



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

Facultad De Ingeniería

**Aplicación de la norma NFPA-1620
Pre-planeación para emergencias a
la industria petrolera.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO PETROLERO

P R E S E N T A:

ELIEL IGNACIO CALVA RUIZ

DIRECTOR DE TESIS:

I.Q. Ramón Edgar Domínguez Betancourt

México D.F. Ciudad Universitaria, enero 2015.





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.

Agradezco...

Primeramente a Dios creador el que ha dejado los enigmas que buscamos entender y comprender, por ser la luz que me ha guiado a lo largo de mi carrera y la vida. Por siempre tener una respuesta a mis plegarias y a mis problemas, por darme más de lo que merezco en mi familia, salud, mis amigos, mis maestros, oportunidades, gracias por todo ello.

A mis padres, María del Pilar, por toda tu sabiduría mi primer maestra de la cual he aprendido muchas cosas de la vida y aún me faltan muchas más por aprender, por enseñarme tu manera de ver la vida y de afrontar los problemas siempre de frente siempre correcta. A Ignacio, por tu apoyo, por enseñarme a tener la determinación de hacer y seguir con lo planeado, por tu ejemplo de fortaleza y perseverancia. A ambos muchas gracias por estar siempre conmigo en las situaciones más difíciles y hacer de éstas algo pasajero, educativo y hasta beneficioso.

A mis hermanos, Bibiana y Dante por ser mis principales amigos y compañeros de vida mi primer equipo, siempre han sido una mano de la cual asirme en mis momentos de debilidad sin ustedes no hubiese podido alcanzar mis objetivos. Paulo Ángel gracias por revelarme la verdad y el camino.

A mamá Rosita y papá Chay, por enseñarme los valores de la familia, la honestidad, la humildad y la unión, por ser el ejemplo de rectitud a seguir.

A la familia Ruiz Martínez; mis tíos Eleazar y Julio César por ser mi motivación a estudiar una ingeniería, a mi tía Norma por ser como mi segunda madre por todo su apoyo y cariño a lo largo de mi vida, a mi tía Claudia por sus enseñanzas y las horas de diversión.

A mis primos Javier, Claudio, Cristina, Estefanía, Diego, Johana, Yuliana, Mariana, César, Gabriela, por las travesuras que hacíamos e hicieron de las vacaciones experiencias inolvidables.

A la familia Calva Ruiz, a mis tíos Eduardo, Guadalupe, Jorge, Francisco, Leonorilda, por contagiarme de su buen humor y por esa calidez que los caracteriza y por alentarme a seguir creciendo.

A mis primos Cintia, Beni, Tete, Jorge, Cesar, Celi, Mario, Chuy, Abi, Lupita, Nohali, Huicho, por todo su apoyo y confianza, y por esas navidades tan entretenidas.

A Rodrigo, Edson y Manuel con los que crecí no sólo intelectualmente sino también personal y culturalmente y que me han complementado como persona, como universitario, por todos sus consejos, su apoyo, por las horas de diversión y todas esas experiencias que le dan un toque único a mi vida y que han marcado esta etapa como la mejor.

A todos mis amigos de la facultad César, Alberto, Gerardo, Lisbeth, Lizet, Susana, Agustín, Luis Andrés, Nathaly, Cristian, Rubí, Karen, José Luis, Ismael, Óscar, Mario, Néstor, Ana Laura, Olga, Alejandro, André, Wladimir, Emmanuel, Chino gracias por ser ese plus durante la carrera.

A mis amigas Ana Belem, Ana Luisa y Vanessa por su constante apoyo y amistad aunque nos separen las distancias y el tiempo.

A mis profesores de la carrera, todos ellos, por esa gran vocación, su gran sabiduría y paciencia, por creer en nosotros los alumnos de la UNAM como el futuro de México.

A mi director de tesis el Ingeniero químico Ramón Domínguez Betancourt, por su paciencia por darme la oportunidad de ser su tesista y compartirme su conocimiento, por hacerla de Virgilio en esta travesía la cual llamo "TESIS", guiándome por el sendero correcto con sus atinados comentarios y sus sugerencias siempre atentas.

A Christyan por brindarme eso que tanto me hacía falta y que buscaba, esa forma tan suya de apoyarme y animarme, por enseñarme que hay más de una solución a los problemas y que a veces la mejor solución es la más fácil y por formar con ella la empresa más importante y grande de mi vida: mi familia.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por todos sus espacios verdes, culturales, científicos y de esparcimiento, por las oportunidades que me ha brindado y por haberme aceptado a ser parte de ella, por ser un "Edén" dentro de la ciudad, por toda la comunidad universitaria que la conforman en especial a mis maestros, es un gran orgullo y un gran honor pertenecer a la Máxima Casa de Estudios.

**¡MÉXICO! ¡PUMAS! ¡UNIVERSIDAD!
¡GOYA! ¡GOYA!
¡CACHUN, CACHUN, RA, RA!
¡CACHUN, CACHUN, RA, RA!
¡GOYA!
¡¡UNIVERSIDAD!!**

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.....	1
I LA NORMATIVIDAD DE LA SEGURIDAD EN MÉXICO.....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Marco normativo.....	4
1.4 NOM-002-STPS-2010, Condiciones de Seguridad - Prevención y Protección Contra Incendios en los Centros de Trabajo.....	7
1.4.1 Agentes extinguidores.....	8
1.4.2 Obligaciones del patrón y de los trabajadores.....	9
1.4.3 Condiciones de prevención y protección contra incendios.....	11
1.4.4 Plan de atención a emergencias.....	13
1.4.5 Brigadas contra incendio.....	14
1.4.6 Simulacros de emergencias de incendio.....	15
1.5 NOM-017-STPS-2008, Equipo de Protección Personal - Selección, Uso y Manejo en los Centros de Trabajo.....	17
1.5.1 Equipo de protección personal.....	17
1.5.2 Obligaciones del patrón y de los trabajadores.....	18
1.6 NOM-030-STPS-2009, Servicios Preventivos de Seguridad y Salud en el Trabajo, Funciones y Actividades.....	19
II LA LEY GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL.....	21
2.1 Introducción.....	21
2.2 Definiciones.....	22
2.3 Gestión Integral de Riesgos.....	26
2.4 El Sistema Nacional de Protección Civil.....	27
2.5 El Consejo Nacional de Protección Civil.....	29
2.6 El Centro Nacional De Prevención y Desastres.....	31
2.7 El Comité Nacional de Emergencias.....	31
2.8 La Escuela Nacional de Protección Civil.....	32
2.9 Medidas de seguridad.....	35
2.10 Programa Interno de Protección Civil.....	36
III LA NECESIDAD DE PLANES DE EMERGENCIA.....	37
3.1 Introducción.....	37
3.2 El plan maestro de seguridad contra incendios.....	38
3.3 Enfoque sistemático.....	38

3.4	Árbol de decisiones de protección contra incendio.	39
3.5	Objetivos del diseño con protección contra incendios.	41
3.6	Estrategias de diseño de seguridad contra incendios.	42
3.6.1	Prevenir la ignición.	42
3.6.1.1	Control del impacto del incendio.	44
3.6.2	Control del proceso de combustión.	45
3.6.2.1	Diseño de medidas contra el crecimiento del incendio.	45
3.6.2.2	Etapas del incendio.	46
3.6.3	Control del incendio mediante la construcción.	47
3.6.4	Detección y alarma de incendio.	47
3.6.5	Extinción automática del incendio.	48
3.6.6	Extinción manual.	49
3.6.7	Control de lo expuesto.	51
IV	LA NORMA NFPA 1620 PRE-PLANEACIÓN PARA EMERGENCIAS.	54
4.1	Introducción.	54
4.2	Antecedentes.	54
4.3	Alcance.	55
4.4	Objetivo.	55
4.5	Desarrollo.	55
4.5.1	Proceso para la pre-planeación para emergencias.	56
4.5.1.1	Generalidades.	57
4.5.1.2	Desarrollo de la pre-planeación para emergencias.	58
4.5.1.3	Recopilación de información.	58
4.5.1.4	Preparación de la pre-planeación.	59
4.5.1.5	Documentación de la pre-planeación.	59
4.5.1.6	Croquis de la pre-planeación.	59
4.5.1.7	Distribución del plan.	59
4.5.1.8	Capacitación.	59
4.5.1.9	Durante la emergencia.	59
4.5.1.10	Después de la emergencia.	59
4.5.2	Consideraciones físicas y del lugar.	60
4.5.3	Consideraciones de los ocupantes.	61
4.5.4	Suministros de agua y sistemas de protección contra incendios.	62
4.5.5	Peligros especiales.	63
4.5.6	Manejo de emergencias.	64

4.5.7 Prueba y mantenimiento del plan de emergencia.	64
V LA NECESIDAD DE PRE-PLANEACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN PETROLERA.	65
5.1 Introducción.	65
5.2 Proceso de exploración y producción.	66
5.3 Brotes.	67
5.3.1 Indicadores que anticipan un brote.	68
5.3.2 Indicadores al estar perforando.	68
5.3.3 Indicadores al sacar o meter tubería.	69
5.3.4 Indicadores al sacar o meter herramienta.	70
5.3.5 Indicadores sin tubería en el pozo.	70
5.4 Sistemas de seguridad.	72
5.5 Descripción del sistema de prevención del reventón PREVENTORES o BOP.	72
5.5.1 El arreglo de preventores.	74
5.5.1.1 Preventor anular.	75
5.5.1.2 Preventor de arietes y arietes dobles.	76
5.5.1.3 Carrete de perforación.	77
5.5.1.4 Cabezal del pozo.	77
5.5.2 El acumulador.	78
5.5.3 Múltiple de estrangulación.	78
5.5.4 Línea de matar.	78
5.6 Sistema de control del conjunto de preventores.	79
5.7 Procedimientos de cierre.	80
5.7.1 Procedimientos de cierre al estar perforando.	80
5.7.2 Procedimientos de cierre al viajar con TP.	81
5.7.3 Procedimientos de cierre al sacar o meter herramienta.	82
5.7.4 Procedimientos de cierre sin tubería dentro del pozo.	82
5.7.5 Procedimiento de cierre al estar metiendo tubería de revestimiento.	83
5.8 Métodos de control de un brote.	84
5.8.1 Método del perforador.	84
5.8.2 Método de densificar y esperar o método del ingeniero.	87
5.8.3 Método concurrente.	88
5.9 Acción ante emergencias.	90
VI EJEMPLO DE APLICACIÓN. “DEEPWATER HORIZON”.	97
6.1 Introducción.	97
6.2 Causas.	98

6.3 Solución al desastre.-----	100
6.4 El plan de emergencia de Deepwater Horizon.-----	101
6.5 Procedimientos para reventón de pozo.-----	102
Conclusiones.-----	104
Bibliografía.-----	106

Hoy en día, gracias al conocimiento, a la preparación y a la capacitación del personal ante diferentes y posibles escenarios de emergencia, es que el número de accidentes mortales y no mortales que sufren los trabajadores en las instalaciones de la industria petrolera va disminuyendo, sin embargo, una cantidad considerable de éstos siguen aconteciendo por diversas causas, y es precisamente la búsqueda de la seguridad del trabajador lo que me impulsó a realizar este trabajo.

Después de una gran cantidad de estudios realizados sobre el tema de la causalidad de los accidentes se han obtenido dos grandes conclusiones:

- Todos los accidentes generados dentro de las empresas no suceden, son generados.
- Las causas de todos los accidentes pueden ser determinadas y controladas.

Los desastres no ocurren porque sí, son causados por una secuencia de eventos desafortunados que inician generalmente por negligencias o falta de atención a situaciones o tareas que requieren especial cuidado y desenlazan en cuantiosas pérdidas de cualquier tipo incluidas las humanas.

Según Frank E. Bird y Frank Fernández en su teoría de la “Pirámide de la Accidentalidad” basado en el modelo diseñado originalmente por H. W. Heinrich dice que por cada 600 incidentes ocurren 30 accidentes leves, 10 accidentes serios y uno de gravedad.

El origen o causa de un accidente radica tanto en el hombre (factores personales), como en el ambiente, equipo, materiales y/o métodos del trabajo (factores técnicos o del trabajo)

Los actos inseguros son cualquier acción del personal la cual expone a él o a compañeros a sufrir una lesión contaminar el medio ambiente o dañar las instalaciones, dentro de estas se pueden encontrar operar sin autorización, usar herramientas en mal estado, no utilizar el equipo de protección personal, no cumplir con los procedimientos de trabajo, entre otras.

Las condiciones inseguras son todas aquellas en el equipo o instalación que puede tener el potencial de ocasionar una lesión o dañar las instalaciones o al medio ambiente, como por ejemplo un piso resbaloso, equipos defectuosos o en mal estado, falta de iluminación y/o ventilación, entre otras.

Los factores personales son los que nos explican el porqué de los actos inseguros, el por qué la gente no actúa como debiera y se dividen en los siguientes:

- No sabe.- Desconocimiento.
- No quiere.- Motivación incorrecta.
- No puede.- Incapacidad física o mental.

Este trabajo de investigación se crea con la finalidad de difundir las principales normativas internacionales y nacionales en materia de prevención y contención de incendios en la industria petrolera, el exponer una guía de referencia para desarrollar un plan para la protección contra incendios y los principales objetivos a los que debemos de enfocarnos para disminuir los efectos de los daños y minimizar pérdidas de recursos tanto materiales, técnicos, humanos y financieros como lo marca la norma NFPA-1620 “Pre-planeación para Emergencias”

A lo largo de esta investigación se muestran algunas de las diferentes tareas para evitar y combatir el fuego, así como sus causas dentro de las instalaciones petroleras. También mostrar las acciones que deben realizarse antes, durante y después de un incendio o emergencia en las principales y las más rutinarias operaciones de la industria petrolera como lo es la perforación de un pozo petrolero, su producción y su mantenimiento como son los “brotes” y el desastre que podría generarse al no lograr controlarlos como los “reventones”.

La principal acción es la prevención de brotes para lo cual deben de manejarse los conceptos de presión hidrostática, presión de yacimiento, presión de fractura, entre otras, durante un brote se cuenta con varios testigos y/o señales que para poder advertirlas y entenderlas es fundamental tener el conocimiento de la “sintomatología” del pozo a cada momento de la actividad que se esté realizando, ya sea en la perforación, viajando tubería, maniobrando con herramientas, haciendo alguna reparación, etc.

En la industria se cuenta con mecanismos con los que podemos apoyarnos para contrarrestar las condiciones de un brote y de un reventón. El equipo de preventores es un sistema de control de presión y es fundamental para poder detener un reventón, con el arreglo adecuado de preventores y teniendo la información correcta e inequívoca tanto del pozo como del yacimiento, en condiciones ideales sin dudas podría evitarse el reventón, y así mantener un área de trabajo libre de desastres, sin embargo la experiencia a lo largo de la trayectoria de la industria petrolera ha demostrado que incluso con la tripulación más capacitada y con los sistemas de prevención más confiables han existido fallas que han dejado grandes consecuencias.

Si este trabajo ayuda en informar y crear en el lector una mayor consciencia de seguridad laboral y lo imprescindible que ésta es al momento de tomar decisiones cruciales entonces habré eliminado uno de los tres factores personales el “no saber” y haber logrado mi objetivo.

1.1 Introducción

En México, la seguridad y salud en el trabajo se encuentra regulada por diversos preceptos contenidos en nuestra Constitución Política, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley Federal del Trabajo, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, así como por las normas oficiales mexicanas de la materia, entre otros ordenamientos.

1.2 Antecedentes.

El artículo 123, Apartado “A”, fracción XV, de la Ley Suprema dispone que el patrono estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores.

La Ley Federal del Trabajo, define trabajo digno o decente aquél en el que se respeta plenamente la dignidad humana del trabajador; no existe discriminación por origen étnico o nacional, género, edad, discapacidad, condición social, condiciones de salud, religión, condición migratoria, opiniones, preferencias sexuales o estado civil; se tiene acceso a la seguridad social y se percibe un salario remunerador; se recibe capacitación continua para el incremento de la productividad con beneficios compartidos, y se cuenta con condiciones óptimas de seguridad e higiene para prevenir riesgos de trabajo.

En el capítulo I, artículo 132, donde define las obligaciones de los patrones, fracción XVI, consigna la obligación del patrón de instalar y operar las fábricas, talleres, oficinas, locales y demás lugares en que deban ejecutarse las labores, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el reglamento y las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad, salud y medio ambiente de trabajo, a efecto de prevenir accidentes y enfermedades laborales, así como de adoptar las medidas preventivas y correctivas que determine la autoridad laboral.

La Ley Federal del Trabajo dispone en su artículo 512 que en los reglamentos e instructivos que las autoridades laborales expidan se fijarán las medidas necesarias para prevenir los riesgos de trabajo y lograr que el trabajo se preste en condiciones que aseguren la vida y la salud de los trabajadores.

Por otra parte, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal faculta a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), en su artículo 40, fracción XI, para estudiar y ordenar las medidas de seguridad e higiene industriales para la protección de los trabajadores.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización determina, en sus artículos 38, fracción II, 40, fracción VII, y 43 al 47, la competencia de las dependencias para expedir las normas oficiales mexicanas relacionadas con sus atribuciones; la finalidad que tienen éstas de establecer, entre otras materias, las condiciones de salud, seguridad e higiene que deberán observarse en los centros de trabajo, así como el proceso de elaboración, modificación y publicación de las mismas.

El Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo establece en su artículo 4 la facultad de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social para expedir las normas oficiales mexicanas de seguridad e higiene en el trabajo, con base en la Ley, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y el presente Reglamento.

1.3 Marco normativo.

Con base en lo anterior, las normas oficiales mexicanas que emite la Secretaría del Trabajo y Previsión Social determinan las condiciones mínimas necesarias para la prevención de riesgos de trabajo y se caracterizan por que se destinan a la atención de factores de riesgo, a los que pueden estar expuestos los trabajadores.

Se encuentran vigentes 41 normas oficiales mexicanas en materia de seguridad y salud en el trabajo. Dichas normas se agrupan en cinco categorías: de seguridad, salud, organización, específicas y de producto. Su aplicación es obligatoria en todo el territorio nacional.

NUMERO	TITULO DE LA NORMA
<i>NOM-001-STPS-2008</i>	EDIFICIOS, LOCALES E INSTALACIONES.
<i>NOM-002-STPS-2010</i>	PREVENCION Y PROTECCION CONTRA INCENDIOS.
<i>NOM-004-STPS-1999</i>	SISTEMAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN MAQUINARIA.
<i>NOM-005-STPS1998</i>	MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGORSAS.
<i>NOM-006-STPS-2000</i>	MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.
<i>NOM-009-STPS-2011</i>	TRABAJOS EN ALTURA.
<i>NOM-020-STPS-2011</i>	RECIPIENTES SUJETOS A PRESION Y CALDERAS.
<i>NOM-022-STPS-2008</i>	ELECTRICIDAD ESTATICA.
<i>NOM-027-STPS-2008</i>	SOLDADURA Y CORTE.
<i>NOM-029-STPS-2011</i>	MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

TABLA 1.1 NORMAS DE SEGURIDAD.

NUMERO	TITULO DE LA NORMA
<i>NOM-010-STPS-1999</i>	CONTAMINANTES POR SUSTANCIAS QUIMICAS.
<i>NOM-011-STPS-2001</i>	RUIDO.
<i>NOM-012-STPS-2012</i>	RADIACIONES IONIZANTES.
<i>NOM-013-STPS1993</i>	RADIACIONES NO IONIZANTES.
<i>NOM-014-STPS-2000</i>	PRESIONES AMBIENTALES ANORMALES.
<i>NOM-015-STPS-2001</i>	CONDICIONES TERMICAS ELEVADAS O ABATIDAS.
<i>NOM-024-STPS-2001</i>	VIBRACIONES.
<i>NOM-025-STPS-2008</i>	ILUMINACION.

TABLA 1.2 NORMAS DE SALUD.

NUMERO	TITULO DE LA NORMA
<i>NOM-017-STPS-2008</i>	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.
<i>NOM-018-STPS-2000</i>	IDENTIFICACION DE PELIGROS Y RIESGOS POR SUSTANCIAS QUIMICAS.
<i>NOM-019-STPS-2011</i>	COMISIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE.
<i>NOM-021-STPS-1994</i>	INFORMES SOBRE RIESGOS DE TRABAJO.
<i>NOM-026-STPS-2008</i>	COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD.
<i>NOM-028-STPS-2004</i>	SEGURIDAD EN PROCESOS DE SUSTANCIAS QUIMICAS.
<i>NOM-030-STPS-2009</i>	SERVICIOS PREVENTIVOS DE SEGURIDAD Y SALUD.

TABLA 1.3 NORMAS DE ORGANIZACIÓN.

NUMERO	TITULO DE LA NORMA
<i>NOM-003-STPS-1999</i>	PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES.
<i>NOM-007-STPS-2000</i>	INSTALACIONES, MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS AGRICOLAS.
<i>NOM-008-STPS-2001</i>	APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERABLE Y ASERRADEROS.
<i>NOM-016-STPS-2001</i>	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE FERROCARRILES
<i>NOM-023-STPS-2003</i>	TRABAJOS EN MINAS.
<i>NOM-031-STPS-2011</i>	COSNTRUCCION.
<i>NOM-032-STPS-2008</i>	MINAS SUBTERRANEAS DE CARBON.

TABLA 1.4 NORMAS ESPECÍFICAS.

Normas de producto:

Se cuenta con seis normas relativas a equipo contra incendio y tres sobre equipo de protección personal.

Las primeras tres categorías se aplican de manera obligatoria en los centros de trabajo que desarrollan actividades de producción, comercialización, transporte y almacenamiento o prestación de servicios, en función de las características de las actividades que desarrollan y de las materias primas, productos y subproductos que se manejan, transportan, procesan o almacenan.

Para la cuarta categoría se prevé su aplicación obligatoria en las empresas que pertenecen a los sectores o actividades específicas a que se refieren tales normas.

Finalmente, la quinta categoría corresponde a las empresas que fabrican, comercializan o distribuyen equipos contra incendio y de protección personal.

1.4 NOM-002-STPS-2010, CONDICIONES DE SEGURIDAD - PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

Tiene por objetivo establecer los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

En esta norma el *fuego* es definido como la oxidación rápida de los materiales combustibles con desprendimiento de luz y calor. El fuego consiste en una reacción química de transferencia electrónica, con una alta velocidad de reacción y con liberación de luz y calor. Se entiende por *incendio* al fuego que se desarrolla sin control en tiempo y espacio.

Y su clasificación es la siguiente:

Fuego clase:	Características
A	Es aquel que se presenta en material combustible sólido, generalmente de naturaleza orgánica, y que su combustión se realiza normalmente con formación de brasas.
B	Es aquel que se presenta en líquidos combustibles e inflamables y gases inflamables.
C	Es aquel que involucra aparatos, equipos e instalaciones eléctricas energizadas.
D	Es aquel en el que intervienen metales combustibles, tales como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.
K	Es aquel que se presenta básicamente en instalaciones de cocina, que involucra sustancias combustibles, tales como aceites y grasas vegetales o animales. Los fuegos clase K ocurren en los depósitos de grasa semipolimerizada, y su comportamiento es distinto a otros combustibles.

TABLA 1.5 CLASIFICACIÓN DEL FUEGO.

Lo mejor para un combatir un incendio es la *prevención de incendios*, que son todas las acciones técnicas o administrativas que se desarrollan para evitar que en el centro de trabajo se preste un incendio.

Es necesario contar con *programas de protección civil* que son los instrumentos de planeación para definir y establecer acciones destinadas a la prevención de calamidades, incluyendo las emergencias de incendio y la atención de su impacto en las empresas, industrias, instituciones u organismos del sector público, social y privado. Se basan en un diagnóstico y se dividen en tres subprogramas: prevención, auxilio y apoyo, y también con *protección contra incendios* la cual consta de instalaciones, equipos o condiciones físicas que se adoptan para que, en caso de requerirse, se utilicen en la atención de una emergencia de incendio.

En caso de una emergencia es indispensable contar con una *ruta de evacuación* que por definición: “Es el recorrido horizontal o vertical, o la combinación de ambos, continuo y sin obstrucciones, que va desde cualquier punto del centro de trabajo hasta un lugar seguro en el exterior, denominado punto de reunión, que incluye locales intermedios como salas, vestíbulos, balcones, patios y otros recintos”.

Las *alarmas de incendio* sirven para dar a conocer o advertir sobre una emergencia de incendio en el centro de trabajo, es una señal audible y/o visible, las señales visibles deberán ser del tipo estroboscópico, es decir, con rápidos destellos de luz, de alta intensidad, en forma regular.

1.4.1 Agentes extinguidores.

Un *agente extinguidor* es la sustancia o mezcla de ellas que apaga un fuego, al contacto con un material en combustión en la cantidad adecuada.

Los *equipos contra incendio* son los aparatos o dispositivos, automáticos o manuales, instalados y disponibles para controlar y combatir incendios. En las siguientes tablas se muestra su clasificación:

Per su tipo	
PORTÁTILES	Son aquellos que están diseñados para ser transportados y operados manualmente, con un peso total menor o igual a 20 kilogramos, y que contienen un agente extintor, el cual puede expelerse bajo presión con el fin de combatir o extinguir un fuego incipiente.
MÓVILES	Son aquellos que están diseñados para ser transportados sobre ruedas, sin locomoción propia, con un peso superior a 20 kilogramos, y que contienen un agente extintor, el cual puede expelerse bajo presión con el fin de combatir o extinguir un fuego incipiente.
FIJOS	Son aquellos instalados de manera permanente y que pueden ser de operación manual, semiautomática o automática, con agentes extintores acordes con la clase de fuego que se pretenda combatir. Estos incluyen los sistemas de extinción manual a base de agua (mangueras); los sistemas de rociadores automáticos; los sistemas de aspersores; los monitores; los cañones, y los sistemas de espuma, entre otros.

TABLA 1.6 CLASIFICACIÓN DE AGENTES EXTINTORES.

Por agente extintor que contienen	
Agente extintor químico húmedo	Son aquellos que se utilizan para extinguir fuegos tipo A, B, C o K, y que normalmente consisten en una solución acuosa de sales orgánicas o inorgánicas, o una combinación de éstas.
Agentes extintores especiales	Son productos especiales “polvo seco” que se utilizan para apagar fuegos clase D.

TABLA 1.7 CLASIFICACIÓN POR AGENTE EXTINTOR.

1.4.2 Obligaciones del patrón y de los trabajadores.

En esta norma se obliga al patrón a clasificar el riesgo de incendio del centro de trabajo o por áreas que lo integran, tales como plantas, edificios o niveles*.

Contar con las instrucciones de seguridad aplicables en cada área del centro de trabajo y difundirlas entre los trabajadores, contratistas y visitantes, según corresponda, contar con un plan de atención a emergencias de incendio así como cumplir con las condiciones de prevención y protección contra incendios en el centro de trabajo.

También debe desarrollar simulacros de emergencias de incendio al menos una vez al año, en el caso de centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio ordinario, y al menos dos veces al año para aquellos con riesgo de incendio alto, elaborar un programa de capacitación anual teórico-práctico en materia de prevención de incendios y atención de emergencias, así como capacitar a los trabajadores y a los integrantes de las brigadas contra incendio, con base en dicho programa.

Dotar del equipo de protección personal a los integrantes de las brigadas contra incendio, considerando para tal efecto las funciones y riesgos a que estarán expuestos.



Cumplir con las instrucciones de seguridad que dicte el patrón.



Cumplir con las medidas de prevención y protección contra incendios establecidas por el patrón.



Participar en las actividades de capacitación y entrenamiento proporcionadas por el patrón para la prevención y protección contra incendios.



Participar en las brigadas contra incendio.



Participar en los simulacros de emergencias de incendio.



Auxiliar en la respuesta a emergencias de incendio que se presenten en el centro de trabajo, conforme a la capacitación y entrenamiento recibidos.



Cumplir con las instrucciones sobre el uso y cuidado del equipo de protección personal proporcionado por el patrón a los integrantes de las brigadas contra incendio.



No bloquear, dañar, inutilizar o dar uso inadecuado a los equipos de protección personal para la atención a emergencias, croquis, planos, mapas, y señalamientos de evacuación, prevención y combate de incendios, entre otros.



Poner en práctica el procedimiento de alertamiento, en caso de detectar una situación de emergencia de incendio.

CUADRO 1.1 OBLIGACIONES DEL TRABAJADOR.

1.4.3 Condiciones de prevención y protección contra incendios.

Algunas de ellas son:

- ❖ Contar con instrucciones de seguridad aplicables en cada área del centro de trabajo al alcance de los trabajadores.
- ❖ Elaborar un programa anual de revisión mensual de los extintores y vigilar que se cumplan.
- ❖ Contar con el registro de los resultados de la revisión mensual a los extintores.
- ❖ Establecer y dar seguimiento a un programa anual de revisión y pruebas a los equipos contra incendio, a los medios de detección, y en su caso a las alarmas de incendio y sistemas fijos contra incendio.
- ❖ Establecer y dar seguimiento a un programa anual de revisión a las instalaciones eléctricas de las áreas del centro de trabajo, con énfasis en aquellas clasificadas como de riesgo de incendio alto, a fin de identificar y corregir condiciones inseguras que puedan existir.
- ❖ Establecer y dar seguimiento a un programa anual de revisión a las instalaciones de gas licuado de petróleo y/o natural, a fin de identificar y corregir condiciones inseguras que puedan existir, mismo que deberá contener, al menos, los elementos siguientes:
 - a) La integridad de los elementos que componen la instalación.
 - b) La señalización de las tuberías de la instalación, misma que deberá conservarse visible y legible, conforme a lo establecido por la NOM-026-STPS-2008, o las que la sustituyan.

Este programa deberá ser elaborado y aplicado por personal previamente capacitado y autorizado por el patrón, si derivado de la revisión se encontrara que existen daños o deterioro en dichas instalaciones, éstas se someterán al mantenimiento correspondiente por personal capacitado para tal fin.

- ❖ Contar, en su caso, con la señalización que prohíba fumar, generar flama abierta o chispas e introducir objetos incandescentes, cerillos, cigarrillos o, en su caso, utilizar teléfonos celulares, aparatos de radiocomunicación, u otros que puedan provocar ignición por no ser intrínsecamente seguros, en las áreas en donde se produzcan, almacenen o manejen materiales inflamables o explosivos.
- ❖ Prohibir y evitar el bloqueo, daño, inutilización o uso inadecuado de los equipos y sistemas contra incendio, los equipos de protección personal para la respuesta a emergencias, así como los señalamientos de

evacuación, prevención y de equipos y sistemas contra incendio, entre otros.

- ❖ Establecer controles de acceso para los trabajadores y demás personas que ingresen a las áreas donde se almacenen, procesen o manejen materiales inflamables o explosivos.
- ❖ Contar con las medidas o procedimientos de seguridad, para el uso de equipos de calefacción, calentadores, hornos, parrillas u otras fuentes de calor, en las áreas donde existan materiales inflamables o explosivos, y supervisar que se cumplan.
- ❖ Prohibir y evitar que se almacenen materiales o coloquen objetos que obstruyan e interfieran el acceso al equipo contra incendio o a los dispositivos de alarma de incendio o activación manual de los sistemas fijos contra incendio.
- ❖ Contar con rutas de evacuación que cumplan con las siguientes condiciones:

I.-Que estén señaladas en lugares visibles.

II.-Que se encuentren libres de obstáculos que impidan la circulación de los trabajadores y demás ocupantes.

III.-Que dispongan de dispositivos de iluminación de emergencia cuando se interrumpa la energía eléctrica o falte la iluminación.

IV.-Que los elevadores no sean considerados parte de una ruta de evacuación y no se usen en caso de incendio.

VI.-Que la distancia por recorrer desde el punto más alejado del interior de una edificación, hacia cualquier punto de la ruta de evacuación, no sea mayor de 40 m. de lo contrario el tiempo máximo de evacuación sera de 3 min.

VI.-Que las escaleras eléctricas sean consideradas parte de una ruta de evacuación, previo bloqueo de la energía que las alimenta y de su movimiento.

VII.-Que los desniveles o escalones en los pasillos y corredores de las rutas de evacuación estén señalizados.

VIII.-Que en el recorrido de las escaleras de emergencia exteriores de los centros de trabajo de nueva creación, las ventanas, fachadas de vidrio o cualquier otro tipo de aberturas, no representen un factor de riesgo en su uso durante una situación de emergencia de incendio.

CUADRO 1.2 CONDICIONES DE RUTAS DE EVACUACIÓN.

1.4.4 Plan de atención a emergencias.

Este plan deberá de contener según aplique lo siguiente:

A) La identificación y localización de áreas, locales o edificios y equipos de proceso, destinados a la fabricación, almacenamiento o manejo de materias primas, subproductos, productos y desechos o residuos que impliquen riesgo de incendio.

B) La identificación de rutas de evacuación, salidas y escaleras de emergencia, zonas de menor riesgo y puntos de reunión, entre otros.

C) El procedimiento de alertamiento, en caso de ocurrir una emergencia de incendio, con base en el mecanismo de detección implantado.

D) Los procedimientos para la operación de los equipos, herramientas y sistemas fijos contra incendio, y de uso del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio.

E) El procedimiento para la evacuación de los trabajadores, contratistas, patrones y visitantes, entre otros, considerando a las personas con capacidades diferentes.

F) Los integrantes de las brigadas contra incendio con responsabilidades y funciones a desarrollar.

G) El equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio.

H) El plan de ayuda mutua que se tenga con otros centros de trabajo.

I) El procedimiento de solicitud de auxilio a cuerpos especializados para la atención a la emergencia contra incendios, considerando el directorio de dichos cuerpos especializados de la localidad.

J) Los procedimientos para el retorno a actividades normales de operación, para eliminar los riesgos después de la emergencia, así como para la identificación de los daños.

K) La periodicidad de los simulacros de emergencias de incendio por realizar.

L) Los medios de difusión para todos los trabajadores sobre el contenido del plan de atención a emergencias de incendio y de la manera en que ellos participarán en su ejecución.

M) Las instrucciones para atender emergencias de incendio.

CUADRO 1.3 CONTENIDO DEL PLAN DE ATENCIÓN A EMERGENCIAS.

Para los centros de trabajo con riesgos de incendio alto, el plan de atención a emergencias de incendio deberá de contener, además de lo previsto en el cuadro anterior lo siguiente:

- A) Las brigadas de primeros auxilios, de comunicación y de evacuación.
- B) Los procedimientos para realizar sus actividades.
- C) Los recursos para desempeñar las funciones de las brigadas.

CUADRO 1.4 CONTENIDO ADICIONAL.

1.4.5 Brigadas contra incendio.

La *brigada contra incendio es el grupo de trabajadores* organizados en una unidad interna de protección civil, capacitados y adiestrados en operaciones básicas de prevención y protección contra incendio y atención de emergencias de incendio, tales como identificación de los riesgos de la situación de emergencia por incendio; manejo de equipos o sistemas contra incendio, al igual que en acciones de evacuación, comunicación y primeros auxilios, entre otras.

Para determinar el número de integrantes de la o las brigadas del centro de trabajo, se deberán considerar los siguientes puntos:

- ✓ El número de trabajadores por turno en el centro de trabajo.
- ✓ La asignación y rotación de trabajadores en los siguientes turnos.
- ✓ Los resultados de los simulacros, considerando los accidentes previsibles más graves que puedan llegar a ocurrir en las diferentes áreas de las instalaciones.

Los integrantes deberán ser seleccionados entre los trabajadores que cuenten con disposición para participar y con aptitud física y mental para desarrollar las funciones que le sean asignadas en el plan de atención a emergencias de incendio.

Las brigadas deberán asentar al menos las siguientes funciones:

- ✓ Evaluar los riesgos de la situación de emergencia por incendio, a fin de tomar las decisiones y acciones que correspondan, a través del responsable de la brigada o, quien tome el mando a falta de éste, de acuerdo con el plan de atención a emergencias de incendio.

- ✓ Reconocer y operar los equipos, herramientas y sistemas fijos contra incendio, así como saber utilizar el equipo de protección personal contra incendio, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, los procedimientos establecidos y la capacitación proporcionada por el patrón o las personas capacitadas que éste designe.

1.4.6 Simulacros de emergencias de incendio.

Un simulacro es un ensayo acerca de cómo se debe actuar en caso de emergencia, siguiendo un plan previamente establecido basado en procedimientos de seguridad y protección.

Un simulacro pone a prueba la capacidad de respuesta de la población y su ejercicio permite evaluar y retroalimentar los planes.

Sirven para acostumbrar a la población de un lugar a adoptar rutinas de acción más convenientes para reaccionar en caso de una emergencia.

Los objetivos de un simulacro deben de plantearse desde 3 aspectos principales los cuales son:

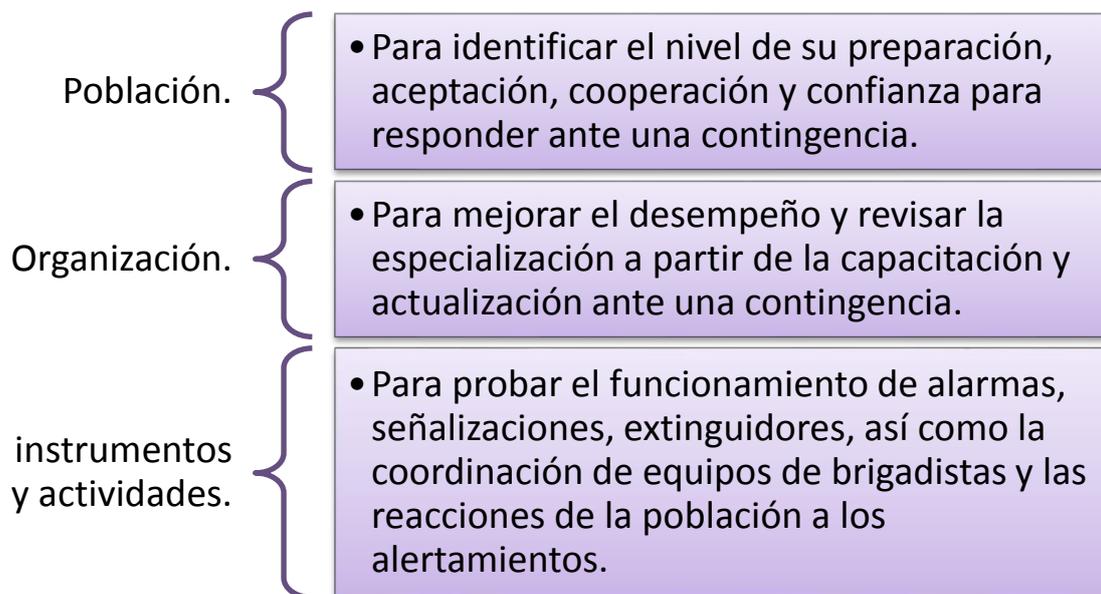


DIAGRAMA1.1 CONSIDERACIONES DEL SIMULACRO.

En los simulacros deben de participar todas las personas que se encuentren en el inmueble, y antes de éste se debe de capacitar a la población que participará en él.

En la siguiente tabla se muestra la organización de un simulacro:

PERSONAL	FUNCIONES
<i>Jefe de inmueble.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organiza las brigadas internas (rescate, primeros auxilios, etc.) ▪ Dirige la elaboración de señalamientos. ▪ Asume la dirección de maniobras de evaluación. ▪ Define la posible ayuda exterior, bomberos hospitalares, socorro, etc.
<i>Jefe de piso.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coordina las acciones de desalojo del piso. ▪ Emite la señal de alarma. ▪ Guía a las personas por la ruta trazada al punto de reunión. ▪ Toma alternativa de solución en caso de contratiempo. ▪ Vigila el desalojo de las rutas de evacuación en el piso. ▪ Debe tener a la mano la relación de los ocupantes del inmueble.
<i>Brigadistas.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dará las indicaciones al personal a su cargo (máximo 10 min.) ▪ Las conducirá por la ruta de evacuación verificando que todos estén a salvo.

TABLA 1.9 ORGANIZACIÓN DEL SIMULACRO.

En la organización de un simulacro se busca que todos los participantes sepan que hacer: seguir instrucciones, tomar decisiones, etc. Y su preparación consta de 3 etapas:

- I. ***Elaboración del escenario.***- Todos deben de ser notificados de las conductas que deberán presentar tales como buscar lugares de seguridad, salir en orden y con rapidez, esperar órdenes del jefe de piso.
- II. ***Ejercicio del gabinete.***- Es una reunión previa de coordinación con los jefes de grupo y el responsable con el fin de describir las actividades que les corresponden y la ubicación de su personal operativo, en este ejercicio se simula la actividad de todos los integrantes de la respuesta

ante emergencias reales pero a diferencia del simulacro, no se pone en movimiento ningún recurso.

- III. **Difusión.**- Debe informarse sobre su realización a la población aledaña al inmueble con la finalidad de no alarmar.

1.5 NOM-017-STPS-2008, EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL - SELECCIÓN, USO Y MANEJO EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

Tiene por objetivo establecer los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.

1.5.1 Equipo de protección personal.

Se entiende por EPP al equipo de protección personal al conjunto de elementos y dispositivos, diseñados específicamente para proteger al trabajador contra accidentes y enfermedades que pudieran ser causados por agentes o factores generados con motivo de sus actividades de trabajo y de la atención de emergencias. En caso de que en el análisis de riesgo se establezca la necesidad de utilizar ropa de trabajo con características de protección, ésta será considerada equipo de protección personal.

El uso del equipo de protección personal es una medida preventiva para minimizar lesiones en caso de que un accidente ocurra, es importante saber que el equipo de protección personal no evita accidentes, los accidentes se previenen con prácticas seguras de trabajo.

Todo trabajador es responsable de conocer el equipo de protección personal que éste requiera para realizar su trabajo y de utilizarlo con propiedad.

El equipo de protección personal debe cumplir con:

- a) Proteger el riesgo específico.
- b) El uso debe ser personal.
- c) Método de mantenimiento.
- d) Establecer el tiempo de uso y vida útil.
- e) Estar acorde con las características y dimensiones físicas de los trabajadores.
- f) La protección personal proporcionada a los trabajadores, deberá atenuar o proteger de acuerdo a la región anatómica a la que se está expuesto.



IMAGEN 1.1 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.

1.5.2 Obligaciones del patrón y de los trabajadores.

El patrón tendrá que identificar y analizar los riesgos de trabajo a los que están expuestos los trabajadores por cada puesto de trabajo y área del centro laboral. Esta información debe registrarse y conservarse actualizada mientras no se modifiquen los implementos y procesos de trabajo, con al menos los siguientes datos:

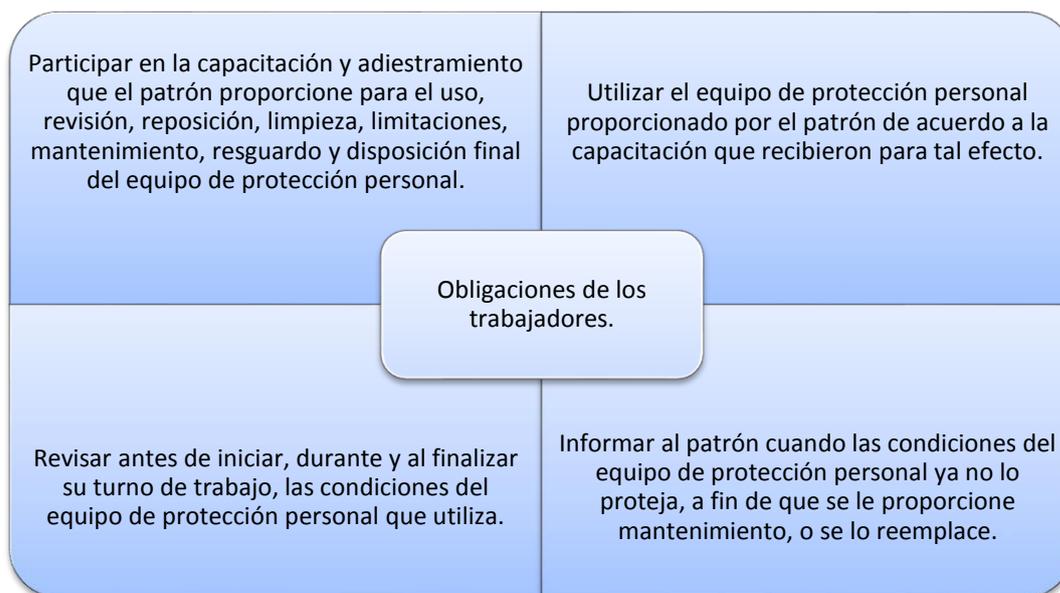
- Tipo de actividad que desarrolla el trabajador.
- Tipo de riesgo de trabajo identificado.
- Región anatómica por proteger.
- Puesto de trabajo.
- Equipo de protección personal requerido.

También debe de proporcionar a los trabajadores equipo de protección personal y proporcionarles la capacitación y adiestramiento para el uso, revisión, limpieza, limitaciones, mantenimiento resguardo y disposición final del equipo de protección personal el cual deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- i. Que atenúe la exposición del trabajador con los agentes de riesgo.
- ii. Que en su caso, sea de uso personal.

- iii. Que esté acorde a las características físicas de los trabajadores.
- iv. Que cuente con las indicaciones, las instrucciones o los procedimientos de fabricante para su uso, revisión, reposición, limpieza, limitaciones, mantenimiento, resguardo y disposición final.

Durante la jornada de trabajo el patrón deberá de supervisar que los trabajadores utilicen el EPP así como también identificar y señalar las áreas del centro de trabajo donde sea obligatorio el uso del EPP.



CUADRO 1.5 OBLIGACIONES DEL TRABAJADOR.

1.6 NOM-030-STPS-2009, SERVICIOS PREVENTIVOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, FUNCIONES Y ACTIVIDADES.

Tiene por objetivo establecer las funciones y actividades que deberán realizar los servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.

Se entiende por *acciones preventivas y correctivas* a todas aquellas que se establecen a partir de los resultados del diagnóstico de seguridad y salud en el trabajo, y que se refieren al siguiente listado de requerimientos:

- i. Estudios.
- ii. Programas.
- iii. Procedimientos.
- iv. Medidas de seguridad.
- v. Acciones de reconocimiento.
- vi. Evaluación y control de los agentes contaminantes del medio ambiente laboral.

- vii. Seguimiento a la salud de los trabajadores.
- viii. Equipo de protección personal.
- ix. Capacitación.
- x. Autorizaciones y registros administrativos.

Se define por *peligro* a las características o propiedades intrínsecas de los agentes o condiciones presentes en el ambiente laboral. Su grado de peligrosidad se obtiene al evaluar la potencialidad del efecto que pueden generar o provocar dichas características o propiedades de los agentes conocidos. Según la Administración de la Salud y Seguridad en el Trabajo OSHA (Occupational Safety & Health Administration) define *peligro inminente* como “cualquier condición o práctica en cualquier lugar de empleo cuya naturaleza representa un peligro inmediato que se espera pueda causar la muerte o una lesión física grave.”

2.1 Introducción.

La ley general de protección civil consta de 18 capítulos y un total de 94 artículos con 13 transitorios, es de orden público e interés social y tiene por objetivo establecer las bases de coordinación entre los tres órdenes de gobierno en materia de protección civil. Los sectores privado y social participarán en la consecución de los objetivos de esta Ley, en los términos y condiciones que la misma establece. El sector social de la economía está formado por estructuras y organismos que, sin constituir parte del poder público, ni ser tampoco iniciativa privada en estricto sentido, son factores de la producción que tienen como característica principal que no buscan el lucro a costa de otros o de la naturaleza tales como los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas y otras formas de organización social para la producción y distribución de bienes y servicios. El sector privado en México, representa el 84% de la actividad económica total. Está constituido principalmente por micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES).

Los capítulos que la componen son los siguientes:

- Capitulo I.- Disposiciones Generales.
- Capitulo II.- De la Protección Civil.
- Capitulo III.- Del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Capitulo IV.- Del Consejo Nacional de Protección civil.
- Capitulo V.- Del Comité Nacional de Emergencias.
- Capitulo VI.- De los Programas de Protección Civil.
- Capitulo VII.- De la Cultura de Protección Civil.
- Capitulo VIII.- De la Profesionalización de la Protección Civil.
- Capitulo IX.- De la Escuela Nacional de Protección Civil, Capacitación, Acreditación y Certificación.
- Capitulo X.- De los Grupos Voluntarios.
- Capitulo XI.- De la Red Nacional de Brigadistas Comunitarios.
- Capitulo XII.- De los Instrumentos Financieros de Gestión de Riesgos.
- Capitulo XIII.- Del Fondo de Protección Civil.
- Capitulo XIV.- De las Donaciones para Auxiliar a la Población.
- Capitulo XV.- De las Medidas de Seguridad.
- Capitulo XVI.- De los Particulares.
- Capitulo XVII.- De la Detección de Zonas de Riesgo.
- Capitulo XVIII.- De la Atención a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas.

2.2 Definiciones.

En esta ley se muestran las definiciones necesarias y que son de gran utilidad para el entendimiento de la misma. En este capítulo sólo se mencionarán las definiciones y los artículos que considero de gran importancia para el desarrollo de este trabajo, podrá consultarse la ley completa en la página http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_030614.pdf .

Desastre: Al resultado de la ocurrencia de uno o más agentes perturbadores severos y o extremos, concatenados o no, de origen natural o de la actividad humana, que cuando acontecen en un tiempo y en una zona determinada, causan daños y que por su magnitud exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

Emergencia: Situación anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población en general, generada o asociada con la inminencia, alta probabilidad o presencia de un agente perturbador.

Fenómeno Antropogénico: Agente perturbador producido por la actividad humana.

Fenómeno Natural Perturbador: Agente perturbador producido por la naturaleza.

Fenómeno Geológico: Agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos.

Fenómeno Hidrometeorológico: Agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados.

Fenómeno Químico-Tecnológico: Agente perturbador que se genera por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas, radiaciones y derrames.

Fenómeno Sanitario-Ecológico: Agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

Fenómeno Socio-Organizativo: Agente perturbador que se genera con motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población, tales como: demostraciones de inconformidad social, concentración masiva de población, terrorismo, sabotaje, vandalismo, accidentes aéreos, marítimos o terrestres, e interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica.

Gestión Integral de Riesgos: El conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la realización de acciones dirigidas a la creación e implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resistencia de la sociedad. Involucra las etapas de: identificación de los riesgos y/o su proceso de formación, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción.

Identificación de Riesgos: Reconocer y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica, a través del análisis de los peligros y la vulnerabilidad.

Infraestructura Estratégica: Aquella que es indispensable para la provisión de bienes y servicios públicos, y cuya destrucción o inhabilitación es una amenaza en contra de la seguridad nacional.

Mitigación: Es toda acción orientada a disminuir el impacto o daños ante la presencia de un agente perturbador sobre un agente afectable.

Peligro: Probabilidad de ocurrencia de un agente perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo y en un sitio determinado.

Preparación: Actividades y medidas tomadas anticipadamente para asegurar una respuesta eficaz ante el impacto de un fenómeno perturbador en el corto, mediano y largo plazo.

Prevención: Conjunto de acciones y mecanismos implementados con antelación a la ocurrencia de los agentes perturbadores, con la finalidad de conocer los peligros o los riesgos, identificarlos, eliminarlos o reducirlos; evitar o mitigar su impacto destructivo sobre las personas, bienes, infraestructura, así como anticiparse a los procesos sociales de construcción de los mismos.

Previsión: Tomar conciencia de los riesgos que pueden causarse y las necesidades para enfrentarlos a través de las etapas de identificación de riesgos, prevención, mitigación, preparación, atención de emergencias, recuperación y reconstrucción.

Protección Civil: Es la acción solidaria y participativa, que en consideración tanto de los riesgos de origen natural o antrópico como de los efectos adversos de los agentes perturbadores, prevé la coordinación y concertación de los sectores público, privado y social en el marco del Sistema Nacional, con el fin de crear un conjunto de disposiciones, planes, programas, estrategias, mecanismos y recursos para que de manera corresponsable, y privilegiando la Gestión Integral de Riesgos y la Continuidad de Operaciones, se apliquen las medidas y acciones que sean necesarias para salvaguardar la vida, integridad y salud de la población, así como sus bienes; la infraestructura, la planta productiva y el medio ambiente.

Programas de protección civil: Son los instrumentos de planeación para definir y establecer acciones destinadas a la prevención de calamidades, incluyendo las emergencias de incendio y la atención de su impacto en las empresas, industrias, instituciones u organismos del sector público, social y privado. Se basan en un diagnóstico y se dividen en tres subprogramas: prevención, auxilio y apoyo. También son considerados por diferentes entidades federativas como programas internos, específicos o especiales de protección civil.

Reducción de Riesgos: Intervención preventiva de individuos, instituciones y comunidades que nos permite eliminar o reducir, mediante acciones de preparación y mitigación, el impacto adverso de los desastres. Contempla la identificación de riesgos y el análisis de vulnerabilidades, resiliencia y capacidades de respuesta, el desarrollo de una cultura de la protección civil, el compromiso público y el desarrollo de un marco institucional, la implementación de medidas de protección del medio ambiente, uso del suelo y planeación urbana, protección de la infraestructura crítica, generación de alianzas y desarrollo de instrumentos financieros y transferencia de riesgos, y el desarrollo de sistemas de alertamiento.

Riesgo: Daños o pérdidas probables sobre un agente afectable, resultado de la interacción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador.

Riesgo Inminente: Aquel riesgo que según la opinión de una instancia técnica especializada, debe considerar la realización de acciones inmediatas en virtud de existir condiciones o altas probabilidades de que se produzcan los efectos adversos sobre un agente afectable.

Simulacro: Representación mediante una simulación de las acciones de respuesta previamente planeadas con el fin de observar, probar y corregir una respuesta eficaz ante posibles situaciones reales de emergencia o desastre. Implica el montaje de un escenario en terreno específico, diseñado a partir de la identificación y análisis de riesgos y la vulnerabilidad de los sistemas afectables.

Siniestro: Situación crítica y dañina generada por la incidencia de uno o más fenómenos perturbadores en un inmueble o instalación afectando a su población y equipo, con posible afectación a instalaciones circundantes.

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o propensión de un agente afectable a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador, determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales.

Zona de Desastre: Espacio territorial determinado en el tiempo por la declaración formal de la autoridad competente, en virtud del desajuste que sufre en su estructura social, impidiéndose el cumplimiento normal de las actividades de la comunidad. Puede involucrar el ejercicio de recursos públicos a través del Fondo de Desastres.

Zona de Riesgo: Espacio territorial determinado en el que existe la probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador.

Zona de Riesgo Grave: Asentamiento humano que se encuentra dentro de una zona de grave riesgo, originado por un posible fenómeno perturbador.

2.3 Gestión Integral de Riesgos.

La Gestión Integral de Riesgos es el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción; involucra las etapas de: identificación de los riesgos y/o su proceso de formación, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción.

Considera, entre otras, las siguientes fases anticipadas a la ocurrencia de un agente perturbador:

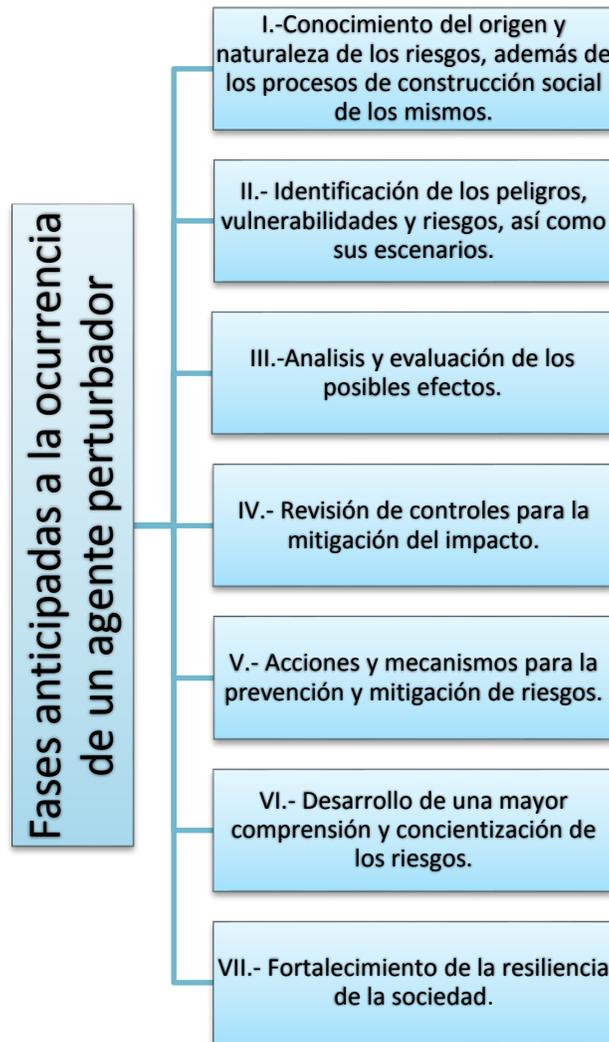


DIAGRAMA 2.1.

2.4 El Sistema Nacional de Protección Civil.

El Sistema Nacional de Protección Civil es un conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos, normas, instancias, principios, instrumentos, políticas, procedimientos, servicios y acciones, que establecen corresponsablemente las dependencias y entidades del sector público entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos voluntarios, sociales, privados y con los Poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial, de los organismos constitucionales autónomos, de las entidades federativas, de los municipios y las delegaciones, a fin de efectuar acciones coordinadas, en materia de protección civil.

Tiene por objetivo general el proteger a la persona y a la sociedad y su entorno ante la eventualidad de los riesgos y peligros que representan los agentes perturbadores y la vulnerabilidad en el corto, mediano o largo plazo, provocada por fenómenos naturales o antropogénicos, a través de la gestión integral de riesgos y el fomento de la capacidad de adaptación, auxilio y restablecimiento en la población.

En el siguiente diagrama se muestra cómo es que está integrado el Sistema Nacional de Protección Civil.



DIAGRAMA 2.2 SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL.

En una situación de emergencia, el auxilio a la población debe constituirse en una función prioritaria de la protección civil, por lo que las instancias de coordinación deberán actuar en forma conjunta y ordenada, en los términos de esta Ley y de las demás disposiciones aplicables. También se hará del conocimiento de la Secretaría de la Defensa Nacional y la Secretaría de Marina para que se implemente el Plan de Auxilio a la Población Civil en caso de desastres y el Plan General de Auxilio a la Población Civil, respectivamente.

Con la finalidad de iniciar las actividades de auxilio en caso de emergencia, la primera autoridad que tome conocimiento de ésta, deberá proceder a la inmediata prestación de ayuda e informar tan pronto como sea posible a las instancias especializadas de protección civil.

El Reglamento de esta Ley y las demás disposiciones administrativas en la materia establecerán los casos en los que se requiera de una intervención especializada para la atención de una emergencia o desastre.

La primera instancia de actuación especializada, corresponde a las Unidades Internas de Protección Civil de cada instalación pública o privada, así como a la autoridad municipal o delegacional que conozca de la situación de emergencia. Además, corresponderá en primera instancia a la unidad municipal o delegacional de protección civil el ejercicio de las atribuciones de vigilancia y aplicación de medidas de seguridad.

En caso de que la emergencia o desastre supere la capacidad de respuesta del municipio o delegación, acudirá a la instancia estatal o del Distrito Federal correspondiente, en los términos de la legislación aplicable.

Si ésta resulta insuficiente, se procederá a informar a las instancias federales correspondientes, las que actuarán de acuerdo con los programas establecidos al efecto, en los términos de esta Ley y de las demás disposiciones jurídicas aplicables. En las acciones de gestión de riesgos se dará prioridad a los grupos sociales vulnerables y de escasos recursos económicos.

2.5 El Consejo Nacional de Protección Civil.

El Consejo Nacional de Protección Civil es un órgano gubernamental consultivo en materia de protección civil. Algunas de sus atribuciones son las siguientes:

- i. Proponer la aprobación del Programa Nacional de Protección Civil y vigilar el cumplimiento de sus objetivos y metas.
- ii. Proponer el establecimiento de los instrumentos y políticas públicas integrales, sistemáticas, continuas y evaluables, tendientes a cumplir los objetivos y fines de la protección civil.
- iii. Proponer la emisión de acuerdos y resoluciones generales, para el funcionamiento del Sistema Nacional.
- iv. Fungir como órgano de consulta y de coordinación de acciones del gobierno federal y de las entidades federativas para convocar, concertar, inducir e integrar las actividades de los diversos participantes e interesados en la materia, a fin de garantizar la consecución del objetivo del Sistema Nacional.
- v. Promover la efectiva coordinación de las instancias que integran el Sistema Nacional y dar seguimiento de las acciones que para tal efecto se establezcan.
- vi. Proponer el establecimiento de medidas para vincular al sistema nacional con los sistemas estatales y municipales de protección civil.
- vii. Fomentar la participación comprometida y corresponsable de todos los sectores de la sociedad, en la formulación y ejecución de los programas destinados a satisfacer las necesidades de protección civil en el territorio nacional.
- viii. Convocar, coordinar y armonizar, con pleno respeto a sus respectivas soberanías, la participación de las entidades federativas y por conducto de éstas, de los municipios, las delegaciones y de los diversos grupos sociales locales organizados, en la definición y ejecución de las acciones que se convenga realizar en materia de protección civil.

- ix. Proponer a la Secretaría de Relaciones Exteriores, los criterios para la celebración y el cumplimiento de los acuerdos internacionales en materia de protección civil.
- x. Promover el estudio, la investigación y la capacitación en materia de protección civil, identificando sus problemas y tendencias, y proponiendo las normas y programas que permitan su solución.

El Consejo Nacional está integrado por:



DIAGRAMA 2.3 CONSEJO NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL.

2.6 El Centro Nacional De Prevención y Desastres.

El Centro Nacional De Prevención y Desastres es la institución técnica-científica de la Coordinación Nacional de Protección Civil encargada de crear, gestionar y promover políticas públicas en materia de prevención de desastres y reducción de riesgos a través de la investigación, el monitoreo, la capacitación y la difusión.



CUADRO 2.1 ATRIBUCIONES DEL CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN Y DESASTRES.

2.7 El Comité Nacional de Emergencias.

El Comité Nacional de Emergencias es el mecanismo de coordinación de las acciones en situaciones de emergencia y desastre ocasionadas por la presencia de agentes perturbadores que pongan en riesgo a la población, bienes y entorno, sin menoscabo de lo establecido en el artículo 21 de esta Ley y de conformidad con el Manual de Organización y Operación del Sistema Nacional y en los términos que se establezcan en el Reglamento.

Posee las siguientes atribuciones:

- I. Analizar la situación de emergencia o desastre que afecte al país, a fin de evaluar el alcance del impacto y formular las recomendaciones necesarias para proteger a la población, sus bienes y su entorno.
- II. Determinar las medidas urgentes que deben ponerse en práctica para hacer frente a la situación, así como los recursos indispensables para ello.
- III. Proveer de los programas institucionales, los medios materiales y financieros necesarios para las acciones de auxilio, recuperación y reconstrucción.
- IV. Vigilar el cumplimiento de las acciones acordadas y dar seguimiento a la situación de emergencia o desastre, hasta que ésta haya sido superada.
- V. Emitir boletines y comunicados conjuntos hacia los medios de comunicación y público en general.

2.8 La Escuela Nacional de Protección Civil.

La Escuela Nacional de Protección Civil es una instancia dependiente de la Coordinación Nacional por conducto del CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), orientada a la formación sistemática e institucionalizada de capital humano, a través de la capacitación, actualización y especialización de materias teóricas y prácticas.

Y que tendrá como función la acreditación y certificación de las capacidades de personas físicas y morales que ofrezcan y comercialicen servicios de asesoría y capacitación en los temas relacionados con protección civil, sin perjuicio de que existan otras instancias de acreditación y certificación dentro del sistema educativo nacional.

Para que los Grupos Voluntarios de carácter regional y nacional puedan desarrollar actividades especializadas en materia de protección civil tales como tareas de rescate y auxilio, combate a incendios, administración de albergues y centros de acopio, servicios médicos de urgencia, entre otros, deberán tramitar su registro ante la Secretaría; los estatales, municipales y delegacionales según lo establezca la legislación local respectiva.

Los derechos y obligaciones de los Grupos Voluntarios son:

- I. Disponer del reconocimiento oficial una vez obtenido su registro.
- II. En su caso, recibir información y capacitación.
- III. Coordinarse con las autoridades de protección civil que correspondan.

Las personas que deseen desempeñar labores de rescate y auxilio, deberán integrarse o constituirse preferentemente en grupos voluntarios.

Aquellos que no deseen integrarse a un grupo voluntario, podrán registrarse individualmente en las unidades de protección civil correspondientes, precisando su actividad, oficio o profesión, así como su especialidad aplicable a tareas de protección civil.

La Red Nacional de Brigadistas Comunitarios es una estructura organizada y formada por voluntarios con el fin de capacitarse y trabajar coordinadamente con las autoridades de protección civil para enfrentar en su entorno riesgos causados por los diversos agentes perturbadores.

Los Brigadistas Comunitarios son los voluntarios capacitados en materias afines a la protección civil, que han sido registradas en la Red Nacional de Brigadistas Comunitarios, bajo la coordinación y supervisión de las autoridades de protección civil en su comunidad para apoyar a éstas en tareas y actividades tales como el alertamiento, la evacuación, la aplicación de medidas preventivas y la atención a refugios temporales, entre otras.

La Secretaría de Gobernación del Gobierno Federal coordinará el funcionamiento de la Red Nacional de Brigadistas Comunitarios. Para tal efecto, las Unidades Estatales, Municipales y Delegacionales de Protección Civil en las entidades federativas, deberán promover en el marco de sus competencias, la capacitación, organización y preparación de los voluntarios que deseen constituirse en brigadistas comunitarios, pudiendo constituir redes municipales, estatales o regionales de brigadistas comunitarios, y realizar los trámites de registro en la Red Nacional de Brigadistas Comunitarios ante la Coordinación Nacional.

Los fenómenos antropogénicos, son en esencia provocados por la actividad humana y no por un fenómeno natural. Generan un marco de responsabilidad civil, por lo que no son competencia de los Instrumentos Financieros de Gestión de Riesgos previstos en esta Ley.

Dichos fenómenos encuentran responsabilidad en su atención, regulación y supervisión en el marco de las competencias establecidas por las Leyes locales a las entidades federativas, municipios o delegaciones, y en el ámbito federal, a través de las instancias públicas federales, según correspondan.

La Coordinación Nacional y las Unidades de Protección Civil de las entidades federativas, municipios y delegaciones, promoverán con las diversas instancias del Sistema Nacional, para que desarrollen programas especiales destinados a reducir o mitigar los riesgos antropogénicos, así como de atención a la población en caso de contingencias derivadas de tales fenómenos.

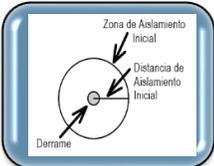
En lo referente a las Medidas de Seguridad, las dependencias y entidades de la administración pública federal, de las entidades federativas, de los municipios y de las delegaciones, en caso de riesgo inminente, sin perjuicio de la emisión de una declaratoria de emergencia o desastre natural y de lo que establezcan otras disposiciones legales, ejecutarán las medidas de seguridad que les competan, a fin de proteger la vida de la población y sus bienes, la planta productiva y su entorno, para garantizar el funcionamiento de los servicios esenciales de la comunidad, informando en forma inmediata a las autoridades de protección civil correspondientes sobre las acciones emprendidas, quienes instalarán en los casos que se considere necesario y conforme a la normatividad aplicable el centro de operaciones, como centro de comando y de coordinación de las acciones en el sitio.

Para que los particulares o dependencias públicas puedan ejercer la actividad de asesoría, capacitación, evaluación, elaboración de programas internos de protección civil, de continuidad de operaciones y estudios de vulnerabilidad y riesgos en materia de protección civil, deberán contar con el registro expedido por la autoridad competente de protección civil, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Reglamento de esta Ley.

El registro será obligatorio y permitirá a los particulares o dependencias públicas referidas en el párrafo anterior, emitir la carta de corresponsabilidad que se requiera para la aprobación de los programas internos y especiales de protección civil.

2.9 Medidas de seguridad.

Las Unidades Estatales, Municipales y Delegacionales de Protección Civil, así como la del Distrito Federal, tendrán la facultad de aplicar las siguientes medidas de seguridad:

	<p>Identificación y delimitación de lugares o zonas de riesgo.</p>
	<p>Control de rutas de evacuación y acceso a las zonas afectadas.</p>
	<p>Acciones preventivas para la movilización precautoria de la población y su instalación y atención en refugios temporales.</p>
	<p>Coordinación de los servicios asistenciales.</p>
	<p>El aislamiento temporal, parcial o total del área afectada.</p>
	<p>La suspensión de trabajos, actividades y servicios.</p>
	<p>Las demás que en materia de protección civil determinen las disposiciones reglamentarias y la legislación local correspondiente, tendientes a evitar que se generen o sigan causando daños.</p>

CUADRO 2.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Las personas físicas o morales del sector privado cuya actividad sea el manejo, almacenamiento, distribución, transporte y utilización de materiales peligrosos, hidrocarburos y explosivos presentarán ante la autoridad correspondiente los programas internos de protección civil a que se refiere la fracción XL del artículo 2 de la presente Ley.

2.10 Programa Interno de Protección Civil.

Programa Interno de Protección Civil: Es un instrumento de planeación y operación, circunscrito al ámbito de una dependencia, entidad, institución u organismo del sector público, privado o social; que se compone por el plan operativo para la Unidad Interna de Protección Civil, el plan para la continuidad de operaciones y el plan de contingencias, y tiene como propósito mitigar los riesgos previamente identificados y definir acciones preventivas y de respuesta para estar en condiciones de atender la eventualidad de alguna emergencia o desastre.

Para llevar a cabo la Detección de las Zonas de Riesgo el Gobierno Federal, con la participación de las entidades federativas y el Gobierno del Distrito Federal, deberán buscar concentrar la información climatológica, geológica y meteorológica de que se disponga a nivel nacional.

El Gobierno Federal, con la participación de las entidades federativas y el Gobierno del Distrito Federal, promoverá la creación de las bases que permitan la identificación y registro en los Atlas Nacional, Estatales y Municipales de Riesgos de las zonas en el país con riesgo para la población, el patrimonio público y privado, que posibilite a las autoridades competentes regular la edificación de asentamientos.

Si se lleva a cabo la construcción, edificación, realización de obras de infraestructura y los asentamientos humanos en una zona determinada sin elaborar un análisis de riesgos y, en su caso, definir las medidas para su reducción, tomando en consideración la normatividad aplicable y los Atlas municipales, estatales y el Nacional y no cuenten con la autorización de la autoridad correspondiente se considerara entonces como un delito grave.

3.1 Introducción.

A lo largo de la historia de la humanidad los problemas y los riesgos potenciales en seguridad contra incendios han sido y serán siempre una constante, las tragedias son las que más han impulsado el desarrollo de la seguridad contra incendios en los países más desarrollados, desgraciadamente no ha sido así en América Latina, muchas de estas tragedias han sido el motor para la evolución de los códigos y normas de seguridad contra incendio y la búsqueda de un mejor desempeño ante un incendio, todo esto deja como recompensa un mejor y más claro entendimiento de la química y física del fuego y la teoría y la dinámica de la extinción del fuego. Pero para poder conseguir lo anterior hay que empezar a hacer conciencia y entrar en razón de que la solución a los incendios no sólo se encuentra con los mejores departamentos de bomberos sino en que todos podemos encontrar la solución y que depende de nuestro esfuerzo.

También para lograrlo es fundamental tener una buena organización de la protección contra incendios, característica que no siempre se tiene y se evidencia en un simulacro o ante un incendio. Se puede decir que una forma de visualizar y de ejemplificar una correcta seguridad contra incendios es con una mesa sólida de cuatro “patas” las cuales están compuestas por:

- ✚ La autoridad competente.- Hace cumplir las regulaciones de prevención de incendios.
- ✚ El ingeniero de protección contra incendios.- Establece la estrategia de seguridad contra incendios, específica y diseña los sistemas de seguridad humana y protección contra incendios.
- ✚ El instalador calificado.- Son las compañías que instalan los sistemas contra incendios.
- ✚ El usuario.- Es el usuario, quien puede ser el dueño, operador y durante la fase de diseño de la construcción generalmente es el arquitecto.

Esta organización no es infalible, pero es la que mejor funciona en los Estados Unidos que es el país en donde se originó la NFPA (National Fire Protection Association) que es líder mundial en prevención de incendios y la autoridad principal en seguridad pública.

3.2 El plan maestro de seguridad contra incendios.

Es la mejor estrategia para mitigar e identificar los riesgos de incendios, ya sea en una instalación existente o en el proceso de diseño de una instalación nueva. Es la mejor guía para adecuar, de la manera más racional y coherente posible, la instalación a un nivel aceptable de seguridad contra incendios.

Para lograrlo es necesario de la participación de profesionales en ingeniería de protección contra incendios, además de llevar una debida discusión y revisión de todo el personal interesado para que las recomendaciones sean factibles y cuenten con el apoyo interno necesario para que puedan ser concretadas.

Un nivel aceptable de seguridad contra incendios se obtiene analizando una estructura, edificio o complejo como un todo, incluyendo la evaluación de la seguridad humana (medios de egreso, señalización, iluminación); la definición, el diseño e instalación de los sistemas de supresión y de alarma, detección y notificación; la especificación y limitación de los contenidos interiores; acceso al departamento de bomberos y exposición a riesgos adyacentes; y la definición, diseño y construcción de los elementos que confinan un incendio.

3.3 Enfoque sistemático.

Se entiende que la prevención contra incendios debe empezar desde la construcción de cualquier inmueble que sea susceptible de incendiarse, esto es, para cualquier tipo de edificio o instalaciones aunque en éstos no se trabajen con sustancias o material que pudieran generar un incendio por si mismos o que puedan contener buenos combustibles en caso de un incendio adyacente, desde el material del que están contruidos, la ubicación de las ventanas, la altura de cada piso, las corrientes de aire que se generen dentro del él, las salidas de emergencia, las tomas de agua, en pocas palabras una visión integral, un estudio metódico de la entidad como un todo, a esto se le conoce como enfoque o análisis sistemático, y su objetivo es definir un proceso creíble para la toma de la mejor decisión entre las alternativas.

La protección contra incendios se puede incorporar en el diseño de edificios usando tres métodos diferentes:

- i. Exigir que el diseño y construcción se ajusten a los requisitos prescritos en las especificaciones de los códigos y normas de construcción, los cuales están basados en experiencias de incendios y son generalmente estrictos.
- ii. Usar códigos basados en desempeño para superar la inflexibilidad de los códigos de especificación. Una limitación actual de la protección contra

incendios basada en el desempeño es que éste es un proceso de evaluación, no un proceso de diseño, una vez formulado el diseño, se pueden usar las medidas de desempeño para evaluar la protección contra incendios pero el enfoque no ofrece una guía directa sobre cómo desarrollar conceptos de diseño.

- iii. Usar un enfoque sistemático que muestre como se pueden usar diferentes estrategias de protección para cumplir los objetivos de protección contra incendios. Este enfoque de protección contra incendios puede requerir un alto nivel de destreza profesional; sin embargo, permite mayor flexibilidad y puede obtenerse un gran beneficio en reducción de costos.

3.4 Árbol de decisiones de protección contra incendio.

En este diagrama elaborado por la NFPA en la norma NFPA 550, se ilustra la relación entre la protección contra incendios y las estrategias de control de daños por incendios. Las características de protección contra incendios tales como tipo de construcción, combustibilidad de los contenidos, dispositivos de protección, y características de los ocupantes se han considerado tradicionalmente como independientes unas de otras. Esto puede conducir a duplicaciones innecesarias de la protección. Por otro lado pueden existir brechas en la protección cuando estas partes no se unen adecuadamente. La ventaja clara del árbol de conceptos de protección contra incendios es su enfoque sistemático.

Éste proporciona una estructura general con la cual analizar el impacto potencial de las estrategias de protección contra incendios, puede identificar vacíos y áreas de redundancia en las estrategias como ayuda para la toma de decisiones en el diseño de protección contra incendios. Muestra los elementos que se deben de tener en consideración en la protección contra incendios de edificios y la interrelación entre esos elementos. El grado del éxito del esquema depende de que se haya cumplido cada nivel completamente. El esquema no es precisamente de orden jerárquico, por lo que los niveles inferiores del esquema no son de menor grado de importancia, éstos representan el medio para lograr el nivel superior siguiente.

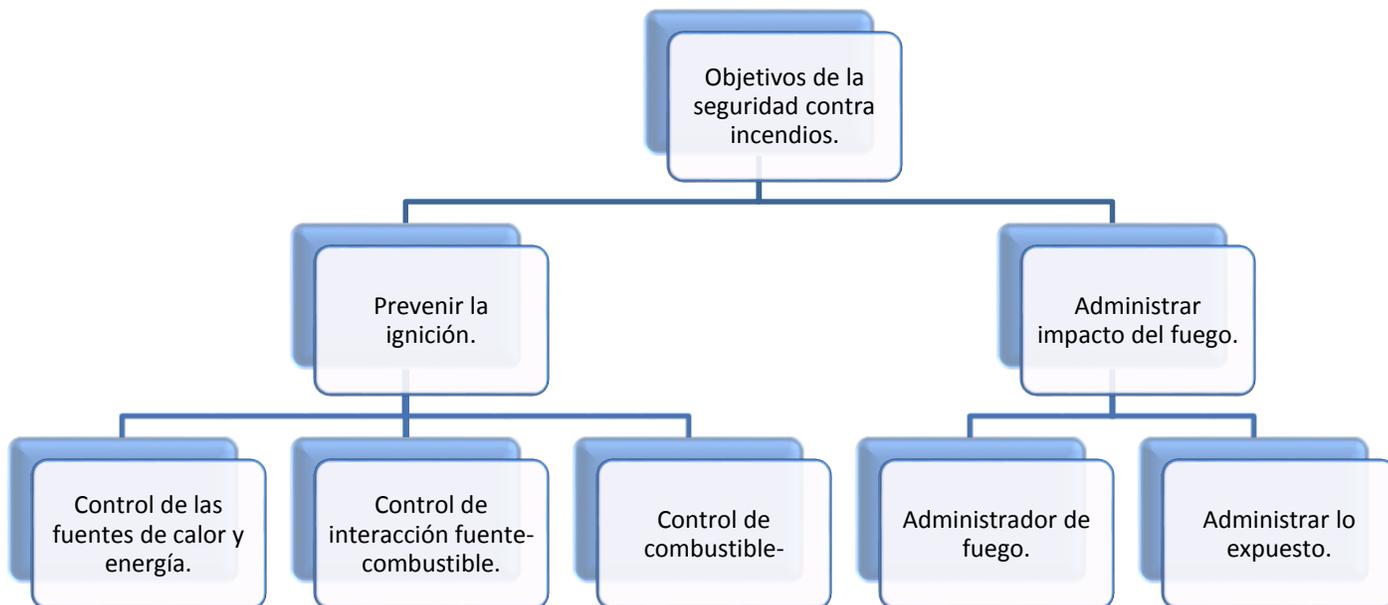


DIAGRAMA 3.1 BRAZOS PRINCIPALES DEL ESQUEMA DE CONCEPTOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

3.5 Objetivos del diseño con protección contra incendios.

Como se dijo anteriormente, la protección contra incendios debe de ser integrado dentro del proyecto arquitectónico total para que sea eficiente y económico, cuanto más temprano se establezcan los objetivos de protección contra incendio en el proceso de diseño, se identifiquen métodos alternativos para alcanzar estos objetivos, y se tomen las decisiones en el proyecto de ingeniería, más eficientes y económicos serán los resultados finales.

El primer paso en el proceso es la identificación clara de las necesidades específicas del cliente en relación con la función del edificio. Después de conocer las funciones del edificio y las necesidades del cliente, se deben de enfocar los objetivos del análisis de la protección contra incendios los cuales se enlistan las siguientes 5 áreas:



Seguridad Humana.

- Identificar las características de ocupación del edificio, se debe de prever las necesidades especiales de protección de la vida de los ocupantes durante el tiempo que estén en el edificio. Se debe de tomar en cuenta la seguridad del personal de combate de incendios.



Protección de la Propiedad

- Identificar los elementos de la propiedad que tengan un alto valor, ya sea monetario o de otro tipo, para protegerlos adecuadamente en caso de incendio. Se recomienda tener duplicados de los registros o archivos importantes en otro lugar.



un Plan de Continuidad de Negocio

Continuidad de la Operación.

- Se debe establecer la duración del periodo de interrupción tolerable antes de que los ingresos empiecen a afectarse seriamente, se deben de identificar las funciones o localizaciones que sean más esenciales para la operación continua.



Protección Ambiental.

- Es necesario dedicarse a problemas como el desague de químicos que se guardan en el edificio que pueden ser disueltos en la aplicación de agua por el departamento de bomberos.



Conservación del Patrimonio Histórico.

- Significa incluir un grado razonable de protección contra daños y pérdida de las estructuras históricas, sus características únicas y sus contenidos.

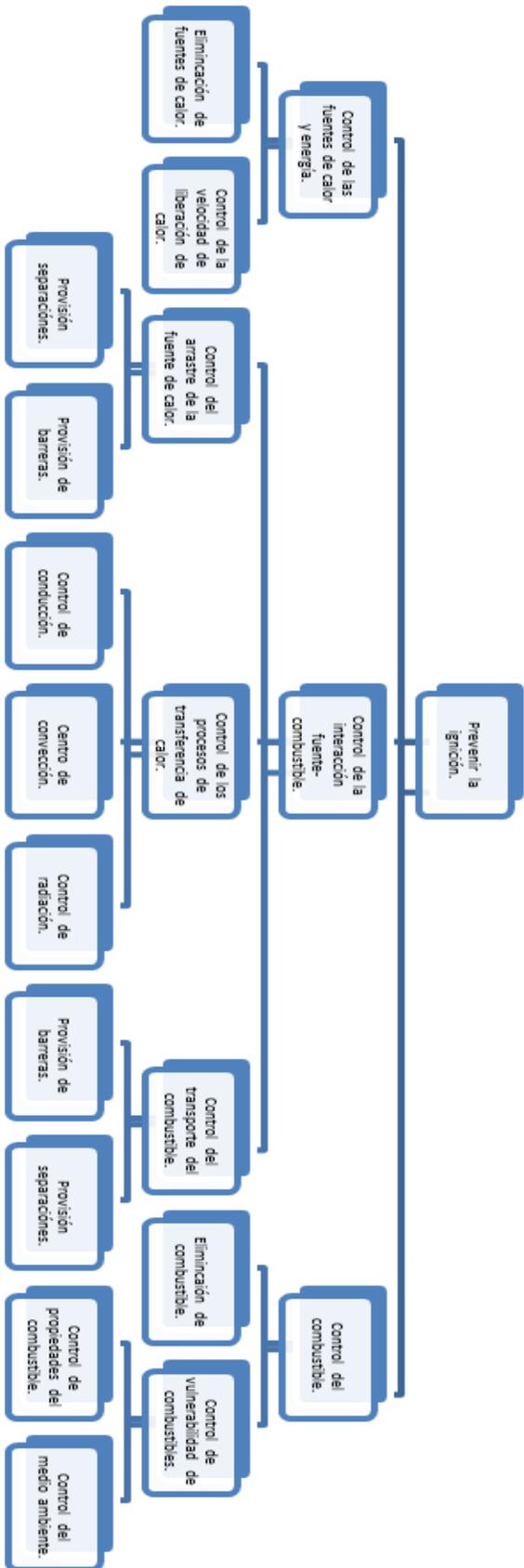
CUADRO 3.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD.

3.6 Estrategias de diseño de seguridad contra incendios.

3.6.1 Prevenir la ignición.- La primera oportunidad de alcanzar la seguridad contra incendios es a través de la prevención del incendio o ignición que consiste en separar las fuentes potenciales de calor de los combustibles potenciales, a continuación se muestra la relación de los factores comunes en la prevención de incendios e identifica las principales fuentes de calor y materiales incendiarios, factores comunes que los unen y prácticas que pueden afectar el éxito de la prevención.

1. Fuentes de calor.
 - a) Equipos fijos.
 - b) Equipos portátiles.
 - c) Sopletes y otras herramientas.
 - d) Elementos de fumar y encendedores.
 - e) Explosivos.
 - f) Causas naturales.
 - g) Exposición a otros incendios.
2. Formas y tipos de materiales incendiarios.
 - a) Materiales de construcción.
 - b) Acabados interiores y exteriores.
 - c) Contenidos y muebles.
 - d) Basura, pelusa y polvo.
 - e) Líquidos o gases combustibles o inflamables.
 - f) Sólidos volátiles.
3. Factores que juntan los materiales incendiarios y el calor.
 - a) Incendio premeditado.
 - b) Mal uso de la fuente de calor.
 - c) Mal uso del material incendiario.
 - d) Falla mecánica o eléctrica.
 - e) Deficiencia de diseño, construcción o instalación.
 - f) Error en la operación de equipos.
 - g) Causas naturales.
 - h) Exposiciones.
4. Prácticas que pueden afectar el éxito de la prevención.
 - a) Limpieza.
 - b) Seguridad.
 - c) Educación de los ocupantes.
 - d) Control de tipo, cantidad y distribución de combustibles.
 - e) Control de las fuentes de calor.

DIAGRAMA 3.2 COMPONENTES DE LA RAMA “PREVENCIÓN DE LA IGNICIÓN”,



El diagrama anterior representa esencialmente un código de prevención de incendios, la mayoría de los conceptos descritos en él requieren de una supervisión constante para su éxito. Por ende la responsabilidad de la realización de la meta de prevención de incendios es esencialmente del propietario y/o el ocupante.

3.6.1.1 Control del impacto del incendio.

No es posible prevenir completamente la ignición de incendios, por lo tanto para alcanzar el objetivo general de protección contra incendios se deben seguir ciertos parámetros predeterminados. En el siguiente diagrama se muestran las tres formas con las cuales se pueden alcanzar los objetivos de seguridad contra incendio, se puede lograr por medio del control de proceso de combustión, por la extinción del incendio, o por el control del incendio mediante la construcción.

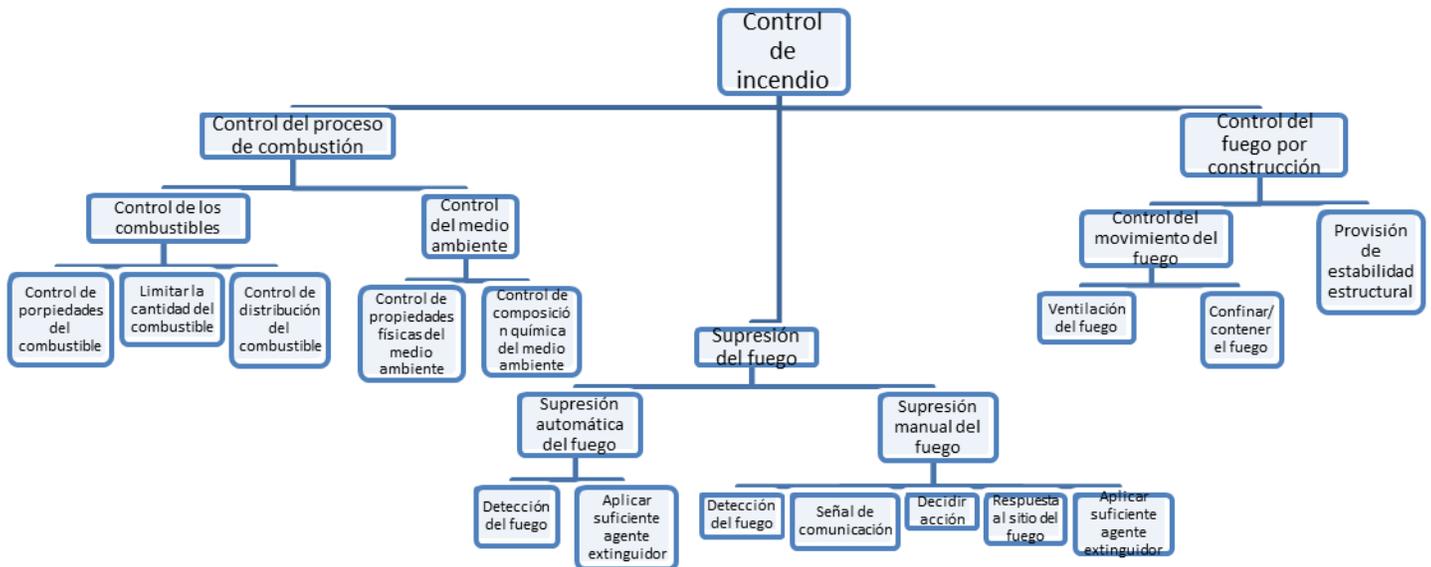


DIAGRAMA 3.3 COMPONENTES DE LA RAMA “CONTROL DE INCENDIO” DEL ÁRBOL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

3.6.2 Control del proceso de combustión.

Busca retardar el incendio para suministrar otras medidas con tiempo suficiente de protección contra incendios para que sean efectivas. El diseño sistemático con este fin debería considerar a las formas posibles en que los riesgos pueden crecer rápidamente, por ejemplo, propagación de las llamas, crecimiento rápido en la velocidad de liberación de calor o velocidad de liberación de masa, gases inusualmente tóxicos, corrosividad inusual, etc.

3.6.2.1 Diseño de medidas contra el crecimiento del incendio.

El método tradicional de describir el riesgo de crecimiento del incendio ha sido por medio de cargas de combustible (la cantidad de material combustible presente) reflejadas en las clasificaciones de uso y ocupación. Los tipos de edificación, en lugar de los tipos de habitación en el edificio, se han agrupado en relación con su peligro relativo. Por ejemplo, las ocupaciones residenciales y educativas se consideran de bajo riesgo porque normalmente contienen cargas combustibles relativamente bajas en las habitaciones. Los edificios comerciales son generalmente un riesgo moderado, mientras que ciertos edificios industriales y de almacenamiento pueden considerarse de alto riesgo porque contienen una carga cantidad grande. Este tipo de clasificación es la base de los requisitos de los códigos de construcción e incendio, e históricamente han sido de muy útiles.

El potencial del riesgo de crecimiento del incendio, que identifica la velocidad y probabilidad relativa de que el incendio llegue a afectar totalmente la habitación, es una base útil para el diseño de tácticas de supresión y para evaluar problemas de seguridad en la vida.

Las características de combustión en un recinto son la base para el análisis de riesgo de crecimiento del incendio. Los factores principales que influyen en la probabilidad y velocidad con que ocurre la afectación del recinto son:

- ❖ Carga de fuego (por ejemplo: la cantidad, tipo de materiales y su distribución).
- ❖ Acabados interiores de la habitación.
- ❖ Suministro de aire.
- ❖ Tamaño, forma y construcción del recinto.

3.6.2.2 Etapas del incendio.

Los incendios se desarrollan a través de varias etapas. Un incendio puede seguir creciendo dentro de cada etapa o puede ser incapaz de sostener su desarrollo continuo y extinguirse. En la siguiente tabla se proporcionan guías sobre las descripciones de las etapas, de los tamaños aproximados de las llamas que se pueden usar para describir el tamaño de los incendios en cada una de las etapas y la descripción de los factores principales que influyen en el crecimiento dentro de un dominio.

ETAPA	ALCANCES APROXIMADOS DE LOS TAMAÑOS DE INCENDIOS.	FACTORES PRINCIPALES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO.
1.-PREQUEMADO	Sobre calentamiento hasta ignición.	Cantidad y duración del flujo del calor, área de superficie que recibe calor, inflamabilidad del material.
2.- QUEMA INICIAL	Ignición hasta el punto de radiación (llama de 245mm [10 in] de altura.	Continuidad del combustible, inflamabilidad del material, espesor, aspereza de la superficie, inercia térmica del combustible.
3.- QUEMA VIGOROSA	Punto de radiación hasta punto de encerramiento (llama de 254mm hasta 1,5m de altura [de 10in hasta 5ft].	Acabado interior, continuidad del combustible, retroalimentación de calor, inflamabilidad de material, inercia térmica del combustible, proximidad de las llamas a las paredes.
4.- QUEMA INTERACTIVA	Punto de encerramiento hasta el nivel del cielo raso (llama de 1,5m [5ft] de altura hasta que la llama toque el cielo raso).	Acabado interior, distribución del combustible, retroalimentación de calor, altura de los combustibles, proximidad de las llamas a las paredes, altura del cielo raso, aislamiento del recinto, tamaño y localización de las aberturas, operación de HVAC (calefacción, aire acondicionado y ventilación.)
5.-QUEMA REMOTA	Punto del cielo raso hasta afectación total del recinto.	Distribución de los combustibles, altura del cielo raso, proporción Long/alt, aislamiento del recinto, tamaño y localización de las aberturas, operaciones de HVAC (calefacción, aire acondicionado y ventilación.)

TABLA 3.1 ETAPAS DEL INCENDIO.

3.6.3 Control del incendio mediante la construcción.

Las barreras como paredes y pisos, separan los espacios en los edificios. Estas barreras también retrasan o previenen la propagación del fuego de un espacio a otro, además las barreras son características importantes en cualquier operación de combate de incendios por que dictan el tamaño del incendio. La eficacia de una barrera depende de su resistencia inherente al fuego; los detalles de su construcción; y sus penetraciones tales como puertas, ventanas, ductos, conductos de tuberías, eléctricos y rejillas.

La función principal de las barreras es evitar que la propagación del calor y las llamas cause una ignición en un piso o recinto adyacente. Es de utilidad clasificar las fallas de las barreras en dos categorías:

- 1.- Falla masiva de barreras: Se da cuando parte de la barrera se cae o cuando se abre una penetración grande como una puerta o una ventana.
- 2.- Falla localizada de una penetración: Ocurre cuando las llamas o el calor penetran pequeñas horadaciones o pequeñas ventanas.

El humo y los gases se mueven a través del edificio mucho más rápido y fácil que las llamas y el calor. El tiempo desde la ignición hasta que un espacio del edificio se hace insostenible es un aspecto importante de la seguridad contra incendios y la pérdida de resistencia puede deberse al humo y gases con más frecuencia que a las llamas y el calor, por lo tanto, es necesario que las barreras se diseñen y consideren también como barreras contra la propagación del humo y gases del incendio.

3.6.4 Detección y alarma de incendio.

Se necesita la detección del incendio para que se inicie la extinción automática o manual, se active cualquier otro sistema de protección contra incendios tales como como puertas contra incendios automáticas para compartimentación y protección de las rutas de escape, y los ocupantes tengan tiempo de trasladarse a lugares seguros, generalmente fuera del edificio.

Un motivo de preocupación por cualquier crecimiento inicial rápido del incendio es que puede reducir mucho el tiempo disponible para estas respuestas salvadoras después de la detección, por lo que se deben diseñar sistemáticamente provisiones

de detección que reflejen las otras características del edificio, sus ocupantes y las otras medidas de protección contra incendios.

Por ejemplo, el humo es con frecuencia el primer indicador de un incendio, así que es lógico un sistema automático de detección basado en detectores de humo, en ciertas instalaciones o áreas, sin embargo, pueden ser más apropiados los detectores basados en el calor o régimen de aumento del calor debido a los tipos de incendios que pueden ocurrir en esas áreas o debido al potencial en esas áreas de activaciones que no sean por incendio. Cualquiera que sea el tipo de sistema de detección que se escoja, es importante que se haga una evaluación realista de las implicaciones de tiempo de respuesta después de que se ha detectado el incendio y antes de que se desarrollen condiciones letales o de alto riesgo en cada área.

3.6.5 Extinción automática del incendio.

Para lograr la extinción automática del fuego se necesita de la detección del incendio y de la aplicación de suficiente agente extintor. El sistema de rociadores automáticos ha sido el sistema individual más importante y el más usado para el control automático de incendios en edificios durante cerca de 150 años. Entre las ventajas de los rociadores automáticos está el hecho de que estos funcionan directamente encima del incendio y no son afectados por el humo, gases tóxicos y visibilidad reducida. Adicionalmente se usa mucho menos agua porque solamente aquellos rociadores activados por el calor del incendio funcionan, especialmente si el edificio esta segmentado.

Los principales elementos para determinar la eficacia de un sistema de rociadores automáticos son:

- 1.- Su presencia o ausencia.
- 2.- Si los hay, su confiabilidad.
- 3.- Si son confiables, su diseño y eficacia en la extinción.

Aunque los sistemas de rociadores automáticos tienen un record extraordinario de éxito, es posible que éstos fallen, frecuentemente las fallas se deben a características que pudieron haberse evitado si se hubiese prestado suficiente atención en el momento del diseño, instalación o mantenimiento del sistema. Otros sistemas de extinción de automática tales como el dióxido de carbono, químicos secos, agentes limpios (substitutos de halón), y espuma de alta expansión, se pueden usar para proveer protección para ciertas partes de edificios o tipos de ocupaciones para los que son especialmente adecuados.

3.6.6 Extinción manual.

Idealmente, un edificio se diseña de manera que si ocurriera un incendio, éste pueda ser atacado antes de que se extienda más allá de su lugar de origen, si eso no es posible, las características de diseño y construcción del edificio deberían retrasar la propagación del fuego para que el cuerpo de bomberos encuentre un incendio relativamente pequeño y fácil de controlar. Los principales aspectos del diseño de edificios son:

- A. Notificación al cuerpo de bomberos.
- B. Aplicación inicial del agente de extinción.
- C. Extinción del incendio.
- D. Ventilación.
- E. Suministro y uso de agua.
- F. Remoción del agua.

A) Comprende los siguientes pasos:

- Detección del incendio.
- Decisión de informar al cuerpo de bomberos.
- Envío del mensaje.
- Recepción correcta de la información por el cuerpo de bomberos.

B) Es el siguiente paso crítico del cuerpo de bomberos, involucra tres pasos diferentes para su éxito:

- Llegada al sitio.
- Introducción de las boquillas al recinto.
- Descarga de agua por la boquilla.

Cada uno de estos pasos se puede ver afectado por las consideraciones de acceso al lugar.

C) El tamaño del incendio en el momento de la aplicación inicial del agente determina la estrategia de combate del incendio y la probabilidad de éxito de la operación. En un sentido amplio se pueden esperar las tres categorías siguientes de incendios:

- i. Incendios relativamente pequeños que pueden extinguirse con aplicación directa de agua.

- ii. Cuando el incendio es mayor, se puede abrir (ventilar) el edificio y los chorros de manguera pueden expulsar el fuego, llevar el calor y el humo fuera del edificio.
- iii. Los incendios que son demasiado grandes para esta operación deben rodearse, se usan dos técnicas disponibles de ventilación y absorción de calor por evaporación del agua; sin embargo, se pierde el área incendiada. El objetivo principal de esta estrategia es proteger las exposiciones, tanto externas como internas.

D) La ventilación es una operación importante en el combate de incendios. Involucra la extracción de humo, gases y calor de los espacios del edificio. Las siguientes son funciones importantes que desempeña la ventilación:

- I. Protege la vida al retirar o desviar los gases tóxicos y humo de los lugares donde los ocupantes del edificio pudieran encontrar refugio temporal.
- II. Se mejora el entorno de la vecindad del incendio al retirar el humo y calor. Esto permite a los bomberos avanzar hasta las proximidades del incendio para extinguirlo.
- III. Se controla la propagación o dirección del incendio al establecer corrientes de aire que hacen que el fuego se mueva en la dirección deseada, de esta manera, los ocupantes o propiedades valiosas pueden ser protegidos rápidamente.
- IV. Se liberan gases combustibles sin quemar antes de que se conviertan en una mezcla inflamable, evitando así una explosión de gases en combustión o explosión de humo.

E) El agua es el principal agente utilizado para extinguir los incendios de edificios, aunque ocasionalmente pueden emplearse otros agentes como: dióxido de carbono, químicos secos, espumas y humectantes y agentes limpios de reemplazo de halón, el agua es todavía el principalmente extintor del cuerpo de bomberos.

Normalmente, el agua se suministra al edificio por medio de tuberías madres que son parte del sistema público de distribución de agua, pocas ciudades pueden suministrar suficiente cantidad de agua a las presiones requeridas en todas partes de la ciudad. En consecuencia, el agua suministrada a hidrantes, tuberías verticales o columnas o bombas en los vehículos de los bomberos o en los mismos edificios debe reforzar los sistemas rociadores, los edificios que no tengan una

fuelle de agua adecuada y confiable para el combate de incendios deben proveer agua suplementaria o incorporar otras medidas de defensa contra incendios para compensar esta deficiencia. Se debe prestar especial atención al suministro, distribución y presión del agua para emergencias de incendio; las situaciones de incendio que requieran la operación de un gran número de rociadores o el uso de muchos chorros de manguera pueden reducir la presión en las columnas de tubería y sistemas de rociadores hasta el punto donde se afecta negativamente el sistema de distribución. Los edificios de muchos pisos son especialmente vulnerables a problemas de presión de agua ya que las presiones requeridas dependen de la altura del edificio. Las conexiones de bomberos deben ser fácilmente localizadas, tener un acceso fácil y deben de estar adecuadamente marcados y aprobadas por el departamento de bomberos local.

F) Los pisos impermeables son importantes para la remoción del agua; los esfuerzos de salvamento pueden verse comprometidos por la integridad de los pisos. De mayor importancia es el número y localización de los desagües del piso, si hay desagües y colectores interiores disponibles, los equipos de recuperación pueden retirar efectivamente el agua con daño mínimo para la estructura.

3.6.7 Control de lo expuesto.

Como se muestra a continuación en el árbol de conceptos de protección contra incendios, el impacto del incendio puede disminuirse controlando lo expuesto, es decir, las personas, propiedad, ambiente o patrimonio histórico, dependiendo de los aspectos del diseño en consideración. Éste tiene éxito ya sea controlando la cantidad expuesta o protegiendo lo expuesto, por ejemplo, se puede restringir el número de personas lo mismo que la cantidad o tipo de propiedad en un espacio. Con frecuencia esto es poco práctico, si éste es el caso, aún se puede cumplir con los objetivos incorporando características de diseño que protejan lo expuesto.

Las personas o propiedad expuesta se pueden proteger ya sea trasladándolas a un área de refugio seguro o defendiéndolas en su sitio. Por ejemplo, las personas en ocupaciones institucionales como hospitales, sanatorios y centros de detención o correccionales, generalmente deben defenderse en su sitio, y las personas alertas y con movilidad como es el caso de los ocupantes de oficinas y escuelas, podrían trasladarse para protegerlos de la exposición al incendio.

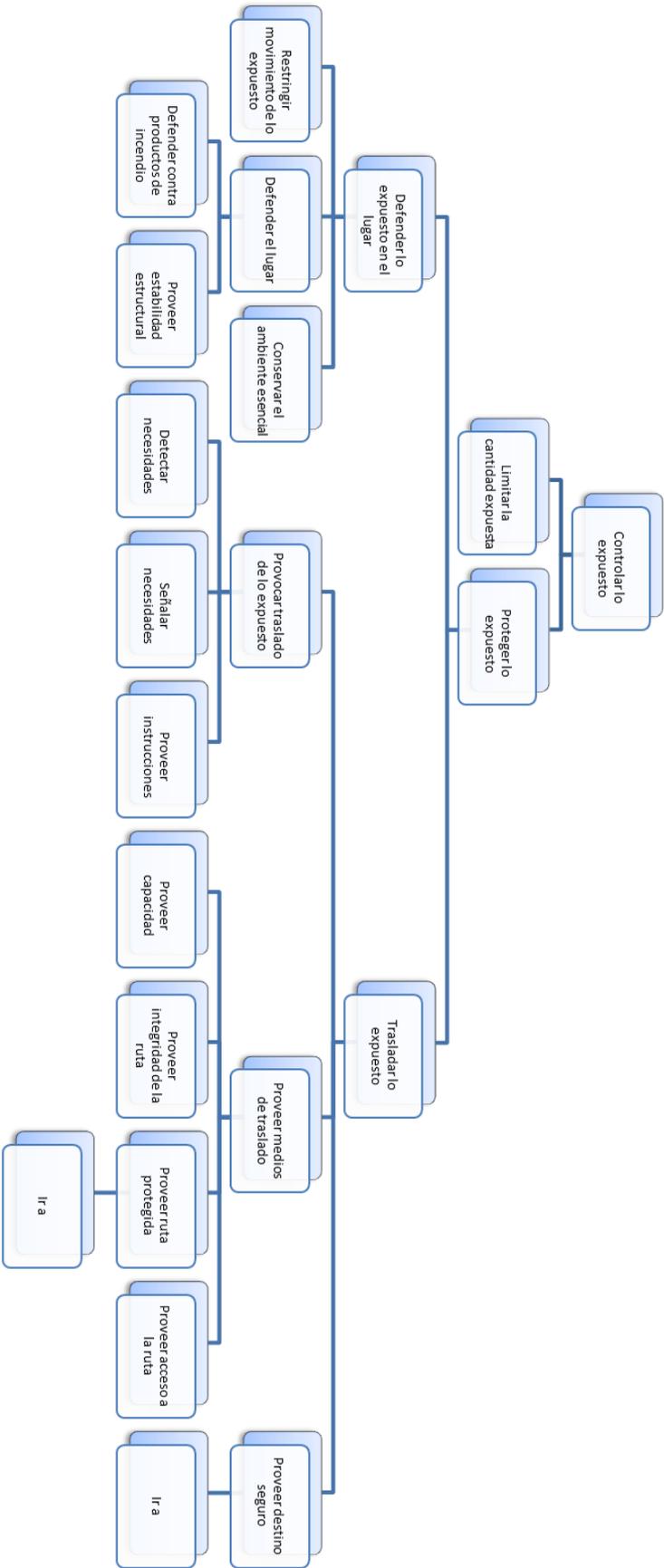
Las siguientes alternativas para lograr el control de lo expuesto son las siguientes:

- Evacuación de los ocupantes.- Comprende dos partes importantes:
 - La disponibilidad de una ruta o rutas de salida aceptables.
 - La advertencia eficiente a los ocupantes con un tiempo suficiente para permitir la salida antes de que partes de la ruta se vuelvan insostenibles.

- Defensa en el lugar.- Esto puede ser apropiado para ocupaciones como hospitales, sanatorios, centros de detención, correccionales y otras instituciones. También puede ser una alternativa apropiada para otros edificios cuando el tamaño o diseño puedan indicar que la evacuación tiene una probabilidad de éxito muy baja. Utiliza principalmente los criterios de desempeño de los niveles de tiempo y sostenibilidad. El criterio de desempeño relacionado con el tiempo podría indicar que el espacio del edificio debería ser sostenible por un periodo de tiempo suficiente después del incendio. La definición de sostenibilidad puede ser muy diferente de la aceptable para evacuación debido a la influencia del tiempo y los productos de combustión.

- Refugio.- Esto involucra el movimiento de ocupantes hacia espacios de refugio diseñados especialmente. Este tipo de diseño es más difícil que cualquiera de las otras dos alternativas por que comprende los principales aspectos de diseño de cada una, además de que también debe tomar en cuenta la población y sus actividades en la mayor parte del tiempo, se deben considerar la comunicación, la protección de rutas de escape, y áreas temporales o permanentes de refugio por un periodo de tiempo razonable para que los ocupantes alcancen su seguridad.

DIAGRAMA 3.4 COMPONENTES DE LA RAMA “CONTROLAR LO EXPUESTO” DEL ÁRBOL DE CONCEPTOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.



4.1 Introducción.

La NFPA (ASOCIACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS) por sus siglas en inglés, establecida en el año de 1896, tiene por misión reducir los incendios y otros peligros para mejorar la calidad de vida en todo el mundo brindando y recomendando códigos y normas de consenso, dando capacitación, investigando, y enseñando.

Es el líder mundial en prevención de incendios y la autoridad principal en seguridad pública, la NFPA desarrolla, publica y distribuye más de 300 códigos y normas de consenso con el propósito de minimizar la posibilidad y los efectos de un incendio entre otros peligros.

4.2 Antecedentes.

La norma 1620 pre-planeación para emergencias se generó en el año de 1982, tras reportarse un gran incendio en un almacén de rociadores que dejó como consecuencia en un gran desastre, se reunieron el servicio de bomberos y funcionarios de la compañía de seguros en la sede de la NFPA para discutir sobre los incendios de gran rango destructivo y determinar si existen medidas que podrían adoptarse para hacer frente a este problema de forma cooperativa.

Se logró hacer varias recomendaciones con respecto a los grandes incendios, unas de ellas fue que la NFPA desarrollara un documento que aborde la necesidad de la adecuada pre-planeación para emergencias de tales ocupaciones. El consejo de normas de la NFPA asignó el proyecto al Comité de Capacitación del Servicio de Bomberos, este comité estableció un sub-comité con la experiencia adicional de la industria de seguros para desarrollar un documento relacionado con la pre-planeación para emergencias en almacenes. El documento fue nombrado “NFPA 1420 Prácticas recomendadas para la pre-planeación para emergencias en almacenes” y aprobado por los miembros de la NFPA en 1993.

Siguiendo la aprobación de la norma NFPA 1420, el subcomité del Comité de capacitación que estuvo involucrado en el desarrollo de la norma NFPA 1420 consideró que el alcance de la norma podía ser expandido hasta incluir a todas las ocupaciones. La edición de 1998 fue el resultado de esa expansión, y fue renombrada como “NFPA 1620 Procedimiento recomendado para la pre-planeación para emergencias”. Posteriormente en la edición 2003 se incorporó algunos cambios editoriales para cumplir con el manual de estilo de la NFPA. La edición más reciente es del 2010 presenta una serie de cambios tanto editoriales como técnicos. El documento fue revisado completamente y pasó de ser un procedimiento recomendado a ser una norma, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos por el comité técnico para el desarrollo de la pre-planeación para emergencias para ser utilizado en respuesta del personal ante una emergencia.

4.3 Alcance.

El alcance de la norma NFPA 1620 es el de brindar criterios para el desarrollo de una pre-planeación para emergencias para el uso del personal de respuesta ante emergencias. Sin embargo, no está destinado para la pre-planeación para emergencias relacionada a la construcción, modificación y demolición.

4.4 Objetivo.

Tiene por objetivo el desarrollo de la pre-planeación para emergencias para asistir al personal de respuesta en la gestión eficaz de emergencias para la protección de los habitantes, del personal de respuesta, de los bienes materiales y del ambiente.

4.5 Desarrollo.

En este capítulo se muestran los siguientes temas de la norma NFPA-1620:

- I. Proceso para la pre-planeación para emergencias.
- II. Consideraciones físicas y del lugar.
- III. Consideraciones de los ocupantes.
- IV. Suministros de agua y sistemas de protección contra incendios.
- V. Peligros especiales.
- VI. Operaciones de emergencia.
- VII. Manejo de emergencias.
- VIII. Prueba del plan de emergencia y mantenimiento.

4.5.1 Proceso para la pre-planeación para emergencias.

El proceso para la pre-planeación para emergencias está compuesto por:

- 1 • Generalidades.
- 2 • Desarrollo de la pre-planeación para emergencias.
- 3 • Recopilación de información.
- 4 • Preparación de la pre-planeación.
- 5 • Documentación de la pre-planeación.
- 6 • Croquis de la pre-planeación.
- 7 • Distribución del plan.
- 8 • Capacitación.
- 9 • Durante la emergencia.
- 10 • Después de la emergencia.

TABLA 4.1 PROCESO PARA LA PREPLANEACIÓN.

4.5.1.1 Generalidades.



DIAGRAMA 4.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE PLANEACIÓN.

En el establecimiento de un programa para el desarrollo de la pre-planeación para emergencias se deben de considerar los siguientes elementos:

- i. El peligro potencial para la seguridad de la vida, incluyendo la respuesta de emergencia de seguridad.
- ii. Tamaño de la estructura y complejidad de las operaciones.
- iii. Impacto económico.
- iv. Importancia para la comunidad.
- v. Variantes locales y de temporada.
- vi. Presencia de materiales peligrosos.
- vii. Susceptibilidad a desastres naturales.

4.5.1.2 Desarrollo de la pre-planeación para emergencias.

Una vez que se ha seleccionado un lugar para llevar a cabo la pre-planeación para emergencias, el desarrollador deberá determinar la información requerida.

Para desarrollar la pre-planeación para emergencias, el o los que van a desarrollarlo deben de visitar el lugar para familiarizarse con el diseño, su contenido y con las características de protección.

4.5.1.3 Recopilación de información.

La calidad y el detalle de la información recopilada deben ser determinados por las autoridades competentes, la información recopilada deberá de ser consultada por el personal que tenga conocimientos relacionados en el sitio de mantenimiento u operación. Las políticas y los procedimientos deberán ser desarrollados para asegurar la protección de la información privada.

La información recopilada durante la fase inicial deberá ser evaluada para determinar la información que sea crítica para el usuario y esa deberá ser incluida en el plan de emergencia.

4.5.1.4 Preparación de la pre-planeación.

La autoridad competente deberá determinar la complejidad del plan de emergencia para mantener su facilidad de uso.

4.5.1.5 Documentación de la pre-planeación.

Un documento estandarizado de pre-planeación para emergencias deberá de ser utilizado en toda el área de respuesta de la autoridad competente.

4.5.1.6 Croquis de la pre-planeación.

Los símbolos proporcionados en la norma NFPA 170 Simbología Estándar para Emergencias y Seguridad Contra Incendios, deberán de ser utilizados en los croquis del plan de emergencias para mantener la coherencia entre los usuarios del plan de emergencias.

4.5.1.7 Distribución del plan.

Las copias del plan de emergencia deben ser distribuidas al personal responsable que sea determinado por la autoridad competente.

4.5.1.8 Capacitación.

El proceso de la pre-planeación para emergencias deberá incluir una disposición para la capacitación y educación en las partes del plan de emergencias que impliquen operaciones inusuales o únicas.

4.5.1.9 Durante la emergencia.

El plan de emergencia estará disponible para el encargado de emergencia durante el incidente.

4.5.1.10 Después de la emergencia.

Se evaluarán la exactitud y la aptitud del plan de emergencia después de una emergencia o evento.

4.5.2 Consideraciones físicas y del lugar.

Los elementos físicos y las consideraciones del lugar se clasifican en los siguientes grupos:



Construcción.

- **Área, altura y edad.**-Se deben de incluir en la pre-planeación para emergencias las características del edificio tales como su altura, número de pisos, metros cuadrados, y el año aproximado o actual de construcción.
- **Características de construcción.**- Tales como los datos relacionados con la combustibilidad del edificio, la construcción y aislamiento de las paredes, la construcción del techo y del piso, la ubicación del tipo y la construcción de las entradas.



Gestión de sistemas de construcción y servicios públicos.

- Se deben de indicar los números de emergencia en el plan para las personas responsables de las operaciones de sistemas de construcción y servicios públicos y también para las personas informadas del control de supervisión y adquisición de información o sistemas similares.
- También se deben de incluir en el plan la información pertinente sobre transformadores, cuartos de servicio eléctrico, energía de emergencia, agua de uso doméstico y su proceso, gases comprimidos y licuados, tuberías de vapor, combustibles y ascensores.



Condiciones externas del lugar.

- **Acceso.**- En el plan se deben de registrar los puntos de acceso del personal de respuesta.
- **Obstáculos para el acceso.**- Las condiciones del lugar que dificultarían el acceso de equipos de emergencia tales como las restricciones de altura, el ancho o el peso se indicarán en el plan.



Características de seguridad internas y externas.

- La información relacionada con las medidas de seguridad tanto internas como externas serán registradas en el plan.



Cercas u otras barreras.

- La construcción, la altura y los puntos de entrada y salida de las cercas o barreras se harán constar en el plan.

TABLA 4.2 CONSIDERACIONES FÍSICAS Y DEL LUGAR.

También se deben de tomar en cuenta otras consideraciones tales como:

- ✓ *Animales de seguridad.*(El uso y la cantidad de animales de seguridad)
- ✓ *Sistemas de seguridad.*(Información concerniente a los sistemas de seguridad contra intrusos y servicios de seguridad en sitio)
- ✓ *Condiciones en general.*(Personas, edificios, estructuras, almacenes que se encuentren en la vecindad del lugar y pudieran estar expuestos a algún incidente y el impacto ambiental)
- ✓ *Comunicaciones.* (Sistemas de comunicación dentro de las instalaciones)

4.5.3 Consideraciones de los ocupantes.

El número y el tipo de los ocupantes de las instalaciones pueden causar un impacto substancial en el plan para emergencias, se recopilará la información sobre el número de ocupantes, el rango de edades, su condición física y mental, y si tienen la capacidad de moverse o no.

Las consideraciones con respecto a la seguridad de la vida deberán de estar orientadas a permitir que los servicios de emergencia puedan asistir en la evacuación de las instalaciones o para apoyar en las estrategias en la defensa del lugar o para permanecer en el sitio.

La siguiente información debe de estar presente en el plan de emergencia:

- *Horario de operación.*
- *Número de ocupantes.*
- *Responsabilidades de los ocupantes.*
- *Asistencia para discapacitados.*
- *Estrategias para la protección de los ocupantes de las instalaciones además de la evacuación.*

El número de las vías de salida, su ubicación y sus condiciones especiales de bloqueo tales como su liberación retardada, límites de accesos de seguridad y escaleras de bloqueo deben de estar indicados en el plan de emergencia.

La organización para emergencias en el lugar debe de contar con los siguientes puntos y se deben de acoplar con la pre-planeación para emergencias:

- ✓ Plan de acción de para emergencias en las instalaciones.
- ✓ Capacidades de respuesta ante una emergencia.
- ✓ Operaciones especializadas, procesos y peligros.

4.5.4 Suministros de agua y sistemas de protección contra incendios.

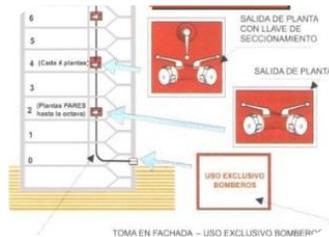
La siguiente información debe de acotarse en el plan para emergencias:

- ❖ **Suministro de agua.-** Los suministros de agua para las operaciones de extinción de fuegos y los sistemas contra incendios de base agua deben ser descritos e identificados.
- ❖ **Flujo del fuego.-** Se debe de requerir el flujo del fuego y éste debe de ser determinado por las autoridades competentes.
- ❖ **Disponibilidad del suministro de agua.-** Cuando el flujo de fuego exceda el suministro de agua disponible, el plan de emergencia deberá enviar una respuesta que atenúe el déficit.
- ❖ **Fuentes de servicio de abastecimiento de agua público y privado.-** Se deberá de especificar si las fuentes del suministro de agua son públicas o privadas.
- ❖ **Fuentes estáticas de suministro de agua.-** Tales como estanques, lagos, tanques, ríos y cisternas.
- ❖ **Tanques de almacenamiento de agua.-** Se debe de indicar la capacidad de los tanques de almacenamiento de agua cada vez que son utilizados.
- ❖ **Cuerpos de agua.-** Los que se encuentren por temporada.
- ❖ **Hidrantes contra incendios.-** Indicar su ubicación.

Los sistemas de protección contra incendios de base agua son los siguientes:



Rociadores de agua.



Sistemas de columna.



Bombas contra incendios.



Conexión al cuerpo de bomberos.

IMÁGENES 4.1 SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

También deben se deben señalar en el plan los sistemas de protección contra incendios sin agua, incluyendo el tipo de sistema, el peligro o el área protegida, medios de activación, ubicación de los dispositivos de interrupción, ubicación del panel de control, la ubicación del suministro del agente y los contenedores de reserva y los peligros al personal después de la liberación de tal agente.

También se debe de agregar el sistema de alarmas contra incendios y su área de cobertura, la ubicación de la unidad del control de alarmas contra incendio, el método de activación de la alarma; los extinguidores portátiles, su ubicación, si son equipos con ruedas, especiales o ambos; los sistemas presurizados de control de humo, su ubicación, las áreas de servicio del sistema, la ubicación de los sistemas de control, la ubicación de las ventilaciones para el humo y calor y si su activación es automática o manual.

4.5.5 Peligros especiales.

Los peligros especiales que presenten un gran desafío a la seguridad de las personas, problemas operacionales, u otros retos a los servicios de emergencia deben de identificarse y documentarse por las autoridades competentes.

Deben de considerarse las condiciones transitorias en donde los peligros especiales existen de manera intermitente, el inventario donde se almacenen o utilicen materiales peligrosos y sean identificados como peligros especiales o específicos.

Los siguientes son considerados como peligros especiales:

- ❖ Reuniones públicas de gran afluencia.
- ❖ Materiales peligrosos. (El uso y almacenamiento de explosivos, líquidos inflamables y combustibles, agentes tóxicos y biológicos, materiales radioactivos, materiales y químicos reactivos.)
- ❖ Atmósferas particulares. (cualquier área que contenga cuartos, equipos almacenados o se utilicen gases especiales o vapores que presenten un peligro para los servicios de emergencia)

4.5.6 Manejo de emergencias.

Permite el acceso inmediato a cualquier plan de emergencia o a un resumen de sus elementos clave mientras se desarrolla un incidente. Se deberá suministrar la información crucial para el personal de respuesta en el momento del envío de la notificación del incidente.

En el plan de emergencias se deben de indicar las capacidades de las instalaciones en respuesta a una emergencia, se debe de incluir las acciones basadas en las prioridades de salvaguardar la vida, estabilización del escenario y aminorar el incidente, y debe estar dirigido a ser la primera respuesta ante el surgimiento de un incidente en alguna instalación o lugar y se encargará de la implementación de un sistema de gestión de incidentes hasta la llegada de las primeras unidades de respuesta.

4.5.7 Prueba y mantenimiento del plan de emergencia.

En el desarrollo de planes de emergencia, se deberá proporcionar:

- ✓ Una revisión inicial y una periódica de plan.
- ✓ Un ensayo o prueba del plan.
- ✓ Una actualización de acuerdo con la autoridad competente.

Todo esto para revisar la información obtenida y lograr un plan de emergencia mejorado.

La persona o la agencia encargada de poner a prueba el plan de emergencia deberán de determinar el tiempo para el desarrollo del plan de emergencia.

5.1 Introducción.

Las actividades que se desarrollan en la industria petrolera son, a nivel mundial, consideradas como unas de las más complejas y de alto riesgo, como lo señala en el acuerdo de las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología en la siguiente consideración:

“ El criterio adoptado para determinar cuáles actividades deben considerarse como altamente riesgosas, se fundamenta en que la acción o conjunto de acciones, ya sean de origen natural o antropogénico, estén asociadas con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas o biológicas, en cantidades tales que, en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien una explosión, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes”

Una de las actividades de mayor riesgo de incendios es la perforación del pozo, ya que se manejan presiones muy altas en fluidos altamente inflamables (hidrocarburos) además de estar presentes varios equipos que pudieran generar una chispa y en lugares donde se están llevando a cabo algún trabajo caliente (soldadura, corte con gas, limpieza a presión, etc.). *Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration - OSHA)*

En muchos casos, aunque se disponga de los mejores equipos, herramientas, materiales, tecnología y personal capacitado durante la perforación de un pozo, pueden presentarse una serie de problemas que podrían ser difíciles de resolver y además ocasionan altos costos, estos problemas están asociados a la formación, las condiciones operacionales y problemas mecánicos en el pozo que impiden seguir con las operaciones de perforación y que ponen en riesgo la salud y la vida de los trabajadores.

Es por ello que la industria petrolera busca desarrollar estrategias y políticas para realizar las operaciones de una manera óptima y prevenir o evitar una situación de emergencia, y en caso de que exista contrarrestarla para así poder lograr un ambiente de trabajo seguro.

5.2 Proceso de exploración y producción.

En la industria petrolera se lleva a cabo el proceso de exploración y producción, en donde la exploración es esencialmente el estudio de la zona de interés en la que se piensa pudieran encontrarse las condiciones necesarias para la existencia de hidrocarburos y se divide en tres actividades las cuales son en ese orden:

- 1.- Evaluación del potencial petrolero.
- 2.- Incorporación de reservas.
- 3.- Delimitación y caracterización de yacimientos.

Una vez terminados los estudios y habiendo comprobado la existencia de hidrocarburos en la zona de interés se prosigue con la producción, que se divide en las siguientes tres actividades:

- 4.- Desarrollo de campos.
- 5.- Explotación de yacimientos.
- 6.-Comercialización de hidrocarburos.

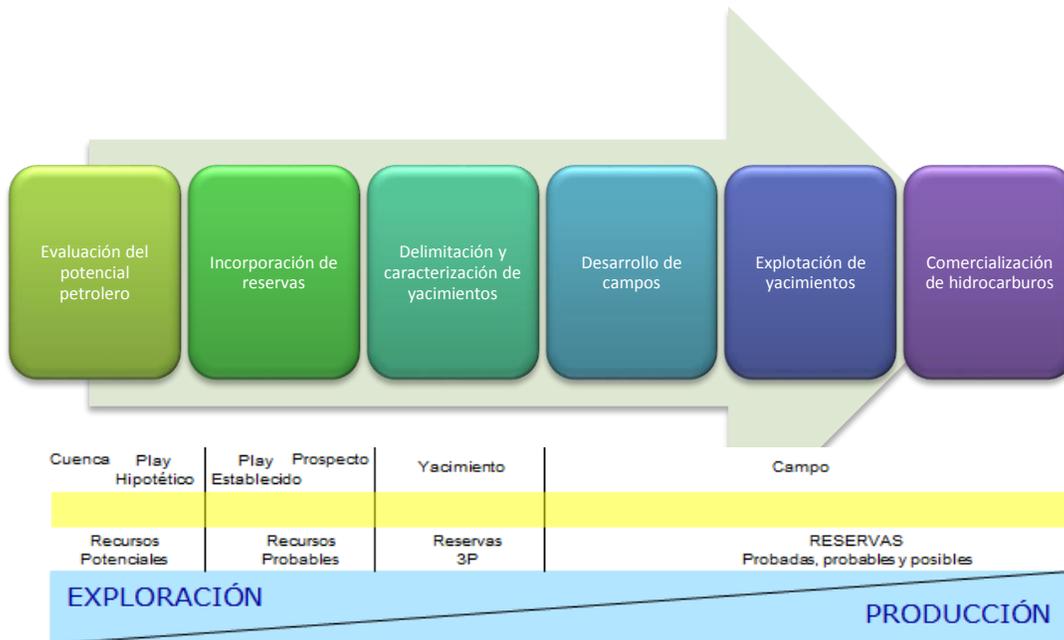


DIAGRAMA 5.1 PROCESO DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN.

El proceso de perforación de pozos puede llevarse a cabo durante la exploración al hacer un pozo exploratorio y hasta el fin de la etapa de desarrollo de campos. Una operación de perforación bien se podría decir que es el procedimiento para “hacer un agujero”, sin embargo es una labor muy compleja, por lo que debe ser planeada y ejecutada de tal manera que sea generada en forma segura y eficiente, es por eso que la seguridad del pozo, la de sus ocupantes y sus alrededores tanto como la inversión de la operación son factores de suma importancia.

5.3 Brotes.

Durante la perforación de un pozo podemos enfrentarnos a una cantidad de dificultades, tales como a algunas de las sustancias tóxicas que se consideran de alta peligrosidad como son el ácido sulfhídrico, los cristales de sílice, el benceno y el tolueno.

El ácido sulfhídrico (H₂S) es un agente químico muy peligroso que se encuentra en algunas formaciones del subsuelo, se presenta en forma de gas y se caracteriza por ser altamente tóxico, es incoloro y a bajas concentraciones es posible olerlo aunque al poco tiempo de estar expuesto se pierde el olfato, produce asfixia química y posteriormente la muerte. Se encuentra principalmente durante la perforación diluido en el lodo de perforación. La concentración mortal de este gas es de aproximadamente 600 ppm.

Para evitar catástrofes por H₂S se cuenta con detectores de gas que al superar los niveles concentración de 10 y 20 ppm activan una alarma visual azul y posteriormente una sirena.

Los cristales de sílice cuarzo se encuentran en los suelos de origen natural, y también los encontramos en dos componentes indispensables para generar el lodo de perforación, en la barita y en la bentonita, y en otros materiales como en la arena que se utiliza para la limpieza por chorro a presión mejor conocida como sandblasteo. Al estar expuesto a este material de forma continua se produce una enfermedad llamada silicosis la cual endurece los pulmones, la mejor manera de prevenirla es utilizando un respirador de filtro para partículas respirables cuando se esté maniobrando la barita o la bentonita.

El benceno es un líquido claro y sin color, sus vapores tienen un olor peculiar y dulce lo identificamos como el “olor a petróleo” y la exposición prolongada a estos vapores causa leucemia, lo mejor para evitarla es utilizar el equipo de respiración autónomo guantes de nitrilo y botas de PVC/Nitrilo cuando se realice alguna reparación o alguna labor en presencia de este químico en un espacio confinado.

Pero uno de los mayores problemas que podemos encontrar es un “brote” que esencialmente es una intrusión de gran cantidad de fluidos de formación sometidos a altas presiones al pozo, y que si no se revierte a tiempo podría convertirse en un “reventón” que es una erupción incontrolada de fluidos de formación (aceite, gas o agua) en la superficie, si esos fluidos entraran en contacto con alguna fuente de calor, se iniciaría un incendio de fluidos con un flujo incontrolado y muy difícil de combatir. En la perforación se considera un desastre, se ponen en peligro vidas y pueden ocurrir daños severos al equipo de formación y al medio ambiente.

Existen varias señales superficiales que indican cuando ocurre un brote dentro del pozo que se muestran a continuación:

1. Cambio inesperado de la tasa de penetración y disminución de la presión de circulación.
2. El indicador de flujo muestra un incremento inesperado.
3. El indicador de volumen de presas de lodo aumenta rápidamente.

5.3.1 Indicadores que anticipan un brote.

Conociendo las causas de un brote es posible controlarlo, pero lo ideal sería evitarlos, anticiparse a que sucedan, es aquí donde entra en juego la pre-planeación y la prevención de emergencias, y es durante las actividades de perforación cuando hay que prevenir los brotes, y los indicadores que anticipan un brote se dan en las siguientes diferentes situaciones:

- ❖ Al perforar.
- ❖ Al sacar o meter la tubería de perforación.
- ❖ Al sacar o meter herramienta.
- ❖ Sin tener tubería dentro del pozo.

5.3.2 Indicadores al estar perforando.

a) Aumento en la velocidad de penetración: la velocidad de penetración está en función de varios factores como son el peso sobre barrena, velocidad de rotación, densidad de lodo e hidráulica. Pero también se determina por la presión diferencial entre la presión hidrostática del lodo y la presión de formación. Es decir que si la presión de formación es mayor aumentará considerablemente la velocidad de penetración de la barrena. Cuando esto ocurra y no se tenga ningún

cambio en los otros parámetros, se debe tener precaución si se están perforando en las zonas de presión anormal o el yacimiento en un pozo exploratorio.

b) Disminución de la presión de bombeo y aumento de las emboladas. Cuando se está perforando y ocurre un brote, los fluidos debido al brote se ubican únicamente en el espacio anular y éstos tienen una densidad menor a la del lodo, por lo que la presión hidrostática dentro de la tubería será mayor, propiciando que el lodo dentro de la sarta de perforación fluya más rápido hacia el espacio anular, con la consecuente disminución de presión de bombeo y el aceleramiento de la bomba de lodo que se manifiesta un aumento del número de emboladas por minuto. Sin embargo es importante tener en cuenta que una disminución en la presión de bombeo también se puede deber a las siguientes causas:

- Reducción del gasto de circulación
- Rotura o fisura en la TP
- Desprendimiento de una tobera de la barrena
- Cambio en las propiedades
- Pérdida de circulación

c) Lodo contaminado por gas, cloruros, cambios en propiedades geológicas: La presencia de lodo contaminado con gas puede deberse al fluido contenido en los recortes o al flujo de fluido de la formación al pozo que circula a la superficie. Conforme el gas se expande al acercarse a la superficie se provoca una disminución en la presión hidrostática que puede causar un brote.

d) Si las bombas de lodo están paradas y el pozo se encuentra fluyendo, es indicativo (generalmente) de que un brote está ocurriendo; a esta acción se le conoce como “observar el pozo”. Al efectuar esto, se recomienda revisar el nivel de presas y las presiones en los manómetros en TP y TR y como práctica subir la sarta de perforación de manera que la flecha se encuentre arriba de la mesa rotaria.

e) Otra forma de saber si hay un brote es si hay un aumento en el gasto de salida mientras se está circulando a un gasto constante.

5.3.3 Indicadores al sacar o meter tubería.

- Aumento de volumen en presas
- Flujo sin circulación

El volumen requerido para llenar el pozo, debe ser igual al volumen de acero de la tubería que ha sido extraída.

Si la cantidad necesaria de lodo para llenar el pozo es mayor, se tiene una pérdida y ésta trae consigo el riesgo de tener un brote.

En caso de introducir tubería, el volumen desplazado deberá ser igual al volumen de acero introducido en el pozo.

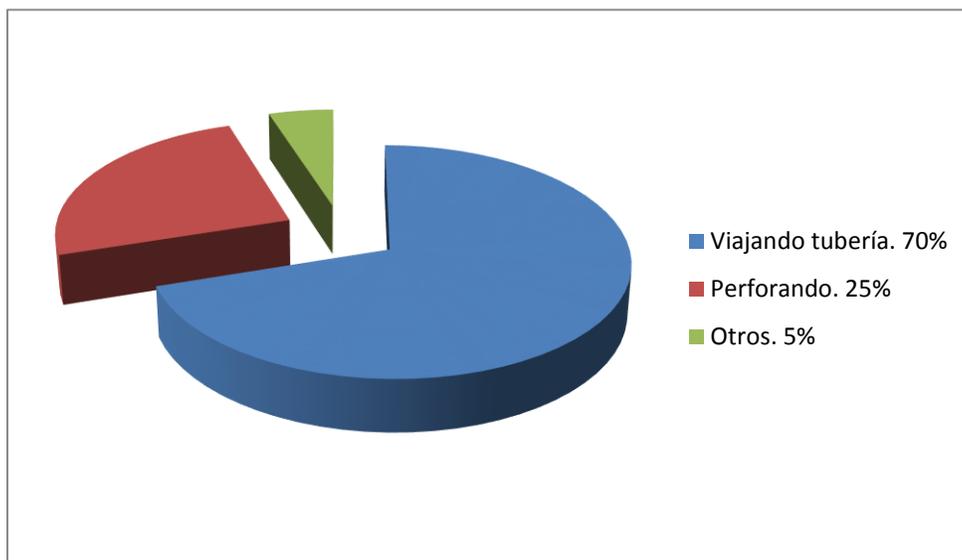
5.3.4 Indicadores al sacar o meter herramienta.

Como en el caso de los viajes de tuberías, al momento de maniobrar con los lastra barrenas los indicadores serán los mismos aumento de volumen en presas y flujo sin circulación, con la única diferencia de que la herramienta desplaza un mayor volumen.

5.3.5 Indicadores sin tubería en el pozo.

Se tienen dos indicadores para esta situación: el aumento de volumen en las presas y el flujo sin bombeo.

Es importante que en cuanto se tenga conocimiento de alguna de estas señales se identifique la causa del brote, pues los brotes pueden generarse por varios factores y son éstos los que determinarán la forma de controlarlo. Con una detección oportuna las estadísticas demuestran que se tiene hasta un 98% de probabilidad de controlarlo.



GRÁFICA 5.1 ESTADÍSTICA DE BROTOS.

La siguiente tabla muestra las causas más comunes de un brote, su descripción y la solución más viable para cada uno.

Causas de un brote	Descripción	Solución
Baja densidad en el lodo de perforación.	Es una de las causas predominantes que originan brotes, la densidad del lodo debe ser la adecuada para controlar la presión de formación, la densidad del lodo baja cuando los fluidos de formación alcanzan el pozo en las zonas permeables.	Incrementar la densidad del lodo de perforación poniendo especial atención en no disminuir la velocidad de perforación y no exceder el gradiente de fractura.
Llenado insuficiente durante los viajes de tubería.	Según estadísticas la mayor causa de brotes ocurre durante los viajes de tubería. A medida que la tubería se saca del pozo, el nivel de lodo disminuye debido al volumen desplazado por el acero en el interior del pozo y se reduce la presión hidrostática.	Al sacar tuberías como el lastra barrenas (Drill Collar), y la tubería pesada de perforación (Heavy Weight) debe de llenarse el espacio anular con lodo antes de que la presión del lodo muestre una disminución de $5Kg/cm^2$ o $71Lb/pg^2$ en términos prácticos cada 5 lingadas de tubería de perforación.
Contaminación del lodo de perforación con gas.	Durante la perforación si ésta es demasiado rápida, la presencia de gas en los recortes que va desplazando la barrena se va liberando ocasionando la reducción en la densidad del lodo.	Reducir el ritmo de perforación, aumentar el gasto de circulación y circular el tiempo necesario para densificar el lodo de perforación.
Pérdidas de circulación.	Son uno de los problemas más comunes y costosos en la perforación, y puede deberse a las siguientes condiciones del subsuelo: fracturas naturales o intrínsecas, fracturas creadas o inducidas, fracturas cavernosas, formaciones poco consolidadas.	Emplear la densidad mínima que permita mantener un mínimo de sólidos en el pozo, mantener la reología del lodo en condiciones óptimas, reducir las pérdidas de circulación en el espacio anular, evitar incrementos bruscos de presión, reducir la velocidad al introducir la sarta.
Efectos de sondeo al sacar la tubería.	Se refiere a la acción que ejerce la sarta dentro del pozo, cuando se mueve hacia arriba a una velocidad mayor que la del lodo, principalmente cuando se “embola” la herramienta con sólidos de la formación.	Mantener una velocidad baja de extracción de tubería, revisar constantemente la reología del lodo, mantener una buena geometría del pozo.

TABLA 5.1 CAUSAS COMUNES DE BROTES.

5.4 Sistemas de seguridad.

Los sistemas de seguridad superficial son la primera línea de protección contra cualquier desgracia en los accesorios superficiales, para evitar que un brote se convierta en un reventón se utiliza un sistema de válvulas preventoras conocidas como BOP's (blowout preventors), controla las arremetidas del pozo, evitando explosiones, incendios y pérdida de equipos y vidas. Al manifestar un brote durante la perforación de un pozo, el sistema de control superficial deberá tener la capacidad de proveer el medio adecuado para cerrar el pozo y circular el fluido invasor fuera de él.

Las personas claves en un equipo de perforación terrestre o plataforma de perforación costa afuera son el técnico y el perforador, si ellos están adiestrados en el funcionamiento y operación de los sistemas de control así como de los indicadores de la presencia de un brote, no dudarán en los procedimientos para tener el pozo bajo control.

Si el brote se considera pequeño, se puede manejar desviando los fluidos de perforación por el equipo de acondicionamiento, para ayudar a sacar los gases atrapados más rápidamente.

Si el brote es severo, se emplean los preventores. A esta acción se le conoce como "cerrar el pozo", el múltiple de estrangulación se utiliza para regular la contrapresión impuesta sobre el espacio anular, limitando la salida del fluido del pozo además de prevenir que se presente otro brote. Una vez que se haya detenido el brote, se bombea fluido de perforación pesado previniendo la entrada de otro influjo y devolviendo el control del pozo.

5.5 Descripción del sistema de prevención del reventón preventores o BOP.

El sistema de prevención de reventones en un equipo de perforación es un sistema de control de presión diseñado específicamente para controlar un brote o influjo.

El BOP es una válvula especializada, grande, usada para sellar, controlar y monitorear los pozos, estos fueron desarrollados para enfrentar presiones erráticas extremas y flujo incontrolado que surge del yacimiento durante la perforación. Además de controlar la presión pozo abajo y el flujo de hidrocarburos, los preventores evitan que la tubería de perforación y revestimiento, las herramientas y los fluidos de perforación sean expulsados del pozo cuando se genera un reventón. Es un equipo crítico para la seguridad de la cuadrilla, los equipos y el ambiente, y para el monitoreo y mantenimiento de la integridad del pozo; por esta razón los BOP's deben ser dispositivos a prueba de fallas.

El término arreglo de preventores se usa para describir, en general, varios preventores apilados de diversos tipos y funciones, así como sus componentes auxiliares. En el criterio para seleccionar el arreglo de preventores se deben de considerar la magnitud de las presiones a que serán sometidos y el grado de protección requerido. Cuando los riesgos son pequeños y conocidos tales como presiones de formación normales, áreas alejadas de grandes centros de población o desérticas, un arreglo sencillo y de bajo costo puede ser suficiente para la seguridad del personal y de la instalación.

Por el contrario, el riesgo es mayor cuando se tienen presiones de formación anormales, yacimientos de alta productividad y presión, áreas altamente pobladas y grandes concentraciones de personal y equipo como lo es en barcos y plataformas marinas. Es por lo tanto que en estas situaciones donde se tendrá un arreglo más completo y por consecuencia más costoso.

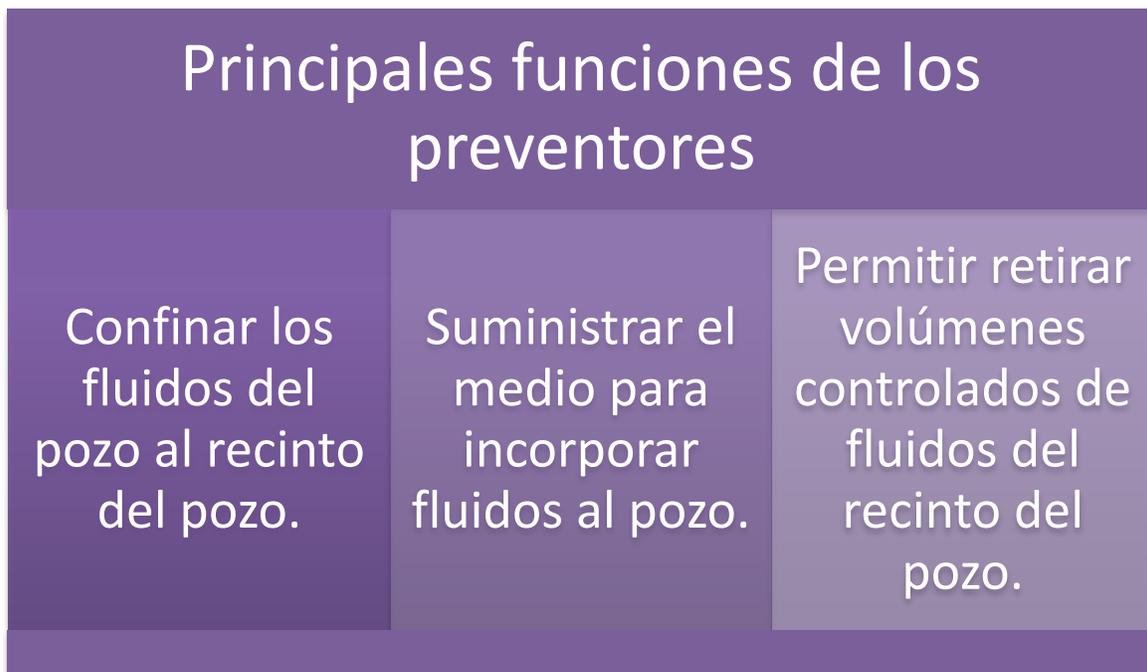


TABLA 5.2 PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS PREVENTORES (BOP'S).

Además de esas funciones primarias, también son utilizados para:

- Regular y monitorear la presión del espacio anular del pozo.
- Centrar y colgar la sarta de perforación en el pozo.
- “Cerrar el pozo”, es decir, sellar el espacio anular entre las tuberías de perforación y de revestimiento.

- “Matar el pozo” o prevenir el brote al recinto del pozo.
- Sellar el cabezal del pozo.
- Recortar la tubería de revestimiento o de perforación en casos de emergencia.

Al perforar un pozo de alta presión, la sarta de perforación pasa a través del conjunto de BOP's hacia el yacimiento. A medida que se perfora se inyecta lodo de perforación por la sarta hasta la barrena. El lodo retorna por el espacio anular entre la tubería de revestimiento y la tubería de perforación. Cuando se presenta un brote, los operadores del equipo o los sistemas automáticos cierran las unidades de BOP's, sellando el espacio anular para detener la salida de fluidos del recinto hacia el recinto del pozo. Luego se hace circular lodo de mayor densidad por la sarta de perforación en el recinto del pozo y hacia arriba por el espacio anular y la línea de estrangular en la base del conjunto del BOP y por los estranguladores hasta superar la presión pozo abajo.



DIAGRAMA 5.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE PREVENTORES.

5.5.1 El arreglo de preventores.

El arreglo de preventores se encuentra sobre el cabezal del pozo bajo la mesa rotaria, y puede incluir lo siguiente:

- ✓ Preventor anular.
- ✓ Preventor de arietes de tubería.
- ✓ Carrete de perforación.

- ✓ Preventor ciego o de corte.
- ✓ Cabezal del pozo.

El arreglo de preventores puede tener varias configuraciones dependiendo de los problemas potenciales que se anticipa puedan ocurrir durante la perforación.

5.5.1.1 Preventor anular.

El preventor Anular es el equipo de control de pozo más versátil, también se le conoce como Preventor Esférico, se instala en la parte superior del arreglo de preventores. El preventor anular está habilitado para sellar alrededor de diferentes tamaños o diámetros de tubería de perforación (drill pipe), barras (drill collars), tubería de trabajo, guaya fina, tubings, entre otros.

Tiene un empaque de goma reforzado con acero que se cierra para sellar alrededor de tubería de perforación, lastrabarrenas, la barra Kelly o aún sin tubería en el hoyo.

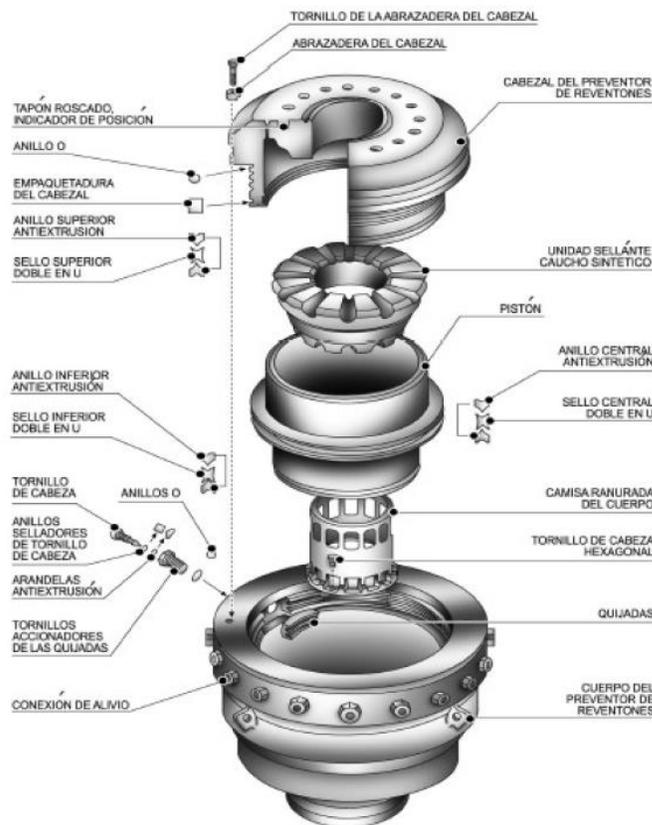


FIGURA 5.1 PREVENTOR ANULAR.

5.5.1.2 Preventor de arietes y arietes dobles.

Cierran el espacio anular alrededor de una tubería de perforación moviendo los arietes desde la posición abierta hasta una posición cerrada abrazando radialmente la tubería. Los arietes operan en pares (con forma de media luna o de cara plana) y sellan el espacio por debajo de ellos cuando son cerrados, tienen una forma que coincide con la de la tubería para la cual fueron diseñados.

Los preventores de arietes cierran solamente en tamaños específicos de tubería de perforación, de producción, de revestimiento o sobre el agujero descubierto si son de cara plana o de media luna.

Existen cuatro tipos de arietes preventores los cuales son:

- *Arietes de tubería.*- Diseñados para centralizar y lograr un sello de empaque alrededor de un tamaño específico de tubería de perforación o de revestimiento.
- *Arietes variables.*- Diseñados para sellar en un rango de tamaños de tubería.
- *Arietes de corte.*- Diseñados para cortar la tubería (en el cuerpo del tubo; no en el acople) y proveer sello sobre un hueco abierto remanente.
- *Arietes ciegos.*- Son diseñados para sellar un hueco abierto, cuando no hay sarta de perforación dentro del pozo y no se requiera que se corte la tubería.



IMAGEN 5.1 PREVENTORES DE ARIETES Y ARIETES DOBLES.

5.5.1.3 Carrete de perforación.

Es un espaciador cilíndrico en acero de pared fuerte con conexiones de brida o de grapa arriba y abajo que se coloca entre los preventores para separar los componentes facilitando las operaciones de meter o sacar tubería a presión o para proveer la conexión de las líneas de estrangulación y de matar desde y hacia el conjunto de preventores respectivamente.



IMAGEN 5.2 CARRETE DE PERFORACIÓN.

5.5.1.4 Cabezal del pozo.

Está colocado sobre el tope del revestidor y sobre el cual se monta el arreglo de preventores, es parte de la instalación permanente del pozo y puede ser tipo roscable, soldable, briado o integrado. Su función principal es la de anclar y sellar la tubería de revestimiento, cuenta con salidos laterales en las que pueden instalarse líneas auxiliares de control.



IMAGEN 5.3 CABEZAL DEL POZO.

5.5.2 El acumulador.

Las dos funciones principales del acumulador son:

1. Almacenar fluido hidráulico bajo presión.
2. Activar todas las funciones del arreglo de preventores.

La razón para almacenar fluido bajo presión es que en caso de un incidente mayor donde se corte el suministro de energía del equipo, el pozo pueda ser asegurado operando los preventores requeridos. El acumulador se puede activar desde el panel de control remoto en el piso de perforación o en la unidad misma en caso que la cuadrilla tenga que evacuar el piso de perforación y tiene dos tipos de suministro de energía eléctrico y neumático.

5.5.3 Múltiple de estrangulación.

Es un conjunto de válvulas y tuberías de alta presión con varias salidas controladas de forma manual o automática. Está conectado al arreglo de preventores a través de la línea de estrangulación. Cuando se activa el estrangulador ayuda a mantener suficiente contrapresión en el pozo para prevenir que se produzca otro influjo.

El fluido de perforación puede ser desviado desde el arreglo de preventores hasta el múltiple de estrangulación que lo restringe y dirige a las presas o al separador gas-lodo.

Cuando se diseña el múltiple de estrangulación deben tomarse en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Establecer la presión máxima de trabajo.
- ✓ Los métodos de control a utilizar para incluir el equipo necesario.
- ✓ El entorno ecológico.
- ✓ La composición, abrasividad y toxicidad de los fluidos congénitos y volumen a manejar.

5.5.4 Línea de matar.

Se conecta al arreglo de preventores en el carrete de perforación, generalmente del lado opuesto a la línea de estrangulación. El fluido de matar el pozo puede ser bombeado en ocasiones por esta línea hasta restaurar el balance del pozo. Si se presentan pérdidas, se bombea fluido a través de la línea de matar sólo para mantener el pozo lleno.

5.6 Sistema de control del conjunto de preventores.

Éste sistema permite aplicar la presión necesaria para operar todos los preventores y válvulas hidráulicas instaladas. Los elementos básicos de un sistema de control son:

- Depósito almacenador de fluido y acumuladores.
- Fuente de energía.(unidades de cierre)
- Consola de control remoto.
- Válvula de control para operar los preventores.

Todo equipo de perforación, terrestre o marino deberá estar equipado con el número de tableros de control remoto suficientes, y ubicados estratégicamente a donde el perforador pueda llegar con rapidez y operar el conjunto de preventores. Al término de cada instalación del arreglo de preventores, según la etapa que se perfora, deberán siempre efectuarse las pruebas de apertura y cierre desde la unidad de cierre y posteriormente de cada uno de los tableros de control remoto, para verificar el funcionamiento integral del sistema. Estas pruebas por norma establecen 21 días para probarse nuevamente, además tendrán que ser estrictamente efectuadas en pozos exploratorios.

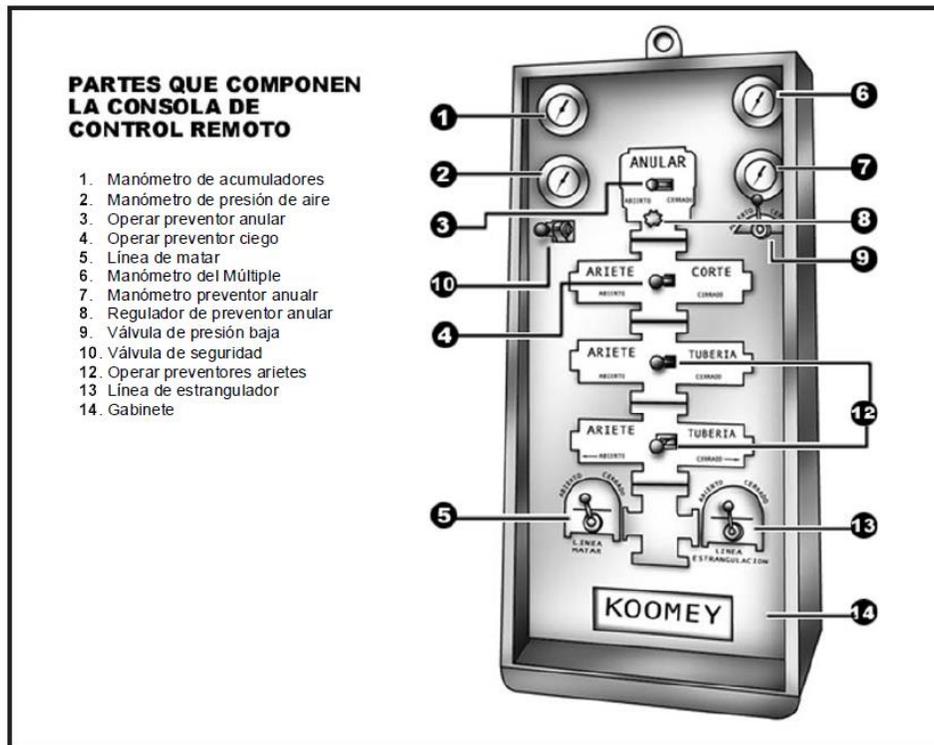


FIGURA 5.2 TABLERO DE CONTROL PARA OPERAR PREVENTORES.

5.7 Procedimientos de cierre.

Los procedimientos de cierre varían para cada caso en particular. Mucho dependen de la operación y el equipo que se tenga disponible en el momento de tomar la decisión de cerrar el pozo. A continuación se realizará una breve descripción de las técnicas que se aplican para las situaciones más comunes de un brote.

5.7.1 Procedimiento de cierre al estar perforando.

Una vez identificado el brote, lo más importante es cerrar el pozo con el fin de reducir al mínimo la entrada de fluido invasor con sus posibles consecuencias; a continuación se explican los pasos para cerrar el pozo al estar perforando.

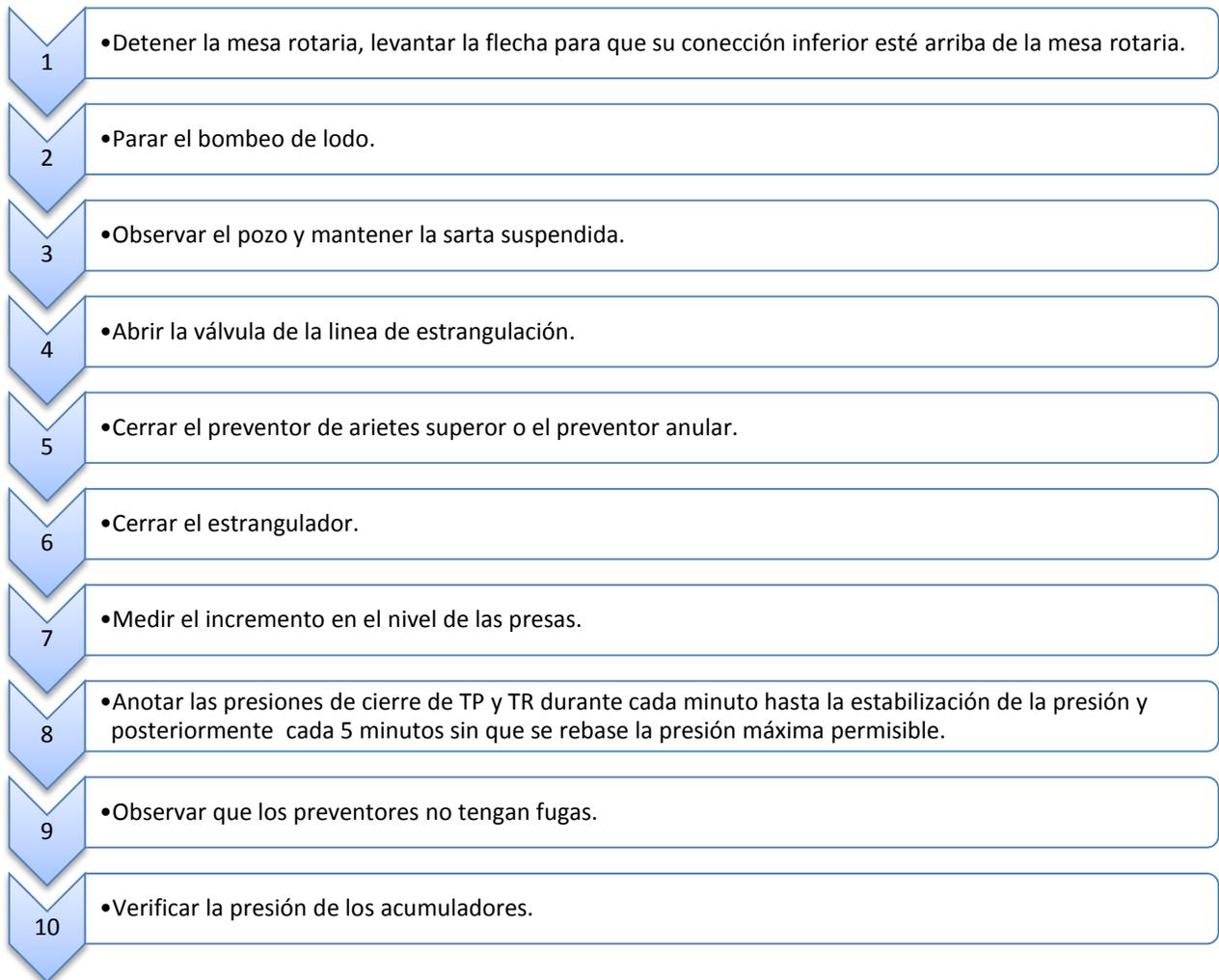


DIAGRAMA 5.3 PROCIMIENTO DE CIERRE DURANTE LA PERFORACIÓN.

A este procedimiento de cierre se le conoce como “cierre suave” y tiene dos ventajas:

1. Reducir el golpe de ariete y la onda de presión sobre el pozo y las conexiones superficiales.
2. Permitir observar la presión del espacio anular y en caso de ser necesario desviar el flujo.

5.7.2 Procedimiento de cierre al viajar con TP.

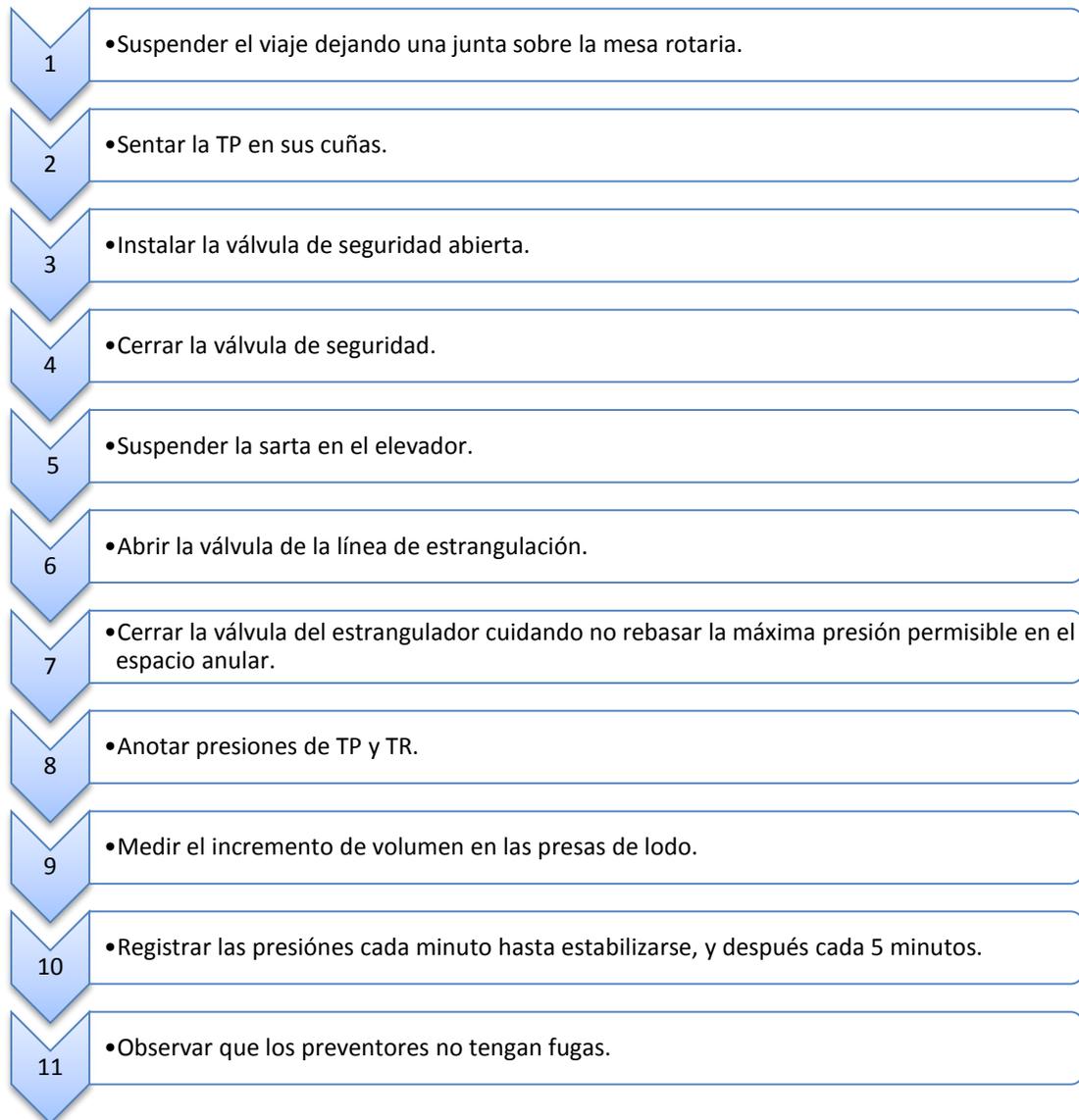


DIAGRAMA 5.4 PROCEDIMIENTO DE CIERRE AL VIAJAR TP.

5.7.3 Procedimiento de cierre al sacar o meter herramienta (lastrabarrenas).

Los pasos que se deben seguir son muy similares a los anteriores con la variante que al presentarse un brote al estar metiendo o sacando herramienta, se debe considerar la posibilidad de conectar y tratar de bajar una lingada de TP, esto da la posibilidad de operar los preventores de arietes con un factor adicional de seguridad. En caso de tener una emergencia deberá de soltarse la herramienta dentro del pozo para después cerrarlo con el preventor de arietes.

5.7.4 Procedimiento de cierre sin tubería dentro del pozo.

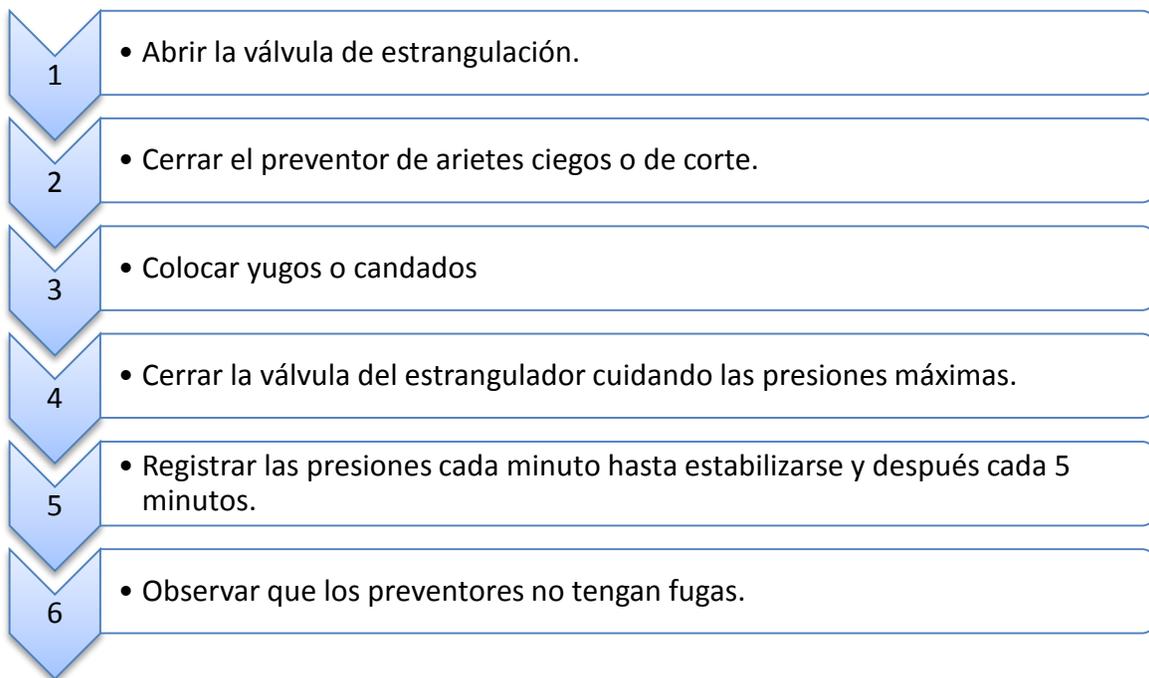
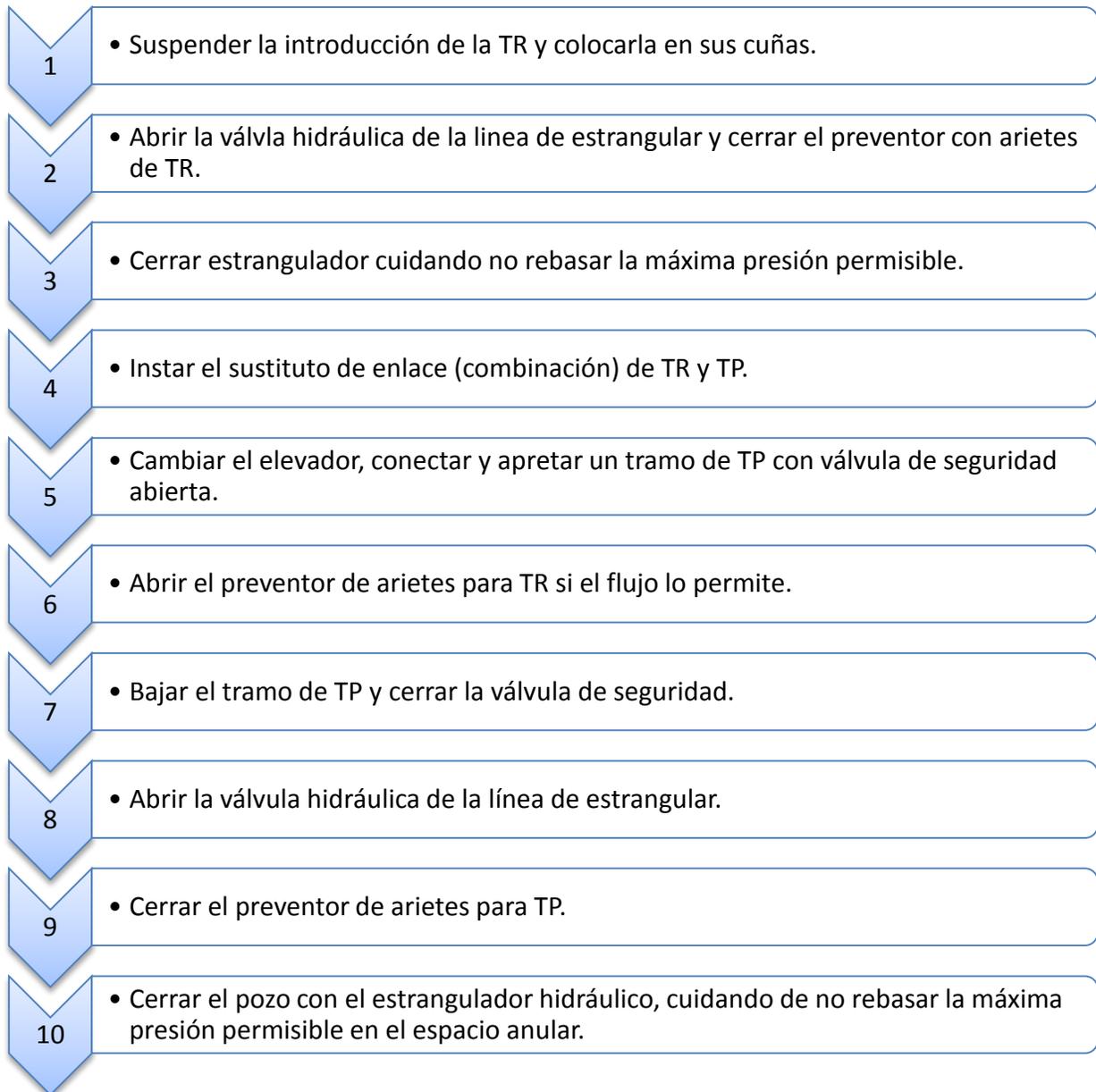


DIAGRAMA 5.5 PROCEDIMIENTO DE CIERRE SIN TUBERIA DENTRO DEL POZO.

Generalmente, hay una tendencia a olvidar el volumen de lodo en presas por parte de la cuadrilla del equipo, sobre todo si el pozo se llenó y se observó después que la tubería se sacó.

Por esto, es recomendable observar siempre el nivel en presas, línea de flote y el nivel de lodo en el pozo, ya que además se tiene el riesgo potencial de que el nivel de lodo se abata por pérdida de fluido.

5.7.5 Procedimiento de cierre al estar metiendo tubería de revestimiento.**DIAGRAMA 5.6 PROCEDIMIENTO DE CIERRE AL METER TR.**

5.8 Métodos de control de un brote.

Los principales métodos de control de pozos que mantienen una presión constante en el fondo del pozo son:

- ✓ El método del perforador.
- ✓ El método del densificar y esperar (método del Ingeniero).
- ✓ El método concurrente.

Estos métodos tienen como objetivo aplicar una presión constante en el fondo del pozo, para desalojar el brote, hasta que se obtiene el control total sobre el mismo. Cada método de control del pozo tiene sus propias ventajas y desventajas por lo que se recomienda identificarlas, a fin de aplicar el método adecuado cuando se presente un brote en el pozo.

Al aplicar un método de control del pozo la siguiente información es indispensable:

- ✓ Gasto Reducido Qr.
- ✓ Presión reducida de circulación Pr.
- ✓ Presión máxima permisible PMP.
- ✓ Estado mecánico del pozo.
- ✓ Presión de cierre en TP PCTP.
- ✓ Presión de cierre en TR PCTR.
- ✓ Gradientes de fractura de la formación.
- ✓ Desplazamientos y volúmenes.
- ✓ Densidad de control DC.
- ✓ Densidad del fluido de perforación.

Ésta información será requerida para formular el plan de control del pozo.

5.8.1 Método del perforador.

El método del perforador es una técnica utilizada ampliamente para circular y sacar los fluidos de la formación en dos etapas manteniendo la presión del fondo constante.

Este método es idóneo en donde no se necesitan o no están disponibles los materiales para incrementar el peso del fluido de control, así como también donde hay recursos limitados de personal y/o equipos, además, se usa para desalojar brotes de gas, donde los altos gastos de migración de gas a superficie pueden causar problemas mientras el pozo se encuentre cerrado.

En la primera etapa o circulada los fluidos invasores del brote son desalojados circulando un ciclo completo con el fluido original con que se estaba operando al momento del brote, así mismo en esta circulada no se requiere de mayores cálculos matemáticos, es necesario tener el conocimiento de los volúmenes de fluido contenidos en el pozo y el sistema, así mismo facilita la maniobra cuando por lo general la sarta incluye una válvula de contrapresión.

Sin embargo es necesario llevar un registro de los parámetros del comportamiento de presiones, diámetros del estrangulador, volúmenes de desplazamiento a un constante monitoreo de las densidades de salida y entrada.

La segunda circulada, se realiza con nueva densidad de control del fluido y es necesario realizar cálculos matemáticos que nos permiten llevar un registro de las presiones de circulación y los volúmenes de desplazamiento (hoja de control de brotes).

En ciertos casos, el método del perforador puede causar presiones ligeramente elevadas en la tubería de revestimiento respecto de otras técnicas, además requiere más tiempo para matar el pozo, sin embargo, no se usa a menudo en aquellos pozos donde se anticipa o se espera que haya una pérdida de circulación.

Procedimiento:

- 1) Cierre el pozo después de observar el brote.
- 2) Registre las presiones de cierre estabilizadas en la TP (PCTP) y de TR (PCTR).
- 3) De inmediato circule y saque el fluido invasor del pozo con la densidad original del fluido.
- 4) Al terminar de circular el ciclo completo, cierre el pozo por segunda vez.
- 5) Si es necesario, se incrementará la densidad del fluido de control.
- 6) Se circula el pozo por segunda vez con un flujo nuevo y más pesado para recuperar el control hidrostático.

Secuencia de la primer circulada.

- I. Registre las presiones de cierre una vez estabilizadas, tanto de la TP (PCTP) como en la TR (PCTR).
- II. Abrir el estrangulador a su máxima apertura. (en pozos donde la presión máxima permisible está muy limitada reduce la posibilidad de romper la zapata).
- III. Se inicia el bombeo a gasto reducido, hasta alcanzar el número de emboladas de gasto reducido.
- IV. Una vez alcanzado el gasto reducido, se ajusta el estrangulador hasta alcanzar la presión que se registró al cierre en la TR (PCTR).

- V. Una vez alcanzada la PCTR, se observa la presión que se registra por el interior de la tubería de perforación, a esa presión se le llamara presión de circulación (PC), mantenga el gasto reducido constante y con el estrangulador mantenga esta presión en la TP hasta que el brote haya sido desalojado totalmente.
- VI. Una vez que el brote ha sido desalojado totalmente, pare el bombeo y simultáneamente cierre el pozo, observe las lecturas que se registran en la TP (PCTP) y la TR (PCTR), estas deberán ser iguales.

Nota.- En caso de existir una diferencia entre dichas presiones, es recomendable circular un tiempo de atraso a presión de fondo constante, esto con el fin de desalojar algún remanente de gas dentro de la TR.

Consideraciones:

Hay que recordar que al estar circulando el brote a superficie, se debe mantener la presión de circulación (PC) en la TP, la burbuja irá en ascenso y por consiguiente se va expandiendo y aumentara el volumen en presas.

Al desalojar el gas del pozo, la presión en el espacio anular tenderá a abatirse, motivo por el cual es necesario estrangular para mantener la presión de bombeo.

Un vez desalojado el gas del pozo y observarse lodo cortado con gas, se tendrá que abrir el estrangulador para ajustar nuevamente la presión de circulación a la deseada.

Existe una regla general en el tiempo de respuesta de la onda de presión en el pozo al operar el estrangulador, la cual dice que hay que esperar aproximadamente 2 segundos por cada 1000 pies de profundidad para observar variación de presión en los manómetros.

Se debe de llevar un registro de los volúmenes de fluidos en presas así como la densidad del fluido a la salida del pozo.

Cuando se haya completado la circulación y se tenga que cerrar el pozo, deberá hacerse simultáneamente disminuyendo el bombeo y cerrando el estrangulador, la presión de la TP (PCTP) no deberá ser menor a la presión de circulación, ya que podría ingresar un nuevo brote al interior del pozo.

Secuencia de la segunda circulada.

- I. Las presiones en la tubería de perforación (PCTP) y la tubería de revestimiento (PCTR) deberán de ser iguales.
- II. Abra el estrangulador a la apertura de trabajo antes del cierre del pozo de la primera circulación, se inicia el bombeo del fluido con la densidad de control adecuada ajustando el gasto de la presión reducida de circulación más la presión de cierre en TP, dándonos la presión inicial de circulación (PIC)
- III. Al llegar el fluido de control a la punta de la barrena se registrara la presión observada en la TP que es la presión final de circulación (PFC). Ahora esta presión se debe mantener manipulando el estrangulador hasta que el fluido de control salga a superficie.
- IV. Posteriormente que se observa salir el fluido de control a superficie se detiene la bomba del equipo y se cerrará el estrangulador simultáneamente, si no se observa presión en TP ni en TR el pozo está controlado.

5.8.2 Método de densificar y esperar o método del ingeniero

Este método implica cerrar el pozo mientras se densifica el lodo de perforación a la Densidad de control para equilibrar la presión hidrostática con la presión de formación, así como recabar los datos necesarios y efectuar los cálculos para llevar a cabo el control del pozo. Las ventajas que posee con respecto al método del perforador son las siguientes:

- Las presiones ejercidas en el pozo y en las conexiones superficiales de control serán menores, eso ayudará mucho en pozos que presenten o se tenga la sospecha de pérdida de circulación.
- Cuando el flujo del fluido de control comience a subir por el espacio anular será antes de que la parte superior del brote llegue a la zapata o al punto más débil del agujero descubierto del pozo, esto ayudará a que la presión máxima ejercida en ese punto sea menor.
- El pozo estará bajo presión por menos tiempo.

Secuencia.

- I. Abra el estrangulador y simultáneamente inicie el bombeo del lodo con densidad de control a un gasto reducido (Q_r).
- II. Ajustando el estrangulador, iguale la presión en el espacio anular a la presión de cierre de la tubería de revestimiento (PCTR).
- III. Mantenga la presión en el espacio anular constante, con ayuda del estrangulador, hasta que la densidad de control llegue a la barrena.
- IV. Cuando el lodo de control llegue a la barrena, lea y registre la presión en la tubería de perforación que se llamara presión final de circulación (PFC).
- V. Mantenga constante el valor de presión en la tubería de perforación, auxiliándose del estrangulador; Si la presión incrementa, abra el estrangulador; Si disminuye ciérrelo.
- VI. Continúe circulando manteniendo la presión en la tubería de perforación constante, hasta que el lodo con densidad de control llegue a la superficie.
- VII. Suspenda el bombeo y cierre el pozo.
- VIII. Lea y registre las presiones en las tuberías de perforación y de revestimiento.
- IX. Si las presiones son iguales a cero, el pozo estará bajo control. Si las presiones son iguales entre sí, pero mayores a cero, la densidad del lodo bombeado no fue la suficiente para controlar el pozo, por lo que se deberá repetir el procedimiento con base a las presiones registradas. Si la presión de la tubería de perforación es igual a cero pero en tubería de revestimiento se registra alguna presión, será indicativo que no se ha desplazado totalmente el espacio anular con la densidad de control o que hubo ingreso adicional de fluidos de la formación al pozo.

5.8.3 Método concurrente.

Es un método primario para controlar pozos con presión de fondo constante, consiste en densificar gradualmente el fluido mientras se está circulando para sacar el brote del pozo, también se le ha llamado el método de circular y densificar o el método de incrementar el peso lentamente.

Para ejecutar el método concurrente se requiere hacer algo de contabilidad y cálculos, mientras se está en el proceso de circular y sacar el brote del pozo, porque podría haber fluido de control con densidades diferentes e intervalos irregulares dentro de la sarta.

Dado que hay que hacer algunos de los cálculos muy rápidamente el personal operativo ha optado por el método del perforador o el método de densificar y esperar, rechazando el método concurrente por ser demasiado complicado.

Cuando se utiliza este método para controlar un brote, se inicia la circulación con la presión inicial de circulación y se empieza adicionar barita al sistema de lodos hasta alcanzar el peso de control, lo anterior significa aumentar la densidad al fluido mientras se circula.

El método aplica un incremento gradual en el peso del fluido de control hasta que el brote es desalojado a la superficie, por lo cual requerirá varias circulaciones hasta completar el control del pozo.

Secuencia.

- I. Registrar la presión de cierre de TR y TP (PCTR y PCTP).
- II. Inicie el bombeo a un gasto reducido de circulación hasta obtener la presión de cierre de la tubería de revestimiento, que deberá ser igual a la presión inicial de circulación calculada (PIC).
- III. Mantenga esta presión constante, hasta totalizar las emboladas necesarias para que el fluido con la nueva densidad registrada llegue hasta la barrena.
- IV. El operador del estrangulador debe controlar y registrar las emboladas de la bomba y graficar en una tabla la presión hidrostática que ejercerá la nueva densidad a medida que se va densificando.
- V. Al llegar hasta la barrena el lodo con densidad calculada, se obtiene la presión final de circulación (PFC) a la cual se le deberán hacer los ajustes de presión correspondiente a la nueva densidad, y se deberá mantener constante la presión hasta que el lodo densificado salga a la superficie.

Este método puede utilizarse inmediatamente al conocer las presiones de cierre y sobre todo es recomendable cuando se requiera una densidad de lodo muy alta.

El número de circulaciones está en función del aumento de la densidad del lodo, el volumen activo y las condiciones del fluido en el sistema, así como de la capacidad de los accesorios y equipo de agitación para preparar grandes volúmenes de lodo.

Presenta las siguientes tres desventajas:

1. Los cálculos requeridos para mantener la presión de fondo constante son más complicados en relación a los métodos del perforador y del ingeniero.
2. Se requiere mayor tiempo de circulación durante la etapa de control.
3. La presión de superficie en la TR y la densidad equivalente del lodo, desde la zapata son elevados en relación al método del ingeniero.

Es indispensable que el personal que se encuentre presente durante todo tipo de operación en un pozo que pudiera presentar un brote tenga siempre en mente cuáles son los factores críticos que lo ocasionan, los cuales son los siguientes:

- ❖ No restablecer el volumen de acero con fluido de perforación durante viajes de tubería.
- ❖ Pérdidas de circulación severa.
- ❖ Permitir que la densidad del fluido de perforación disminuya debido a la contaminación por fluidos de la formación.

Las acciones que debe de tomar la cuadrilla ante la presencia de un brote en resumen son las siguientes:

- ❖ Cerrar el pozo.
- ❖ Registrar las presiones.
- ❖ Aplicar el método de control adecuado.

5.9 Acción ante emergencias.

En el caso de que el desastre sea inminente, existen procedimientos y planes para aminorar sus efectos, los cuales son generados por empresas dedicadas a la impartición de una amplia gama de cursos de capacitación y certificación en el área de seguridad para desarrollar los conocimientos y habilidades de todo el personal que labore en instalaciones petroleras (pozos en tierra, refinerías, baterías de separación, plataformas en aguas someras y plataformas en aguas profundas) y debe estar avalado por la IADC (Asociación Internacional de Contratistas de Perforación) por sus siglas en inglés.

Algunos de los cursos son:

- ✓ RIG PASS.- Es un programa de orientación de seguridad estándar para los nuevos empleados en la industria petrolera en el cual se les prepara para casi cualquier entorno operativo, en tierra y en mar. El completar el curso del RIG PASS confirma que el personal ha cumplido con los requerimientos básicos definidos por los profesionales de la seguridad y capacitación en la industria de la perforación, independientemente de la ubicación del equipo de perforación.

En este curso se dan a conocer los puntos de reunión de las instalaciones, se crean las brigadas contraincendios, de primeros auxilios y los grupos de rescate, también nos informan sobre el tipo de alarmas que podemos encontrar las cuales se dividen en:

❖ Sonoras.

La alarma sonora debe tener la capacidad de ser silenciada por el personal autorizado una vez que haya confirmado el alcance de la emergencia, mientras que la alarma luminosa debe permanecer activada durante todo el evento, hasta que se restablezca a las condiciones normales.

Se debe contar con un sistema de señalización (audible/visible) del sistema de alarmas que permita al personal identificar la ubicación de una emergencia de manera rápida y precisa, e indicar el estado del equipo de emergencia o de las funciones de seguridad contra incendio que podrían afectar la seguridad de los ocupantes en caso de incendio.

El sistema de alarma se debe activar automáticamente, cuando el sistema de gas y fuego identifica la presencia de gas y/o fuego en la instalación, esta activación puede ser por zona o en la totalidad de la instalación, la activación de las alarmas también se puede hacer por medio de estaciones manuales localizadas en número suficiente en lugares dentro de la instalación.

El generador de tonos debe de reproducir los tonos y/o mensajes que se listan en la siguiente tabla:

GENERADOR DE TONOS				
PARA ALARMAS GENERALES EN LAS INSTALACIONES				
PRIORIDAD	RIESGO/MENSAJE	TONO	AUDIO FRECUENCIA	GRADO DE MODULACION (HERTZ)
PRIMERA	Abandono de Instalación (Nota)	Sirena extremadamente rápida	560 a 1055 Hz	6 ciclos/s
SEGUNDA	Alta concentración de gas toxico (Nota)	Sirena lenta temporal	BAJO 424 Hz ALTO 77 Hz	15 ciclos/minuto
TERCERA	Fuego (Nota)	Sirena rápida	560 a 1055 Hz	3,3 ciclos/s
CUARTA	Alta concentración de gas combustible (Nota)	Corneta continua	470 Hz	Continuo
QUINTA	Hombre al agua	Alternante alto-bajo	BAJO 363 Hz ALTO 518 Hz	60 ciclos/minuto
SEXTA	Prueba/Simulacro	Corneta intermitente lenta	470 Hz	50 ciclos/s
ALARMAS EN INSTALACIONES CON SUPRESIÓN CON CO ₂ Y AGENTE LIMPIO				
RIESGO/MENSAJE	TONO	AUDIO FRECUENCIA	GRADO DE MODULACION (HERTZ)	LUGAR DE ALARMA
Fuego	Sirena	500 a 1000 Hz	0,3 Hz	Dentro y fuera del cuarto de control
Pre-alarma de fuego	Aullido	500 a 1000 Hz	2,5 Hz	Dentro y fuera del cuarto de control
Aborto del disparo automático	Pulso	475±25 Hz	4,5 Hz	Dentro y fuera del cuarto de control
Falla	Gorgoreo	500 a 100 Hz	6,0 Hz	Dentro y fuera del cuarto de control
Prueba	Continuo	700±100 Hz		Dentro y fuera del cuarto de control

Nota: Agregar en el mensaje el nombre del lugar en el que se genera el evento a alarmar.

TABLA 5.4 REPRODUCCIÓN DE TONOS Y MENSAJES DEL GENERADOR.

❖ Luminosas.

Las luminarias de las alarmas se deben activar para emitir, por medio del lente, luces de colores específicos con luz intensa, para permitir avisar al personal que se encuentra en el área, de la existencia de una condición de emergencia, y se deben operar por una señal proveniente del sistema de gas y fuego.

Los semáforos para áreas exteriores pueden ser colocados e instalados en forma vertical u horizontal, por lo que la caja debe ser certificada para el montaje que se requiera; en zonas más concurridas, como son pasillos y accesos a las diferentes áreas; los semáforos horizontales se deben utilizar para áreas de helipuertos condicionando que no se rebase el nivel de piso del helipuerto.

Para áreas interiores en módulos habitacionales costa afuera se deben instalar semáforos en forma horizontal y vertical en los pasillos mostrando el lente, dejando el resto del cuerpo dentro del falso plafón. Se debe instalar un juego de luminarias para interiores por cada acceso o cercano a estos.

Las alarmas visibles (estroboscópicas) que indiquen condición de alarma deben ser del tipo destellante/intermitente, con una velocidad de intermitencia de máximo de 120 destellos por minuto (2 Hz) y mínimo de 60 destellos por minuto (1 Hz), con una intensidad luminosa efectiva de 700 cd a 1 000 cd (intensidad efectiva).

Para la selección de la alarma visible se debe considerar que la luz destellante de la alarma sea vista a una distancia de 50 metros con un oscurecimiento producido por la combustión de cualquier tipo de hidrocarburo, considerando el montaje del semáforo en posición horizontal y vertical.

El domo de la luminaria debe ser de material transparente y resistente al calor e impacto y la guarda de protección del lente de la luminaria debe de ser de aluminio libre de cobre o acero inoxidable y la tornillería externa de ensamble debe de ser de acero inoxidable.

Debe existir un letrero permanente que indique lo que significa cada luz, los colores y letreros que identifican la condición anómala detectada, se muestran en la siguiente tabla:

ALARMAS GENERALES EN LAS INSTALACIONES		
COLOR	TIPO	LETRERO (RAZON DE LA ALARMA)
Verde	Continuo	Condición normal
Rojo	Intermitente	Fuego
Amarillo	Intermitente	Alta concentración de gas combustible y/o hidrógeno
Azul	Intermitente	Alta concentración de gas tóxico
Transparente o claro)	Intermitente	Abandono de instalación
Violeta	Intermitente	Hombre al agua para plataformas
ALARMAS EN INSTALACIONES CON SUPRESION CON AGENTE LIMPIO y/o CO ₂ (Nota)		
Verde	Continuo	Condición en automático (normal)
Rojo	Intermitente	Sistema disparado (Agente extintor activado)
Ámbar	Intermitente	Sistema inhibido(en operación manual) y/o Falla del sistema
ALARMAS EN CUARTOS DE BATERIAS (Nota)		
Ámbar	Intermitente	Peligro alta concentración de gas hidrógeno

TABLA 5.5 TIPOS DE SEMÁFOROS PARA ALARMAS VISIBLES.

A modo de ejemplo en caso de que se suscite una fuga de gas H₂S el personal deberá hacer lo siguiente:

- ❖ Inmediatamente después de notar la alarma visual y/o auditiva, mantener la calma.
- ❖ Dejar las actividades pendientes y dirigirse hacia donde se encuentra el equipo de respiración autónomo (ERA) y colocárselo.
- ❖ Una vez puesto, conocer la dirección del viento e ir en contra de él hacia una zona alta (en caso de una plataforma dirigirse hacia el helipuerto), ya que el H₂S es más denso que el aire y este tiende a quedarse en los lugares bajos.
- ❖ Esperar a que se disperse el H₂S y que las condiciones vuelvan a la normalidad.



IMAGEN 5.4 EQUIPO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMO “ERA”.

- ✓ **WELL CAP.-** Tiene como finalidad entender, conocer y aplicar los diversos procedimientos para controlar los pozos de cualquier índole que se salga de control.

En este curso el participante podrá distinguir una señal de alerta en forma temprana de una manifestación, podrá cerrar el pozo, efectuar cálculos para su control y aterrizar los cálculos mediante el uso de los estranguladores y bombas reciprocantes, pondrá en uso los métodos del ingeniero, el método del perforador y el método concurrente.

En este curso se emplean simuladores de control de pozos para poder entender mejor el comportamiento de los pozos.



IMAGENES 5.5 SIMULADORES DE CONTROL DE POZOS.

6.1 Introducción.

La Deepwater Horizon era una plataforma de perforación en aguas profundas y ultra profundas del tipo semisumergible de quinta generación que pertenecía a la compañía Transocean Ltd. y contratada por British Petroleum (BP) inició su construcción en el año de 1998 y fue terminada en el año 2001, costando un total de US\$ 350,000,000 sus características eran:

- Capacidad de perforación: 30,000 ft o 9144 m incluyendo el tirante de agua.
- 4 bombas de lodo National 14-P-220 de 2200 HP.
- Dimensiones: largo-121m, ancho-78m, altura total-41m.
- Profundidad máxima de operación: 3,048m (10,000ft)
- Sistema de posicionamiento dinámico.
- Costo de renta diaria aproximada: US\$ 500,000.

En el año 2009 había perforado un pozo descubridor del yacimiento Tiber ubicado en el Golfo de México, cuyas reservas se estimaban en 450,000 millones de barriles, poseía una profundidad de 10.71km (35,132 ft) de los cuales el tirante de agua era de 1.26km (4162 ft), disponía de personal experimentado y de extraordinarios antecedentes tanto operativos como de seguridad y representaba la vanguardia de la tecnología de perforación costa afuera en aguas profundas, con todas estas características y un logro de ese tamaño pareciera que operar en pozos de menor tirante de agua y con menor profundidad no supondrían mayores retos, y que estoy casi seguro que se pensó que incluso podría soportar cierta tolerancia a los riesgos que se les presentase.

Posteriormente descubrió un yacimiento petrolero del cual se estimaban sus reservas en 100,000 millones de barriles ubicado en el bloque 252 del Cañón del Misisipi en el Golfo de México y el 20 de abril de 2010 se encontraba operando en el pozo Macondo ubicado a unos 72km al sur de la costa de Luisiana el cual tenía una profundidad final programada de 5976m (19,600 ft) y atravesaba dos intervalos de interés, pero que por un problema de pérdida de circulación en el primer intervalo debió ser recortado hasta los 5598m (18,360 ft), esta pérdida de circulación debió de ser una advertencia de que se debía de poner especial atención en la cementación en ese intervalo cosa que no sucedió. Con el antecedente de la falta de atención en la cementación del pozo comenzaron a notar fugas y filtraciones, cuando finalmente se generó una explosión seguida por el incendio y consecutivamente el naufragio. El siniestro que se considera uno de los de mayor envergadura en la industria de los hidrocarburos de todos los tiempos causó la muerte de 11 operarios y una gran devastación ecológica.

Según informes e investigaciones (La Oficina de Administración, Regulación y Cumplimiento de Energía Oceánica del Departamento del Interior de Estados Unidos, Petrotecnia 2010) coinciden en los aspectos generales, los cuales se expondrán a continuación.

6.2 Causas.

Desde un principio se presentaba un retraso de 43 días de acuerdo con el programa fijado, lo que en términos económicos representa una pérdida considerable para la empresa de aproximadamente 21.5 millones de dólares, esto definitivamente generó una presión sobre el equipo de trabajadores a bordo y que repercutiría en decisiones circunstanciales de gran importancia que debieran tomar en determinados momentos de la perforación las cuales hicieron con cierto exceso de confianza al conocer el tipo de instalaciones en las que se encontraban con tal de recuperar el tiempo perdido lo antes posible.

Algunas de estas malas decisiones fueron:

- ❖ Ahorrar tiempo al transgredir los lineamientos de la industria.
- ❖ Una deficiente gestión de riesgos.
- ❖ Cambios de planes de último minuto.
- ❖ Desestimar y no responder a indicadores críticos.
- ❖ Reducir costos utilizando materiales y equipos inadecuados para la integridad del pozo y su control.
- ❖ Actuar confiadamente al subestimar los riesgos y la probabilidad de que estos ocurriesen.
- ❖ Suponer que al tomar las decisiones anteriores no existiría problema alguno y en caso de tener conciencia de ellos arriesgarse a enfrentarlos.

El Comité del Congreso de los Estados Unidos analizó las siguientes decisiones cruciales:

- Se decidió utilizar un diseño de entubación que presentara pocas barreras a la migración del gas.

A pesar de conocer los riesgos, el operador había tomado la decisión de entubar una columna integral de casing combinado de 9 7/8" con 7" para cumplir la función de la tubería de producción del pozo (tubing), por el interior de esta fluirían los hidrocarburos desde la zona de disparos en el intervalo productor hasta el árbol de válvulas cuando se pusiera en producción el pozo.

- Utilizar un número insuficiente de centradores o estabilizadores, que evitan la canalización del cemento.

Los centradores tienen flejes de acero y se van instalando en el casing a medida que este se entuba. Tienen como función forzar el casing para que tienda a posicionarse en el pozo de modo tal que su eje longitudinal quede lo más próximo posible al eje longitudinal del pozo. Lo ideal es que ambos ejes coincidan para que el casing quede perfectamente centrado dentro del pozo. Los centradores van colocados cubriendo todo el tramo del pozo que se cementará, y su número y la posición son determinados por las características de las rocas atravesadas y la geometría del pozo. Si el casing no está centrado como corresponde antes de cementar, existe el riesgo de que se formen canales que luego permitan migrar al gas hacia arriba por el espacio anular que hay alrededor del casing.

- Se decidió no efectuar el registro de adherencia del cemento (CBL).

El perfil de adherencia del cemento es un registro acústico que se corre bajando una sonda con un cable por el interior del casing después que se ha realizado su cementación y el cemento ha fraguado. Esta herramienta permite determinar si el cemento se ha adherido tanto al casing como a las formaciones circundantes. De este modo, es posible conocer si este está en condiciones de cumplir sus funciones aislantes. Si se detecta la existencia de canalizaciones que permitan la migración del gas y del petróleo por ausencia de adherencia, cabe la posibilidad de atravesar la tubería e inyectar cemento adicional al espacio anular para completar el anillo.

- Circulación del lodo.

No se normalizó el lodo de pozo de manera adecuada antes de bombear la lechada de cemento, sólo se circuló por 30 minutos, y para un pozo de 5600m de profundidad se requiere mínimo de 6 a 12 horas de circulación para homogeneizar y desgasificar convenientemente el lodo.

La circulación completa del lodo tiene varios propósitos: permite al personal del equipo constatar la entrada de gas de la formación, controlar

las bolsas de gas que se podrían haber incorporado al lodo y asegurar la remoción de los recortes de perforación y otros sólidos que podrían haberse depositado en el fondo del pozo. De esta manera, se evita la contaminación del cemento. El programa del operador establecía circular solamente 261 barriles en treinta minutos, lo cual, como hemos dicho, era muy inferior al rango de seis a doce horas que insumiría la normalización completa del lodo antes de cementar.

- No se fijó la camisa de bloqueo que asegura la empaquetadura del colgador de la tubería de producción en la cabeza del pozo.

Estando colgado en la cabeza de pozo, y el cemento fraguado en el espacio anular, el casing se mantiene asentado en su alojamiento por la fuerza de gravedad generada por el peso de su longitud libre. Sin embargo, en ciertas condiciones de presión, el casing puede flotar elevándose en la cabeza de pozo y crear la oportunidad potencial de que los hidrocarburos se abran paso a través de la cabeza de pozo, atraviesen el BOP e ingresen al riser en dirección hacia la superficie. Para evitar esta circunstancia, se instala un seguro de bloqueo. En ese escenario, los empaques de la cabeza de pozo se verían sometidos a una presión estimada de 14.000 psi (980 kg/cm²). La cabeza de pozo había sido probada brevemente a 10.000 psi (700 kg/cm²) y había superado una prueba sostenida a 6000 psi (420 kg/cm²), lo cual la ponía en evidente desventaja ante las presiones que debía contener. Una vez que la presión del gas pudiera vulnerar el empaque de la cabeza del pozo, bien podría esta haberse desprendido, levantar y forzar trozos de tubería dentro del BOP, lo cual justificaría la imposibilidad de cerrar las válvulas que la componen en el momento de la emergencia, por lo que se inhabilitaría la última línea de defensa entre el pozo y el equipo.

6.3 Solución al desastre.

Los primeros intentos de detener el derrame de petróleo eran utilizando los vehículos submarinos operados a control remoto para cerrar las válvulas de prevención de reventones ubicadas en la boca del pozo, sin embargo estos intentos fracasaron. La segunda técnica constó en la colocación de una “campana” de contención de 125 toneladas, la cual ya había sido utilizada en aguas poco profundas, y que siendo colocada encima de la fuga canalizaba el crudo hacia un recipiente de almacenamiento ubicado en la superficie, parecía

funcionar bien, sin embargo la presencia de gas, las altas presiones y las bajas temperaturas generaron en la abertura de la campana un taponamiento por cristales de hidratos de metano impidiendo así la recolección hacia la superficie. Después el 26 de mayo BP trató de cerrar el pozo mediante la técnica llamada “top kill” la cual también fracasó, este proceso consta de bombear lodo de perforación muy pesado a través de la línea de los preventores para restringir el flujo de hidrocarburos antes de sellarlo permanentemente con cemento. El derrame fue finalmente controlado el 15 de julio de 2010 tras 87 días de la catástrofe ecológica, mediante la ayuda de los ROV'S (remote operated vehicle) cerraron la parte del pozo dañado y colocando una campana de recolección mucho más grande que la primera y solucionando el problema de los hidratos de metano la empresa británica confirmó en un comunicado que pararon el flujo de crudo al mar.

El 5 de agosto la compañía británica señaló que el pozo fué tapado con cemento y que está siendo monitoreado por expertos, BP completó las operaciones de cementación en el pozo como parte del procedimiento de “static kill” en una operación que duro alrededor de 5 horas.

El siguiente paso que siguieron consistió en lo que llaman “bottom kill”, que es la construcción de pozos de derivación para sellar la parte inferior del pozo dañado, bajo la supervisión de las autoridades estadounidenses.

6.4 El plan de emergencia de Deepwater Horizon.

Desde el año 2008, durante la administración del presidente George Bush, se dejó de exigir estrategias concretas de respuesta a derrames de petróleo a un gran grupo de operaciones de perforación en el Golfo de México, práctica que se mantuvo durante aproximadamente dos años, en el transcurso del cual se propició la explosión de la plataforma Deepwater Horizon, en pocas palabras E.U.A. eximió a la petrolera británica BP tener un plan de emergencia en caso de que se generara un derrame petrolero.

La compañía BP presentó ante el gobierno federal de Luisiana un plan de exploración del yacimiento en el cual aseguraba ser capaz de lidiar con un derrame de hasta 613,000 litros de crudo diarios, según las últimas estimaciones de Associated Press, la fuga fue superior a los 757,000 litros por día.

En caso de un accidente los técnicos de BP aseguraron en su plan de exploración el cual fue entregado al gobierno en el año 2009: “Es poco probable que las actividades propuestas provoquen un derrame de crudo en la superficie o bajo ella. Si ese derrame fuera en aguas abiertas cercanas a bancos adultos de peces escamados o mariscos, los efectos serían “subletales” y el alcance de sus daños se reduciría por la capacidad de los peces y mariscos adultos de evitar el derrame,

metabolizar los hidrocarburos y excretar metabolitos y compuestos originales”. Es decir, la fauna sabría enfrentarse al derrame.

Con esta información el gobierno de ese entonces quedó satisfecho, la Agencia de Gestión Minera, dependiente del Departamento de Interior, había cambiado sus normas y decidido dejar de pedir planes de emergencias a diversas perforaciones del golfo, según una nueva directiva sólo debían presentarlos las actividades de perforación que se encontraban en las costas de Florida o las que tuvieran más de una operación de perforación en el lecho marino frente a las costas de Luisiana o Texas entre otras condiciones.

Es con esto que BP en la plataforma Deepwater Horizon quedó eximido de poseer un plan de emergencia y las autoridades competentes quedaron satisfechas con sólo el plan de exploración que habían presentado inicialmente en el cual admite “No se requiere en este plan de exploración una estrategia de acción frente a un posible vertido del yacimiento del que BP espera obtener el mayor volumen de hidrocarburos”

Todas las empresas dedicadas a la industria petrolera debieran tener una unidad de gerencia de riesgos y si bien BP la posee ésta tiene la obligación de generar una tabla de todos los posibles desastres para cada operación, así podría estimar las consecuencias, y proponer una amplia colección de posibles soluciones y que éstas soluciones sean del conocimiento de todo el personal que labora en las instalaciones y que sean ensayadas por medios de simulacros constantes ya que si se cuenta con un personal bien capacitado en casos de emergencias el impacto de la emergencia sería minimizado.

6.4 Procedimientos para reventón de pozo.

Es bien sabido dentro de la industria petrolera que no existen dos pozos iguales, es por eso que no pueden existir planes de emergencia en pozo iguales, cada pozo y cada operación de perforación debe poseer su propio plan, sin embargo sus condiciones pueden ser semejantes, y existen puntos clave en cada plan de emergencia que pueden encontrarse en la gran mayoría de estos.

El objetivo general del Plan de Contingencia es prevenir y controlar sucesos no planificados, pero previsibles, y describir la capacidad y las actividades de respuesta inmediata para controlar cada una de las emergencias identificadas de manera oportuna y eficaz.

Los objetivos específicos son:

- Establecer procedimientos de respuesta para prevenir, controlar y manejar cualquier accidente, incidente o emergencia, de tal modo que cause el menor impacto a la salud y al ambiente.

- Coordinar y optimizar el uso de los recursos humanos y materiales requeridos en el control de emergencias.
- Proveer entrenamiento al personal en respuesta a emergencias y establecer protocolos de comunicación para la identificación temprana de estas situaciones durante las actividades correspondientes.

Como hemos visto anteriormente lo primordial es prevenir el reventón, por lo cual resaltaré las siguientes precauciones las cuales deben ser tomadas:

- ✓ El equipo de prevención de reventones de pozo (BOP) será mantenido en buenas condiciones operativas y será probado regularmente de acuerdo a regulaciones y estándares de la industria.
- ✓ Durante las actividades de perforación de los pozos, se dispondrá en el sitio de perforación de una cantidad suficiente de agua fría y barita para “matar el pozo” en casos de un potencial reventón.
- ✓ En casos de un evento de emergencia, como un reventón, medidas inmediatas serán realizadas para cerrar las válvulas en la superficie y los equipos para bloque de reventones.

En caso de que los medios y medidas para cerrar y controlar el flujo de un pozo en un evento de reventón no resulten, el encargado de perforación realizará las siguientes acciones:

- Iniciar inmediatamente procedimientos de control apropiados.
- Encargarse de que cualquier persona herida sea transportada de forma rápida y segura al centro médico más cercano.
- Asegurar y mantener un control de los caminos de acceso a las áreas de proyecto para evitar el ingreso de personal no autorizado.
- Contactar al gerente del proyecto e informar la situación.
- Iniciar cualquier paso adicional que sea necesario o aconsejable, basado en la consulta con el gerente del proyecto.
- Asegurarse que todas las prácticas de seguridad y procedimientos estén siendo seguidos y que todos los miembros del equipo que interviene lo hacen correctamente según sus responsabilidades.
- Procurar controlar el pozo en el sitio de perforación con el personal y supervisores encargados del pozo.
- Asegurar la contención completa del pozo, comenzar medidas que permitan al área retornar a su estado normal antes del reventón o derrame del fluido.

- ✓ El principal propósito de esta tesis es la de fomentar en los lectores una cultura de prevención de accidentes en la industria petrolera, estar siempre preparados y alertas ante cualquier situación y para esto, es necesario saber qué hacer y cómo actuar ante una eventual emergencia ampliando la visión sobre los accidentes, adelantarse a ellos identificando cuáles son sus principales causas para impedirlos.

- ✓ Si bien parece imposible lograr un completo cero de probabilidad de accidentes, siempre buscaremos estrechar al máximo la ocurrencia de los mismos. Ninguna medida de precaución está de más.

- ✓ La seguridad de los trabajadores, el medio ambiente y de la empresa ha tomado un papel muy importante sobresaliendo en mayor medida la seguridad del trabajador, es por ello que en los últimos años se ha buscado desarrollar planes de emergencia para casi todo tipo de situaciones indeseables desde la de mayor hasta la de menor probabilidad de ocurrencia teniendo como principal objetivo asegurar la sobrevivencia del trabajador y atenuar lo más posible las consecuencias del siniestro hacia el medio ambiente y hacia la empresa.

- ✓ Para poder desarrollar un plan contra emergencia eficaz y eficiente es indispensable identificar todos y cada uno de los posibles peligros sin menospreciar ni uno solo, evaluar sus respectivos riesgos, conocer las mejores acciones para evitarlos, proponer estrategias y planes de contingencia y realizar simulacros.

- ✓ Ningún siniestro es en vano, se deben de analizar para evitar su reincidencia y concientizar a todos los niveles de la organización de que la seguridad es una responsabilidad de todos.
- ✓ Abordando los actos inseguros y las condiciones inseguras que podrían generar un accidente, se podrán controlar los incidentes, logrando un aumento en la productividad del trabajador y eso se traduce en una empresa productiva y eficiente.
- ✓ Se recomienda tener siempre en claro las prioridades durante una emergencia, si éstas son mal consideradas los daños podrían ser irreversibles.

- NFPA Manual de protección contra incendios quinta edición en español volumen 1.
- NFPA Manual de protección contra incendios quinta edición en español volumen 2.
- NFPA-1620 Recommended Practice for Pre-Incident Planning 2003 edition.
- Manual “Control de un brote en un pozo de perforación” Facultad de Ingeniería UNAM.
- Manual de “Perforación de Pozos Petroleros”, Facultad de Ingeniería UNAM.
- Apuntes “Control y Descontrol de Pozos”, Facultad de Ingeniería UNAM.
- Curso “Diseño de Perforación”, Facultad de Ingeniería UNAM.
- Manual “Introducción al equipo de perforación” Schlumberger año 2004.
- La industria petrolera en el ámbito internacional y el medio ambiente. Autores Avril Osorio y Humberto Celis Aguilar Álvarez.
- Seguridad industrial, “Prevención incendios en plataformas petroleras”, Lucia Guadalupe Avalos Aguilar.
- “Seguridad Industrial en una Plataforma Marina”, Huerta Barron Edgar, Instituto Tecnológico de Boca del Río, 2010.
- Terminación y mantenimiento de pozos petroleros. Tomo 11.
- Control de brotes, Tomo 13.
- Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI, “Guía marco de la elaboración del plan de contingencia” año 2005.
- “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”, Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED, primera edición, noviembre 2006.
- Ley General de Protección Civil, 6 de junio de 2012.
- NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad - Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. D.O.F. 9-XII-2010.

- NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. D.O.F. 31-V-1999.
- NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- D.O.F. 2-II-1999.
- NOM-006-STPS-2000, Manejo y almacenamiento de materiales - Condiciones y procedimientos de seguridad. D.O.F. 9-III-2001.
- NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. D.O.F. 9-XII-2008.
- NOM-022-STPS-2008, Electricidad estática en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad. D.O.F. 7-XI-2008.
- NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo - Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas. D.O.F. 06-IX-2012.
- NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo - Funciones y actividades. D.O.F. 22-XII-2009.
- NRF-210-PEMEX-2013, "Sistemas de gas y fuego: Detección y Alarmas", PEMEX.
- "Posibles causas del accidente de la plataforma Deepwater Horizon", Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas PETROTECNIA, diciembre 2010.
- Report to the President "DEEP WATER: The Gulf Oil Disaster and the Future of Offshore Drilling", National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling, January 2011.
- Tesis "Comparación Conceptual de los Métodos para el Control de Derrame de Crudo en la Plataforma Deepwater Horizon en el Golfo de México", Ramón Alfredo y Milinys Del Valle Rojas, Universidad de Oriente, Barcelona agosto 2010.

- “Modelo de causalidad de pérdidas accidentales”, Frank E. Bird y Wheinrich.
- Página <http://caracas1067.wordpress.com/ambiente/dossier-accidente-de-la-plataforma-deepwater-horizon/> .
- Página http://elpais.com/diario/2010/05/11/sociedad/1273528805_850215.html .
- Página <http://achijj.blogspot.mx/2010/10/interesante-articulo-sobre-control-d.html>
Equipo Editorial de Petróleo Internacional, octubre 2010.