
FACULTAD DE QUIMICA

UNAM

**Ingeniería Preventiva de Pérdidas en el
Manejo, Uso y Almacenamiento de Materiales
Inflamables y/o Explosivos**

243

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a :

NORBERTO ENRIQUE NIETO GONZALEZ





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis
ADQ. 1974
FECHA 1974
PROC. MT-233

229



QUIMICA

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MI HIJO

A MIS HERMANOS

A MIS MAESTROS

A TODOS ELLOS GRACIAS

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: DR. RAMON VALDEZ SIMONON.
VOCAL: J. C. ANTONIO REYES CHULICERO.
SECRETARIO: J. C. CARLOS CASTAÑEDA ESTRADA.
1er. SUPLENTE: J. C. JORGE MERCADERO PENICHE.
2o. SUPLENTE: J. C. RAJJO RAMIREZ Y OTERO.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

S U S T E N T A N T E :

NORBERTO CAMARGUE NIETO GONZALEZ.

ASESOR DEL TEMA:

J. C. ANTONIO REYES CHULICERO.

I N D I C E

INGENIERIA PREVENTIVA DE PERDIDAS EN EL
RUEGO, USO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA
LES INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVOS.

	Página
CAPITULO 1 MOTIVOS POR LOS CUALES SE REALIZA ESTA TESIS	2
CAPITULO 11 CAUSAS Y NUMERO DE INDUSTRIAS SINISTRADAS EN LA REPUBLICA MEXICANA, ASI COMO EL MORTO DE LAS PERDIDAS POR INCENDIO Y EXPLOSION.	7
CAPITULO 111 LAS CONSECUENCIAS QUE REPRESENTAN LOS SINIES- TROS EN LA ECONOMIA NACIONAL.	16
CAPITULO 1U LA INGENIERIA PREVENTIVA DE PERDIDAS EN LA - INDUSTRIA.	19
CAPITULO U PROPIEDADES DE LIQUIDOS, GASES Y SOLIDOS INFLA- MABLES Y/O EXPLOSIVOS.	23
CAPITULO U1 CLASIFICACION DE MATERIALES INFLAMABLES Y/O EX- PLOSIVOS.	34
CAPITULO U11 ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS INFLAMABLES Y/O EX- PLOSIVOS.	39
CAPITULO U111 ADITAMENTOS DE SEGURIDAD	72
CAPITULO 1X PROCESOS DONDE INTERVIENEN MATERIALES INFLAMA- BLES Y/O EXPLOSIVOS.	120
CAPITULO X INSTALACION Y EMPLAÑO ELECTRICO EN DONDE SE AL- MACENAN MATERIALES INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVOS.	144

INGENIERIA PREVENTIVA DE PERDIDAS EN
EL MANEJO, USO Y ALMACENAMIENTO DE
MATERIALES INFLAMABLES Y EXPLOSIVOS.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

MOTIVOS POR LOS CUALES SE REALIZA ESTA TESIS

La ingeniería en todas sus manifestaciones, va paralela con el progreso de la humanidad, la que requiere de un avance explosivo - en el campo de la investigación, desarrollo y eficiente producción para poder satisfacer todas sus necesidades, necesidades existentes y - futuras, lo que implica cada vez mayores riesgos y paradójicamente ésta es una de las tantas contradicciones que existen en la vida, para poder progresar y desarrollarse es necesario crear riesgos y para continuar progresando es necesario proteferse de ellos.

Es inegable que existen hechos nefastos e impredecibles que pueden alterar el normal desarrollo de un país, de un estado, de una empresa o de un hogar, con las consecuentes repercusiones negativas - que lo imprevisto puede causar y todos nosotros y los que nos rodean están sujetos a un sinnúmero de riesgos tales como: inundaciones, huracanes, ciclones, temblores, incendios, explosiones, etc. los cuales pueden paralizar y poner en estado de emergencia a un conglomerado. - En algunas ocasiones no es necesaria la presencia de los riesgos catatróficos, sino que un simple desperfecto de una máquina o de un equipo puede paralizar una área de una ciudad, lo que trae consigo pérdidas - económicas consecuentes considerables.

Con el objeto de tener una idea de la magnitud de las pérdidas económicas y humanas que sufre nuestro país a consecuencia de accidentes y la forma en que afectan al producto nacional bruto me permitiré citar datos obtenidos de las estadísticas llevadas en el Instituto Mexicano del Seguro Social, así como de ponencias presentadas por la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad A.C.

BALANCE DE PERDIDAS DEL AÑO DE 1967 (Balance Global más reciente).

Accidentes de tránsito: cuatro mil muertos con más de 500 millones de pesos perdidos en bienes materiales.

Incendios: pérdidas materiales que exceden de los mil millones de pesos anuales, según apreciación de la Asociación Mexicana de - Higiene y Seguridad A. C.

Inundaciones: centenares de muertos y pérdidas superiores que las producidas por incendios.

Accidentes de trabajo: según datos del Instituto Mexicano -

del Seguro Social más de 3'500,000 días perdidos sobre esos accidentes y el pago por dicho Instituto por más de \$ 100'000,000.00 a lo que deberá agregarse por lo menos \$ 500'000,000.00 adicionales por producción no obtenida.

Accidentes en el hogar: producen aproximadamente el doble de defunciones y días-hombres perdidos por accidentes de trabajo. Se cuantifican las pérdidas materiales en más de \$ 2'000,000.00 anuales.

Incapacidades: \$ 35'000,000.00 pagó el Instituto Mexicano del Seguro Social por este concepto, además cuestan a la economía del país más de \$ 27'000,000.00 los 2'000,000 de invalidos que existen por accidentabilidad. Según el Dr. Luis F. Vales Ancona, Coordinador Nacional de Rehabilitación, del Depto. de Riesgos Profesionales del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Por lo anterior, el producto nacional bruto de 112,000 millones de pesos a que ascendió en el año de 1967, tuvo una sangría de 32,000 millones de pesos o sea el 28.5% del mismo.

(Datos obtenidos de la conferencia titulada "La accidentabilidad como un problema de Salud Pública" por el Dr. Víctor Heredia E. miembro de la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A. C.)

Pero no únicamente los accidentes realizados afectan bienes reemplazables, sino también el elemento más valioso que hace funcionar cualquier organización: EL HOMBRE. Un elemento vital del cual no importa la naturaleza de sus actividades y el cual no es susceptible de reemplazarse fácilmente, por eso es que en todas las latitudes, las ausencias y demás efectos causados por accidentes tienen un impacto negativo en la productividad de un país, de un centro de trabajo de un hogar ...

Conocemos de sobra que gran parte de los riesgos han sido -- inevitables o al menos la tecnología moderna no cuenta con medios para evitarlos. Pero eso sí gran parte de los siniestros realizados pudieron haberse evitado si se hubiesen tomado las medidas de prevención pertinentes.

Día a día se ven en los encabezados de los diarios accidentes de distinta índole, tales como: incendios y explosiones, a los cuales ya no les prestamos gran importancia por lo numerosos y lo familiarizados que estamos con ellos, pero todos ellos en mayor o menor grado

afectar a nuestra economía nacional ya que esos negocios forman o formaban una parte del engrane de nuestra complicada estructura económica, que al final de cuentas son pérdidas que se traducen en capital, debido a la paralización de centros de trabajo, que a la postre agudizan el problema de desempleo en nuestro país.

Es ampliamente conocido que nuestro desarrollo estará garantizado en la medida que logremos nuestra independencia técnica, económica y cultural del extranjero, disminuyendo nuestras cifras de importación, lo cual únicamente puede ser factible a través de un aumento de producción que satisfaga en primer lugar nuestras necesidades de consumo y posteriormente el aumento de nuestras ventas al exterior para nivelar nuestra deficitaria balanza comercial con otros países. Pero así como el desarrollo debe estar garantizado por una producción creciente e ininterrumpida, ésta se deberá apoyar en bases seguras - que garanticen que la capacidad productiva no se interrumpa a consecuencia de siniestros que paraliquen total o parcialmente nuestro desarrollo.

Estas bases deberán estar constituidas por un eficiente y dinámico "Programa de Prevención de Pérdidas".

Es por todas estas razones que me vi motivado a seleccionar este tema de tesis que ayude en una modesta parte a evitar la ocurrencia de siniestros y que en forma indirecta contribuirá en nuestro desarrollo.

Cabe hacer la aclaración que esta tesis por ningún concepto deberá interpretarse como una solución total al problema de accidentes y eventualidades, ya que como había señalado con anterioridad, hay riesgos o peligros que son inevitables y otros muchos que no están al alcance de mis conocimientos, por lo que este trabajo se referirá únicamente a la Ingeniería Química aplicada a la prevención de pérdidas por sustancias inflamables y/o explosivas en la industria fabril en general, que de acuerdo a las estadísticas que más adelante se analizarán es de los renglones que ocasiona más daños humanos y materiales en la Industria Mexicana.

Esta tesis tiene como principal finalidad, la de ser fácilmente comprendida por un nivel de técnico medio hacia niveles profesionales.

Se ha evitado hasta donde es posible eliminar tecnicismos.

y educaciones complicadas que aumenten la complejidad del tema.

Lo anterior es debido a que en la Industria Nacional de esca la media y sobre todo en la pequeña industria existen técnicos en pro-ducción, montenimiento y seguridad que son de otras especialidades o -bién que no tienen una cultura o una carrera a nivel universitario, por lo que incluir tecnisismos sería útil únicamente a un determinado y re-ducido grupo de profesionistas y por ende sería aplicable a un reducido número de industrias.

CAPITULO 11

*CAUSAS Y NUMERO DE INDUSTRIAS SINISTRADAS
EN LA REPUBLICA MEXICANA, ASI COMO EL MON-
TO DE LAS PERDIDAS POR INCENDIO Y EXPLOSION*

Este capítulo está basado en una recopilación de datos, obtenidos de las siguientes fuentes de información:

- 1) Anuario estadístico de la Dirección General de Estadísticas de la Secretaría de Industria y Comercio.
- 2) Anuario Estadístico editado por la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros.
- 3) Estadísticas elaboradas por la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros.

El objeto fundamental de haber recopilado tres fuentes distintas de información se debe a lo siguiente:

- a) Tener suficientes elementos de juicio para una mejor apreciación en lo referente al monto anual de pérdidas e índice de siniestralidad registrado.
- b) Nos permite conocer cuáles fueron las pérdidas que no fueron indemnizables, contra aquéllas que fueron indemnizadas por Compañías de Seguros Mexicanas.
- c) Se aprecian las diferencias que existen entre ellas.

ANUARIO ESTADISTICO DE LA DIRECCION GENERAL DE LA SECRETARIA
DE INDUSTRIA Y COMERCIO

*Incendios registrados en el país en los medios urbano y rural
y pérdidas materiales por Incendio.*

<i>Año</i>	<i>Núm. de Siniestros</i>	<i>Monto</i>
1962	5,000	98'215,000
1963	5,075	96'825,000
1964	5,300	111'487,000
1965	5,620	144'092,000
1966	5,719	176'446,000
1967	6,089	268'712,000
1968	6,259	147'310,000
1969	7,039	200'495,000
1970	7,717	521'541,000

ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA COMISIÓN NACIONAL BANCARIA Y DE SEGUROS

Número de Siniestros y Monto de los mismos registrados en el país
en el *Ramo de Incendio indemnizados.

Año	Número de Siniestros	Monto Total Ramo de Incendio	Monto estimado de daños por Incendio y/o Explosión
1962	5,402	115'612,927	106'363,992
1963	3,392	84'703,287	77'916,240
1964	3,667	83'353,128	76'684,877
1965	2,828	93'855,052	85'610,647
1966	2,866	92'424,865	85'030,875
1967	3,817	105'117,956	96'708,519
1968	5,274	156'777,180	144'235,005
1969	4,949	138'231,160	173'172,667
1970	4,656	238'489,695	219'410,519

(*) El Ramo de Incendio comprende los siguientes riesgos dentro de la terminología de seguros:

- 1) Riesgo o Cobertura básica Incendio y/o Rayo.
- 2) Cláusula de Explosión.
- 3) Cláusula de Huracán, ciclón, granizo y vientos tempestuosos.
- 4) Huelgas, alborotos populares y vandalismo.
- 5) Combustión espontánea.
- 6) Aviones, objetos caídos de los mismos, colisión de vehículos.

Cabe hacer la aclaración que no se reportan los datos relativos a número de industrias siniestradas ni el tipo de siniestro, debido a que no se lleva hasta la fecha este tipo de estadísticas en la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros.

Según informes recibidos a partir de 1973 se llevarán datos desglosados en siniestralidad para cada cobertura, así como para cada tipo de negocio.

No obstante lo anterior, se efectuó un muestreo que se obtuvo de las estadísticas de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros en la cual se refleja que los daños ocasionados por Incendio y/o Rayo y Explosión son aproximadamente un 93% del monto total del Ramo de Incendio.

ESTADÍSTICAS DE LA ASOCIACION MEXICANA DE INSTITUCIONES DE SEGUROS.

NUMERO DE SINIESTROS POR INCENDIO Y EXPLOSION Y MONTO DE LOS PAGOS
INDENTIFICADOS POR COMPAÑIAS DE SEGUROS Y AFILIADAS A LA A.M.I.S.S.

1 9 6 9

Tipo	Número de siniestros por:		Monto por:	
	Incendio	Explosión	Incendio	Explosión
Industriales	197	50	15'225,754	769,544
Sencillos	236	13	17'645,672	259,312
Total:	433	63	32'871,426	1'028,856

1 9 7 0

Tipo	Número de siniestros por:		Monto por:	
	Incendio	Explosión	Incendio	Explosión:
Industriales	608	67	100'699,253	931,881
Sencillos	766	28	43'055,042	689,289
	1,374	95	143'754,895	1'721,170

NUMERO TOTAL DE SINIESTROS DE INCENDIO Y/O EXPLOSION Y MONTO TOTAL -
DE LOS PAGOS INDENTIFICADOS POR COMPAÑIAS DE SEGUROS AFILIADAS A LA -
A.M.I.S.S.

Año	Número de siniestros por Incendio y Explosión	Monto total Incendio y Explosión
1969	496	33'900,282
1970	1,469	145'476,065

COMO SE PODRA OBSERVAR LAS DISTINTAS ESTADÍSTICAS DIFIEREN
ENTRE SI, POR LO QUE TODAS ESTAS PUEDEN CONSIDERARSE COMO VALIOSOS
ANTECEDENTES DE INFORMACION Y NO COMO DATOS PLERAMENTE CONFIABLES.

ANUARIO DE LA DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA

Total de Incendios registrados en el país y lugares donde ocurrieron, así como número total de víctimas que cobraron dichos siniestros.

Año	Habitación	Comercios	Vía Pública	Sembradíos bosques y minas	Talleres	Fábricas	Total	Lesionados	Muertos
1968	2,247	407	1,386	1,600	293	321	6,259	600	147
1969	2,422	459	1,630	1,933	257	388	7,089	816	163
1970	2,908	601	2,212	688	732	556	7,717	653	213

Causas de los Incendios registrados en el país.

Año	Aparatos y útiles de alumbrado y calefacción	Equipos, - Motores y Maquinaria	Inprudencia, descuido ignorancia	Desconocidos	Substancias inflamables y/o explosivos y cortos circuitos	Total
1968	594	391	1,954	1,954	1,523	6,259
1969	617	413	2,141	2,201	1,717	7,089
1970	614	549	2,050	2,612	1,872	7,717

*Siniestralidad por orden de importancia y monto, por entidades federativas
en la República Mexicana.*

Entidad	1968		1969		1970	
	Número de In- cendios	Monto en Dólares de \$	Número de In- cendios	Monto en Dólares de \$	Número de In- cendios	Monto en Dólares de \$
México, D. F.	1,839	30,546	1,934	41,361	1,986	108,550
Sonora	588	10,168	632	15,141	653	8,951
Chihuahua	508	16,940	592	9,602	711	9,163
Baja Calif.	446	21,278	480	25,084	619	54,858
Nuevo León	429	4,523	492	15,022	486	6,791
Tamaulipas	371	5,446	450	5,187	514	8,679
Jalisco	255	7,562	347	8,083	337	13,620
Coahuila	185	2,150	232	10,944	234	2,512
Veracruz	184	4,703	194	4,878	297	212,928
Sinaloa	171	2,075	159	7,150	156	16,385
Guanajuato	165	7,407	188	4,015	172	3,540
Guerrero	161	5,084	235	9,087	181	8,149
Edo. de Mex.	146	6,535	158	13,245	344	30,609
Puebla	132	1,314	131	27,941	138	1,605
Michoacán	84	1,901	216	4,862	193	16,285
Durango	82	2,566	103	1,188	93	2,002
San Luis P.	78	225	101	1,926	85	1,402
Yucatán	76	1,233	62	2,418	60	517
Tabasco	66	123	57	46	74	62
Hidalgo	52	9,036	47	471	93	4,818
Morelos	46	670	47	667	49	2,036
Querétaro	42	403	48	379	46	1,474
Oaxaca	34	316	43	831	48	214
Chiapas	29	1,024	27	3,557	30	238
Nayarit	25	2,344	26	102	24	748
Baja Calif. T.	24	1,551	26	708	34	1,268
Quintana Roo	10	17	7	13	8	45
Zacatecas	9	49	10	191	7	32
Campeche	8	29	13	324	15	-
Tlaxcala	8	21	10	19	11	65
Aguascalientes	5	11	19	123	17	224
Colima	1	40	3	30	2	180

CONCLUSIONES

De acuerdo a las estadísticas las cuatro causas de siniestralidad de mayor importancia son las siguientes:

1) Siniestros originados por causas desconocidas	32.00 %
2) Siniestros causados por la imprudencia, negligencia y descuido.....	30.00 "
3) Siniestros ocasionados por el uso de - substancias inflamables y/o explosivas, así como aquéllas atribuibles a cortos circuitos.....	24.00 "
4) Siniestros ocasionados por artefactos y aparatos utilizados en alumbrado y calefacción	8.00 "
5) Siniestros ocasionados por motores, - equipos y maquinaria	6.00 "
	100.00 %

Desglosar cada uno de estos renglones nos llevaría a conclusiones muy interesantes, pero dado a que no es la finalidad del tema - únicamente haré un breve comentario de éstos, ya que por sí solo se refleja el impresionante porcentaje de estos siniestros.

Dentro del primer renglón en importancia, nos manifiesta que la causa de gran número de siniestros nunca se llegó ni se llegará a - saber a qué se debió la ocurrencia de dicho siniestro debido a una serie de factores de los cuales podemos citar los siguientes:

- a) Falta de elementos necesarios para dar un juicio justo.
- b) Falta de datos necesarios por parte de los afectados, para la determinación de la causa, y
- c) Posible carencia de conocimiento en la materia, por representantes autorizados en la investigación del siniestro.

En el segundo caso, o sea uno de los renglones de mayor índice de siniestralidad, nos refleja que la imprudencia, el descuido y la negligencia son atribuibles directamente al factor humano que es una de las principales causas de siniestralidad.

En este segundo renglón, aparentemente el índice de siniestralidad es menor, en comparación del primero, pero si se llegara a conocer el motivo soportado en el renglón de causas desconocidas y éstas fueran desglosadas incrementarían notablemente el índice de siniestralidad de este segundo renglón.

Existen estadísticas más rígidas en que señalan al factor humano como principal causa de accidentes. Estas mencionan que de cada diez accidentes nueve fueron atribuibles al factor humano.

El tercer renglón en importancia, es el referente al uso indebido o métodos inadecuados en el manejo de sustancias inflamables y/o explosivas que también se pueden atribuir en gran parte al elemento humano.

CAPITULO 111

*LAS CONSECUENCIAS QUE REPRESENTAN LOS
SINJESTROS EN LA ECONOMIA NACIONAL*

Todos sabemos de la insistente lucha que se libra en nuestro país para vencer las dificultades que se anteponen a nuestro desarrollo, tratando de erradicar el subdesarrollo por medio de programas nacionales de sustitución de importaciones y por otro lado tratando de entrar en el comercio internacional como exportador de bienes manufacturados y semifacturados, pero desgraciadamente el costo que supone la política de sustitución de importaciones sigue creciendo, mientras que los intentos de incorporarse al comercio mundial con productos de exportación tradicionales dan resultados muy endeblés.

Por lo que día a día, nuestra balanza de pagos puede verse más comprometida.

La sociedad contemporánea se ha convertido en una inmensa máquina de fabricar productos y México forma parte de ese mundo y por lo que el único camino para erradicar el subdesarrollo, es proseguir con la industrialización y por ende mantener la capacidad productiva de las industrias existentes.

Por otra parte no es necesario ser un economista o sociólogo para darse cuenta que la desocupación en México es un problema agudo y será mayor si no se aumentan los centros de trabajo, así como mantener vigentes y en pleno desarrollo los centros de producción existentes.

En los países altamente industrializados el cierre de una empresa por algún siniestro, llámese incendio, explosión, huracán, huelga, etc., causa muchos daños, debido a que la producción llena una necesidad social y económica de dicho país.

En México un siniestro en uno de sus centros importantes de producción además de ser un grave retraso en su industrialización, la pérdida se refleja inmediatamente en el producto nacional bruto.

Ahora bien, aparentemente un siniestro, lo vemos como un acontecimiento penoso que causa un daño al que lo sufrió, o a la compañía de seguros que lo indemnizó en lo referente a pérdidas materiales, pero generalmente cobran vidas las cuales dejan vacíos dolorosos en muchos hogares que posiblemente constituyen una carga a la sociedad de un país que lucha por salir de un retraso.

Lo anterior ciertamente no deja de ser doloroso pero aún es causa de daños que inclusive pueden ser mayores entre los cuales cabe

mos enumerar los siguientes:

- 1) Las industrias tienen como uno de sus objetivos llenar -- una necesidad social y al encontrarse paralizada se perderá esa finalidad.
- 2) La desocupación de obreros y empleados que como ya lo - habíamos indicado es crítica en nuestro país.
- 3) Pérdidas económicas. Los trabajadores que no perciben - salario son incapaces de consumir. Así como, las indus- trias productoras, por lo que éstas también se verán afec- tadas.
- 4) Se pierden también los servicios y las prestaciones a - los trabajadores y a sus familiares y a la comunidad.
- 5) Aumentan nuestra dependencia económica del extranjero al adquirir equipo y maquinaria pesada que aún no se produ- ce en México y posiblemente se incrementarían nuestros - pagos a países industrializados por el concepto de "Pa- gos por Asistencia Técnica".
- 6) Indirectamente se afectaría la balanza de pagos al provo- car la importación del equipo necesario para la reinsta- lación de la maquinaria y equipo dañado.
- 7) Las compras a otras empresas abastecedoras de materiales también se verán disminuidas lo cual reducirá a ésta su capacidad de adquisición y, con posibles ajustes de perso- nal.

En síntesis es una reacción en cadena que afecta a toda la esfera económica.

Otros daños consecuenciales serían los siguientes:

- 1) Existe la posibilidad de perder la protección aduanal y por lo que se abrirían las puertas a la competencia ex- jera.
- 2) Se pierde el mercado nacional y hasta existe la posibili- dad de perder mercado internacional.

Por lo anterior podemos deducir que un siniestro no única- mente involucra pérdidas de vidas que en sí son pérdidas de fuerza de trabajo disponibles, así como daños materiales que muchas veces son - cuantiosos, sino también graves lesiones a la sociedad y a la econo- mía nacional por los cuantiosos e incalculables pérdidas consecuentes.

CAPITULO 10

LA INGENIERIA PREVENTIVA DE
PERDIDAS EN LA INDUSTRIA

De acuerdo a las estadísticas elaborados en los E.E.U.U. el -- 43% de las empresas que llegan a sufrir un incendio, éste causa tales daños que las elimina totalmente del mercado ocasionando una disminu-- ción en la fuente de ingresos y de trabajo. El 23% logran subsistir - pero antes de los tres años van a la quiebra y sólomente un 34% de las industrias que han sufrido serios siniestros logran quedarse en el mer-- cado.

De lo anterior surge la imperiosa necesidad que toda empresa necesita de una sólida protección, basada en la prevención por medio - de equipo y personal entrenado y capacitado así como de técnicos espe-- cializados en INGENIERIA PREVENTIVA DE PERDIDAS.

La finalidad de la INGENIERIA PREVENTIVA DE PERDIDAS es el - mantener la capacidad productiva de la empresa, evitando en todo lo - humanamente posible la ocurrencia de un riesgo que paralice total o -- parcialmente una fuente de trabajo.

Ventajas que representa el programa de Prevención de Pérdidas en una empresa:

- 1) Preservar la fuente de trabajo.
- 2) Disminuir los riesgos potenciales, anticipándonos al peli-- gro, eliminando el posible riesgo.
- 3) Se eliminarán los motivos de incertidumbre e inseguridad.
- 4) Los obreros y empleados laborarán con más confianza, lo - que reditúa en una mayor calidad de producto y mayor pro-- ducción.
- 5) Disminución en las cuotas del J.M.S.S.
- 6) Disminución en las cuotas de los seguros de Accidentes.
- 7) Disminuyen los costos del seguro de Daños.
- 8) Se obtiene un ahorro por las erogaciones que trae consigo un siniestro.
- 9) Acción más rápida en una emergencia debido a que el perso-- nal ha sido capacitado y entrenado para saber actuar an-- tes, durante y después de un siniestro.

El éxito de un negocio de manufactura depende directamente - de la preservación de la continuidad de su producción.

Las empresas deben diseñarse, construirse y operar no sólo-- mente para una producción eficiente, sino para asegurar la continuidad de la producción. En cuanto ocurra un suceso no programado que inte--

rrumpa las labores productivas, previamente ordenadas, la empresa lo -
reciente económicamente. Esta interrupción de actividades puede tener
un costo insignificante o puede representar la quiebra de un negocio,
dependiendo del tipo de evento y sus características en cada caso.

Existen empresarios que piensan que la implantación de un --
Programa de Prevención de Pérdidas es un gasto del cual nunca se podrá
probar su eficiencia, lo consideran como una inversión intangible, en
pocas palabras como una mala inversión, debido a que consideran que --
los accidentes llegan como un castigo divino.

No obstante de estar concientes que todos los accidentes mer-
man las ganancias de una empresa.

Ahora bien, si los accidentes en sí representan una fuga de
ganancias que en muchos casos son cuantiosas, un Programa de Preven--
ción de Pérdidas es conveniente implantarlo con el objeto de detener
las fugas y a la vez que sea el cimiento de una continua y creciente -
producción.

Lo anterior nos lleva indudablemente a pensar que la inver--
sión en un programa de seguridad es un buen negocio o dicho de otra -
forma cada accidente cuesta y es un dinero que se paga sin obtener na-
da a cambio. Consecuentemente el tener accidentes es un mal negocio,
ya que éste no únicamente representa el gasto directo resultante del -
mismo, sino que involucra otros gastos que aún pueden llegar a ser ma-
yores. Para ilustrar lo anterior me permitiré mencionar un ejemplo:
Supongamos que ocurre una explosión en un equipo sujeto a presión (una
caldera) y en el cual resultan daños materiales y humanos; los daños -
directos e indirectos que ocasiona el accidente serían entre otros los
siguientes:

- 1) Daños materiales al equipo que originó la explosión.
- 2) Daños a la estructura y al equipo adyacente.
- 3) Paro en la producción.
- 4) El costo de re-arranque.
- 5) Costo de la reparación o reemplazo.
- 6) Baja de productividad a causa del accidente, así como una
posible baja de calidad del producto.
- 7) Posible pérdida del mercado.
- 8) El costo que significa sanear la producción interrumpida,
si es que esto es posible, etc.

En el supuesto caso que hubiera personal dañado:

- 1) Daños humanos que pueden ir desde lesiones dolorosas, hasta la muerte.
- 2) El tiempo que se traduce en costo del lesionado, mientras éste esté en posibilidades de volver a trabajar, o en el peor de los casos el costo del entrenamiento del empleado substituido.
- 3) El tiempo pagado al empleado o a los empleados que atienden al lesionado.
- 4) El tiempo traducido en costo del personal que administrativamente esté involucrado para manejar el caso del accidentado.
- 5) Aumento en las cuotas del seguro por incremento en el índice de siniestralidad.
- 6) El tiempo traducido en costo de los que investigan las causas del accidente.
- 7) El tiempo traducido en costo de todos los curiosos y la consecuente baja de producción causada por el accidente.
- 8) La probable necesidad de pagar tiempos extras, etc.

Estos entre otros muchos son los daños directos e indirectos, así como fugas de ganancias los que se derivan por no contar con un adecuado Programa de Prevención de Pérdidas.

Por lo anteriormente expuesto queda plenamente confirmado que todo accidente reduce las utilidades de una empresa en mayor o menor grado y nos lleva a la conclusión de todo aquello que nos ayude a reducir o eliminar las pérdidas es una buena inversión.

Por supuesto que implementar un Programa de Prevención de Pérdidas en una empresa, puede ser muy sencillo o complejo; económico o costoso, todo depende del tamaño de la empresa, sus características, así como de sus riesgos potenciales.

CAPITULO V

*PROPIEDADES DE LOS LIQUIDOS, GASES Y SOLIDOS
INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVOS.*



PROPIEDADES DE LIQUIDOS, GASES Y SOLIDOS
INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVOS.

-Propiedades Físico-Químicas de la combustión. -Elementos que intervienen para iniciar una combustión. -Clasificación de fuegos. -Propiedades, características y definiciones. -Substancias que bajo determinadas condiciones son peligrosas.

PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LA COMBUSTIÓN.

Gran parte de los adelantos científicos y de las comodidades de que gozamos se deben en gran parte al fuego. Si nos ponemos a analizar con detenimiento la intervención de este en nuestra vida, veremos que hay pocas cosas que nos rodean, en las cuales no ha intervenido el fuego, ya sea en forma directa o indirecta.

El uso constante del calor, consecuencia del fuego, nos ha hecho ver a este elemento con familiaridad, a tal grado que únicamente sentimos temor por el fuego cuando lo vemos destruir a propiedades y a vidas.

Es indiscutible que el fuego controlado es un aliado de incalculable valor para el bienestar y progreso de la humanidad, pero un fuego fuera de control es sin duda el más terrible e implacable enemigo de ella.

EL FUEGO COMO UNA REACCIÓN FÍSICO-QUÍMICA.

El fuego es la oxidación rápida de los materiales combustibles o inflamables con desprendimiento de luz y calor.

En otras palabras podemos decir que el fuego es una reacción físico-química entre el oxígeno con un material combustible acompañado de una evolución de energía térmica, la cual es detectada por una incandescencia o flama.

ELEMENTOS QUE INTERVIENEN PARA INICIAR UNA COMBUSTIÓN.

Son tres los elementos que van íntimamente ligados para iniciar y propagarse una combustión, la falta de cualquiera o de no existir cualquiera de ellos en la proporción debida es punto básico para anular ésta.

Los elementos necesarios son:

- 1) El material combustible.
- 2) El oxígeno y/o aire.
- 3) El calor.

La convergencia de estos tres elementos nos producen la combustión. Si uno de estos tres elementos no está en la debida proporción el fuego no puede iniciarse, o bien cuando cualquier de estos es alterado.

De lo anterior es de donde parte el principio de extinción y control. De su más simple forma.

CLASIFICACION DE FUEGOS.

FUEGOS CLASE A.- Se encuentra dentro de esta clasificación todos los combustibles ordinarios que tienen la particularidad de dejar residuos carbonosos una vez de haber terminado su combustión, por ejemplo: papel, cartón, madera, trapo, etc.

FUEGOS CLASE B.- Se encuentran dentro de esta clasificación todos los líquidos inflamables, tales como hidrocarburos líquidos, solventes, alcohol, acetona, etc.

FUEGOS CLASE C.- Son aquéllos fuegos que se originan en aparatos eléctricos que reciben, transforman o generan corriente eléctrica.

FUEGOS CLASE D.- Son aquéllos para los cuales no existen medios directos para su extinción, tales como gases inflamables y/o explosivos y algunos metales como el sodio metálico, el magnesio.

* PROPIEDADES, CARACTERÍSTICAS Y DEFINICIONES.

PUNTO DE FLAMABILIDAD.- El punto de flambilidad de un líquido es la más baja temperatura en la cual se desprenden sus vapores en cantidades suficientes en o cerca de su superficie y que al combinarse con el aire nos forman una mezcla explosiva o inflamable.

Es la temperatura mínima del líquido en la cual se desprende vapor suficiente para formar una mezcla ignicible con el aire cercano en la superficie del líquido o dentro de un recipiente cerrado.

PUNTO DE IGNICION.- Es la más baja temperatura en que la mezcla de aire y vapor arderá y continuará ardiendo cuando dicha mezcla ha sido prendida.

En otras palabras, es la temperatura en la cual los materiales arderán y seguirán ardiendo.

El punto de ignición usualmente siempre estará encima del punto de flambilidad.

LIMITES DE FLAMABILIDAD O EXPLOSIBILIDAD.

Cada líquido inflamable requiere de una determinada temperatura para que sus vapores lleguen a formar concentraciones con el aire para que produzcan una mezcla inflamable.

* Ver propiedades físico-químicas de substancias comunes en la Tabla 1

Si tenemos una cantidad insuficiente de vapores en el aire se nos formará una mezcla pobre, bajo la cual no ocurre ninguna -- propagación de flama al estar en contacto con una fuente de ignición, al igual que si tenemos una mezcla demasiado rica en vapor o gas en -- proporción con el aire, existirá una carencia de oxígeno que impedirá la flama o explosión.

Estos límites de vapor o gas con aire se conocen como los -- límites de flamabilidad superior o inferior.

Se llaman límites explosivos aquéllas concentraciones de va -- por o gas en el aire en las cuales es posible la flama o explosión, -- es decir que debe de existir un equilibrio entre los vapores o gases inflamables y el aire.

LÍMITE INFERIOR DE EXPLOSIBILIDAD O FLAMABILIDAD. (L.I.E.)

Es el más bajo porcentaje en volumen de gas o vapor en el -- aire en el cual puede ocurrir un flamaço.

LÍMITE SUPERIOR DE EXPLOSIBILIDAD O FLAMABILIDAD. (L.S.E.)

Es el más alto porcentaje de gas o vapor en el aire en el -- cual puede ocurrir un flamaço.

Ejemplo 1) El límite inferior de la gasolina es de 1.3% y el máximo es de 6.0%

Ejemplo 2) El límite inferior del hidrógeno es de 4% y el máximo de 70%

Dentro de estos rangos el manejo de estos materiales se ha -- ce sumamente peligroso.

La diferencia entre el límite inferior y el límite superior se le denomina como Rango de Explosibilidad.

TEMPERATURA DE AUTO-IGNICION.

Es la mínima temperatura requerida para iniciar la combus -- tión en ausencia de chispa o flama.

Esta temperatura varía dependiendo de la naturaleza, tamaño y forma de la superficie del material.

Por ejemplo el disulfuro de carbono puede ser prendido alre

dedor de 125° C. y los líquidos inflamables comunes pueden ser prendidos en condiciones favorables a temperaturas de 260° C. por superficie caliente.

COMBUSTION EXPONTANEA

Es el resultado de una reacción química, rápida o lenta que sufren los materiales independientemente de cualquier fuente externa.

La combustión espontánea generalmente ocurre a través de un ciclo de oxidación, mismo que genera calor lentamente en su principio, hasta que aumenta suficiente temperatura y llega al punto de ignición. En muchos materiales este proceso se desarrolla lentamente y no llega al clima, sino hasta dentro de varios días debido a que hay suficiente aire para permitir la oxidación, pero insuficiente para producir llamas.

GRAVEDAD ESPECIFICA.

La gravedad específica de los líquidos inflamables es importante para determinar el tipo de fuego por extinguir.

Debido a que existen líquidos inflamables que su gravedad específica es menor que el agua y por lo tanto flotan en ella y otras que tienen una gravedad específica mayor que el agua y son ahogados por una suficiente cantidad de ésta.

DENSIDAD DEL VAPOR (Densidad relativa)

Densidad del vapor comparada con el aire. Los vapores de líquidos inflamables son más pesados que el aire. Esta es la razón por la cual los flamaos de vapores de líquidos inflamables cubren grandes áreas y recorren grandes distancias a lo largo del suelo, pasillos, ductos y drenajes.

Algunos gases inflamables en contraste con los líquidos inflamables son más ligeros que el aire y cubren grandes áreas en edificios.

Para el primer caso se requiere una ventilación adecuada al nivel del piso, en el segundo una buena ventilación cerca de los techos.

PUNTO DE FUSION.

El punto de fusión es importante en el manejo de aquéllas --

substancias que a la temperatura ambiente son sólidas, pero asumen características de líquidos inflamables cuando son fundidas.

Ejemplo: El naftaleno, sebo y sustancias similares.

PUNTO DE EBULLICION.

Es la temperatura a que la presión de vapor de un líquido - calentado está en equilibrio a la presión total ejercida en la superficie de dicho líquido.

Arriba de su punto de ebullición de un líquido inflamable - propician que la operación se designe como operación peligrosa.

PRESION DE VAPOR.

Todos los líquidos presentan presiones de vapor definidas - de mayor o menor grado a todas las temperaturas.

Cuando un líquido inflamable está sujeto a un incremento de temperatura éste vaporizará debido a que aumenta la energía cinética de translación de las moléculas, lo cual aumentará la velocidad de vaporización y por consiguiente la presión de vapor.

TEMPERATURA.- La fuerza motriz que produce una transferencia de energía interna se denominará temperatura.

CALOR.- Es la forma de energía que se transfiere de un cuerpo a otro como resultado de una diferencia de temperatura.

SOLUBILIDAD EN EL AGUA.

Los líquidos inflamables solubles o que tienen la facultad de mezclarse con el agua son menos peligrosos que los insolubles debido a que los primeros tienden a aumentar considerablemente su punto de inflamabilidad y de ignición disminuyendo su peligrosidad.

Por ejemplo el alcohol y la acetona, si se les agrega agua - en suficiente cantidad se convierten en líquidos no inflamables por la dilución.

Además los líquidos solubles cuando están mezclados con agua tienen la propiedad de ser conductores de la electricidad y por tal motivo no pueden acumular carga estática.

SUBSTANCIAS QUE BAJO DETERMINADAS CONDICIONES SON PELIGROSAS.

Ver clasificación en la tabla 1

GRUPO APELIGROSAS EN CONTACTO CON MATERIALES COMBUSTIBLES.

Se incluyen dentro de este grupo los materiales oxidantes, tales como cloratos, nitratos y peróxidos, los cuales contienen oxígeno el cual puede ser fácilmente liberado por calor o reacción química, estimulando la combustión de algunos materiales combustibles.

Algunos son altamente inflamables y/o explosivos por sí mismos, otros son no combustibles o de combustión lenta, otros pueden causar violentas combustiones si están en contacto de combustibles orgánicos.

Los productos químicos pertenecientes a este grupo deberán ser almacenados lejos de fuentes de calor, flamas abiertas, combustibles orgánicos y reactivos químicos.

GRUPO BSUBSTANCIAS PELIGROSAS EN CONTACTO CON MATERIALES OXIDANTES.

Algunos combustibles orgánicos comunes son fácilmente quemados por el contacto con oxidantes químicos. Otros materiales inflamables explotan o reaccionan violentamente si están expuestos al contacto.

Para su protección se requieren rociadores automáticos y la respectiva eliminación de oxidantes químicos.

Aniline chloride, benzal de hidq bencil acetate.

GRUPO CSUBSTANCIAS PELIGROSAS CON AIRE O HUMEDAD POR CALOR ESPONTANEO.

(Combustión espontánea)

Son aquéllas sustancias que arden en contacto con el aire o humedad ya que éstos provocan su oxidación. Estas sustancias deberán ser guardadas en recipientes cerrados para prevenir cualquier contacto.

Una vasta ventilación también es indicada para disipar el calor o gases inflamables que producen estas sustancias.

Ejemplos: Acido cianhidrico, aceite de manteca de puerco, litio, aceite de linaza, aceite de mostaza, aleación de sodio potasio,

ácido oleico.

GRUPO D

SUBSTANCIAS PELIGROSAS CUANDO SON CALENTADAS.

Los productos químicos clasificados en este grupo pueden explotar, quemarse o arder violentamente. Sus vapores cuando se descomponen pueden arder moderadamente.

Ellos deberán ser almacenados lejos de fuentes de calor y de otros combustibles.

En las operaciones de molienda que produzcan calor por fricción, deberán ser evitadas se deberán ejecutar con extremas precauciones.

Ejemplo: Oxolato de butilo, Dietil Carbitol, Butil Carbitol,

GRUPO E

SUBSTANCIAS PELIGROSAS EN CONTACTO CON EL AGUA.

Estos materiales en contacto con el agua expulsan vapores peligrosos, provocan reacciones exotérmicas y también pueden explotar.

Deberán ser manejados o almacenados en edificios incombustibles. Por lo que se deberán evitar sistemas de protección a base de agua.

En caso de que por necesidades de trabajo o espacio se encuentren otros materiales combustibles dentro de esa área, los materiales de este grupo deberán ser guardados en recipientes no combustibles y a prueba de agua y en el caso de procesos, los materiales deberán cubrirse en lo posible con cubierta no combustible.

Ejemplo: Dietilén Glicol, Cloroetano, Sulfocloruro.

GRUPO F

Substancias peligrosas con determinadas materiales.

F1 Substancias peligrosas con el Acido Crómico.

Ditilí succinptan, Lutanediol, Magnecio, Metil Decarptan

F2 Substancias peligrosas en contacto con ácidos minerales.

Metil Decarptan, Sodio Potasio.

- F3 *Substancias peligrosas en contacto con alcohol, ether, hidrocarburos, o gases inflamables.*
Fósforo rojo.
- F4 *Substancias peligrosas en contacto con metales.*
(Liberan hidrógeno)
Peróxido de hidrógeno $H_2 O_2$
- F5 *Substancias que se descomponen con la mayor parte de los metales, sales metálicas y materiales reductores*
Diethyl Peroxide.
- F6 *Substancias peligrosas en contacto con cloro, bromo, yodo, -ácidos y alcalis .*
Mezclas de sodio y potasio y agua oxigenada.
- F7 *Substancias peligrosas con Acido Sulfúrico.*
Magnesio, Metil Mercaptan.

GRUPO G

Explosivos o altamente combustibles.

GRUPO H

Substancias que puedan explotar con el fuego.

Cloruro de Vinilo (monomero)
Acetylene dichloride (c/c:ccl)

GRUPO I

Explosivos cuando son mezclados con el aire.

Eter Dietólico, Eter Divinilo.

GRUPO J

Peligros en forma de polvos.

GRUPO K

Substancias metálicas que pueden presentar fuego. *Dependen de su forma, cantidad y condiciones ambientales.*

Magnesio, Uranio, Circonio.

T A B L A I

PROPIEDAD DE SUSTANCIAS INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVAS MAS COMUNES

NOMBRE:	FORMULA:	PUNTO DE FLAMABILIDAD TOMADA EN COPA CERRADA EN COPA ABIERTA	LIMITE DE EXPLOSIVIDAD EN EL AIRE % EN VOLUMEN INFERIOR LIE SUPERIOR LSE	TEMP. DE AUTOIG NICION	GRAVEDAD ESPECIFICA GE	DENSIDAD DE VAPOR CV	PUNTO DE FUSION	PUNTO DE EBULLICION	PELIGROSIDAD P.M.	CP CV	MATERIAL DE CONSTRUCCION ASIENTOS Y DISCOS	CAK
Acetaldehido	CH3CHO	-20.5	1,6	10,4	446	0,821	4,08	101,0	B-D-G	29	1,28 1-2-3-4-8	335
Acetona	CH3-CO-CH3	0	-9,44	2,1	13,0	1000	0,788	2,00	-94,6	56,5	D-G	---
Acetileno	HC2CH	---	---	2,5	81,0	571	0,621	0,91	---	-84,5	D-G-H-I	---
Amoniaco	NH3	0,3	GAS	1,5	28,0	1204	---	0,596	-77,0	---	1,33 1-2-3-8	340
Amyl Acetate	CH3-COO-C5H11	76	26,6	1,1	7,5	714	0,879	4,49	-80,0	63,5	B-D-G	---
Amyl Alcohol	C5H11-CH2-OH	91	48,8	1,2	10,0	572	0,824	3,04	-78,0	137,0	B-D-G	---
Aniline Hidrocloride	C6H5NH2HCL	---	54,4	0,6	---	1004	1,25	6,15	217,5	340,0	B-D-G	---
Benceno	C6H6	12	---	1,4	8,0	1044	0,885	2,77	5,0	79,5	B-D-G	78 1,10 4-Au
Butano	C4H10	60	---	1,9	8,5	761	0,584	2,06	-139,0	1,5	B-D-G-I	---
Butano Iso	(CH3)2CH-CH3	-83	---	1,8	8,4	864	0,583	2,06	-160,0	12,5	B-D-G-I	---
Butyl Alcohol	C4H7CH2-OH	84	43,3	1,4	18,2	650	0,806	2,55	-88,0	117,0	D-G	---
Butyl Chloridam	C4H9CH2-CL	---	9,4	1,8	10,1	860	0,887	3,20	-124,3	76,0	B-D-G	---
Butylene Oxide	---	5	---	1,5	18,3	---	0,822	---	---	57,0	B-D-G	---
Ciclohexano	C6H12	---	6,6	1,3	8,4	500	0,783	2,90	6,8	81,0	B-D-G	84 1,08
Ciclopropano	C3H6	GAS	2,4	10,4	928	0,700	1,45	-127,0	-34,0	---	B-D-G-I	---
Diethylamina	(C2H5)2-NH	124	6,65	---	---	---	0,777	5,42	---	180,0	B-D-G	---
Diethyl Ether	CH3OCH3	-42	GAS	3,4	26,7	662	0,661	1,62	-138	-24,0	D-G	---
Dimethyl Sulfide	(CH3)2 S	---	2,3	19,7	403	0,845	2,14	-99,12	37,0	D-G	---	
Divinyl Ether	CH2=C(CH3)CH=CH2	-22	---	1,8	36,5	680	0,774	2,41	---	39,0	D-G-H-I	---
Ethane	C2H6	-136	---	3,0	12,5	959	---	1,04	184,0	-89,6	B-D-G-I	30 1,32
Ethylene	H2C=CH2	-121	---	2,7	34,0	842	0,566	0,975	-170,0	-104,0	B-D-G-H	28 1,20
Formaldehido	HCOOH	130	93,3	---	---	795	1,08	1,03	---	98,0	D-G	---
Gas Oil	---	---	4,7	33,0	637	---	0,47	---	---	---	D-H-I	---
Gasolina	---	-45	---	1,3	7,6	700	0,71	3,0	-60,0	33,0-205,0	B-D-G	---
Gasovian	---	-45	---	1,0	7,6	800	0,70	3,0	-60,0	42,0-158,0	B-D-G	---
Hexano N	CH3(CH2)4CH3	-29	---	1,0	7,0	---	0,669	3,0	-96,3	60,0	B-D-G	86 1,08
Hidrogeno	H2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2 1,40 1-2-3-4	336
Hidrogeno Cyanide	HCN	---	---	---	---	---	1,39	---	---	125,0	A-C-D-H-P4-P5-P6	---
Metano	CH4	---	5,3	13,9	999	---	0,554	-183,0	-162,0	D-G-H	16 1,30 1-2-3-4	336
Methyl Alcohol	CH3OH	54	15,5	5,5	36,5	878	0,792	1,11	-98,5	-100,0	D-G-H	32 1,20 4
Methyl Propianato	CH3COOC2H5	28	---	2,4	13,0	876	0,915	3,03	-98,0	80,0	B-D-G	---
Naphtha (76%)	---	20-45	---	0,9	6,0	450	0,75	3,75	-50,0	93,3-148,8	B-D-G-H	---
Nitroglicerina	(CH2NO3)2C3HNO3	EXP.	---	---	---	518	1,601	7,84	11,0	260,5	EXR-D-P-G-H	---
Nitrogeno	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	28 1,40	---
Octano	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	32 1,40 1-2-4-8-9	345
Propano	C3H8	-105	---	2,2	9,6	871	0,508	1,56	-189,0	-42,0	B-D-G-H-I	44 1,14 2-3-4-8
Sodio Potasio	2,5NA-78°K	---	---	---	---	---	0,85	---	-10,0	783,5	B-C-D-E-P-P2-P6-P7-G-H-K	---
Tolueno	C6H5CH3	40	45	1,3	7,0	997	0,872	3,14	-95,7	110,5	B-D-G-H-I	---
Sulfur Dioxide	SO2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	64 1,26	---
Vinyl Chloride	CH2=CHCL	---	78,0	4,0	22,0	880	0,97	2,15	-105,0	-14,0	B-D-G-H-I	---
Vinyl Acetate	CH3COOCH=CH2	18	-1,1	2,6	13,4	802	1,06	2,97	-80,0	71,5	B-D-G	---
Xileno-m	C6H4(CH3)2	77	---	1,1	7,0	982	0,869	3,66	-48,0	138,0	B-D-G	---
Xileno-o	C6H4(CH3)2	63	23,8	1,0	6,0	867	0,885	3,66	-25,0	143,5	B-D-G	---
Xileno-p	C6H4(CH3)2	77	---	1,1	7,0	984	0,866	3,66	13,0	138,0	B-D-G	---

NOTA: LA COMPOSICION DE ESTA TABLA FUE UNA RECOPILOCACION DE DATOS
OBTENIDOS DE: Pike Catalogo de Discos de Runtura.

Elementos de Quimica y Rudimentos de Analisis Quimicos por P.T.D.
Handbook of Industrial, Loss P. Revention.
NFPA, National fire Protection Association.
Crosby- Catalogo de Alambres de Seguridad.



CAPITULO VI

*CLASIFICACION DE MATERIALES INFLAMABLES
Y/O EXPLOSIVOS*

Existen muy pocas industrias en las cuales de una manera o de otra no sea necesario el manejo de líquidos o gases inflamables y/o explosivos.

Día a día se incrementa la demanda de derivados del petróleo ya sea como materia prima o bien como un auxiliar básico para la industria de transformación o de servicio, todo ésto aunado a la ya creciente demanda de solventes y en general a todos aquéllos líquidos que son considerados inflamables.

Ahora bien para poder valorar y cuantificar la peligrosidad de estas sustancias es necesario contar con una escala que nos permita conocer su índice de peligrosidad de manera tal que al utilizarlos se tomen las medidas preventivas más adecuadas para su manejo, ya sea dentro del campo de la transportación, transformación y producción o servicio.

Para tal fin se han llevado a cabo trabajos muy completos para establecer una división entre los líquidos que son muy peligrosos, peligrosos, normales y aquéllos que no lo son.

Debido a la importancia que tiene el correcto conocimiento del comportamiento y peligrosidad que puede representar el inadecuado manejo de estas sustancias, me permito presentar una recopilación de códigos de siete países altamente industrializados que cuentan con laboratorios de investigación para una adecuada clasificación:

ALEMANIA

- Clase I - Sustancias con un Punto de Flamabilidad de $69.8^{\circ}F$ ($21^{\circ}C$) inferiores.
- Clase II - Sustancias con un Punto de Flamabilidad arriba de $69.8^{\circ}F$ ($21^{\circ}C$) hasta $131^{\circ}F$ ($55^{\circ}C$)
- Clase III - Sustancias con un Punto de Flamabilidad arriba de $131^{\circ}F$ ($55^{\circ}C$) a $212^{\circ}F$ ($100^{\circ}C$)

HOLANDA

- K-0 Presión de vapor mayor que una atmósfera a $98.6^{\circ}F$ - - - ($37^{\circ}C$)
- K-1 Sustancias con un Punto de Flamabilidad de $69.8^{\circ}F$ - - - ($21^{\circ}C$) o menos.
- K-2 Sustancias con un Punto de Flamabilidad arriba de - - -

69.8° F (21° C) hasta 131° F (55° C)

K-3 *Substancias con un Punto de Flamabilidad arriba de - -
131° (55° C) hasta 212° C (100° C)*

ITALIA

*Categoría A - Substancias con un Punto de Flamabilidad abajo
de 68.8° F (21° C)*

*Categoría B - Substancias con un Punto de Flamabilidad de --
69.8° F (21° C) hasta 149° F (65° C)*

*Categoría C - Substancias con un Punto de Flamabilidad arri-
ba de 149° F (65° C)*

SUSA

K-1 *Substancias con un Punto de Flamabilidad de 69.8° - -
(21° C) o menos.*

K-2A *Substancias con un Punto de Flamabilidad arriba de - -
69.8° F (21° C) hasta 86° F (30° C)*

K-2B *Substancias con un Punto de Flamabilidad arriba de 86°
F (30° C) hasta 140° F (60° C)*

K-3 *Substancias con un Punto de Flamabilidad arriba de - -
140° F (60° C)*

REINO UNIDO

*Clase A - Substancias con un Punto de Flamabilidad abajo de -
73° F (22.8° C)*

*Clase B - Substancias con un Punto de Flamabilidad entre - -
73° F (22.8° C) hasta 150° F (65.6° C)*

*Clase C - Substancias con un Punto de Flamabilidad arriba de
150° F (65.6° C)*

FRANCIA

*Categoría A - Presión de vapor en exceso de una atmósfera a -
59° F (15° C)*

*Categoría A.1 - Almacenadas a temperaturas abajo de 32° F
(0° C)*

Categoría A.2 - Almacenadas bajo otras condiciones.

*Categoría B - Substancias hasta un Punto de Flamabilidad de -
131° F (55° C)*

*Categoría C - Substancias con un Punto de Flamabilidad arriba
de 131° F hasta 212° F (100° C)*

Categoría D - *Substancias con un Punto de Flanabilidad arriba de 212° F (100° C)*

ESTADOS UNIDOS

Clase 1 - *Punto de Flanabilidad abajo de 100° F (37.8° C) y pueden sub-dividirse en:*

Clase 1A - *Punto de Flanabilidad abajo de 73° F (22.8° C) y punto de ebullición abajo de 100° F (37.8° C)*

Clase 1B - *Punto de Flanabilidad abajo de 73° F (22.8° C) y punto de ebullición arriba de 100° F (37.8° C)*

Clase 1C - *Punto de Flanabilidad de 73° F (22.8° C) y - abajo de 100° (37.8° C)*

Clase 11 - *Punto de Flanabilidad de 100° F (37.8° C) y abajo de 140° F (60° C)*

Clase 111- *Punto de Flanabilidad de 140° F (60° C) en adelante y pueden sub-dividirse en:*

Clase 111A - *Punto de Flanabilidad de 140° F (60° C) y abajo de 200° F (93.4° C)*

Clase 111B - *Punto de Flanabilidad arriba de 200° F --- (93.4° C)*

CLASIFICACION DE LA FACTORY MUTUAL

Grupo Especial con un punto de inflamabilidad (copa cerrada) abajo de 80° F (26.67° C) y con punto de ebullición abajo de 125° F (51.67° C)

Clase 1 - *Punto de Flanabilidad abajo de 80° F (26.67° C) y punto de ebullición de 125° F superior.*

Clase 2 - *Punto de Flanabilidad de 80 a 200° F (26.67° C a - 93.33° C)*

Clase 3 - *Punto de Flanabilidad arriba de 200° F*

CLASIFICACION DE LA N.F.P.A.

Se consideran líquidos inflamables aquéllos que tienen un punto de flnabilidad abajo de 140° F (60° C) y que no excedan - de una presión de vapor de 40 lb/in² a 100° F (37.8° C).

Los rangos de temperatura son los mismos que el mencionado en la clasificación oficial de E.E.U.U.

Líquidos combustibles son aquéllos que tienen un punto de flnabilidad de 140o F (60°) en adelante.

CLASIFICACION DE LA R.F.P.A. PARA LIQUIDOS VISCOPOS.

- 1) Para líquidos que tienen una viscosidad menor de 45 SUS a 100° K (37.3° C) y con Punto de Flanabilidad abajo de 175° K (79.4° C)

Los métodos implantados por la Tested Clored A.S.T.M.

- 2) Para líquidos viscosos menores de 45 SUS a 100° F y Punto de Flanabilidad ambos de 175° F (79.4°) deberán ser determinados por la Pensky Martens Closed Testes A.S.T.M.

Las anteriores clasificaciones no son aplicables a las siguientes substancias:

- a) Para líquidos fuera de los F.P. especificados que pueden ser inflamables bajo ciertas condiciones tales como hidrocarburos alogenados, mezclas conteniendo fracciones de -- petróleo.
- b) Mezclas, sprays o espumas.

CAPITULO U11

- A) TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS INFLAMABLES.
- B) TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASES INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVOS.
- C) ALMACENAMIENTO DE TAMBORES CONTENIENDO LIQUIDOS INFLAMABLES.

A) TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS INFLAMABLES.

- Peligros que pueden presentarse. -Explosión.
- Usos de los tanques de almacenamiento. -Tipo de tanques de almacenamiento más comunes. -Características. -Diseño. -Sustentación y soportes.
- Localización de tanques sobre tierra. -Diques de contención. -Tuberías. -Código de identificación. -Aditamentos. -Drenajes. -Operaciones de llenado. -Operaciones de vaciado. -Medidas de seguridad.

A) TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS INFLAMABLES.- Peligros que pueden presentarse.

Los líquidos inflamables son volátiles por naturaleza y en condiciones ambientales normales están continuamente desprendiendo vapores que tienen la característica de formar mezclas inflamables y/o explosivas con el aire. Estos vapores muchas veces no pueden ser detectados por los sentidos humanos y debido a que son más pesados que el aire, pueden abarcar grandes extensiones de superficie, trasladándose relativamente lejos de su fuente de origen, pudiéndose encontrar en su camino una fuente adecuada de ignición.

Estos vapores pueden introducirse a través de registros, cañerías y ductos creando un serio peligro a lo largo de las zonas por las cuales se extiende.

Debido a que son vapores más pesados que el aire, tienden a quedarse en lugares bajos, sótanos, entresuelos, hoquedades, etc., llegando a acumularse si no existe en esas partes una adecuada ventilación.

En el caso de los hidrocarburos, se les agregan pesticidas para identificarlos cuando existen fugas, pero estas sustancias no se usan cuando estos hidrocarburos son usados como materias primas para la elaboración de un producto.

A pesar de que los vapores se desprenden continuamente de los líquidos inflamables éstos se liberan con mayor facilidad cuando se encuentran cercanos a una fuente de calor o en una atmósfera caliente, lo que trae como consecuencia que se comporten como contenidos livianos.

Los contenidos livianos son un hidrocarburo, o una mezcla de hidrocarburos con una presión Reid de vapor de 1.23 atmósferas o más. Los contenidos livianos se evaporarán rápidamente a la temperatura y presión ambiente.

Los hidrocarburos con una presión Reid de vapor de 1.23 atmósferas o más, son contenidos livianos; aquéllos con una presión menor no lo son.

Los contenidos livianos son gases a la temperatura y presión del ambiente. El metano y etano (componentes principales del gas natural) son transportados como gases en gasoductos por todo el país. Es

tos gases se usan como combustible en varias operaciones industriales y para calefacción en casas y oficinas.

Entre otros de los peligros que puede presentarse en el almacenamiento, podemos enumerar los siguientes:

- 1) Fallas en las costuras de los tanques de almacenamiento.
- 2) Fallas en las tuberías de llenado o alimentación.
- 3) Fallas en los soportes o en su cimentación.
- 4) Fallas en los dispositivos de seguridad por mal diseño o mantenimiento.
- 5) Descuidos, negligencia, exceso de confianza, etc.

Características de una rápida combustión de los líquidos inflamables:
La explosión.

Una explosión es una rápida combustión del vapor de los líquidos inflamables en combinación con el aire, con la respectiva evolución del calor e iluminosidad y con un marcado incremento de presión.

Los productos explosivos guardan una estrecha relación en muchas ocasiones, con los materiales inflamables. Pero su importancia en la industria moderna nos hacen admitirlo como elemento independiente.

Materias explosivas son todas aquéllas substancias que en determinadas circunstancias se descomponen bruscamente desprendiendo calor y gas de rápida formación, acompañando todo ello de ruidos y efectos mecánicos. Se produce una onda de choque, cuya velocidad depende de la naturaleza del explosivo. Si la descomposición es progresiva, habrá defragación, con una velocidad de onda de choque de 300 a 800 mts. por segundo y si es instantánea habrá detonación, con una velocidad de 2,000 a 8,000 mts. por segundo. Cruz Caro

Las explosiones sobrevienen cuando la mezcla de vapores inflamables en contacto con el aire se encuentran dentro del rango de explosibilidad y ésta mezcla es prendida.

El peligro de explosión existe tanto en espacios abiertos sin ventilación como en locales cerrados. Pero los daños son mayores en éstos últimos.

El peligro de explosión siempre existirá en aquéllas áreas encerradas en el que existen líquidos inflamables que tengan un punto

de inflamabilidad de 6° C o menos y en general podemos decir que todos los líquidos que sean calentados arriba de su punto de inflamabilidad - presentan este peligro.

También están sujetos a este riesgo, aquéllos equipos en los cuales la temperatura de operación es más alta que el F.P. de líquido que se esté manejando.

Dependiendo de la temperatura de operación del líquido inflamable y la naturaleza misma de la operación, el peligro puede ser continuo ó intermitente y las principales causas de calentamiento incluyen las reacciones químicas, la fricción y las causas internas.

Los recipientes que contienen líquidos inflamables, si son - calentados ó accidentalmente son expuestos al fuego por encima de su punto de ebullición, empiezan a desprender vapores que van a actuar sobre las paredes del recipiente que las contiene, ocasionando una ruptura - repentina en el recipiente debido a una sobrepresión, ese líquido puede desprenderse en forma de flamazo o crear una explosión.

Tipo de Tanques de almacenamiento más comunes.

- a) Los tanques de almacenamiento de líquidos constituyen una fuerte inversión en todo tipo de industria debido al alto costo del recipiente, su contenido y sobre todo que una continua producción dependerá del estado en que se encuentren éstas.
- b) Un tanque de almacenamiento es aquél que contiene los líquidos, antes, durante y después de un determinado proceso.
- c) El almacenamiento de líquidos no se limita únicamente a - las materias primas, sino también a las materias en proceso de elaboración y terminadas.

Existen tres clasificaciones de sustancias que se consideran peligrosas y deben tenerse cuidados especiales para su manejo, las cuales son:

- Substancias inflamables y/o explosivas.
- Substancias tóxicas.
- Substancias corrosivas.

Existen una gran variedad de tanques de almacenamiento pero los principales pueden incluirse dentro de la siguiente clasificación:

Tipos de Tanques

- Verticales:**
- Tanques atmosféricos de techo cónico.
 - Tanques atmosféricos de techo flotante.
 - Tanques atmosféricos de techo fijo con cubierta flotante.
 - Tanques de techo desplazable o de expansión.
- Cilíndricos:**
- Horizontales.
 - Verticales.
- Portátiles.**

CARACTERÍSTICAS

TANQUES VERTICALES: son usados para almacenar una gran cantidad de líquidos.

1) **Tanques atmosféricos de techo cónico:**

Son los más comúnmente usados para el almacenamiento de líquidos inflamables. Y usualmente se encuentran soldados con débiles costuras en el techo. Su mayor desventaja es la pérdida de vapor causada por su respiración. La normal expansión y contracción de los contenidos del tanque varía con los cambios atmosféricos. El rango de operación del tanque es de 2.79 mm de Mercurio.

2) **Tanques atmosféricos de techo flotante:**

Son construidos con un techo, el cual flota sobre la superficie del líquido. Para la eliminación del espacio de vapor lo cual trae como consecuencia que sea grandemente reducida la peligrosidad por explosión.

3) **Tanques atmosféricos de techo fijo con cubiertas flotantes:**

Son similares en construcción que los tanques de techo cónico, excepto que tienen aberturas alrededor de la periferia del techo fijo. - Cuentan con una cubierta flotante sobre la superficie del líquido. - Donde la cubierta flotante es protegida del agua por el techo fijo, no se requieren de drenajes o ranuras estos tanques.

4) **Tanques de techo desplazable o de expansión:**

Parecidos en su ensamble a los tanques de techo cónico, excepto que el techo es completamente ensamblado y es libre para descolgarse arriba y abajo. Estos techos mantienen una ligera presión sobre el

líquido contenido en el tanque, están provistos de un sello entre el techo ensamblado y el recipiente. El desplazamiento del techo reduce las pérdidas por respiración.

TANQUES CILÍNDRICOS.

Estos son usados para almacenar pequeñas cantidades de líquidos. Los cabezales pueden ser planos o curvos, la longitud de sus ejes puede ser horizontal o vertical, estos tanques pueden estar bajo tierra o sobre ella. Generalmente se utilizan para almacenar combustibles para calderas o máquinas de combustión interna, ejemplo: petróleo o diésel.

TANQUES PORTÁTILES.

Son utilizados en industrias que usan los líquidos contenidos en pequeña escala.

DISEÑO:

Se pueden agrupar en cuatro categorías que van en función de su presión de diseño:

- a) Tanques atmosféricos para presiones de 0 a 0.035 Kg/cm^2 (1.013 mm Hg)
- b) Tanques de baja presión mayores de 0.035 Kg/cm^2 a 1.05 Kg/cm^2 (30.40 mm Hg)
- c) Tanques de presión moderada mayores de 1.05 Kg/cm^2 a 21 Kg/cm^2 (608.15 mm Hg)
- d) Tanques de altas presiones que operan mayores de 21 Kg/cm^2 (5.513 mmq) hacia arriba.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE BAJA PRESIÓN.

Estos tanques están diseñados para resistir presiones hasta 1.05 Kg/cm^2 , son usados para almacenar líquidos volátiles particularmente bajo su propia presión de vapor. Estos tanques tienen forma de esferas, esferoides o cilíndricos. Son usados para almacenar líquidos que tengan un punto de ebullición abajo de 37.70° C . En general podemos decir que los requerimientos aplicables a los tanques atmosféricos también son aplicables a aquellos tanques de almacenamiento de baja presión, con algunas modificaciones en lo que respecta a su construcción y a su sistema de ventilación. Es de vital importancia que los tanques no excedan el diseño de la presión de trabajo a la cual están diseñados.

Son dos los factores básicos que intervienen para calcular el espesor del tanque:

- 1) Resistencia requerida para soportar el peso del líquido.

2) El factor de corrosión.

Todos los tanques de almacenamiento para líquidos inflamables deberán construirse de acero o concreto, a no ser que las características del líquido necesite del uso de otros materiales.

Para almacenar solventes o inflamables se recomienda el concreto, debido a que éste es un material resistente al fuego que pudiera sobre venir a un incendio, no obstante no son muy usuales este tipo de almacenamiento.

Para tanques de almacenamiento sobre tierra soldados, tanto del tipo vertical como del horizontal, el grosor mínimo en pulgadas se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E = 0.0001456 \times D \times (H-1) \times S$$

De donde:

E = Es el espesor mínimo en pulgadas.

D = Es el diámetro nominal interno del tanque en pies.

H = La altura en pies desde el fondo hasta el techo del tanque o hasta la altura en que se encuentre cualquier aditamento de sobre flujo.

S = La gravedad específica del líquido que será almacenado.

Los tanques deberán ser construidos de acuerdo a las normas del Código ASME

SUSTENTACION Y SOPORTES

Los tanques de almacenamiento deberán estar asentados sobre cimientos firmes, los cuales se deberán calcular de acuerdo a los siguientes factores:

- 1) Tipo de terreno (análisis).
- 2) Peso del tanque.
- 3) Peso del líquido por almacenar.
- 4) Peso del dique y losa de concreto.
- 5) Margen de seguridad (20 aprox.)

Los tanques verticales deberán estar asentados sobre un soporte elevado ligeramente, para proteger el fondo del tanque de posibles inundaciones, en el área.

Los tanques cilíndricos sobre tierra estarán asentados sobre unos apoyos de concreto de cuando menos un tercio de la circunferencia

del tanque, siendo los apoyos de cuando menos de 30 cm. de ancho para tanques que contengan un diámetro de 1.85 mts. para diámetros mayores los apoyos no deberán ser menores de 45 cm.

En todas aquéllas zonas de alta sismicidad los tanques deberán estar sujetos con brazos laterales con el objeto de resistir los posibles movimientos.

En el caso de que los soportes o cojinetes sean de acero, - estos deberán estar forrados de materiales resistentes al fuego, que proporcionen cuando menos dos horas de resistencia a la acción directa del fuego.

PREPARACION DEL AREA, LUGAR O SITIO EN DONDE SE VAN A INSTALAR LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

El área en donde se instalen los tanques de almacenamiento - deberán de reunir las siguientes características:

- 1) Deberán estar en sitios ligeramente altos para evitar los danos - por inundaciones.
- 2) Se recomienda que tengan un declive de uno a dos grados.
- 3) Deberán existir vías o caminos de rápido acceso para un pronto auxilio del equipo de protecciones contra incendio.
- 4) No deberá existir maleza.
- 5) En el caso de que se desee tener iluminada el área, deberá hacerse por medio de reflectores.
- 6) La selección del área deberá estar en función de los vientos predominantes de tal forma que éstos no lleven a otras áreas congestionadas, vapores calor o humo.

LOCALIZACION DE TANQUES SOBRE TIERRA.

Es de primordial importancia que los tanques de almacenamiento se encuentren alejados de edificios importantes tales como departamento de producción, bodegas de productos terminados y oficinas, debido a que un derrame del líquido ocasionado por una rotura, coartadura o falla de los soportes y cimentación pueden poner en peligro al personal y a las instalaciones en caso de que el líquido sea prendido.

Un adecuado espaciamiento es la de reducir la posibilidad de que el fuego se extienda a otras áreas.

El fuego puede propagarse por calor radiante a estructuras - expuestas o por el transporte del líquido o sus vapores.

Existen varias teorías sobre el distanciamiento de los tanques, tales como las mencionadas en el N.F.P.A. y el Factory Mutual.

Citaré exclusivamente las distancias que recomienda la Factory Mutual ya que éstas son más apegadas a la Industria Mexicana, así como las medidas que se siguen en Petróleos Mexicanos.

Cabe hacer notar que no siempre en los predios industriales se cuentan con distancias considerables que permitan el alejamiento recomendado de otras instalaciones, en tales casos será necesario que se aumenten con diques de contención o muros de retención.

La siguiente tabla de distancias mínimas contempla los dos - aspectos:

TABLA 2

Punto de flammabilidad	Capacidad de los tanques en litros	Mínima distancia de tanques y edificios importantes en metros	Mínima distancia de tanques con diques de protección de edificios importantes en metros
	Hasta 55,000	7.5	No requiere de diques excepto cuando sea necesario prevenir la entrada de líquidos inflamables.
Abajo de 43°C	55,001 - 190,000	15.0	12.0
	190,001 - 380,000	30.0	22.0
	Arriba de 380,000	60.0	30.0
	Hasta 55,000	4.5	No requiere de dique excepto cuando sea necesario prevenir la entrada de líquidos inflamables.
Arriba de 43°C	55,001 - 190,000	7.5	7.5
	190,001 - 380,000	22.0	15.0
	380,001 - 1'900,000	36.0	22.0

DIQUES DE CONTENCIÓN.

Deberán instalarse estos diques, sobre todo cuando exista el peligro de daño a otras propiedades.

La construcción de éstos, deberá ser de concreto armado considerando la presión lateral del líquido y el posible efecto de choque.

Se recomienda que cada tanque cuente con un propio dique y - la capacidad de contención será igual a la del tanque, más un margen - de seguridad.

La altura no deberá ser mayor de 0.5 mts. debido a que a mayor altura se dificultaría un combate efectivo del fuego.

Se pueden agrupar una serie de tanques cuyo volumen en total no exceda de 190,000 lts. de capacidad, siempre y cuando sea el mismo líquido o en su defecto, cuando el líquido de un tanque no pueda reaccionar con otros.

En el caso de tanques de la misma naturaleza dentro de una - misma área deberán estar separados por una distancia por lo menos igual a la mitad del diámetro del mayor de ellos pero nunca menor de 1 mt.

La distancia mínima entre grupos de tanques adyacentes no - deberá ser menor de 7.5 mts.

Tanques individuales con 190,000 lts. de capacidad requieren diques separados.

TUBERÍAS.

Estas deberán instalarse lo más accesibles y prácticas posibles.

Las tuberías de llenado deberán instalarse a través de la - parte alta del tanque y se prolongarán hasta un punto más bajo del nivel de las tuberías de succión. (Ver figura 2)

La tubería deberá de contar con válvulas para cortar el paso del líquido y diseñada para soportar las presiones a las que estará sujeta, además de ser del material adecuado según sean las condiciones - y el líquido que se maneje.

Las conexiones de tubería a los tanques de acero y fierro - forjado deberán estar unidas tanto ellas como el casco por medio de - soldaduras o ribeteadas (con el objeto de no presentar un riesgo de - incendio o explosión).

No deberán usarse tuberías flexibles ni mangueras excepto cuando exista vibración.

La tubería deberá ser lo más recto posible, con los drenes suficientes y con los aditamentos necesarios para expansión, concentración y vibración.

Algunos líquidos pueden afectar la tubería de acero y fierro a tal caso de deberá instalar tubería de cobre, acero inoxidable, aluminio, plomo, plástico o vidrio.

Se requiere de soportes adecuados para la tubería que se encuentre dentro de áreas sujetas a temblor, las juntas sobre las conexiones serán de material flexible.

Para tuberías de considerable longitud es conveniente colocar soportes cada 6 mts., además de que éstos nunca se deberán usar para soportar otras cargas, así como protegerlas contra posibles daños mecánicos.

CODIGO DE IDENTIFICACION DE LAS TUBERIAS.

Materiales peligrosos: amarillo o anaranjado.

Materiales seguros: verde, negro, blanco, gris o aluminio.

Tuberías de P.C.I. : rojo.

Materiales protectores: azul.

Materiales valiosos: violeta.

P.C.I. = Protecciones contra Incendio.

ADITAMENTOS.

Se deberán proveer de una abertura de registro en la parte alta de cada tanque exterior cuando el tanque tenga una capacidad mayor de 19,000 litros estas aberturas se conocen por el nombre de pozos de registro que tienen como finalidad efectuar periódicamente un exámen interior así como la respectiva limpieza del tanque. (Fig. 1, 2 y 3)

INDICADORES DE NIVEL.

Es conveniente instalar cualquier aditamento automático en los tanques para que se pueda conocer el nivel del líquido. (Ver fig. 2)

DRENAJES.

Los drenajes instalados en los diques es una práctica convenien

te debido a que un derrame del líquido contenido a consecuencia de una falla en la costura o rompimiento se podrá desalojar de una manera rápida y eficiente, eliminando la exposición de éste a una chispa o una fuente de ignición, así como disminuyendo las pérdidas por evaporación del líquido que en sí constituyen una fuente de peligro y pérdida económica.

Es conveniente que éstos drenes estén conectados a un sistema de bombeo a prueba de explosión, sobre todo cuando se trate de materiales de alto costo ya que éstos pueden ser transportados a otro tanque de almacenamiento.

En el caso de no contar con un sistema de bombeo, los drenes deberán desalojar el líquido en áreas alejadas en la planta teniendo especial cuidado en que éstos no estén conectados al drenaje general de planta, ni al drenaje municipal ya que puede lo anterior constituir un peligro inminente de explosión que podría afectar a la misma planta y a otros predios vecinos.

Los drenajes también son de gran utilidad para evitar estancamientos de agua dentro del dique.

ATERRIJADO.

Un adecuado aterrizamiento de los tanques y tuberías a base de cables conductores es suficiente.

Este tema será tratado en el noveno capítulo con mayor amplitud.

OPERACIONES DE LLENADO.

El área de carga y descarga de pipas deberá estar totalmente separada del área de almacenamiento.

Deberá estar aterrizada la pipa a tierra para evitar la acumulación de carga estática, lo cual se deberá hacer por medio de una tubería o un cable permanentemente aterrizado en el terreno, al cual se conectará un cable en cuyos extremos esté soldada una grapa o caimán, los cuales unirán el tanque de la pipa y al cable o tubería aterrizada.

La tubería de descarga también estará conectada a tierra.

(Las cadenas no son efectivas para conducir la electricidad estática.)

OPERACION DE VACIADO.

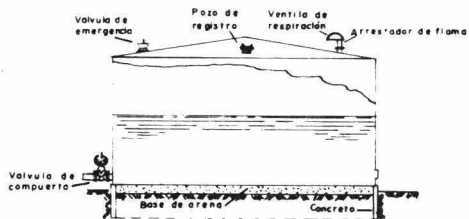
Las secciones de bombas, equipos de filtración o purificación en caso de que los hubiere éstas últimas se recomiendan que se encuentren a 7.5 mts. del área de vaciado y de llenado de pipas, siendo toda la instalación eléctrica en motores y arrancadores a prueba de explosión. (Ver fig. 4)

MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Además de contar con las medidas de seguridad mencionadas en este capítulo se deberán seguir las siguientes medidas que a continuación expongo en forma enumerativa, ya que por sí solas se explican:

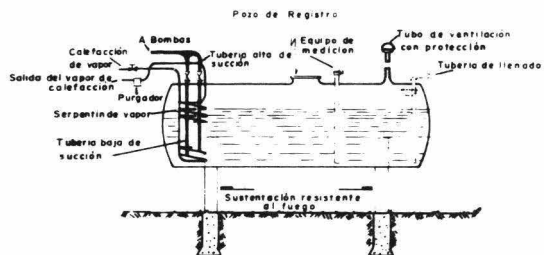
- 1) Es necesario llevar a cabo frecuentes y cuidadosos chequeos de los tanques para detectar posibles daños a los mismos.
- 2) Guardar el área limpia de grasa, yerbas y combustibles. Es recomendable que en las áreas de almacenamiento se use empedrado o piedras apisonadas para evitar el crecimiento de vegetación.
- 3) En lo posible, limitar el área de almacenamiento por medio de mallas de alambre con el objeto de evitar la entrada de personal extraño.
- 4) Evitar las áreas de almacenamiento cerca de fuentes de ignición, tales como: incineradores o equipo de flama abierta.
- 5) Colocar letreros alusivos, prohibiendo fumar o encender cerillos.
- 6) Eliminación de materiales que produzcan chispas.
- 7) Mantener en buen estado los respectivos instrumentos de indicación de: medición, volumen y presión.
- 8) Mantenimiento y revisión de los aditamentos de seguridad.
- 9) Deberán evitarse los trabajos de corte y soldadura en esa área, cuando exista líquido dentro del tanque. Para efectuar estos trabajos deberá desalojarse el líquido del tanque y llenarse éste con algún gas inerte.

FIG. N° 1



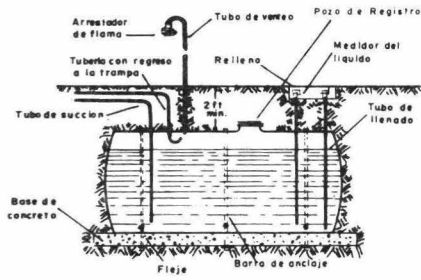
TANQUES DE ALMACENAMIENTO
VERTICALES DE TECHO CONICO

FIG N° 2



TANQUES DE ALMACENAMIENTO
HORIZONTALES SOBRE TIERRA

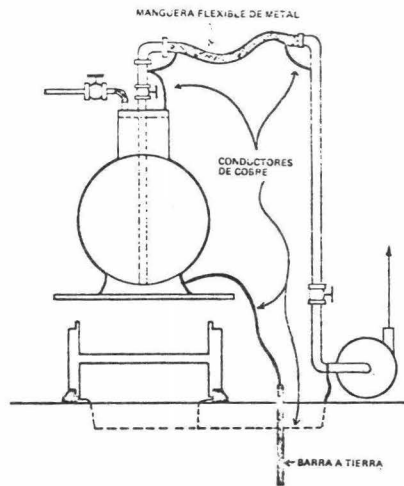
FIG. N° 3



TANQUES BAJO TIERRA

FIG. No. 4

DIAGRAMA DE CONEXIONES PARA DESCARGA



B) TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASES LICUADOS
Y/O EXPLOSIVOS.

-Peligros que representan. -Tipo de construcción. -Localización y arreglo de los almacenamientos. -Pruebas e inspección de los depósitos.

B) TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASES LICUADOS INFLAMABLES O EXPLOSIVOS.

La mayor parte de los gases son transportados y almacenados como líquidos, ya que éstos a la presión atmosférica y temperatura normal son gases.

El usar gases inflamables y/o explosivos ya sean como materias primas o como combustibles en realidad no es peligroso. El peligro consiste primordialmente en la ignorancia que priva en la gran parte de los consumidores por el desconocimiento total o parcial del peligro que representan estas substancias.

Ocurrirán incendios, explosiones en cuanto haya fallas humanas equipo inadecuado, prácticas de trabajos erróneas, equipos defectuosos, etc., los cuales seguirán arrojando un saldo considerable en pérdidas materiales y vidas humanas, mientras no se tenga una conciencia realista en la seguridad de la conservación de la vida y la riqueza que implica una etapa más en nuestro desarrollo.

Comunmente se atribuyen estas catástrofes a la coincidencia de una serie de circunstancias especialmente desgraciadas y consideradas como un caso fuera de lo normal.

Podríamos decir que la posibilidad que ocurra un daño por un incendio o explosión de un tanque de almacenamiento o bien de un proceso en donde se manejen estas substancias son inversamente proporcionales a las medidas de seguridad adoptadas y al grado de preparación y organización que se tengan en una negociación.

Las explosiones o flamaos son peligros que azotan y han acaudado con muchas industrias.

Desde el punto de vista físico-químico deberán existir tres condiciones presentes para que haya una explosión:

- a) Gas inflamable.
- b) La proporción correcta de aire para poder soportar una correcta combustión.
- c) Una fuente de ignición.

Para la magnitud del peligro se dependerá de varios factores variables: temperatura, presión barométrica, humedad, ventilación, ta-

maño del salón, proceso envuelto, construcción del equipo, la cantidad de gas generado y finalmente para que el peligro se encuentre en estado latente deberá existir el elemento humano.

Esta última aserción considero que es demasiado aventurada exponerla, pero me apoyo en que la negligencia, el descuido, la ignorancia, el exceso de confianza, los errores y violaciones a las reglamentaciones en gran parte contribuyen, si no es que en todos los sinicistros que llegan a realizarse.

TIPO DE CONSTRUCCION.

Después de muchos estudios y experiencias desafortunadamente se ha llegado a que la mayor forma de sujetar los tanques de almacenamiento es por medio de la incrustación en tierra de la parte más baja de la esfera y la separación de todas las conexiones y armaduras del polo inferior de la esfera.

A esta conclusión se llegó como resultado de una catástrofe ocurrida en una refinería que ocasionó varias muertes y un gran número de heridos, así como considerables daños materiales. La causa de la catástrofe fué que al efectuarse unos trabajos en el polo inferior de la esfera, se escapó una gran cantidad de gas licuado, el cual se incendió en forma de explosión, como consecuencia de ello, se produjeron otras explosiones e incendios, los cuales afectaron no sólo al tanque que originó la explosión sino también a los adyacentes ocasionando la ruptura, deformación y desplome de los mismos. (Ver figura 5)

Cabe hacer notar que este grupo de tanques se encontraban ci-
mentados en la forma tradicional de sustentación. (Ver figura 6)

A las conclusiones que se llegó fueron las siguientes:

- 1) Los depósitos esféricos son colocados y cu-
biertos con tie-
rra sobrepuesta hasta la base de los mismos. (Ver fig. 7)
- 2) La parte exterior del depósito, en la zona que se encuen-
tra en contacto con la tierra, es recubierta con un aisla-
miento protector contra la corrosión y con una capa inter-
media elástica de lana de vidrio, que permita la libre -
respiración de la esfera.
- 3) En el perímetro ecuatorial se fijan los soportes.

- 4) Todos las conexiones necesarias de tuberías y arnaduras se encuentran en el polo superior del depósito.
- 5) La disposición de la entrada y salida de las tuberías - deberá ser como se indica en la figura 8.

LOCALIZACION Y ARREGLO DE LOS ALMACENAMIENTOS.

Los almacenamientos de los recipientes sujetos a presión - conteniendo gases inflamables están sujetos a rupturas por fallas en su estructura o cimentación, así como posibles fuentes de calor externas que ocasionen reblandecimientos en las coronas cuando están expuestos a un fuego cercano.

Cuando una ruptura ocurre, una gran proporción del líquido contenido se convierte en vapor, liberando una gran energía expansible, seguido por un intenso flamaço de calor radiante quemando la cantidad de líquido inflamable encerrado dentro del recipiente, ocasionando una explosión.

Muchas veces se descargan las válvular de alivio o de seguridad las cuales arrojan el gas, el cual fácilmente puede ser prendido - creando una gigantesca antorcha. Lo cual desarrollará un intenso calor radiante exponiendo seriamente a edificios o a otros tanques de almacenamiento cercanos a éste.

El peligro puede ser reducido si se establece una adecuada - separación de los tanques de almacenamiento de las plantas principales o por medio de tanques enterrados o colocando sistemas de rociadores - automáticos sobre los tanques.

Forma de separar los tanques:

- 1) Instalar los tanques de almacenamiento a no menos de 25 - mts. de edificios importantes, servicios y almacenamientos de materias primas esenciales.
- 2) Localizar los almacenamientos de tanques al exterior en - paralelo, a no menos de 7.5 mts. entre ellos. Los cabezales de los tanques no deberán apuntarse entre ellos o a - los edificios importantes (tanque tipo salchicha).
- 3) Arreglo de instalaciones de grupos de tanques:
 - a) Para grupos de tanques a 25 mts. de edificios importan-

- tes, limitar el grupo a 225,000 lbs. (en cap. de agua)
- b) Para grupos de tanques a 60 mts. de edificios importantes, se permite almacenar hasta 340,000 lbs.
- 4) Es deseable dejar las distancias máximas posibles entre los tanques de almacenamiento y posibles fuentes de ignición.
 - 5) Cualquier tanque debe ubicarse en tal forma que los vientos prevalecientes lleven los vapores de un derrame en dirección contraria a una posible fuente de ignición.
 - 6) Las líneas deberán tener válvulas de alivio.

PRUEBAS E INSPECCION DE LOS DEPOSITOS.

Todos los tanques de almacenamiento deberán ser probados - hidrostáticamente, de acuerdo a los códigos vigentes, a la presión especificada según sea el material de que esté construido el tanque.

Las inspecciones deberán efectuarse cada dos años, sin exceder de un máximo de tres. Lo anterior está sujeto al líquido por almacenar y a las indicaciones del fabricante.

Estas inspecciones deberán hacerse en los siguientes casos:

- 1) Cuando se va a instalar un tanque nuevo.
- 2) Cuando el tanque ha contenido otros materiales.
- 3) Tanques que han estado fuera de operación, vaciados y purgados.
- 4) Cuando el tanque ha sido trasladado a otra localización.
- 5) Cuando el tanque ha estado expuesto a un fuego.
- 6) Cuando el tanque ha sufrido daños mecánicos.

Medidas de seguridad adicionales:

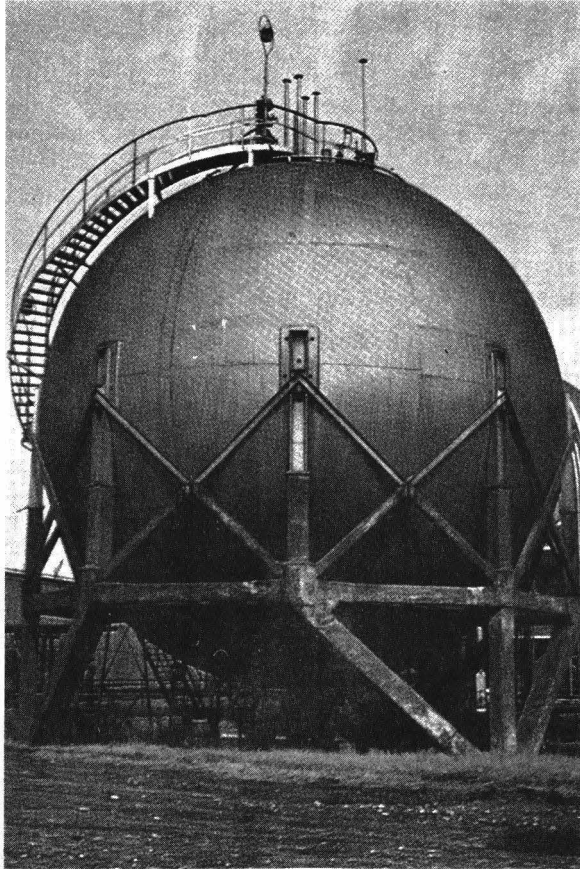
- 1) Prohibir el paso a personal ajeno.
- 2) No se deberán existir causas de ignición a los alrededores, tales como flamas abiertas o incineradores.
- 3) Prohibir soldar y cortar.
- 4) No fumar ni prender cerillos.
- 5) Eliminar todo tipo de instalación eléctrica, al no ser que ésta esté de acuerdo a las disposiciones especificadas en el capítulo correspondiente de Instalación Eléctrica en áreas peligrosas.

- 6) Eliminar hiervas, maleza alrededor de los tanques.
- 7) Las estaciones de carga deberán estar alejadas. Los motores de los camiones deberán ser a prueba de chispa, - así como los escapes de éstos.
- 8) Las estaciones de bombeo deberán ser totalmente a prueba de explosión.
- 9) Deberán contarse con un efectivo sistema de protecciones contra incendio tales como:
 - Extintores sobre ruedas.
 - Hidrantes.
 - Cañones.
 - Rociadores automáticos.
 - Boqueras de acción manual, los cuales deberán ser manejados por medio de estaciones de control.
- 10) El equipo deberá conectarse a tierra.
- 11) Areas debidamente ventiladas.

Fig. no. 5

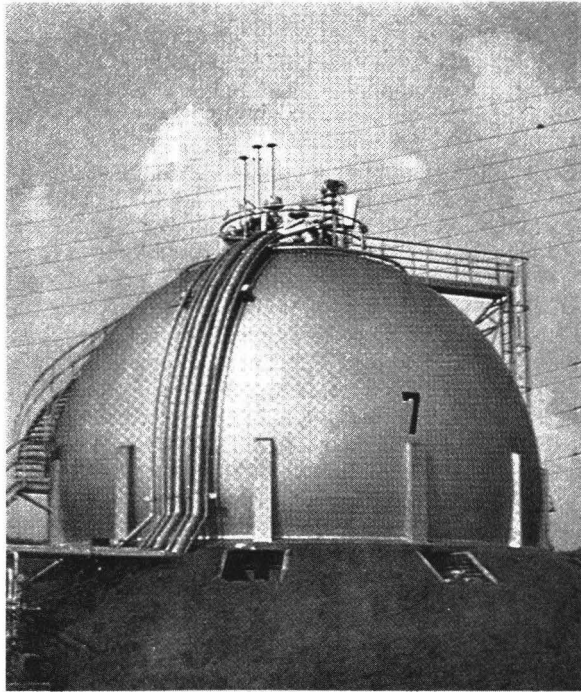


Fig. No. 6



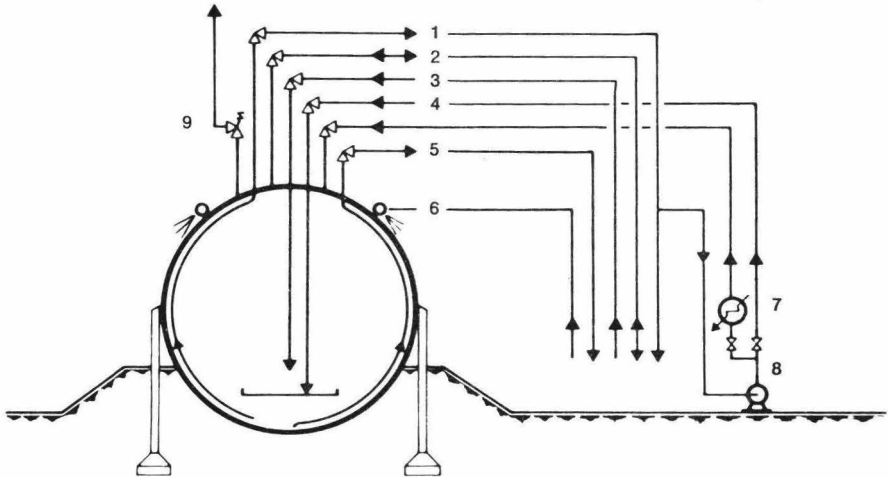
Construcción tradicional de los depósitos esféricos.

FIG. No. 7



Soportes de los depósitos esféricos.

FIG. No. 8



126916

- | | |
|--|-------------------------|
| 1) Salida del producto | 6) Rociamiento |
| 2) Expansión lavado con N ₂ | 7) Evaporador |
| 3) Entrada del producto | 8) Bomba de circulación |
| 4) Circulación | 9) Válvula de seguridad |
| 5) Deshidratación | |

Disposición de las tuberías en los depósitos estéricos.

C) ALMACENAMIENTO DE TANBORES CONTENIENDO LIQUIDOS INFLAMABLES.

-Almacenamiento de tanbores dentro de edificio. -Localización. -Drenajes. -Ventilación. -Medidas preventivas. -Almacenamientos al exterior.

C) ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES EN TAMBORES.

Prácticamente no existe industria que no maneje sustancias inflamables y/o explosivas, contenidas en tambores metálicos ya sean éstos como materias primas en proceso, o bien como producto terminado.

Generalmente el vaciado conteniendo materias primas o durante el proceso, se efectúa manualmente o semi-automático, lo que su uso y manejo es causa del mayor porcentaje de siniestros en la industria, es por esta razón que me permito exponer esta parte dentro del temario.

Cabe mencionar, que no siempre estos materiales se utilizan únicamente como materias primas, sino también tienen una aplicación - muy diversificada como energético.

Para un mejor entendimiento esta parte la desplegaré en dos partes:

- 1) Almacenamientos de líquidos inflamables en tambores metálicos dentro de edificios.
- 2) Almacenamiento de líquidos inflamables en tambores metálicos al exterior.

CLASIFICACION DE LÍQUIDOS INFLAMABLES.

(Ver tabla 3 adjunta)

1) ALMACENAMIENTO DE TAMBORES DENTRO DE EDIFICIOS.

- a) Para localizaciones a 15.0 mts. o más del edificio principal se deberán tomar las siguientes medidas:
 - Construcciones no combustibles.
 - Edificios ligeros.
 - Edificios con una suficiente ventilación.
 - Carcer de uno de sus muros cuando menos, para evitar la acumulación de presión.
- b) Para localizaciones a menos de 15.0 mts. de los edificios principales:
 - El lado del edificio de almacenamiento de inflamables que mire al edificio principal deberá ser de muros que resistan cuando menos una hora al fuego.
 - Los muros del edificio principal que sean resistentes al fuego por lo menos una hora y estar a más de 3.0 mts. de distancia. No deberá tener aberturas.

c) Cuando se almacenen sustancias del Grupo Especial y Grupo uno.

-Los muros que den al edificio principal sean de un material resistente al fuego por hasta dos horas como mínimo y puedan soportar una presión a la explosión de 7 kg/cm^2 (concreto armado o muro de tabique con aplanados ligeros contando el muro con castillos pre-reforzados - (varilla de 1/2 cm. de diámetro).

LOCALIZACION.

Son preferibles los almacenamientos al nivel del suelo. En otros niveles crean problemas de acceso para combatir al fuego. Además de que si existen derrames, éstos se pueden propagar a los pisos bajos.

También la transportación se dificulta. Tales localizaciones pueden ser admisibles para pequeñas cantidades.

Por ningún concepto se deberán almacenar tambores metálicos que contengan líquidos inflamables en sótanos, esto es extensivo para líquidos especiales de la clase 1, así como para los de la clase 3 y 4.

Lo anterior es debido a que los sótanos carecen de una adecuada ventilación y una explosión o incendio puede resentir la estructura del edificio (losas, columnas y traveses).

Otro problema es entrar a combatir el fuego por lo cual evitara una fácil y pronta extinción.

DRENAJES.

Instalar drenajes de emergencia para desalojar rápidamente los derrames que se presenten en los tambores. Se deberá tener especial cuidado de que el diámetro del drenaje sea el adecuado para desalojar al mismo tiempo el líquido derramado el cual puede estar quemándose, así como el agua proveniente de los sistemas contra incendio (rociadores e hidrantes).

Los drenajes deberán desalojar la mezcla a sitios seguros, no al drenaje general de la planta o el drenaje público.

El piso del almacenamiento deberá contar con una pendiente -

de 2.6 cm. para cada 3.0 mts. terminando en ductos o en coladeras.

VENTILACION.

Para Líquidos Especiales y del Grupo 1.

Se deberá contar con la máxima ventilación posible, ya sea por medio de un sistema de extracción, o por medios naturales tales - como aberturas.

La superficie de ventilación no deberá ser menor de 7.0 cm² por cada 1.5 m³ de volúmen del cuarto.

RECOMENDACIONES ADICIONALES (MEDIDAS PREVENTIVAS)

1. Establecer y mantener un alto nivel de limpieza.
2. No permitir combustibles extraños en el área.
3. No obstruir los drenes ni coladeras.
4. En caso de líquidos derramados, no deberán absorberse en materiales combustibles.
5. Los mantacargas deberán ser eléctricos.
6. Eliminar los materiales que produzcan chispas.
7. Los anaqueles, deberán ser conectados a tierra, así como los ductos de ventilación y otros equipos sujetos a la electricidad estática.
8. No se deberá fumar ni prender cerillos.
9. La vigilancia, mientras el riesgo no esté en operación, deberá efectuar rondas periódicas, provistos de lámpara sorda.
10. Es conveniente llevar a cabo frecuentes y cuidadosos chequeos de los tambores para detectar posibles daños a los mismos. Los tambores que tengan daños tales como roturas, corrosiones o fuertes golpes, deberán reemplazarse.

ALMACENAMIENTO PARA LIQUIDOS INFLAMABLES CONSTRUIDOS FUERA DE AREAS DE PROCESO.

Los almacenamientos de tambores deberán estar a una distancia de cuando menos 25 mts. de los edificios importantes. Estos almacenamientos deberán estar bajo un sotechado de material incombustible, lo cual permitirá una eficiente ventilación, además de protegerlos de los rayos solares.

DISTANCIAS ENTRE LOTES DE ALMACENAMIENTO Y LA CANTIDAD DE TAMBORES POR CADA LOTE.

Se indica en la Tabla No. 4

OTRAS MEDIDAS PREVENTIVAS.

- 1) Los lotes de almacenamiento de tambores se deberán arreglar de tal manera que los derrames de los líquidos quemados, puedan desalojarse rápidamente del área por medio de una pendiente de 2.6 cm. para cada 3 mts.
Otra solución es colocar drenajes bajo tierra.
- 2) No se deberán almacenar tambores uno sobre otro. En caso de almacenamientos reducidos es necesario utilizar anaqueles metálicos y los tambores se deberán colocar en forma horizontal con el tapón en la parte superior.
- 3) Tanto la estructura de los anaqueles como los tambores, deberán conectarse a tierra por medio de cables, a fin de evitar la electricidad estática.
- 4) Guardar el área limpia de grasas, yerbas y combustibles, es recomendable que en las áreas de almacenamiento, se utilice el empedrado o piedras apisonadas para evitar el crecimiento de la vegetación. También el uso de herbicidas es aconsejable.
- 5) No se deberá permitir el paso de personal extraño. Lo anterior se puede evitar por medio de una área cercada con malla de alambre.
- 6) Evitar almacenamientos cerca de incineradores.
- 7) No se deberá usar flamas abiertas ni fumar, ni prender cerillos.
- 8) Colocar letreros alusivos.
- 9) Para el manejo de tambores se deberán utilizar montacargas eléctricas del tipo EE (Motor eléctrico con equipo de seguridad en el sistema eléctrico) para almacenamientos de líquidos especiales.
Para líquidos Clase 1 también son permitidos los montacargas del tipo DS (Motor diesel con equipo de seguridad en el sistema eléctrico de combustibles y de escape de gases).

TABLA No. 3

CLASIFICACION DE LIQUIDOS INFLAMABLES.

CLASIFICACION

REPRESENTATIVOS DE LIQUIDOS INFLAMABLES.

GRUPO ESPECIFIC

Con punto de inflamación
(Copa cerrada) abajo de
100°F (27.0°C).
Punto de ebullición abajo
de 125°F (52.0°C)

Acetaldehído^o
Allyl cloruro
Disulfuro de carbono
Eter dietílico

Eter divinilo
Cloruro etílico
Isoprene
Isopropilamina^o

Formato de metilo
Hexano
Eter de petróleo +
Óxido de propileno

CLASE 1

Punto de inflamación
(Copa cerrada) abajo
de 100°F (27.0°C).
Punto de ebullición 125°F
(52.0°C) o superior

Acetona^o
Benceno
Ciclohexano
Acetato de etilo
Alcohol etílico^o
Gasolina⁺
Heptano normal

Alcohol Isopropílico^o
Laca
Acetato de metilo
Alcohol metílico^o
Cetona etil metil
Cetona isobutil metílico
Octano normal

Pinturas[‡]
Concreto de goma o hule +
Goma laca
Solvento
Barniz[‡]
Nafita
Óxido-Aléleno

CLASE 2

Punto de inflamación
(Copa cerrada)
80 a 200°F (27.0°C a 94°C)

Acido acético glacial^o
Alcohol acético normal
Anilina
Benzaldehído
Alcohol butílico normal
Carbótilo butílico^o

Celloscive^o
Hexano normal
Aceites combustibles 1-3
Alcohol hexílico
Alcohol isobutílico
Hexoseno

Nitrobenzeno
Aceite de rino
Solvente Standard
Estireno
Óxido Tolúileno
Turpetino

CLASE 3

Punto de inflamación
(Copa cerrada)
arriba de 200°F (94.0°C)

Aceite animal
Cloruro bencílico
Alcohol bencílico
Acido carboxico
Etilen glicol
Aceite combustible &

Licetina^o
Sulfato de metilo
etil etil alcohol
Tetradecano normal
Etrato de Nitrogélio
Tricetanelamina^o

Óxido Nitridina
Lubricantes, grasados
y trans, orados de aceites,
aceites vegetales, aceites,
min., semillas algodón, li-
naza, olivo, cacao, soja etc.

- o Soluble en agua.
- + Punto de ebullición aproximadamente 51.67° C; clasificado en base a la comparación de peligrosidad con otros líquidos.
- ‡ Algunas pinturas y barnices con clasificados como de clase 2 de líquidos inflamables.
- & Punto de inflamación inicial está abajo de 93.33° C; colocados en la clase 3, en base a la peligrosidad comparado con otros líquidos.

TABLA No. 4

NUMERO MAXIMO DE TAMBORES POR LOTE.

	GRUPO ESPECIAL											
	CLASE 1			CLASE 2			CLASE 3					
	Aberturas no protegidas. ventanas y/o puertas		* Aberturas Protegidas.	Aberturas no protegidas		* Aberturas Protegidas	Aberturas no protegidas		* Aberturas Protegidas	Aberturas no protegidas		* Aberturas Protegidas
Varios Pisos	de Planta Baja	Varios Pisos		Planta Baja	Varios Pisos		Planta Baja	Varios Pisos		Planta Baja		
Edificios de dist. a los edificios en metros.	15	20	25	50	100	100	100	200	200	500	500	500
	de 15.0 a 25	5	10	25	25	50	100	50	100	500	500	500
	de 7.5 a 15	3	5	10	15	25	50	25	50	100	250	500
	de 3.0 a 7.5	1	2	5	2	5	25	5	10	50	100	200
Distancia mínima a otros lotes	7.5 mts.			7.5 mts.			7.5 mts.			7.5 mts.		

- Notas: 1o. Almacenamientos mixtos. Se recomienda colocar los líquidos en lotes separados, particularmente aquéllos del Grupo Especial.
- 2o. Se permite almacenar líquidos clase 1, 2 y 3 en un solo lote, bajo la base de un porcentaje, de tal modo que la suma de ellos no excederá de 100%. Por ejemplo: en un lote colocado a 20 mts. de los edificios importantes, construidos con muros de un material resistente al fuego, las siguientes cantidades son aceptables: Líquidos de clase 1 hasta 50 tambores (50%), líquidos clase 2 hasta 60 tambores (30%) y líquidos de clase 3 hasta 100 tambores (20%) que en total hacen un 100%.

- 3o. * Aberturas de exposición en edificios o con ventanas de vidrio alambrado sobre marcos de metal deberán protegerse por un sistema de rociadores automáticos de ventana.
- 4o. * No se permite el almacenamiento a una distancia menor de 3 mts., excepto cuando se trate de edificios con muros cerrados y resistentes al fuego. (ver medidas en almacenamientos dentro de edificios)

CAPITULO U111

ADJUNTOS DE SEGURIDAD.

ADITAMENTOS DE SEGURIDAD.

-Válvulas de seguridad. -Válvulas de relevo. -Válvulas de seguridad y alivio. -Presión de calibración. - Presión de Operación. -Selección de válvulas de seguridad. - Tubos de venteo. -Arres-tadores de flama. - Válvulas de alivio de presión al vacío. -Válvulas de emergencia. -Discos de -ruptura. -Determinación del tamaño adecuado.

ADITAMENTOS DE SEGURIDAD.

Los Aditamentos de Seguridad en los tanques de almacenamiento a presión que manejan gas, vapor y líquidos, son regidos por el reglamento de generadores de vapor y recipientes sujetos a presión, en el cual se estipulan las normas que deberán regir para la aprobación de una válvula de seguridad.

Para la selección de una válvula de seguridad, que es el tema que nos ocupa, nos basaremos en el Código ASME (Código de Calderas de Vapor, de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).

Tanto dentro del reglamento así como códigos mencionados se refieren a "Generadores de Vapor": así como, a recipientes sujetos a presión sin fogón.

Un generador de vapor es definido como un recipiente sujeto a presión dentro del cual ha sido evaporado un líquido, generalmente agua, aprovechándose el poder calorífico de los combustibles, ejemplo: calderas de tubos de agua y de tubos de humo.

Un recipiente sujeto a presión se define como todo depósito cerrado en el que existen líquidos o gases que están sometidos a presiones superiores o inferiores a la presión atmosférica.

Tanto los generadores de vapor, como en los recipientes sujetos a presión es necesario e indispensable instalar, tomando en cuenta la superficie de calefacción o capacidad evaporativa, una o más válvulas de seguridad debidamente calculadas, las cuales podrán definirse como aditamentos de protección que evitan que la presión que contienen los generadores y los recipientes, exceda el límite de la presión máxima de trabajo de los mismos.

De acuerdo con los estatutos la presión máxima de trabajo es la presión límite a la que puede trabajar con seguridad, un generador de vapor o recipiente sujeto a presión.

Aditamentos de seguridad:

- 1) Válvulas de seguridad.
- 2) Válvulas de alivio.
- 3) Válvulas de seguridad y alivio.
- 4) Discos de ruptura.

Las válvulas de seguridad deberán estar construídas de manera

que la falla de alguna de sus partes no obstruya el escape libre y completo del vapor por la válvula.

El tipo de la válvula de seguridad permitido es del tipo de resorte, la cual está construida en tal forma que abre repentinamente y permanece abierta hasta que la presión es reducida a una cantidad previamente determinada.

La fuerza debida a la compresión del resorte se opone a la presión del vapor y mantiene la válvula sobre su asiento hasta que la presión del fluido sobre la válvula llega a ser lo suficientemente fuerte para vencer la resistencia del resorte.

El objeto de una válvula de seguridad del tipo de resorte es prevenir que la válvula tenga descargas demasiado frecuentes.

El asiento de la válvula puede considerarse como la parte principal de la misma y éste estará fijado al cuerpo de la válvula de modo de que no haya posibilidad de que el asiento se levante.

Los asientos y los discos de las válvulas de seguridad son los únicos elementos de la válvula que deberán ser del tipo y material adecuado para resistir posibles efectos de corrosión. (Ver tabla No. 1)

DEFINICIONES.

VÁLVULA DE SEGURIDAD.

Es un aditamento automático que tiene por objeto relevar la presión de un recipiente o un generador de vapor o línea cuando ésta excede el valor a la cual está calibrada.

Se caracteriza por una pronta acción y es usada para relevar la presión ejercida por vapor o gas (Ver fig. No. 9).

VÁLVULA DE ALIVIO.

Es un aditamento automático que tiene por objeto relevar la presión de un recipiente o una línea de vapor o gas cuando los contenidos de éstos alcanzan una mayor presión para la cual fué calibrada la válvula de alivio. La cual se abrirá proporcionalmente al incremento de presión del sistema. Es usada para relevar la presión de un líquido o aire. (Ver fig. No. 10)

VÁLVULAS DE SEGURIDAD Y ALIVIO.

Es un accionamiento automático relevador de presión cuando éste excede la presión a la cual fué calibrada.

Se puede utilizar como válvula de seguridad o de alivio según sea el caso.

PRESIÓN DE CALIBRACION.

- 1) Para líquidos de servicio.- En una válvula de alivio o una válvula de seguridad y alivio el punto de presión se mide en kilogramos por centímetro cuadrado, ésta es considerada a la presión de entrada a la cual funcionará la válvula para descargar bajo las condiciones de servicio.
- 2) Para gas y vapor.- En una válvula de seguridad o válvula de seguridad y alivio para gas, vapores y vapor de agua, el punto de presión se mide en kilogramos por centímetro cuadrado. Se considera a la presión de entrada a la cual la válvula se dispara bajo las condiciones de servicio.

Recomendaciones respecto a la presión de calibración.-

Un incremento en la temperatura causa una reducción en la válvula en lo que respecta a un punto de presión, como resultado del efecto directo de la temperatura sobre el resorte y una expansión en el cuerpo y bonete de la válvula, lo cual reduce la carga del resorte.

Todas las válvulas de seguridad y alivio son invariablemente probadas a la temperatura atmosférica, como por lo que se debe ajustar la presión de calibración a las condiciones ambientales para compensar las altas temperaturas de operación de la siguiente manera:

<u>Temperatura de operación</u>	<u>% de incremento en la presión de calibración a la temperatura atmosférica</u>
- 267° a 93° C	ningún ajuste
94° a 232° C	2 %
233° a 482° C	3 %
483° a 640° C	4 %

PRESION DE OPERACION.

Es la presión a la cual el recipiente es usualmente operado en kilogramos por centímetro cuadrado. Un recipiente es usualmente - diseñado para una máxima presión permitida de trabajo, el cual deberá estar en un aconsejable margen arriba de la presión de operación para prevenir alguna indeseable operación del artefacto de relevo.

MAXIMA PRESION DE TRABAJO PERMITIDO

La máxima presión de trabajo permitido dependerá del tipo de material empleado, su espesor y las condiciones físicas de operación como base para su diseño.

El recipiente no puede ser operado arriba de esa presión.

Consecuentemente es la más alta presión a la cual la válvula de relevo de presión primaria deberá abrir.

SOBREPRESION

El incremento de presión sobre la presión de calibración del artefacto de relevo primario es conocido por sobrepresión.

Esto es lo mismo como acumulación sólomente cuando el artefacto de relevo es calibrado a la presión máxima de trabajo permitido del recipiente.

ACUMULACION

Es el incremento de presión sobre la máxima presión de trabajo permisible del recipiente durante la descarga por medio de la presión de la válvula de alivio, expresada como un por ciento de esa presión en kilogramos por centímetro cuadrado.

ELEVACION

Cuando el disco de la válvula se abre.

SOBRE PRESION O ACUMULACION

Se define como la elevación de presión arriba del punto de calibración la cual es permitida por la válvula para alcanzar la relación de capacidad.

EJEMPLO

Calcular la acumulación absoluta.

de 100 Kg/cm^2 (presión de calibración) + 10% acumulación.

$$P = 100 + 10 + 1 = 111 \text{ Kg/cm}^2$$

La sobre presión generalmente usada para:

Vapor (agua) = 10%; Calderas de fuerza = 3 %

Vapores y gases = 10%; Vapores y gases bajo condiciones
de fuego = 20%; líquidos 10 a 20%

SELECCION DE VALVULAS DE SEGURIDAD.

Esta parte contempla las fórmulas necesarias para el cálculo del tamaño de los orificios; los efectos de la contrapresión; la aplicación de factores de corrección; fórmulas de capacidad y otros útiles datos ingenieriles e instrucción para la selección de válvulas.

Fluido	Unidades	Capacidad de la válvula	Area del orificio de la válvula
1) Vapor (agua)	$\frac{LT}{hr}$	$W_s = 51.5 KAP$	$A = \frac{W}{51.5 PK}$
2) Aire	$\frac{LT}{hr}$	$W_a = CKAP \sqrt{\frac{M}{T}}$ Datos aire. $C = 356$ $M = 2897$ $T = 271^{\circ} C$	$A = \frac{W}{CKP \sqrt{\frac{M}{T}}}$

Esta fórmula también es aplicable para Gas (W_g)

3) Vapores (Liq)	$\frac{LT}{hr}$	$W = CKAP \sqrt{\frac{M}{T}}$	$A = \frac{W}{CKP \sqrt{\frac{M}{T}}}$
------------------	-----------------	-------------------------------	--

Se aplica esta fórmula cuando se conocen los valores de CK (Ver Tabla 6)

4) Vapores (Liq) W = Mínima A = Máxima	$\frac{LT}{hr}$	$W = 315 AP \sqrt{\frac{M}{T}}$	$A = \frac{W}{315 P \sqrt{\frac{M}{T}}}$
--	-----------------	---------------------------------	--

Para vapores de hidrocarburos, donde el valor real de K no es conocido, se aplica un valor conservador de $K = 1.001$ y $C = 315$

5) Líquidos. Para una sobre presión del 10%	$\frac{LT}{min}$	$LPM = 16.3AK_{sg} \sqrt{p-p_b}$	$A = \frac{LPM}{16.3K_{sg} \sqrt{p-p_b}}$
6) Líquidos Para una sobre presión del 25%	$\frac{LT}{min}$	$LPM = (27.2 C_a AK_{sg}) (\sqrt{p-p_b})$	$A = \frac{LPM}{27.2 C_a K_{sg} \sqrt{p-p_b}}$

NOMENCLATURA

- W_s = Relación de capacidad en $\frac{LT}{hr}$ de vapor.
 W_a = Relación de capacidad convertido en $\frac{LT}{hr}$ de aire a $15.5^\circ C$
 W_g = Relación de capacidad en $\frac{LT}{hr}$ de gas.
 W = Relación de capacidad en $\frac{LT}{hr}$ de vapor.
 LPM = Relación de capacidad en $\frac{LT}{min}$
 K = Constante para gas y vapor. Relación de calores específicos $\frac{C_P}{C_V}$ Si esta relación no es conocida se puede dar un valor - de $K = 1.001$ y $C = 315$ (Ver tabla No. 5)
 C = Constante de flujo de vapor o gas, el cual es una función de K
 CxK = Coeficiente de descarga (Ver tabla No. 6)
 A = Area de descarga de la válvula de seguridad (área del orificio de la válvula en cm^2)
 P = Presión de entrada $\frac{Kg}{cm^2}$
 p = presión de calibración
 P = P + Acumulación + Presión atmosférica
 P_g = contra presión
 m = Peso molecular medio. (Ver tablas 1 y 6)

$$m = \frac{W_1 + W_2 + W_3 \dots \dots}{\frac{W_1}{m_1} + \frac{W_2}{m_2} + \frac{W_3}{m_3} \dots \dots}$$
 de donde W_1, W_2 y W_3 es la proporción en peso de cada gas en la mezcla.
 T = Temperatura absoluta en la entrada en $^\circ K = ^\circ C + 273.2$
 K_{sg} = Factor de corrección de gravedad específica.
 C_a = Factor de corrección para presiones de acumulación distintas a 10% y 25%.

Cuando se desea, como en el caso de los hidrocarburos ligeros, el factor de compresibilidad Z puede ser incluido en las fórmulas para gases y vapor como a continuación se indica:

$$W = CKAP \sqrt{\frac{M}{ZT}}$$

NOTA: Conociendo la relación de capacidad oficial, de una válvula de seguridad la cual está impresa sobre la válvula, ésto es posible para determinar el valor total de KA dentro de cualquiera de las siguientes fórmulas en casos donde el valor de este término no es conocido:

Relación oficial en vapor de agua

$$KA = \frac{W_s}{51.5 P}$$

Relación oficial en aire

$$KA = \frac{W_a}{CP} \sqrt{\frac{T}{M}}$$

El valor para KA es entonces substituído dentro de las fórmulas arriba mencionadas para determinar la capacidad de la válvula de seguridad en términos de gas o vapor nuevo.

SELECCION DE LA VALVULA DE SEGURIDAD.

Después de que la capacidad de relevo ha sido determinada, la selección de una válvula de seguridad consistirá básicamente de dos puntos y ocasionalmente de un tercero.

- 1.- Se deberá de determinar las dimensiones del orificio de entrada para la válvula de seguridad.
- 2.- Seleccionar la válvula adecuada para las condiciones de temperatura y presión requeridas.
- 3.- Para condiciones especiales (líquidos corrosivos) los asientos y discos de la válvula deberán ser de materiales especiales. (Ver tabla No. 1)

A continuación me permito citar unos ejemplos de selección de válvulas de seguridad, en los cuales se analizará su mecánica de resolución, aplicación de las fórmulas, gráficas y tablas que se anexan en este trabajo.

EJEMPLO No. 1

Se requiere proteger un recipiente sujeto a presión por medio de una válvula de alivio. El recipiente contiene vapores de un hidrocarburo cuyo peso molecular es de 44. La capacidad requerida es de 15,800 Kg/hr y la presión de calibración requerida es de $28 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$ más un 10% de acumulación. La temperatura de operación es de 400°C Cuál es el orificio adecuado para proteger el recipiente.

DATOS

$$\begin{aligned} W &= 15,800 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \\ P &= 28 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \\ p_1 &= 10\% \text{ de acumulación de } p \\ T &= 400^\circ \text{C} \\ m &= 44 \text{ (Ver tabla 6)} \\ \text{Factor de corrección de } C &= 0.72 \end{aligned}$$

MECÁNICA DE RESOLUCION

Debido a que se trata de vapores de un hidrocarburo y del cual se desconoce la constante de flujo de gas y la relación de calores específicos (coeficiente de descarga $C_x K$) se le dará un valor promedio de $C_x K = 315$ y se aplicará la fórmula mencionada en 4 - en selección de válvulas de seguridad.

DATOS DERIVADOS

$$\begin{aligned} W &= 315 AP \sqrt{\frac{m}{T}} \text{ ----- } 1 \\ P &= p + p_1 + 1 \text{ ATM} \end{aligned}$$

DESARROLLO

$$W = 315 AP \sqrt{\frac{m}{T}} \text{ ----- } 1$$

despejando

$$A = \frac{W}{315 P \sqrt{\frac{m}{T}}} \text{ ----- } 2$$

$$P = p + p_1 + 1 \text{ ATM} \text{ ----- } 3$$

$$P = 31.8 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \text{ de } P = 28 + 2.8 + 1$$

Substituyendo todos los datos en 2

$$A = \frac{15,300}{31.8 (0.72) (315) \sqrt{\frac{44}{400 + 273.2}}} = \frac{15,800}{7,272.24 \times 0.256} =$$

$$\frac{15,800}{1,846.33} = 8.5575 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{\frac{\text{Kg}}{\text{hr}}}{\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = \text{cm}^2$$

$$A = 8.5575 \text{ cm}^2$$

Con esta área, nos vamos a la Tabla No. 7 que nos indica los diámetros de orificio comerciales y en ella podremos observar que el diámetro indicado es el K equivalente a $1,838 \text{ in}^2$ ($11,858 \text{ cm}^2$)

EJEMPLO No. 2

Se requiere proteger un recipiente que contiene vapores de -- bixido de carbono. La capacidad requerida es de $30,000 \text{ Kg/hr}$ y cuya presión de calibración es de 40 kg. por cm^2 y considerando un 10% de -- acumulación, la temperatura de operación es de 450°C . Cuál será el -- orificio adecuado para proteger el recipiente:

DATOS

$$W = 30,000 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$p = 40 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

$$p_1 = 4 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

$$T = 450^\circ\text{C}$$

$$P = p + \text{acumulación} + 1 \text{ atmosp.}$$

$$PC = 44 \text{ Ver tabla 6}$$

$$CxK = 355 \text{ Ver tabla 6}$$

$$\text{Factor de corrección para } C = 0.72$$

MECANICA DE RESOLUCION

En este caso, conocemos la substan-
cia sujeta a presión CO_2 y por --
ende podemos conocer su peso mole-
cular, la constante de calores es-
pecíficos (C) y la constante de --
flujo (K), todos estos datos vie--
nen dados en la Tabla No. 6

Debido a que se trata de vapores --
de un componente nos vamos a la for-
mula indicada en 3

DATOS DERIVADOS

$$W = CKAP \sqrt{\frac{M}{T}} \quad \text{-----} \quad 1$$

$$PM = 44$$

$$C \times K = 335$$

Factor de corrección para $C = 0.72$

$$P = 45 \frac{Kg}{cm^2} \text{ abs}$$

$$T = 450^{\circ} + 273.2$$

$$T = 723.2 \text{ abs}$$

DESARROLLO

Despejando de 1

$$A = \frac{W}{CKP \sqrt{\frac{M}{T}}}$$

Substituyendo

$$A = \frac{30,000}{45 (335)(0.72) \sqrt{\frac{44}{723.2}}} = \frac{30,000}{10,854 \times 0.246} = \frac{30,000}{2,670.08}$$

$$A = \frac{\frac{Kg}{hr}}{\frac{Kg}{cm^2}} = 11.235 \text{ cm}^2$$

11,235 cm² es el area mínima para desalojar 30,000 $\frac{Kg}{hr}$ de vapores de CO₂, pero válvulas con este orificio no existen por lo que tendremos que adaptarnos a los orificios comerciales, para lo cual nos vamos a la Tabla No. 7 y seleccionamos el orificio K cuyo diametro en pulgadas cuadradas es $1.838 \text{ in}^2 = 11.858 \text{ cm}^2$

EJEMPLO No. 3

Una válvula de seguridad ha sido certificada para soportar - una capacidad de 1,370 Kg de vapor por hora, con una presión de calibración de 14.00 kilogramos por centímetro cuadrado.

Si se desea usar esa misma válvula de seguridad para relevar aire, cuál será su capacidad de relevo, considerando la misma presión de calibración a una temperatura de 37.0° C

DATOS

$$W_s = 1,370 \frac{\text{Kg vapor}}{\text{hr}}$$

$$P = 14.00 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$C = 356$$

$$m = 28.97$$

DATOS DERIVADOS

Ecuaciones conocidas:

$$W_s = 51.5 \text{ KAP} \frac{\text{-----}}{1}$$

$$W_a = CKAP \sqrt{\frac{m}{T}} \frac{\text{-----}}{2}$$

MECANICA DE RESOLUCION

La área del orificio, la presión y el coeficiente de descarga, permanecerán constantes por lo que estos valores deberán ser substituidos de la fórmula 1 a la 2

$$T = 37.0 + 273.2$$

$$T = 310.2$$

$$K = 1.4$$

$$\text{Factor de corrección} = 0.72; \text{aplicable a } C = \frac{C_v}{C_p}$$

DESARROLLO

$$W_s = 51.5 \text{ KAP}$$

$$1,370 = 51.5 \text{ KAP}$$

$$\text{KAP} = \frac{1,370}{51.5}$$

$$\text{KAP} = 26.60$$

$$W_a = C \times \text{KAP} \times F_c \sqrt{\frac{m}{T}}$$

$$W_a = 356 \times 26.60 \times 0.72 \sqrt{\frac{28.97}{310.2}}$$

$$W_a = 356 \times 26.60 (0.72) 0.3053$$

$$W_a = 2.0815 \frac{\text{Kg vapor}}{\text{hora}}$$

EJEMPLO No. 4

Se requiere relevar 2,250 Kg. de gas propano por hora de un recipiente sujeto a presión a través de una válvula de seguridad calibrada a relevar a una presión P_s y con una temperatura de entrada de -52°C

Cuál es la capacidad total en Kg. de vapor por hora en válvulas de seguridad que pueden ser substituidas.

DATOS

$$\dot{w} = 2250 \frac{\text{Kg. de propano}}{\text{hr}}$$

$$T = 52^\circ \text{C} + 273.2 = 325.2$$

$$T = 325.2$$

$$m \text{ propano} = 44.09$$

MECANICA DE RESOLUCION

El valor de $C \times K$ se busca en la Tabla No. 6, el cual es igual a 321

$F_c = 0.72$ factor de corrección de C

DATOS DERIVADOS

$$\dot{w} = C K A P \sqrt{\frac{m}{T}} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1$$

$$\dot{w}_s = 51.5 K A P \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 2$$

DESARROLLO

Substituyendo de 1

$$2250 = 321 K A P \sqrt{\frac{44.09}{325.2}}$$

$$2250 = 321 (K A P) 0.3685$$

$$K A P = \frac{2250}{85.167} \quad \text{de } K A P = \frac{2250}{321 \times 0.72 \times 0.3685}$$

$$K A P = 26.418$$

Para vapor:

$$\dot{w}_s = 51.5 K A P$$

$$\dot{w}_s = 51.5 \times 26.418$$

$$\dot{w}_s = 1360.5 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{para relevar a una presión } P_s$$

EJEMPLO No. 5

Una válvula tiene capacidad de relevar 450 Kg. de amonio por hora de un recipiente sujeto a presión a 65° C. Cuál es el equivalente en kilogramos de vapor por hora a la misma presión de calibración.?

DATOS

$$W = 450 \text{ Kg/hr}$$

$$T = 65^\circ \text{ C} + 273.2$$

$$T = 338.2^\circ \text{ R}$$

$$M = 17.03$$

$$K = 1.33 \text{ Tabla No. 5}$$

$$C = 350 \text{ De la Tabla No. 5}$$

(Método gráfico)

$$F_c = 0.72 \text{ factor de corrección de C}$$

DESARROLLO

Substituyendo de la fórmula 1

$$450 = (350) KAP \sqrt{\frac{17.03}{338.2}}$$

$$450 = (350) KAP \ 0.2245$$

$$AP = \frac{450}{(350) 0.2245 (0.72)} = \frac{450}{56.574} = 7.954$$

Para vapor:

$$W_s = 51.5 \text{ KAP}$$

$$W_s = 51.5 \times 7.954 = 409.64 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

$$W_s = 409.64 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

FORMULAS POR APLICAR

$$W = CKAP \sqrt{\frac{M}{T}} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1$$

$$W_s = 51.5 \text{ KAP} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 2$$

FIG. No. 9

VÁLVULAS DE SEGURIDAD

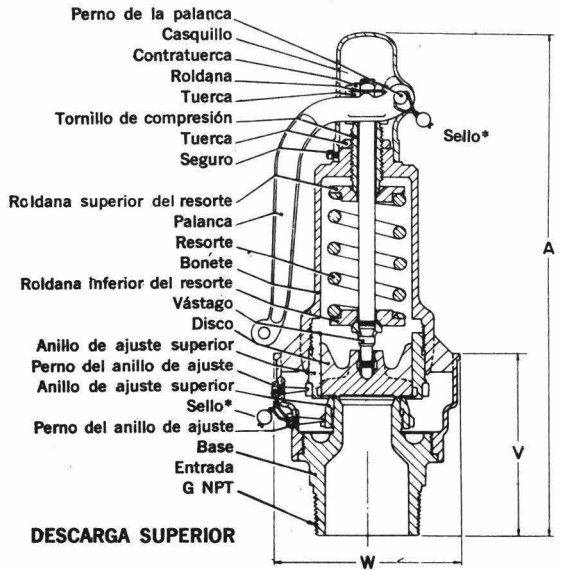
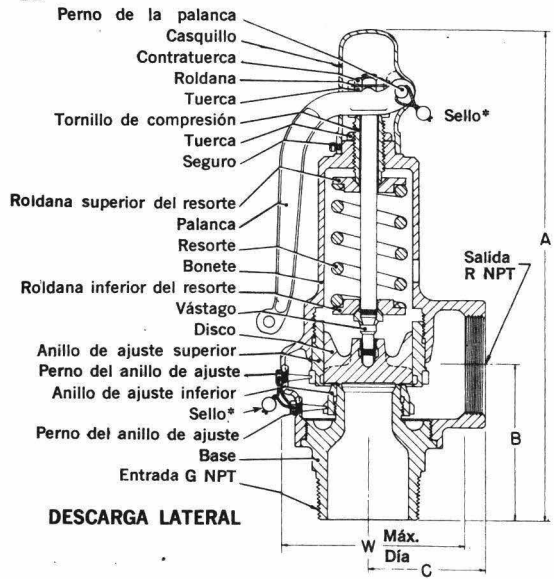
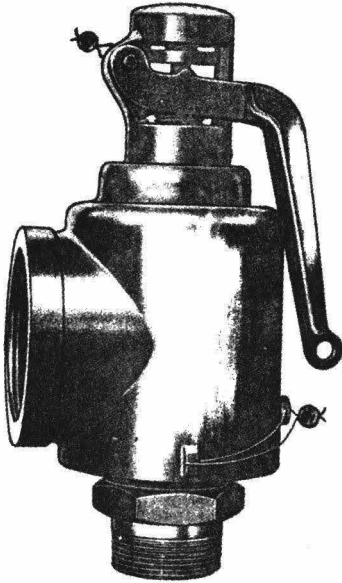
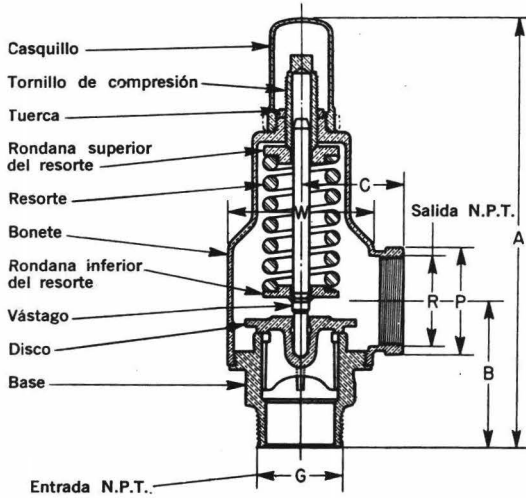
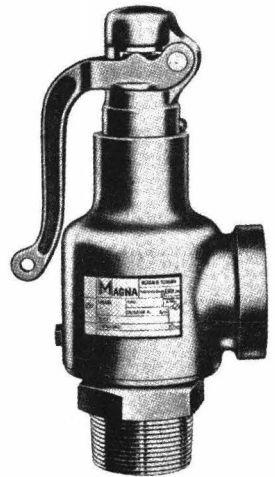


Fig. No. 10

VALVULAS DE ALIVIO



Entrada roscada macho
Salida roscada hembra



Entrada roscada macho
Salida roscada hembra

TABLA No. 5

k	Constant C	k	Constant C	k	Constant C
1.00	315	1.26	343	1.52	366
1.02	318	1.28	345	1.54	368
1.04	320	1.30	347	1.56	369
1.06	322	1.32	349	1.58	371
1.08	324	1.34	351	1.60	372
1.10	327	1.36	352	1.62	374
1.12	329	1.38	354	1.64	376
1.14	331	1.40	356	1.66	377
1.16	333	1.42	358	1.68	379
1.18	335	1.44	359	1.70	380
1.20	337	1.46	361	2.00	400
1.22	339	1.48	363	2.20	412
1.24	341	1.50	364		

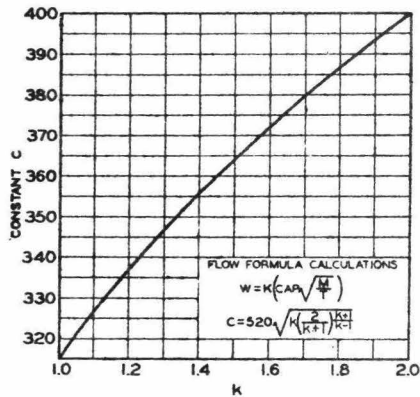


TABLA No. 6

RELACION DE CALORES ESPECIFICOS

	Mol. Wt.	Cp/Cv	*Multiplier C x K
Acetylene	26	1.28	335
Air	29	1.40	345
Ammonia	17	1.33	340
Argon	40	1.66	366
Benzene	78	1.10	317
Butane	58.12		
Carbon Bisulphide	76	1.21	328
Carbon Dioxide	44	1.28	335
Carbon Monoxide	28	1.40	345
Chlorine	71	1.36	341
Cyclohexane	84	1.08	314
Ethane	30	1.22	329
Ethylene	28	1.20	327
Freon 11	137.371		
Freon 12	120.9		
Freon 22	86.48		
Freon 114	170.90		
Helium	4	1.66	366
Hexane	86	1.08	314
Hydrochloric Acid	36.5	1.40	345
Hydrogen	2	1.40	345
Hydrogen Sulphide	34	1.32	338
Iso-Butane	58	1.11	318
Methane	16	1.30	336
Methyl Alcohol	32	1.20	327
Methyl Chloride	50.5	1.20	327
N-butane	58	1.11	318
Nitrogen	28	1.40	345
Nitrous Oxide	44	1.26	332
Oxygen	32	1.40	345
Pentane	72	1.09	315
Propane	44	1.14	321
Sulphur Dioxide	64	1.26	332

*Multiplier = Cx0.97

TABLA No. 7

AREAS DE ORIFICIO DE ADMISION DE LAS VALVULAS DE SEGURIDAD

Orificio Comercial	Area Efectiva	
	in ²	cm ²
D	0.110	0.709
E	0.196	1.265
F	0.307	1.980
G	0.503	3.245
H	0.785	5.065
J	1.287	8.303
K	1.838	11.858
L	2.853	18.40
M	3.60	23.22
N	4.34	28.00
P	6.38	41.163
Q	11.05	71.294
R	16.0	103.232
T	26.0	167.752

TUBOS DE VENTEO

Los tubos de venteo son colocados sobre los tanques para conducir los vapores de la descarga del tanque a una localización segura. El tubo de venteo deberá ser colocado donde no existan fuentes de ignición.

En tanques cilindricos ordinarios la altura del tubo de venteo arriba de la placa del tanque deberá limitarse a 6 mts. de altura, el tubo de venteo deberá estar encima del nivel de las conexiones de llenado. (Ver figura 3)

Una serie de tubos de venteo en los tanques no son aconsejables debido a que existe mucho desprendimiento de vapor que puede envolver a otros tanques. El tubo de venteo deberá estar siempre limpio.

Los tubos de venteo ordinariamente son usados para satisfacer las mínimas condiciones requeridas para una ventilación de emergencia y ventilación por cambios térmicos.

Donde exista duda, para los requerimientos de capacidad de ventilación deberá determinarse como se indicará más adelante.

En ningún caso el tubo de venteo deberá ser más pequeño de las conexiones de descarga; éste deberá ser mayor o igual en diámetro a la tubería de llenado si:

- 1) El líquido almacenado tiene un punto de inflamabilidad menor de 45° C
- 2) Cuando el tanque es llenado por bombeo por medio de conexiones herméticas.
- 3) Cuando la carga hidrostática puede ser desarrollada sobre el tanque por un llenado total de la tubería, en este caso se excederá la presión de trabajo permisible del tanque.

ARRESTADORES DE FLAMA

Los arrestadores de flama son instalados para prevenir una entrada o regreso de flama hacia adentro del tanque a través de un venteo, en caso de una fuente de ignición externa al tanque, es decir para prevenir y evitar la propagación de fuego mediante la absorción y disipación del calor proveniente del fuego a un lado del arrestador.

Sirve también para reducir la entra

da del volumen suficiente de aire abajo del punto requerido para soportar la combustión. Para efectuar estas funciones, el área de la superficie mecánica deberá ser suficiente para absorber el calor y el metal en sí deberá poseer una alta conductividad calorífica.

Los venteos de los tanques son del tipo abierto o venteos de compensación. Los venteos abiertos terminan en una abertura cubierta por un capuchón o terminan en una U encorvada para evitar que la lluvia penetre dentro del tubo. (Ver figura 3)

Están provistos de una malla o criba de cuarzo para resguardarse de cuerpos extraños y eliminar el soplo del aire, excepto cuando un arrestador de flama es localizado sobre el final de un tubo de venteo. (Ver figura 2)

Coloque arrestadores de flama sobre tubos de venteo abiertos.

- 1) Tanques conteniendo líquidos con un punto de inflamabilidad abajo de 45° C
- 2) Tanques donde los contenidos pueden ser calentados a su punto de inflamabilidad bajo condiciones normales de operación.

Puede existir condensación en los arrestadores de flama en sus líneas debido a que los líquidos se pueden evaporar y se pueden solidificar durante épocas de frío. Para este tipo de materiales es necesario contar con un arreglo por donde circule vapor alrededor de la tubería para evitar obstrucciones.

Todos los equipos de venteo y arrestadores de flama deberán ser instalados de manera que puedan limpiarse e inspeccionarse.

Las válvulas de alivio de presión y de vacío consisten tanto de relevos de vacío y de presión cuyos puntos son ajustados dentro de operaciones seguras de presión limitadas por el tanque. Estas válvulas son usualmente colocadas de tal manera que ellas abran o cierran cuando la presión positiva o presión negativa dentro del tanque alcance una presión de 1.868 mm de Hg. Un ejemplo típico es visto en la figura 11.

CONSIDERACIONES SOBRE LA CAPACIDAD DE VENTILACION

En todo tanque de almacenamiento que contenga líquidos inflamables deberá proveerse de un venteo apropiado que permita el flujo de aire o vapor el cual compensará el flujo máximo de líquido a -

medida de que el tanque se llena o se vacía, y por la expansión o contracción máxima del contenido del tanque con los cambios de temperatura. Los venteos demasiado pequeños en comparación con el tamaño de las conexiones de llenado o de drenado, o demasiado pequeños para la velocidad de bombeo, puede dar como resultado que el tanque reviente - debido a su presión interna o bien que sufra un colapso debido al vacío interno. Durante la operación de llenado, los venteos descargan vapores inflamables. Por esta razón estos deben ser descargados en un lugar donde los vapores pueden ser disipados con seguridad; no deberán estar localizados cerca de puertas o ventanas por donde estos vapores pudieran entrar a edificios ni tampoco a fuentes de calor.

La capacidad de ventilación depende de numerosos factores tales como la relación del bombeo del vaciado o de su llenado, la volatilidad del líquido, resistencia del recipiente, la relación de calor transferido a el vapor y el líquido dentro del tanque, el tamaño del tanque y el área total que esté expuesta a fuegos exteriores.

Cuando varios líquidos son almacenados en el mismo tanque, los más volátiles serán usados como bases de consideración.

Para el cálculo de la capacidad de ventilación se deberán tomar en cuenta los siguientes factores:

- 1) La normal respiración por el vaciado o llenado del tanque.
- 2) La capacidad de respiración por el vaciado o llenado del tanque. La tabla No. 9 menciona las recomendaciones para la capacidad de ventilación térmica requerida, ésta - tabla está basada sobre la guía para "Tank Venting of the American Petroleum Institute."
- 3) Capacidad requerida para una excesiva presión interna. - (Ver tabla No. 10)

La suma de las tres capacidades es la que se deberá propor-cionar al fabricante de válvulas de relevo para que el tanque que se - quiera proteger cuente con una eficiente protección.

Para tanques de una capacidad hasta 110,000 lbs., se puede - adquirir una válvula de relevo de acuerdo a los diámetros dados en la tabla denominada "Diámetros de los tubos de venteo de acuerdo a la capacidad del tanque". (Ver tabla No. 8)

Para mayores capacidades se deberá basar en las capacidades de ventilación para llenado, vaciado, cambios térmicos y exceso de presión interna.

Las siguientes capacidades de ventilación son recomendadas para manejar la máxima respiración debido a los movimientos de líquido, por llenado y vaciado del tanque.

Para líquidos con punto de inflamabilidad de 43.33° C : e inferiores.

- 1) Proveer de una respiración de salida con una capacidad de 30.0 lts. por hora de aire por cada 14.0 lts. por hora en relación del llenado del tanque, más la capacidad térmica de ventilación, como viene dada en la tabla No. 9
- 2) Para el vaciado del tanque una relación de capacidad de 30.0 lts. por hora por cada 26.0 lts. por hora de una máxima relación de vaciado más la capacidad de ventilación térmica de acuerdo con la tabla No. 9

Para líquidos con punto de inflamabilidad arriba de 43.33° C :

- 1) Para la presión de llenado una capacidad de 30.0 lts. por hora de aire por cada 26.0 lts. por hora de la máxima relación de llenado del tanque más la capacidad de ventilación térmica dada en la tabla No. 9
- 2) Para el vaciado una capacidad de 30.0 lts. por hora por cada 28.4 lts. por hora de la relación de llenado máximo más la capacidad de ventilación térmica dada en la tabla No. 9

CALCULO NUMERICO DE LAS VALVULAS DE EMERGENCIA.

Son aditamentos que cuentan con una placa pesada la cual normalmente está apoyada sobre sus bordes excepto cuando se incrementa la presión del recipiente y ésta placa es levantada. (Ver fig. No. 12)
(Todos los tanques sobre tierra deberán contar con este tipo de válvulas, excepto los tanques verticales de techo flotante.)

EJEMPLO

Cuál es la capacidad de ventilación que requiere un tanque - de techo cónico de 380,000 lbs. de capacidad, el cual contiene acetona. El diámetro del tanque es de 9.0 mts. por 5.3 mts. de altura.

La relación máxima de llenado es de 390 lbs/minuto y la relación máxima de vaciado es de 1,135.0 lbs/min

El punto de inflamabilidad de la acetona es igual a -17.77° C

1.- Encontrar la normal respiración por el llenado y vaciado del tanque.

a) Se transformarán los $\frac{\text{litros}}{\text{min}}$ a $\frac{\text{litros}}{\text{hr}}$

$$390 \frac{\text{lbs}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hr}} = 23,400 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}}$$

$$1,135.0 \frac{\text{lbs}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hr}} = 68,000 \frac{\text{litros}}{\text{hr}}$$

b) Debido a que se trata de un líquido con un punto de inflamabilidad abajo de 43.33° C se deberá contar con una relación de llenado de 30.0 lbs/hr de aire por cada 14.0 lbs/hr de inyección de acetona y de 30.0 lbs/hr de aire para cada 28.0 litros de - vaciado del tanque.

$$30.0 \frac{\text{litros}}{\text{hora}} \text{ es a } \underline{\hspace{2cm}} 14.0 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}}$$

$$\times (\text{R de C}) \text{ es a } \underline{\hspace{2cm}} 23,400 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}}$$

Relación de capacidad por

$$\text{inyección de acetona} = 50,142.35 \frac{\text{litros}}{\text{hora}} \text{ de aire}$$

$$30.0 \frac{\text{lbs}}{\text{hora}} \text{ es a } \underline{\hspace{2cm}} 28.0 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}}$$

$$\times (\text{R de C}) \quad \underline{\hspace{2cm}} 68,000 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}}$$

Relación de capacidad
por extracción de acetona = 72,857.14

2.- Se encuentra la capacidad requerida por cambios térmicos de acuerdo a la tabla No. 9

a) Para 380,000 lbs. de acetona se requiere de una capacidad por cambios térmicos de 84,960 $\frac{\text{lbs}}{\text{hr}}$ de aire para vaciado y la misma capacidad para la presión de líquidos con punto de flambabilidad menor de 43.33° C

3.- Por lo que la suma de relaciones de capacidad de vaciado y llenado, así como cambios térmicos quedará igual a :

Capacidad de ventilación por presión = Capacidad de respiración en el llenado + Capacidad por cambios térmicos.

$$v_p = (50,143.85 + 84,960) \frac{\text{litros}}{\text{hr}}$$

$$V_p = 135,108.75 \frac{\text{litros}}{\text{hr}}$$

Capacidad de ventilación por vacío = Capacidad de respiración en el vaciado + Capacidad por cambios térmicos.

$$v_v = (72,857.14 + 84,960) \frac{\text{litros}}{\text{hr}}$$

$$V_v = 157,817.14 \frac{\text{litros}}{\text{hr}}$$

4.- Paso: Se buscan los requerimientos de capacidad de relevo para válvulas de relevo para una presión interna excesiva en tanques - sobre tierra, según la tabla No. 10, que viene en superficie del tanque contra capacidades por lo que:

a) Encontramos la área del tanque

$$A = Dh\pi$$

$$A = (9 \times 5.8 \times 3.1416) \text{ m}^2$$

$$A = 163.99$$

b) Por lo que la capacidad de ventilación para 163.99 será igual a 18,096,480 lbs/hr

Si se desea obtener la capacidad total exacta se deberá aplicar la siguiente ecuación empírica:

$$U_c = U \frac{0.7428}{L \sqrt{M}} \quad 1 \text{ BTU} = 0.5556 \frac{\text{cal}}{\text{gramo}}$$

de donde:

U_c = Capacidad de ventilación.

U = Capacidad de relevo requerida para válvulas de relevo para una excesiva presión interna en tanques sobre tierra.

L = Calor latente de vaporización $\frac{\text{cal}}{\text{gramo}}$

M = Peso molecular

$$U_c = 18,096,480 \frac{0.7428}{0.94939}$$

$$U_c = 14,160,000 \frac{\text{lt}}{\text{hr}}$$

TABLA No. 8

DIAMETROS DE LOS TUBOS DE VENTEO DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DEL TANQUE.

(HORIZONTALES Y VERTICALES)

CAPACIDAD DEL TANQUE EN LITROS			DIAMETRO EN CM. DEL TUBO DE VENTEO	
			TANQUES BAJO TIERRA	TANQUES EXTERIORES
hasta	a	1,850	2.50	3.00
1,851	a	3,500	3.00	4.00
3,501	a	11,350	4.00	5.00
11,351	a	22,700	4.50	6.50
22,701	a	45,400	5.00	8.00
45,401	a	110,000	8.00	10.00

TABLA No. 9

POR EVAPORACION Y CAMBIOS TERMICOS SE DEBERA RECURRIR A LA TABLA QUE A

CONTINUACION SE MENCIONA

CAPACIDAD REQUERIDA POR CAMBIOS TERMICOS

Litros de aire
hora

Capacidad del tanque	PARA VACIO	PARA PRESION	
Litros	Totalmente lleno	Punto de Flama- bilidad abajo - de 37.78° C	Punto de Flama- bilidad arriba de 37.78° C
158,900	28,320	28,320	16,992
317,900	56,640	56,640	33,984
476,900	84,960	84,960	50,976
635,800	113,280	113,280	67,968
794,800	141,600	141,600	84,960
1,598,700	283,200	283,200	169,920
2,384,500	424,800	424,800	254,880
3,179,400	564,400	564,400	339,840
3,974,200	679,680	679,680	424,800
4,769,100	792,960	792,960	481,440
5,563,900	877,920	877,920	538,080
6,358,800	962,880	962,880	594,720
7,153,650	1,047,840	1,047,840	651,360
7,948,500	1,132,800	1,132,800	679,680
9,538,200	1,246,080	1,246,080	764,640
11,127,900	1,359,360	1,359,360	821,280
12,717,600	1,472,640	1,472,640	877,920
14,307,300	1,585,920	1,585,920	962,880
15,897,000	1,699,200	1,699,200	1,019,520
19,076,400	1,925,760	1,925,760	1,161,120
22,286,000	2,124,000	2,124,000	1,274,400
25,435,000	2,322,240	2,322,240	1,416,000
28,614,600	2,548,800	2,548,800	1,529,280

TABLA No. 10

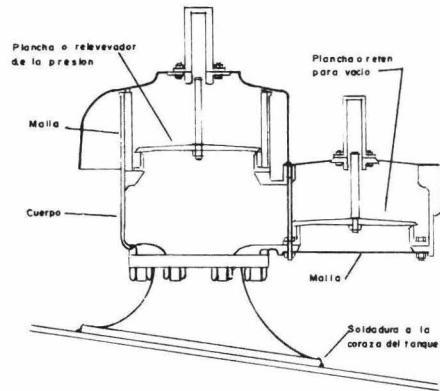
PARA EXCESO DE PRESION INTERNA DE ACUERDO A LA TABLA QUE A CONTINUACION SE ENLISTA.

"CAPACIDAD DE RECEVO REQUERIDA PARA VACUULAS DE RECEVO PARA UNA EXCESIVA PRESION INTERNA EN TANQUES SOBRE TIERRA"

AREA HUMEDA EN ft^2 y m^2 CONTRA LITRO DE AJRE POR HORA A 1 ATMOSFERA Y A $15.50^{\circ} C$

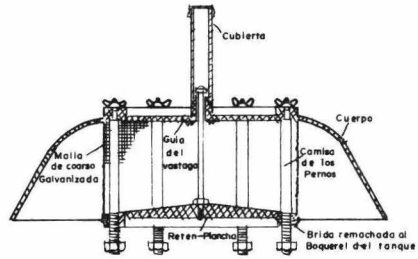
ft^2	m^2	$\frac{lt}{hr}$	ft^2	m^2	$\frac{lt}{hr}$
20	1.858	597,532	300	27.87	7.504,800
30	2.787	894,912	350	32.20	8.156,160
40	3.716	1.192,272	400	37.16	8.835,840
50	4.645	1.492,464	500	46.45	10.025,280
60	5.574	1.789,824	600	57.74	11.101,440
70	6.503	2.087,184	700	65.03	12.120,960
80	7.432	2.384,544	800	74.32	13.083,840
90	8.361	2.684,736	900	83.61	13.961,760
100	9.29	2.976,750	1,000	92.90	14.839,680
120	11.148	3.568,320	1,200	111.48	15.774,240
140	13.006	4.163,040	1,400	130.06	16.623,840
160	14.864	4.757,760	1,600	148.64	17.388,480
180	16.722	5.380,800	1,800	167.22	18.096,480
200	18.58	5.975,522	2,000	185.80	18.747,440
250	23.225	6.768,480	2,400	222.96	19.937,280
			2,800 y mayores	260.12	21.013,440

FIGURA No. 11



VACUUMS DE AGUJO DE PRESION Y DE VACIO

FIGURA No. 12



VALVULA DE EMERGENCIA O

VENTILA DE EMERGENCIA

DISCOS DE RUPTURA

Una unidad de ruptura es un artefacto relevador de presión diseñado para dar una instantánea abertura a un sistema cerrado presurizado. Su propósito es proteger al sistema sujeto a una presión excesiva por defectos del equipo mecánico, reacciones químicas fuera de control, así como fuegos internos o externos.

Una unidad de ruptura, usualmente consiste en una delgada membrana circular metálica llamada disco de ruptura. La cual está sujeta entre las pestañas metálicas de la unidad, por lo cual el disco se encuentra sujeto y sellado dentro del sistema que trabaja a presión. (Ver figuras No. 13 y 14).

La presión de ruptura varía directamente con el espesor del disco y es inversamente proporcional con el diámetro del disco.

Los materiales más comunes para discos de ruptura son el aluminio, níquel, monel, acero inoxidable, inconel, aleación de níquel, cromo, hierro.

No obstante algunos discos a veces son contruidos de cobre, plata, oro, platinum, tantalium y titanio.

El diseño de las bridas para sujetar el disco son de muchos tipos, los más comunes son del tipo de perno de 1.2 cm. a 60 cm. de diámetro, así como del tipo unión hasta de 5 cm. de diámetro y del tipo de tornillo hasta 3.8 cm. (Ver figura No. 15)

Las bridas son incorporadas al sistema de presión por medio de soldadura o por juntas de conexión.

El material de estas bridas generalmente son de acero al carbón, acero inoxidable, níquel, acero, monel, latón.

Los requerimientos para la selección de los discos de ruptura vienen dados en el Código ASME (American Society of Mechanical Engineers) en la sección 7 denominada Boiler and Pressure Vessel.

Las unidades de ruptura de acuerdo a este Código pueden ser usadas solamente para relevar una sobrepresión, estando en paralelo con las válvulas de relevo y como relevos secundarios.

INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE OPERACION SOBRE LA SELECCION DEL DISCO.

- 1) La presión de operación.
- 2) La temperatura en la localización del disco.
- 3) Los contenidos del recipiente en contacto con el disco.
- 4) Las condiciones exteriores al cual está expuesto el disco.
- 5) La posibilidad de formación de vacío durante el ciclo de operación.

Con el objeto de obtener una vida económica del disco, es necesario que el disco no esté expuesto a presiones de operación que produzcan severos adelgazamientos, lo que puede ocasionar una falla prematura. (La presión incrementa el radio del segmento hemisférico del disco, reduciendo el espesor de la membrana).

Por experiencia y recomendación de los fabricantes, el disco no deberá operarse arriba del 70% de su presión de ruptura, es decir -- la presión de operación del recipiente que se debe proteger deberá -- trabajar hasta el 70% de presión de ruptura del disco

TEMPERATURA Y LOCALIZACION

La presión de ruptura varía con la temperatura y la localización del disco. A un incremento de temperatura la presión de ruptura decrese. Los metales responden de diferente manera a los cambios de temperatura. (Ver tabla No. 11)

Todos los discos fabricados de metal sufren reducción en su resistencia, cuando están sujetos a una temperatura elevada.

A elevadas temperaturas algunos metales no son recomendables como discos de ruptura, por ejemplo, el aluminio no es recomendado para usarse sobre temperaturas arriba de 120°C , pero el inconel es recomendado hasta para temperaturas de 535°C o mayores.

La Tabla No. 12 menciona varios tipos de discos metálicos y especifica las limitaciones de temperatura. La vida útil de algunos discos metálicos es reducida cuando éstos son operados a temperaturas más altas que las que se enlistan

CORROSION

Cuando existe un medio corrosivo la selección deberá ser de

un material resistente al medio químico corrosivo con el que esté en contacto.

La principal consideración en la selección de material son las causas de corrosión interna.

Otra causa también importante es la atmósfera exterior que está en contacto con el líquido. (sal contenida en el aire o atmósfera contaminada por vapores desprendidos de un proceso).

En estos casos si el metal del disco es adecuado no existe el problema, en caso contrario se pueden poner cubiertas de plástico para proteger el metal.

Los discos pueden ser cubiertos con spray por ambos lados, tales como cloruro de polivinilo, resinas epoxy, y teflón para proveer una protección adicional entre la corrosión.

No es recomendable el uso de vinyl a temperaturas que excedan de 65°C , Epoxy y teflón en exceso de 120°C , 230°C respectivamente.

VACIO

Quando el sistema opera a presión y vacío, el disco de ruptura requiere un adecuado soporte con el fin de que no sufra colapsos. (Ver fig. No. 13)

El soporte está perfectamente adherido al lado cóncavo del disco para prevenir que el disco se deforme bajo el vacío, o se flexione durante una alternada presión y vacío.

Quando el disco está expuesto a una excesiva presión, éste se romperá. El fluido resultante es suficiente para abrir el soporte de vacío.

El soporte de vacío está de tal manera diseñado por una horadación que el sistema presurizado esté siempre en contacto con la cubierta de ruptura del disco.

El soporte de vacío está diseñado para resistir un vacío de 1 ATM.

UNIDADES DE RUPTURA, VACUULAS DE ALJIVO O ARBAS

Construir un recipiente sujeto a presión que absorba una presión interna alta resultaría incosteable. El más lógico paso al

problema es el diseño de Recipientes sujetos a presión o sistemas para condiciones de operación ordinaria y proveerlas de un adecuado venteo de seguridad, para manejar el exceso de presión desarrollado por circunstancias extraordinarias.

Existen dos artefactos de relevo; las válvulas de alivio y las unidades de ruptura, la pregunta sería cuál de las dos usan, o en cual caso se deben usar las dos.

LA UNIDAD DE RUPTURA SOLA.

Cuando un recipiente secundario es utilizado para recibir contenidos a presión de una alta viscosidad o de naturaleza corrosiva, las unidades de ruptura pueden ser usadas como una unidad primaria de relevo porque una válvula de alivio puede obstruirse o fallar en su operación por causas de congelamiento.

Las unidades de ruptura pueden ser preferidas sobre las válvulas de alivio sobre los recipientes que contienen costosos materiales tóxicos o nocivos donde el derrame puede ser evitado.

UNIDADES DE RUPTURA PARA RELEVOS SECUNDARIOS

Las unidades de ruptura pueden ser usadas como alivios secundarios en paralelo con las válvulas de alivio. En este caso la presión de ruptura sería mayor que la presión de relevo sobre la válvula de alivio. Esta sería indicada donde existe la posibilidad de detonación o una reacción dentro del recipiente, quien en condiciones extremas puede no ser controlado por la válvula de alivio.

Si el material es de bajo valor, tal como vapor, la unidad de ruptura puede no ser adecuada como un relevo primario y solamente como relevo secundario para sobre presión en caso de que la válvula de alivio estuviera expuesta a congelaciones corrosivas.

Una fuerte ventaja en el uso de la unidad de ruptura sobre algunas otras formas de artefacto de relevo, es que ésta abre prácticamente un 100% la área de venteo.

UNIDADES DE RUPTURA ANTES DE LA VALVULA DE ALIVIO.

Las unidades de ruptura, pueden ser usadas como selladores en serie con las válvulas de alivio. Para protección a sistemas en los cuales se usan materiales expansivos, esto es frecuentemente económico para usar la unidad de ruptura para sellar el goteo o derrame de

la válvula de alivio.

En el caso de tubería, si existe la posibilidad de que materiales pesados y viscosos o polimerizados, sellen u obstruyan la válvula de relevo, una unidad de ruptura antes de la válvula de alivio es lo indicado.

Si el material contenido en un recipiente sujeto a presión es altamente corrosivo, una unidad de ruptura deberá ser instalada invariablemente antes de la válvula de alivio.

Una unidad de ruptura instalada en paralelo de tal manera que proteja la válvula de alivio de las condiciones corrosivas y que sirva como un sello permeable, hasta que una sobre presión abra la unidad de ruptura, siguiendo la válvula de alivio para abrirse y disipar la sobre presión.

En este caso, tan pronto la presión normal es alcanzada, la válvula de alivio se cerrará, economizando algunas innecesarias pérdidas de material.

En medios corrosivos, lo anterior es una económica medida para usar un doble disco ensamblado. Entre el primero y el segundo disco existe un artefacto sensible a la presión en conjunto con una válvula de derrame (exceso de flujo). Ver figura No. 16

La válvula de alivio es protegida por un doble disco de ruptura en todo el tiempo, excepto cuando puede ocurrir una sobre presión.

UNIDADES DE RUPTURA DESPUES DE LA VALVULA DE ALIVIO.

Las unidades de ruptura pueden ser instaladas sobre un lado de la salida de la válvula de alivio. Esto usualmente es para minimizar las pérdidas por derrames de materiales costosos, nocivos o tóxicos, sobre sistemas donde el usar una unidad de ruptura sola o una sobre la válvula de alivio es impráctico. El disco puede estar entre una válvula de relevo y un tanque receptor.

En resumen: las unidades de ruptura pueden ser usadas como un artefacto de relevo primario o secundario, como protección a la válvula de relevo o como un sello para minimizar los derrames de una válvula de alivio con la debida consideración.

DIRECCIONES DEL DISCO DE RUPTURA.

Un adecuado flujo continuo a través del disco de ruptura, - puede ser asegurado si el disco es diseñado adecuadamente. Las siguientes consideraciones deberán ser analizadas en la selección del tamaño de la unidad de ruptura.

PRESION DE RUPTURA REQUERIDA.

La máxima presión de ruptura para proteger el recipiente, - instrumentación y tubería de un sistema deberá basarse en las siguientes consideraciones.

CAUSAS DE SOBRE PRESION

Se deberá conocer cual es el flujo que en un momento dado - puede pasar por el disco de ruptura debido a una sobre presión. Sin - conocer las características del fluido, el tamaño del disco, no puede ser determinado adecuadamente.

El análisis de los discos de ruptura sobre los requerimientos del flujo, puede ser simple relación de elevación de presión causada por bombeo dentro del recipiente. Dada una cantidad de fluido por unidad de tiempo, puede resultar una sobre presión si las válvulas de alivio se encuentran corroidas, o bien si se eleva la presión a consecuencia de una inesperada reacción exotérmica dentro del recipiente.

Las condiciones que pueden originar una sobre presión en un sistema pueden ser catalogadas básicamente como:

- 1.- Por un exceso de bombeo de fluido dentro de un recipiente o sistema.
- 2.- Una reacción exotérmica.
- 3.- Calentamiento o fuego exterior.
- 4.- Un incendio dentro del recipiente.

El problema es determinar la relación de incremento en volúmen dentro del recipiente bajo las condiciones existentes cuando la - sobre presión alcanza la presión de ruptura del disco.

DETERMINACION DEL TAMAÑO ADECUADO PARA DISCOS DE RUPTURA POR MEDIO DE TABLAS.

a) La table No. 13 que a continuación se anexa indica las curvas individuales. En la cual se muestran las capacidades de relevo (R.C.) para el diámetro del disco adecuado para:

1) Vapor saturado ($\frac{Kg}{hr}$ a 7.035 $\frac{Kg}{cm^2}$ abs)

2) Aire $\frac{litros}{min}$ a 35.154 $\frac{Kg}{cm^2}$ abs

3) Agua $\frac{litros}{min}$ a 3.515 $\frac{kg}{cm^2}$ man

B) Conociendo la capacidad de relevo (R.C.) se deberán aplicar los siguientes factores de corrección.

1) W_a - Capacidad de relevo de vapor saturado.- No requiere de corrección.

2) W_s - Capacidad de relevo de vapor sobre calentado.- Multiplicar (R.C.) por $(1 + 0.001274D)$
Donde D = número de grados de sobrecalentamiento.

3) Vapor húmedo = multiplicar R.C. por $(1 - 0.012M)$.
Donde M = número de % de humedad.
= (100 - % calidad)

4) W_a - Capacidad de relevo de aire.- No requiere de corrección.

5) W_g - Capacidad de relevo de gases.- Multiplicar R.C.

$$\text{por } \frac{1}{\sqrt{\frac{29}{M}}} \quad \text{ó} \quad \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{G_e}}}$$

6) Agua.- No requiere de corrección.

7) LPR - Capacidad de relevo de líquidos.- Multiplicar R.C. por

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{G_e}}}$$

C) Conociendo la presión de ruptura deseada multiplicar - por las capacidades de relevo corregidas.

- 1) Vapor $(\frac{Kg}{hr})$ x $\frac{7.031 \text{ Kg/cm}^2 \text{ abs}}{\text{Presión de ruptura en Kg/cm}^2 \text{ abs}}$
- 2) Aire o gas $(\frac{\text{Litros}}{\text{min}})$ x $\frac{35.154 \text{ Kg/cm}^2 \text{ abs}}{\text{presión de ruptura en kg/cm}^2 \text{ abs}}$
- 3) Agua o líquidos.
(LPM) $(\frac{\text{Litros}}{\text{min}})$ x $\frac{3.515 \frac{Kg}{cm^2} \text{ abs}}{\text{Presión de ruptura en Kg/cm}^2 \text{ abs}}$

Conociendo estos datos se localiza el punto de intersección de la capacidad de relevo con la curva de aire, agua o vapor según sea el caso. En las ordenadas se encuentra anotado el diámetro del disco adecuado.

EJEMPLO

Se requiere relevar W_s 45,350.0 $\frac{Kg}{hr}$ de vapor saturado a una presión de 3.5 Kg/cm^2 . Cuál es el diámetro del disco requerido?

MECANICA DE SOLUCION

Conociendo la presión de ruptura deseada se deberá multiplicar por la capacidad de relevo corregida de acuerdo a la fórmula mencionada en C - 1

$$1 \text{ ————— } \frac{\text{Vapor}}{W_s} \left(\frac{lb}{hr} \right) \times \left(\frac{7.031}{\text{presión de ruptura deseada}} \right) \text{ Kg/cm}^2$$

Una vez conociendo la capacidad corregida, localizarla en las coordenadas horizontales de la tabla No. 13 de Selección del diámetro del Disco de Ruptura y proyectarla hasta el punto intersección de la pendiente para vapor. Finalmente leer en la coordenada paralela a la misma altura del punto de intersección el diámetro requerido

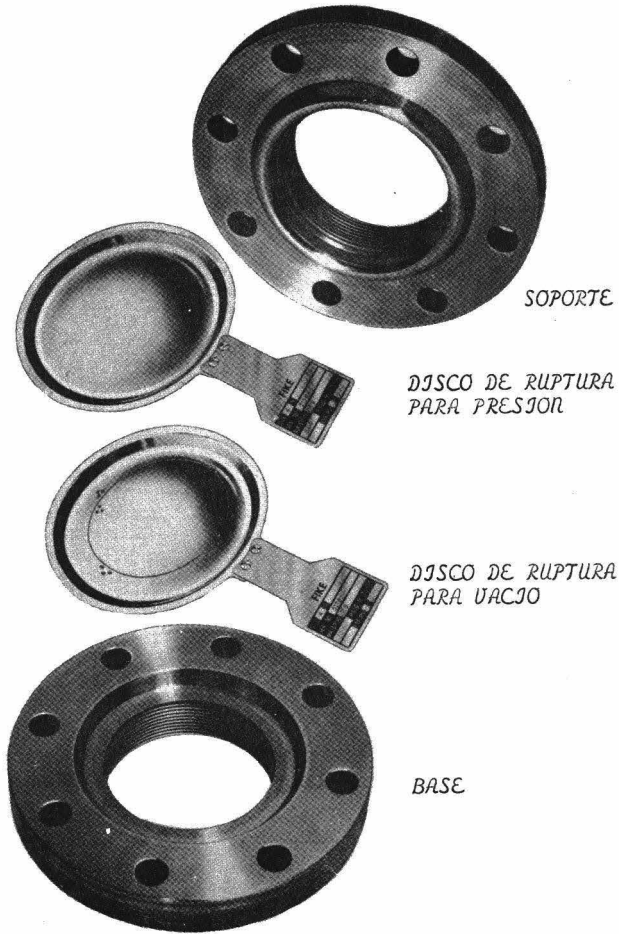
Substitución de valores especificados en la fórmula 1

$$45,350.0 \frac{7.031}{3.5} = \text{Capacidad corregida}$$

$$\frac{\text{Kilogramos}}{\text{hora}} \times \frac{\frac{Kg}{cm^2} \text{ abs}}{\frac{Kg}{cm^2} \text{ abs}} = \frac{\text{Kilogramos}}{\text{hora}}$$

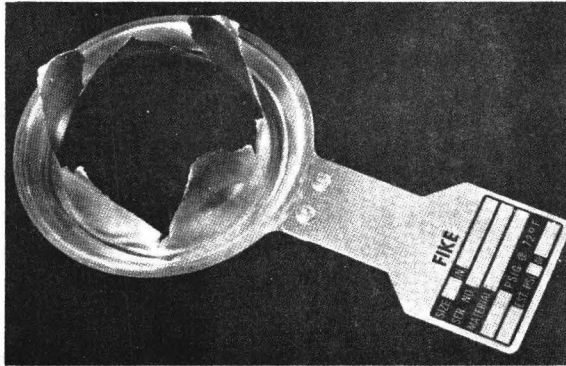
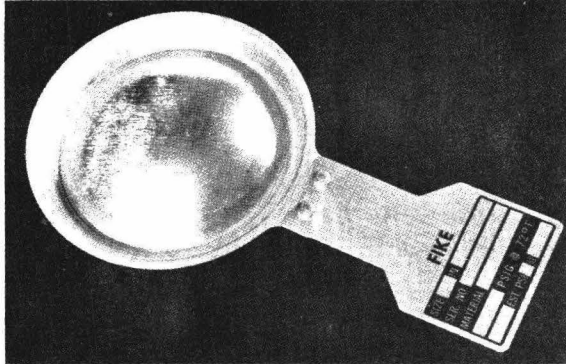
$$\text{Capacidad corregida} = 91,101.67 \frac{Kg}{hr} \quad W_s$$

$$\text{Diámetro del Disco requerido} = 25.40 \text{ cm.}$$

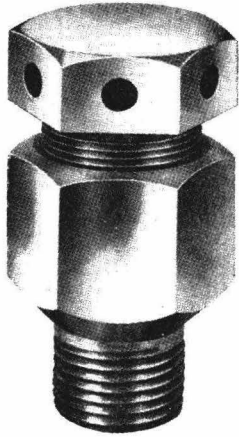


UNIDAD DE RUPTURA

FIGURA No. 14



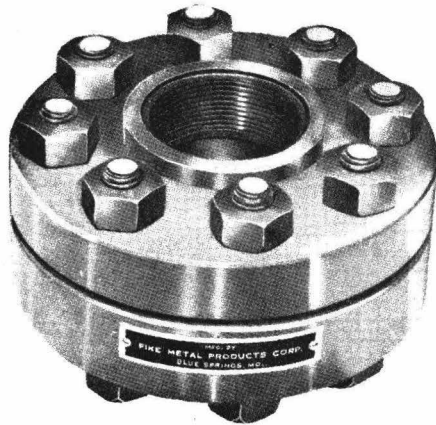
DISCOS ANTES Y DESPUES DE LA RUPTURA



BRIDA TIPO TORNJLLO

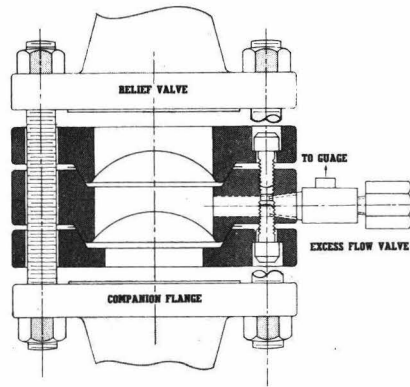


BRIDA TIPO UNION



BRIDA DE PERNO

FIGURA No. 16



VACUULAS DE EXCESO DE FLUJO

TABLA No. 11

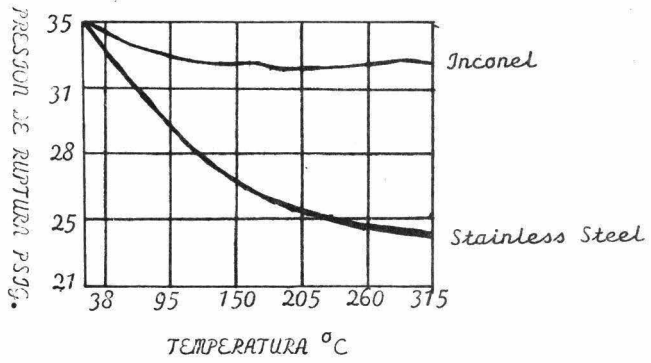


TABLA No. 12

MATERIAL DEL DISCO	MÁXIMA TEMPERATURA EN °C
Cobre o plomo bañado en cobre	120
Aluminio o plomo bañado en aluminio	120
Acero Inoxidable	348
Niquel	398*
Inconel	1000
Monel	426*
Plata	120
Platino	315

* El acero monel a 260° C con gases reductores y a 315° C con gases oxidantes.

* El niquel en contacto con algunos materiales disminuye su temperatura de operación (los fabricantes de discos dan especificaciones sobre el uso de este material).

SELECCION DEL DIAMETRO DEL DISCO DE RUP TURA

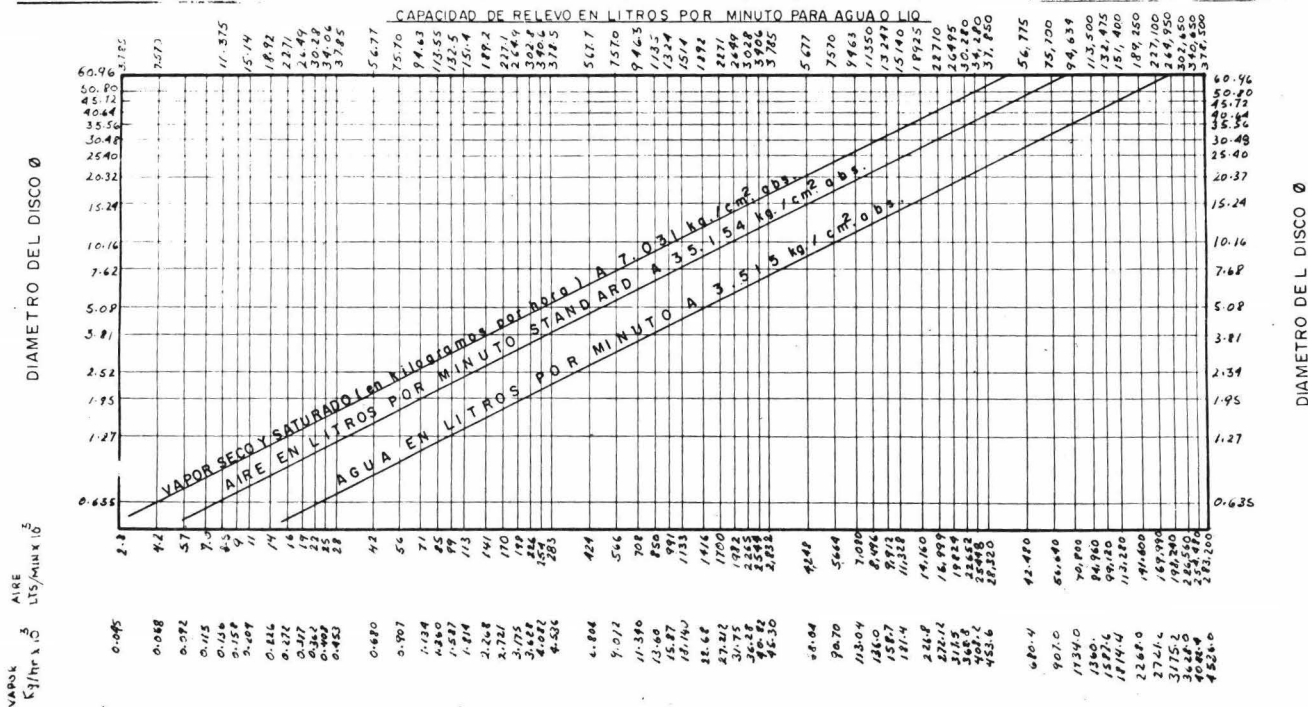
BASADA SOBRE UN LIBRE VENTEO A LA ATMOSFERA

Usar la pendiente para vapor para encontrar la capacidad de vapor

Usar la pendiente de aire para encontrar la capacidad de aire o gas

Usar la pendiente de agua para encontrar la capacidad de liquidos y agua

La cantidad especificada para liquidos es para aquellos que tengan en num.de Reynolds sobre 200



CAPACIDAD DE RELEVO-AIRE-LITROS POR MINUTO STANDARD
 CAPACIDAD DE RELEVO-VAPOR- EN Kg. POR HORA



CAPITULO 1X

PROCESOS DONDE INTERVIENEN MATERIALES
INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVOS.

El peligro de un proceso, en el cual se emplean estas sustancias dependen de muchos factores entre los cuales se pueden citar: la cantidad de líquido o gas por manejar, su punto de flamabilidad, - características de reacción, método de manejo o transporte, temperatura de operación, temperatura del medio y sistema de ventilación entre otros.

Como causas indirectas podríamos citar: el mantenimiento - del equipo, el entrenamiento del personal en casos de emergencia, las medidas de salvaguarda, el sistema de protecciones contra incendio, - la construcción de los edificios, las condiciones de la instalación - eléctrica y condiciones del equipo.

En forma general, podemos decir que el peligro de fuego - existe en donde quiera que existan líquidos inflamables y/o explosivos y el peligro de explosión se reconocerá de inmediato cuando existan las sustancias inflamables y/o explosivos en cualquiera de las siguientes formas:

- 1) Gases inflamables y/o explosivos.
- 2) Líquidos con un punto de flamabilidad de 6.67° C o menos (medidos en copa cerrada).
- 3) Líquidos con un punto de flamabilidad de 43° C o menos y éstos sean manejados a temperaturas a mayores de 15.5° C arriba de su punto de flamabilidad.
- 4) Aquéllos líquidos que tienen un punto de flamabilidad de 148.8° C o menos y éstos son calentados a su punto de ebullición.

La explosión en sí se puede considerar como una rápida combustión de la sustancia involucrada y la podríamos definir como:

La rápida combinación de vapor de los líquidos o gases inflamables en el aire con la respectiva evolución de calor e iluminosidad y con un marcado incremento de presión.

En cambio el fuego, es la combinación de la sustancia inflamable con el aire, con la respectiva evolución de calor y luz, pero no con un significativo incremento en presión.

LOCALIZACION Y CONSTRUCCION DE LOS EDIFICIOS EN DONDE SE VAYAN A MANEJAR SUBSTANCIAS INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVAS.

Consideraciones Generales.

Para aquéllas áreas en donde se use menos de un lt. de estas substancias por cada 25 m² de área, no son necesarias las recomendaciones que se anotarán.

En aquéllas ubicaciones en donde se manejen o procesen estas substancias son preferibles las localizaciones exteriores y se deberán seguir las siguientes reglas:

Cuando las operaciones tengan ámbos peligros: por fuego y - por explosión, las recomendaciones para ambos deberán ser aplicadas.

LOCALIZACION Y CONSTRUCCION

- 1) Cuando exista peligro de explosión e incendio las localizaciones exteriores son preferibles y deberán estar cuando menos 25 mts. de edificios importantes. Cuando se manejen 5,700 lts. de líquido el peligro es solamente incendio, se requiere un espacio de cuando menos 7.5 mts. de edificios importantes.
- 2) Preferir los edificios de planta baja sin sótanos.
 - a) Donde sólomente el peligro de fuego existe localizar el área peligrosa cuando menos a 25 mts. de los edificios importantes o 7.5 mts. si se manejan menos de 5,700 lts. de solventes. Es preferible utilizar construcciones incombustibles o resistentes al fuego. Si una localización peligrosa se encuentra junta con un edificio importante, es necesario que exista entre éstos un muro que resista cuando menos una hora a la acción del fuego (tabique, block, ladrillo, etc.), esto por supuesto es cuando se carece del suficiente espacio para separar cualquiera de los edificios, si el edificio expuesto es de varios niveles, las paredes expuestas de dichos niveles deberán contar con un muro protector que resista una hora de fuego o el techo del edificio destinado a las operaciones peligrosas -

deberá ser de concreto armado o bóveda de ladrillo.

- b) Cuando en un edificio existe un proceso sujeto a explosión, localizar este edificio cuando menos a 25 mts. de otros edificios importantes y usar construcciones que puedan limitar el daño al mínimo, tales construcciones incluyen paredes o techos que pueden relevar la presión interna producida, éstos techos y paredes pueden ser a base de estructuras metálicas ligeramente soldadas.

Los muros de los edificios importantes deberán ser - resistentes a la presión tales como concreto armado, block de concreto reforzado, block de tabique reforzado, metal forrado, o combinaciones entre éstas son usadas, estas paredes se recomiendan cuando la presión interna puede liberarse cuando menos hasta 7 - Kg/cm^2 . En el supuesto caso que no exista suficiente espacio para aislar los edificios a más de 25 mts. las paredes deberán ser del tipo resistente y deberán estar propiamente ligadas a la estructura y al piso. Dentro de 7.5 mts. de edificios importantes de varios pisos el techo y las paredes de exposición, deberán ser resistentes al fuego y a la presión.

Donde se hayan instalado paredes que pueden relevar - la presión interna no es necesario adicionar o colocar ventanas para explosión. Para peligros de explosión en edificios de paredes resistentes a la presión, se deberán colocar áreas de ventilación de 1 mt.^2 por cada 15 m^3 del volumen del cuarto. Deberán usarse - ventanas a prueba de explosión, o techos con escotilla. Las ventanas no deberán estar expuestas a edificios importantes.

- 3) Evitar localizaciones interiores dentro de edificios - importantes particularmente cuando las operaciones de mezclado presentan un peligro de explosión o donde los contenidos en pisos bajos están sujetos a serios daños por - agua. Cuando las localizaciones interiores son inevita-

bles debido a que no se cuenta con suficiente espacio, - u otras razones, localizar y construir el cuarto de mezclado de acuerdo a lo mencionado en el Capítulo de Almacenamiento de Líquidos Inflamables.

- a) Cuando sólo existe peligro de incendio y los líquidos manejados tienen un punto de inflamabilidad de 95° C o menos, cerrar el cuarto de mezclado con muros cortafuegos, que cuando menos soporten una hora al fuego. Cuando los líquidos tengan un punto de inflamabilidad arriba de 95° C y donde existe un abastecimiento de agua adecuado, y no afecten a ocupaciones de alto valor que pueden estar expuestas, se pueden colocar sardineles de cuatro pulgadas de alto o drenajes cubiertos alrededor de la operación de mezclado en lugar de paredes o muros cortafuego. Ventanas contra incendio en combinación con cortinas metálicas pueden igualmente ser usadas en forma alternativa con muros cortafuego.
- b) Donde el peligro de explosión existe en un cuarto de un edificio importante, el cuarto deberá localizarse a lo largo de una pared vertical que mire al exterior y dividir por medio de una construcción resistente a la presión las otras ocupaciones expuestas. Se deberá proveer de ventilas al exterior de las paredes, una relación de 1 a 25 o más es aconsejable. Estas ventanas por ningún motivo deberán mirar a otros edificios o equipo.

Se deberán evitar localizaciones peligrosas en edificios que tengan sótanos u otros espacios abajo del nivel del piso, si esto no es posible se deberán llenar los espacios abajo del nivel del piso o aislarlos completamente y hacer el piso impermeable.

No se deberán permitir líquidos inflamables, así como equipos o tuberías que contengan líquidos inflamables en esas áreas bajas.

- 4) Los pisos de los cuartos de mezclado y áreas con sardines deberán ser herméticas y con una pendiente de una pulgada para desalojar en un drenaje adecuado.

El drenaje deberá descargar áreas exteriores separadas de tanques y edificios o a otra área aislada.

El equipo deberá estar arreglado de tal forma que el escape de los líquidos inflamables no pasen abajo de ellos.

EQUIPO DE SALVAGUARDA

- 1) Todo el equipo y tubería deberá ser de metal.
 - a) Donde solamente el peligro del fuego existe, diseñar el recipiente para una máxima carga hidrostática más la usual corrosión y factores de desgaste.
 - b) En adición donde existe el equipo sujeto a explosión se deberán colocar ventilas o diseñar el equipo para recibir seis veces la presión absoluta del trabajo.
 - c) También es muy importante que el largo de los recipientes no exceda tres veces su ancho.
 - d) Cuando la ventilación que se recomienda en la Tabla No. 14 no pueda ser abastecida cuando existe equipo sujeto a presión se deberá proveer y mantener una atmósfera inerte dentro del equipo. En el caso de no ser posible mantener una atmósfera inerte, se deberá ejercer una extrema precaución aunada a un alto grado de entrenamiento y disciplina de los operadores.
- 2) Es aconsejable proveer de gas inerte en particular equipos grandes o importantes.
- 3) Los soportes de preferencia deberán ser reforzados con concreto. En el caso que no sea práctica esta medida los soportes de metal deberán protegerse por medio de rociadores automáticos.
- 4) Proveer de drenaje para derrames.
- 5) Deberá usarse vapor, agua caliente o líquidos orgánicos u otros medios que no requieran flamas abiertas para el ca-

lentamiento. Deberán de instalarse controles de temperatura para informar al operador de las condiciones que prevalecen dentro del equipo. Es preferible que el equipo de calentamiento esté regido por un sistema automático de control y proveer de un cierre automático para altas temperaturas donde sea aplicado. Deberá tenerse la certeza que las tuberías o de los serpentines estén abajo del punto de auto-ignición de los líquidos inflamables que se están manejando.

- 6) Se deberá diseñar el sistema de transferencia para la mínima carga y descarga de presión consistente con los requerimientos de la operación de mezclado.
- 7) Separar el almacenamiento del mezclado. La cantidad de líquidos inflamables en área de mezclado deberá ser mínima preferiblemente a no más de un turno.
- 8) Deberán usarse seguros métodos de aforo para medir el contenido de los tanques.
- 9) Ventilación de acuerdo a las normas que más adelante se mencionan.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA.

La electricidad estática es causada por el movimiento de electrones que ocurren cuando sustancias distintas entran en contacto una a la otra y cuando son separadas. Los electrones producen cargas de electricidad estática sobre los objetos, cuando éstos son separados. El término de electricidad estática se deriva de cuando estas cargas no pueden escapar son estáticas. La carga estática es producida también cuando fluidos no conductores pasan a través de tuberías o mangueras.

Ella también se produce por la fricción que ocasionan las gotas cuando caen a un tanque, cuando son agitados los tanques, cuando un chorro cae sobre un espejo y provoca una turbulencia, también cuando el aire u otros gases en forma de burbujas atraviesan el seno de un líquido. Los solventes derivados del petróleo, benceno y disolvente de carbono son materiales que fácilmente producen y acumulan carga estática. Los gases transportados por un boquerel a altas veloci-

dades pueden producir la carga estática especialmente si arrastran líquidos o partículas sólidas.

Si la electricidad estática no es neutralizada o eliminada tan rápidamente como ésta es producida las cargas crecerán gradualmente, ésto puede desarrollar una gran energía potencial que se puede transformar en una chispa que puede prender materiales combustibles o vapores que estén cercanos.

La generación de electricidad estática no puede ser evitada pero una acumulación peligrosa si se puede prevenir por medio de conductores de esta carga eléctrica que la aterricen a medida que ésta se vaya produciendo. Para conducir la carga estática se incluyen algunos métodos de uniones a tierra aterrizadas, sistemas de ionización y modificación. Estos métodos también se pueden usar en combinación, tales medidas previenen la descarga de la chispa separando las cargas positivas y negativas.

Antes de instalar un nuevo proceso hay que tener especial cuidado en donde se vayan a acumular posibles cargas estáticas y de esta forma neutralizarlas. Es conveniente efectuar inspecciones periódicas sobre todo en donde se manejen líquidos volátiles.

La mínima cantidad de energía para causar una ignición varía de acuerdo a los tipos de combustibles mezclados. La energía en la descarga de una chispa es igual a

$$E = 1/2 CV^2 \times 10^{-9}$$

Donde E es la energía en milijoules

C es la capacitancia en micromicrofarada y

V es el potencial en volts

Por ejemplo: la capacitancia del cuerpo humano se estima que se encuentra alrededor de 200 micromicrofaraday y supongamos que un objeto tiene una carga de 10,000 volts, la energía de descarga de la chispa tendrá una cantidad alrededor de 50 milijoules. Esa energía es suficiente para quemar algunos combustibles.

En general los hidrocarburos livianos y vapores requieren de 0.25 milijoules de energía para ser prendidos con el aire.

El caso del acetileno es una notable excepción, ya que únicamente se requieren de 0.02 milijoules para ser prendidos.

GENERACION DE CARGA ESTÁTICA POR EL PERSONAL

El cuerpo humano frecuentemente acumula una gran cantidad de carga estática por contacto de los zapatos con el piso, así como algunas máquinas rotativas, también la ropa puede crear esta carga estática. También algunas personas de pelo extremadamente seco pueden acumular una carga estática más rápidamente que otras. Estas personas no deberán trabajar por ningún motivo en procesos donde se manejen o procesen líquidos inflamables.

PRUEBAS DE ELECTRICIDAD ESTÁTICA

En cuartos donde se manejen líquidos y gases inflamables es aconsejable efectuar frecuentes pruebas sobre todo cuando la humedad es baja.

Existen una gran variedad de instrumentos que detectan la presencia de electricidad estática tales como circuitos eléctricos en lámparas de gas-neón, también electroscopios de hoja de oro o voltímetros electrostáticos.

MÉTODOS PARA CONTROLAR LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.

La electricidad estática es generada por el contacto y separación de las fases. Por lo que se deberá reducir la relación de flujo evitando caídas libres, salpicaduras y reduciendo la relación de separación de materiales que tengan diferentes constantes y eléctricas. A continuación mencionaremos los métodos más eficaces para minimizar la acumulación de cargas electrostáticas durante el transporte, almacenamiento y procesamiento de líquidos inflamables, así como gases inflamables y/o explosivos, en los cuales se resumirá las ventajas y las desventajas de cada uno de los siguientes métodos:

CONEXIONES A TIERRA Y UNIONES

En locales peligrosos todas las partes de metal que pueda producir electricidad estática deben conectarse eléctricamente y deberán aterrizarse para prevenir acumulaciones peligrosas. Este sistema es efectivo para buenos conductores. La unión entre dos materiales conductores reduce el potencial a cero, pero ambos pueden tener una diferencia de potencial relativa para otros objetos. El potencial entre todos los conductores aterrizados es cero.

En las figuras No. 17, 18 y 19 se ilustra los diferentes tipos de conexiones para evitar la carga electrostática. Las instalaciones a tierra a base de tantalium deberán ser cuidadosamente instaladas para recipientes no conductores, ya que la unión no puede ser lo suficientemente efectiva si los líquidos tienen una baja conductibilidad. (Ver figura No. 18)

El llenado del tanque por medio de tuberías deberá efectuarse por medio de un tubo metálico que se extienda hasta el fondo del recipiente o la descarga de la línea deberá ser colocada sobre un lado del recipiente.

Las variaciones en semiconductores pueden ser reducidas por conexiones a tierra previniendo que la relación de acumulación de variación sea menor que la relación que de disipación, no obstante que los conductores no pueden ser eficazmente aterrizados.

Conectar tierras atornilladas y discos en tuberías, las cuales incrementarán la electricificación, ya que ésta jamás decrece o disminuye. Estas tierras deberán ser revisadas periódicamente, debido a que pueden estar sujetas a golpes o daños mecánicos, con lo cual perderán su eficiencia e inclusive se puede perder la finalidad para la cual fueron creadas. También es conveniente probar periódicamente su conductibilidad.

HUMIDIFICACION

La humidificación artificial es un medio de prevenir la electricidad estática en materiales conductores. La conductibilidad de muchos materiales cambia cuando varía la humedad también. De acuerdo a las estadísticas existe mayor carga estática en invierno cuando la humedad relativa a la intemperie es 30% menor que en otras estaciones.

Se recomienda que la humedad ambiental relativa se encuentre entre los rangos de 60 a 70 %

El efecto que produce la humedad artificial es formar unas cortinas conductoras que pueden disipar las cargas que se generen dentro de los equipos de un determinado proceso.

Se deberá tener un especial cuidado en que la humedad artificial prevalezca en todas las partes del proceso, ya que existen máquinas o equipos que operan a altas temperaturas y la humedad en esas zo

nas puede ser muy baja y en estos casos se deberá recurrir a otros mé-
todos.

Para que un sistema de esta naturaleza trabaje con la máxima eficiencia posible, es conveniente contar con un sistema automático - de control por medio de higrómetros o psicómetros.

Estos sistemas tienen poca aplicación en las industrias que elaboran compuestos químicos y de petroquímica, ya que la humedad - ambiental puede afectar la calidad de los productos manufacturados.

Generalmente es aplicado en algunas operaciones de pintado - en el que utilizan solventes así como, operaciones de blanqueo.

IONIZACION DE LA ATMOSFERA

Aunque el aire es mal conductor puede aumentarse su conducti-
bilidad notablemente mediante la ionización. De esta manera se esta-
blece un contacto entre los materiales cargados y la atmósfera, lo -
cual constituirá una descarga a tierra de los objetos. Cuando se pro-
ducen cargas estáticas en materiales no conductores tales como papel,
ropa, hule o piel y no es posible drenar o neutralizar las cargas por
los métodos comunes entonces tales materiales deberán desplazarse a --
través del aire.

INCREMENTO DE CONDUCTIBILIDAD ELECTRICA

La conductibilidad de líquidos orgánicos, tales como hidro--
carburos se puede incrementar notablemente por medio de la adición de
pequeñas partes por millón de aditivos conductores y de esta manera las
cargas producidas en tales materiales tratados puede ser efectivamente
conducidos a tierras.

Este método es muy recomendado para solucionar la baja conduc-
tibilidad de aquéllos hidrocarburos manejados en la industria química y
petroquímica.

NEUTRALIZADORES ELECTRICOS

El principio de incremento de ionización del aire por medio -
de conductores punteagudos conectados a una fuente de alto voltaje es -
empleado para neutralizar la electricidad estática, el sistema consiste
en colocar hileras de puntas conectadas eléctricamente a un transforma-

dor de alto voltaje (Ver Fig. 20). - Estos aparatos se deberán colocar cerca de los puntos donde la electricidad estática se quiere eliminar. Aunque el potencial de estas puntas es muy alto los conductores deberán estar perfectamente aislados, las puntas bien protegidas. La capacidad de corriente es baja por lo que el peligro de electrocución a los obreros es baja.

Cabe hacer la aclaración que este sistema es utilizado para materiales no conductores tales como papel, cartón, tela, etc. y por ningún concepto se deberán utilizar en áreas en donde se manejen o procesen líquidos o gases. Estas puntas se deberán proteger contra cualquier daño o contactos a tierra accidentales, ya que si las puntas tienen contacto a tierra pueden causar un incendio.

MEDIOS DE PREVENCIÓN CONTRA LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA DONDE SE MANEJEN SUSTANCIAS INFLAMABLES

10. Se deberá unir eléctricamente y aterrizar todo el equipo usado en el manejo o almacenamiento de líquidos inflamables de alta resistencia eléctrica y de bajo punto de inflamabilidad, especialmente aquellas sustancias que no son miscibles en el agua.
20. Colocar los tubos de llenado en un punto cerca del fondo de los tanques de almacenamiento para reducir la acumulación de carga estática.
30. Deberán unirse eléctricamente las líneas de distribución de los líquidos peligrosos de almacenamiento a almacenamiento.
Se deberán conectar eléctricamente todas las juntas o partes de tubería que estén aisladas.
40. El transporte de líquidos y gases deberán ser por medio de tubería metálica o mangueras forradas de metal o mangueras con alambre conectado a tierra.
Es muy peligroso verter o vaciar líquidos de un recipiente metálico no aterrizado a otro o llenar un tanque por medio de mangueras no conductoras.
50. Para las estaciones de carga y descarga de sustancias peligrosas se deberá aterrizar la pista y se deberá ins

talar un tubo conductor el cual deberá estar debidamente aterrizado.

Antes de la carga o descarga del líquido o gas se deberá conectar la pipa o el carro tanque a las barras conductoras y deberá ser desconectado después de que se haya cargado o descargado totalmente la pipa.

INSTRUMENTOS MEDIDORES DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

Cuando se emplean las sustancias objeto de esta tesis dentro de locales o áreas de trabajo es conveniente cuantificar la peligrosidad de éstas para que pueda ser controlada una situación de peligro y de esta forma evitar oportunamente accidentes que pueden tener un fin desastrozo.

Existen en el mercado muy diversas y variadas formas de diseño de estos equipos, pero los cuales están basados en el mismo principio técnico.

El principio de estos aparatos tiene por objeto checar el límite inferior y superior de explosibilidad de una determinada atmósfera. Estos aparatos podríamos denominarlos en forma general explosímetros. Se basan en circuitos eléctricos lo suficientemente sencibles para determinar los límites inferior de inflamabilidad. Los más usuales operan bajo las siguientes formas:

- a) Medición de la variación de conductibilidad eléctrica o de luminosidad de un elemento que afecta su resistencia eléctrica por calentamiento debido a una reacción de combustión en el lugar en que se encuentra.
- b) Medición de los cambios de presión, volumen o temperatura cuando arde una mezcla combustible.
- c) Por ionización de elementos químicos del vapor o gas inflamable y su efecto en un campo eléctrico.
- d) Por influencia de la conductibilidad técnica de la muestra tomada.
- e) Por reacciones químicas de la muestra.
- f) Por absorción en la luz ultravioleta o ultrarroja.

Estos aparatos son de tipo manual para muestreos intermitentes y otros son de flujo continuo y se encuentran fijos en lugares de-

terminados.

Las escalas de la carátula indican el rango de explosibilidad. Para el caso de aparatos explosímetros fijos pueden operar un dispositivo de alarma, el arranque de un sistema de ventilación forzada etc. al cambio del elemento sensible de otra atmósfera en condiciones normales.

La forma de circuito más usual es la del llamado Puente de Wheatstone que consiste en cinco ramas, cuatro de ellas dispuestas como lados de un cuadrilátero y otra como diagonal del mismo. La operación de este circuito (Ver fig. 21) consiste en que la corriente eléctrica entra por el punto A y se distribuye por las dos ramas hasta salir por el punto D, pudiendo o no haber paso de corriente por la diagonal BC. La característica de esta disposición. Esto se explica porque al no pasar la corriente por BC, las caídas por BD y CD son iguales. También sucede que la corriente que pasa por AB es la misma que por BD, y por otra parte también por AC y CD pasa igual corriente.

La demostración de lo anteriormente enunciado es sencilla:

La Ley de Ohm que expresa la relación entre el voltaje, la corriente y la resistencia se indica: $V = IR$

Esta ley se puede aplicar a cada rama del circuito tratado, considerando que:

$$I_5 = 0 ; I_1 = I_2 = I_4$$

y que las caídas de voltaje guarden las condiciones:

$$U_1 = U_2 ; -U_3 = U_4$$

Pero por la igualdad de intensidades se hacen las siguientes substituciones:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$

$$I_1 R_3 = I_2 R_4$$

y dividiendo las igualdades se obtiene:

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

Que nos indica que hay una proporción entre los valores de - las resistencias cuando no pasa corriente por la rama BC

De acuerdo con lo anterior se puede determinar el valor de - una de las resistencias conociendo los de las otras tres, o bien cuando tres de ellas son fijas, se pueden conocer las variaciones de la - cuarta resistencia.

En el puente de Wheatstone de hecho se están comparando dos resistencias, una es el filamento detector y otra es la que hace par - con éste. En la resistencia puente se coloca el miliamperímetro con la carátula graduada.

MODELOS DE APARATOS DETECTORES

El aparato más conocido es el llamado Explosímetro, que funciona mediante un puente de Wheatstone. Sus principales partes son:

- a) Unidad de medición con la carátula.
- b) reostato.
- c) conexión para toma de muestras.
- d) conexión para el bulbo.
- e) bulbo aspirador.
- f) filamento.
- g) lámpara equilibradora.
- h) pilas secas.
- i) arnés de sujeción.
- j) tubo adicional para muestreo.

La operación tiene los siguientes pasos: se abre el circuito por medio del reóstato, se pasa aire limpio a la cámara operando el bulbo y se ajusta colocada su entrada en el punto de muestreo, se hace en trar la muestra atmosférica oprimiendo y soltando el bulbo de aspiración varias veces. La lectura más alta es la que se debe tomar en - cuenta, considerando que indica en qué proporción el gas de la muestra se acerca al límite explosivo. En términos generales una indicación sobre el área roja de la carátula indica la existencia de mezcla explo siva. (Ver. Figura No. 22)

Todos los aparatos deben tener arrestadores de flama tanto a la entrada como a la salida de la cámara de combustión para evitar que haya una proyección de flama hacia afuera.

Para proteger los aparatos del peligro de alteraciones, corrosiones o envenenamientos químicos de los elementos de la cámara de combustión, se usan filtros sencillos o son inhidroses que reaccionan con el contaminante nulificando su acción destructiva o bien se mantiene el filamento a temperaturas convenientes para evitar ese efecto. - Esto se tiene en el caso de tetraetilo de plomo en el cual se fijan sobre el filamento óxidos metálicos que luego impiden su función, principalmente cuando se trata de elementos catalizadores, que son muy sensibles a la alteración química.

VENTILACION REQUERIDA EN LUGARES DONDE SE MANEJAN SUSTANCIAS INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVAS.

CONCENTRACIONES DE VAPOR Y MEZCLAS EXPLOSIVAS.

Los siguientes cálculos pueden ser utilizados para determinar el volumen de vapor producido por la evaporación de un solvente conocido y la cantidad de aire requerido para mantener la mezcla abajo del límite de explosividad. Los cálculos están basados sobre una temperatura de 27° C y a la presión atmosférica normal.

El cálculo sobre una segura ventilación con un amplio factor de seguridad deberá ser usado por la dificultad de mantener un estricto control.

Una práctica recomendable es que la operación en lugares en donde se manejen líquidos inflamables, éstos no deberán exceder del - 25% del límite más bajo de explosividad.

$$V = \frac{L \times D \times G_e}{d \times D_v}$$

V = Volumen ocupado del solvente evaporado.

L = Cantidad de líquido que se evapora.

D = Peso del agua en gm/lt

d = Peso del aire en gm/lt

D_v = Densidad del vapor

G_e = Gravedad específica del solvente

EJEMPLO:

Calcular cuál es la ventilación requerida para un equipo que desprende vapores de tolueno a razón de 5 lts. por hora.

Datos:

$$T = 27^{\circ} \text{ C}$$

Se evaporan 5 lts. de tolueno líquido, que ocupará un volumen X

Punto de inflamabilidad del tolueno 7.22

Sus límites de explosividad con respecto al aire en % en volumen son: LIE = 1.3 y LSE = 7.0

Gravedad específica 0.872

Densidad relativa del vapor 3.17

L = Líquido que se evapora = 5 lts/m

U = Volumen solvente evaporado por cada 5 lts de solvente

d = Peso del aire a 27° C

D = Peso del agua a 27° C

$$U = \frac{L \times D \times G_e}{d \times D_v} = \text{Lt}$$

Substituyendo:

$$U = \frac{5 \times 998.20 \times 0.872}{1.20 \times 3.17} = 1144.09 \text{ Lts}$$

Si consideramos que 1144.09 lts de vapores de tolueno corresponden a 1.4% que es el LIE, cuántos lts de aire se necesitan para que se forme una mezcla explosiva

$$\text{Lts. de aire} = \frac{1144.09 \times 1.4\%}{(100 - 1.4)\%}$$

$$\frac{1144.09 \times (100 - 1.4)\%}{1.4\%} = 80,576.62 \text{ lts.}$$

Dicho de otra forma, cuál es la cantidad en lts. de aire requerida para que 1144.09 de volumen de tolueno forme una mezcla explosiva.

$$(100 - 1.4)\% \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad U_a = \text{Lt. de aire para formar una mezcla explosiva.}$$

$$1.4\% \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1144.09$$

$$X = \frac{(100 - 1.4)\%}{1.4\%} \times 1144.09 \text{ Lt.}$$

$$X = 80,576.62 \text{ lts. de aire.}$$

Es decir existiendo 80,576.62 lts. de aire por 1144.09 lts. de vapores de tolueno se llega a su LJE

Con el objeto de diluir esta mezcla explosiva hasta un 25% - se inyecta aire de acuerdo a la siguiente relación:

$$\begin{aligned} \text{VAR} &= 80,576.62 \times 4 = 322,306.48 \text{ lts.} \\ &= 322.4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

que es la ventilación necesaria para cada 5 lts. de solvente eso pasado una hora.

Cuando se estén manejando estas sustancias inflamables y/o explosivas a una mayor temperatura, se obtiene un factor de corrección por medio de una relación de temperatura absoluta.

EJEMPLO:

Supongamos que la temperatura de operación es de 150° C. para el anterior problema:

$$\frac{t^{\circ} \text{ C} + 273}{21^{\circ} \text{ C} + 273} = \frac{150 + 273}{21 + 273} = \frac{423}{294} = 1.438$$

1.438 relación de temperaturas absolutas de 21° C a 150° C

El volumen de aire requerido en el anterior problema -----

$$\text{VAR} = 322.4 \text{ m}^3$$

$$\text{VAR} (150^{\circ} \text{ C}) = \text{VAR} \times 1.438$$

$$\text{VAR} (150^{\circ} \text{ C}) = 463.61 \text{ m}^3$$

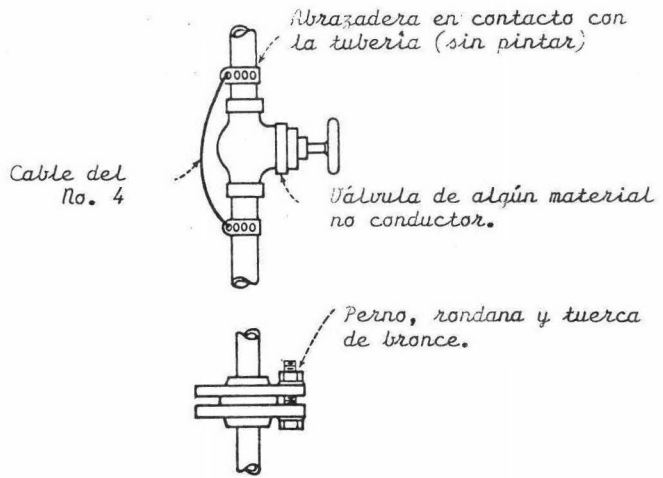
TABLA No. 14

Relación entre la presión interna absoluta (calculada al 50% del límite de ruptura del equipo) y la presión absoluta máxima de operación.

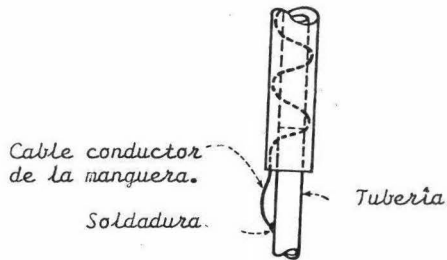
Proporción mínima de ventilación en cm^2 - por litros de líquido.

6	10 cm^2 :	122	lts.
5	10 " :	51	"
4	10 " :	25	"
3	10 " :	12	"
2	10 " :	6	"
1 1/2	10 " :	3	"
1	10 " :	1.5	"

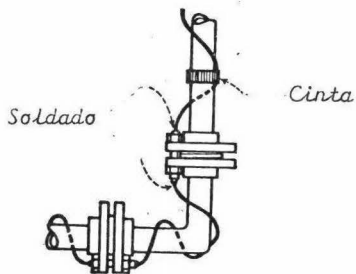
FIGURA No. 17



BYPASS DE LA TUBERÍA



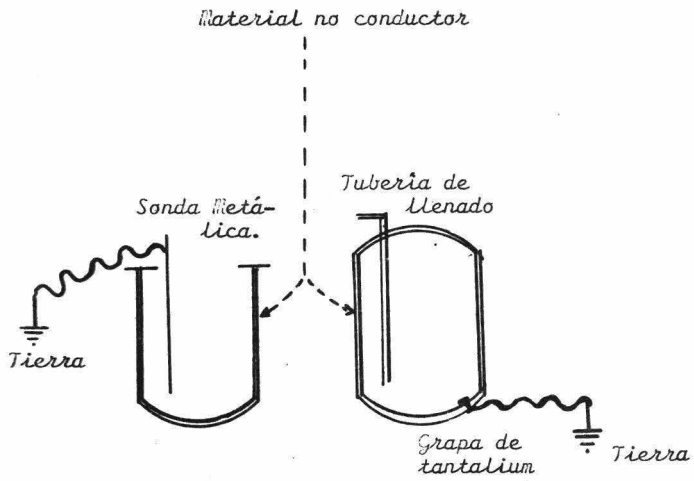
TUBERÍA CONDUCTORA



TUBERÍA DE VIDRIO

ARREGLO DE CABLES PARA PROPORCIONAR UN CIRCUITO DE CORRIENTE EN FLUIDOS CONDUCTORES.

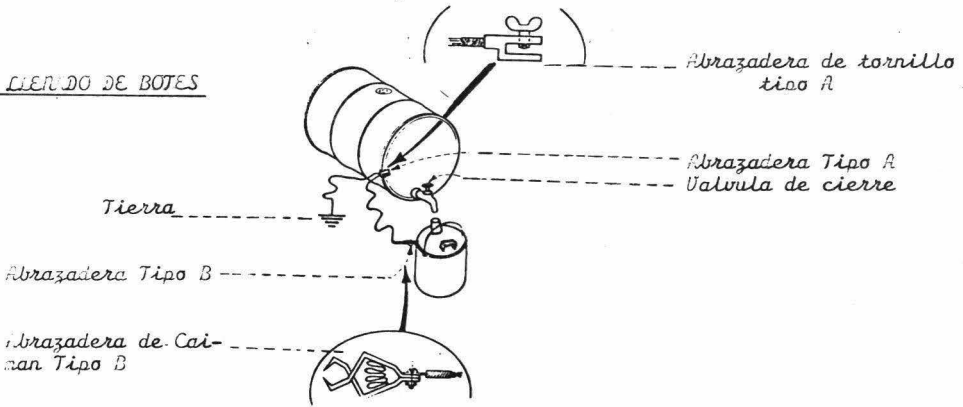
FIGURA No. 18



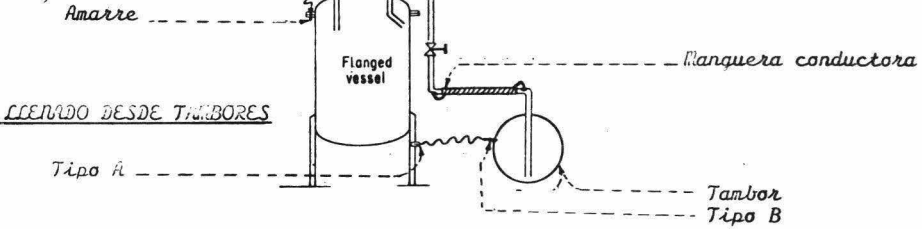
MÉTODOS PARA CONDUCIR LA CARGA ELECTRICA EN EQUIPOS NO CONDUCTORES TALES COMO VIDRIO, PLASTICO.

FIGURA No. 19

LLENADO DE BOTES



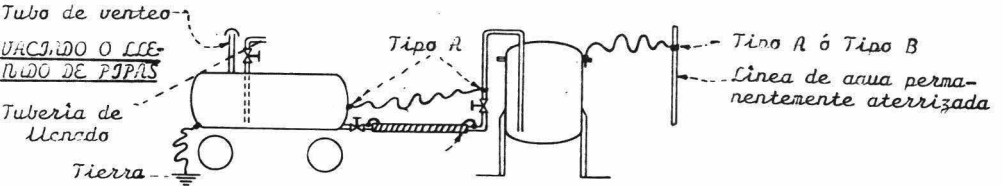
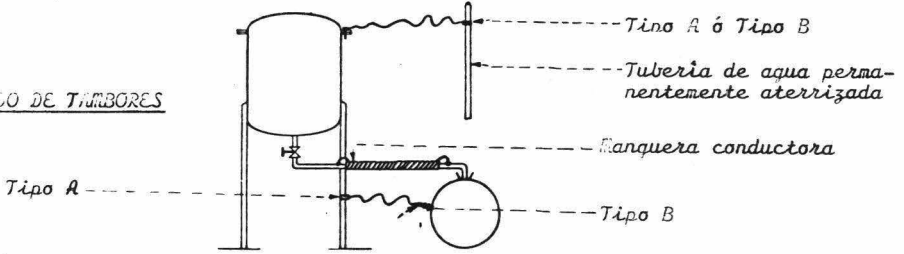
si una linea de agua permanentemente aterrizada.



LLENADO DESDE TAMBORES

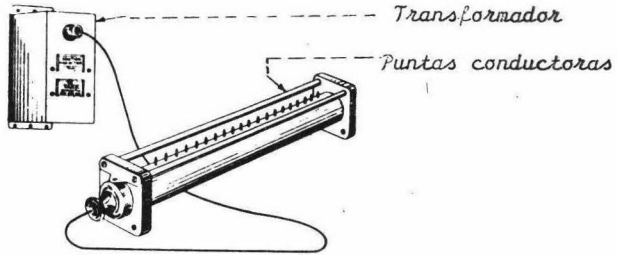
Tipo A

LLENADO DE TAMBORES



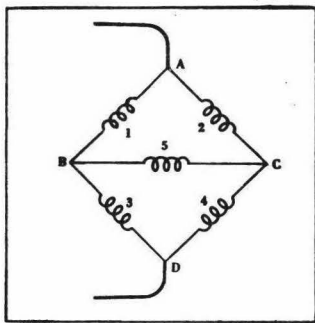
POR MEDIO DE UN ADECUADO ATERRIZADO SE MINIMIZA LA ACUMULACION DE CARGAS ELECTRICAS DURANTE LA TRANSFERENCIA DE LIQUIDOS DE BAJA CONDUCTIBILIDAD.

FIGURA No. 20



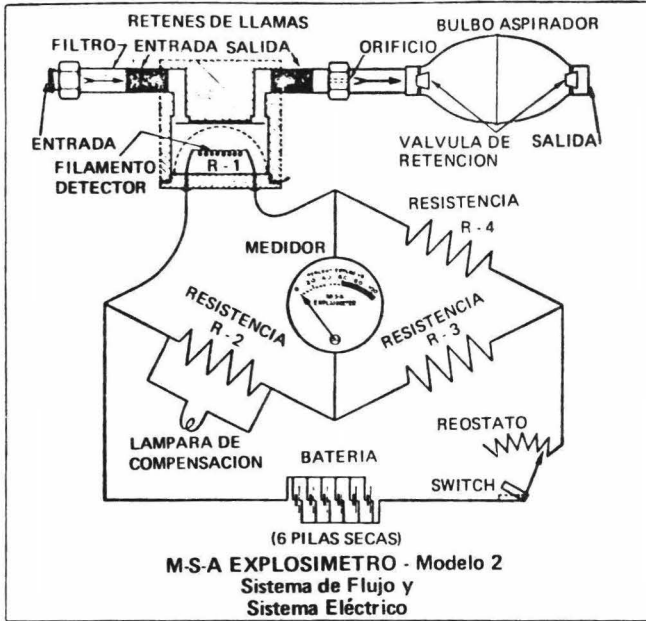
NEUTRALIZADOR ELECTRONICO

FIGURA No. 21



PUENTE DE WHEATSTONE

FIGURA No. 22





CAPITULO X

INSTALACION Y EQUIPO ELECTRICO EN DONDE SE
MANEJEN MATERIALES INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVOS

En aquéllas plantas que manejan o procesan materiales infla-
mables y/o explosivos es de fundamental importancia la selección de -
equipo eléctrico adecuado, debido a la posible concentración con el -
aire con estos materiales en determinadas áreas de la planta.

La peligrosidad de los distintos departamentos de una fábr-
ica en donde se trabajan estos materiales deberá ser perfectamente cuanti-
ficada, de tal manera que el equipo eléctrico sea el adecuado y no -
excedan en gastos en aquéllas áreas que no necesiten equipo especial
o prueba de explosión, o escatimar gastos en aquéllos locales en que
una instalación a prueba de explosión sea de primordial importancia.

De acuerdo al artículo 30 del capítulo V del Reglamento de
Obras e Instalaciones eléctricas de la Dirección General de Electrici-
dad de la Secretaría de Economía, me permitiré citar el párrafo de Lo
cales Peligrosos que cita dicho reglamento.

"Se entiende por locales peligrosos aquéllos en donde haya
o pueda haber gases o vapores en la atmósfera, que puedan producir -
mezclas explosivas o inflamables, tales como cámaras donde se apli- -
quen pinturas por atomización, locales donde con frecuencia se pasen
de un recipiente a otro líquidos volátiles o gases licuados inflama-
bles o explosivos, sala de secado de disolventes inflamables, salas -
de disolventes inflamables, salas de bombeo de gases inflamables, o -
líquidos volátiles inflamables."

Dentro de este reglamento, mencionan las características que
debieran tener ciertos equipos y aditamentos para cumplir con las es-
tipulaciones mínimas que fija la ley para poder otorgar los permisos
correspondientes.

Con el objeto de abarcar en lo más posible este tema me ape-
garé a los códigos Eléctricos Canadienses "National Electric Code y
el Canadian Electrical Code" que son de los más completos en lo que se
reñiere a Instalaciones Eléctricas, por supuesto que para llevar a ca-
bo un estudio más minucioso me apoyaré en el Reglamento de Obras e -
Instalaciones eléctricas de la Secretaría de Economía.

Clasificación de localizaciones peligrosas de acuerdo a los
Códigos Canadienses se dividen en tres, los cuales son:

Clase 1 Localizaciones en donde se manejan o procesan lí-
quidos inflamables.

Clase 11 Localizaciones en donde se encuentran polvos combustibles o conductores.

Clase 111 Se refiere específicamente para Fábricas de Hilados y Tejidos.

Dentro de las localizaciones de Clase 1 que es la que nos interesa para este tema la definición para tales locales es la siguiente:

Clase 1. Se consideran como Clase 1 aquéllas áreas en las cuales gases o líquidos volátiles inflamables son usuales o pueden usarse ocasionalmente.

Para tal propósito los líquidos inflamables son aquéllos que tienen un punto de inflamabilidad abajo de 43° C o aquéllos cuyo punto de inflamabilidad es mayor pero son calentados arriba de su punto de inflamabilidad.

Esta clasificación se divide en dos divisiones, las cuales son: Clase 1 División 1 y Clase 1 División 11.

Clase 1 División 1.— Son aquéllas áreas en las cuales existen concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables que presentan las siguientes características:

- a) Que existan continuamente, intermitentemente o periódicamente bajo condiciones normales de operación.
- b) Que existan frecuentemente debido a reparaciones, operaciones de mantenimiento o fugas.
- c) Pueden existir debido a averías repentinas desarreglos, interrupciones, paradas imprevistas, así como a fallas del equipo de operación, proceso en el que simultáneamente se presenten fallas en el equipo eléctrico.

EJEMPLOS DE CLASE 1 DIVISION 1:

- 1) Sótanos carentes de ventilación utilizados para caseta de bombas empleadas en el manejo de líquidos inflamables.
- 2) Registros, desniveles o sótanos abajo del nivel del piso que contengan vapores inflamables o gases más pesados que el aire.
- 3) Localizaciones bajo o adyacente a hornos abiertos; mezcladores, tanques de depósito de líquidos inflamables (siempre y cuando exista una ventilación positiva y normalmente adecuada).

- 4) Las áreas inmediatas de equipo normalmente cerrado que contenga L.F. el cual por la naturaleza de la operación se tenga que abrir frecuentemente (siempre por medio de una ventilación positiva y normalmente adecuada).

El equipo eléctrico adecuado se tratará terminando la clasificación Clase 1 División 2 por medio de una tabla comparativa de estas dos clasificaciones, la cual fué elaborada por la Factory Mutual.

Clase 1 División 11.- Dentro de esta división se encuentran comprendidos aquéllos locales que presenten las siguientes características:

- a) Areas en donde se manejen líquidos volátiles, inflamables o gases inflamables pero los cuales se encuentren dentro de receptores cerrados o sistemas de proceso diseñados - para tal fin y en las cuales unicamente presenten peligro por roturas accidentales o mal manejo.
- b) Areas en que las concentraciones de vapores inflamables sean evitados por medio de una adecuada ventilación mecánica.
- c) Aquéllas áreas adyacentes o próximas a locales clasificados como Clase 1 División 1, debido a que existe el peligro de que los vapores o gases inflamables sean transmitidos, a menos que dicha transmisión sea evitada por medio de una ventilación adecuada por medio de una presión positiva, al igual que han sido tomadas medidas a fin - de evitar una falla en la ventilación.

EQUIPO RECOMENDADO EN LOCALIZACIONES EN DONDE SE PROCESAN LÍQUIDOS
Y GASES INFLAMABLES

EQUIPO	DIVISION 1 CONCENTRACIONES PELIGROSAS NOR MALMENTE	DIVISION 11 CONCENTRACIONES PELIGROSAS PO TENCIALMENTE
Conductores Eléctricos	Conductores eléctricos dentro - de tubo conduit metálico rígido, de uniones roscadas. Las uniones, cajas de conexiones y accesorios de la canalización deberán ser herméticas y a prue ba de explosión. Uso de sellos o tapones cuando el conduit comunique caja o - accesorio que no necesite estar herméticamente cerrado, con - otros que si lo requieran, con el objeto de prevenir del paso de vapores o gases a través del tubo conduit.	Tubo conduit metálico rígido.
Aislamiento de conducto res.	Deberá ser resistente a la ac-- ción de los gases o vapores a - que pueda quedar expuesta.	Deberá ser resistente a la - acción de los gases o vapores a que pueda quedar expuesta.
Interrupto- res Panel. Controlado- res y rele- vadores. Fig. 23	Deberán estar encerrados en ca- jas a prueba de explosión.	Deberán estar encerrados en ca jas a prueba de explosión, a - menos que los interruptores de corriente sean de cámara sella da herméticamente a que los - contactos estén sumergidos en aceite.
Fusibles (pa ra proteger motores, apa ratos y lám paras portá- tiles)	Deberán estar encerrados en ca- jas a prueba de explosión, al - igual que cualquiera otro arte- facto que pueda producir chis-- pas.	Para fusibles que protejan mo- tores, lámparas portátiles y - aparatos. Igual que división 1, a menos que los fusibles es tén sumergidos en aceite o en cámaras cerradas herméticamen- te.

EQUIPO	DIVISION 1 CONCENTRACIONES PELIGROSAS NOR MAMENTE	DIVISION 11 CONCENTRACIONES PELIGROSAS PO TENCIALMENTE
Motores y ge neradores	Los motores, generadores y toda clase de maquinaria eléctrica - giratoria instalada en estas zonas, deberá ser del tipo cerrado, impenetrable por los gases o vapores. El equipo aprobado es equipo de prueba de explosión. Ver figura. No. 24.	Los mismos que para la clase 1. También son permitidos los motores poli-fásicos de inducción de rotores de jaula de ardilla (Squirell cage) totalmente cerrados. Equipo eléctrico rotatorio con contacto del tipo deslizante o centrífugo, o de cualquier otro mecanismo de cierre o apertura que estén encerrados herméticamente en cajas cerradas.
Lámparas fi- jas (unida-- des de alum- brado)	Deberán ser impenetrables por los gases y vapores las lámparas fijas a prueba de explosión, que estén construidas - de tal manera que en caso de fundirse la lámpara o se dañe el portalámpara no puedan escapar chispas fuera de las - unidades. Deberán localizarse en lugares que no estén expuestos a daño mecánico. En caso contrario se les deberá proveer de una guarda eficiente.	Lámparas del tipo de globo a - prueba de vapores. Ver fig. - No. 25 Las bajadas de cable deben estar entubadas con conduit metálico roscado pudiendo ser el - conduit del tipo fijo o flexible. Deberán estar localizadas en - lugares que no estén expuestas a daño mecánico. En caso contrario se les deberá proveer - de una guarda eficiente.
Transforma- dores, con densadores, reostatos, reactores, - capacitores, acumulado-- res.	Deberán estar alojados en locales peligrosos por medio de - una distancia considerable, en locales bien ventilados. En el caso de locales adjuntos, debe - rá contarse con una ventila- - ción adecuada y éstos locales no deberán tener comunicación alguna con las áreas peligro-- sas. Existen en el mercado es - tas unidades a prueba de explo- sión.	
Medidores, relevado- res y equi- po de señá les	Totalmente encerrados en cajas a prueba de explosión.	Los contactos e interruptores deberán estar totalmente su-- mergidos en aceite o herméti- camente cerrados.

EQUIPO	DIVISION 1 CONCENTRACIONES PELIGROSAS NOR- MALMENTE	DIVISION 11 CONCENTRACIONES PELIGROSAS PO- TENCIALMENTE
Aparatos fi- jos o portá- tiles.	Utilizarse aparatos de tipo ce- rrado impenetrables por gases y vapores inflamables.	Utilizarse aparatos de tipo ce- rrado impenetrables por gases y vapores inflamables.
Conexión a tierra	<p>Las partes metálicas de equipo que que estén descubiertas y no conduzcan corriente deberán conectarse a tierra.</p> <p>En lugares peligrosos no deberá - considerarse adecuada para la continuidad eléctrica de la conexión a tierra, las uniones de tipo contratuercas y monitor, debiéndose usar en estos casos puentes conecta- dos con accesorios adecuados.</p> <p>En el caso de tubo conduit flexi- ble se deberán usar puentes entre los extremos para asegurar la con- ductibilidad eléctrica.</p>	

CLASIFICACION POR GRUPOS

Para propósitos de pruebas y selección de equipo, las mezclas con la atmósfera son divididas en siete grupos que dependen de la clase del material peligroso.

De los grupos de la A a la D comprenden gases o vapores, en orden de peligrosidad.

GRUPO A - Atmósfera que contengan acetileno.

GRUPO B - Atmósferas que contengan gases o vapores similares al H₂

GRUPO C - Atmósferas que contengan vapores de eter etílico, etileno y ciclo propano.

GRUPO D - Atmósferas que contengan gasolina, nafta, alcoholes, acetona, hexano, butano, propano, buzol, la ca solvente o gas natural.

GRUPOS E A LA G - Atmósferas que contienen polvos combustibles o conductores.

El término a prueba de explosión significa que el aparato está dentro de una caja que sea capaz de resistir una explosión interna - sin dañarse ni transmitir al exterior flamas, ni chispas de cualquier explosión de gas o vapor que pudiera ocurrir en su interior.

El aparato también operará de tal forma que su temperatura externa no sea capaz de prender una atmósfera inflamable.

MOTORES A PRUEBA DE EXPLOSION

Los motores a prueba de explosión son de dos tipos, los totalmente encerrados que son de tamaño pequeño y los totalmente encerrados con un sistema de enfriamiento por ventilación.

En ambos casos su diseño presenta una forma alargada, su coraja y juntas deberán ser muy sólidas y resistentes con el objeto de no presentar posibles desgarramientos de ocasionados por elevadas presiones internas.

La flecha va apoyada firmemente en unos cojinetes que tienen como finalidad evitar posibles escapes de flama.

En caso de desarreglos eléctricos en el motor, la temperatura

desarrollada no deberá pasar a la superficie exterior de la coraza, de tal forma que se evite que se prendan los vapores o gases inflamables que rodean el equipo.

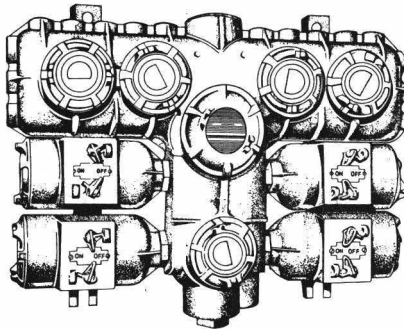
Los cables conductores de corriente deberán estar dentro de un tubo conduit metálico sellado y terminará en un accesorio a prueba de explosión junto a la coraza del motor.

Estos motores deberán ser probados y aprobados para usar en una atmósfera de gas o vapor mezclados con aire y deberán estar rotulados con la siguiente leyenda "Inspected Electric Motor for Location Class 1, Grupo C or D"

Los motores a prueba de explosión a - c (corriente alterna) en tamaños de 10 a 25 H P son de un 65 a 75% más costosos que un motor abierto.

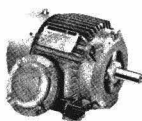
En instalaciones nuevas se pueden utilizar motores ordinarios en áreas adjuntas seguras y accionar la maquinaria dentro del área de peligro por medio de flechas que pasen a través de la pared.

FIGURA No. 23



INTERRUPTORES PANEL A PRUEBA DE EXPLOSION

FIGURA No. 24

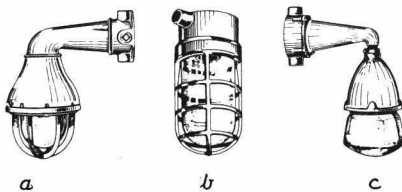


MOTOR A PRUEBA DE EXPLOSION



MOTOR TOTALMENTE CERRADO

FIGURA No. 25



LAMPARAS INCANDESCENTES

a.- A prueba de explosión

b.- Totalmente cerradas (vapores)

c.- Para polvos explosivos

BIBLIOGRAFIA

- SINJESTROS EN PLANTAS PETROQUIMICAS. BOLETIN DE SINJESTROS. SCHWEN SPJEGEL. DICIEMBRE 1969.
- ELECTROSTATICS. HOW TO MINIMIZE HAZARDS FROM STATIC ELECTRICITY P.153 CHEMICAL ENGINEERING. MARZO 13, 1974.
- MAINTENANCE AND SAFE OPERATION OF HIGH-PRESSURE EQUIPMENT. CHEMICAL ENGINEERING. SEPTIEMBRE 23, 1968.
- DESIGNING FOR LOSS PREVENTION. CHEMICAL ENGINEERING. ABRIL 21, 1969.
- MANEJO DE HIDROCARBUROS LIGEROS CON SEGURIDAD. MANUAL DE PETROLEOS MEXICANOS.
- TECNOLOGIA DE INCENDIOS. ASOC. MEXICANA DE HIGIENE Y SEGURIDAD. EDICION 1972.
- INSTRUMENTOS MEDIDORES DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS. A.M.H.S.A.C. VOLUMEN X111 No. 3 MARZO 1972.
- GUJA BASICA PARA LA SELECCION DE EQUIPOS ELECTRICOS A PRUEBA DE EXPLOSION Y PARA LA IDENTIFICACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE AREAS PELIGROSAS Y MANEJO DE PRODUCTOS QUIMICOS EN CARROS TANQUES Y PYPAS. A.M.H.S.A.C. VOLUMEN X No. 12 DICIEMBRE 1970.
- RUPTURE DISC ASSEMBLIES. FIRE. CATALOG.
- SAFETY AND RELIEF VALVES. IISA. CATALOG No. FE316
- VALVES. CROSBY. CATALOG 301.
- EXCERPTS FROM ASME UNFIRED PRESSURE VESSEL CODE. SECTION U111 1965 EDITION. ASME BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE COMMITTEE.
- ANUARIO ESTADISTICO DE LA DIRECCION GENERAL DE LA SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO.
- HANDBOOK OF INDUSTRIAL LOSS PREVENTION. FACTORY MUTUAL SYSTEM. - MCGRAW HILL. SECOND EDITION.
- FLAMMABLE LIQUIDS, BOILER-FURNACES, OVENS. NATIONAL FIRE CODES. - NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. VOLUME 1 EDITION 1972-73
- GASES. BOILER-FURNACES, OVENS. NATIONAL FIRE CODES. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION VOLUME 1 EDITION 1972-73