



UTPL
La Universidad Católica de Loja

Modalidad Abierta y a Distancia



Prevención de Riesgos Mayores

Guía didáctica

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Producción

Prevención de Riesgos Mayores

Guía didáctica

Carrera	PAO Nivel
▪ Seguridad y Salud Ocupacional	VI

Autora:

Romero Robles Mónica Vanessa



P R E V _ 3 0 0 5

Asesoría virtual
www.utpl.edu.ec

Universidad Técnica Particular de Loja

Prevención de Riesgos Mayores

Guía didáctica

Romero Robles Mónica Vanessa

Diagramación y diseño digital:

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

www.ediloja.com.ec

edilojacialtda@ediloja.com.ec

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-603-7



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Usted acepta y acuerda estar obligado por los términos y condiciones de esta Licencia, por lo que, si existe el incumplimiento de algunas de estas condiciones, no se autoriza el uso de ningún contenido.

Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons – **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0)**. Usted es libre de **Compartir – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato**. **Adaptar – remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos:** **Reconocimiento-** debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. **No Comercial-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.** **Compartir igual-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.** No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Índice

1. Datos de información.....	7
1.1. Presentación de la asignatura	7
1.2. Competencias genéricas de la UTPL.....	7
1.3. Competencias específicas de la carrera	7
1.4. Problemática que aborda la asignatura	8
2. Metodología de aprendizaje	8
3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje	9
Primer bimestre.....	9
Resultado de aprendizaje 1.....	9
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	9
Semana 1	9
Unidad 1. Introducción a la prevención de riesgos mayores	10
1.1. Conceptos de prevención de riesgos	10
Actividad de aprendizaje recomendada.....	14
Semana 2	15
1.2. Riesgos mayores	15
1.3. Escenarios de riesgo	16
Actividades de aprendizaje recomendadas.....	19
Autoevaluación 1	20
Semana 3	22
Unidad 2. Identificación, análisis y evaluación de riesgos mayores	22
2.1. Identificación de peligros.....	22
Semana 4	28
2.2. Análisis de riesgos mayores	28
Actividad de aprendizaje recomendada.....	37
Semana 5	37

2.3. Evaluación de riesgos mayores	37
Actividades de aprendizaje recomendadas	44
Autoevaluación 2.....	46
Semana 6	48
Unidad 3. Accidentes mayores.....	48
3.1. Incendios.....	48
Actividad de aprendizaje recomendada.....	52
Semana 7	53
3.2. Explosiones	53
Actividades de aprendizaje recomendadas	56
Actividades finales del bimestre	56
Semana 8	56
Segundo bimestre	58
Resultado de aprendizaje 1.....	58
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas.....	58
Semana 9	58
3.3. Bola de fuego (BLEVE).....	58
3.4. Dispersión de nubes tóxicas o inflamables	61
Actividades de aprendizaje recomendadas	64
Semana 10	65
3.5. Reacciones fuera de control (Runaway reactions).....	65
Actividades de aprendizaje recomendadas	70
Autoevaluación 3.....	71
Semana 11	73
Unidad 4. Riesgos geológicos.....	73
4.1. Deslizamientos y desprendimientos	74
Actividad de aprendizaje recomendada.....	77

Semana 12	78
4.2. Hundimientos y subsidencias.....	78
4.3. Erupciones volcánicas.....	80
Actividades de aprendizaje recomendadas	82
Semana 13	83
4.4. Terremotos y tsunamis.....	83
4.5. Inundaciones.....	88
Actividades de aprendizaje recomendadas	90
Autoevaluación 4.....	92
Semana 14	94
Unidad 5. Medidas de control y prevención	94
5.1. Prevención contra incendios.....	95
5.2. Prevención para bolas de fuego (Bleve).....	95
5.3. Prevención de riesgos geológicos.....	97
Actividades de aprendizaje recomendadas	99
Autoevaluación 5.....	100
Semana 15	102
Unidad 6. Preparación y respuesta ante desastres/ emergencias	102
6.1. Plan de reducción de riesgos laborales	103
6.2. Plan de contingencia ante eventos adversos	106
6.3. Conformación de brigadas de emergencia	107
6.4. Simulacros y simulaciones	108
6.5. Plan de evacuación.....	109
Actividades de aprendizaje recomendadas	112
Autoevaluación 6.....	113
Actividades finales del bimestre	115
Semana 16	115
4. Solucionario	116
5. Referencias bibliográficas	127



1. Datos de información

1.1. Presentación de la asignatura



1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Pensamiento crítico y reflexivo.
- Orientación a la innovación y a la investigación.
- Comportamiento ético.
- Organización y planificación del tiempo.

1.3. Competencias específicas de la carrera

- Identificar, evaluar, prevenir y controlar riesgos para la seguridad y salud de las personas en empresas y lugares de trabajo.
- Maneja adecuadamente los protocolos y procedimientos de prevención de riesgos laborales.
- Desarrolla mecanismos integrales de prevención, monitoreo, para la seguridad en el ámbito laboral.

1.4. Problemática que aborda la asignatura

Falta de mecanismos de control que garanticen el aprovechamiento de las infraestructuras construidas y capacidades instaladas, para generar trabajo y empleos dignos libres de accidentes laborales, que propicien la estabilidad de los trabajadores sin ningún tipo de discriminación.



2. Metodología de aprendizaje

Con la finalidad de contribuir al logro de los resultados de aprendizaje, la asignatura de Prevención de Riesgos Mayores, se fundamentará en el constructivismo, es decir, un aprendizaje a partir del cual usted deberá participar de forma activa descartando la mera recepción y memorización pasiva de datos, para que este proceso sea llevado de manera exitosa en esta modalidad de estudios y que de esta forma se facilite el proceso de aprendizaje, se trabajará a partir de los recursos que serán facilitados a través de esta guía, que le darán la capacidad de crear nueva información relevante dentro de su entorno o a reconstruir y mejorar el conocimiento que ya posee.

Para garantizar que este proceso sea efectivo, es importante mencionar que su grado de responsabilidad y organización de su tiempo es primordial, así como el correcto uso de las herramientas debe ser dinámico, además de un canal activo de comunicación con la tutora que estará presta a guiar en lo que se requiera.



3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



Primer bimestre

Resultado de aprendizaje 1

- Comprende los riesgos debidos a catástrofes naturales, y es capaz de responder adecuadamente ante dichos riesgos.

Para lograr este resultado de aprendizaje, en este primer bimestre se abordarán conceptos básicos sobre los riesgos que se consideran de tipo mayor, los mismos que encontraremos principalmente en el sector industrial; se estudiarán cada uno de ellos a profundidad, lo cual permitirá, identificarlos en los puestos de trabajo para realizar un correcto análisis, de detección temprana y evaluación, también se encontrarán actividades con recursos abiertos, criterios científicos de diferente fuente bibliográfica que permitirán tener diferentes puntos de vista relacionados con la temática estudiada.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 1

Estimado estudiante bienvenido a la primera semana de clases, en el que estudiaremos algunos conceptos de riesgos mayores, para adentrarnos al tema, y llegar a realizar un análisis de riesgos de las causas de accidentes durante el desarrollo de las actividades laborales. Conocimiento que es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional, para contar con criterio formado en este tema que le permitirá estar apto para ejecutar un trabajo eficaz y óptimo dentro de la empresa que esté trabajando. ¡Lo animo a que empecemos con el estudio!

Unidad 1. Introducción a la prevención de riesgos mayores

1.1. Conceptos de prevención de riesgos

Apreciado estudiante en esta primera unidad es importante revisar conceptos de forma general que nos permita analizar desde varios puntos de vista la Prevención de Riesgos clasificados como de tipo mayor, los cuales están relacionados directamente a distintos peligros que se analizarán más adelante, además aprenderán a darles el respectivo seguimiento técnico responsable a cada uno de ellos.

Referencia de hipervínculo no válida. Es importante poder diferenciar entre riesgo y peligro dos conceptos, que, en ciertos casos, se pueda suponer que son sinónimos, pero no lo son, en el peligro se considera el daño o desperfecto que puede causar a una persona u objeto dentro de su lugar de trabajo, mientras que en el riesgo se considera la posibilidad o probabilidad de que un peligro cause daños.

A continuación, se revisará una clasificación general que propone (Casal et al, 1999):

- **Riesgos convencionales:** relacionados con la actividad y el equipo existente en cualquier sector, por ejemplo: electrocución y caídas.
- **Riesgos específicos:** están relacionados con la utilización o manipulación de sustancias o productos que por su naturaleza pueden ocasionar daños, por ejemplo: productos tóxicos y radioactivos.
- **Riesgos mayores:** están asociados con los accidentes y situaciones catastróficas cuyas consecuencias pueden ser fatales y graves como, por ejemplo: la expulsión rápida de gases y explosiones.

Esta clasificación es muy clara, agrupa los riesgos más comunes que se van a encontrar dentro de una empresa o industria, es por esta razón, que es importante saber identificarlos técnicamente, para luego realizar una correcta evaluación y plan preventivo.



Con la finalidad de comprender de mejor manera los riesgos mayores y reforzar lo aprendido de este subtema, le invito a revisar el blog: [Ejemplos-de-accidentes-mayores](#) en donde encontrará situaciones reales, de accidentes mayores con efectos graves que han ocurrido a lo largo de la historia alrededor del mundo, y que se han dado en el sector industrial, además, consideremos el impacto que provocó para cada empresa, esto nos lleva a concluir, que los desastres se producen por la inexistente prevención de riesgos mayores, a continuación, se revisará más a fondo los mismos.

Escenarios de accidentes graves

Entre los tipos de accidentes potencialmente graves en instalaciones industriales, que se pueden producir son: la pérdida del control sobre las sustancias peligrosas, situación que desencadena fenómenos peligrosos para personas y bienes, son debidos a:

- Fugas.
- Vertidos incontrolados.
- Explosiones.
- Incendios.

Estos fenómenos pueden ocurrir de forma aislada, simultánea o secuencial. Generalmente, se produce un suceso inicial que nos indica el latente peligro y otros sucesos menores ocasionales y finalmente la aparición de los accidentes. En los casos de una fuga o vertido incontrolado causada cuando un depósito, batería, etc., pierde su integridad estructural, que permite el escape de la sustancia, dependiendo del estado del depósito o tubería, un posterior incendio, explosión, intoxicación o contaminación.

Algunos ejemplos pueden ser los siguientes:

- Si la fuga es de un gas inflamable a alta presión y se produce su ignición, se forma un dardo de fuego.
- Las explosiones, causadas por un fallo mecánico o una reacción química, liberan energía de manera súbita y violenta, elevando la temperatura y desarrollando una presión en los sistemas cerrados o una onda de sobrepresión en los espacios abiertos UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion).

- Los incendios son reacciones de oxidación de los gases, líquidos y sus vapores, polvos, aerosoles contenidos o emitidos en el proceso o almacenamiento, generando radiación térmica. Si el incendio es de grandes proporciones (Pool-Fire) la reacción de calor se extiende a otros espacios y puede provocar roturas catastróficas de otros depósitos. Así, si al producirse la rotura del depósito y el líquido del interior aumenta su temperatura hasta llegar al punto de ebullición; la explosión es muy violenta y se denomina BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).
- Si con la rotura se produce una gran cantidad de vapor de un material inflamable y este se incendia rápidamente se produce una bola de fuego.
- Si la rotura se provoca en un recipiente con un líquido licuado bajo presión, se produce un estallido con emisión de trozos del depósito en forma de proyectiles.

Además, estos accidentes pueden producir fenómenos peligrosos para las personas, el medioambiente y los bienes del tipo:

- Mecánico.
- Térmico.
- Químico.

Entre los fenómenos químicos peligrosos debidos a fugas o vertidos incontrolados de sustancias que directa o indirectamente a través de reacciones secundarias inmediatas o diferidas puede provocar efectos del tipo:

- Tóxicos.
- Irritantes.
- Narcóticos.
- Cancerígenos.
- Mutagénicos.
- Teratogénicos.
- Corrosivos.
- Bioacumulables.

En cuanto al daño producido al medioambiente, entendido como el conjunto de recursos que condicionan y sustentan la vida del hombre: el aire, el agua, el suelo, el clima, las especies de flora y fauna, las materias primas, el hábitat y el patrimonio natural y cultura, se puede producir por:

- Vertido de productos contaminantes en aguas superficiales.
- Filtración de productos contaminantes en el terreno y aguas subterráneas.
- Emisión de contaminantes a la atmósfera.

(Miner, s.f) destaca que el sistema de gestión debe incluir la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y los recursos de acuerdo con el esquema de la mencionada directiva que se indica a continuación:

- La organización y el personal: las funciones y responsabilidades del personal asociado a la gestión de los riesgos de accidentes graves en todos los niveles de organización. La identificación de las necesidades en materia de formación, de dicho personal y la organización de dicha formación. La participación del personal y, en su caso, de los subcontratistas.
- La identificación y la evaluación de riesgos de accidentes graves; la adopción y la aplicación de procedimientos para la identificación sistemática de los riesgos de accidentes graves que se puedan producir en caso de funcionamiento normal o anormal, así como la evaluación de su probabilidad y su gravedad.
- El control de explotación; la adopción y la aplicación de procedimientos e instrucciones para el funcionamiento en condiciones seguras, también por lo que respecta al mantenimiento de las instalaciones, a los procedimientos, al equipo y a las paradas temporales.
- La gestión de las modificaciones; es decir, la adopción y aplicación de procedimientos para la planificación de las modificaciones que deban efectuarse en las instalaciones o zonas de almacenamiento existentes o para el diseño de una nueva instalación, procedimiento o zona de almacenamiento.

- La planificación de las situaciones de emergencia; la adopción y aplicación de procedimientos destinados a identificar las emergencias previsibles, merced a un análisis sistemático a elaborar, experimentar y revisar los planes de emergencia para poder hacer frente a tales situaciones de emergencia.
- La vigilancia de los resultados; la adopción y la aplicación de procedimientos encaminados a la evaluación permanente del cumplimiento de los objetivos fijados por el industrial en el marco de la política de prevención de accidentes graves del sistema de gestión de la seguridad, y la instauración de mecanismos de investigación y de corrección en caso de incumplimiento. Los procedimientos deberían abarcar el sistema de notificación de accidentes graves o de accidentes evitados por escaso margen, en especial cuando se hayan producido fallos de las medidas de protección, las pesquisas realizadas al respecto y la actuación consecutiva, inspirándose en las experiencias del pasado.
- El control y el análisis; la adopción y aplicación de procedimientos para la evaluación periódica sistemática de la política de prevención de accidentes graves y de la eficacia y adecuación del sistema de gestión de la seguridad. El análisis documentado por la dirección de los resultados de la política aplicada del sistema de gestión de la seguridad y de su actualización.



Actividad de aprendizaje recomendada

Es momento de desarrollar la destreza de la observación, a continuación le invito a desarrollar la siguiente actividad:

Riesgos mayores

¿Qué tal le pareció? ¿Le fue útil y entretenida la actividad?, en este ejercicio interactivo se observó diferentes escenarios en distintos lugares de trabajo cotidianos en donde el encargado de seguridad ocupacional, es decir, usted, debe identificar los riesgos de tipo mayor, a los que están expuestos los trabajadores, en donde dependiendo de la identificación y análisis deberá plantearse un plan preventivo que más adelante lo revisaremos.



Bienvenido estimado estudiante a esta segunda semana, continuaremos revisando la primera unidad, esta vez vamos a adentrarnos a los riesgos mayores, seguiremos revisando varios puntos de vista que nos dará una amplia perspectiva de más, escenarios de riesgo.

¡Ánimo le invito a continuar!

1.2. Riesgos mayores

Los riesgos mayores son los más temibles, por todas las afectaciones que provocan tanto a la empresa y los efectos al medioambiente, en algunos casos un riesgo mayor trae consecuencias graves para el desarrollo normal de poblaciones, las cuales acogen a estas empresas, inclusive afectando la salud de una comunidad.

Los riesgos mayores se relacionan directamente con los accidentes mayores, ya que los últimos se derivan de los primeros. Cuando se habla de riesgos mayores, la óptica de estos es a escala industrial, los más comunes son los incendios, explosiones, nubes tóxicas y la dispersión de productos radioactivos.

- **Peligros naturales**

Es relevante mencionar que los peligros naturales, deben tenerse en cuenta en los programas medioambientales dentro de las empresas para poder controlar su incidencia. La mayoría de los accidentes industriales graves se deben a un número simultáneo de causas como son:

- Por error de los operadores, fallo de algún componente de la instalación y reacciones químicas incontroladas. Concretamente, las dos primeras han sido las causas que han originado el 67% de los accidentes severos en la Unión Europea en el periodo 1985-1997, según el registro MARS (Major Accident Reporting System).

- Aunque suelen asociarse los accidentes a las instalaciones químicas, hay otros sectores responsables de accidentes graves. Cabe citar la actividad agrícola, el transporte de mercancías peligrosas y el transporte de viajeros o de otras mercancías. Así, los accidentes relacionados con los vertidos de petróleo en el mar ligados a su transporte son especialmente conocidos. Aunque no hay evidencia de daños irreversibles causados por los grandes vertidos de petróleo ni por los pequeños y continuos derrames, es posible que un seguimiento continuado durante largos periodos ponga en evidencia, en el futuro, los efectos crónicos de estos peligros.

Según la base de datos MARS, los accidentes severos en la Unión Europea en el periodo 1985-1997 fueron 312. Dichos accidentes, en función de las consecuencias ocasionadas, se detallan a continuación:

- Sin consecuencias o de pequeña importancia: 43 accidentes.
- Con heridos en la instalación: 94 accidentes.
- Heridos alejados de la instalación: 26 accidentes.
- Con muertos en la instalación: 47 accidentes.
- Con muertos alejados de la instalación: 16 accidentes.
- Daños ecológicos: 21 accidentes.
- Con pérdidas materiales cuantificadas en la instalación: 57 accidentes.
- Con pérdidas materiales alejadas de la instalación: 9 accidentes.
- Alteraciones de la vida comunitaria: 121 accidentes.

Tomando en cuenta que, en un mismo accidente, puede provocar distintos efectos, resulta que la suma de accidentes del ejemplo anterior supera al número total de accidentes acaecidos en el periodo. Según esta la información disponible, dos terceras partes de los accidentes produjeron daños ecológicos por contaminación del agua.

1.3. Escenarios de riesgo

La Organización Internacional del Trabajo establece ciertos principios en su repertorio de recomendaciones prácticas para prevenir accidentes industriales mayores (OIT,1991) señala que las instalaciones de riesgo mayor pueden causar accidentes mayores dentro de las siguientes categorías:

- a. El escape de sustancias tóxicas en toneladas, que sean mortales o nocivas, incluso a distancias considerables del punto de escape.
- b. El escape de sustancias sumamente tóxicas en kilogramos, que sean mortales o nocivas, incluso a distancias importantes del punto de escape.
- c. El escape de líquidos o gases inflamables, en toneladas que pueden arder produciendo altos niveles de radiaciones térmicas o formar una nube de vapor explosivo.
- d. La explosión de materiales inestables o reactivos.

Cuando existen instalaciones de este tipo, el país, ciudad o poblado que acoja la industria o empresa deben estar muy pendientes de su funcionamiento, debe ser de alto interés prestar el apoyo a quien le corresponda y realizar un sistema de prevención de riesgos mayores juntamente con un plan de seguridad por parte de los altos mandos.

Con respecto a la contaminación del agua en la que es difícil predecir la localización de un accidente es el transporte. En particular, las consecuencias de la rotura de una tubería pueden ser graves debido a las importantes pérdidas de fluidos que pueden producirse antes de poder cortarlas.

Tabla 1.

Ejemplos de los tipos de accidentes mayores en el mundo

Distribución de los accidentes		
Origen	Nro. Casos	%
Transporte	2341	39.0
Planta de proceso	1469	24.5
Almacenamiento	1044	17.5
Carga y descarga	494	8.3
Doméstico/Comercial	348	5.8
Otros	296	4.9
Total	5992	100

Nota. Adaptado de Análisis del riesgo en instalaciones industriales (p.17), por Casal et al,2002, UPC.

En la tabla 1, se describen accidentes que más ocurren en la Industria a nivel mundial provocado por fugas de sustancias o gases tóxicos que suceden durante el almacenamiento y también transporte de las mismas.

Es importante plantear escenarios que inclusive ni nos imaginamos para establecer posibles sucesos tales como una explosión, un incendio, un escape de gases, recordemos que los accidentes se dan de forma fortuita, sin dejar atrás el historial de eventos ocurridos, sin olvidar factores naturales del lugar donde se encuentre como por ejemplo: inundaciones, movimientos en masa(derrumbes, deslizamientos), sismos, erupciones volcánicas, fallas geológicas; ya que los fenómenos naturales contribuyen en gran parte a una cadena catastrófica de accidentes mayores.

Estimado estudiante con la finalidad de reforzar sus conocimientos sobre los accidentes mayores y algunos principios de la prevención, le invito a leer el Capítulo 56 de Prevención de Accidentes de la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo del INSST titulado: [Accidentes y Gestión de la Seguridad](#), en este capítulo, concretamente desde la página 5-11, en el documento se realiza un análisis específico de los accidentes, también se plantean teorías de las posibles causas de accidentes mayores. Se aborda el control de los riesgos fundamentado en la buena práctica, la cual consiste, en la utilización, en el diseño o proyecto, construcción y operación de normas y códigos internacionalmente aceptados y, por otra parte, que las medidas adoptadas sean fiables en el sentido de no fallar cuando realmente se necesitan.



Generalmente, cuanto antes se apliquen estas medidas, el coste será menor, su aplicación más fácil y probablemente su eficacia será mayor. Por tanto, estas medidas que deben plantearse con la redacción del proyecto programado, contemplando fundamentalmente la reducción de inventarios de sustancias peligrosas y que, ocasionen una menor alteración el medioambiente (Miner, s.f.).

¡Buen trabajo! Hemos concluido la unidad 1, donde revisamos los conceptos sobre riesgos mayores, a continuación, se propone las siguientes actividades de aprendizaje.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1:

Estimado estudiante, en esta semana usted ha podido conocer sobre los riesgos mayores en el ámbito de la Industria, por ello, el primer ejercicio que debe realizar es investigar sobre los grandes accidentes industriales registrados a lo largo de la historia, utilizando los recursos educativos que tenga a su alcance, luego realice su top 10 de accidentes mayores, según el nivel de afectación, posterior a esto, escoja el accidente que considere que mayores daños causó, y analícelo con estas dos preguntas:

1. ¿Por qué falló la gestión del riesgo mayor?
2. ¿Cómo se debió manejar al riesgo?

Nota: Realice su ejercicio en un documento Word o libreta de notas.

Actividad 2:

Para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Posteriormente, al finalizar esta actividad, contrasté sus respuestas con las del solucionario y así podrá evidenciar sus aciertos y desaciertos.



Autoevaluación 1

Responda verdadero o falso según corresponda

1. () Los riesgos denominados como mayores son considerados como los menos catastróficos que se dan en el sector industrial.
2. () Dentro de la prevención de riesgos, un peligro se define como la probabilidad de que ocurra un daño en un lugar de trabajo.
3. () Un riesgo convencional está relacionado con actividades y equipos existentes en cualquier sector.
4. () Los fenómenos naturales contribuyen en gran parte a una cadena catastrófica de accidentes mayores.
5. () Los factores humanos figuran entre las principales causas de accidentes en el trabajo.
6. () La teoría de la propensión al accidente se basa que una vez que un trabajador sufre un accidente, la probabilidad de que se vea involucrado en otros en el futuro aumenta o disminuye respecto al resto de los trabajadores.

Seleccione la respuesta o varias respuestas correctas para cada enunciado

7. _____ pueden causar accidentes mayores dentro de un lugar de trabajo
 - a. El control y monitoreo periódicos en una determinada área de trabajo.
 - b. Escapes de gases y líquidos inflamables.
 - c. Transporte de sustancias tóxicas en un ambiente lluvioso.

8. _____ son formas de controlar la transferencia de energía para evitar accidentes mayores.
- Mantenimiento preventivo.
 - Capacitación continua del personal que labora en las áreas de mayor riesgo.
 - Modificación del diseño o de las especificaciones de los elementos de trabajo.
9. _____ se consideran como actos inseguros dentro del estudio de la estructura de un accidente
- Equipos, herramientas o máquinas defectuosas.
 - No utilizar equipos de protección existentes.
 - Iluminación y ventilación inadecuadas.
10. _____ pueden ocasionar daños por su naturaleza y se los considera dentro de los riesgos denominados como específicos.
- Utilización de productos radioactivos.
 - Manipulación de productos tóxicos.
 - Electrocución.

[Ir al solucionario](#)



Bienvenido estimado estudiante a una semana más de estudio, esta vez iniciaremos una nueva unidad, la misma que se enfocará a la identificación, análisis y evaluación de riesgos mayores, estas temáticas nos irán formando bases sobre un criterio técnico como parte del proceso de aprendizaje sobre los riesgos mayores. ¡Le invito a empezar!

Unidad 2. Identificación, análisis y evaluación de riesgos mayores

2.1. Identificación de peligros

Para la prevención de riesgos laborales, es importante contemplar globalmente todas las circunstancias de los posibles de riesgos, identificar los peligros de origen natural y antrópico en los diferentes escenarios de trabajo de la empresa, tanto al interior como al exterior de ella, a continuación, se explicará parámetros a considerar en el ámbito laboral y ambiental.

2.1.1. En el ámbito laboral

Antes de iniciar esta segunda unidad es importante que revisemos algunos conceptos, los cuales deben estar claros para esta asignatura; se toma como referencia de la legislación española, el Real Decreto 1254/1999, del 16 de julio, en el artículo 3, página 5, realiza las siguientes definiciones:

- **Peligro:** la capacidad intrínseca de una sustancia peligrosa o la potencialidad de una situación física para ocasionar daños a las personas, los bienes y al medio ambiente.
- **Accidente grave:** es cualquier suceso, tal como una emisión en forma de fuga o vertido, incendio o explosión importantes, que sea consecuencia de un proceso no controlado durante el funcionamiento de cualquier establecimiento, que suponga una situación de grave riesgo, inmediato o diferido, para las personas, los bienes y el medioambiente, bien sea en el interior o exterior del establecimiento, y en el que estén implicadas una o varias sustancias peligrosas.

Es relevante destacar que un accidente es un suceso que se da, de forma fortuita e inesperada, que cuando no se puede controlar puede causar daños irreparables, generalmente en la industria química suelen darse episodios de emisión, escape, vertido, incendio y explosión, las mismas que se relacionan con sustancias peligrosas (Casal et al, 1999).

Dentro de la identificación de los peligros en una industria o empresa en general, el encargado de salud y seguridad ocupacional de la empresa debe realizar una lista de instalaciones de riesgo mayor, de las sustancias peligrosas y productos tóxicos, que se usen dentro de los procesos o funciones diarias de la maquinaria de la empresa, una vez realizada la identificación de las mismas debe categorizarse por el nivel de peligro de las mismas; es muy importante que se determine la cantidad máxima permisible, con respecto a las siguientes sustancias:

- a. Productos químicos tóxicos como: amoniaco, cloro, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno, disulfuro de carbono, fluoruro de hidrógeno, hidrocloruro, trióxido de azufre, acrilonitrilo, fosgeno, isocianato de metilo.
- b. Líquidos y gases inflamables.
- c. Sustancias explosivas: nitrato amónico, nitroglicerina, trinitrotolueno.

Tabla 2.
Límites permisibles de algunos productos

Tipo de producto	Cantidad (toneladas)
Líquidos inflamables	50.000
Gases Inflamables licuados a presión o refrigerados	200
Gases inflamables	200
Productos tóxicos e inflamables	200
Productos muy tóxicos	20

Nota. Adaptado de Análisis del riesgo en instalaciones industriales (p.45), por Casal et al,2002, UPC.

En la tabla 2 se exponen valores permisivos de forma general, es necesario aclarar que dependiendo de las sustancias o productos existen cantidades menores en kg de cualquier producto de los expuestos en el cuadro, que también resultan ser peligrosas.



En el documento que puede revisar a continuación, usted conocerá los protocolos, manejo y etiquetado que toda empresa debe cumplir durante su transporte y almacenamiento según la Norma técnica ecuatoriana sobre el transporte, almacenamiento suscrita en el 2013: [transporte-almacenamiento-y-manejo-de-materiales-peligrosos](#).

Ahora usted ya pudo revisar a detalle sobre el transporte y almacenamiento e inclusive tratamiento de desechos peligrosos, en la página 2,4,5 detalla protocolos establecidos por el Ministerio del Ambiente, las mismas que presentan algunas descripciones de muchas de las sustancias más usadas en la industria, finalmente en los anexos existen formatos los cuales se puede utilizar para el embarque, el formato de seguridad de materiales peligrosos, modelo de tarjeta de emergencia, modelos de clasificación y matrices comparativas, que resultan muy útiles a la hora de la identificación de sustancias peligrosas en cada empresa.

2.1.2. En el ámbito ambiental

Si bien es cierto, los peligros que hemos revisado son los que están a diario presentes en los puestos de trabajo, pero también se debe tomar en cuenta factores externos como son los geológicos, ambientales, los mismos que aumentan aún más el nivel de peligro de los trabajadores y de la empresa en general, es por ello por lo que revisaremos sobre los riesgos geológicos que se presentan en nuestro planeta.

- **Riesgos geológicos**

En nuestro planeta diariamente ocurren procesos geodinámicos externos e internos, los cuales afectan la superficie de la tierra, sumado a estos factores climáticos que detonan fenómenos naturales que causan daños, que en el peor de los casos se tornan incontrolables.

Los problemas que se derivan de la interacción entre el medio geológico y las actividades humanas hacen indispensable la planificación de actividades adecuadas para conseguir un equilibrio entre las condiciones naturales y la ocupación del territorio, implementando métodos de prevención y mitigación para riesgos geológicos (González et al,2006).

Los procesos dinámicos del planeta se producen interna y externamente, los mismos que alteran la superficie de la tierra, afectando la estabilidad de los terrenos, sumado a esto, los factores meteorológicos como favorecen a nuevos procesos como a continuación se explica en la siguiente tabla.

Tabla 3.

Procesos geológicos y meteorológicos que pueden causar riesgos

Procesos	Riesgos
Procesos geodinámicos externos	<ul style="list-style-type: none">▪ Deslizamientos y desprendimientos.▪ Hundimientos y subsidencias.▪ Erosión.▪ Expansividad y colapsabilidad de suelos.
Procesos geodinámicos internos	<ul style="list-style-type: none">▪ Terremotos y tsunamis.▪ Vulcanismo.▪ Diapirismo.
Procesos meteorológicos	<ul style="list-style-type: none">▪ Lluvias torrenciales y precipitaciones intensas.▪ Inundaciones y avenidas.▪ Procesos de arroyada.▪ Huracanes.▪ Tornados.

Nota. Adaptado de Ingeniería Geológica (p. 608), por González et al, 2006, Pearson Educación.

Existen varios fenómenos naturales como la erosión, la disolución, movimientos sísmicos y erupciones volcánicas, son factores detonantes que producen otros procesos geológicos como movimientos del terreno, deslizamientos de cierta magnitud, desprendimientos en las laderas, hundimientos, los cuales causan víctimas y pérdidas económicas. Si se toma como referencia otros fenómenos naturales de origen climático como inundaciones y ciclones, en las dos últimas décadas, el número de fallecidos han superado los 3 millones, con más de 800 millones de damnificados; según el Banco Mundial, entre los años 90 y 96 los desastres naturales han superado los 40.000 millones de dólares en pérdidas (Murck et al., 1996).

▪ **Daños asociados a un proceso geológico**

Los efectos que provocan distintos procesos geológicos, dependen de la **velocidad, magnitud y extensión**, por ejemplo, los movimientos del terreno pueden ocurrir de forma violenta y catastrófica (terremotos, grandes deslizamientos repentinos, hundimientos) o de forma lenta como: flujos y otros movimientos de laderas o subsidencias, etc.).

En cuanto a la posibilidad de prevención y predicción, el tiempo de aviso de estos fenómenos geológicos como terremotos o inundaciones repentinas (*flash floods*), no se pueden predecir, por lo tanto, no se cuenta con el tiempo suficiente para establecer alertas, por esta razón, su afectación puede ser catastrófica.



Los terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, grandes deslizamientos y avalanchas de millones de metros cúbicos en áreas montañosas quedan fuera del alcance y control humano (González et al, 2006).

Cuando aplicamos el término riesgo en el campo de los fenómenos geológicos, generalmente se lo utiliza para referirse a un proceso más o menos violento catastrófico que puede afectar a bienes o infraestructuras y causar pérdidas de vidas humanas.

En este contexto se maneja mucho el término de peligrosidad, el cual se refiere al proceso geológico, el riesgo a las pérdidas y la vulnerabilidad a los daños.

La Peligrosidad (P) hazard en inglés, hace referencia a la frecuencia de ocurrencia de un proceso y al lugar. Se define como la probabilidad de ocurrencia de un proceso de un nivel de intensidad o severidad determinado, dentro de un tiempo dado y dentro de un área específica (Barbat, 1998).

También es muy relevante identificar las diferencias entre prevención y mitigación dentro del contexto de riesgos geológicos, la prevención es actuar **antes de**, que se dé el fenómeno natural, establecer alertas protocolos, mientras que en mitigación es cuando ya se dio el proceso del fenómeno natural y en esta instancia se lo pretende controlar y reducir, de tal manera que se protege lo que está expuesto y vulnerable.

Si hablamos de *vulnerabilidad*, González et al (2006) afirma que consiste en el grado de pérdidas potenciales de un elemento o conjunto de elementos como consecuencia de la ocurrencia de un fenómeno natural de una intensidad determinada. Dependiendo de las características del elemento (no se considera el valor económico) considerado y de la intensidad del fenómeno, suele evaluarse entre 0 (sin daño) y 1 (pérdida o destrucción total del elemento) entre 0% y 100% de daños.



En el riesgo sísmico, la vulnerabilidad de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana se define como su predisposición intrínseca a sufrir daños ante la ocurrencia de un movimiento sísmico de una severidad determinada (Barbat,1998).

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio, con respecto a los contenidos temáticos contemplados en la unidad 2 previstos para la semana 3. Le sugiero elaborar una síntesis de los temas que hemos trabajado, lo cual facilitará la comprensión de las temáticas y conceptos de las unidades posteriores.

Actividades de aprendizaje recomendada

Actividad 1:

Para complementar el estudio de los temas de la semana 3, le invito a ver los siguientes videos que nos da una explicación sobre cómo se originan algunos procesos naturales, además de su comportamiento, le invito a observar los siguientes videos:

- [Dinámica interna de la Tierra](#)
- [Dinámica externa de la Tierra](#)

Retroalimentación:

Como pudo observar en el primer video nos explica cómo es la dinámica interna del planeta provocado por la energía interna, que produce fenómenos geológicos como sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, mientras que en el segundo video se explica los procesos de dinámica externa donde la mayor influencia es la energía solar estimulando la erosión, sedimentación y meteorización, factores que desencadenan movimientos en masa como deslizamientos, caídas de rocas, flujos de lodo; debido a la inestabilidad de los suelos.



Bienvenido a la cuarta semana de clases en el que iniciaremos el estudio de una nueva unidad, aprenderemos a identificar, analizar y evaluar los riesgos considerados como mayores, les recomiendo estudiar los temas muy responsablemente, ya que es muy relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional, contar con criterio técnico eficaz y óptimo. ¡Lo animo a que empecemos con el estudio!

2.2. Análisis de riesgos mayores

Una vez realizada la identificación y caracterización de sustancias peligrosas, se debe determinar los probables escenarios de riesgo y también, se realiza de las propiedades físicas, químicas, toxicidad, explosividad e inflamabilidad, dependiendo de cada sustancia o producto; mientras que en el caso de procesos geológicos o meteorológicos se tomará en cuenta sus antecedentes históricos y factores topográficos.

Las posibles causas de dichos accidentes pueden ser: mangueras rotas, rotura o taponamiento de válvulas con diámetros pequeños, impacto de vehículos en maniobra, mal mantenimiento o por fenómenos naturales (Collazos,2022).

- **Análisis histórico**

Es primordial se realice un análisis histórico, con la finalidad de obtener información que se torna muy valiosa porque son eventos que pasaron y nos proporcionan datos que ningún método analítico o experimental que se implemente en mediciones nos lo daría, para definir medidas técnicas y organizativas para reducir la probabilidad de accidente, establecer medidas de prevención y para elaborar planes de emergencia.

En el análisis histórico es una técnica que se basa en una recopilación de accidentes, en forma de banco de datos, donde se encuentra almacenada la información. La recolección de información se realiza de forma sistemática, es relativa a diferentes accidentes ocurridos en el pasado en plantas industriales y actividades afines, que ha permitido, en algunos casos, la acumulación de datos concretos sobre una determinada situación, equipo u operación: carga o descarga de cisternas, transporte de mercancías

peligrosas, procesos de fabricación de un producto determinado, parques de almacenamiento, vertido de líquidos inflamables, escape de un gas tóxico, etc. (Casal, J. et al, 1999).

El objetivo es detectar equipos en mal estado, identificar fallas en los procesos que han detonado accidentes en el pasado, para proponer medidas preventivas y correctivas que mejoren eficientemente los procesos cotidianos y se minimice el error humano, un análisis histórico debe constar de los siguientes pasos:

- a. **Recolección de información:** se incluye información sistemáticamente registrada en años anteriores, los datos deben ser permitir un procedimiento estadístico.
- b. **Bancos de datos de accidentes:** no existe método definido para realizarlo, se lo crea con ayuda de un formulario por cada accidente, los cuales deben elaborarse de forma clara y detallada, donde en primera instancia se debe identificar el tipo de actividad(transporte, carga, proceso, etc.); tipo de Industria; tipo de producción (qué producto se elabora); substancias implicadas; tipo de accidente (incendio, explosión, etc.); datos generales(fecha, hora, secuencia del suceso); sistemas implicados; identificación de las consecuencias internas (planta externo medio ambiente); por ejemplo, en España, la Universidad Politécnica de Cataluña ha elaborado un banco de datos denominado ESTRALL[CERT93], donde recoge datos de accidentes en la industria química y transporte de mercancías peligrosas.
- c. **Análisis de peligros:** se utiliza la metodología Hazop. A continuación, se detalla:

- **Análisis de peligros y operatividad (HAZOP)**

Es una técnica deductiva para la identificación de peligros, donde se analiza problemas operacionales para establecer medidas correctivas para reducir los riesgos y mitigarlos. Se realiza un análisis sencillo, para encontrar fallas en cualquier sistema, las mismas que provocarían desde una sencilla paralización en las maquinarias hasta un accidente con graves consecuencias. En esta metodología se usan palabras guía como: no, más, menos, parte de, etc., además se usan parámetros del sistema (caudal,

presión, temperatura, nivel, etc.) que direcciona a determinar las causas y consecuencias. En la siguiente tabla se presenta un resumen de las variables y palabras guía que se utilizan en el análisis HAZOP.

Tabla 4.

Palabras guía y variables de proceso que se utilizan en el análisis HAZOP

Palabras guía	Significado	Parámetros del proceso	Ejemplos de desviación
No	Negación de la intención del diseño	Temperatura Presión Nivel Reacción	No + caudal= Falta de caudal
Menos	Disminución cuantitativa	Composición Caudal	No + nivel= Bajo nivel
Más	Aumento cuantitativo	Velocidad Tiempo Viscosidad	Más + presión = Presión excesiva
Otro	Sustitución total o parcial	Mezcla Voltaje	Otra+Composición = Presencia de impurezas
Inverso	Función opuesta de la intención del diseño.	Adición Separación Ph	Inverso+caudal= Flujo inverso

Nota. Adaptado de Análisis del riesgo en instalaciones industriales (p.55), por Casal et al,2002, UPC.

Se recomienda realizar este análisis juntamente con un técnico experto que maneje el proceso o instalación que se va a examinar, para entender esta metodología de mejor manera se propone un ejemplo sencillo donde se debe considerar lo siguiente:

- La instalación a analizar, es un sistema de calentamiento a través de un horno mediante un circuito cerrado de aceite térmico que tiene la función de calentar otros fluidos y equipos, en una refinería.
- La temperatura máxima alcanzada por el aceite durante el proceso es de 330°C a la salida del horno.
- El aceite térmico utilizado es producido en la destilación primaria (topping) del crudo y tiene una temperatura de inflamabilidad de 175°C.
- La presencia de gas en la aspiración del aire del horno puede producir la formación de una atmósfera explosiva.

Tabla 5.*Modelo orientativo HAZOP*

Localidad: xx Instalación: calentamiento de aceite				Fecha: xx Revisión: xx Plano:	
Palabra guía	Variable	Desviación	Causas posibles	Consecuencias posibles	Medidas correctoras
Más	Temperatura	Exceso de temperatura del aceite	Exceso de combustible por válvula abierta.	Degradación del aceite y formación de mezclas peligrosas.	Instalar una válvula para cortar el combustible y un sistema de bloqueo.
			Menor caudal de aceite	Aumento de la temperatura de las tuberías con peligro de formar hollín en el interior del tubo.	temperaturas elevadas, en los tubos a la salida del aceite.
Otro	Composición	Modificación de la composición del gas de refinería	Cambio de los parámetros del gas que determinan la forma de la llama.	Cambio de la forma de la llama que llega a los tubos, puede provocar sobrecalentamientos puntuales con peligro de formar hollín en el interior de los tubos.	Controlar la composición del gas de refinería en la entrada del horno (densímetros, etc.).

Nota. Adaptado de Análisis del riesgo en instalaciones industriales (p.57), por Casal et al,2002, UPC.

En el ejemplo expuesto en la tabla, las medidas correctoras sirven como modificaciones introducidas en el sistema de control y protección de la instalación de calentamiento de aceite, que mejoran su seguridad, que evitarán el aumento de temperatura en las tuberías, la degradación de los aceites que se utilizan para el proceso y la formación de mezclas peligrosas. Con estas nuevas adaptaciones estamos realizando una prevención ante la posibilidad de incendios o explosiones.

- **Método del análisis de la cadena causal**

Ahora revisaremos un método sencillo y práctico denominado *Método del análisis de la cadena causal*, el cual se basa en un modelo causal de pérdidas, cuyo objetivo es recordar y comprender como sucedió el hecho que originó el accidente laboral.

Para llevar a cabo este método de análisis de las causas, se asciende lógica y cronológicamente destacadas en etapas que a continuación se mostrará en el siguiente cuadro:

Figura 1.
Determinación y clasificación de las causas



Nota. Adaptado de Manual para la Investigación de accidentes (p.19),por Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral, 2005, OSALAN.

En la figura 1 se puede visualizar que en cada etapa se busca los antecedentes, en la etapa anterior el por qué, es decir, un análisis en cadena cronológico. A continuación, se detallará los pasos a seguir para aplicar este método:

- Anotar todas las pérdidas: en este primer paso debemos tener claro que una perdida es el resultado que provoca un accidente, por ejemplo: herida incisa contusa mano derecha.

- b. Anotar los contactos o formas de energía que causaron la pérdida: se trata de lo que ocasionó la pérdida, es decir, el contacto que produjo la lesión o daño. Ejemplo: tropezó con, golpe con un objeto en movimiento, caídas en distinto nivel, contacto con electricidad, atrapado, aplastado, amputado.
- c. Anotar a lado de la pérdida y anteponiéndola a las mismas, a continuación, se ilustra en el siguiente ejemplo:

Tabla 6.

Clasificación de causas

Causa	Pérdida
Herida incisa contusa mano	Mano derecha amputada derecha
Herida incisa contusa mano derecha	Mano derecha amputada
Palma de la mano herida por la punta de un destornillador	Infección en herida por no ser desinfectada

Nota. Adaptado de Manual para la Investigación de accidentes (p.20), por Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laboral, 2005, OSALAN.

- d. Elaborar un listado de actos o condiciones inseguras: son las que se presentan justo antes del contacto, es decir, la causa inmediata que lo originó. Ejemplo: sin señalética, herramientas sin mantenimiento, operar a velocidad inadecuada. Dicho esto, quedaría de la siguiente manera:
- **Pérdida:** herida palma de la mano.
 - **Contacto:** palma de la mano herida por la punta de un destornillador.
 - **Causas inmediatas:** punta de destornillador gastada, se reutiliza un tornillo gastado, se sujetó el tornillo sin equipo de seguridad personal.

- e. Elaborar un listado de causas básicas: en este punto intervienen factores personales y factores del trabajo.
 - **Causa inmediata:** uso de destornillador de tamaño inadecuado
 - **Causas básicas:** selección inadecuada de herramienta, normas de trabajo inadecuadas, conocimiento deficiente en el uso, falta de instrucciones previas al trabajo.
 - f. Elaborar finalmente una lista de faltas de control: es la responsabilidad o labor que cada mando debe realizar, se identifica las normas o procesos dentro del plan de prevención de la empresa que no se cumplen o que no son adecuadas para dicha actividad.
- **Análisis de los riesgos geológicos**

Los riesgos geológicos son fenómenos y amenazas globales. Todos los países del mundo, sin distinción, están sujetos a que se produzcan.

Un riesgo geológico no distingue límites geográficos territoriales, se producen en toda la corteza terrestre en magnitudes dantescas. Al producirse causa: pérdidas humanas y económicas. Desde 1992, entra en valoración los efectos ambientales.

Cuando se habla de riesgos geológicos, se fija el conocimiento en fenómenos endógenos y exógenos: sísmicos, volcánicos, riesgos costeros, movimientos de ladera, deslizamientos y más.

La mayoría de los riesgos presentan medidas de prevención organizativas. En tales consideraciones, se debe establecer un sólido concepto de riesgo geológico.

Tabla 7.*Características de los fenómenos y riesgos geológicos*

Fenómeno Geológico:	Riesgo Geológico:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cualquier cambio, alteración, transformación que sufra la corteza terrestre. ▪ Se puede proyectar a fenómenos hasta en el manto y el núcleo. ▪ No hay implicaciones socio – económicas. ▪ Son de interés geológico. ▪ Permiten el análisis y comportamiento de las rocas. ▪ Fenómenos naturales. ▪ No son producidos o iniciados por el hombre. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relacionado con fenómenos geológicos producidos en la corteza, manto o núcleo. ▪ Tiene implicaciones socio – económicas. ▪ Son cuantificados en pérdidas humanas, económicas. ▪ Son de interés geológico. ▪ Pueden ser inducidos: por obras mal planificadas. ▪ Se pueden prevenir. ▪ Se deben ubicar y establecer planes de contingencia. ▪ Se debe planificar el territorio y conocer geológicamente.

Nota. Adaptado de Ingeniería Geológica (p. 613), por González et al, 2006, Pearson Educación.

En la tabla 6 se establece muy claramente la diferencia entre fenómeno y riesgo geológico, un fenómeno geológico es un acontecimiento natural, que está relacionado con cualquier alteración o cambio que sufra la corteza terrestre, como es el caso de la formación de montañas, cuyo proceso tarda miles o millones de años, desarrollándose, en áreas geográficas extensas, también podemos considerar los movimientos de las placas tectónicas y formaciones rocosas. Un riesgo geológico puede originarse por procesos de dinámica interna y pueden ser provocados por fenómenos naturales que causan las mayores catástrofes naturales, estos pueden ser erupciones volcánicas, tsunamis y terremotos, también los riesgos geológicos se derivan de procesos dinámicos externos como deslizamientos e inundaciones, y finalmente podemos considerar los que son inducidos por intervención directa y modificaciones realizadas por el ser humano.

▪ **Criterios de seguridad para el análisis de peligros geológicos**

Los procesos geológicos cuyos efectos representan daños potencialmente graves, deben ser considerados en los cálculos de seguridad y estabilidad de las instalaciones. Una vez que hemos identificado el fenómeno: inundación, deslizamientos, terremotos, erupciones volcánicas, etc., seguido de esto, se debe solicitar un análisis del grado de severidad por los expertos en la materia.

Es necesario conocer que existen normativas o instrucciones que especifican los coeficientes de seguridad, periodos de retorno y otros criterios de seguridad o de aceptabilidad a adoptar, según el tipo de estructura de las instalaciones, factores que no los abordaremos a profundidad debido a que los Ingenieros geólogos son los que realizan este tipo de cálculos. Sin embargo, como encargados de seguridad y salud de la empresa debemos tomar en cuenta. En la siguiente tabla se presenta los diferentes tipos de estructuras y el tiempo de vida útil para cada uno.

Tabla 8.

Periodo de vida útil para distintas instalaciones

Estructura o instalación	Tiempo (Años)
Almacenamiento de residuos radioactivos	10.000
Centrales Nucleares	40-80
Presas	100-150
Puentes, túneles, y grandes obras de infraestructura	100
Almacenamiento de residuos tóxicos	250
Edificios y construcciones convencionales	50-70

Nota. Adaptado de Ingeniería Geológica (p. 610), por González et al, 2006, Pearson Educación.

La información presentada en la tabla 7 es muy útil al momento de realizar una evaluación de riesgos porque es un parámetro importante a tomar en cuenta al momento de establecer un plan preventivo para la infraestructura de la empresa o las instalaciones donde se desarrollen las actividades o jornadas laborales, también facilita establecer un programa de mantenimiento eficaz de esta manera podemos garantizar fallas estructurales que puedan desatar eventos no deseados que resulten ser catastróficos.

Estimado estudiante, una vez que hemos revisado el análisis de riesgos industriales y geológicos, en este punto es necesario realizar una retroalimentación de estos nuevos conocimientos, a continuación, le invito a realizar la siguiente actividad de aprendizaje.



Actividad de aprendizaje recomendada

Apreciado estudiante es hora de reforzar los contenidos revisados en esta unidad, le proponemos el siguiente ejercicio:

Desarrollo del árbol de causas

Lo hiciste bien, ahora ya aplicaste el método del análisis de la cadena de causas, ¿es sencillo, verdad?; en el ejercicio identificaste causas y efectos, por ello es muy importante mencionar que, sin un Sistema de Prevención, el cual contiene normas y procedimientos, si no existe el control de mando adecuado, se origina la secuencia causa-efecto, sumado a esto no se corrige a tiempo, da paso que se provoquen pérdidas de vidas humanas y económicas (OSALAN, 2005).



Semana 5

2.3. Evaluación de riesgos mayores

Estimado estudiante, ahora revisaremos en este nuevo subtema una de las partes determinantes en el éxito en la prevención de riesgos mayores. Una vez realizado el análisis de riesgos se debe identificar la frecuencia y probabilidad de accidentes, también modelización de accidentes donde destacamos los efectos y finalmente llegamos a conocer la vulnerabilidad (consecuencias).

En el manual de Prevención de Accidentes Industriales mayores de la OIT (1991) señala que una evaluación se debería evaluar mediante datos y técnicas pertinentes a accidentes mayores como incendios, explosiones, escapes de sustancias tóxicas donde se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Estimación de las ondas de choque, la sobrepresión, y los materiales proyectados en los casos de explosión.
- Estimación de las radiaciones térmicas en caso de incendios.

- Estimación de las concentraciones y de las dosis tóxicas, en los casos de escapes tóxicos (p.8).

Es importante utilizar una técnica sencilla que no se utilice de recursos extra por parte de la empresa para que la aplicación de esta no dependa de terceros, sino únicamente de nuestro trabajo, una de las más utilizadas y recomendadas es los árboles de fallas que a continuación se describe.

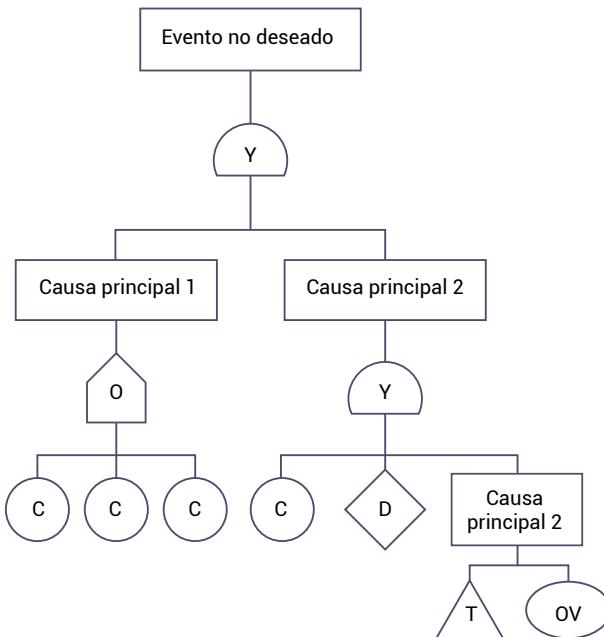
Árboles de fallas: es una técnica deductiva que nos ayuda a analizar una falla o evento inesperado. Casal et al, 1999 señala que las fallas en instalaciones o procesos se dan básicamente en sistemas técnicos que a continuación se detalla:

Fallos primarios: son los defectos de los componentes sin que influya elementos y reacciones con el exterior, por ejemplo: una soldadura mal hecha.

Fallos secundarios: están correlacionadas con elementos detonantes externos. Por ejemplo: rotura de un motor por giro inverso al conectar al revés las fases. Como podemos darnos cuenta tiene que ver con condiciones anómalas al funcionamiento y tienen una causa bien definida (p. 65).

El árbol de fallos, es un análisis sistemático, secuencial, que permite identificar la causa base, de una falla, y por ello se evalúa este proceso, donde, conocemos cuál es el funcionamiento del conjunto de elementos para poder identificar en qué fase inició el problema, y prevenir que vuelvan a ocurrir, obteniendo así, información suficiente para establecer medidas necesarias de prevención para obtener un correcto funcionamiento, creando de esta manera manuales de uso o de procesos donde se pueda conocer también las posibles consecuencias. En la siguiente figura se puede observar la estructura de formal general de un árbol de fallas:

Figura 2.
Estructura del árbol de fallas



Nota. Adaptado de Análisis del riesgo en instalaciones industriales (p.68), por Casal et al,2002, UPC.

Apreciado estudiante para reforzar este contenido, le sugiero revisar este artículo:



Método del árbol de fallos, una vez, examinando este ejemplo de árbol de fallas, se pudo dar cuenta que no es más que un análisis cualitativo y nos proporciona valiosos datos sobre la frecuencia con que probablemente se producirá un accidente.

Además, es necesario explicar la simbología utilizada en la figura 2 que a continuación se detalla:

Tabla 9.*Simbología del árbol de fallos*

	Puerta Y	Establece relaciones. Todos los eventos de abajo tienen que presentarse para que ocurra el evento de arriba.
	Puerta O	Ocurrirá si solo uno o más de los sucesos de entrada se presentan.
	Suceso básico	Es un evento base del árbol, no requiere de mayor desarrollo. No se debe colocar puertas o eventos debajo.
	Suceso no desarrollado	No se puede desarrollar más por falta de información
	Transferencia (otro lugar)	Indica que el árbol sigue en otro punto. Se identifica con otro triángulo.
	Suceso especial	Situación que se puede dar si ocurren ciertas circunstancias como cerrar interruptores con una secuencia específica antes de ocurrir una acción.

Nota. Adaptado de Análisis del riesgo en instalaciones industriales (p.67), por Casal et al,2002, UPC.

Estimado estudiante como se pudo haber dado cuenta, para utilizar esta metodología se debe tener conocimientos previos del funcionamiento del sistema que se va a evaluar o realizarlo con ayuda de un experto o trabajador que diariamente labora en dentro de área de trabajo, lo cual es primordial para el éxito al momento del análisis cualitativo que a continuación se explicará:

Si el evento no deseado está unido a la puerta O se producirá si sucede uno o más antecedentes:

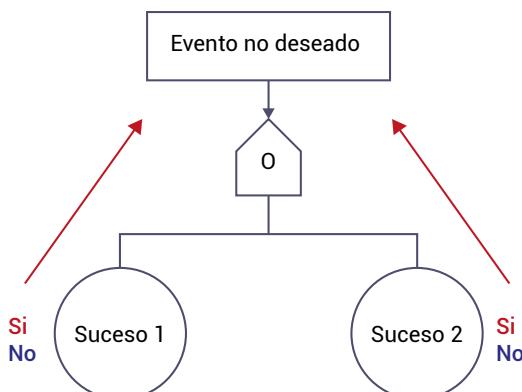
Tabla 10.
Aplicación para la puerta O

Puerta O		
Suceso 1	Suceso 2	Evento no deseado
Si	Si	Si
Si	No	Si
No	Si	Si
No	No	No

Nota. Adaptado de Análisis del riesgo en instalaciones industriales (p.71), por Casal et al,2002, UPC.

En la tabla 10 de aplicación para la puerta O nos indica 4 diferentes casos que se pueden dar, por ejemplo: si el suceso 1 y 2 se dan entonces el evento no deseado si ocurriera, mientras que si el evento 1 y 2 no se dan entonces no ocurría el evento deseado, las otras dos posibilidades que se puedan dar donde uno de los dos sucesos puede darse y el otro no, de igual manera si ocurriese en evento no deseado. En la siguiente figura se puede observar gráficamente como se aplicaría la tabla 5 y 6 en el árbol de falla.

Figura 3.
Aplicación gráfica de la puerta O



Nota. Elaboración propia.

Finalmente, vamos a revisar con respecto a la puerta Y, se producirá el evento no deseado, si y solo si, se producen todos los sucesos relacionados con él.

Tabla 11.

Aplicación para la puerta Y

Puerta Y		
Suceso 1	Suceso 2	Evento no deseado
Si	Si	Si
Si	No	No
No	Si	No
No	No	No

Nota. Adaptado de Análisis del riesgo en instalaciones industriales (p.73), por Casal et al,2002, UPC.

En la tabla 11, ilustra el análisis para la puerta Y, nos indica que para que ocurra el evento no deseado, deben darse los dos sucesos, en cualquiera de los otros casos no ocurrirá. Estimado estudiante de la misma forma que la puerta O se razona gráficamente como en la figura 3, pero con las condiciones de la tabla 9.

■ **Evaluación de riesgos geológicos**

En la evaluación de riesgos geológicos se toma en cuenta la vulnerabilidad, como ya se explicó en el subtema anterior de la unidad 2, se basa en los daños o perdidas que son la consecuencia de los fenómenos geológicos o naturales, que cuentan con cierta intervención antrópica.

Por ejemplo, en una erupción volcánica, podemos analizar, que es un fenómeno geológico, que se da de forma natural, por ende es también considerado un fenómeno natural, lo planteamos que se da en dos casos:

- **Caso 1:** erupción volcánica en la región amazónica, ninguna población cercana.
- **Caso 2:** erupción volcánica cerca de una población.

Como simple consideración de lógica, ya se puede imaginar donde habrá mayor afectación y en este punto es donde, aparece el término *amenaza*, en el caso 1 este fenómeno geológico no representa una amenaza, por lo tanto, no existe vulnerabilidad, es decir en el caso de que se dé la erupción

volcánica, no habrá daños tanto ambientales, económicos o lo que es peor pérdida de vidas humanas, mientras que en el caso 2, la erupción es una amenaza natural indudablemente, porque tenemos población que va a resultar afectada se van a ver daños a infraestructura y posiblemente pérdidas de vidas humanas. Por ello, una amenaza natural representa un evento peligroso que causa fatalidades o daños severos, que cuando sobrepasa la capacidad de responder de una población, tornándose de esta manera en un *desastre natural*.

Tabla 12.

Elementos por considerar para la evaluación de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad	Criterios	Daños o pérdidas
Social	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La intensidad y velocidad del fenómeno. ▪ La densidad de población. ▪ La vulnerabilidad estructural. ▪ El tiempo de aviso. ▪ Sistemas de emergencia y respuesta. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muertos y desaparecidos. ▪ Heridos y discapacitados. ▪ Personas sin hogar. ▪ Epidemias y enfermedades. ▪ Personas sin trabajo.
Estructural	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensidad y velocidad del fenómeno. ▪ El tipo y características de las construcciones. ▪ La concentración en áreas de población. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daños sobre edificios e infraestructuras. ▪ Daños sobre el contenido de estos. ▪ Pérdida de beneficios. ▪ Efectos sobre las personas.
Económica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avalúos de edificios y estructuras. ▪ Coste de reparación de daños causados. ▪ Valores de seguros. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción del valor de los bienes. ▪ Interrupción de los sistemas de transporte. ▪ Pérdidas de ingresos por impuestos. ▪ Perdidas en la productividad humana. ▪ Pérdidas en beneficios comerciales. ▪ Perdidas en recaudación de impuestos.

Nota. En esta tabla se explica los diferentes elementos que se consideran para realizar una evaluación de la vulnerabilidad en el caso de una amenaza o fenómeno geológico. Adaptada de González et al, 2006.

En la tabla 12 podemos observar lo complejo de la evaluación de la vulnerabilidad por un fenómeno geológico, estos efectos sobre los elementos expuestos (edificios, infraestructuras, personas, bienes, etc.), los

mismos que pueden sufrir consecuencias y el coste o valor de ellos puede pueden ser bienes, propiedades, infraestructuras, costes de reparación, etc.



Recuerde que los desastres son la consecuencia de la falta de capacidad de respuesta de la población o comunidad ante un proceso geológico, están relacionadas en áreas donde hay asentamientos y actividades humanas, que involucra pérdidas de vidas humanas y de recursos económicos.

¡Buen trabajo! Le felicito estimado estudiante hemos culminado con éxito la segunda unidad, fundamental en la prevención de riesgos mayores, con base en los conocimientos adquiridos, a continuación le propongo la siguiente actividad para fortalecer sus conocimientos.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1: lectura compresiva y análisis

1. Apreciado estudiante, para reforzar los conocimientos recientemente adquiridos le invito muy amablemente realizar el siguiente ejercicio, le invito muy amablemente a realizar una lectura comprensiva:
[Metodología del “Árbol de fallos y errores”](#)
2. Una vez que ha revisado el artículo, le invito a razonar lo siguiente:
 - ¿Es importante realizar un análisis de peligros en una empresa?

En esta metodología usted pudo darse cuenta de que en todo trabajo existe la probabilidad del error humano, y fallas de la maquinaria que se utilice, ya sea porque terminó su vida útil, un mal mantenimiento o manejo, es por ello que es prioritario identificar los defectos en el diseño, operaciones, fallos de los programas de funcionamiento que son los inconvenientes más comunes.

- ¿El encargado de seguridad y salud ocupacional cada qué tiempo debería realizar un control en las zonas operativas identificadas de alto riesgo?

El control debería realizarse periódicamente para revisar si las condiciones de trabajo han cambiado, es decir, realizar una inspección continua, para identificar cambios que pudieron haber realizado los trabajadores es importante verificar que los protocolos se cumplan, según lo que se ha establecido. Hay casos que es necesario la incorporación de equipos de trabajo, cambio de posición de estos, utilización de productos químicos nuevos, operaciones de reparación o mantenimiento especiales, por ello es una medida de prevención primordial.

- ¿Es necesario realizar un control de la organización y métodos de trabajo?

Cuando hablamos de obras civiles, minería, construcción, reparación, es primordial el control y cumplimiento de protocolos, planes de prevención, contingencia, en el caso de manejo y transporte de sustancias inflamables es importante controlar que sea realizado bajo las normas de seguridad establecidas.

Actividad 2:

Para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Posteriormente, al finalizar esta actividad,, contraste sus respuestas con las del solucionario y así podrá evidenciar sus aciertos y desaciertos.



Autoevaluación 2

Responda verdadero (V) o falso (F) según corresponda

1. () Una emisión en forma de fuga o vertido, incendio, explosiones importantes son considerados como peligros.
2. () El método de análisis de la cadena causal se basa en el modelo causal de pérdidas.
3. () El método de evaluación, denominado el árbol de fallos, es un análisis sistemático secuencial, que permite identificar la causa base, es decir donde inició la falla.
4. () En el momento de analizar utilizando el método causal de pérdidas, si hablamos de factores personales y de trabajo, se las puede identificar como causas inmediatas.
5. () Los fallos primarios dentro del árbol de fallas, son los defectos de los componentes, no se consideran elementos o reacciones exteriores.

Enlace la columna A con la columna B según corresponda

6. Enlace los conceptos de la simbología del árbol de fallos, de la columna A con sus correspondientes en la columna B.

Columna A	Columna B
Puerta O	Establece relaciones. Todos los eventos de abajo tienen que presentarse para que ocurra el evento de arriba.
Suceso Básico	No se puede desarrollar más por falta de información.
Puerta Y	Situación que se puede dar si ocurren ciertas circunstancias como cerrar interruptores con una secuencia específica antes de ocurrir una acción.
Suceso no desarrollado	Ocurrirá sí solo uno o más de los sucesos de entrada se presentan.
Suceso Especial	Indica que el árbol sigue en otro punto. Se identifica con otro triángulo
Transferencia	Es un evento base del árbol que no requiere de mayor desarrollo. No se debe colocar puertas o eventos debajo.

Complete los espacios en blanco

7. Una erupción volcánica cerca de una población es considerada como _____.
8. El análisis de peligros y operatividad HAZOP, se analiza problemas operacionales para establecer correctivas para reducir los riesgos y _____.
9. El objetivo del Análisis histórico es detectar equipos en mal estado, identificar fallas en _____.
10. Los desastres son la consecuencia de la falta de capacidad de respuesta de la población o comunidad ante _____.

[Ir al solucionario](#)



Iniciamos la sexta semana con una nueva unidad que trae temáticas muy interesantes, analizaremos más a profundidad los accidentes mayores, cuáles son los que más ocurren, proporcionando información esencial de cada uno de ellos, le animo estimado estudiante, a revisar responsablemente el contenido para su mayor compresión, ¡Éxitos!

Unidad 3. Accidentes mayores

Apreciado estudiante, es momento de revisar los accidentes considerados como mayores en el campo de la salud y seguridad ocupacional, en esta unidad revisaremos los aspectos técnicos de cada uno de ellos, para de esta manera conocer su comportamiento con la finalidad de evitar estos eventos no deseados, a través de planes de prevención y contingencia, los cuales se deben ejecutar en cada empresa.

3.1. Incendios

Según la mecánica del fuego que todos conocemos, para que exista, se necesita de tres elementos: oxígeno, calor y combustible, descrito gráficamente por muchos autores como el triángulo del fuego. Los incendios son los riesgos más peligrosos y temidos por las consecuencias que traen desde el punto de vista humano y económico, que se traducen en pérdida de vidas humanas y recursos materiales. Se originan comúnmente por sobrecargas en enchufes, colillas de cigarrillo, chispas o llamas de sopletes, soldaduras, calefactores eléctricos. Basándonos en lo anteriormente mencionado se pueden crear estrategias de prevención y mitigación para el sector industrial. Según Asfahl y Rieske (2010), la mejor forma de tratar con los incendios es prevenirlos de forma eficaz, anticipándose en las fuentes, es importante tener en cuenta que cada instalación es diferente y requiere de un análisis técnico individual según características y componentes.

- **Buenas prácticas de mantenimiento industrial**

El sector de la Industria más vulnerable y con alto riesgo de sufrir incendios son las empresas petroquímicas y nucleares, para este tipo de riesgo es súper importante prevenir con una buena gestión de programas, en esta ocasión se revisará lo que destaca con respecto a este punto, la enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo (s.f.):

- Inspecciones de mantenimiento y seguridad.
- Formación del personal en incendios (brigada).
- Mantenimiento y reparación de equipos.
- Seguridad y prevención de incendios provocados. (p.16).

Las modernas herramientas informáticas de evaluación del riesgo de incendio en instalaciones industriales proporcionan una gran ayuda al mantenimiento para minimizar los riesgos del combustible y prevenir su contacto con fuentes de ignición. El software FREM (Fire Risk Evaluation Method) de Australia considera el mantenimiento como un factor clave en la seguridad contra incendios (Keith, 1994).

3.1.1. Tipos de fenómenos del fuego

Estimado estudiante en este subtema estaremos revisando rápidamente los tipos de fuego que se desarrollan en un evento catastrófico como un Incendio, se detallaran parámetros específicos que cada uno de ellos posee. Esta clasificación la manejan los bomberos a nivel general en todo el mundo.

- **Combustión súbita generalizada (*Flashover*)**

En la combustión súbita generalizada, en el desarrollo del Incendio el fuego se propaga rápidamente, en el escenario de ocurrencia se encuentra presente material combustible expuesto a radiación térmica. En el principio se origina un fuego que transmite calor por convección de gases que calientan otros elementos combustibles, además de paredes y pisos, luego en el crecimiento y desarrollo del fenómeno existe una propagación de productos y gases calientes a nivel lateral, por ejemplo, en un sitio cerrado o infraestructura se suelen formarse capas calientes debajo del techo, de esta manera crece el fuego y la tasa de flujo radiante también.

- **Ignición de capa de humo (*Flameover*)**

Un *flameover* nace de un *flashover*, funciona de la siguiente manera: una vez que se ha formado la capa caliente debajo del techo se ha concentrado en el límite o por encima del límite inferior de inflamabilidad, se inflama y se quema. Cabe mencionar una particularidad del *flameover*, es necesario para que la ignición ocurra, los gases deben mezclarse con el aire fresco, mientras este proceso continúa, los gases se unen en un frente de llama que comenzarán a propagarse, comúnmente se observa que se desplaza por el techo.

- **Contratiro (*Backdraft*)**

En este tipo de fenómeno, se considera la combustión súbita y rápida en un espacio confinado donde se relacionan dos elementos: el aire y la materia orgánica degradada y otros materiales, excepto vidrio y metales, llamada pirolisis, es decir, se produce una combustión con los materiales no quemados y con las corrientes de aire que ingresan se suman las brasas, lo cual nos da como resultado el *backdraft*.

- **Bleve (*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*)**

Si consultamos en la literatura disponible a mano, encontraremos que es una explosión que se debe a expansión veloz y violenta de vapor producto de la ebullición de un líquido liberado súbitamente que ha estado almacenado y expuesta a alta presión, y que por cuestiones de presión y temperatura se encuentra en estado gaseoso, es decir en forma de gas. Esta liberación se puede dar por la fractura de un recipiente, por un fallo mecánico, sobrepresión, o por impactos externos.

Cuando se almacena gases licuados a temperaturas por encima de los límites de ebullición normal, permanece bajo presión encerrada en un recipiente alejado de la atmósfera, si esta presión se reduce a la presión atmosférica se produce la vaporización rápida e instantánea, este proceso de expansión de líquido a vapor, proporciona la energía para la mezcla de vapor y aire provocando una bola de fuego.

- **Bola de fuego (*Fireball*)**

El fenómeno de fuego denominado como *fireball*, es un incendio rápido, en principio toma una forma esferoidal y luego va tornándose en forma de hongo, básicamente se forma por una combustión de aportación que se produce cuando se libera en el ambiente una masa de gas o polvo combustible y entra directamente a un proceso de ignición. Debido a su magnitud y relevancia lo revisaremos a detalle más adelante.

- **Rebosamiento por ebullición (*Boil-over*)**

El *Boil-over*, se presenta cuando un tanque de hidrocarburos abierto está involucrado en un incendio previo, las condiciones prestan la factibilidad para que este evento se presente, la capa superficial donde arde el fuego se desgasta el material comburente, los residuos que se van formando se vuelven más densos que el combustible que no está quemando, se hunden formando en el fondo del recipiente o tanque una capa caliente, en el momento que esta onda de calor se emulsiona con agua, la misma que se sobrecalienta y en este preciso momento, es donde se rebosa explosivamente causando una propagación violenta del combustible incendiando, zonas aledañas y formándose una bola de fuego arriba del tanque.

- **Rebosamiento superficial (*Slop-over*)**

Este fenómeno se produce en la unión de incendios, con la presencia de un líquido viscoso, y sucede cuando hace contacto con el agua o espuma sobre la superficie caliente, se origina un rebosamiento no tan violento del líquido incendiado donde la temperatura supera el punto de ebullición del agua.

- **Explosión de nube de vapor (VCE)**

La nube de vapor se produce por la liberación en la atmósfera, de una gran masa de combustible, de una densidad mayor a la del aire, esto ocurre cuando ha pasado bastante tiempo de ignición.

- **Fogonazo (*Flash fire*)**

Este fenómeno puede ocurrir tanto en ambientes abiertos como cerrados, se produce cuando hay acumulación de gases combustibles en el ambiente, el *flash fire* se propaga rápidamente, esto se da de manera súbita y corta, esta reacción se da por una chispa o un detonante que produzca la ignición, este evento es peligroso, ya que a veces los combustibles que lo provocan a veces son inodoro e incoloros.

Estimado estudiante hemos terminado la temática de incendios, ahora le invito a realizar la actividad propuestas que a continuación se presenta.



Actividad de aprendizaje recomendada

Apreciado estudiante, en esta sexta semana hemos iniciado el estudio de la unidad 3 con un tema muy importante dentro de la prevención de riesgos mayores, estudiamos los tipos de Incendios que se pueden originar, según las características de los materiales y sustancias peligrosas, con las que se trabaje, además de las condiciones ambientales no favorables.

1. Ahora es momento de reforzar lo aprendido sobre los incendios, le recomiendo revisar y leer comprensivamente la siguiente nota técnica sobre los criterios para realizar una evaluación de incendios con diferentes metodologías que se podrían aplicar, del Instituto de Salud y Seguridad en el Trabajo de España. Criterios para la evaluación de riesgo de Incendios
 - ¿Qué tal le pareció?

¡Interesante verdad!, como usted pudo observar, se pudo dar cuenta que son criterios técnicos recomendados como buenas prácticas a la hora de realizar una evaluación y también menciona las consecuencias que trae este tipo de evento si no se actúa a tiempo, además presenta formatos y *check list* para realizar la evaluación de estos.



3.2. Explosiones

Una explosión se la asocia a una expansión violenta y rápida de un sistema de energía, que actúa de forma destructiva, cuando hablamos de explosiones la mayoría de nosotros las asociamos con las que hemos observado en el sector minero a la hora de realizar la extracción de minerales metálicos y no metálicos, que muchas de las veces las realizan diariamente y a un nivel controlado, pero no por esto deja de existir el riesgo. Pero esta vez revisaremos las explosiones inesperadas que causan efectos y daños tanto a la empresa como a la salud de los trabajadores.

Las explosiones poseen varias definiciones desde distintos puntos de vista, según Casal et al. (1999) una explosión es una liberación de energía de forma repentina que genera ondas de presión que se disipan y va perdiendo energía, a medida que se alejan de su fuente, esto se da de forma rápida y concentrada.

Las explosiones de tipo accidental se pueden originar en espacios abiertos y cerrados, en los espacios abiertos se produce una ignición de nube de vapor en un espacio no confinado, en los espacios cerrados generalmente se produce por polvo combustible en forma de partículas en suspensión, también podemos mencionar a las explosiones que se dan en recipientes o espacios confinados como gas comprimido, gas licuado, donde las condiciones se prestan para que se produzca un sobrecalentamiento que dan lugar a una reacción sin control.

3.2.1. Tipos de explosiones

- **Explosiones de vapores confinados**

Las explosiones de vapores confinados se producen cuando en un área confinada se produce un escape de gas o vapor inflamable, los mismos que alcanzan los límites inflamables y topa un punto de ignición, por ejemplo, en un edificio la explosión hará saltar el techo y sus paredes caerán al costado, este comportamiento no es más que el efecto de la sobrepresión.

- **Explosiones de nubes de vapor no confinadas**

Este tipo de explosiones se dan cuando existe un escape de gas o de un líquido inflamable que posteriormente se convierte en vapor, este fenómeno es más propenso a originarse en plantas industriales de procesamiento, en especial en los oleoductos y refinerías durante el transporte o por fractura en la tubería, según Casal et al (1999) señala.

- En el momento que se forma la nube de vapor puede darse cualquiera de las circunstancias siguientes: puede dispersarse antes de que se produzca la ignición, también no se puede dar una explosión, pero si se puede producir un incendio en un charco de un derrame, en otras ocasiones puede dispersarse y al cabo de un tiempo incendiarse y formar una gran llamarada (p.156).

- **Explosiones de recipientes**

Las explosiones en recipientes no son muy comunes, pero si estos llegan a suceder son muy peligrosos, se puede dar porque la resistencia del recipiente está en mal estado producto de la corrosión o por un desperfecto de fábrica. También puede darse por sobrecalentamiento del envase o recipiente, la temperatura va aumentando y así va disminuyendo la resistencia hasta que llega a romperse el recipiente por el aumento de la presión, por ejemplo: esto puede pasar en un incendio.

Hay casos especiales donde se puede presentar en los sistemas de aire comprimido, aquí el aceite que se usa para lubricar el compresor, se infiltra por la tubería, se forma una fina película sumada a altas temperaturas mayores a 250 grados centígrados, llega a vaporizar el aceite y provocar la ignición para luego llegar a una detonación.

- **Explosión por ignición de polvo combustible en suspensión**

Las explosiones por ignición de polvo combustible intervienen sólidos en suspensión, muchos autores toman como referencia partículas del orden de 0.1 mm o menor, mientras más pequeña facilitará la explosión y tendrá una mayor magnitud. Las partículas metálicas pueden reaccionar con otros gases, pero mayormente con el oxígeno. Hay partículas que al mezclarse con el oxígeno se estabilizan, es el caso del polvo de sulfatos, nitratos, carbonatos, silicatos, fosfatos, cemento, *portland*, arena, etc. Dentro

del grupo de partículas que si funcionan como combustibles tenemos: cereales, lino, fibras, azúcar, plásticos, pigmentos orgánicos, pesticidas, carbón, aluminio, magnesio, zinc y hierro.



No olvidemos que para que se produzca una explosión es necesario que exista la presencia de un gas o polvo combustible, estar dentro del rango de inflamabilidad, y que se produzca una chispa o llama que inflame la mezcla.

Estimado estudiante antes de finalizar el tema, es importante tener claros varios conceptos que a continuación reforzaremos su explicación, para ello tomaremos como referencia Confederación Española de Pequeña y Mediana Empresa, CEPYME, s.f., que señala lo siguiente:

- **Energía de activación:** es la energía que necesita un sistema antes de iniciar un proceso, que suele usarse como la mínima para que ocurra una reacción química, ya que el combustible y comburente no producen fuego por si solos.
- **Explosión:** liberación brusca y simultánea de energía calórica, luminosa y sonora (posiblemente de otros tipos) en un intervalo corto de tiempo.
- **Deflagración:** cuando la velocidad del frente de ondas avanzando es inferior a la velocidad del sonido (ondas subsónicas), el tiempo que dura es entre 100 y 200 milisegundos.
- **Detonación:** cuando la velocidad del frente de ondas de choque supera la del sonido (ondas supersónicas).

¡Muy bien hecho!, estimado estudiante, hemos terminado el capítulo sobre explosiones, el objetivo principal de esta temática fue conocer de forma técnica sobre las explosiones para poder identificar en nuestro lugar de trabajo e implementar medidas con la finalidad de prevenirlas.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1. Lectura comprensiva

Para fortalecer los conocimientos adquiridos en esta semana, le sugiero revisar la siguiente nota técnica: [Documento de Protección contra explosiones.](#)

- ¿Le pareció interesante esta lectura?

En este documento, NTP (nota técnica de prevención) 826 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT (2009), se puede observar un interesante formato que le denominan Documento de Protección contra Explosiones según lo establece el Real Decreto 681/2003, es un instrumento que ayuda a evaluar de forma global algunos aspectos importantes y establecer medidas técnicas y organizativas con la finalidad de prevenir las explosiones o atmósferas de explosión (ATEX). Es bastante factible realizarlo en la empresa en la que trabajamos, puesto que son datos cualitativos que no requieren que la empresa invierta recursos en realizarle, en nuestro país aún las Instituciones encargadas de vigilar la seguridad en este tipo de eventos no han establecido un formato específico para explosiones hasta el momento, por ello es muy interesante y trascendental que los encargados de la Salud y Seguridad ocupacional de la empresa se comprometan a nivel profesional de esta manera garanticemos la seguridad y todos los trabajadores y demás miembros de la empresa se responsabilicen del cumplirla.



Actividades finales del bimestre



Semana 8

¡Buen trabajo!

Ha concluido con éxito los contenidos, lo animo a continuar con entusiasmo sus estudios que se vienen temas muy interesantes y continuaremos con la unidad 3.

Apreciado estudiante

Se propone para esta semana la revisión de todo el material de las unidades estudiadas en esta primera parte de la guía de estudio con el fin de que realice el refuerzo, puede nuevamente repasar las actividades recomendadas y autoevaluaciones, la misma que se encuentra determinada hasta el análisis de resultados, según se detalla en el plan docente de esta asignatura. Es importante que en este primer bimestre tenga claro, cuáles son los riesgos mayores, el proceso de Identificación, análisis y evaluación de estos, los peligros mayores más frecuentes como son los Incendios y Explosiones, muy sustancial sepan diferenciar las características que los diferencian.

Por lo que, en esta semana, recomiendo muy amablemente, se destine el tiempo necesario a revisar los contenidos estudiados estas siete semanas.



Segundo bimestre

Resultado de aprendizaje 1

- Comprende los riesgos debidos a catástrofes naturales, y es capaz de responder adecuadamente ante dichos riesgos.

En este segundo bimestre continuaremos con el estudio de los accidentes mayores y riesgos naturales de carácter geológico, para abordar a profundidad la prevención de estos, mediante la elaboración de planes de prevención, medidas preventivas y de control. También revisaremos sobre la preparación y respuesta ante estos riesgos mayores. Las herramientas para nuestra investigación serán recursos abiertos y finalmente se propondrá actividades de aprendizaje para reforzar los contenidos aprendidos.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas



Semana 9

Bienvenido a la primera semana de clases del segundo bimestre, en la que continuaremos revisando los peligros, analizaremos las características de cada uno de ellos, estableciendo una base cognitiva para identificarlos y evaluarlos. Conocimiento que es relevante para usted como profesional de la seguridad y salud ocupacional, para contar con criterio formado en este tema que le permitirá en su quehacer laboral conocer sobre los riesgos mayores y cómo prevenirlas.

3.3. Bola de fuego (BLEVE)

Bleve (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion), es un accidente de los más terribles que se pueden dar dentro de la industria y empresas que trabajan con químicos o sustancias peligrosas como: butano, propano, cloruro de vinilo, cloro, etc., la incidencia de este tipo de evento, en el caso de la transportación en tren o carretera es baja, pero si se han dado casos, se puede originar por colisión o por una reacción fuera de control.

La bola de fuego o Bleve se describe como una explosión de vapores por la expansión de líquidos en ebullición, el cual se genera por la evaporización instantánea por parte del contenido de un líquido o gas a presión, a una temperatura superior a la temperatura de ebullición.

Por ejemplo: si un recipiente que contiene un líquido a presión es calentado, por la radiación, a consecuencia de un incendio, la presión aumentará, forzando al recipiente a incrementar su volumen, llegará el momento en el que ya no resistirá y explotará, y cederá en primera instancia en la parte superior del recipiente o tanque donde se lo esté almacenando. Como resultado de todo este proceso, la masa de ignición va aumentando su volumen de forma turbulenta, adquiriendo una forma más o menos esférica, y va ascendiendo, dejando una estela de diámetro variable semejante en la forma a la de la típica “seta” de una explosión nuclear. Las dimensiones de la BLEVE formada de este modo pueden ser extraordinariamente grandes, con un desprendimiento de radiación térmica de gran magnitud.

La acción de la combinación BLEVE-bola de fuego puede resumirse en los siguientes efectos (Casal et al, 1996):

- **Radiación térmica:** la energía térmica es liberada en un período de tiempo relativamente corto, del orden de hasta 40 s; el fenómeno se caracteriza por una radiación intensa, desde su inicio, de manera que no permite ningún tipo de escape, pueden ser de las personas que se encuentran en los alrededores (que, por otra parte, habrán sufrido también los efectos de la explosión mecánica). Los parámetros que se deben evaluar para la predicción del peligro originado por una bola de fuego son su diámetro, su duración y la radiación térmica en puntos concretos.
- **Energía del estallido:** cuando un recipiente a presión experimenta una explosión BLEVE se libera la energía que contiene (las unidades de la presión son energía por unidad de volumen). El incremento repentino de volumen que experimenta la substancia contenida en el recipiente tiene dos contribuciones: la primera es del vapor existente en el interior del recipiente en el momento de la explosión y la segunda es del líquido sobre calentado que, al encontrarse bruscamente a presión atmosférica, experimenta una vaporización parcial prácticamente instantánea (*flash*). La energía generada en una explosión BLEVE se distribuye esencialmente en el apartado la energía de la onda de

presión; la energía cinética de los fragmentos; la energía potencial de los fragmentos (energía plástica de deformación que los fragmentos han absorbido); y el calentamiento del entorno.

- **Onda de sobrepresión:** la explosión BLEVE de un recipiente, la energía es liberada a una velocidad menor que en una explosión de TNT, porque el volumen del recipiente es comparativamente mucho más grande que el que ocuparía una cantidad equivalente de un explosivo convencional.
- **Fragmentos proyectados:** los fragmentos lanzados por la energía de la explosión tienen una acción restringida y direccional, pero con un alcance mayor (en lo que se refiere a capacidad destructiva) que el de la onda de presión y que el de los efectos térmicos de la bola de fuego. El número de fragmentos y su distribución en el espacio dependen del tipo de rotura que experimenta el recipiente y de la forma de este. El mecanismo por el que se propaga la grieta y la velocidad de propagación son factores importantes. Las grietas en fracturas frágiles se propagan rápidamente y tienen tendencia a ramificarse, de forma que se pueden generar muchas fracturas en el mismo recipiente con una gran cantidad de fragmentos.
- Lluvia eventual de combustible en los alrededores (citada solo en un caso).

Factores condicionantes para que ocurra una Bleve

- Si un líquido dentro de un recipiente cerrado llega al punto de ebullición, la presión dentro del contenedor se incrementa; a medida que el líquido se transforma a gas, este, se expande.
- La temperatura de ebullición del líquido es dependiente de la presión, además, de que al calentarse el líquido genera vapores de gas, ese proceso de transformación hace que exista mayor gas que líquido y por el elevado volumen de gas generado trate de salir, esto ocasionara que la presión del gas sea mucho mayor a la presión del recipiente causando que se genera la explosión.

- La causa más frecuente de este tipo de explosiones es debida a un agente externo que envuelve al tanque presurizado, lo debilita mecánicamente, eleva la temperatura del líquido contenido y aumenta la presión dentro del tanque. Si el vapor liberado corresponde a un producto inflamable, se genera una bola de fuego también en expansión.

3.4. Dispersión de nubes tóxicas o inflamables

Cuando se produce una emisión de un gas o vapor a la atmósfera, ya sea procedente de una fuga de gas propiamente dicha o como consecuencia de la evaporación de un charco de líquido, dicho gas en contacto con la atmósfera sufre una dispersión por dilución del gas en la atmósfera y se extiende en ella arrastrado por el viento y las condiciones meteorológicas.

Los tipos de emisiones, por lo tanto, dependen de la naturaleza del gas (propiedades termodinámicas) y de la continuidad o discontinuidad de la emisión.

Una de las características principales que condiciona la evolución de un gas/vapor en la atmósfera es su densidad, distinguiéndose tres posibilidades:

- **Gases ligeros:** densidad inferior a la del aire.
- **Gases pasivos o neutros:** densidad similar a la del aire.
- **Gases pesados:** densidad mayor que la del aire.

La dispersión de nubes tóxicas, es cuando una nube de gas tóxico o inflamable en la atmósfera sigue una difusión o inflamables o transporte de su masa y se dispersa producto del movimiento molecular del aire mientras se va diluyendo a medida que va disminuyendo su concentración, a causa de la entrada de nuevas moléculas de aire dentro de la nube. La dispersión incluye el desplazamiento de la masa en la dirección del viento y su expansión en sentido transversal al viento, tanto vertical como horizontal. Los diferentes aspectos meteorológicos afectan en mayor o menor grado la dispersión atmosférica de contaminantes. Así como, la velocidad y la dirección del viento, junto con la estabilidad atmosférica, condicionan especialmente la dispersión de nubes de gas; la humedad y la temperatura tienen efectos menores, mientras que la inversión térmica solo influye en casos concretos.

Es importante conocer el comportamiento puro de gas ligero, neutro o pesado, ya que los factores que influyen en él son múltiples y variables en el tiempo y una mezcla gas/aire puede evolucionar como un gas pesado sin serlo debido a:

- Peso molecular del gas.
- Temperatura del gas.
- Temperatura y humedad del aire ambiente.
- Presencia de gotas líquidas arrastradas en la emisión.
- Reacciones químicas en la nube, etc.

Otro aspecto por tomar en cuenta que es una característica importante es la duración del escape, que puede dar lugar a:

- Escapes instantáneos formando una bocanada (“puf”).
- Escapes continuos sin depender del tiempo, formando un penacho (“plume”).
- Escapes continuos dependiendo del tiempo.

Es importante tomar en cuenta que la dispersión de un gas puede proceder de una fuga de gas de un depósito o tubería a presión y como resultado de la fuga de líquido que se evapora y depende de sus características se puede dar de dos formas:

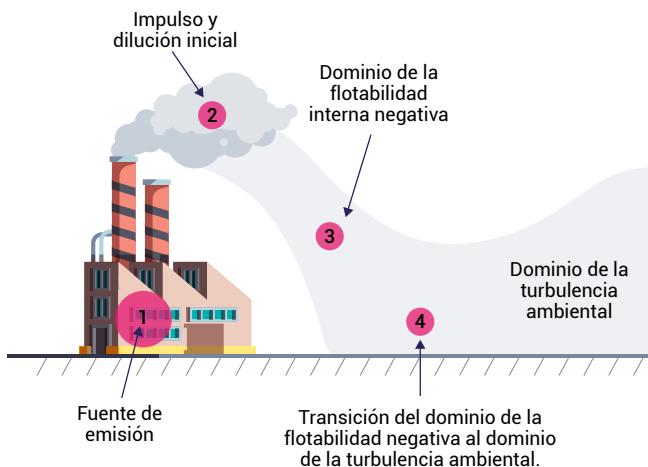
1. Dispersión de chorro turbulento, a partir de una fuga de gas a presión:

Se origina a partir de una fuga de gas procedente de un depósito o tubería a presión. Para gases inflamables, el modelo se podría aplicar para determinar la longitud de un dardo de fuego, si se produjese la ignición del chorro, además de para la determinación de la dispersión de gas que formaría una hipotética explosión de vapor. Para fugas de gases tóxicos, se requiere posteriormente un análisis de la dispersión atmosférica del gas proveniente del chorro.

2. Dispersión de nube neutra, para gases sometidos únicamente a las turbulencias atmosféricas

Los gases y vapores tienen un comportamiento de fuerza ascensional neutra, dispersados en la dirección del viento y arrastrados a la misma velocidad, las concentraciones del contaminante están estabilizadas y no dependen del tiempo para estudiarlas más a fondo por los expertos utilizan un modelo denominado Gaussiano.

Figura 4.
Dispersión de una nube de gas pesado



Nota. Adaptado de Modelos de dispersión de gases, y /o vapores en la atmósfera: fuentes puntuales continuas, por INSHTs,f. [enlace web](#).

En el gráfico se puede observar los gases pesados muestran una elevación inicial del penacho debido al impulso de salida, como sucede en todo escape, comparándolos con los gases neutros se ve que los gases pesados presentan en los momentos iniciales un comportamiento distinto. Después de un cierto tiempo y a medida que se diluyen en el aire, las características y el comportamiento se pueden asimilar a los de un gas neutro.

3.4.1. Aspectos que deben considerarse en la dispersión de gases

A continuación, se presenta una serie de consideraciones que hay que tener en cuenta, especialmente para gases pesados, los principales aspectos que se tienen que considerar son:

- Condiciones atmosféricas.
- Aumento o disminución de la concentración respecto a la distancia.
- Elevación de la fuente.

- Velocidad de emisión.
- Sistemas de mitigación.
- Protección por confinamiento.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante para fortalecer el estudio de los temas de la semana 9, lo invito a trabajar en las actividades recomendadas que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

Actividad 1. Lectura comprensiva y analítica

En esta primera semana del segundo bimestre continuamos estudiando los accidentes mayores, esta vez revisamos las bolas de fuego conocidas como Bleve y también la dispersión de nubes tóxicas o gases inflamables, en esta actividad específica vamos a realizar una lectura sobre la Nota Técnica del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, el mismo que realiza una evaluación sobre explosiones Bleve, por favor revisar el siguiente documento: [NTP 293: Explosiones Bleve](#).

Retroalimentación:

Como pudieron leer en la NTP 293 expone puntos muy importantes como las condiciones necesarias para que se dé una bola de fuego, cuestión muy importante, ya que nos permitirá basándose en esto generar una reglamentación de prevención en nuestra empresa, también son indicativos de cómo identificar focos de alto riesgo en nuestra empresa. Otro punto destacable de la nota científica es las consecuencias o efectos que podrían causar este tipo de accidentes mayores, de este modo se puede medir cuantitativamente las vulnerabilidades de la empresa.



Bienvenido a la décima semana de clases en el que culminaremos la unidad 3 correspondiente a los accidentes mayores, y además ya estaremos en la capacidad de identificar cada uno de ellos con sus diferentes características, de esta forma establecer un plan de prevención para las mismas. Le invito comedidamente a empezar.

3.5. Reacciones fuera de control (Runaway reactions)

Las runaway reactions se pueden definir como el desarrollo incontrolado de una o varias reacciones exotérmicas. Este tipo de reacciones ha causado a lo largo de la historia numerosos accidentes en la industria química. Las reacciones fuera de control se pueden originar por una pérdida de control en una reacción deseada o bien por la aparición de una reacción no deseada. No solo las reacciones fuertemente exotérmicas son potencialmente peligrosas. Las reacciones débilmente exotérmicas también pueden originar un incremento de temperatura suficiente como para permitir la aparición posterior de reacciones fuertemente exotérmicas (Casal et al,1996).

Es importante conocer que el riesgo de tener una reacción fuera de control puede analizarse mediante métodos clásicos, como los análisis de peligro y operatividad (HAZOP), árboles de fallos, etc., o mediante técnicas de análisis de laboratorio, con las que se puede llegar a tener un gran conocimiento de los aspectos químicos de los materiales implicados. El objetivo principal de estos estudios es la determinación del límite de temperatura por debajo del cual se pueden tener unas condiciones seguras de trabajo.

▪ Causas más comunes

Muchos expertos en el tema destacan como causas más usuales para que se den reacciones fuera de control, en este caso Casal et al (1996) señala lo siguiente:

- **Conocimiento o información insuficientes:** cuando el proceso es nuevo y no se dispone de información referente a su comportamiento, a escala comercial o a escala de planta, en

primera instancia como orientación previa, pueden utilizarse herramientas informáticas; esta es una forma rápida y sencilla de obtener información, comúnmente, suele ser insuficiente. Por lo tanto, en muchos casos se tendrá que complementar con pruebas experimentales encaminadas a detectar las condiciones en las que puede tener lugar una reacción fuera de control. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que en algunos casos el conocimiento insuficiente es solo debido a una falta de información sobre la reactividad de los productos químicos almacenados o manipulados; en algunas ocasiones, esta información se puede encontrar en los manuales.

- **Carga errónea en procesos discontinuos:** suelen producirse errores relativos al exceso o falta de un reactivo, a la pauta de adición y, de forma general, a la forma de operar; hay que tener presente una mayor incidencia de la mano de obra que en los procesos continuos, normalmente más automatizados.
- **Presencia de impurezas:** cuando se utilizan diversos productos para procesos y el proveedor de estos, no informa sobre los residuos que se generan y que a posterior se genera el riesgo de producirse una reacción fuera de control. También se puede dar cuando la limpieza del equipo es insuficiente, el control tiene que ser especialmente estricto en las plantas multipropósito o multiproducto, en las que la contaminación es más probable.
- **Diseño o instrumentación no adecuado:** como es de conocimiento general, un buen diseño es capaz de corregir determinadas situaciones de emergencia (error en la agitación, refrigeración insuficiente, etc.) puede evitar el accidente. Hay que instalar un sistema de ventilación diseñado correctamente (aunque una serie de medidas conviertan el sistema en “seguro”). Hay que insistir una vez más en que el sistema de ventilación evita el peligro de explosión, pero no el de la posible formación de una nube tóxica o inflamable; se tendrá que instalar, también, un sistema de emergencia para el tratamiento de la corriente evacuada.

3.5.1. Reacciones fuera de control en procesos industriales

Debido a la naturaleza peligrosa de algunos procesos industriales o sustancias, muchos de los accidentes en plantas químicas tienen lugar por una falta de reglamentación a seguir en cada proceso, es primordial en cualquier sistema de seguridad poner más interés en los siguientes aspectos:

- En el conocimiento de los conceptos básicos del riesgo intrínseco a los reactivos químicos, con la finalidad de evitar comportamientos anómalos de substancias en condiciones no usuales.
- La divulgación de los datos sobre estos reactivos químicos, para prevenir la repetición de accidentes según una estructura determinada.

Algunas de las causas de la autoaceleración de reacciones químicas exotérmicas reconocidas por el Health and Safety Executive de Inglaterra (s.f.) son las siguientes:



- Errores durante la manipulación de los reactivos en el momento de agregarlos a la reacción.
- Agitación inadecuada en el reactor.
- Fallas en los sistemas de control de temperaturas.

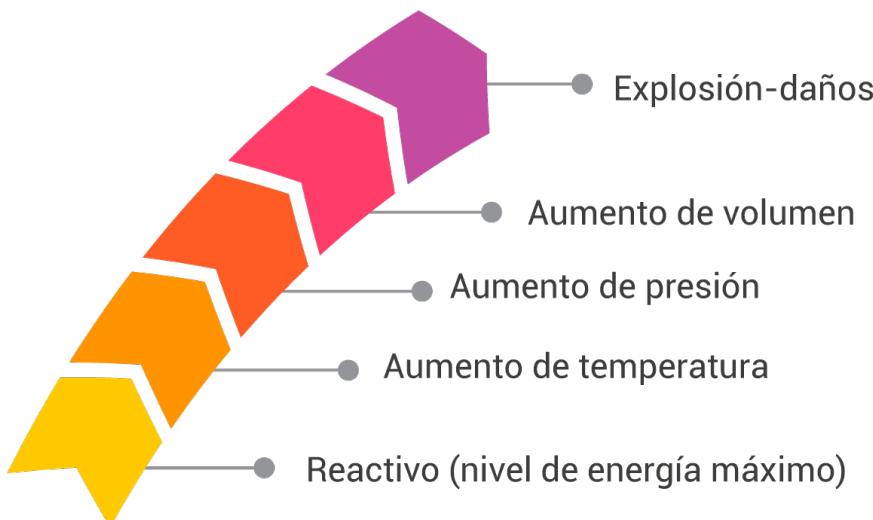
3.5.2. Riesgos intrínsecos de las sustancias químicas

Los compuestos químicos tienden a un estado de energía mínima y, por lo tanto, a una mayor estabilidad. Este paso puede llevarse a cabo mediante un iniciador que permita superar la energía de activación necesaria.

El cambio a un producto más estable significa también una liberación de energía que si no se elimina adecuadamente puede producir un daño considerable. Por esta razón, es necesario conocer la velocidad de liberación de energía del proceso para poder controlar el sistema. Para iniciar un proceso de liberación energético es necesario aportar una cantidad determinada de energía denominada energía de activación.

Figura 5.

Proceso de liberación de energía



Nota. Adaptado de Análisis del riesgo en instalaciones industriales (p.256), por Casal et al,2002, UPC.

3.5.3. Evaluación de riesgos de reacciones químicas fuera de control

Para evaluar el peligro potencial de una determinada sustancia o de un proceso de una actividad industrial, es importante realizar un programa de evaluación del riesgo. Hay muchos métodos para efectuar esta evaluación, dentro de este contexto Casal et al (1996) sugiere que se puede definir una estructura secuencial básica, que consta de las siguientes partes:

a. Identificación del riesgo

El primer paso que se tiene que realizar es la identificación del origen del riesgo potencial. Esto se puede llevar a cabo mediante una serie de pruebas, ya sean teóricas o experimentales, que incluyan el estudio de primeras materias, productos, residuos, materiales de construcción, lubricantes y otros muchos.

b. Control del proceso

Posteriormente a la identificación de las fuentes de riesgo potencial, es necesario aplicar estos estudios al diseño y a la implementación de equipos e instrumentos de control del proceso.

c. Control de cambios en el proceso

Cualquier cambio en el proceso se tiene que acompañar de un estudio de los efectos de este cambio sobre el sistema de control para evitar posibles riesgos potenciales. Se pueden incluir modificaciones de proceso, informatización, modificaciones del programa y cambios en las primeras materias. Hay que tener en cuenta que cualquier modificación debe someterse a los mismos niveles y exigencias de seguridad que el proyecto inicial.

d. Mantenimiento

Además de realizar un control exhaustivo del proceso para poder evitar accidentes en la fase de instalación de equipos, este control debe continuar con revisiones periódicas que aseguren un buen funcionamiento de la planta. No hay que olvidar que cualquier dispositivo, por ejemplo: una válvula de seguridad, puede pasar a ser puramente ornamental si no se comprueba que está en condiciones de ejecutar su tarea en cualquier momento; o sea, toda la instrumentación, los aparatos, etc., deben estar "disponibles". Estos controles periódicos se pueden realizar en las circunstancias siguientes:

- Periódicamente (con intervalos entre dos inspecciones variables, según el tipo de unidad).
- Con cada cambio significativo en el proceso.
- Cuando hay cambios en los cargos de responsabilidad; en investigaciones de accidentes.



Esta estructura de evaluación del riesgo de substancias químicas se puede aplicar en casos determinados como:

- Riesgo de las substancias químicas básicas; procesos de operación; manipulación de residuos.

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio, respecto a los contenidos temáticos contemplados en la unidad 3 previstos para la semana 10. Le sugiero, realice una síntesis de los temas que hemos trabajado, y así le ayudará a comprender claramente los fundamentos técnicos sobre la prevención de riesgos mayores.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1. Lectura comprensiva

Con la finalidad de reforzar los contenidos planteados en la unidad 3 revisaremos, a través de un *blog*, algunos casos reales de accidentes mayores que se han dado a lo largo de la historia, es decir, se debe tomar con mucha seriedad e importancia el manejo control de la prevención de riesgos mayores en cada una de las empresas donde ofrecemos nuestros servicios profesionales. Le invito a revisar el siguiente documento: [Accidentes Graves, ejemplos históricos.](#)

Retroalimentación:

Estimado estudiante, como pudo leer cada caso real en el artículo, trae consecuencias graves que desencadenan en lo peor que se pueda esperar que sean las pérdidas de vidas humanas, esto es un claro ejemplo de que, si no se logran identificar correctamente, las vulnerabilidades y riesgos, y existe una mala gestión del riesgo estas podrían ser las consecuencias para las empresas en las que estamos trabajando incluso poniendo en riesgo nuestra propia vida.

Actividad 2.

Le invitamos a que realice una lectura comprensiva y detenida sobre los accidentes mayores para que pueda realizar las actividades de autoevaluación, luego revise la retroalimentación y compare sus respuestas, lo que lo dejará plenamente preparado para la actividad propuesta, misma que será calificado, se tratará sobre toda la unidad 3. ¡Ánimo apreciado estudiante empecemos!



Autoevaluación 3

Responda verdadero o falso según corresponda:

1. () Los incendios se originan comúnmente por sobrecargas en enchufes, colillas de cigarrillo, chispas o llamas de sopletes, soldaduras, calefactores eléctricos.
2. () Una explosión se produce en la unión de incendios, con la presencia de un líquido viscoso, y sucede cuando hace contacto con el agua o espuma sobre la superficie caliente.
3. () Un *Backdraft* es considerada la combustión súbita y rápida en un espacio confinado donde se relacionan dos elementos: el aire y la materia orgánica degradada.
4. () Se considera como explosión de vapores confinados se dan cuando existe un escape de gas o de un líquido inflamable que posteriormente se convierte en vapor.
5. () Ocurre una explosión por ignición de polvo combustible en suspensión cuando la resistencia del recipiente está en mal estado producto de la corrosión o por un desperfecto de fábrica.
6. () Una Bleve es una explosión de vapores por la expansión de líquidos en ebullición, el cual se genera por la evaporización instantánea por parte del contenido de un líquido o gas a presión.

Seleccione la o las respuestas correctas:

7. Los efectos de la bola de fuego o Bleve son:

- a. Radiación térmica.
- b. Gases inflamables.
- c. Onda de sobrepresión.

8. Se consideran como buenas prácticas de mantenimiento industrial a:
 - a. Capacitación del personal.
 - b. Inspección de mantenimiento y seguridad.
 - c. Realizar la compra de más maquinaria industrial.
9. Para que ocurra una explosión depende de:
 - a. Estar dentro del rango de inflamabilidad.
 - b. Presencia de polvo o gas combustible.
 - c. Estar dentro de un espacio confinado.
10. Los aspectos que se deben considerar en la dispersión de gases son:
 - a. Condiciones atmosféricas.
 - b. Velocidad de emisión.
 - c. Tipo de gas.

[Ir al solucionario](#)



Bienvenido apreciado estudiante, a una nueva semana más de estudio, en esta onceava semana nos adentraremos más en la prevención de riesgos mayores, revisaremos uno de los temas fundamentales en el ámbito geo ambiental, se revisará la prevención y mitigación de riesgos geológicos en la unidad 4, le invito a empezar.

Unidad 4. Riesgos geológicos

En todos los países del planeta, están sujetos a riesgos geológicos. Un riesgo geológico no distingue preferencias o límites, se producen en toda la corteza terrestre en magnitudes gigantescas, cuando se habla de riesgos geológicos, identificamos en nuestro conocimiento a eventos: sísmicos, volcánicos, riesgos costeros, movimientos de ladera, deslizamientos y más.

Con respecto a este tema, El EIDR-Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (s.f.), señala que una *amenaza geológica* incluye procesos terrestres internos (endógenos) o de origen tectónico, tales como terremotos, tsunamis, actividad de fallas geológicas, actividad y emisiones volcánicas; así como procesos externos (exógenos) tales como movimientos en masa: deslizamientos, caídas de rocas, avalanchas, colapsos superficiales, licuefacción, suelos expansivos, deslizamientos marinos y subsidencias. Las amenazas geológicas pueden ser de naturaleza simple, secuencial o combinada en su origen y efectos. Mientras que un *riesgo geológico* es un conjunto de amenazas o peligros para los recursos y actividades humanas derivados de procesos geológicos. También es importante mencionar que este mismo organismo considera que una *amenaza natural* es un proceso o fenómeno natural que tiene lugar en la biosfera que puede resultar en un evento perjudicial y causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.

4.1. Deslizamientos y desprendimientos

Figura 6.

Deslizamiento de tierra en Niteroi, Río de Janeiro



Nota. Adaptado de Noticias del mundo [Fotografía], por Latercera.com,2018,
[enlace web](#).

Dentro de la variedad de amenazas que existan en nuestro país, tales como: sísmica, volcánica, inundaciones, fenómenos atmosféricos, etc., están los deslizamientos. Como riesgos geológicos, estos han ocasionado pérdidas en cultivos, viviendas y vidas humanas. Es común que en la estación lluviosa o después de un sismo encontramos obstruidas carreteras y caminos por desprendimientos de materiales de las laderas.

4.1.1. Que es un deslizamiento

Los deslizamientos son movimientos en masa de suelo o roca que se deslizan, existiendo un movimiento relativo con respecto al sustrato, la masa de tierra o material fragmentado se desplaza en conjunto. Su velocidad puede ser variable, pero suelen ser procesos rápidos y alcanzar grandes volúmenes hasta varios millones de metros cúbicos. (González et al, 2006)

- **Origen de un deslizamiento**

A continuación, se detallan los factores principales que contribuyan a la formación de este tipo de procesos:

a. **Clima**

La formación de corrientes de agua por la superficie (escorrentía superficial) favorecen los procesos de erosión. Además, las altas precipitaciones en combinación con el tipo de suelo fomentan la formación y aceleración de los deslizamientos. Ejemplo: en los suelos arcillosos se satura por la cantidad de agua recibida, se hace más pesado y unido con el grado de pendiente existente, se puede deslizar.

b. **Topografía**

Los deslizamientos ocurren con mayor frecuencia en terrenos de pendiente pronunciada y desprovista de vegetación.

c. **Geología**

La geología aporta un número de parámetros importantes para comprender la inestabilidad de las laderas:

- **Litología.** Los tipos de rocas y la calidad de los suelos determinan en muchos casos la facilidad con que la superficie se degrada por la acción de los factores externos entre los cuales tenemos (meteorización, intemperismo, etc.).
- **Estructuras.** Determinan zonas de debilidad (fallas, diaclasas y plegamientos), y la colocación de los materiales en posición favorable a la inestabilidad (estratos o capas de roca).

d. **Sismicidad- vulcanismo**

- **Sismicidad.** Las vibraciones provocadas por sismos pueden ser lo suficientemente fuertes como para generar deslizamientos de diversa magnitud, afectando extensas áreas. Un ejemplo son los sismos en Puriscal, 1990 y Limón, 1991.

- **Vulcanismo.** Es un elemento disparador de fenómenos de inestabilidad, tanto por la propia actividad volcánica (sismos volcánicos y deformación del aparato volcánico), como por la acumulación progresiva de materiales fragmentarios (cenizas, bloques, etc.) que por sus características físicas favorecen la inestabilidad de los terrenos en áreas aledañas al aparato volcánico.

e. Factores antrópicos

Todos los fenómenos descritos anteriormente forman parte del natural equilibrio geológico y que puede romperse con la actividad constructiva y destructiva del hombre. De esta manera, el ser humano contribuye a provocar o acelerar estos fenómenos.

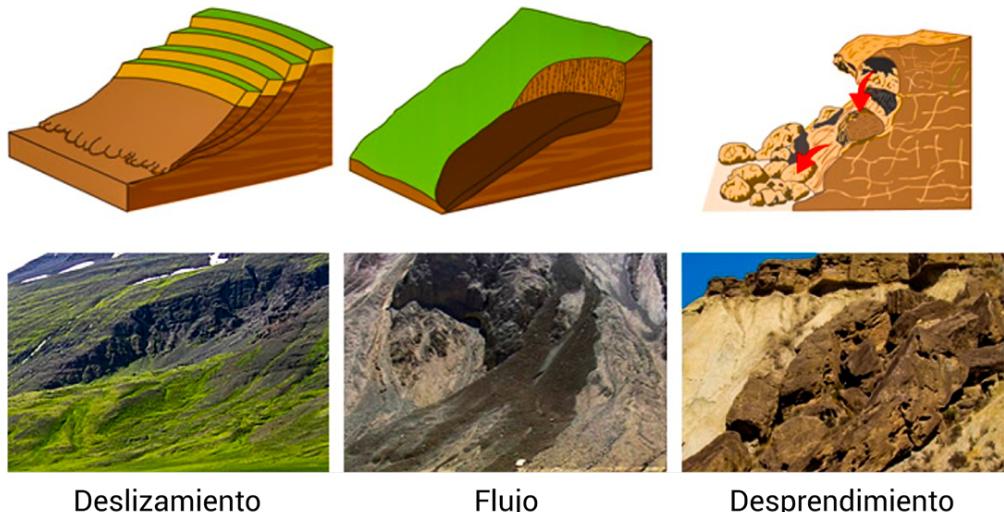
Esto sucede, cuando la actividad humana se realiza sin una adecuada planificación, especialmente en obras viales (carreteras y puentes) explotación de tajos, desarrollos urbanísticos, rellenos mal hechos, corte en el perfil natural de laderas, deforestación: prácticas agrícolas deficientes en la conservación de suelos, entre otros. Todo esto promueve procesos de inestabilidad en suelos que en cierta medida son naturalmente vulnerables a esta clase de fenómenos y que tienen graves consecuencias en el futuro.

En muchos casos, los asentamientos son establecidos al margen de la Ley de Planificación Urbana, en sitios de mala respuesta, como rellenos sin compactar, laderas inestables y planicies de inundación. Allí generalmente se realizan cortes en las laderas y movimientos de tierra sin asesoría técnica, muchas veces fuera del marco legal, con ausencia de sistemas para un drenaje de aguas servidas y donde es característico la deficiente práctica constructiva, además del uso de materiales de construcción de mala calidad.

4.1.2. Que es un desprendimiento

Figura 7.

Deslizamiento-Flujo-Desprendimientos



Nota. Adaptado de Principales tipos de movimientos [Fotografía], por cienciasfera.com, 2002, [enlace web](#).

Los desprendimientos son caídas libres y muy rápidas de bloques o masas separados por planos de discontinuidad, las mismas que pueden ser, por ejemplo: grietas o por diferentes capas de roca, este proceso se da particularmente en las zonas montañosas escarpadas, en acantilados y, en general en paredes rocosas, una de las principales causas para que se dé este fenómeno es la erosión y malas condiciones climáticas.



Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante con la finalidad de fortalecer sus conocimientos en el tema de movimientos en masa, en este caso de los deslizamientos analizaremos las causas de los movimientos de ladera, le invitamos a utilizar el siguiente recurso interactivo:

[Factores condicionantes y desencadenantes de movimientos en masa](#)

¿Estuvo interesante verdad? Ahora ya conocemos las causas de los movimientos en las laderas, revisamos los diferentes factores que controlan el movimiento que son capaces de modificar las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno, analizamos los factores condicionantes que son pasivos, es decir, dependen de su propia naturaleza y detonantes que son activos que como su nombre lo indica son los que desencadenan la inestabilidad.



Semana 12

¡Bienvenido estimado estudiante a una nueva semana más de estudio, dentro de la unidad 4, en esta doceava semana seguiremos estudiando más riesgos geológicos, siendo indispensable su estudio para la prevención de riesgos mayores, revisaremos los hundimientos, subsidencias y erupciones volcánicas!

4.2. Hundimientos y subsidencias

Los hundimientos y subsidencias pueden afectar todo tipo de terrenos debido a cambios tensionales en el suelo por el deterioro de sus propiedades mecánicas, a continuación, revisaremos a detalle cada una de ellas.

4.2.1. Hundimientos

El hundimiento de tierra o depresión de la superficie es el resultado del asentamiento de sedimento flojo o no consolidado. El hundimiento de tierra ocurre en suelos inundados, terraplenes, aluviones y en otros materiales propensos a asentarse

Los hundimientos son cavidades subterráneas, pueden tener origen natural o antrópico, se caracteriza por ser un movimiento vertical. Según González et al, (2006) para que se dé un hundimiento depende de los siguientes factores:

- El volumen y forma de las cavidades.
- El espesor de recubrimiento sobre las cavidades (profundidad de los huecos).
- La resistencia y comportamiento mecánico de los materiales.

Algunos de ustedes podrían conocer cuevas naturales, compuestas por rocas carbonatadas que se disuelven fácilmente y se crean de esta forma cavidades o huecos con ciertas dimensiones que generan ciertos estados de desequilibrio e inestabilidad, dando lugar a la rotura de la bóveda o techo de la cavidad.

Los materiales evaporíticos (sales y yesos), mucho más blandos que los carbonatados, presentan mayor capacidad de disolución, y los movimientos de reajuste de los materiales a los huecos son más continuos y paulatinos, frente al carácter generalmente brusco de los hundimientos en carbonatos.

Las coladas volcánicas presentan cavidades debidas al enfriamiento diferencial de las lavas, generalmente con formas tubulares. A pesar de que los hundimientos naturales no son frecuentes por la elevada resistencia de estos materiales, sí suponen un riesgo frente a las cargas transmitidas por cimentaciones y obras sobre estos materiales.

Las actividades antrópicas que pueden dar lugar a hundimientos o colapsos repentinos son las explotaciones mineras subterráneas o excavaciones para otros usos, como túneles.

Se pueden distinguir los siguientes tipos:

- Hundimientos de cavidades subterráneas en roca, con o sin reflejo en superficie.
- Hundimientos superficiales, en rocas o suelos.
- Subsidencias de la superficie del terreno.

4.2.2. Subsidencias

Las subsidencias son hundimientos lentos que pueden afectar a todo tipo de terrenos, generalmente a suelos, y son debidos a cambios tensionales inducidos en el terreno por descenso del nivel freático (aguas subterráneas), minería subterránea y túneles, extracción o expulsión de petróleo o gas, procesos lentos de disolución y lavado de materiales, procesos de consolidación de suelos blandos y orgánicos, explotación intensiva de acuíferos, etc.



Las subsidencias naturales son, generalmente, procesos muy lentos, aunque con frecuencia se aceleran por actuaciones antrópicas.

La subsidencia supone un riesgo cuando ocurre en zonas urbanas, al dañar y agrietar las edificaciones y afectar a sus cimientos. Otras consecuencias son las inundaciones en zonas costeras, los cambios en el modelo de drenaje, etc.

Existen varias evidencias en el mundo, como es el caso en la ciudad de Venecia es un ejemplo clásico de subsidencia, acentuada desde la década de los 40 del siglo pasado por la extracción de agua subterránea, incrementándose varias veces los valores medios de la subsidencia natural. También en la ciudad de México es otro ejemplo conocido de subsidencia regional, con valores máximos superiores a los 8 m en los últimos 250 años, debida fundamentalmente a la consolidación de las arcillas lacustres sobre las que se asienta.

4.3. Erupciones volcánicas

Figura 8.
Volcán Antisana



Nota. Adaptado de Volcán Antisana [Fotografía], por Ecured,2021, [enlace web](#).

Un volcán es una estructura rocosa visible en la superficie terrestre de un largo proceso geológico, por el cual aflora material rocoso fundido (magma) y gases del interior de la tierra de una manera más o menos violenta. La sucesiva acumulación de este material en los alrededores de

la zona de emisión forma un relieve, que generalmente adopta una forma cónica que se denomina edificio volcánico y que puede llegar a tener considerable altura. El orificio por el que sale este material se denomina boca eruptiva. La palabra volcán también se aplica a la estructura en forma de loma o montaña que se forma alrededor de la abertura mencionada por la acumulación de los materiales emitidos.

Generalmente, los volcanes tienen en su cumbre, o en sus costados, grandes cavidades de forma aproximadamente circular denominada cráteres, generadas por erupciones anteriores, en cuyas bases puede, en ocasiones, apreciarse la abertura de la chimenea volcánica.

¿Por qué es un riesgo geológico?

Al existir una erupción, los fenómenos de riesgo que puede causar; están divididos o clasificados en:

- La amenaza de erupción de roca fundida (magma) o ***la lluvia de cenizas***.
- También son peligrosas ***las corrientes de lodo*** que originan. Ejemplo: En 1985, el volcán Nevado del Ruiz en Colombia erupcionó fundiendo hielo y nieve, y provocó la muerte a más de 25.000 personas.
- Durante una ***erupción violenta***, la lava está cargada de vapor, monóxido de carbono y dióxido de azufre, que escapan a la superficie en forma de nubes generadas por las explosiones.
- Las ***poblaciones cercanas*** pueden ser afectadas por distintos factores originados por la actividad volcánica:
 - Nubes tóxicas provocadas por los gases emanados.
 - Cenizas volcánicas que afectan la flora y fauna.
 - Desplazamientos de lodo por las laderas de los volcanes.
 - Movimientos sísmicos y explosiones.
 - Ríos de lava que amenazan los asentamientos cercanos.
 - La combinación de lluvia y vapor puede provocar nubes de lluvia ácida.

- **Peligros o amenazas de un volcán**

Como se detalló anteriormente; los peligros se centran en:

- La liberación de energía: 1/10 de un sismo de magnitud 6.
- Flujos de lava con velocidades en cm/h a km./h. y temperaturas de 200 – 900°C.
- Nubes de gases tóxicos: dióxido de carbono, azufre.
- Proyección de piroclastos, desde polvo muy fino y las cenizas, que el viento puede arrastrar a distancias enormes, hasta peñascos de 100 toneladas.
- Aludes de tierra por efecto de deshielo.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1. Lectura comprensiva

Estimado estudiante, para exemplificar de mejor manera le invito a leer el siguiente artículo sobre un caso real de un hundimiento que se dio en Guatemala, por favor ingrese en el siguiente artículo: [Nasa podría predecir hundimientos súbitos de tierra](#)

¡Interesante verdad! Como ya lo revisamos anteriormente, los hundimientos pueden darse tanto por causas naturales, así también como antrópicas, en este caso ¿Cuál cree que fue la causa?, otro punto a destacar en el artículo es que los avances tecnológicos están orientados también hacia la prevención.

Actividad 2. Revisión de video

En esta segunda actividad revisaremos más a fondo el tema de las erupciones volcánicas en el video que a continuación se propone: [erupciones volcánicas que cambiaron el mundo](#).

Retroalimentación:

Como pudo observar, existen diferentes tipos de volcanes que en función de su ubicación puede representar un peligro o no para las poblaciones aledañas, puesto que como ya hemos revisado anteriormente, el material piroclástico, gases, polvo y cenizas e inclusive el magma afectan la salud y el entorno natural de donde se encuentre el volcán. También afectan la topografía deformando al terreno. Es importante mencionar un dato curioso que luego de un determinado periodo de tiempo el suelo en esas zonas se vuelve muy fértil, resultando atractivo para las comunidades establecerse en áreas cercanas al volcán.

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio, respecto a los contenidos temáticos contemplados en la unidad 4, previstos para la semana 12. Le sugiero, realice una revisión de los temas que hemos trabajado, y así le ayudará a comprender claramente los fundamentos que nos permitirán a seguir estudiando de forma técnica la prevención de riesgos mayores.



Semana 13

¡Bienvenido!, estimado estudiante, a una nueva semana más de estudio, dentro de la unidad 4, en esta nueva semana terminaremos el estudio de los riesgos geológicos, los que a lo largo de la historia han dejado desastres en los diferentes países que han sufrido este tipo de procesos geológicos, siendo indispensable su estudio para la prevención de riesgos mayores, revisaremos los terremotos, tsunamis e Inundaciones.

4.4. Terremotos y tsunamis

Durante el movimiento dinámico diario del choque de las placas tectónicas de la Tierra se libera una cierta cantidad de energía, que al ser liberada súbitamente a través de ondas sísmicas que se propagan en todas direcciones se producen sismos o terremotos.

4.4.1. Terremotos

Varios autores llegan a la misma conclusión un terremoto es la liberación súbita de energía elástica acumulada en el subsuelo que se refleja en un movimiento brusco de la tierra, de ahí su raíz latina *terrae motus*.

Son movimientos vibratorios que se originan en zonas internas de la tierra y que se propagan por las rocas en todas las direcciones, en forma de ondas elásticas denominadas ondas sísmicas.

¿Qué originan los terremotos?

- Placas tectónicas: estos desplazamientos aleatorios de las placas son debidos a movimientos se dan en la capa intermedia de la Tierra o manto.
- Este fenómeno provoca el movimiento de las placas y es justo en los límites entre placas, donde hacen contacto unas con otras.
- Cuando dichos esfuerzos sobrepasan la resistencia de la roca, o cuando se vence la fuerza de fricción, se produce la ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada, generándose así un temblor que irradia dicha energía.

Hasta el momento se considera que el mayor terremoto ocurrido ha sido el del 22 de mayo de 1960 en Chile, cuya magnitud fue de 9,5 y que produjo una ruptura de falla de alrededor de 1.000 kilómetros, tuvo unas características parecidas al más reciente en Japón del 11 de marzo de 2011, que generó un gran tsunami y al que se asignó magnitud 9.0

¿Cómo se detectan los sismos?

Al propagarse la onda sísmica provocan el movimiento del suelo por donde pasan. Para registrar estos movimientos se utilizan equipos denominados sismógrafos o acelerógrafos. Es importante destacar que los sismos o terremotos no se pueden predecir, únicamente se detectan en el momento de la liberación de energía.

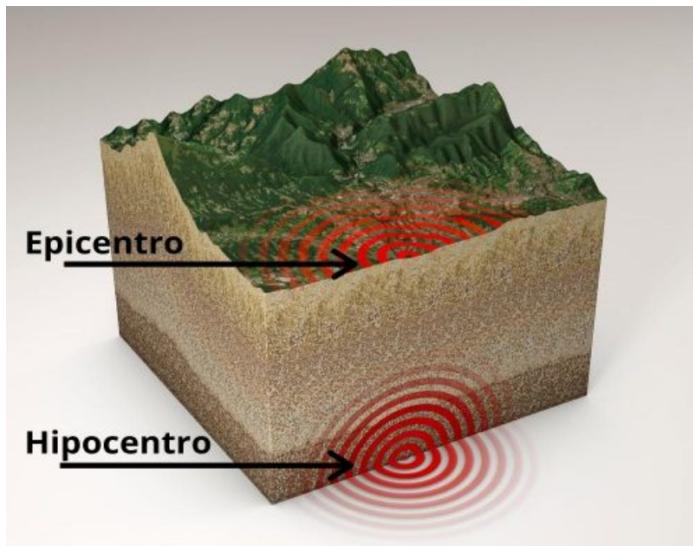
▪ Parámetros de un sismo

Cuando se trata, de este tipo de movimientos telúricos se manejan muchos términos como los que se presenta a continuación:

- **Epicentro:** punto de la superficie situado en la vertical del foco o hipocentro.
- **Fuente sísmica:** volumen de roca que se fractura durante un terremoto.
- **Hipocentro o foco:** punto donde se inicia el terremoto. Es el punto en que se concentra el estallido principal de energía que produce el frotamiento de los labios de la falla.
- **Ondas sísmicas:** ondas clásicas generadas por un terremoto.
- **Precensores:** terremotos más pequeños que ocurren antes del terremoto principal. Estos no son lo suficientemente regulares como para poder predecir los sismos de máxima magnitud.
- **Sacudida sísmica:** conjunto de movimientos vibratorios del terreno.

Figura 9.

Hipocentro –Epicentro de un Sismo



Nota. Adaptado de ¿Qué es un sismo? [Fotografía], por Significados.com, 2022, [enlace web](#).

- **Efectos inducidos por los terremotos en el terreno**

Una vez que se da la liberación súbita de energía, además del movimiento vibratorio característico, González et al (2006) señala una serie de efectos inducidos que dan lugar a grandes deformaciones y roturas en el terreno:

- Licuefacción de suelos.
- Deslizamientos Y desprendimientos.
- Roturas en superficie por fallas tectónicas.
- Tsunamis.

Es válido aclarar que, a excepción de los Tsunamis, los demás efectos provocados, están directamente relacionados con el comportamiento geológico y geotécnico del terreno.

4.4.2. Tsunamis

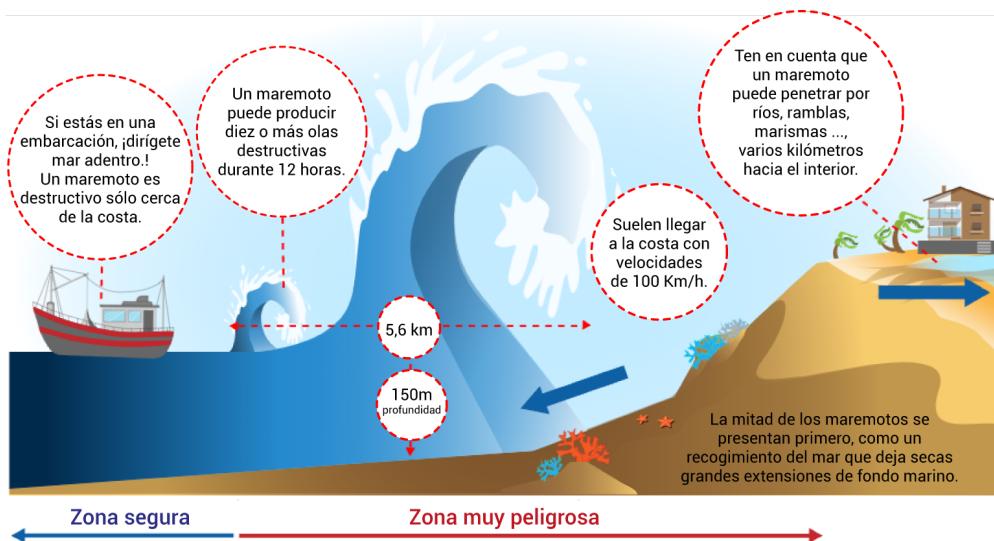
Los Tsunamis son conocidos también como maremotos, (del latín *mare*: mar y *motus*: movimiento) es, según la definición de la Real Academia de la Lengua (RAE), “la agitación violenta de las aguas del mar a consecuencia de una sacudida del fondo, que a veces se propaga hasta las costas dando lugar a inundaciones”.

A nivel internacional se conoce como tsunami (del japonés *tsu*: puerto o bahía, *nami*: ola) que la RAE define como “Ola gigantesca producida por un maremoto o una erupción volcánica en el fondo del mar”.

En resumen, un Tsunami o Maremoto se trata de una ola o serie de olas que se producen en una masa de agua al ser empujada violentamente por una fuerza que la desplaza verticalmente. Un maremoto puede ser provocado por terremotos, volcanes, derrumbes costeros o subterráneos, explosiones de gran magnitud o incluso meteoritos.

Los Tsunamis pueden ser ocasionados por terremotos locales o por terremotos ocurridos a considerable distancia. De ambos, los primeros son los que producen daños más devastadores debido a que no se cuenta con tiempo suficiente para evacuar la zona (generalmente se producen entre 10 y 20 minutos después del terremoto) y a que el terremoto, por sí mismo, genera terror y caos que hacen muy difícil organizar una evacuación ordenada.

Figura 10.
Desarrollo de un Tsunami



Nota: Adaptado de Maremotos, por Dirección General Civil de Protección y Emergencias, s.f, [enlace web](#).

■ Detección de Tsunamis

Si bien es imposible predecir con precisión el desencadenamiento de los terremotos, se pueden prever algunas de sus consecuencias, en particular los tsunamis.

Japón, uno de los países más afectados del planeta, dispone de un sistema de alerta perfeccionado que detecta la formación de olas en alta mar, analiza su velocidad y su altura y da la alerta en unos minutos. Este sistema está conectado a la red de vigilancia implantada por Estados Unidos en el océano Pacífico (donde se producen el 80% de los tsunamis).

La ausencia de dispositivo de detección en el océano Índico se hizo sentir cruelmente en el tsunami del 26 de diciembre de 2004. A comienzos de 2005, las Naciones Unidas decidieron solucionarlo creando una red de alerta con base en el modelo del Pacífico, que operó antes de finales de 2006. El Mediterráneo y el Caribe también se equiparon desde el año 2007.

4.5. Inundaciones

Las inundaciones constituyen el fenómeno natural con mayor impacto económico y social en los países de América Latina, en especial en Ecuador durante el Fenómeno del Niño, a lo largo del siglo XXI, se tienen registros de episodios de inundaciones con graves consecuencias sobre la población. El riesgo de inundaciones afecta prácticamente a toda la región costa de nuestro país, y en los espacios fluviales en las etapas del invierno.

Según la Organización de Estados Americanos (s.f.) clasifica dos tipos de inundaciones: la primera, es el desbordamiento de ríos causados por la excesiva escorrentía como consecuencia de fuertes precipitaciones, y la segunda, inundaciones originadas en el mar, o inundaciones costeras, causadas por olas ciclónicas exacerbadas por la escorrentía de las cuencas superiores. Los tsunamis son un tipo especial de inundación costera.

A continuación, se describirá cada una de ellas:

- a. **Inundaciones costeras:** las olas ciclónicas son un crecimiento anormal del nivel del mar asociado con huracanes y otras tormentas marítimas. Las olas ciclónicas están causadas por fuertes vientos de la costa y/o por celdas de muy baja presión y tormentas oceánicas. El nivel de las aguas está controlado por los vientos, la presión atmosférica, las comentes astronómicas existentes, las olas y el mar de fondo, la topografía de la costa y la batimetría y la proximidad de la tormenta a la costa. Generalmente, las destrucciones causadas por olas ciclónicas se pueden atribuir al impacto de las olas y las fuerzas hidrostáticas/dinámicas y los efectos de las bombas de carga de agua. Los daños más significativos resultan a menudo del impacto directo de las olas sobre las estructuras fijas. Los impactos indirectos causan inundaciones y socavamiento de infraestructuras tales como autopistas y vías de ferrocarril.
- b. **Desbordamiento de ríos:** el desbordamiento de los ríos ocurre cuando se excede la capacidad de los canales para conducir el agua y, por lo tanto, se desbordan las márgenes del río. Las inundaciones son fenómenos naturales y puede esperarse que ocurran a intervalos irregulares de tiempo en todos los cursos de agua. El establecimiento humano en un área cercana a planicies de inundación es una de las mayores causas de daños causados por inundaciones.

Figura 11.

Medidas preventivas para viviendas en caso de Inundación



Nota. Adaptado de Inundaciones, por Dirección General Civil de Protección y Emergencias, s.f , [enlace web](#).

¡Le felicito!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio, respecto a los contenidos temáticos contemplados en la unidad 4 previstos para la semana 13. Le sugiero, realice una síntesis de los temas que hemos trabajado, y así le ayudará a comprender claramente los conceptos técnicos, características y consecuencias de los riesgos geológicos.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Apreciado estudiante, para complementar el estudio de los temas de la semana 13, lo invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

Actividad 1: lectura comprensiva

En la presente semana hemos concluido el estudio de los riesgos geológicos, hemos abordado un fenómeno geológico cuyas consecuencias son catastróficas para cualquier país en el planeta, es momento de aprender de la historia, vamos a recordar un doloroso momento para todos hace 6 años, le invito a revisar el siguiente documento: [Informe Situacional-Terremoto-Pedernales](#).

Retroalimentación:

Como es de conocimiento público en nuestro país, el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos hace seis años Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR), es la Institución pública responsable del manejo de todo tipo de eventos naturales y antrópicos, que involucren la seguridad y bienestar de la población ecuatoriana, cumplen un rol muy importante en fenómenos geológicos como terremotos o sismos como en este caso, cuando ocurren eventos naturales como respuesta ante esta emergencia elaboran un informe situacional, como pudieron observar, donde informan todos los detalles del evento, este documento contiene información oficial y fidedigna, se envía a presidencia y a los medios de comunicación, el mismo que será presentado en reunión del COE nacional (Comité de Operaciones de Emergencia) el cual es presidido por el presidente de la República o un representante del ejecutivo.

¿Muy interesante verdad? ¿Qué opinión le merece las consecuencias de un evento de tal magnitud? ¿En las empresas e instituciones estamos realmente preparados para un fenómeno geológico como este?

Actividad 2:

Para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito a realizar la siguiente autoevaluación. Le animo a que la realice leyendo detenidamente las preguntas y las conteste. Finalmente, al terminar esta actividad, contrasta sus respuestas con las del solucionario y así podrá evidenciar sus aciertos y desaciertos.



Autoevaluación 4

Responda verdadero o falso según corresponda:

1. () Los riesgos geológicos ocurren únicamente en zonas del planeta que poseen costas.
2. () Una amenaza geológica incluye procesos terrestres de origen tectónico.
3. () Una amenaza natural es resultado de un proceso natural que se da entre la biosfera y no tiene resultados perjudiciales en el medio que la rodea.
4. () Uno de los principales factores que provocan deslizamientos es la topografía.
5. () Factores como el clima, la topografía y la sismicidad-vulcanismo son fenómenos que forman parte del equilibrio geológico natural.
6. () Los desprendimientos son movimientos en masa de suelo o roca con existencia de un movimiento relativo con respectos al sustrato.

Seleccione la o las respuestas correctas:

7. Un hundimiento de tierra es resultado de:
 - a. Desprendimiento de bloques o masas de tierra.
 - b. Acumulación progresiva de materiales fragmentarios.
 - c. Asentamiento de sedimentos flojos o no consolidados.

8. Las actividades antrópicas que pueden dar lugar a deslizamientos de tierra son:
 - a. Falta de planificación de la actividad humana en procesos de construcción vial, de asentamientos poblacionales, desforestación, etc.
 - b. Procesos de erosión y malas condiciones climáticas.
 - c. Explotación de minas subterráneas o excavaciones.
9. Los terremotos son originados por:
 - a. Placas tectónicas.
 - b. Deslizamiento de rocas
 - c. Liberación repentina de energía acumulada por procesos de fricción.
10. Las inundaciones costeras se producen como consecuencia de:
 - a. El exceso de capacidad de los canales para conducir el agua.
 - b. Crecimiento anormal del nivel del mar como producto de huracanes u otras tormentas marítimas.
 - c. Una masa de agua empujada violentamente por una fuerza que la desplaza verticalmente.

[Ir al solucionario](#)



¡Bienvenido!, estimado estudiante, a una nueva semana más de estudio, le felicito por llegar a este punto, con los conocimientos adquiridos hasta el momento, estamos listos para los contenidos de la unidad 5, en esta semana 14, estudiaremos los métodos preventivos y de mitigación o control para evitar accidentes mayores, que en ocasiones son inducidos por eventos geológicos o meteorológicos, siendo esencial el conocerlos para la prevención de riesgos mayores. ¡Adelante vamos a empezar!

Unidad 5. Medidas de control y prevención

Estimado estudiante, es momento de revisar algunos métodos de prevención para disminuir la vulnerabilidad a cualquier evento no deseado que provoque accidentes mayores, el objetivo principal es disminuir el riesgo o en el mejor de los casos eliminarlo. Según OSALAN (1999) destaca algunos conceptos sobre los métodos de prevención:

- **Medidas de prevención en el origen:** se refiere a dispositivo o resguardos de protección.
- **Medidas preventivas organizativas:** generalmente se refiere a la reducción de la exposición, mediante la organización de grupos que trabajen por turnos. Además de establecer normas y protocolos.
- **Medidas de protección colectiva:** por ejemplo: barandillas, plataformas de trabajo, redes, etc.
- **Medidas de protección individual:** se usan equipos de protección individual como medida de prevención complementaria, sobre todo cuando los riesgos no han sido reducidos o eliminados.
- **Capacitación a los trabajadores:** es muy importante informar sobre los riesgos que se han identificado y capacitarles en protocolos, procedimientos y normativa interna de la empresa basada en el buen manejo de equipos.

En resumen, las medidas de prevención son los procedimientos, actuaciones y medios previstos con el fin de evitar o atenuar las consecuencias inmediatas o diferidas para las personas, instalaciones o bienes materiales y medioambiente que pueden ocasionar los accidentes graves. Esto quiere decir que con un sistema de protección se trata de evitar la materialización de un peligro, reduciendo la probabilidad del accidente, lo que requiere determinar los medios materiales y humanos precisos para garantizar la prevención de riesgos y el control de emergencias, encaminados siempre a evitar que se torne en un desastre.

En esta fase es muy importante la participación de toda la empresa, sobre todo de los altos directivos, es fundamental como expertos en salud laboral y ocupacional concientizarlos para el éxito de las medidas preventivas que se vayan a implementar.

5.1. Prevención contra incendios

La mejor forma de tratar con los incendios, es prevenir su ocurrencia, la prevención más eficaz de este tipo de desastres, requiere de anticipación a las fuentes de incendio, por ello es preciso realizar un análisis específico debido a que cada instalación es diferente, y una vez que se identifican los riesgos, deben tomarse decisiones y delegar un responsable para ello.

Una de las principales causas de los incendios industriales son los rodamientos con calentamiento excesivo en la maquinaria y procesos que involucren altas temperaturas, filtros de ventilación tapados o sucios con polvos o material combustible, falta de limpieza en bodegas o lugares confinados donde se generen polvos combustibles.

Por ello sugerimos las siguientes acciones preventivas:

[Prevención contra incendios](#)

5.2. Prevención para bolas de fuego (Bleve)

Debemos considerar, una vez que se producen las bolas de fuego (Bleve), resulta muy difícil controlar la emergencia con acciones improvisadas, incluso representa muy peligrosa la acción humana en estos momentos, debido a que en cualquier momento se produce una explosión, es por

ello, que es de vital importancia la prevención de estos, la Bleve se puede reducir a niveles tolerables, Casal et al (1999) señala que se puede reducir a niveles tolerables si se adoptan las siguientes acciones:

- **Terreno en pendiente:** un escape de líquido (por ejemplo, gas licuado de petróleo) tiene que poder ser retirado inmediatamente de la zona adyacente al tanque que se quiere proteger. Para ello es necesario que el terreno donde está situado el depósito sea liso y tenga una pendiente del orden del 2,5% (como mínimo 1,5%); un sistema de drenaje tiene que conducir el líquido hacia una zona de retención situada a suficiente distancia como para que, si se incendia, las llamas no logren alcanzar el tanque.
- **Aislamiento térmico:** el recubrimiento exterior de las paredes del depósito con un producto resistente al fuego y de baja conductividad térmica (por ejemplo, hormigones especiales, fibra de vidrio o pinturas intumescentes) retrasa notablemente el calentamiento del material y, por consiguiente, el aumento de la presión dentro del recipiente en los casos en los que este se ve sometido a la acción de un incendio.
- **Refrigeración con agua:** la utilidad de los surtidores de agua en la protección de recipientes sometidos a la acción directa del fuego ha sido demostrada durante más de cincuenta años. Es importante que el agua sea utilizada desde los primeros momentos y que una película con un mínimo grosor cubra totalmente la superficie del recipiente (especialmente las zonas en las que hay un contacto directo con la llama), con el fin de evitar la aparición de áreas calientes. El caudal de agua requerido se tiene que mantener constante.
- **Reducción de la presión:** de esta manera disminuye la tensión a la que se encuentra sometido el material con el que está construido el recipiente y, ante un aumento de temperatura, se reduce el peligro de explosión. La API recomienda como criterio general la instalación de dispositivos capaces de reducir la presión hasta aproximadamente 7 bares o hasta la mitad de la presión de diseño en 15 min. Si el terreno es empinado y el recipiente está protegido con aislamiento térmico, este tiempo puede ser superior. La despresurización puede requerir la instalación de una válvula con control remoto.
- **Soterramiento:** la posibilidad de enterrar total o parcialmente (en taludes artificiales)

- **Barreras de agua:** permite retener los vapores desprendidos durante el vertido con la reducción consiguiente de la posibilidad de ignición de estos y dispersarlos en la atmósfera.
- **Prevención de daños mecánicos:** los depósitos que contienen materiales almacenados a temperaturas superiores a la ebullición a presión atmosférica, tienen que estar protegidos de los posibles impactos de grúas o torres que puedan caerse, o de choques provocados por vehículos en maniobras. Un caso especial, que aquí no se trata, es el de la protección de vagones o camiones cisterna.
- **Prevención del sobrelleñado:** este es un aspecto que ha ocasionado numerosos BLEVE, pese a que cada vez es menos frecuente y se tienen más en cuenta las causas más reiteradas (falta u obturación de válvulas de seguridad).

5.3. Prevención de riesgos geológicos

En la prevención de riesgos geológicos, se necesita un conocimiento técnico base como el que se ha revisado en unidades anteriores, con la finalidad de evitar ciertos procesos, controlarlos, establecer alertas tempranas para proteger a los trabajadores de las posibles consecuencias.

Hemos estudiado deslizamientos y desprendimientos, hundimientos y subsidencias, terremotos y tsunamis, erupciones volcánicas e inundaciones, todos estos procesos geológicos llegan a convertirse en riesgo, dependiendo de las circunstancias que se presenten.

Tabla 13.*Prevención y mitigación de riesgos geológicos*

Procesos	Mitigación	Actuación para mitigación	
		Estructurales	No Estructurales
Deslizamientos y desprendimientos	Protección Evacuación	Medidas de corrección, estabilización y obras de protección	Prohibición o restricciones de ocupación de zonas de elevada peligrosidad
Hundimientos y subsidencias	Protección Evacuación	Medidas de consolidación y relleno	Planificación y ordenación del territorio
Terremotos y tsunamis	Protección Evacuación	Diseños sismo-resistentes	Normativa y recomendaciones
Erupciones volcánicas	Protección Evacuación	Desvío y contención de coladas y flujos	Sistemas de alarma y aviso
Inundaciones	Protección Evacuación	Obras de desvío, contención y regulación.	<ul style="list-style-type: none"> • Planes de Contingencia • Divulgación y educación ciudadana

Nota. Adaptado de Ingeniería Geológica (p.616), por González et al, 2006, Pearson Educación.

Cuanto antes se incorpore la mitigación de un peligro geológico al proceso de la planificación para el desarrollo de un plan de prevención de la empresa, será mucho más efectiva, se sugiere por ejemplo en el caso de los deslizamientos realizar estabilización de taludes, en el caso de sismos con la finalidad de proteger la infraestructura se debe considerar en el diseño estructuras sismorresistentes, del mismo modo los hundimientos, antes de planificar construcciones se debe revisar las características del suelo, realizar los estudios geotécnicos pertinentes y en el caso de que existan novedades poder implantar las medidas de mitigación para poder prevenir un futuro daño irreparable.

¡Felicitades!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio, respecto a los contenidos temáticos contemplados en la unidad 5 previstos para la semana 14. Como sugerencia sería muy oportuno, realice una síntesis de los temas que hemos trabajado, y así le ayudará a comprender de mejor forma los contenidos revisados.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1: revisión de videos

- Estimado estudiante dentro del contexto de la prevención, es muy oportuno revisar los siguientes videos donde se exponen algunas de las medidas de autoprotección sugeridas por la Dirección General de Protección Civil de España en caso de Sismos: [Medidas de protección ante riesgo de Terremoto](#)

¡Muy útil!, son consejos que se deben poner en práctica en todas las empresas, al momento de realizar los simulacros, los mismos que deben ser organizados por el encargado de Seguridad y Salud ocupacional.

- Ahora revisaremos otro video de la Dirección General de Protección Civil, sobre los incendios forestales, que es uno de los peligros mayores y que con mayor frecuencia se da: [Medidas de protección ante Riesgo de Incendio Forestal](#)

¿Qué tal le pareció el video? A veces los incendios forestales no los consideramos como un peligro para nuestras empresas o industrias, por lo que se hace necesario no subestimarlas debido a que este tipo de incendios son los más propensos a no poder ser controlados, y el daño que causa a su paso es inminente.

Actividad 2:

Para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito amablemente a realizar la siguiente autoevaluación. Le sugiero a que la realice una lectura pausada de las preguntas de la autoevaluación y las conteste. Finalmente, al terminar esta actividad, contraste sus respuestas con las del solucionario y así podrá evidenciar sus aciertos y desaciertos.



Autoevaluación 5

Seleccione la respuesta correcta

1. La forma más eficaz de prevenir incendios es:
 - a. La gestión del encargado de salud y seguridad ocupacional.
 - b. Los equipos de protección personal.
 - c. La anticipación a las fuentes de incendio.
2. La corrección y estabilización de taludes en un deslizamiento se consideran como:
 - a. Obras de mantenimiento.
 - b. Medidas de prevención y mitigación.
 - c. Actividades secundarias en una vía.
3. Las acciones de prevención de Incendios son las siguientes:
 - a. Desvíos y contención de flujos y lavas volcánicas.
 - b. Evitar el manejo de sustancias peligrosas en instalaciones industriales.
 - c. Establecer programas de limpieza, sistemas de alarma y detección de humos, uso de extintores y formar una brigada contraincendios.

Responda verdadero (V) o falso (F) según corresponda

4. () Las medidas de prevención en el origen se refieren al empleo de barandillas, plataformas de trabajo, etc.
5. () Una de las causas de incendios industriales son los excesos calentamientos de las maquinarias.
6. () Los sistemas automáticos de aspersión protegen a las personas y también las instalaciones.
7. () Las acciones de mitigación de desastres sirven para prevenir daños materiales y humanos.

8. () La formación de brigadas contraincendios es una opción con la que cuentan las empresas para la prevención de incendios.
9. () Los procesos de capacitación de los trabajadores sobre los riesgos identificados en las entidades son necesario.

Enlace la columna A con la columna B según corresponda

10. Enlace los conceptos de la simbología del árbol de fallos, de la columna A con sus correspondientes en la columna B.

Columna A	Columna B
1. Prevención de daños mecánicos.	a. Recubrimiento exterior de las paredes del depósito con un producto resistente al fuego y de baja conductividad térmica.
2. Reducción de la presión	b. Los depósitos que contienen materiales almacenados a temperaturas superiores a la ebullición tienen que estar protegidos de los posibles impactos de grúas o torres.
3. Aislamiento térmico	c. Disminuye la tensión a la que se encuentra sometido el material con el que está construido el recipiente y, ante un aumento de temperatura, se reduce el peligro de explosión.

[Ir al solucionario](#)



¡Bienvenido!, estimado estudiante a una nueva semana más de estudio, dentro de la unidad 4, en esta doceava semana seguiremos estudiando más riesgos geológicos, siendo indispensable su estudio para la prevención de riesgos mayores, revisaremos los hundimientos, subsidencias y erupciones volcánicas.

Unidad 6. Preparación y respuesta ante desastres/ emergencias

La magnitud de un desastre se puede estimar al considerar la situación económica de la región previa al desastre, el tipo de evento y el momento en que ocurre, el nivel de respuesta de la población y de las autoridades, también las relaciones del país con la comunidad internacional y el grado de organización institucional y política. Por otro lado, los desastres de evolución lenta, como las sequías, inundaciones y tormentas, pueden causar el desplazamiento de poblaciones y provocar conflictos con las comunidades de acogida debido a la competencia por los escasos recursos.

Para prevenir y mitigar los efectos de los desastres, los gobiernos y la sociedad deben enfatizar sus acciones:

- Entre los habitantes y las comunidades para que conozcan los riesgos y las formas en que pueden prevenir y mitigar sus efectos.
- En los planes y políticas de desarrollo de gobierno donde se especifiquen los riesgos y las medidas para mitigarlos.
- En los planes urbanos para ordenar y vigilar el uso de suelo.
- En la definición de responsabilidades específicas de organismos e instituciones que intervienen en la reducción del riesgo y la atención de emergencias.
- En la asignación presupuestaria para los programas de prevención y atención.
- En la creación de organizaciones que preparen a la sociedad y coordinen los esfuerzos.

6.1. Plan de reducción de riesgos laborales

Un plan de prevención de riesgos laborales es la herramienta a través de la cual se integra la actividad preventiva de la empresa en su sistema general de gestión y se establece su política de prevención de riesgos laborales.

El (INSST) Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (s.f.) define al plan, se refleja en un documento, plenamente adaptado a la actividad y tamaño de la empresa, que incluirá los siguientes elementos:

- La identificación de la empresa, de su actividad productiva, el número y características de los centros de trabajo y el número de trabajadores y sus características con relevancia en la prevención de riesgos laborales.
- La estructura organizativa de la empresa, identificando las funciones y responsabilidades que asume cada uno de sus niveles jerárquicos y los respectivos cauces de comunicación entre ellos, en relación con la prevención de riesgos laborales.
- La organización de la producción en cuanto a la identificación de los distintos procesos técnicos y las prácticas y los procedimientos organizativos existentes en la empresa, en relación con la prevención de riesgos laborales.
- La organización de la prevención en la empresa, indicando la modalidad preventiva elegida y los órganos de representación existentes.
- La política, los objetivos y metas que en materia preventiva pretende alcanzar la empresa, así como los recursos humanos, técnicos, materiales y económicos de los que va a disponer al efecto.

En Ecuador se han establecido varias normativas legales en torno a este tema, es importante conocer esta reglamentación para poder elaborar nuestro plan según lo que sea el caso, a continuación, las presentamos:

- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584.
- Reglamento al instrumento andino de Seguridad y Salud. Resolución 957.

- Reglamento de Seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medioambiente de trabajo. Decreto 2393.
- Reglamento para el funcionamiento de los servicios médicos de empresas. Acuerdo No. 1404.
- Colores y Señales de Seguridad. Norma Técnica Ecuatoriana INEN ISO 3864-1.
- Colores de identificación de tuberías Norma Técnica Ecuatoriana INEN 440:84.
- Transporte, Almacenamiento y Manejo de materiales peligrosos. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2266.
- Etiquetado de Precaución. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2288.
- Extintores portátiles inspección, Mantenimiento y Recarga. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 739.
- Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas. Acuerdo N° 174.
- Convenios Internacionales OIT ratificados por la República del Ecuador.
- Acuerdo Ministerial 220. Guía para elaboración de Reglamentos Internos de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En nuestro país el Ministerio de Trabajo, a través de la Dirección de Seguridad y Salud en el Trabajo y Gestión Integral de Riesgos, disponen la elaboración del Plan Integral de Prevención de Riesgos Laborales para empleadores de 1 a 10 trabajadores.

Estructura del plan integral de gestión de riesgos laborales

El Ministerio de trabajo a través de su plataforma SUT manejan la documentación de cada empresa, en este caso el Plan Integral de Gestión de Riesgos Laborales, por lo tanto, este documento debe subirse a la Plataforma, es fundamental y el Ministerio lo exige que quien debe elaborar el plan debe ser un profesional de la rama que tenga los conocimientos técnicos para hacerlo. A continuación, se presenta y se explica su estructura:

1. **Generalidades:** incluye información general de la empresa, tales como su RUC, actividad económica, número de trabajadores, centros de trabajo, matriz, sucursales.
2. **Política empresarial:** en esta parte del plan se expresa el compromiso mediante diversas acciones orientadas en la gestión de prevención de riesgos laborales.

- 3. Disposiciones reglamentarias:** se describe obligaciones, responsabilidades y prohibiciones en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- 4. Incumplimientos y sanciones:** en esta parte, como su nombre claramente lo dice, se destaca sanciones en el caso de incumplir las disposiciones reglamentarias.
- 5. Prevención de riesgos laborales:** consiste en una matriz que se describe en 4 partes: peligros en el puesto de trabajo, posibles daños, medidas que se han adoptado y que se van a adoptar, responsable de aplicarlas, fechas, resultado, seguimiento.
- 6. Información, capacitación, formación en riesgos laborales:** en esta parte del documento se debe colocar la planificación de la capacitación en prevención de riesgos laborales y prevención de amenazas naturales y riesgos antrópicos.
- 7. Equipos de protección personal:** se describe la ropa y equipos de protección que están utilizando los trabajadores con relación a los riesgos identificados en la empresa.
- 8. Investigación, registro y notificación de accidentes:** en esta parte la empresa se compromete investigar y analizar los accidentes, incidentes y enfermedades de trabajo, con el propósito de identificar las causas que los originaron y adoptará acciones correctivas y preventivas, se mantendrá un sistema de registro y notificación de los accidentes de trabajo, incidentes y enfermedades profesionales y de los resultados de las evaluaciones de riesgos.
- 9. Prevención de amenazas naturales y riesgos antrópicos:** mediante una matriz se identifican características de la construcción de la infraestructura, se identifican peligros como incendios, sismos, explosiones, etc.; responsables del manejo de la emergencia, simulacros realizados o que se van a efectuar.
- 10. Definiciones:** conceptos de terminología relacionada con la prevención de riesgos laborales.

6.2. Plan de contingencia ante eventos adversos

El Plan de Contingencia es una herramienta que nos ayuda a ejecutar una buena gestión del riesgo, tiene la finalidad de garantizar el normal funcionamiento de un evento o las actividades de una empresa o institución. De hecho, todas las instituciones deberían contar con un plan de contingencia actualizado, basada en un análisis de riesgo, que permitirá ejecutar un conjunto de normas, procedimientos y acciones básicas de respuesta que se debería tomar para afrontar de manera oportuna, adecuada y efectiva, ante la eventualidad de incidentes, accidentes y/o estados de emergencias que pudieran ocurrir tanto en las instalaciones como fuera de ella.

Es común en nuestro país elaborar planes de contingencia para instituciones educativas con la finalidad de que amenazas naturales como es el caso de las Inundaciones provocadas por el periodo invernal o por efectos del Fenómeno del Niño, no afecten las actividades normales de los estudiantes, garantizar que los establecimientos se encuentren en buenas condiciones garantizando de esta manera la seguridad integral del estudiante, profesores y administrativos.

Otro ejemplo es cuando se van a dar conciertos o eventos grandes donde exista un aforo considerable, se debe también elaborar un plan de contingencia que debe ser presentado ante las autoridades competentes, en este caso al departamento de Gestión de Riesgos de los GAD.

Un ejemplo ilustrativo de la estructura del plan de contingencia para un evento particular que maneja el GAD de Loja es el siguiente:

1. Datos generales del evento.
2. Aforo.
3. Cronograma.
4. Recursos que se dispone en caso de emergencias.
5. Identificación de amenazas.
6. Planos/Mapas/Croquis de ubicación.
7. Organización-Respuesta-Coordinación.
8. Esquema de notificación de accidentes.
9. Plan de evacuación.
10. Coordinación para la asistencia en caso de emergencias.

6.3. Conformación de brigadas de emergencia

En el momento de la conformación de brigadas la participación del trabajador es fundamental, es por esto, que depende mucho de la habilidad del responsable de Seguridad y Salud, realizar una campaña de concientización en las capacitaciones para que el trabajador se haya dado cuenta de la importancia de colaborar en estos temas que nos ayudan mucho a la gestión de riesgos de la empresa.

Las brigadas son grupos de trabajo que se organizan para cumplir con una tarea específica y así responder de forma inmediata y adecuada frente a una emergencia o desastre. Para el fin que se designe, todos deben capacitarse y prepararse con voluntad y responsabilidad. No hay un número exacto de brigadas, ni funciones predeterminadas para conformarlas; cada institución deberá organizarse según sus propias condiciones y necesidades diferentes del trabajador.

Sin embargo, se recomienda crear y organizar las brigadas tomando en cuenta las actividades más importantes a desarrollarse frente a una emergencia, considerar las habilidades de los miembros, elegir un coordinador y un número no muy grande de integrantes para asegurar una buena participación. Se requiere constituir las siguientes brigadas:

6.3.1. Brigadas contra incendios

Se debe contar con el equipo básico para responder en caso de incendio: extintor, alarma, etc., mejorando de esta manera los recursos disponibles para combatir el fuego. Es esencial aprender nuevas técnicas para prevenir y combatir incendios; es fundamental coordinar y apoyar a otras brigadas en sus actividades. Como regla general, se debe realizar inspecciones periódicas en la institución, revisar riesgos y recursos, tanto humanos como materiales, para la prevención y control de incendios, así como también coordinar con el cuerpo de bomberos de la localidad una capacitación.

6.3.2. Brigadas de búsqueda, rescate y evacuación

La función principal es ayudar a que las personas se movilicen en forma ordenada y rápida, usando las salidas y vías de emergencia, señalizadas hacia las zonas de seguridad, y asegurarse de que todas las personas estén siendo evacuadas durante la emergencia o el simulacro.

6.3.3. Brigada de primeros auxilios

La función principal es de programar actividades de capacitación sobre primeros auxilios, rescate y atención física y emocional, además de identificar y mejorar los recursos disponibles para atender a las personas que requieran primeros auxilios durante una situación de emergencia o desastre.

6.4. Simulacros y simulaciones

Como parte de la respuesta ante emergencias provocadas por accidentes mayores o procesos geológicos, es necesario proponer un conjunto de prácticas, recursos y capacidades institucionales que se aplican para minimizar la pérdida de vidas humanas; así como para la atención inicial de los daños en las personas, bienes y servicios.

Los simulacros y simulaciones son ejercicios hipotéticos ante emergencias, que se realizan en uno o varios ambientes, con la finalidad de evaluar la capacidad de respuesta ante la ocurrencia de una catástrofe natural o accidentes mayores de origen antrópico, de esta manera se pone a prueba los mecanismos y los flujos estipulados en un plan previamente establecido por la empresa.

6.4.1. Simulacros

La OPS- Organización Panamericana de la Salud (s.f.), define a los simulacros como un ejercicio práctico de manejo de acciones operativas que, mediante una escenificación de daños y lesiones, en una situación hipotética de emergencia, los participantes enfrentan acciones recreadas, utilizando las habilidades técnicas con las que atenderían en casos reales; implica la movilización y operación real del personal y recursos materiales.

Un ejercicio de simulacro es un mecanismo de preparación frente a eventos peligrosos que contribuye a la reducción del riesgo y no debe ser confundido con una obra de teatro en la que solo se han interpretado roles de un guion ensayado.

6.4.2. Simulaciones

Es un ejercicio de escritorio que recrea una situación hipotética de desastre frente al cual los participantes deberán tomar decisiones basadas en la información que reciben durante el ejercicio. Los hechos pueden ocurrir en tiempo simulado (días, semanas), periodo durante el cual los participantes recibirán datos e información de situaciones que se producen en el contexto de emergencia que se debe resolver.

6.5. Plan de evacuación

- **Evacuación**

Es importante entender que la evacuación es un conjunto de acciones y procedimientos tendientes a que las personas expuestas a un peligro protejan su vida e integridad física mediante un desplazamiento hasta lugares de menor riesgo o zonas consideradas como seguras. La finalidad de la evacuación es proteger la vida y la salud de las personas, así como la integridad de bienes y documentos indispensables e irremplazables.

- **Características de la evacuación**

Para lograr una correcta y efectiva evacuación debe cumplirse con lo siguiente:

- **Rápida:** percibido el riesgo o impacto del suceso no debe de mediar mayor tiempo para iniciar la evacuación. Tratándose de sismos, el inicio debe darse ni bien terminado el impacto.
- **Ordenada:** el traslado hacia la zona de seguridad debe guardar orden.
- **Segura:** el proceso debe garantizar la integridad de las personas y bienes que se trasladan.
- **Planificada:** la evacuación debe de responder a acciones definidas y adecuadamente planificadas, definiéndose las responsabilidades.

También se puede clasificar por las siguientes características:

Por su previsibilidad

- **Previsto:** cuando la evacuación responde a una programación definida de hipótesis, día, hora y servicios involucrados.
- **Imprevisto:** cuando el ejercicio se ejecuta sin haberse prefijado el día y hora.

Por su amplitud

- **Total:** cuando se involucra a todo el personal.
- **Parcial:** cuando solo se traslada parte del personal.

Plan de evacuación

Figura 12.

Ejercicio de evacuación



Nota. Registro fotográfico personal durante una la evaluación de un ejercicio de simulacro de la Unidad Educativa Simón Bolívar de la ciudad de Loja en octubre del 2015.

Un plan de evacuación contiene estrategias socializadas por el Comité de Seguridad y Salud de la empresa, donde se capacita a los trabajadores, como deben desplazarse, durante una situación de peligro a un sitio seguro.

Características del plan de evacuación

- a. Debe estar escrito para que permanezca disponible para cualquier trabajador, sobre todo personal nuevo que no conozca dicha información.
- b. Debe ser aprobado por un experto o institución de ramo, en este caso se puede solicitar el asesoramiento del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos.
- c. Debe ser publicado para que esté al alcance de todos los miembros de la empresa.
- d. Debe practicarse periódicamente a través de ejercicios de simulacro.
- e. Debe actualizarse por lo menos cada año o si existe algún cambio reciente en la infraestructura de la empresa.

Es esencial que todo el personal de la empresa conozca: los sistemas de alarma que tenga la empresa, los sistemas de comunicación interna, vías de evacuación y zonas seguras o puntos de encuentro, y los protocolos a seguir durante una emergencia.

Muy interesante verdad, si bien es cierto es muy necesario realizar varias prácticas para que el personal de la empresa tenga claro la respuesta durante un evento no deseado y asimismo el sitio o zona segura donde deben reunirse.



Es mejor estar preparados para algo que no va a suceder, a que, nos suceda algo para lo cual no estamos preparados.

¡Felicitaciones!

Hemos concluido con éxito una semana más de estudio, respecto a los contenidos temáticos contemplados en la unidad 6 previstos para la semana 15. Como sugerencia sería muy oportuno, realice una síntesis de los temas que hemos trabajado, y así le ayudará a comprender de mejor forma los contenidos revisados.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Para complementar el estudio de los temas de la semana 15, lo invito a trabajar en la actividad recomendada que, aunque no cuenta con calificación, le servirá como práctica y autoevaluación de los temas tratados.

Actividad 1. Lectura comprensiva

Apreciado estudiante, para complementar y reforzar el tema de simulacros y simulaciones le invito a revisar los siguientes documentos donde se profundiza más el sobre el tema: [Guía-Metodológica-para-Ejercicios-de-Simulación-y-Simulacro](#).

Retroalimentación:

Podemos darnos cuenta de que es de vital importancia poner en práctica los simulacros en los lugares de trabajo, es una gran oportunidad para realizar una evaluación de los recursos con los que contamos para enfrentar cualquier tipo de adversidad. Una vez realizado el ejercicio, el trabajador contará con más seguridad para afrontar el evento del que se trate el simulacro y servirá también para reforzar su capacidad de respuesta.

Actividad 2.

Para llevar a cabo una valoración sobre el entendimiento de los temas estudiados, le invito amablemente a realizar la siguiente autoevaluación. Le sugiero a que la realice una lectura pausada de las preguntas de la autoevaluación y las conteste. Finalmente, al terminar esta actividad, contrasté sus respuestas con las del solucionario y así podrá evidenciar sus aciertos y desaciertos.



Autoevaluación 6

Responda verdadero o falso según corresponda

1. () En el momento que ocurre un incendio y los organismos de respuesta no asisten a tiempo, se considera que fue un desastre.
2. () Durante la llegada del Fenómeno del Niño en temporada invernal, es fundamental que las Instituciones educativas elaboren un plan de contingencia para garantizar la seguridad de la comunidad educativa.
3. () El simulacro en un ejercicio que se lo realiza desde el escritorio y puede durar varios días o semanas.
4. () Según la normativa vigente, en una empresa de 30 trabajadores se debe presentar ante el Ministerio de Trabajo un Plan Integral de Prevención de Riesgos Laborales.
5. () La brigada contra incendios debe encargarse de la evacuación de los trabajadores y mantener el orden durante la ocurrencia del evento.
6. () El plan de contingencia es una herramienta de prevención y gestión del riesgo donde se refleja las acciones a tomar ante la llegada de cualquier amenaza natural o evento adverso.

Seleccione la opción correcta

7. Dentro del Plan Integral de Gestión de Riesgos, en el apartado disposiciones reglamentarias se debe describir:
 - a. Las sanciones por incumplimientos.
 - b. Las fechas de las capacitaciones.
 - c. Las obligaciones, responsabilidades y prohibiciones.

8. Elija la información que no va dentro de un plan de contingencia para un evento particular.
- a. Aforo.
 - b. Equipos de protección personal.
 - c. Mapas o croquis de ubicación.
9. Indique la función de la brigada de primeros auxilios:
- a. Se encarga de la señalética de la empresa.
 - b. Se encarga de mantener las vías de evacuación libres.
 - c. Dar atención física y emocional a los trabajadores.
10. Quienes son los encargados de evaluar un simulacro:
- a. Los observadores.
 - b. Los participantes.
 - c. El responsable de seguridad y salud ocupacional de la empresa.

[Ir al solucionario](#)



Actividades finales del bimestre



Semana 16

¡Buen trabajo!

Apreciado estudiante ha concluido con éxito los contenidos del segundo bimestre. Se propone para esta semana la revisión de todo el material de las unidades estudiadas en las siete semanas, de este último semestre.

Es momento de prepararse en esta última semana del segundo bimestre, para rendir la evaluación bimestral, para ello, le recomiendo revisar cada una de las 3 unidades que hemos estudiado durante este tiempo. Volvamos a realizar cada una de las autoevaluaciones, de las tareas que han sido programadas, de los cuestionarios establecidos, revisemos los recursos educativos e información destacada de los talleres propuestos, y videos que se han sugerido con la finalidad de rendir un exitoso examen.

¡El mayor de los éxitos!



4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	Los riesgos mayores son los más temibles y catastróficos, sobre todo en el área industrial, y están relacionados con accidentes y situaciones excepcionales, sus consecuencias pueden presentar una especial gravedad.
2	F	El peligro se considera el daño o desperfecto que puede causar a una persona u objeto dentro de su lugar de trabajo y la capacidad intrínseca de una sustancia peligrosa o la potencialidad de una situación física para ocasionar daños a las personas, los bienes y al medioambiente.
3	V	Un riesgo convencional: relacionados con la actividad y el equipo existente en cualquier sector, como, por ejemplo: la electrocución y las caídas.
4	V	Los factores naturales del lugar donde se encuentre como, por ejemplo: inundaciones, movimientos en masa(derrumbes, deslizamientos), sismos, erupciones volcánicas, fallas geológicas; ya que los fenómenos naturales contribuyen en gran parte a una cadena catastrófica de accidentes mayores.
5	V	Uno de los factores que intervienen en un accidente, es el error humano, es que forma parte normal del comportamiento, también decisivo en el aprendizaje de nuevas destrezas y comportamientos. Por ejemplo: los errores cometidos por personas diestras en una tarea son consecuencia de lapsus y distracciones o de actos involuntarios, y son diferentes a las equivocaciones que comete alguien que no esté cualificado.
6	F	La teoría a la propensión al accidente, existe un subconjunto de trabajadores en cada grupo general cuyos componentes corren un mayor riesgo de padecerlos, aún está apoyado con datos empíricos.
7	b	Los escapes de gases y líquidos inflamables, el escape de sustancias tóxicas(kg) que sean tóxicas y nocivas, y la explosión de materiales inestables o reactivos pueden ocasionar accidentes industriales.

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
8	a y c	El mantenimiento preventivo y la modificación del diseño o de las especificaciones de los elementos de trabajo, son formas de controlar la transferencia de energía para evitar accidentes mayores.
9	b	No Utilizar equipos de protección existentes se consideran como actos inseguros, y usar Equipos, herramientas o máquinas defectuosas, Iluminación y ventilación inadecuadas son condiciones inseguras.
10	a y b	La utilización de elementos radioactivos, la manipulación de productos tóxicos son actividades que se pueden ocasionar daños por su naturaleza y se los considera dentro de los riesgos denominados como específicos.

[Ir a la
autoevaluación](#)

Autoevaluación 2		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	Una emisión en forma de fuga o vertido, incendio, explosiones importantes son considerados como accidentes graves, un peligro es la capacidad intrínseca de una sustancia peligrosa o la potencialidad de una situación física para ocasionar daños a las personas.
2	V	<i>Método del análisis de la cadena causal</i> , el cual se basa en un modelo causal de pérdidas, cuyo objetivo es recordar y comprender como sucedió el hecho que originaron pérdidas.
3	V	El árbol de fallos, es un análisis sistemático, secuencial, que permite identificar la causa base, de una falla, permite conocer cuál es el funcionamiento del conjunto de elementos para poder identificar en qué fase inició el problema, y prevenir que vuelva a ocurrir.
4	F	Cuando hablamos de factores personales y factores de trabajo estamos hablando de causas básicas dentro del modelo causal de pérdidas.
5	V	Los fallos primarios son los defectos de los componentes sin que influya elementos y reacciones con el exterior, por ejemplo: una soldadura mal hecha.
6	Puerta O:	Ocurrirá si, solo uno o más de los sucesos de entrada se presentan.
	Puerta Y:	Situación que se puede dar si ocurren ciertas circunstancias como cerrar interruptores con una secuencia específica antes de ocurrir una acción.
	Suceso básico:	Es un evento base del árbol, no requiere de mayor desarrollo. No se debe colocar puertas o eventos debajo.
	Suceso no desarrollado	No se puede desarrollar más por falta de información.
	Suceso especial:	Situación que se puede dar si ocurren ciertas circunstancias como cerrar interruptores.
	Transferencia:	Indica que el árbol sigue en otro punto. Se identifica con otro triángulo.
7	Amenaza	Un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.
8	Mitigarlos	Conocido también como Hazard and Operability Analysis, identificación de peligros, se analiza problemas operacionales para establecer medidas correctivas para reducir los riesgos y mitigarlo en los procesos operativos.

Autoevaluación 2		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
9	Procesos que han detonado accidentes	El objetivo del análisis histórico es detectar equipos en mal estado, identificar fallas en los procesos que han detonado accidentes en el pasado, para proponer medidas preventivas y correctivas que mejoren eficientemente los procesos cotidianos y minimizar el error humano.
10	Un proceso geológico	Recuerde que los desastres son la consecuencia de la falta de capacidad de respuesta de la población o comunidad ante un proceso geológico, están relacionadas en áreas donde hay asentamientos y actividades humanas, que involucra pérdidas de vidas humanas y de recursos económicos.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 3		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	V	Los incendios pueden originarse por las siguientes causas: Se originan comúnmente por sobrecargas en enchufes, colillas de cigarrillo, chispas o llamas de sopletes, soldaduras, calefactores eléctricos.
2	F	Una explosión es una liberación de energía de forma repentina que genera ondas de presión que se disipan y va perdiendo energía, a medida que se alejan de su fuente, esto se da de forma rápida y concentrada.
3	V	El Backdraft o Contratiros, en este tipo de fenómeno, se considera la combustión súbita y rápida en un espacio confinado donde se relacionan dos elementos: el aire y la materia orgánica degradada y otros materiales, excepto vidrio y metales, llamada pirolisis.
4	F	Las explosiones de vapores confinados se producen cuando en un área confinada se produce un escape de gas o vapor inflamable, los mismos que alcanzan los límites inflamables y topa un punto de ignición.
5	F	Las explosiones por ignición de polvo combustible intervienen sólidos en suspensión, muchos autores toman como referencia partículas del orden de 0.1 mm o menor.
6	V	La bola de fuego o Bleve se describe como una explosión de vapores por la expansión de líquidos en ebullición, el cual se genera por la evaporación instantánea por parte del contenido de un líquido o gas a presión.
7	a y c	Los efectos de la bola de fuego, son radiación térmica, energía del estallido, onda de sobrepresión, fragmentos proyectados.
8	a y b	Se consideran como buenas prácticas de mantenimiento a las inspecciones de mantenimiento y seguridad, formación del personal en incendios (brigada), mantenimiento, reparación de equipos, seguridad y prevención de incendios provocados.
9	a y b	Para que se produzca una explosión es necesario que exista la presencia de un gas o polvo combustible, estar dentro del rango de inflamabilidad, y que se produzca una chispa o llama que inflame la mezcla.

Autoevaluación 3

Pregunta | Respuesta | Retroalimentación

10 a y b Los aspectos que se deben considerar en la dispersión de gases son:

- Condiciones atmosféricas.
- Aumento o disminución de la concentración respecto a la distancia.
- Elevación de la fuente.
- Velocidad de emisión.
- Sistemas de mitigación.
- Protección por confinamiento.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 4		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	Los riesgos geológicos no distinguen límites y se producen en toda la corteza terrestre. Se pueden identificar eventos: sísmicos, volcánicos, riesgos costeros, movimientos de ladera, deslizamientos y más.
2	V	Las amenazas geológicas contienen procesos terrestres endógenos o de origen tectónico como lo son los terremotos, tsunamis, actividad de fallas geológicas, actividad y emisiones volcánicas.
3	F	Una amenaza natural ocurre en la biosfera y puede resultar en eventos perjudiciales, así como, causar muertes o lesiones, daños materiales, entre otras.
4	V	Los fenómenos de deslizamiento ocurren con mayor frecuencia en terrenos de pendiente pronunciada y desprovista de vegetación.
5	V	En los fenómenos de deslizamiento, los componentes naturales como el clima, la topografía y la sismicidad-vulcanismo juegan un papel importante en la ocurrencia de estos.
6	F	Los desprendimientos son caídas libres y muy rápidas de bloques o masas separados por planos de discontinuidad las mismas.
7	c	El hundimiento de tierra ocurre en suelos inundados, terraplenes, aluviones y en otros materiales propensos a asentarse.
8	a	La actividad humana se realiza sin una adecuada planificación, especialmente en obras viales (carreteras y puentes) explotación de tajos, desarrollos urbanísticos, rellenos mal hechos, corte en el perfil natural de laderas, deforestación.
9	a y c	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estos desplazamientos aleatorios de las placas son debidos a movimientos se dan en la capa intermedia de la Tierra o manto. ▪ Los esfuerzos sobrepasan la resistencia de la roca, o cuando se vence la fuerza de fricción, se produce la ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada.
10	b	Las Olas ciclónicas son un crecimiento anormal del nivel del mar, las destrucciones causadas por olas ciclónicas se pueden atribuir al impacto de las olas y las fuerzas hidrostáticas/dinámicas y los efectos de las bombas de carga de agua.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 5		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	c	La mejor forma de tratar con los incendios, es prevenir su ocurrencia, la prevención más eficaz de este tipo de desastres, requiere de anticipación a las fuentes de incendio, por ello es preciso realizar un análisis específico.
2	b	Las medidas de prevención son los procedimientos, actuaciones y medios previstos con el fin de evitar o atenuar las consecuencias inmediatas o diferidas para las personas, instalaciones o bienes materiales y medioambiente.
3	c	Las acciones de prevención de incendios que debe adoptar una empresa es la de presentar un plan integral de prevención, con su respectivo programa de limpieza, y formar brigadas contra Incendios, que deberán estar debidamente capacitadas por el cuerpo de bomberos, en cuanto a las instalaciones de la empresa de contar con extintores, y según su capacidad económica instalar un sistema de alarma y detección.
4	F	Las medidas de prevención en el origen se refiere a dispositivo o resguardos de protección.
5	V	Una de las principales causas de los incendios industriales son los rodamientos con calentamiento excesivo en la maquinaria y procesos que involucren altas temperaturas.
6	F	Constituyen una paradoja dentro de la seguridad, debido a que representan un peligro para los trabajadores, pero los instalan para proteger las propiedades.
7	V	La incorporación de acciones de mitigación de un peligro geológico al proceso de la planificación permite la disminución de daños materiales y humanos.
8	F	La formación de brigadas contra incendios lo exige la ley. Dentro de la empresa en su plan de prevención de riesgos se debe delegar a trabajadores que se capaciten con bomberos en manejo de extintores, los cuales serán quienes actúen en caso de darse un incendio.
9	V	La capacitación a los trabajadores es muy importante para informar sobre los riesgos que se han identificado y capacitarles en protocolos, procedimientos y normativa interna de la empresa basada en el buen manejo de equipos.

Autoevaluación 5

Pregunta | Respuesta | Retroalimentación

10	1-b	El recubrimiento exterior de las paredes del depósito con un producto resistente al fuego y de baja conductividad térmica retrasa notablemente el calentamiento del material y, por consiguiente, el aumento de la presión dentro del recipiente en los casos en los que este se ve sometido a la acción de un incendio.
	2-c	Los depósitos que contienen materiales almacenados a temperaturas superiores a la ebullición a presión atmosférica, tienen que estar protegidos de los posibles impactos de grúas o torres que puedan caerse, o de choques provocados por vehículos en maniobras.
	3-a	La disminución de la tensión a la que se encuentra sometido el material con el que está construido el recipiente y, ante un aumento de temperatura, se reduce el peligro de explosión. Se recomienda como criterio general la instalación de dispositivos capaces de reducir la presión hasta aproximadamente 7 bar

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 6		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	F	Se considera como desastre a una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes, al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos.
2	V	El Ministerio de Educación cada año elabora un Plan de Contingencia para la llegada de la época invernal y en los años que se presenta el Fenómeno del Niño con el objetivo de garantizar la seguridad integral, el inicio o retorno a clases de toda la comunidad educativa.
3	F	Un ejercicio de simulacro es un mecanismo de preparación frente a eventos peligrosos que contribuye a la reducción del riesgo y no debe ser confundido con una obra de teatro en la que solo se han interpretado roles de un guion ensayado, se lo realiza en pocas horas.
4	F	Las personas que tienen de 1 a 10 trabajadores están obligados a elaborar un plan integral de prevención de riesgos, mientras que las empresas que tengan más de 10 trabajadores deben elaborar un reglamento de Higiene y Seguridad. Establecido en el artículo 434 del Código del Trabajo.
5	F	La brigada contra incendios debe encargarse contar con el equipo básico para responder en caso de incendio: extintor, alarma, etc., mejorando de esta manera los recursos disponibles para combatir el fuego. Es esencial aprender nuevas técnicas para prevenir y combatir incendios, por ello deben coordinar capacitaciones con el cuerpo de bomberos.
6	V	El plan de contingencia es una herramienta de prevención y gestión del riesgo donde se refleja las acciones a tomar ante la llegada de cualquier amenaza natural o evento adverso.
7	c	Dentro del plan integral de gestión de riesgos, en el apartado disposiciones reglamentarias se redactan las obligaciones y responsabilidades y prohibiciones.
8	b	La respuesta es equipos de protección personal, porque este apartado se encuentra dentro del plan integral de prevención de riesgos.
9	c	La función de la brigada de primeros auxilios se encarga de programar actividades de capacitación sobre primeros auxilios, rescate y atención física y emocional, además de identificar y mejorar los recursos disponibles para atender a las personas que requieran primeros auxilios durante una situación de emergencia o desastre.

Autoevaluación 6

Pregunta | Respuesta | Retroalimentación

- 10 a Durante la evaluación del simulacro los observadores son los encargados de evaluar, son invitados por el organizador del simulacro quienes tienen mucha experiencia en el tema, suelen ser parte de organismos de respuesta.

Ir a la
autoevaluación



5. Referencias bibliográficas

- Americanos, O. O. (2022). *OEA-MAS derechos para la gente*. Obtenido de <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch005.htm>
- Asfahl, R., & Rieske, D. (2010). *Seguridad industrial y administración de la salud*. Mexico: Pearson Educación.
- Azkoaga, I., Garbizu, I., Silva, M., & AUTOMOTIVE, G. C. (2005). *Manual para Investigación de Accidentes Laborales*. Vizcaya: OSALAN Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales.
- Casal, J., Montiel, H., Planas, E., & Vilchez, J. A. (1999). *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*. Terrassa, Barcelona: Edicions UPC.
- Clarke, C., & Pineda, C. (2006). *Riesgos y Desastres: Su Gestión Municipal en Centroamérica*. Washinton D.C: IBD Bookstore.
- COLLAZOS, A. (s.f). *UNGRD*. Obtenido de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/36793/InstalacionesIndustriales.pdf?sequence=1>
- Emergencias, D. G. (2020). *Protección Civil*. Obtenido de <https://www.proteccióncivil.es/coordinacion/gestion-de-riesgos>
- González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortúñoz, L., & Oteo, C. (2006). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson Educación.
- INSST. (s.f). *Evaluación de riesgos*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/96076/Evaluacion_riesgos.pdf/1371c8cb-7321-48c0-880b-611f6f380c1d
- INSST. (s.f). *NTP 329: Modelos de dispersión de gases y/o vapores en la atmósfera*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_329.pdf/ca5cfe19-f1cb-429c-9545-984c3d132f7f?version=1.0&t=1614698467666

- Keith, R. (1994). *FREM-Fire Risk Evaluation Method*. Melbourne: R. Keith & Assoc.
- Miner. (s.f). *La Seguridad Industrial Fundamentos y Aplicaciones*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio MITYC.
- OIT. (1991). *Prevención de Accidentes Industriales Mayores*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- OSALAN. (2005). *Manual para la Investigación de Accidentes Laborales*.
- UNICEF. (2008). *Educación en situaciones de emergencia*. Comisión Europea.