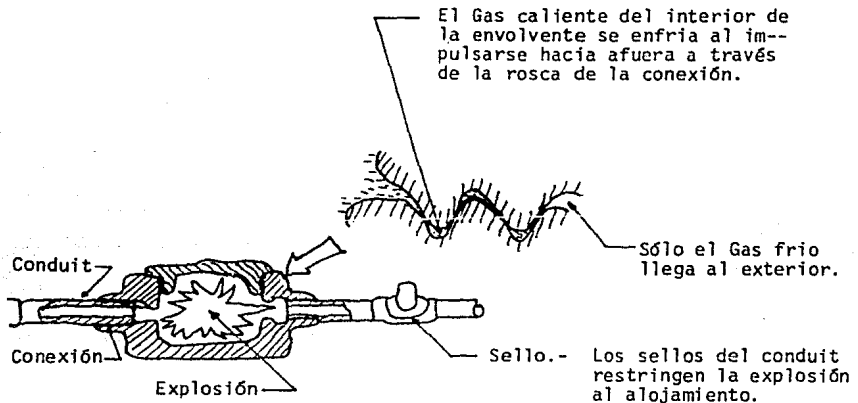


FIGURA 18  
Junta Roscada

El equipo que se usa en los lugares de la Clase I y de la Clase II se deben diseñar y probar especialmente para la Clase y grupos de riesgo. Este equipo debe llevar la etiqueta de los laboratorios de los asegurados, anotando la aprobación específica, esto se aplica a los arreglos de iluminación, motores, interruptores, cortocircuitos, enchufes, receptáculos, - etc.

Para el alambrado en lugares peligrosos se pueden usar el conduit rígido de acero o aluminio con conexiones roscadas, como el único sistema de conductos aprobados para dichas zonas. Este conduit proporciona la protección mecánica necesaria y confina las explosiones internas para impedir la propagación de la flama a la atmósfera peligrosa. Las conexiones y cajas de unión que se usan con los sistemas de conduit deben ser de diseño "a prueba de explosión" para los lugares de la Clase I; en las localizaciones de la Clase II, deben ser de los tipos "a prueba de polvo, intemperie o vapor".

El código Nacional Eléctrico contiene detalles específicos sobre los métodos de alambrado, el uso de conexiones, construcciones de equipo y conexiones a tierra para cada clase de división de la localización peligrosa. En los lugares peligrosos se usan conexiones selladas en el tubo conduit para impedir el paso de gases, vapores o flamas de una parte del sistema eléctrico a otra a través del conduit. Estas conexiones se contemplan al aplicar un compuesto que llena la sección transversal del conduit, alrededor de los conductores encerrados, sellando eficazmente en este punto.

Generalmente se instalan sellos en los tubos conduit que entran en la envolvente para los interruptores u otros dispositivos que pueden producir arcos, chispas o temperaturas altas.

El sello de cada conduit se debe colocar dentro de un espacio de 46 CM. desde el punto de entrada del conduit a la envolvente. También se debe instalar un sello en la línea del conduit que pasa de una localización -

peligrosa de Clase I o de la clase II a una zona no peligrosa, para facilitar el cumplimiento de los requisitos de sellado, algunos dispositivos de control y tableros a prueba de explosión se fabrican con sellos integrados para eliminar la necesidad de instalar sellos en el conduit.

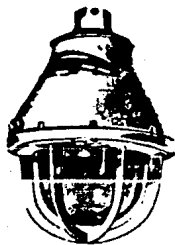
Las luminarias para lugares peligrosos se construyen para impedir la entrada de gas, vapor o polvo en el conjunto de las lámparas. Su temperatura de operación no debe alcanzar el nivel de ignición mostrado en la Tabla 1, para una atmósfera en particular. Las luminarias están etiquetadas para su aplicación específica aprobada. Algunas de las unidades también cuentan con sellos integrados; Figura # 19.

El diseño y la construcción eléctrica para lugares peligrosos demanda la selección e instalación cuidadosa del equipo y los materiales. Todas las envolventes y bastidores de los motores, alojamiento de las luminarias, gabinetes para tableros y dispositivos de interrupción, salidas de receptáculos, envolventes de los conductores. Deben ser adecuados para usarse en áreas peligrosas.

De conformidad estricta con los reglamentos ya mencionados y con respecto a la lista de "Equipo para localidades peligrosas" de los laboratorios aseguradores (Underwrite Laboratories, Inc.) se pueden reducir eficazmente los riesgos de tal aplicación.

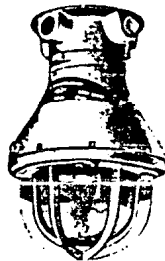
La finalidad principal del diseño de todo el equipo a prueba de explosión es impedir que el calor, los arcos y las chispas de los dispositivos eléctricos inflamen los gases y partículas altamente combustibles que normalmente se encuentran presentes en las zonas clasificadas como peligrosas.

EVA



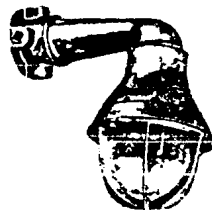
Montaje Colgante

EVCX



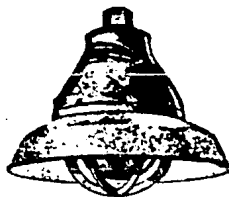
Montaje en Techo

EVBX



Montaje en Muro

EVA



Con Reflector Domo

FIGURA # 19

Luminarias a prueba de explosión.



peligrosa de Clase I o de la Clase II a una zona no peligrosa, para facilitar el cumplimiento de los requisitos de sellado, algunos dispositivos de control y tableros a prueba de explosión se fabrican con sellos integrados para eliminar la necesidad de instalar sellos en el conduit.

Las luminarias para lugares peligrosos se construyen para impedir la entrada de gas, vapor o polvo en el conjunto de las lámparas. Su temperatura de operación no debe alcanzar el nivel de ignición mostrado en la Tabla 1, para una atmósfera en particular. Las luminarias están etiquetadas para su aplicación específica aprobada. Algunas de las unidades también cuentan con sellos integrados.

El diseño y la construcción eléctrica para lugares peligrosos demanda la selección e instalación cuidadosa del equipo y los materiales. Todas las envolventes y bastidores de los motores, alojamiento de las luminarias, gabinetes para tableros y dispositivos de interrupción, salidas de receptáculos, envolventes de los conductores. Deben ser adecuados para usarse en áreas peligrosas.

De conformidad estricta con los reglamentos ya mencionados y con respecto a la lista de "Equipo para localidades peligrosas" de los laboratorios aseguradores (Underwrite Laboratories, Inc.) se pueden reducir eficazmente los riesgos de tal aplicación.

La finalidad principal del diseño de todo el equipo a prueba de explosión es impedir que el calor, los arcos y las chispas de los dispositivos eléctricos inflamen los gases y partículas altamente combustibles que normalmente se encuentran presentes en las zonas clasificadas como peligrosas.

## 2.- SELECCION DEL EQUIPO.

Como medida de seguridad deben evitarse o al menos limitarse al mínimo, las instalaciones eléctricas en áreas consideradas como peligrosas, pero cuando por razones prácticas sea necesario llevar a cabo este tipo - de instalaciones, éstas deberán seleccionarse adecuadamente de acuerdo a las clasificaciones del área donde se vayan a efectuarse dichas instalaciones.

### 2.1.- Luminarias.

La selección del mejor tipo de luminarias para una instalación particular de iluminación es parte del diseño total, y depende de una serie de factores que interviene en el mismo. Por ejemplo: La fuente de luz - que se desea puede ser; Incandescente, Fluorescente, Vapor de Mercurio, Vapor de Sodio en baja o en alta presión, etc.; ¿Qué tipo de espacio es el que se desea iluminar?; Interior, Exterior, Comercial, Industrial o Residencial: ¿Qué tamaño y forma tiene el lugar a iluminar?; y no hay - que olvidar el aspecto económico.

Los factores típicos del diseño, relacionados con la selección de la luminaria son:

#### 2.1.1.- Distribución de la Luz.

La uniformidad del nivel de iluminación en una superficie es importante en muchas instalaciones en que las tareas visuales son cotidianas y rígorosas. En todo caso lo ancho del haz de luz distribuido por diversas luminarias debe estar relacionado con el número de unidades de alumbrado que se vayan a instalar, la altura del montaje y la separación entre

las mismas y por supuesto, en los casos en que el diseño demande la iluminación acentuada de ciertas zonas, locales y la cobertura específica - de la luz en un plano vertical, el problema de la selección de la luminaria se reduce únicamente a las unidades que poseen el modelo de distribución adecuado.

### 2.1.2.- Calidad de la Luz.

En cualquier instalación, generalmente, la calidad necesaria de iluminación limitará el número de tipos de luminarias entre las cuales debe hacerse la selección. Por ejemplo, para eliminar la brillantez entre la - unidad de alumbrado y sus proximidades puede seleccionarse una luminaria con tableros laterales luminosos.

El tamaño y la forma del espacio interior que se desea iluminar afecta - gradualmente al tipo de luminaria que se necesita para un grado particular de comodidad visual.

### 2.1.3.- Difusión de la Luz.

El grado al que se es deseable la difusión de luz es otra pista para seleccionar la luminaria más adecuada. Para tareas de observación crítica, en oficinas y escuelas y en lugares donde abunden las superficies altamente reflejantes, se desea la difusión máxima de luz. Esta difusión se obtiene usando un tipo de iluminación indirecta.

## 2.2.- Accesorios

### 2.2.1.- Coples Metálicos Flexibles.



Estos son del tipo hermético a líquidos y vapores, los cuales son empleados a la llegada de alimentación al equipo eléctrico y, entre el disparo subterráneo y la instalación eléctrica a tanques de almacenamiento, torres de proceso y estructuras metálicas pesadas que tengan probabilidad de asentamiento o vibraciones del equipo que pueda dañar dichas instalaciones.

Los coples metálicos flexibles deben ser aprobados para ser usados en áreas peligrosas Clase I.

Las instalaciones eléctricas en las que se usen coples metálicos flexibles, de preferencia se recomienda que sean verticales, y la distancia entre los ejes de disparo y la instalación eléctrica no debe ser mayor a 5 CM., la distancia entre centros de tubería y extremos serán entre 30 y 50 CM.

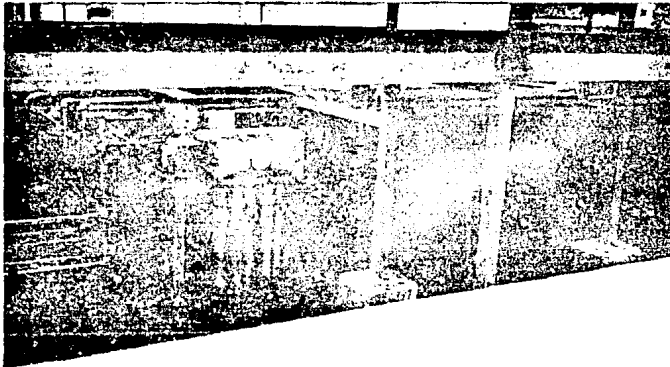
La instalación de coples metálicos flexibles debe hacerse donde se tenga menos probabilidad de recibir golpes durante la construcción, maniobras de equipo pesado y mantenimiento del equipo.

2.2.2.- Cajas de Conexiones.



Estas deben ser del tipo a prueba de explosión y roscadas para su conexión a tubería conduit, por lo menos 5 vueltas de rosca, con tablillas terminales y otro sistema que recomiende el fabricante para fijar y conectar los conductores.

Debe evitarse que los registros de piso en ductos subterráneos queden localizados dentro de las áreas peligrosas de las divisiones 1 y 2, - pero cuando no sea posible, se deben usar cajas de conexiones a prueba de explosión, como se muestran a continuación.



### 2.2.3.- Sellos para Tubería conduit.



Macho-Hembra



Hembra



Macho-Hembra



Hembra

#### P/TUBERIA HORIZONTAL

#### P/TUBERIA VERTICAL

Los sellos sirven para evitar el paso de gases y vapores de una sección de tubería conduit rígida a otra, limitando así la explosión a una sección en donde se tenga blindaje a prueba de explosión, con los sellos - también se evitan la acumulación de presiones o pre-compresiones ocasionadas por una sección donde sea a ocurrir explosiones.

Un sello es un accesorio, el cual debe contener un compuesto de mezcla endurecida (asbesto, fibra con endurecedor) que no es atacada por gases o temperaturas. Se recomienda utilizar las mezclas recomendadas por los fabricantes.

Los sellos son necesarios en cada canalización que conecte a cajas de registro que, por su localización son del tipo a prueba de explosión. - Los sellos se deben instalar lo más cerca posible a las cajas de conexiones.

Cuando una canalización eléctrica pase de una área peligrosa a otra diferente designación de peligrosidad en ésta se deben colocar sellos.

Existen sellos con dren para instalaciones verticales y también los hay sin dren para instalaciones verticales y horizontales, también los hay del tipo hembra o macho, según el tipo de acoplamiento a tubería conduit.

#### 2.2.4.- Drenes y Respiraderos.



DRENES



RESPIRADERO

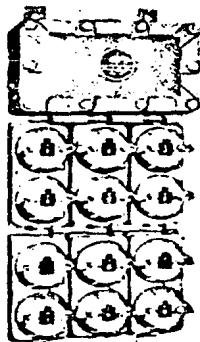
Cuando existe acumulación de líquidos o vapores condensados dentro de algún punto de canalización o dentro de las cubiertas del equipo eléctrico, se deberán drenar para evitar dichas acumulaciones.

Esto se logrará utilizando drenes, los cuales se pueden instalar en entradas roscadas en la parte inferior de las envolventes.

Para la parte superior de las envolventes se utilizarán respiraderos para evitar la condensación de vapores de agua, si llegaran a presentarse.

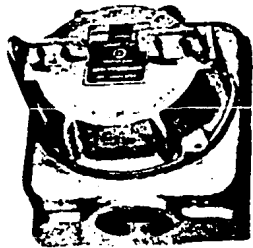
#### 2.3.- Tableros de Alumbrado e Interruptores.

##### 2.3.1.- Tablero de Alumbrado a prueba de explosión



Estos tableros se forman partiendo de un conjunto de interruptores termomagnéticos agrupados en dos y cuatro interruptores por una envolvente lo suficientemente robusta para que impida en caso de una explosión interna el paso de los gases calientes al exterior. Todo el conjunto de interruptores agrupados en este tipo de envoltentes forman los tableros de alumbrado a prueba de explosión. A continuación se presenta la diferencia entre un tablero de alumbrado de uso normal y uno a prueba de explosión.

2.3.2.- Interruptores.



SENCILLO



DOBLE



Los interruptores a prueba de explosión son elementos capaces de desconectar en forma total o parcial un circuito de alumbrado dentro de una área peligrosa. Este es un interruptor termomagnético de uso normal en vuelto en una caja capaz de soportar cualquier explosión interna y que además pueda ser operado desde el exterior.

NOTA 1).- Los interruptores termomagnéticos son interruptores que operan por medio de un elemento térmico y por un elemento magnético (por temperatura y sobreelevación de corriente).

**CAPITULO III**

**CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO**

## 1.- PRINCIPIOS DE ILUMINACION

El ojo humano es un instrumento que se adapta a ciertas condiciones de luz, por ejemplo. Con algún esfuerzo se puede leer un libro a la luz de la luna, y con cierta molestia se puede leer el mismo escrito a plena luz del sol. La luz de la luna provee 1/100 de pies-bujía (0.02 - luxes) sobre la página del Libro, mientras que el sol de verano provee 10 000 pies-bujía (20 000 luxes). Esta es una variación de un millón a uno en el nivel de iluminación. Sin embargo, no es aconsejable tratar de ver en condiciones críticas sobre una gama tan amplia de iluminación. En un día soleado de verano a pocas personas les gustaría leer un libro con una iluminación de 10 000 luxes sobre la página, pero podrían leer cómodamente a la sombra de un árbol, donde el nivel de iluminación sería aproximadamente 500 luxes.

En las aplicaciones de la iluminación, es necesario considerar no sólo la cantidad de luz requerida sino también su calidad. Dos requisitos para obtener buena calidad de iluminación son la eliminación del deslumbramiento y la presencia de un adecuado grado de contraste de acuerdo al ambiente de trabajo. Otros aspectos de la calidad de iluminación es la estética. Se usan varios métodos para determinar la calidad de iluminación que se necesita para satisfacer de la mejor manera posible requisitos específicos.

## 2.- NIVELES DE ILUMINACION.

La Sociedad Mexicana de Ingenierfa de Iluminación (SMII), es un organismo que se encarga de establecer los niveles mínimos de iluminación en diversos locales, basándose en estudios hechos por dichos organismos y experiencias tomadas de la Illuminating Engeering Society (IES) de EE UU, - sobre malestares ocasionados por una deficiente iluminación, para esto - la (SMII) y la (IES) recomiendan como niveles mínimos de iluminación en diferentes locales, considerando que la (IES) toma un 99% de rendimiento visual y 5 asimilaciones por segundo, entendiéndose por 5 asimilaciones por segundo, el promedio de percepciones visuales de un objeto, que pueda hacer una persona en un segundo. Y la (SMII) toma un 95% del rendimiento visual y 5 asimilaciones por segundo. Este valor fue determinado por medio de un divisor de conversión, que fué encontrado después de hacer interpolaciones entre 3 y 10 asimilaciones por segundo, usando como parámetro valores de brillantez (B) expresadas en footlambert y rendimiento visuales en por ciento.

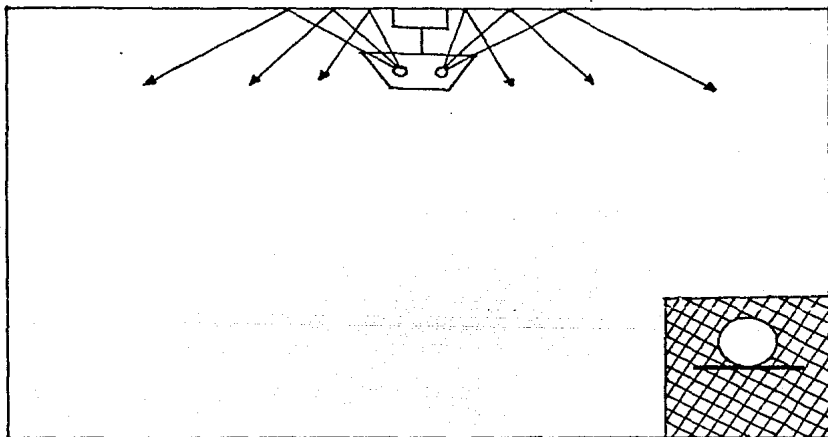
De estos valores se sacaron dos valores apropiados de brillantez (B) para cada tarea visual, teniendo ya estos valores se tomó como dividendo - común el valor de (B) para el 99% del rendimiento visual y como divisores los valores de (B) para cada rendimiento visual requerido. En este caso se acordó un 95% del rendimiento visual, para recomendar como valor mínimo en actividades que ocasionalmente se desarrollan bajo iluminación artificial, con lo que se baja la iluminación a valores aplicables en forma económica en México, sin que se provoque con ello niveles de iluminación que causen cansancio visual a las personas que laboren dentro de locales bajo niveles de iluminación artificiales.

## 3.- SISTEMAS DE ILUMINACION.

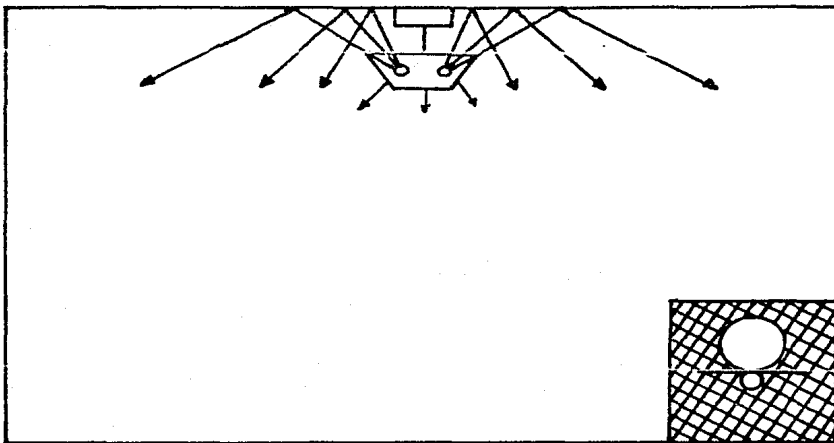
Una iluminación de buena calidad y adecuada cantidad puede obtenerse con

cualquiera de los diferentes tipos de luminarias, clasificadas con arreglos a la distribución vertical de luz.

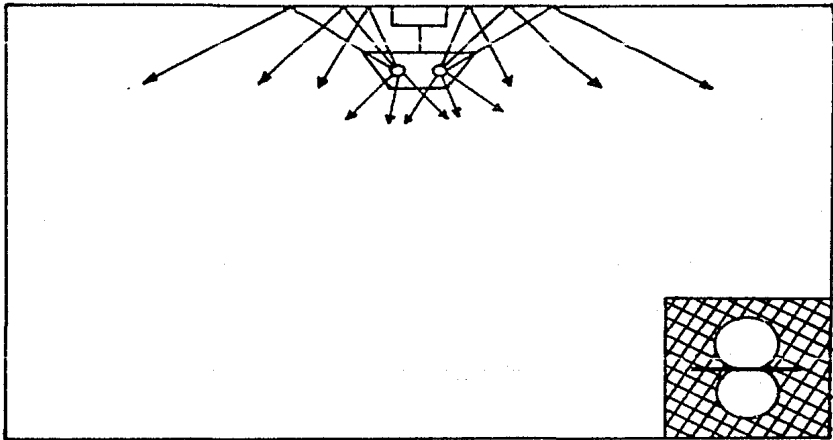
La selección del tipo más idóneo para cualquier aplicación particular depende en parte de las características físicas de la habitación, del tipo de trabajo a realizar y de las condiciones de mantenimiento que se desean conseguir.



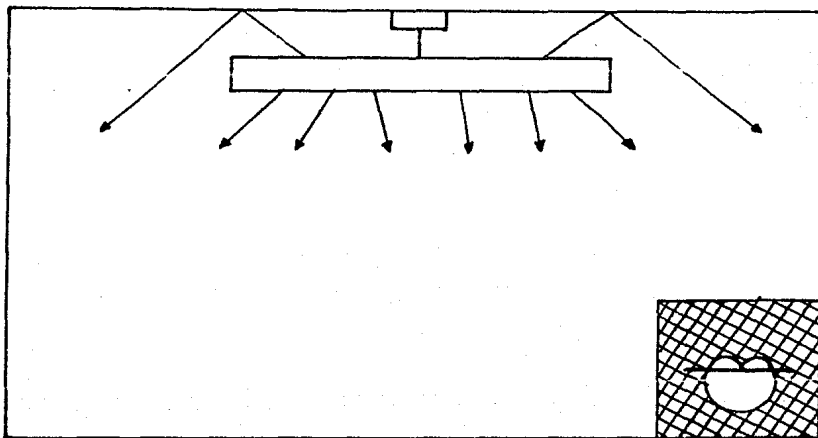
INDIRECTA.- El 90% de la intensidad de luz de la luminaria se dirige hacia el techo en ángulo por encima de la horizontal.



SEMI DIRECTA.- Del 60% al 90% de la intensidad de luz de la luminaria se dirige hacia el techo, en ángulo por encima de la horizontal, mientras el resto se dirige hacia abajo.

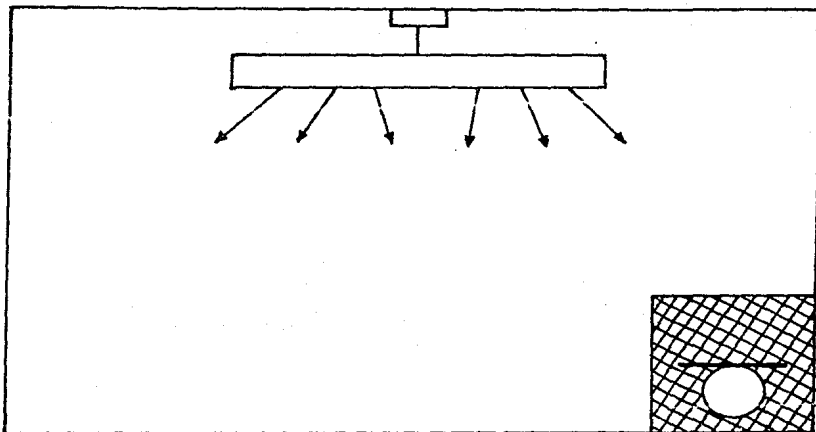


GENERAL DIFUSA O DIRECTA INDIRECTA.- Del 40 al 50% de la luz se dirige hacia abajo en ángulo por debajo de la horizontal. La mayor parte de la iluminación existente en el plano de trabajo es resultado de la luz que procede directamente de la luminaria, pero hay una porción importante de la luz dirigida al techo y a las paredes laterales.



SEMIDIRECTA.- Del 60 al 90% de la luz se dirige hacia abajo, en ángulo por debajo de la horizontal.





DIRECTA.- Entre el 90 y el 100% de la luz se dirige hacia abajo en ángulo por debajo de la horizontal. Un sistema de alumbrado directo es un eficaz productor de luz en la zona usual de trabajo.

#### 4.- PROCEDIMIENTOS DE CALCULO.

Este procedimiento consiste en cuatro pasos básicos a seguir, los cuales son:

- 1.- Determinar el área: Se deben considerar las necesidades de operación y factores de operación. ( cuando sean conocidos, pasar al paso 2).
- 2.- Selección del tipo de luminarias  
(Cuando sean conocidas, pasar al paso 3)
- 3.- Cálculo del número de luminarias.  
(Cuando varias fuentes luminosas puedan usarse, determine lo más económico).
- 4.- Determinar la distribución de luminarias.

#### 4.1.- Determinar el área.

La selección de la luminaria y lámpara adecuadas está en función de la cantidad y calidad de iluminación requerida.

Para determinar la cantidad de iluminación requerida.

La Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación (SMII) y Petróleos Mexicanos en su división de normas, proporcionan una lista de niveles luminosos recomendables para todos los tipos de iluminación industrial.

La calidad de iluminación requerida está relacionada con la distribución de contrastes en el ambiente visual. Se debe evitar deslumbramientos dentro del campo visual normal.

##### 4.1.1 Areas especiales.

La selección de luminarias y lámparas quedan restringidas si el área es clasificada como peligrosa.

En áreas peligrosas las luminarias deben seleccionarse de acuerdo a la clasificación del área a iluminar.

##### 4.1.2.- Consideraciones de mantenimiento.

Para asegurar un óptimo rendimiento en el sistema de iluminación a un costo razonable, deben ser considerados los siguientes aspectos:

###### 4.1.2.1.- Condiciones Atmosféricas.

Las lámparas para uso en lugares extremadamente húmedos deben usar envoltentes y estar selladas.

Aparatos para uso en lugares extremadamente sucios deben proporcionar un mínimo de depreciación luminosa bajo un programa previo de mantenimiento.

Aparatos para uso en atmósferas extremadamente corrosivas deben tener protección para el sistema óptico y acabados para resistir el agente corrosivo.

#### 4.1.2.2 Accesibilidad.

Puede ser necesario el ubicar aparatos en áreas poco accesibles; la luminaria y lámpara seleccionadas deben minimizar la necesidad de mantenimiento y facilitarlo cuando sea necesario.

#### 4.2.- Selección del tipo de luminaria.

A continuación se da una guía para la selección del tipo de luminaria.

##### 4.2.1.- Por nivel de Iluminación.

Para niveles de iluminación arriba de 300 luxes, las lámparas de alta intensidad de descarga son las más adecuadas tales como: vapor de mercurio, vapor de sodio en alta y baja presión o aditivos metálicos. Excepto, en lugares donde las lámparas queden instaladas dentro de campos visuales del operador, en este caso las más adecuadas son las de bajo brillo tales como fluorescentes.

Para altos montajes (más de 5 metros) las de vapor de mercurio son -- las más adecuadas .

#### 4.2.2.- En casos especiales (Áreas peligrosas).

En áreas peligrosas todas las luminarias deben seleccionarse considerando la temperatura de radiación de dicho luminario y en este caso las de vapor de mercurio son las mejores, aunque las incandescentes también son adecuadas cuando se requiera encendido inmediato al regreso de la energía eléctrica después de una falla siempre y cuando la energía radiada por el luminario no exceda los límites de la temperatura de ignición (tabla 1) de la sustancia dispersa en el área a iluminar.

#### 4.2.3.- Por lugar a iluminar.

Cuando se requieran más de 2000 horas al año de encendido, la alta intensidad de descarga y las lámparas fluorescentes reducen el costo de operación del sistema, debido a su alta eficiencia.

Con menos de 2000 horas por año de encendido, las lámparas incandescentes son la mejor solución dependiendo del tamaño del área, altura de montaje y nivel luminoso requerido.

Ya que el rendimiento máximo de este tipo de lámparas son en promedio 2000 hrs.

#### 4.2.4.- Otras Consideraciones.

##### 4.2.4.1.- Costo de potencia consumida.

Cuando el costo de la potencia es alto, las lámparas de alta intensidad de descarga son las más económicas.

##### 4.2.4.2.- Seguridad.

En áreas consideradas como críticas (Pasillos, escaleras, etc.) o peligrosas, se debe considerar alumbrado de emergencia.

#### 4.3.- Cálculo de número de luminarias.

El método de cavidad zonal es usado para calcular el número de unidades requerido. Este método toma en cuenta no sólo la cantidad de luz directa de la unidad sino también lo reflejado por el techo, pared y piso, - para indicar la cantidad de luminarias requeridas. La limpieza y color de la superficie también son considerados, en el cálculo. El coeficiente de utilización aplicado en estos cálculos considera las pérdidas en la emisión luminosa debido a la absorción de luz en techos, paredes y - piso y la absorbida por el propio luminario.

Para obtener el coeficiente de utilización, los factores de reflexión - del techo, paredes y piso deben ser estimados. Estas reflectancias deben tener los valores mínimos esperados antes de la limpieza o repintado de las superficies.

##### 4.3.1.- Pasos básicos para el cálculo por el método de cavidad zonal - (Tabla 4).

- A) Proporcionar datos de cuarto.
  - B) Obtener datos de cavidad.
  - C) Proporcionar datos de luminaria.
  - D) Determinar nivel de iluminación.
  - E) Determinar factor de pérdidas totales.
  - F) Calcular relación de cavidad.
  - G) Calcular No. de luminarias.
- 
- A) Proporcionar datos de cuarto.
    - Dimensiones del cuarto (Altura del techo, largo y ancho).
    - Superficies de reflexión: se refiere a las reflectancias en: techos muros y piso. De tablas de reflexión.
    - Altura de montaje: basada en la altura de la luminaria a partir del plano de trabajo.

B) Obtener datos de cavidad.

- Cavidad de cuarto.

a) Altura.- Esta dimensión es tomada a partir del plano de trabajo has  
ta el plano de la luminaria.

b) Relación de cavidad.- Esta relación se obtiene de la fórmula de re-  
lación de cavidad mostrada en el paso "F" más adelante indicada.

- Cavidad de techo.

a) Altura.- Esta dimensión se toma a partir del plano de la luminaria  
has  
ta el techo.

b) Relación de cavidad.- Del paso "F"

c) Reflectancia efectiva.- De tablas partiendo de las reflectancias da  
das en el paso "A".

- Cavidad de piso.

a) Altura.- Esta dimensión se toma a partir del piso hasta el plano de  
trabajo.

b) Relación de cavidad.- Del paso "F"

c) Reflectancia efectiva.- De tablas partiendo de las reflectancias da  
das en el paso "A".

C) Proporcionar datos de la luminaria.

- Marca.- Catálogo, tipo, etc., este dato es necesario para obtener su  
cavidad de cuarto. Datos proporcionados por fabricante.

- Lámparas por unidad.- Es necesario conocer el número de lámparas que  
forman la unidad de alumbrado seleccionada.

- Lúmenes por lámpara.- Cada lámpara emite una cantidad de lúmenes. Da  
to que proporciona el fabricante.

- Coeficiente de utilización.- Este dato es obtenido de tablas propor-  
cionadas por fabricante de luminarias, pero la sociedad de ingenie--  
ros en iluminación (IES) Pública unas tablas que contempla todos los  
tipos de luminarias que se fabrican.

- Factor de perdidas totales.- Este dato es obtenido del producto de to das las perdidas del paso "E" más adelante mostrado.
- D) Determinar niveles de iluminación.
  - Nivel requerido en luxes.- Para el trabajo se usan las tablas de PEMEX.
  - Número de luminarias.- Es la cantidad real de luminarias obtenido del paso "G", usando un número entero basado en una distribución geométrica real en el cuarto.
- E) Determinar factor de perdidas totales.
  - a) Rendimiento del reactor.- Este factor depende del tipo de reactor y va ria entre el 90 y 95% si es de baja intensidad de descarga (fluorescentes) o si es de alta intensidad de descarga (vapor de mercurio, vapor de sodio, aditivos metálicos).
  - b) Factor de tensión.- La variación en la tensión de servicio afecta directamente a la emisión de luz producida por una luminaria su relación es de 3% por cada 1% en la variación de tensión.
  - c) Factor de reflectancias.- Este efecto es pequeño y varia entre el 99 y 100% dependiendo de la luminaria.
  - d) Factor de lámparas inutilizadas.- Al dejar de funcionar una luminaria se tiene una baja considerable en la iluminación, por lo que este factor depende de la política de mantenimiento de cada empresa u organización.
  - e) Factor de temperatura ambiente.- Las variaciones en la temperatura ambiente no afecta a las luminarias de filamento o de vapor de mercurio. Las lámparas fluorescentes son calibradas fotometricamente a 25°C por lo que una variación en la temperatura ambiente la afecta en su emisión de luz, hasta un 5% a 40°C.
  - f) Factor de intercambio de calor.- Este factor interviene en luminarias destinadas para una doble finalidad, la de suministrar iluminación y la de actuar como retorno de aire en el sistema de ventilación.
  - g) Degradación luminosa.- Este factor depende del tipo de luminaria. Consiste en las perdidas por rendimiento de la luminaria.



i) Factor por suciedad.- Este factor varia con el tipo de luminaria y el ambiente de trabajo de polvos, humos y residuos.

F) Calcular relación de cavidad.

Este cálculo se basa en la fórmula descrita a continuación:

$$R.C. = \frac{5 \times \text{Altura de Cav. (Largo + Ancho)}}{(\text{Largo}) \times (\text{Ancho})}$$

G) Cálculo del número de luminarias.

Este cálculo se basa en la fórmula descrita a continuación:

$$\text{No. de Unidades de Iluminación} = \frac{(\text{Area}) \times (\text{Luxes requeridos})}{(\text{Lámparas por Unidad}) \times (\text{Lúmenes por Lámpara}) \times (\text{C.U.}) \times (\text{F.P.T.})}$$

C.U.- Coeficiente de utilización.

F.P.J.- Factor de perdidas totales.

Se comprueba el cálculo y se obtiene el nivel de iluminación con el número real de luminarias a instalar.

#### 4.4.- Determinación de la distribución de luminarias.

Usando en número de luminarias como se determinó en el paso 3 en función al trabajo a desarrollar, se determinó el número de unidades por fila, - así como el número de filas requeridas para el sistema de iluminación. La lógica juega un papel importante, por ejemplo: si el local es 4 veces - más largo que ancho. En cualquier caso la distancia entre unidades no - debe exceder la altura de montaje. La distancia entre la pared y la primera unidad de alumbrado no debe ser más de la mitad del espaciamiento - entre unidades, y en situaciones donde el trabajo es hecho inmediatamente adyacente a la pared la distancia se debe reducir de 1/3 a 1/4 veces del espaciamiento entre unidades.

En locales que estén divididos por columnas o vigas, se deben localizar las unidades simétricamente.

CALCULO DE ALUMBRADO

ESTANDARES DE INGENIERIA

REV.

FECHA

HOJA DE

A: DATOS DE CUARTO

DIMENSIONES DEL CUARTO	ALTURA TECHO	
	LONGITUD	
	ANCHO	
SUPERFICIE DE REFLEXION	AREA	
	TECHO	
	MURO	
	PISO	
ALTURA DE MONTAJE		

B: DATOS DE CAVIDAD

CAVIDAD DE CUARTO	ALTURA	
	RELACION	
CAVIDAD DE TECHO	ALTURA	
	RELACION	
	REFLECTANCIA EFECT.	
CAVIDAD DE PISO	ALTURA	
	RELACION	
	REFLECTANCIA EFECT.	

D: NIVEL DE ILUMINACION

N.I. RECOMENDADO EN LUXES	
N.I. REAL CON No. L. A INSTALAR	

E: FACTOR DE PERDIDAS TOT.

RENDIMIENTO DEL REACTOR (a)	
DEGRADACION POR SUCIEDAD DEL CUARTO (b)	
FACTOR DE TENSION (c)	
FACTOR DE LAMPARAS INUTILIZADAS (d)	
FACTOR DE INTERCAMBIO DE CALOR (e)	
FACTOR POR TEMPERATURA AMBIENTE (f)	
DEGRADACION LUMINOSA (g)	
FACTOR DE REFLECTANCIA (h)	
F.P.T. = a.b.c.d.e.f.g.h	

F: CALCULOS DE RELACION DE CAV.

$$(R.C.) = \frac{5 (ALTIMA DE CAV.) (LONGITUD + ANCHO)}{(LONGITUD) (ANCHO)}$$


---



---



---

G: CALCULO DEL No. LUMINARIAS

$$\text{No. DE LUMINARIAS} = \frac{(AREA) (N.I.)}{(L.P.U.) (L.P.L.) (C.U.) (F.P.T.)}$$


---

C: DATOS DE LUMINARIA

MARCA	
CATALOGO TIPO E.T.C.	
LAMPARAS POR UNIDAD (L.P.U.)	
LUMENES POR LAMPARA (L.P.L.)	
COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)	
FACTOR DE PERDIDAS TOTALES (F.P.T.)	

H: (N.I) CON EL No. DE LUMINARIAS REAL

$$\text{NIVEL DE ILUM.} = \frac{(\text{No. L.}) (L.P.U.) (L.P.L.) (C.U.) (F.P.T.)}{AREA}$$


---

REFERENCIAS:

No. L. = NUMERO DE LUMINARIAS  
 N.I. = NIVEL DE ILUMINACION

5.- APLICACION PRACTICA  
Ampliación de la Estación de  
Compresión # 3 en Minatitlán  
Veracruz

CUARTO DE SERVICIOS  
AUXILIARES.

CASA DE COMPRESORES

ESTACION DE COMPRESION N° 3  
MINATITLAN, VER.

5.1.- Memorias de Cálculo

"DISEÑO DEL REACONDICIONAMIENTO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO Y COMPRESION DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE DE PEMEX"

5.1.1.- Alumbrado Exterior.

5.1.1.1.- Procedimiento de cálculo para la localización de postes de alumbrado exterior tipo reflector.

El procedimiento utilizado para este tipo de alumbrado es el de punto por punto.

Para el cálculo se selecciona una luminaria

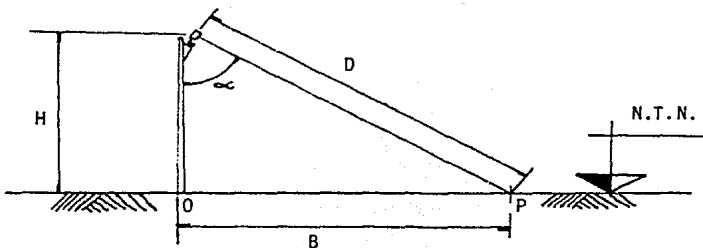
- Tipo reflector SV-250
- Con lámpara de vapor de sodio en alta presión de 250 Watts, - 220 Volts, 60 Hz.
- Marca Crouse Hinds Domex
- Catálogo 47917-6C

VENTAJAS:

- Es autobalastado.- No se tiene el problema de localización y montaje de balastro.
- Su servicio es intemperie.- Adecuado para alumbrado exterior.
- Su curva isolux gráfica 1, es la adecuada ya que presenta dos tipos de curvas una de Haz concentrado para grandes distancias y una de Haz normal para distancias cortas, en el cálculo se verá qué distancias (Para el caso en particular se consulta - al fabricante que tipo de Haz recomienda).

- Para nuestro caso se decidió este tipo de luminario debido a que ya se tiene instalada en una parte del complejo este tipo de luminaria, y usar otro tipo implicaría tener en almacén de varios tipos lo cual sería costoso, además de que ha dado buenos resultados.

Con este cálculo se va a definir la distancia (B) a la que se debe colocar el poste de punto (p) a iluminar, conociendo el nivel de iluminación (E) de dicha área.



DATOS:

- $H = 9 \text{ M.}$
- \*  $E = 5 \text{ Luxes}$
- \*  $I = 9914 \text{ Candelas}$

DONDE:

- $H$ .- Altura de Montaje - - - [M]
- $E$ .- Nivel de Iluminación - - [Lux]
- $I$ .- Intensidad luminosa - - [Candelas]

FORMULAS:

$$(1).- E = \frac{I \cos^3 \alpha}{H^2}$$

$$(2).- \operatorname{tg} \alpha = \frac{B}{H}$$

\* De tablas proporcionadas por fabricantes

CACULOS:

$$\text{DE (1) } \cos^3 \alpha = \frac{E \cdot H^2}{I}$$

$$\cos \alpha = \sqrt[3]{\frac{E \cdot H^2}{I}}$$

$$(3) \text{---} = \cos^{-1} \sqrt[3]{\frac{E \cdot H^2}{I}}$$

$$\text{DE (2) --- } B = H \cdot \text{tg} \alpha$$

$$(4) \text{---} B = H \cdot \text{tg} \alpha$$

SUBSTITUYENDO EN (3) SE TIENE QUE

$$\alpha = \cos^{-1} \sqrt[3]{\frac{5 \times (9)^2}{9914}}$$

$$\alpha = 69.85^\circ$$

SUBSTITUYENDO EN (4) SE TIENE QUE

$$B = 9 \times \text{tg} 69.85^\circ =$$

$$B = 24.50 \text{ M.}$$

Esto indica que se tiene una iluminaci3n de 5 luxes a una distancia de 24 metros partiendo de la base del poste y orientando la luminaria en un 3ngulo de 69.85° de la vertical de poste.

5.1.1.2.- Procedimiento de cálculo para la localización de postes de alumbrado exterior tipo alumbrado de calles,

El procedimiento utilizado para este tipo de alumbrado es el de iluminación promedio.

Para el cálculo se selecciona una luminaria.

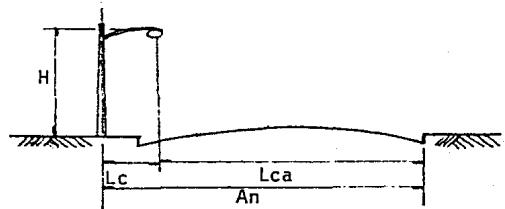
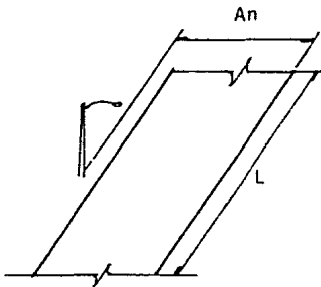
- Tipo convencional HOV-25
- Con lámpara de vapor de sodio en alta presión de 250 Watts, - 220 Volts, 60 Hz.
- Marca Holophane
- Catálogo HOV-25-AFP

VENTAJAS:

- Es autobalastada.- No se tiene el problema de localización y montaje del balastro.
- Su servicio es intemperie.- Adecuado para alumbrado exterior.
- Su curva Isolux gráfica 2, es la adecuada para este tipo de alumbrado ya que su espectro reflejado en la superficie de la calle muestra una curva corta hacia el frente y alargada hacia los extremos con esto las luminarias a colocar estarán más espaciadas, en el cálculo se verá cuanto.

Para este cálculo se van a obtener los luxes promedio de iluminación, tomando una distancia interpostal al azar (Por experiencia) se considera una distancia de 45 metros y el ancho de la calle (An) hasta la base del poste, la altura (H) del poste, la distancia hacia atrás de la luminaria (Lc), y hacia adelante de la luminaria, al lado de la calle (Lca).





Para obtener el nivel de iluminación promedio se toma en cuenta la curva del coeficiente de utilización de este tipo de luminaria gráfica 3.

## DATOS:

- $L = 45 \text{ M.}$   
 $An = 8 \text{ M.}$   
 $H = 9 \text{ M.}$   
 $Lc = 2 \text{ M.}$   
 $Lca = 6 \text{ M.}$   
 $* \phi = 25500 \text{ LUMENES}$   
 $* FM = 0.70$

## DONDE:

- $\phi$ .- Flujo luminoso [Lúmenes]  
 FM.- Factor de mantenimiento  
 E.- Nivel de iluminación [Lux]  
 CU.- Coeficiente de utilización  
 A.- Area  
 CUc.- Coeficiente de utilización lado de la casa  
 CUca.- Coeficiente de utilización lado de la calle  
 Rc.- Relación lado de la casa  
 Rca.- Relación lado de la calle

## FORMULAS:

- (1)  $E = \frac{\phi \cdot CU \cdot FM}{A}$   
 (2)  $A = L \cdot An$   
 (3)  $CU = CUc + CUca$   
 (4)  $Rc = \frac{Lc}{H}$   
 (5)  $Rca = \frac{Lca}{H}$

\* DATOS OBTENIDOS DE TABLAS

CALCULOS:

$$\text{De (4)} \quad R_c = \frac{2}{9} = 0.22$$

$$\text{De (5)} \quad R_{ca} = \frac{6}{9} = 0.67$$

Con los datos anteriores se entra a la gráfica 3 para obtener:

$$C_{Uc} = 0.07$$

$$C_{Uca} = 0.25$$

$$\text{De (3)} \quad C_U = 0.07 + 0.25 = 0.32$$

$$\text{De (2)} \quad A = 45 \times 8 = 360 \text{ M}^2$$

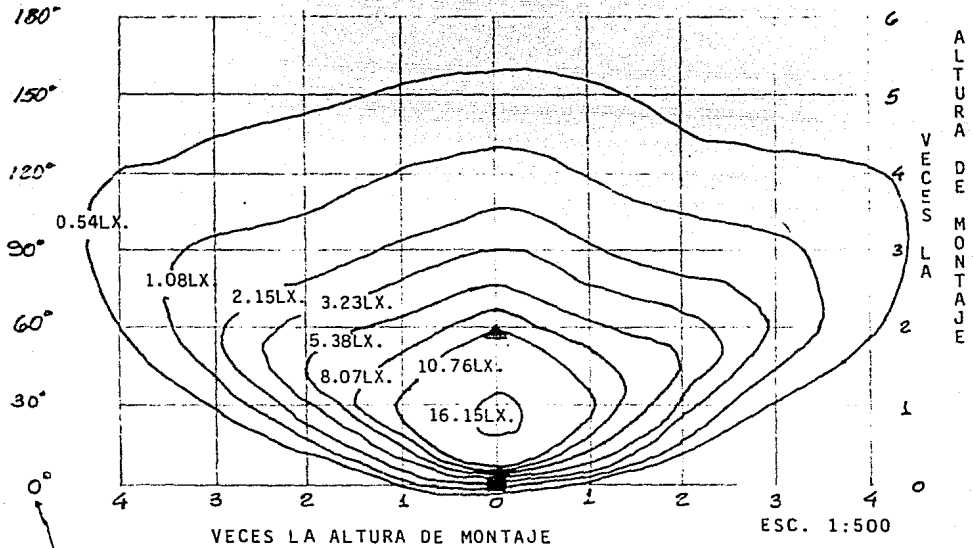
$$\text{De (1)} \quad E = \frac{25500 \times 0.32 \times 0.70}{360} = 15.87 \text{ LUXES}$$

Los luxes promedio en 45 metros de calle es:

$$E = 15.87 \text{ LUXES}$$

Los luxes recomendados en calles de continuo tránsito son 10, lo que significa que la distancia interpostal para asegurar un alumbrado de 10 luxes es de 45 metros.

### CURVAS ISOLUX



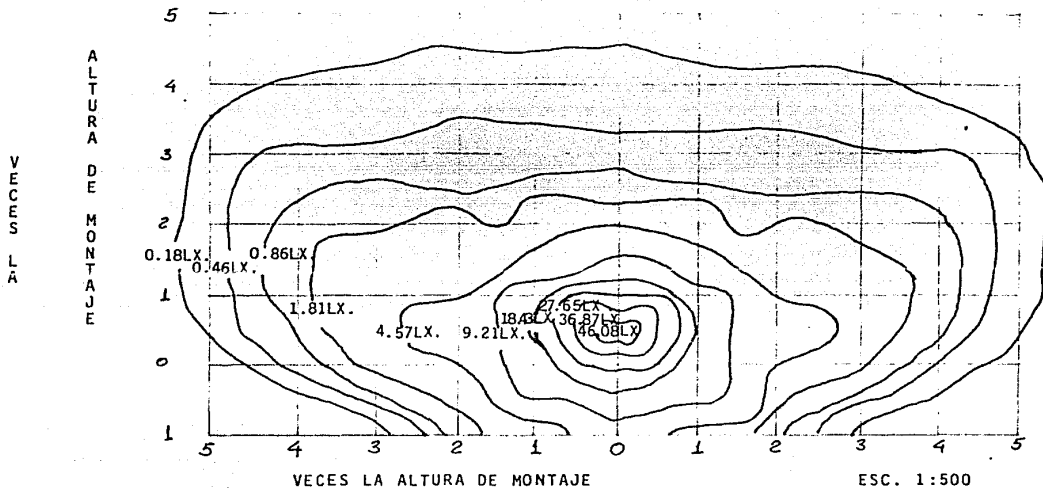
GRADOS DE LA LUMINARIA RESPECTO A LA VERTICAL (POSTE)

#### DATOS

LUMINARIA: SV-250  
MARCA: C.H. DOMEX  
ALTURA DE MONTAJE: 9 M.  
CATALOGO: 47917-6C  
LUMENES: 25500  
VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION DE 250 WATTS.

GRAFICA 1

CURVAS ISOLUX



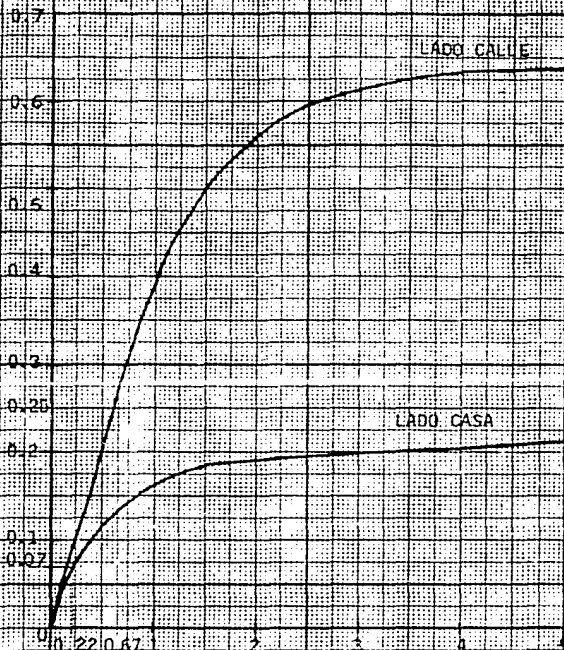
ESC. 1:500

DATOS

LUMINARIA: HOV-25  
 MARCA: C.H. DOMEX  
 ALTURA DE MONTAJE: 9M.  
 CATALOGO: HOV-25 AFP  
 LUMENES: 25500  
 VAPOR DE SODIO EN ALTA  
 PRESION DE 250 WATTS

GRAFICA 2

COEFICIENTE DE UTILIZACION



$$\text{RELACION} = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}}$$

CURVAS DE COEFICIENTE DE UTILIZACION

GRAFICA 3

### 5.1.2 Cálculo de Alimentadores.

Para determinar el calibre de los conductores se deben efectuar dos cálculos, de los cuales se debe seleccionar el calibre que resulte mayor, éstos son:

- Cálculo por ampacidad
- Cálculo por caída de tensión

#### 5.1.2.1 Cálculo de alimentadores principales del tablero de alumbrado exterior "TA-C".

DATOS:

$$P = 7740 \text{ W}$$

$$\phi = 3$$

$$H = 4$$

$$VL = 220 \text{ V}$$

$$* \text{ FCA} = 0.7 \text{ P/8 cables en tubo conduit}$$

$$* \text{ FCT} = 0.88 \text{ a } 40^\circ \text{ C}$$

$$\text{f.P.} = 0.8$$

DONDE:

P.- Potencia de la carga [Watts]

$\phi$ .- No. de fases del sistema

H.- No. de hilos del sistema

VL.- Tensión de línea----- [Volts]

F.C.A.- Factor de corrección por agrupamiento.

F.C.T.- Factor de corrección por temperatura.

f.P.- Factor de potencia

I.- Corriente nominal----- [Amp.]

Ic.- Corriente corregida--- [Amp.]

FORMULAS:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times VL \times \text{f.P.}}$$

$$Ic = \frac{I}{\text{FCA} \times \text{FCT}}$$

\* Datos proporcionados por fabricantes y NTIE.

CALCULOS:

$$I = \frac{7,740}{3 \times 220 \times 0.8} = 25.39 \text{ AMP.}$$

$$I_c = \frac{25.39}{0.7 \times 0.88} = 41.22 \text{ AMP.}$$

$$I_c = 41.22 \text{ AMP.}$$

Con este valor de corriente se entra a tablas de fabricantes de conductores eléctricos, para seleccionar un conductor que soporte la corriente de 41.22 AMP. como mínimo.

Un conductor antillama THW de 75° C, calibre 8 AWG soporta 45 Amp. de corriente nominal, y un conductor calibre 10 AWG soporta 30 amperes nominales, lo que significa que el calibre adecuado para el cálculo por ampacidad es el de 8 AWG

## Cálculo por caída de tensión.

## DATOS:

L = 340 M  
 %e = 3 %  
 VL = 220 V  
 I = 25.39 AMP.

## DONDE:

L.- Longitud del punto de alimentación a la carga [M]  
 %e.- Caída de tensión permisible [%]  
 S.- Sección de cobre del conductor [MM<sup>2</sup>]

## FORMULAS:

$$S = \frac{2 \times L \times I \times 3}{VL \times \%e}$$

## CALCULOS:

$$S = \frac{2 \times 340 \times 25.39 \times 3}{220 \times 3} = 45.3 \text{ MM}^2$$

$$S = 45.3 \text{ MM}^2$$

Con este valor de sección se entra a tablas de fabricantes de conductores eléctricos, para seleccionar un calibre de conductor que tenga como sección mínima de cobre 45.3 MM<sup>2</sup>.

Un conductor calibre 1/0 AWG tiene una sección de cobre de 53.49 MM<sup>2</sup> y el calibre 2 AWG tiene una sección de 33.62 MM<sup>2</sup> lo que significa que el calibre adecuado para el cálculo por caída de tensión es el de 1/0 AWG.

Comparando los dos cálculos, el calibre indicado para alimentar al tablero de alumbrado "TA-C" es :

1/0 AWG
---------



### 5.1.2.2 Cálculo de alimentadores principales al circuito "C-5".

Cálculo por ampacidad.

DATOS:

$$P = 1935 \text{ W}$$

$$\emptyset = 1$$

$$H = 2$$

$$VL = 220 \text{ V}$$

$$fCA = 0.7 \text{ P/8 cables en un tubo conduit}$$

$$FCT = 0.88 \text{ a } 40^\circ \text{ C}$$

$$f.P. = 0.8$$

FORMULAS:

$$I = \frac{W}{VL \times fp}$$

$$Ic = \frac{I}{fCA \times FCT}$$

CALCULOS:

$$I = \frac{1935}{220 \times 0.8} = 10.99 \text{ AMP.}$$

$$Ic = \frac{10.99}{0.7 \times 0.88} = 17.85 \text{ AMP.}$$

$$I = 17.85 \text{ AMP}$$

El conductor calibre 12 AWG soporta una corriente de 20 Amperes.

Cálculo por caída de tensión.

DATOS:

$$L = 120 \text{ M}$$

$$\%e = 3 \%$$

$$VL = 220 \text{ V}$$

$$I = 10.99 \text{ AMP.}$$

FORMULAS:

$$S = \frac{4 \times L \times I}{VL \times \%e}$$

CALCULOS:

$$S = \frac{4 \times 120 \times 10.99}{220 \times 3} = 7.99 \text{ MM}^2$$

$$S = 7.99 \text{ MM}^2$$

Un conductor calibre 8 AWG. tiene una sección de 8.37 MM.

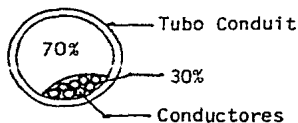
El calibre indicado para alimentar a esta carga es:

8 AWG

### 5.1.3 Cálculo de tubos conduit.

Este cálculo consiste en obtener el diámetro adecuado para alojar conductores en tubería conduit.

De acuerdo a las NTIE, los conductores que se introduzcan en un tubo conduit deben ocupar una sección entre el 30 y 40% del área total libre del tubo conduit, como se indica a continuación.



Cálculo del tubo conduit de los alimentadores de alumbrado exterior.

Se van a introducir en un tubo conduit los siguientes conductores tipo vi nel 90 THW antiilama.

DATOS:

2-10 AWG  
2-8 AWG  
4-1/0 AWG

$D_{10} = 4.59$  MM  
 $D_8 = 6.07$  MM  
 $D_0 = 13.61$  MM

DONDE:

$D_{10}$ .- Diámetro total del conductor calibre 10 AWG----- [MM<sup>2</sup>]  
 $S_8$ .- Sección total del conductor calibre 8 AWG----- [MM<sup>2</sup>]  
 $S_T$ .- Sección total de los conductores----- [MM<sup>2</sup>]  
 $S_{70}$ .- Sección del tubo conduit que no se ocupa con conductores (70%)----- [MM<sup>2</sup>]  
 $S_{TU}$ .- Sección mínima del tubo conduit----- [MM<sup>2</sup>]  
 $D_{TU}$ .- Diámetro mínimo del tubo conduit.----- [MM<sup>2</sup>]

## FORMULAS

$$(1) S = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$S_{10} = \frac{\pi \times D_{10}^2}{4} = \frac{3.14 \times 4.59^2}{4} = 16.55 \text{ MM}^2$$

$$S_8 = \frac{\pi \times D_8^2}{4} = \frac{3.14 \times 6.07^2}{4} = 28.94 \text{ MM}^2$$

$$S_0 = \frac{\pi \times D_0^2}{4} = \frac{3.14 \times 13.61^2}{4} = 145.48 \text{ MM}^2$$

$$2S_{10} = 2 \times 16.55 = 33.10$$

$$2S_8 = 2 \times 28.94 = 57.88 \text{ MM}^2$$

$$4S_0 = 4 \times 145.48 = 581.92$$

$$S_T = 2S_{10} + 2S_8 + 4S_0 = 33.10 + 57.88 + 581.91$$

$$S_T = 672.89 \text{ MM}^2$$

Para obtener la sección libre del tubo conduit se calcula de la siguiente manera. Considerando que los conductores ocupan una el 30% del tubo conduit.

$$\frac{S_T}{30} = \frac{S_{70}}{70}$$

Despejando

$$S_{70} = \frac{70 \times S_T}{30} = \frac{70 \times 672.89}{30} = 1570.10 \text{ MM}^2$$

La sección total del tubo es

$$S_{TU} = S_T + S_{70}$$

$$S_{TU} = 672.89 + 1570.10 = 2242.97 \text{ MM}^2$$

Despejando (1)

$$D^2 = \frac{4S}{\pi}$$

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

$$D_{TU} = \sqrt{\frac{4S_{TU}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 2242.97}{3.14}} = 53.41$$

$$D_{TU} = 53.44 \text{ MM}$$

El tubo conduit debe seleccionarse de:

64 MM de diámetro

5.1.4.- Alumbrado Interior.

Utilizando el método de cavidad zonal descrito en 4.3.1 y usando la tabla 4.

5.1.4.1.- Alumbrado Casa de Compresores.

5.1.4.2.- Alumbrado Cuarto de Servicios Auxiliares.

5.1.4.3.- Alumbrado Subestación.

CALCULO DE ALUMBRADO  
EN CASA DE COMPRESORES.

## A: DATOS DE CUARTO

DIMENSIONES DEL CUARTO	ALTURA TECHO	12 M.
	LONGITUD	29.3 M.
	ANCHO	19.23 M.
	AREA	563.44 M <sup>2</sup>
SUPERFICIE DE REFLEXION	TECHO	50%
	MURO	30%
	PISO	20%
ALTURA DE MONTAJE		9M.

## B: DATOS DE CAVIDAD

CAVIDAD DE CUARTO	ALTURA	9 M.
	RELACION	3.88
CAVIDAD DE TECHO	ALTURA	2 M.
	RELACION	0.86
	REFLECTANCIA EFECT	40%
CAVIDAD DE PISO	ALTURA	1 M.
	RELACION	0.43
	REFLECTANCIA EFECT	19%

## D: NIVEL DE ILUMINACION

N.I. RECOMENDADO EN LUXES	215
N.I. REAL CON No. L. A INSTALAR	48

## E: FACTOR DE PERDIDAS TOT.

RENDIMIENTO DEL REACTOR (a)	0.95
DEGRADACION POR SUCIEDAD DEL CUARTO (b)	0.90
FACTOR DE TENSION (c)	1.00
FACTOR DE LAMPARAS INUTILIZADAS (d)	1.00
FACTOR DE INTERCAMBIO DE CALOR (e)	1.00
FACTOR POR TEMPERATURA AMBIENTE (f)	1.00
DEGRADACION LUMINOSA (g)	0.90
FACTOR DE REFLECTANCIA (h)	1.00
F.P.T. = a · b · c · d · e · f · g · h	0.77

## G: CALCULO DEL No. LUMINARIAS

No. DE LUMINARIAS =	$\frac{(AREA) (N.I.)}{(L.P.U.) (L.P.L.) (C.U.) (F.R.T.)}$
	$\frac{563.44 \times 215}{1 \times 6978 \times 0.44 \times 0.77} = 51.24$

## H: (N.I) CON EL No. DE LUMINARIAS REAL

NIVEL DE ILUM. =	$\frac{(No. L.) (L.P.U.) (L.P.L.) (C.U.) (F.R.T.)}{AREA}$
	$\frac{48 \times 1 \times 6978 \times 0.44 \times 0.77}{563.44} = 201.4 \text{ LUX}$

No. L. = NUMERO DE LUMINARIAS  
N.I. = NIVEL DE ILUMINACION

## F: CALCULOS DE RELACION DE CAV.

(R.C.) =	$\frac{5 (AL.TURA DE CAV.) (LONGITUD + ANCHO)}{(LONGITUD) (ANCHO)}$
	$\frac{5 \times 9 (29.3 + 19.23)}{29.3 \times 19.23} = 3.88$
	$\frac{5 \times 2 (29.3 + 19.23)}{29.3 \times 19.23} = 0.86$
	$\frac{5 \times 1 (29.3 + 19.23)}{29.3 \times 19.23} = 0.43$

## C: DATOS DE LUMINARIA

MARCA	C.H. DOMEX
CATALOGO TIPO E.T.C.	EVAM-2515 AUTOBALASTRADA LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO 250W, 220 V
LAMPARAS POR UNIDAD (L.P.U.)	1
LUMENES POR LAMPARA (L.P.L.)	6978
COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)	0.44
FACTOR DE PERDIDAS TOTALES (F.R.T.)	0.77

REFERENCIAS:

ESTANDARES  
DE INGENIERIA

REV.

FECHA

HOJA 2 DE 3

CALCULO DE ALUMBRADO

CUARTO DE SERVICIOS AUXILIARES

## A: DATOS DE CUARTO

DIMENSIONES DEL CUARTO	ALTURATECHO	7.0 M.
	LONGITUD	17.9 M.
	ANCHO	11.76 M <sup>2</sup>
	AREA	210.50 M <sup>2</sup>
SUPERFICIE DE REFLEXION	TECHO	50%
	MURO	30%
	PISO	20%
ALTURA DE MONTAJE	5 M.	

## B: DATOS DE CAVIDAD

CAVIDAD DE CUARTO	ALTURA	5 M.
	RELACION	3.52
CAVIDAD DE TECHO	ALTURA	1 M.
	RELACION	0.70
	REFLECTANCIA EFECT	40%
CAVIDAD DE PISO	ALTURA	1 M.
	RELACION	0.70
	REFLECTANCIA EFECT	18%

## D: NIVEL DE ILUMINACION

N.I. RECOMENDADO EN LUXES	300
N.I. REAL CON No. L. A INSTALAR	20

## E: FACTOR DE PERDIDAS TOT.

RENDIMIENTO DEL REACTOR (a)	0.95
DEGRADACION POR SUCIEDAD DEL CUARTO (b)	0.90
FACTOR DE TENSION (c)	1.00
FACTOR DE LAMPARAS INUTILIZADAS (d)	1.00
FACTOR DE INTERCAMBIO DE CALOR (e)	1.00
FACTOR POR TEMPERATURA AMBIENTE (f)	1.00
DEGRADACION LUMINOSA (g)	0.85
FACTOR DE REFLECTANCIA (h)	1.00
F.P.T. = a · b · c · d · e · f · g · h	0.73

## F: CALCULOS DE RELACION DE CAV.

(R.C.) =	$\frac{5 (\text{ALTURA DE CAV.}) (\text{LONGITUD} + \text{ANCHO})}{(\text{LONGITUD}) (\text{ANCHO})}$
	$\frac{5 \times 5 (17.9 + 11.76)}{17.9 \times 11.76} = 3.52$
	$\frac{5 \times 1 (17.9 + 11.76)}{17.9 \times 11.76} = 0.70$
	$\frac{5 \times 1 (17.9 + 11.76)}{17.9 \times 11.76} = 0.70$

## G: CALCULO DEL No. LUMINARIAS

No. de LUMINARIAS =	$\frac{(\text{AREA}) (\text{N.I.})}{(\text{L.P.U.})(\text{L.P.L.})(\text{C.U.})(\text{F.P.T.})}$
	$\frac{210.50 \times 300}{1 \times 9033 \times 0.48 \times 0.73} = 19.95$
	1X9033X0.48X0.73

## H: (N.I.) CON EL No. DE LUMINARIAS REAL

NIVEL DE ILLUM =	$\frac{(\text{No. L.})(\text{L.P.U.})(\text{L.P.L.})(\text{C.U.})(\text{F.P.T.})}{\text{AREA}}$
	$\frac{20 \times 1 \times 9033 \times 0.48 \times 0.73}{210.50} = 300.73 \text{ LUX}$
	210.50

No. L. = NUMERO DE LUMINARIAS  
N.I. = NIVEL DE ILUMINACION

## C: DATOS DE LUMINARIA

MARCA	C.H. DOMEX
CATALOGO TIPO E.T.C.	VMVC-2A-250G RELAMP CHAMP II LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE 250 W,220V
LAMPARAS POR UNIDAD (L.P.U.)	1
LUMENES POR LAMPARA (L.P.L.)	9033
COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)	0.48
FACTOR DE PERDIDAS TOTALES (F.P.T.)	0.73

REFERENCIAS:



CALCULO DE ALUMBRADO  
DE LA SUBESTACION

ESTANDARES  
DE INGENIERIA

REV.

FECHA

HOJA 3' DE 3

## A: DATOS DE CUARTO

DIMENSIONES DEL CUARTO	ALTURA TECHO	4.5 M.
	LONGITUD	17.15 M.
	ANCHO	8.0 M.
	AREA	137.21 M <sup>2</sup>
SUPERFICIE DE REFLEXION	TECHO	70%
	MURO	50%
	PISO	20%
ALTURA DE MONTAJE		3.5 M.

## B: DATOS DE CAVIDAD

CAVIDAD DE CUARTO	ALTURA	3.5 M.
	RELACION	3.21
CAVIDAD DE TECHO	ALTURA	0.5 M.
	RELACION	0.46
CAVIDAD DE PISO	REFLECTANCIA EFECT	64%
	ALTURA	0.5 M.
	RELACION	0.46
	REFLECTANCIA EFECT	19%

## D: NIVEL DE ILUMINACION

N.I. RECOMENDADO EN LUXES	150
N.I. REAL CON No. L. A INSTALAR	11

## E: FACTOR DE PERDIDAS TOT.

RENDIMIENTO DEL REACTOR (a)	0.95
DEGRADACION POR SUCIEDAD DEL CUARTO (b)	0.85
FACTOR DE TENSION (c)	1.00
FACTOR DE LAMPARAS INTILIZADAS (d)	1.00
FACTOR DE INTERCAMBIO DE CALOR (e)	1.00
FACTOR POR TEMPERATURA AMBIENTE (f)	1.00
DEGRADACION LUMINOSA (g)	0.95
FACTOR DE REFLECTANCIA (h)	1.00
F.P.T. = a · b · c · d · e · f · g · h	0.77

## G: CALCULO DEL No. LUMINARIAS

$$\text{No. DE LUMINARIAS} = \frac{(\text{AREA}) (\text{N.I.})}{(\text{L.P.U.}) (\text{L.P.L.}) (\text{C.U.}) (\text{F.P.T.})}$$

$$\frac{137.21 \times 150}{2 \times 2500 \times 0.5 \times 0.77} = 10.7$$

## H: (N.I) CON EL No. DE LUMINARIAS REAL

$$\text{NIVEL DE ILM.} = \frac{(\text{No. L.}) (\text{L.P.U.}) (\text{L.P.L.}) (\text{C.U.}) (\text{F.P.T.})}{\text{AREA}}$$

$$\frac{11 \times 2 \times 2500 \times 0.5 \times 0.77}{137.21} = 154.33 \text{ LUX}$$

No. L. - NUMERO DE LUMINARIAS  
N.I. - NIVEL DE ILUMINACION

## F: CALCULOS DE RELACION DE CAV.

$$(R.C.) = \frac{5 (\text{ALTURA DE CAV.}) (\text{LONGITUD} + \text{ANCHO})}{(\text{LONGITUD}) (\text{ANCHO})}$$

$$\frac{5 \times 3.5 (17.15 + 8.0)}{17.15 \times 8.0} = 3.21$$

$$\frac{5 \times 0.5 (17.15 + 8.0)}{17.15 \times 8.0} = 0.46'$$

$$\frac{5 \times 0.5 (17.15 + 8.0)}{17.15 \times 8.0} = 0.46$$

## C: DATOS DE LUMINARIA

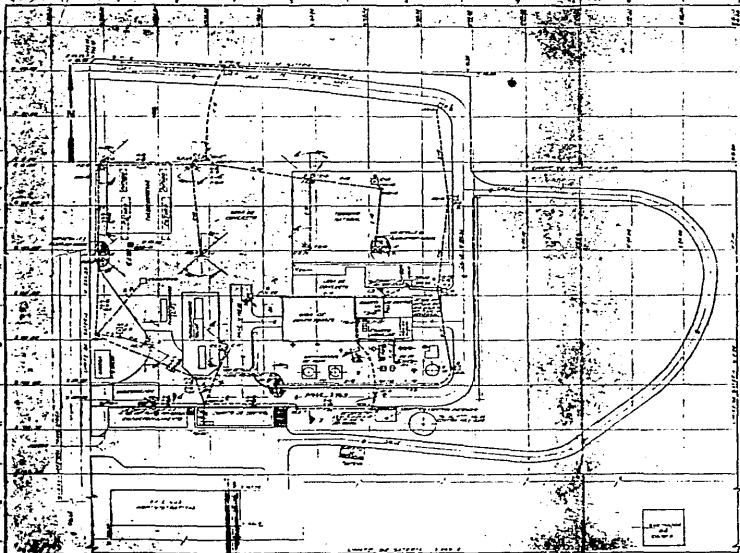
MARCA	NOVALUX
CATALOGO TIPO E.T.C.	No. 332 EJECUTIVA FLUORESCENTE 2X38 WATTS 127 VOLTS.
LAMPARAS POR UNIDAD (L.P.U.)	2
LUMENES POR LAMPARA (L.P.L.)	2500
COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U.)	0.5
FACTOR DE PERDIDAS TOTALES (F.P.T.)	0.77

REFERENCIAS:

5.2. - PLANOS







### EXPLICACION

1. Línea gruesa: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 2. Línea fina: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 3. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 4. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 5. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 6. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 7. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 8. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 9. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 10. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 11. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 12. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 13. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 14. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 15. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 16. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 17. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 18. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 19. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 20. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.

1. Línea gruesa: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 2. Línea fina: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 3. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 4. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 5. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 6. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 7. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 8. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 9. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 10. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 11. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 12. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 13. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 14. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 15. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 16. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 17. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 18. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 19. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.  
 20. Línea de puntos: Línea de cimiento de muros y pilares.

NO.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	ESTACION DE COMPRESION INTERMATILAN, VER.				
2	ALUMBRADO EXTERIOR				
3	DE PISO				
4	MOBILIARIO				
5	DE PINTA EXTERIOR				









**CAPITULO IV**  
**ANALISIS DE COSTOS**

## 1.- LISTA DE MATERIALES.

Para conocer el costo real, y poder construir en base al diseño realizado en, "Aplicación práctica" del Capítulo I?I es necesario enlistar todos los materiales empleados para la construcción de las instalaciones - tomando en cuenta las siguientes características:

Se debe dividir en partidas. En cada partida debe indicarse una descripción lo más claro posible sin omitir características necesarias de cada material poniendo marca y catálogo; cantidad; unidad; costo unitario; - costo total.

Los precios unitarios son obtenidos de los proveedores o fabricantes de material eléctrico para tener datos reales.

La suma de todos los costos totales de cada partida, da el costo total - de los materiales empleados.

Los materiales que a continuación se enlistan son obtenidos de los planos (Capítulo III).

Las listas de materiales se dividen en 5 grupos para su mejor indentificación, estos son:

- 1.- Tableros de alumbrado e interruptores termomagnéticos servicio normal.
- 2.- Material a prueba de explosión.
- 3.- Cable para alumbrado.
- 4.- Luminarias y accesorios para alumbrado.
- 5.- Tubería conduit y accesorios.





# M A T E R I A L E S

LISTA DE PRECIOS

REV.

FECHA:

HOJA 1 DE 1

ELABORO	REVISO	APROBO	FECHA	PROYECTO No.	DOCUMENTO No.	REVISION
CLIENTE:			TIPO DE ESTIMADO:			
NOMBRE DEL PROYECTO			EXACTITUD + / - %			
LUGAR:			VALIDO A LA FECHA:			
No DE PROYECTO DEL CLIENTE:			MONEDA:			

No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	
1	CAJA DE CONEXIONES DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE, PARA AREAS PELIGROSAS SERIE "GUE" CON TAPA ROSCADA Y RECUBRIMIENTO DE RESINA EPOXICA, MARCA CROUSE -- HINDS DOMEX O SIMILAR.	1	PZA			
	* IDEM CATALOGO GUB-01-04-XUYU					
2	IDEM CATALOGO GUE-4-YYYY	3	PZA			
3	IDEM CATALOGO GUB-03-17-0XXXXXXO	1	PZA			
4	IDEM CATALOGO GUE-10-XXY	4	PZA			
5	IDEM CATALOGO GUE-1-XY	11	PZA			
6	CAJA DE REGISTRO DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE PARA AREAS PELIGROSAS, USO INTERPERIE, SERIE "GUA" CON TAPA ROSCADA Y RECUBRIMIENTO DE RESINA EPOXICA, MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	22	PZA			
	* IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO GUAL-26.					
7	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO GUAT-26.	80	PZA			
8	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO GUAX-26.	3	PZA			
9	CONDULET PARA SELLAR TUBERIA CONDUIT EN AREAS PELIGROSAS SERIE "EYS" DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE, CON RECUBRIMIENTO DE RESINA EPOXICA, MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	20	PZA			
	* IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO CATALOGO EYS-3					
10	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO EYS-2	15	PZA			
11	COMPUESTO SELLANTE CHICO DE FIBRA DE ASBESTO "A-23" Y FIBRA CHICO "X-5", MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	2	PZA			
OBSERVACIONES MATERIAL A PRUEBA DE EXPLOSION		REV No.	FECHA	POR	REVISO	APROBO

MATERIALES				LISTA DE PRECIOS		
				REV.		
				FECHA: 1		
				HOJA 1 DE 4		
ELABORO	REVISO	APROBO	FECHA	PROYECTO No.	DOCUMENTO No.	REVISION
CLIENTE:				TIPO DE ESTIMADO:		
NOMBRE DEL PROYECTO:				EXACTITUD +/- %		
LUGAR:				VALIDO A LA FECHA:		
No. DE PROYECTO DEL CLIENTE:				MONEDA:		
No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	
1	UNIDAD DE ALUMBRADO FABRICADA EN FUNDICION DE ALUMINIO ESMALTADO, CON ADAPTADOR PARA ENTRADA DE BRAZO DE 50 MM. (2") DE DIAMETRO NOMINAL, REFLECTOR DE CRISTAL PRISMATICO, BALASTRO INTEGRAL Y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION, DE 400 WATTS, 220 VOLTS, 60 HZ, CATALOGO HOV-250, MARCA HOLOPHANE O SIMILAR.	10	PZA			
2	UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO REFLECTOR, MODELO "SV-250" CON CUERPO Y PUERTA EN FUNDICION DE ALUMINIO RESISTENTE A LA CORROSION, ACABADO ALZAK, A PRUEBA INTEMPERIE, BALASTRA INTEGRAL PREA-LAMPARADA, LENTE DE CRISTAL PRISMATICO Y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION DE 250 WATTS, 220 VOLTS, 60 HZ, CATALOGO # 47917-6C MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	26	PZA			
3	UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO "RELAMP CHAMP II", SERVICIO INTERIOR, A PRUEBA DE VAPOR, PARA MONTAJE COLGANTE, CON BALASTRA INTEGRAL AUTORREGULADA, CON GLOBO DE CRISTAL TERMO TEMPLADO, REFLECTOR POCO PROFUNDO, GUARDA Y LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE 250 WATTS, 220 VOLTS, 60 HZ, CATALOGO VMC-2A-250G, MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	24	PZA			
4	UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO PUNTA DE POSTE "SQUIRE POSTOP" ELABORADA EN FUNDICION DE ALUMINIO, REFLECTOR DE CRISTAL TERMO TEMPLADO, BALASTRA INTEGRAL AUTORREGULADA, EMPAQUES EN TODAS SUS JUNTAS, ENTRADA PARA ESPIGA DE 88.9 MM. (3 1/2") DE DIAMETRO PARA MONTARSE EN POSTE METALICO DE 9.5 M. DE ALTURA, Y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION DE 400 WATTS, 220 VOLTS, 60 HZ, CATALOGO 467 MARCA HOLOPHANE O SIMILAR.	3	PZA			
5	UNIDAD DE ALUMBRADO FLUORESCENTE CON GABINETE METALICO CONSTRUIDO EN LAMINA DE ACERO ROLADA EN FRIJO, ESMALTADA EN COLOR GRIS AMARTILLADO EXTERIOR	11	PZA			
OBSERVACIONES: LUMINARIAS Y ACCESORIOS PARA ALUMBRADO.				REV. No.		
				FECHA		
				Por		
				REVISO		
				APROBO		

# M A T E R I A L E S

LISTA DE PRECIOS

REV.

FECHA:

HOJA 2 DE 4

ELABORO      REVISO      APROBO      FECHA      PROYECTO No.      DOCUMENTO No.      REVISION

CLIENTE:      TIPO DE ESTIMADO:

NOMBRE DEL PROYECTO      EXACTITUD +/-      %

LUGAR:      VALIDO A LA FECHA:

NO. DE PROYECTO DEL CLIENTE:      MONEDA:

No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	Y EN BLANCO AL INTERIOR, EQUIPADA CON BALASTRO DE ARRANQUE INSTANTANEO PARA OPERAR A 127 VOLTS, 60 HZ. Y DOS TUBOS DE 38 WATTS CADA UNO, TIPO "SLIMLINE" LUZ DE DIA, MARCA NOVALUX O SIMILAR.				
	* IDEM TIPO EJECUTIVA CATALOGO # 332				
6	IDEM TIPO RLM CATALOGO # 211	3	PZA		
7	UNIDAD DE ALUMBRADO A PRUEBA DE POLVO, HUMEDAD Y VAPORES CORROSIVOS, DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE, CON GUARDA, GLOBO DE CRISTAL PRISMATICO Y LAMPARA INCANDESCENTE DE 150 WATTS, 127 VOLTS, 60 HZ CATALOGO # VG-2759 MARCA CROUSE HINDS DOMEK O SIMILAR.	3	PZA		
8	UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO COLGANTE, -- MODELO "EVAM" CON CUERPO DE FUNDICION DE ALUMINIO RESISTENTE A LA CORROSION ACABADO ALZAK, A PRUEBA DE EXPLOSION, AUTOBALASTADA CON GLOBO, REFLECTOR TIPO POCO PROFUNDO, GUARDA Y LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE 250 WATTS, 220 VOLTS, 60 HZ CATALOGO # EVAM-2511, MARCA CROUSE HINDS DOMEK O SIMILAR.	48	PZA		
9	UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO ARBOTANTE, -- MODELO "EVBX" CON CUERPO EN FUNCION DE ALUMINIO RESISTENTE A LA CORROSION, CON GLOBO, REFLECTOR TIPO ANGULAR A 30°, GUARDA Y LAMPARA INCANDESCENTE DE 200 WATTS, 127 VOLTS, 60 HZ, CATALOGO # EVBX-220 MARCA CROUSE -- HINDS DOMEK O SIMILAR.	4	PZA		
10	POSTE DE CONCRETO OCTAGONAL CONICO DE 9 M. DE ALTURA HUECO AL CENTRO, RESISTENCIA DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES CEE, MARCA PEPSA O SIMILAR.	20	PZA		
11	POSTE METALICO CONICO CIRCULAR CON REGISTRO EN LA BASE Y BASE METALICA, DE 9 M. CON ESPIGA DE 88.9 MM. (3 1/2") DE DIAMETRO PARA COLOCAR LUMINARIA TIPO PUNTA DE POSTE -- "SQUARE POSTOP", MARCA PEPSA O SIMILAR.	3	PZA		
12	RESERVADO				
13	RESERVADO				
14	RESERVADO				
15	RESERVADO				
16	RESERVADO				
17	RESERVADO				
18	RESERVADO				
19	RESERVADO				
20	RESERVADO				
21	RESERVADO				
22	RESERVADO				
23	RESERVADO				
24	RESERVADO				
25	RESERVADO				
26	RESERVADO				
27	RESERVADO				
28	RESERVADO				
29	RESERVADO				
30	RESERVADO				
31	RESERVADO				
32	RESERVADO				
33	RESERVADO				
34	RESERVADO				
35	RESERVADO				
36	RESERVADO				
37	RESERVADO				
38	RESERVADO				
39	RESERVADO				
40	RESERVADO				
41	RESERVADO				
42	RESERVADO				
43	RESERVADO				
44	RESERVADO				
45	RESERVADO				
46	RESERVADO				
47	RESERVADO				
48	RESERVADO				
49	RESERVADO				
50	RESERVADO				
51	RESERVADO				
52	RESERVADO				
53	RESERVADO				
54	RESERVADO				
55	RESERVADO				
56	RESERVADO				
57	RESERVADO				
58	RESERVADO				
59	RESERVADO				
60	RESERVADO				
61	RESERVADO				
62	RESERVADO				
63	RESERVADO				
64	RESERVADO				
65	RESERVADO				
66	RESERVADO				
67	RESERVADO				
68	RESERVADO				
69	RESERVADO				
70	RESERVADO				
71	RESERVADO				
72	RESERVADO				
73	RESERVADO				
74	RESERVADO				
75	RESERVADO				
76	RESERVADO				
77	RESERVADO				
78	RESERVADO				
79	RESERVADO				
80	RESERVADO				
81	RESERVADO				
82	RESERVADO				
83	RESERVADO				
84	RESERVADO				
85	RESERVADO				
86	RESERVADO				
87	RESERVADO				
88	RESERVADO				
89	RESERVADO				
90	RESERVADO				
91	RESERVADO				
92	RESERVADO				
93	RESERVADO				
94	RESERVADO				
95	RESERVADO				
96	RESERVADO				
97	RESERVADO				
98	RESERVADO				
99	RESERVADO				
100	RESERVADO				

OBSERVACIONES

REV. No.      FECHA      PON      REVISO      APROBO

# MATERIALES

LISTA DE PRECIOS

REV.

FECHA:

HOJA 3 DE 4

ELABORO	REVISO	APROBO	FECHA	PROYECTO No	DOCUMENTO No	REVISION
---------	--------	--------	-------	-------------	--------------	----------

CLIENTE:	TIPO DE ESTIMADO:
NOMBRE DEL PROYECTO	EXACTITUD + / - %
LUGAR	VALIDO A LA FECHA:
No DE PROYECTO DEL CLIENTE:	MONEDA:

No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
12	MENSULA PARA POSTE O PARED, DE FIERRO GALVANIZADO CATALOGO HL-2632-A MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	26	PZA		
13	COLGADOR FLEXIBLE DE BRONCE, ACABADO NATURAL, A PRUEBA DE EXPLOSION, DE 101 MM. DE LONGITUD, PARA LUMINARIAS COLGANTES, Y 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO ECGF24 MARCA CROUSE HINDS. DOMEX O SIMILAR.	78	PZA		
14	CONECTOR DE GLANDULA TIPO MACHO, DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE CATALOGO CGB-292, MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	50	PZA		
15	ABRAZADERA TIPO DOBLE OMEGA, DE ACERO AL CARBON, ACABADO GALVANIZADO PARA SER USADA EN POSTE DE 150 MM. DE DIAMETRO CATALOGO R-212 MARCA RAMSET O SIMILAR.	50	PZA		
16	CONTACTO TRIFASICO CON SEGURO DE MEDIA VUELTA, PARA 50 AMPERES, TENSION DE OPERACION 600 VOLTS DE C.A. CATALOGO 7380 CON CLAVIJA BLINDADA PARA EL CONTACTO CATALOGO 7761, MARCA ARROW HART O SIMILAR.	1	PZA		
17	FOTOCONTROL (FOTOCELDA) ENCHUFABLE CON CONTROL MAGNETICO, FUSIBLE INTERCONSTRUIDO E INTERCAMBIABLE DESDE EL EXTERIOR, CON RANGO DE OPERACION ENTRE 15 Y 250 LUXES, CATALOGO SE-105/285 MARCA BEKOLITE O SIMILAR.	2	PZA		
18	MENSULA O BRAZO, CONSTRUIDO DE TUBO METALICO GALVANIZADO, PARA SOPORTAR LUMINARIAS SOBRE POSTE DE CONCRETO CON UN JUEGO DE ABRAZADERAS Y UN DIAMETRO DE ENTRADA A LUMINARIA DE 51 MM. Y 1800 MM. DE LARGO, MARCA PEC-ECA-TLEC O SIMILAR.	10	PZA		
19	APAGADOR OCULTO DE BAQUELITA, INTERCAMBIABLE DE 10 AMPERES, 125 VOLTS, CATALOGO TL-1 MARCA ARROW HART O SIMILAR.	1	PZA		

OBSERVACIONES	REV No					
	FECHA					
	POA					
	APROBO					



**CAPITULO IV**  
**ANALISIS DE COSTOS**

1.- LISTA DE MATERIALES.

Para conocer el costo real, y poder construir en base al diseño realizado en, "Aplicación práctica" del Capítulo III es necesario enlistar todos los materiales empleados para la construcción de las instalaciones - tomando en cuenta las siguientes características:

Se debe dividir en partidas. En cada partida debe indicarse una descripción lo más claro posible sin omitir características necesarias de cada material poniendo marca y catálogo; cantidad; unidad; costo unitario; - costo total.

Los precios unitarios son obtenidos de los proveedores o fabricantes de material eléctrico para tener datos reales.

La suma de todos los costos totales de cada partida, da el costo total - de los materiales empleados.

Los materiales que a continuación se enlistan son obtenidos de los planos (Capítulo III).

Las listas de materiales se dividen en 5 grupos para su mejor indentificación, estos son:

- 1.- Tableros de alumbrado e interruptores termomagnéticos servicio normal.
- 2.- Material a prueba de explosión.
- 3.- Cable para alumbrado.
- 4.- Luminarias y accesorios para alumbrado.
- 5.- Tubería conduit y accesorios.

MATERIALES

LISTA DE PRECIOS

REV.

FECHA:

HOJA 1 DE 1

ELABORO: REVISO: APROBO: FECHA: PROYECTO No. DOCUMENTO No. REVISION

CLIENTE: TIPO DE ESTIMADO:

NOMBRE DEL MONTICION: EXACTITUD +/- %

LUGAR: VALIDO A LA FECHA:

No. DE PROYECTO DEL CLIENTE: MONEDA:

No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	GENERADOR DE CARGA TIPO "NOO" SERVICIO INTERIOR NEMA 1, MONTAJE EMBUTIR, DE LA MUYA BORDERIZADA, ACABADO EN ESMALTE COLOR GRIS PERLA, CON PUERTA Y CHAPPA 3 FASES, 4 HILOS, 60 HZ, 120/240 VCA, PARA 10 000 AMP. DE CAPACIDAD INTERRUPTIVA, CON ZAPATAS PRINCIPALES DE 225 AMP, CATALOGO NOO-41F, CON PLACA DE LEYENDA QUE DIGA: TABLERO DE ALUMBRADO "TA-A" CONTENIENDO 5 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE LAS SIGUIENTES CAPACIDADES: 2 DE 1 POLOS 30 AMPERES CATALOGO 00-330 6 DE 2 POLOS 20 AMPERES CATALOGO 00-220 2 DE 2 POLOS 15 AMPERES CATALOGO 00-215 5 DE 1 POLO 20 AMPERES CATALOGO 00-120 Y 15 DE 1 POLO 15 AMPERES CATALOGO 00-115 MARCA SQUARE'D O SIMILAR.	1	PZA		
2	IDEM A LA PARTIDA # 1 SOLO QUE DE ZAPATAS PRINCIPALES DE 100 AMP, CATALOGO 41D-20-41F CON PLACA DE LEYENDA QUE DIGA: TABLERO DE ALUMBRADO "TA-C" CONTENIENDO 5 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DERIVADOS DE LAS SIGUIENTES CAPACIDADES: 5 DE 2 POLOS 15 AMPERES CATALOGO 00-215; MARCA SQUARE'D O SIMILAR.	1	PZA		

DESCRIPCION DE TABLEROS DE ALUMBRADO E INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS SERVICIO NORMAL. REV. No. FECHA PUN. REVISO APROBO



				MATERIALES		LISTA DE PRECIOS	
						REV.	
						FECHA :	
						HOJA 1 DE 1	
ELABORO	REVISO	APROBO	FECHA	PROYECTO No.	DOCUMENTO No.	REVISION	
CLIENTE:				TIPO DE ESTIMADO:			
NOMBRE DEL PROYECTO:				EXACTITUD + / - %			
LUGAR:				VALIDO A LA FECHA:			
No DE PROYECTO DEL CLIENTE:				MONEDA:			
No.	CONCEPTO			CANTIDAD	UNIDAD	GOSTO UNITARIO	GOSTO TOTAL
1	CAJA DE CONEXIONES DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE, PARA AREAS PELIGROSAS SERIE "GUE" CON TAPA ROSCADA Y RECUBRIMIENTO DE RESINA EPOXICA, MARCA CROUSE -- HINDS DOMEX O SIMILAR.			1	PZA		
	* IDEM CATALOGO GUB-01-04-XUYU						
2	IDEM CATALOGO GUE-4-YYYY			3	PZA		
3	IDEM CATALOGO GUB-03-17-OXYXYXO			1	PZA		
4	IDEM CATALOGO GUE-16-YYY			1	PZA		
5	IDEM CATALOGO GUE-1-XY			11	PZA		
6	CAJA DE REGISTRO DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE PARA AREAS PELIGROSAS USO INTERTEMPERIE, SERIE "GUA" CON TAPA ROSCADA Y RECUBRIMIENTO DE RESINA EPOXICA, MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.			22	PZA		
	* IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO GUAL-26.						
7	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO GUAT-26.			80	PZA		
8	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO GUAX-26.			3	PZA		
9	CONDULET PARA SELLAR TUBERIA CONDUIT EN AREAS PELIGROSAS SERIE "EYS" DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE, CON RECUBRIMIENTO DE RESINA EPOXICA, MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.			20	PZA		
	* IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO CATALOGO FYS-3						
10	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO FYS-2			15	PZA		
11	COMPUESTO SELLANTE CHICO DE FIBRA DE ASBESTO "A-23" Y FIBRA CHICO "X-5", MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.			2	PZA		
OBSERVACIONES MATERIAL A PRUEBA DE EXPLOSION.				REV. No.			
				FECHA			
				POH			
				REVISO			
				APROBO			

# M A T E R I A L E S

LISTA DE PRECIOS

REV.

FECHA :

HOJA 1 DE 4

ELABORO	REVISO	APROBO	FECHA	PROYECTO No.	DOCUMENTO No.	REVISION
---------	--------	--------	-------	--------------	---------------	----------

CLIENTE:	TIPO DE ESTIMADO:
NOMBRE DEL PROYECTO:	EXACTITUD +/- %
LUGAR:	VALIDO A LA FECHA:
No DE PROYECTO DEL CLIENTE:	MONEDA:

No.	C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	UNIDAD DE ALUMBRADO FABRICADA EN FUNDICION DE ALUMINIO ESMALTADO, CON -- ADAPTADOR PARA ENTRADA DE BRAZO DE 50 MM. (2") DE DIAMETRO NOMINAL, REFLECTOR DE CRISTAL PRISMATICO, BALASTRO INTEGRAL Y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION, DE 400 WATTS, 220 VOLTS, 60 HZ, CATALOGO HOY-250, MARCA HOLOPHANE O SIMILAR.	10	PZA		
2	UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO REFLECTOR, -- MODELO "SV-250" CON CUERPO Y PUERTA EN FUNDICION DE ALUMINIO RESISTENTE A LA CORROSION, ACABADO ALZAR, A PRUEBA INTEMPERIE, BALASTRA INTEGRAL PREA -- LAMPARA, LENTE DE CRISTAL PRISMATICO Y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO EN ALTA -- PRESION DE 250 WATTS, 220 VOLTS, 60 HZ, CATALOGO # 47917-6C MARCA CROUSE HINDS DOME X O SIMILAR.	26	PZA		
3	UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO "RELAMP -- CHAMP II" SERVICIO INTERIOR, A PRUEBA DE VAPOR, PARA MONTAJE COLGANTE -- CON BALASTRA INTEGRAL AUTORREGULADA, CON GLOBO DE CRISTAL TERMO TEMPLADO, REFLECTOR POCO PROFUNDO, GUARDA Y -- LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE 250 WATTS, 220 VOLTS, 60 HZ, CATALOGO -- VMC-2A-250G, MARCA CROUSE HINDS DOME X O SIMILAR.	24	PZA		
4	UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO PUNTA DE -- POSTE "SQUARE POSTOP" ELABORADA EN -- FUNDICION DE ALUMINIO, REFLECTOR DE CRISTAL TERMOTEMPLADO, BALASTRA INTEGRAL AUTORREGULADA, EMPAQUES EN IO -- DAS SUS JUNTAS, ENTRADA PARA ESPIGA DE 88.9 MM. (3 1/2") DE DIAMETRO PARA MONTARSE EN POSTE METALICO DE 9.5 M. DE ALTURA, Y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION DE 400 WATTS, 220 VOLTS, 60 HZ, CATALOGO 467 MARCA -- HOLOPHANE O SIMILAR.	3	PZA		
5	UNIDAD DE ALUMBRADO FLUORESCENTE CON -- GABINETE METALICO CONSTRUIDO EN LAMINA DE ACERO ROLADA EN FRIO, ESMALTADA EN COLOR GRIS AMARTILLADO EXTERIOR	11	PZA		

OBSERVACIONES: LUMINARIAS Y ACCESORIOS PARA ALUMBRADO.	REV No	FECHA	POR	REVISO	APROBO

# MATERIALES

LISTA DE PRECIOS

REV.

FECHA:

HOJA 2 DE 4

ELABORO	REVISO	APROBO	FECHA	PROYECTO No.	DOCUMENTO No.	REVISION
CLIENTE:				TIPO DE ESTIMADO:		
NOMBRE DEL PROYECTO				EXACTITUD +/- %		
LUGAR:				VALIDO A LA FECHA:		
No DE PROYECTO DEL CLIENTE:				MONEDA:		
No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	
	Y EN BLANCO AL INTERIOR, EQUIPADA CON BALASTRO DE ARRANQUE INSTANTANEO PARA OPERAR A 127 VOLTS, 60 HZ, Y DOS TUBOS DE 38 WATTS CADA UNO, TIPO "SLIM-LINE" LUZ DE DIA, MARCA NOVALUX O SIMILAR.					
	* IDEM TIPO EJECUTIVA CATALOGO # 332					
6	IDEM TIPO RLM CATALOGO # 211	3	PZA			
7	UNIDAD DE ALUMBRADO A PRUEBA DE POLVO, HUMEDAD Y VAPORES CORROSIVOS DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE, CON GUARDA, GLOBO DE CRISTAL PRISMATICO Y LAMPARA INCANDESCENTE DE 150 WATTS, 127 VOLTS, 60 HZ CATALOGO # VC-2759 MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	3	PZA			
8	UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO COLGANTE, -- MODELO "EVAM" CON CUERPO DE FUNDICION DE ALUMINIO RESISTENTE A LA CORROSION, ACABADO ALZAK, A PRUEBA DE EXPLOSION, AUTOBALASTRADA CON GLOBO, REFLECTOR TIPO POCO PROFUNDO, GUARDA Y LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO DE 250 WATTS, -- 220 VOLTS, 60 HZ CATALOGO # EVAM-2511, MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	48	PZA			
9	UNIDAD DE ALUMBRADO TIPO ARBOTANTE, -- MODELO "EVBY" CON CUERPO EN FUNCION DE ALUMINIO RESISTENTE A LA CORROSION, CON GLOBO, REFLECTOR TIPO ANGULAR A 30° GUARDA Y LAMPARA INCANDESCENTE DE 200 WATTS, 127 VOLTS, 60 HZ, CATALOGO # EVBX-220 MARCA CROUSE -- HINDS DOMEX O SIMILAR.	4	PZA			
10	POSTE DE CONCRETO OCTAGONAL CONICO DE 9 M. DE ALTURA HUECO AL CENTRO, RESISTENCIA DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES CEE, MARCA PEPSA O SIMILAR.	20	PZA			
11	POSTE METALICO CONICO CIRCULAR CON REGISTRO EN LA BASE Y BASE METALICA, DE 9 M. CON ESPIGA DE 88.9 MM. -- (3 1/2") DE DIAMETRO PARA COLOCAR LUMINARIA TIPO PUNTA DE POSTE -- "SQUARE POSTOP", MARCA PEPSA O SIMILAR.	3	PZA			
OBSERVACIONES		REV No.	FECHA			
		POB	REVISO			
		APROBO				

# MATERIALES

LISTA DE PRECIOS

REV.

FECHA:

HOJA 3 DE 4

ELABORO	REVISO	APROBO	FECHA	PROYECTO No	DOCUMENTO No	REVISION
---------	--------	--------	-------	-------------	--------------	----------

CLIENTE:	TIPO DE ESTIMADO:
NOMBRE DEL PROYECTO	EXACTITUD +/- %
LUGAR:	VALIDO A LA FECHA:
No DE PROYECTO DEL CLIENTE:	MONEDA:

No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
12	MENSULA PARA POSTE O PARED, DE FIERRO GALVANIZADO CATALOGO HL-2632-A MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	26	PZA		
13	COLGADOR FLEXIBLE DE BRONCE ACABADO NATURAL, A PRUEBA DE EXPLOSION, DE 101 MM. DE LONGITUD, PARA LUMINARIAS COLGANTES, Y 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO ECCE24 MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	78	PZA		
14	CONECTOR DE GLANDULA TIPO MACHO, DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE CATALOGO CGO-292, MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	50	PZA		
15	ABRAZADERA TIPO DOBLE OMEGA, DE ACERO AL CARBON, ACABADO GALVANIZADO PARA SER USADA EN POSTE, DE 150 MM. DE DIAMETRO CATALOGO R-212 MARCA RAMSET O SIMILAR.	50	PZA		
16	CONTACTO TRIFASICO CON SEGURO DE MEDIA VUELTA, PARA 50 AMPERES, TENSION DE OPERACION 600 VOLTS DE C.A. CATALOGO 7380, CON CLAVIJA BLINDADA PARA EL CONTACTO CATALOGO 7761, MARCA ARROW HART O SIMILAR.	1	PZA		
17	FOTOCONTROL (FOTOCELDA) ENCHUFABLE CON CONTROL MAGNETICO, FUSIBLE INTERCONSTRUIDO E INTERCAMBIABLE DESDE EL EXTERIOR, CON RANGO DE OPERACION ENTRE 15 Y 250 LUXES, CATALOGO SE-105/285 MARCA BEKOLITE O SIMILAR.	2	PZA		
18	MENSULA O BRAZO, CONSTRUIDO DE TUBO METALICO GALVANIZADO, PARA SOPORTAR LUMINARIAS SOBRE POSTE DE CONCRETO CON UN JUEGO DE ABRAZADERAS Y UN DIAMETRO DE ENTRADA A LUMINARIA DE 51 MM Y 1800 MM. DE LARGO, MARCA PEC-ECA-TEC O SIMILAR.	10	PZA		
19	APAGADOR OCULTO DE BAQUELITA, INTERCAMBIABLE DE 10 AMPERES, 125 VOLTS, CATALOGO TL-1 MARCA ARROW HART O SIMILAR.	1	PZA		

OBSERVACIONES	REV. No	FECHA	POR	REVISO	APROBO



# M A T E R I A L E S

L I S T A D E P R E C I O S

R E V.

F E C H A :

H O J A 4 D E 4

ELABORO	REVISO	APROBO	FECHA	PROYECTO No.	DOCUMENTO No.	REVISION
---------	--------	--------	-------	--------------	---------------	----------

CLIENTE	TIPO DE ESTIMADO:
NOMBRE DEL PROYECTO	EXACTITUD + / - %

LUGAR:	VALIDO A LA FECHA:
No DE PROYECTO DEL CLIENTE:	MONEDA:

No.	C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
20	CONTACTO MONOFASICO DOBLE, DE BAQUELITA, LINEA OCULTA DE DOS POLOS, 15 AMPERES, 125 VOLTS, 60 HZ CATALOGO M-452 MARCA ARROW HART O SIMILAR.	5	PZA		
21	CADENA DE ESLABONES, DE Fe, GALVANIZADO DE 13 MM, PARA SOPORTAR LUMINARIAS, DISTRIBUIDA POR PATRICIO SORDO O SIMILAR.	50	M.		
22	PERNO ROSCADO DE 6.35 MM, DE DIAMETRO, CATALOGO 2429, CON RONDANA Y TUERCA, PARA REMATARSE CON PISTOLA RAMSET O SIMILAR.	100	PZA		
23	CARGA MORADA, CALIBRE 22 CORTO, PARA USARSE CON PISTOLA RAMSET, CATALOGO MARCA RAMSET O SIMILAR.	100	PZA		
24	PLACA DE BAQUELITA PARA APAGADOR OCULTO, CAT-9107 MARCA ARROW HART.	1	PZA		
25	PLACA DE BAQUELITA PARA CONTACTO DOBLE, CAT-91101 MARCA ARROW HART.	5	PZA		

OBSERVACIONES	REV No	FECHA	PON	REVISO	APROBO

# MATERIALES

LISTA DE PRECIOS

REV.

FECHA :

HOJA 1 DE 4

ELABORO      REVISO      APROBO      FECHA      PROYECTO No.      DOCUMENTO No.      REVISION

CLIENTE:      TIPO DE ESTIMADO:

NOMBRE DEL PROYECTO      EXACTITUD +/-      %

LUGAR:      VALIDO A LA FECHA:

No DE PROYECTO DEL CLIENTE:      MONEDA:

No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	TUBO CONDUIT DE FIERRO GALVANIZADO POR INMERSION PARED GRUESA CON ROSCA Y COPLE EN SUS EXTREMOS SEGUN NORMA DGN-J-16. GRADO DE CALIDAD "A". TIRO 2 DE 3 METROS DE LONGITUD. MARCA JUPITER O SIMILAR.	80	PZA		
	* IDEM DE 64 MM. DE DIAMETRO.				
2	IDEM DE 51 MM. DE DIAMETRO.	10	TRAMO		
3	IDEM DE 38 MM. DE DIAMETRO.	85	TRAMO		
4	IDEM DE 32 MM. DE DIAMETRO.	15	TRAMO		
5	IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO.	275	TRAMO		
6	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO	90	TRAMO		
7	TUERCA UNION DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE, CLASE 1, GRUPO "D" MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR	7	PZA		
	* IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO, CATALOGO UNY-305.				
8	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO, CATALOGO UNY-205.	4	PZA		
9	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO, CATALOGO UNF-205	3	PZA		
10	COPE DE Fe. GALVANIZADO POR INMERSION. PARED GRUESA. CON ROSCA. MARCA JUPITER O SIMILAR.	20	PZA		
	* IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO.				
11	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO.	11	PZA		
12	ABRAZADERA TIPO "U" DE Fe. GALVANIZADO POR INMERSION CON RONDANAS Y TUERCAS HEXAGONALES. DE 19 MM. Ø MARCA RAMSET O SIMILAR.	30	PZA		
13	REDUCCION TIPO BUSHING DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR. CON REDUCCION DE 25 A 19 MM. DE DIAMETRO. CATALOGO RE-32.	10	PZA		
OBSERVACIONES: TUBERIA, CONDUIT Y ACCESORIOS.		REV. NO.			
		FECHA			
		PON			
		REVISO			
		APROBO			

# MATERIALES

LISTA DE PRECIOS

REV.

FECHA:

HOJA 2 DE 4

ELABORO	REVISO	APROBO	FECHA	PROYECTO No.	DOCUMENTO No.	REVISION
CLIENTE:				TIPO DE ESTIMADO:		
NOMBRE DEL PROYECTO:				EXACTITUD +/- %		
LUGAR:				VALIDO A LA FECHA:		
No DE PROYECTO DEL CLIENTE:				MONEDA:		
No.	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	
14	ABRAZADERA TIPO UÑA DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE ACABADO NATURAL, MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	20	PZA			
	* IDEM DE 32 MM. DE DIAMETRO CATALOGO AF-4.					
15	IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO CATALOGO AF-3.	25	PZA			
16	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO AF-2.	35	PZA			
17	CAJA DE REGISTRO SERIE RECTANGULAR - TIPO "FS" USO INTEMPERIE. DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE, ACABADO NATURAL, MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	2	PZA			
	* IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO FS-2.					
18	IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO CATALOGO ESC-3.	1	PZA			
19	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO ESS-2.	2	PZA			
20	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO FSX-2.	1	PZA			
21	TAPA PARA CAJA DE REGISTRO SERIE - RECTANGULAR TIPO "FS" DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE, ACABADO NATURAL, USO INTEMPERIE. MARCA CROUSE HINDS DOMEX O SIMILAR.	2	PZA			
	* IDEM TIPO CIEGA CATALOGO DS-100G.					
22	IDEM PARA CONTACTO REDONDO CATALOGO DS-21G.	1	PZA			
23	IDEM PARA CONTACTO DUPLEX CATALOGO DS-23G.	4	PZA			
24	IDEM PARA APAGADOR CATALOGO DS-32G.	1	PZA			
25	CINTA DE AISLAR DE TELA # 8 DE 20 M. DE LONGITUD MARCA RAYO O SIMILAR.	15	PZA			
OBSERVACIONES		REV No.	FECHA	POR	REVISO	APROBO

# M A T E R I A L E S

LISTA DE PRECIOS
REV.
FECHA: _____
HOJA 3 DE 4

PLANEO	REVISO	APROBO	FECHA	PROYECTO No.	DOCUMENTO No.	REVISION
--------	--------	--------	-------	--------------	---------------	----------

CLIENTE: _____	TIPO DE ESTIMADO: _____
NOMBRE DEL PROYECTO: _____	EXACTITUD: + / - _____ %
LUGAR: _____	VALIDO A LA FECHA: _____
No DE PROYECTO DEL CLIENTE: _____	MONEDA: _____

No.	C O N C E P T O	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
26	CINTA DE AISLAR PLASTICA EN ROLLO DE 20 M. CATALOGO # 33 MARCA SCOTCH O - SIMILAR.	10	PZA		
27	CAJA DE PASTA FUNDENTE DE 250 GRAMOS.	3	PZA		
28	SOLDADURA DE ALEACION ESTAÑO-PLOMO AL 50-50 % EN BARRA DE 1/2 KG.	5	KILO		
29	CONTRATUERCA DE Fe. GALVANIZADO TROQUELADO, Y MONITOR DE Fe. FUNDIDO - DISTRIBUIDO POR PATRICIO SORLO O SIMILAR. * IDEM DE 64 MM. DE DIAMETRO.	12	JGO.		
30	IDEM DE 51 MM. DE DIAMETRO.	5	JGO.		
31	IDEM DE 38 MM. DE DIAMETRO.	5	JGO.		
32	IDEM DE 32 MM. DE DIAMETRO	3	JGO.		
33	IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO.	40	JGO.		
34	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO.	15	JGO.		
35	CONDULET SERIE OVALADA DE ALUMINIO - LIBRE DE COBRE, CON TAPA Y EMPAQUE DE NEOPRENO, MARCA CROUSE HINDS O MEX O SIMILAR. * IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO CATALOGO T-39.	4	PZA		
36	IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO CATALOGO LB-39.	5	PZA		
37	IDEM DE 19 MM. DE DIAMETRO CATALOGO LB-29.	3	PZA		
38	IDEM DE 25 MM. DE DIAMETRO CATALOGO LR-39.	5	PZA		
39	CONTACTO MONOFASICO A PRUEBA DE EXPLOSION TIPO "CPS" Y CLAVIJA "CPP" - DE ALUMINIO LIBRE DE COBRE PARA UNA CARGA DE 1 1/2 HP, 125-250 VCA, 60 HZ, 2 HILOS, 3 POLOS, TIPO TERMINAL PARA UNA ENTRADA DE 19 MM. DE DIAMETRO.	2	PZA		

OBSERVACIONES	REV. No.	FECHA	POR	REVISO	APROBO



## 2.- VOLUMEN DE OBRA.

Después de haber obtenido el costo total de los materiales el siguiente paso es obtener el volumen de obra, que es el costo de la mano de obra de los trabajos de instalación (Tubería conduit y cableado) y montaje de equipo (Tableros de alumbrado, luminarias y postes), para esto se describen las actividades a realizarse por partida, concepto, unidad, cantidad, precio unitario (con número y con letra) e importe.

Para obtener el importe total del volumen de obra, éste se somete a concurso enviando a cada contratista un listado de la obra en concurso y cada contratista pone sus precios unitarios y totales, sumando estos últimos para obtener el total de los mismos.

El precio unitario por concepto se saca en base a salarios mínimos y mínimos profesionales que son publicados en el diario oficial considerando tiempos de realización de cada actividad.

Los conceptos de cada actividad deben de ser lo más claros posibles para evitar confusiones en los trabajos a realizar, como se enlistan a continuación, acompañados por un análisis de conceptos en donde se debe describir en forma desglosada y detallada paso a seguir para realizar las actividades por concepto, pero que no se anexan en este trabajo ya que no es motivo del mismo.

OBRA:

CONCURSO No. S.P.C.O. \_\_\_\_\_

CONTRATO No. S.P.C.O. \_\_\_\_\_

HOJA No. 1 DE 5

No	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNI-DAD.	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (CON NUMERO)	PRECIO UNITARIO CON LETRA	IMPORTE
	INSTALACION ELECTRICA:					
	INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA GALVANIZADA CED. 40 EN LOSA O PISO.					
1	DE 25 A 32 MM. (1"-1 1/4") Ø	M.	760			
2	DE 38 A 51 MM. (1 1/2"-2") Ø	M.	250			
3	DE 64 A 76 MM. (2 1/2"-3") Ø	M.	200			
	VISIBLE EN ESTRUCTURAS METALICAS O DE -- CONCRETO EN MUROS O TECHOS.					
	ALTURA HASTA 4.5 M.					
4	DE 13 A 19 MM. (1/2"-3/4") Ø	M.	50			
	ALTURA DE 4.5 M. EN ADELANTE					
5	DE 13 A 19 MM. (1/2"-3/4") Ø	M.	200			
	INSTALACION DE CAJAS TROQUELADAS, FUNDIDAS, CONDULET DE ACERO FUNDIDO, ALUMINIO Y LAMINA, INCLUYENDO ACOPLADO DE TUBERIA CONDUIT A CAJA DE PASO, COLOCACION DE -- TUBERIA CONDUIT, UNION Y SELLO. CONDULETS.					
6	DE 13 A 25 MM. (1/2"-1") Ø	PZA	122			
	CAJAS FUNDIDAS.					

EMPRESA:

IMPORTE DE ESTA HOJA

NOMBRE DEL REPRESENTANTE

OBRA:

CONCURSO No. S. P. C. O. \_\_\_\_\_

CONTRATO No. S. P. C. O. \_\_\_\_\_

HOJA No. 2 DE 5

Nº	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD.	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (CON NUMERO)	PRECIO UNITARIO CON LETRA	IMPORTE
7	DE 15X15X10 A 35X35X20 CM.	PZA.	20			
	INSTALACION DE LUMINARIAS INCANDESCENTES, FLUORESCENTES EN PLAFON, LOSA, ESTRUCTURA DE CONCRETO Y ESTRUCTURA METALICA.					
	INCANDESCENTE A PRUEBA DE VAPOR CON/SIN GLOBO, GUARDA Y REFLECTOR.					
	ALTURA HASTA 4.5 M.					
8	DE 100 A 200 WATTS SOBREPONER.	PZA.	3			
	FLUORESCENTE.					
	ALTURA HASTA 4.5 M.					
9	DE 2X40 A 3X40 WATTS SOBREPONER.	PZA.	12			
	INSTALACION DE LUMINARIAS Y REFLECTORES, INCANDESCENTES, VAPOR DE MERCURIO, VAPOR DE SODIO EN ALTA PRESION (VSAP), PARA TRABAJO PESADO, EN ESTRUCTURAS METALICAS.					
10	DE 100 A 300 WATTS HASTA 9 M.	PZA.	76			
11	DE 400 A 1000 WATTS HASTA 11 M.	PZA.	5			

EMPRESA:

IMPORTE DE ESTA HOJA

NOMBRE DEL REPRESENTANTE \_\_\_\_\_



OBRA:

CONCURSO No. S. P. C. O. \_\_\_\_\_

CONTRATO No. S. P. C. O. \_\_\_\_\_

HOJA No. 3 DE 5

No	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD.	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (CON NUMERO)	PRECIO UNITARIO CON LETRA	IMPORTE
	INSTALACION DE POSTE DE CONCRETO PARA - ALUMBRADO.					
12	POSTE DE CONCRETO HASTA 10 M. DE ALTURA Y HASTA 3 REFLECTORES DE 1000 WATTS.	PZA.	20			
	INSTALACION DE POSTE METALICO PARA ALUM- BRADO.					
13	POSTE METALICO HASTA 9 M. DE ALTURA Y LU- MINARIA DE (VSAP) DE 400 WATTS CON BRAZO DE 1.6 M.	PZA.	10			
14	POSTE METALICO HASTA 9 M. DE ALTURA Y LU- MINARIA DE (VSAP) DE 400 WATTS TIPO PUN- TA DE POSTE.	PZA.	3			
	INSTALACION DE COPLE FLEXIBLE A PRUEBA - DE EXPLOSION.					
15	ALTURA HASTA 4.5 M.	PZA.	24			
16	ALTURA DE 4.5 M. EN ADELANTE	PZA.	48			
	INSTALACION DE TABLERO DE ALUMBRADO EN - GABINETE DE LAMINA PARA SOBREPONER.					

EMPRESA:

IMPORTE DE ESTA HOJA

NOMBRE DEL REPRESENTANTE

OBRA:

CONCURSO No. S.P.C.O. \_\_\_\_\_

CONTRATO No. S.P.C.O. \_\_\_\_\_

HOJA No. 4 DE 5

Nº	ESPECIFICACION Y DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD.	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (CON NUMERO)	PRECIO UNITARIO CON LETRA	IMPORTE
17	DE 8 A 20 CIRCUITOS.	PZA.	1			
18	DE 22 A 42 CIRCUITOS.	PZA.	1			
	INSTALACION DE CONTACTOS, INTERRUPTORES Y APAGADORES.					
19	CONTACTO STD. 110V, SENCILLO O DOBLE EN CAJA CONDULET CUALQUIER ALTURA.	PZA.	5			
20	CONTACTO TRIFASICO EN CAJA CONDULET CUALQUIER ALTURA.	PZA.	1			
21	CONTACTO A PRUEBA DE EXPLOSION 2 HILOS, 3 POLOS, 20 AMP. 127 V. CUALQUIER ALTURA.					
22	CONTACTO A PRUEBA DE EXPLOSION, 3 HILOS, 4 POLOS, 30 AMP., 480V. CUALQUIER ALTURA.	PZA.	1			
	INSTALACION CONTROL, ALUMBRADO EXTERIOR.					
23	CELDA FOTOELECTRICA.	PZA.	1			
	INTRODUCCION DE CONDUCTORES ELECTRICOS. EN DUCTOS SUBTERRANEOS.					
24	CALIBRE 16, 14, 12 Y 10	M.	2800			
25	CALIBRE 8, 6 Y 4	M.	1100			

EMPRESA:

NOMBRE DEL REPRESENTANTE \_\_\_\_\_

IMPORTE DE ESTA HOJA



**CAPITULO V**  
**EQUIPO COMPLEMENTARIO**

## EQUIPO COMPLEMENTARIO

Fuera del equipo de alumbrado a prueba de explosión existen equipos que deben ser operados en lugares clasificados como peligrosos (Clase I división 1 grupos C y D) y que se rigen por las mismas normas que los -- equipos de alumbrado a prueba de explosión. Estos son:

### 1.- ARRANCADORES MAGNETICOS.

Pueden operar en áreas peligrosas: Clasificación aprobada NEC.

Clase I, Grupos C, D.                      Tablas 2 y 3

Clase II, Grupos E, F, G.                      "

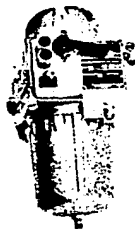
Clase III                                      Tabla 2

#### Aplicaciones:

Estos arrancadores son usados para el arranque de motores de inducción de corriente alterna, dentro de lugares peligrosos. Pueden ser usados en interiores o exteriores de plantas Químicas y Petroquímicas y otras industrias donde existan condiciones de peligro similares.

#### Características:

Se forma de tres secciones como se indica en la figura # 20 su construcción es a prueba de explosión. Tiene dos bushing integrales para entrada de tubos conduit, tanto en la parte superior como en la parte inferior, tiene una manija para ser operado desde el exterior.



UNIDAD  
ENSAMBLADA



SEPARACION  
DE COMPONENTES

FIGURA # 20  
ARRANCADOR MAGNETICO

## 2.- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS.

Pueden operar en áreas peligrosas: Clasificación aprobada NEMA/NEC.

Clase I, Grupos C, D.                      Tablas 2 y 3

Clase II, Grupos E, F, G.                      "

Clase III                                      Tabla 2

### Aplicaciones:

Estos interruptores y sus equivalentes son usados para la protección de acometidas, alimentadores o circuitos derivados para la iluminación, calefacción o circuitos de motores que se encuentren instalados dentro de áreas peligrosas. En lugares húmedos y corrosivos. Para instalaciones interiores y exteriores de Plantas Químicas y Petroquímicas y en otras industrias de proceso donde existan condiciones similares de peligro.

### Características:

Se forma de tres secciones como pueden ser apreciadas fácilmente en la Fig. # 21. Su construcción es a prueba de agua. El cuerpo tiene los en- tradas para tubo conduit tanto en la parte superior como en la parte inferior. Tiene una manija para ser operado desde el exterior.

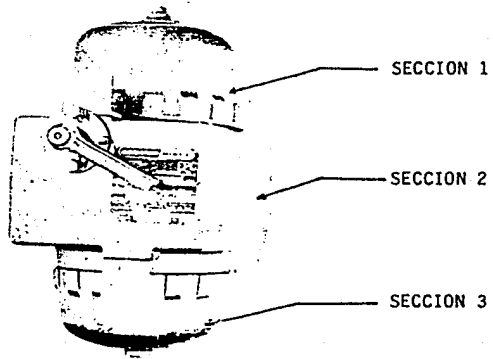


FIGURA # 21  
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO



### 3.- CENTROS DE CONTROL DE MOTORES.

Pueden operar en áreas peligrosas: Clasificación aprobada NEC.

Clase I, Grupos C, D.	Tablas 2 y 3
Clase II, Grupos E, F, G.	"
Clase III	Tabla 2

#### Aplicaciones:

Estos Centros de Control de Motores son usados en áreas peligrosas como un grupo de arrancadores magnéticos formando un arreglo tipo estructural. Este tipo de arreglos tratan de ser evitados en los diseños debido a su costo, y pueden ser substituídos por cuartos de control presurizados con equipo de servicio normal.

#### Características:

Se forma de una serie de arrancadores magnéticos armados de fábrica y soportados como se indica en la Fig. # 22. Es fabricado bajo orden especial. El armado está formado a base de canales de acero estructural.

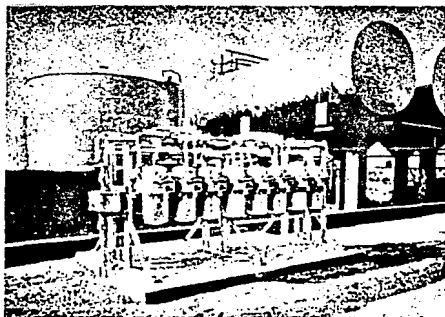


FIGURA # 22  
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

4.- ESTACIONES DE CONTROL.

4.1 - Estación de Botones

4.2 - Switchs Selectores

4.3 - Luces Indicadoras

Pueden operar en áreas peligrosas: Clasificación aprobada NEC.

Clase I, Grupos C, D.                      Tablas 2 y 3

Clase II, Grupos E, F, G.                      "

Clase III                                      Tabla 2

Aplicaciones:

Las estaciones de botones, switches selectores y luces indicadoras o (Piloto) son usados en lugares peligrosos de Plantas Petroquímicas, refineries de petróleo y otras industrias de proceso donde existan condiciones similares. Son usados en conjunto con contactores o arrancadores magnéticos para el control remoto de motores. También son usados como indicadores visuales en punto remoto donde la función deseada es llevada a cabo.

Características:

Diseño compacto con tolerancia muy pequeña entre cuerpo y tapa para hacer junta a prueba de flama. La variedad de estas estaciones de control son mostradas en las Figs. # 23, # 24 y # 25 (a), (b).

ESTACIONES DE CONTROL



FIGURA # 23  
ESTACION DE BOTONES

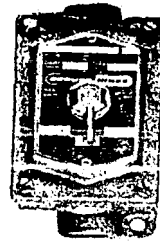


FIGURA # 24  
SWITCH SELECTOR



(a) CON UNA LUZ PILOTO



(b) CON DOS LUCES PILOTO

FIGURA # 25  
LUCES INDICADORAS

## 5.- INTERRUPTORES DE PALANCA.

Pueden operar en áreas peligrosas: Clasificación aprobada NEC.

Clase I, Grupos C, D.                      Tablas 2 y 3

Clase II, Grupos E, F, G.                      "

Clase III                                      Tabla 2

### Aplicaciones:

Los interruptores de palanca son usados para control y operación de circuitos eléctricos en áreas peligrosas de Plantas Petroquímicas, refinerías de petróleo y gas, terminales de carga y descarga de gasolina, industria de proceso y manejo de granos. Para arranque manual de motores pequeños de C.A. y C.D.

### Características:

Diseño compacto, provisto con orejas para montaje superficial, junta a prueba de flama, mostrado en la Fig. # 26.

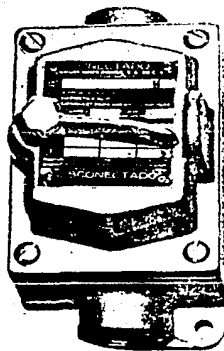


FIGURA # 26  
INTERRUPTOR DE PALANCA



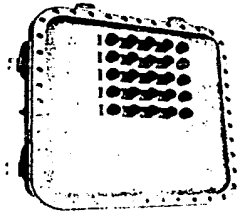
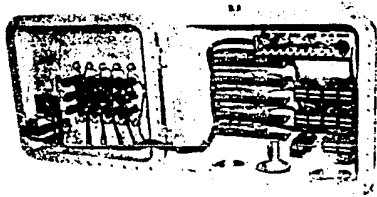


FIGURA # 27  
TABLERO DE CONTROL



## CONCLUSIONES

La seguridad en las instalaciones eléctricas es de importancia crucial, ya que de acuerdo a estadísticas de incendios en edificios habitacionales, plantas industriales, centros comerciales, casas habitación, etc., un 70% de ellos son causados por anomalías en instalaciones eléctricas (cortos circuitos) presente en sitios donde por error se almacenan, ven den o se depositan, líquidos volátiles, gases, papel, virutas, telas, - etc., todos ellos combustibles. Estos siniestros pueden ser evitados - usando el equipo eléctrico adecuado para operar en sitios peligrosos, - de acuerdo a su clasificación asignada por autoridades competentes, dependiendo del elemento combustible dispersado o depositado en dicho sitio.

Para nuestro estudio se seleccionaron sitios críticamente peligrosos - (Plantas Petroquímicas) en los que se debe ser riguroso para la selección del equipo eléctrico que debe ser usado en este tipo de plantas.

Este debe ser el aprobado por las autoridades competentes. En México - son (NTIE) parte 1.- Instalaciones para el uso de la energía eléctrica. Esta para la selección del equipo y para la clasificación de áreas pe ligrosas, estas normas son apoyadas por las normas PEMEX 2.346.13.

En EE.UU. el (NEC) National Electrical Code, apoyado por los laborato- rios (UL).

## APENDICE

### TERMINOLOGIA

1.- TEMPERATURA DE IGNICION.

Es la temperatura mínima en la que se inicia la autocombustión de una substancia.

2.- MEZCLA EXPLOSIVA

Es la combinación del aire y vapores o gases, en tales proporciones, que al contacto con una fuente calorífica ocasiona una explosión o fuego.

3.- FUENTES DE PELIGRO.

Es la parte o partes de un equipo y sus instalaciones por donde escapan substancias explosivas o inflamables al medio ambiente durante su operación, reparación o mantenimiento.

4.- AREAS PELIGROSAS.

Son lugares donde se manejan, almacenan o procesan hidrocarburos y sus derivados, en donde existan o puedan existir vapores o gases de estos productos, que combinados con el aire del medio ambiente, produzcan mezclas explosivas o inflamables.

5.- EQUIPO INTRINSECAMENTE SEGURO.

Es aquel que en condiciones normales o anormales de operación, no liberan energía calorífica suficiente para inflamar cualquier mezcla adyacente, para el que ha sido aprobado.

6.- EQUIPO A PRUEBA DE EXPLOSION.

Es aquel que se instala dentro de una envolvente (Caja metálica), la cual es capaz de soportar la explosión que pueda ocurrir dentro de ella, de un gas o vapor específico y evitar que la atmósfera inflamable que lo rodea se incendie debido a chispas, arcos o explosiones interiores de dicho gas o vapor; su temperatura externa de operación debe ser tal que no incendie la atmósfera inflamable que lo rodea.

7.- EQUIPO CON PRESION POSITIVA.

Es el que en su interior contiene aire limpio o gas inerte a mayor presión que la ambiental y no permite la entrada de mezclas explosivas o inflamables.

8.- EQUIPOS DE SEGURIDAD AUMENTADA.

Es un equipo de uso general, al que se incorporan protecciones para asegurar que no producirá calentamientos excesivos, arcos ni chispas.

9.- EQUIPO SUMERGIDO EN ACEITE.

Es el que mantiene sus partes energizadas que puedan producir arcos o chispas en operación normal o anormal sumergidas en aceite, para evitar que inflamen cualquier mezcla adyacente.

10.- VENTILACION INDEPENDIENTE.

Consiste en presionar con aire limpio los locales cerrados donde se instalen equipos eléctricos de tal manera que se evite la entrada de gases o vapores al interior.

11.- LAMPARA.

Manantial de luz artificial que se funda en algún fenómeno eléc  
trico o de combustión.

12.- LUMINARIA.

Aparato provisto de lámparas y elementos necesarios para su en-  
cendido.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- MANUAL DE ALUMBRADO
  - Westinghouse
  - Edit. Dossat, S.A.
- 2.- MANUAL DE LUMINOTECNIA
  - Osram
  - Edit. Dossat, S.A.
- 3.- NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS. (NTIE) 1985
  - Parte I, Instalaciones para el uso de la energía eléctrica.
  - SECOFI (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial)
  - Edit. Andrade
- 4.- NORMAS PARA PROYECTOS DE OBRAS
  - Clasificación de áreas peligrosas y clasificación de equipos Norma 2.346.13
  - Petróleos Mexicanos
- 5.- PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO
  - Curso de instalaciones eléctricas
  - IMP (Instituto Mexicano del Petróleo)
- 6.- MANUAL PRACTICO DE ELECTRICIDAD PARA INGENIEROS
  - Donald G. Fink, H. Wayne Beaty, John M. Carroll
  - Edit. Reverté, S.A.

- 7.- ILLUMINATING ENGINEERS SOCIETY
  - Lighting Handbook
  - Lighting Calculation 9º Capítulo
  
- 8.- NATIONAL ELECTRICAL CODE ( NEC ) 1981
  - NFPA (National Fire Protection Association)
  - Norma Americana
  
- 9.- BOLETINES DE FABRICANTES
  - Crouse Hinds Domex; Secciones C, D, F, L y P
  - Condumex; Catálogo de conductores eléctricos
  - Arrow Hart; Interruptores, receptáculos y placas
  - Holophane; Catálogo condensado de iluminación
  - Sylvania; Fundamentos de lámparas e iluminación