UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILIS TOGA. 1948

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y TURISMO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Diploma

Título: Análisis y Evaluación de Riesgos de Incendios y Explosión en la Ronera Central "Agustín Rodríguez Mena" de Villa Clara

Autor: Iosbani Molina de la Peña

Tutora: MSc Idalmis Acosta Pérez

Santa Clara, 2013-2014.

CON SU ENTRAÑABLE TRANSPARENCIA

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el proceso de producción de rones en la Ronera Central "Agustín Rodríguez Mena" del Municipio de Santo Domingo, Villa Clara. Este proceso productivo se caracteriza por presentar riesgos de incendios de magnitud considerable en la instalación. En este sentido el objetivo general de esta investigación es rediseñar el procedimiento existente para el análisis y evaluación de riesgos de incendio y explosión en el proceso de fabricación de rones, con el propósito de identificarlos, determinar su prioridad durante las operaciones de manipulación y almacenamiento de las sustancias combustibles e inflamables, así como, los peligros existentes en las áreas del proceso; estableciendo los puntos críticos, mediante el desarrollo de análisis cualitativos de riesgos, tipificando y evaluando las consecuencias finales para las personas, bienes materiales y el entorno durante la ocurrencia de alguno de estos siniestros. Como resultado se logró la identificación de los puntos críticos, en cada una de las áreas y etapas del proceso productivo objeto de estudio, teniendo en cuenta las sustancias involucradas en esta tecnología y se evaluaron las posibles consecuencias ante accidentes, para lo que se propone un plan de medidas de prevención con vistas a evitar o mitigar su impacto negativo sobre la instalación, personas y el entorno.

INDICE

INTRODUCCIÓN **1**
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN **3**
1.1 Introducción al análisis de riesgos 3
1.2. Riesgo y peligro. Definiciones. Diferencias 4
1.3. Análisis de Riesgos de Incendios y Explosión 5
1.3.1. Etapas del Análisis de Riesgo de Incendios y Explosión 7
1.3.2. Principales Ventajas del Análisis de Riesgos 7
1.4. Análisis del Peligros de Incendios y Explosión 7
1.4.1. Elementos claves en el enfoque de Análisis de Peligros de Incendios y Explosión 8
1.4.2. Diferencias del análisis de peligro en cuanto a Análisis de riesgos 8
1.5. La Identificación y la Evaluación de Riesgos de Incendios y Explosión 8
1.6. Métodos para la Evaluación de Riesgo Peligros de Incendios y Explosión 9
1.6.1. Métodos Cualitativos para el Análisis de Riesgo de Incendios y Explosión 9
1.6.2 Métodos Cuantitativos para el Análisis de Riesgos 14
1.7 Estudio de Consecuencias (Explosiones, Incendios, Fugas de Sustancias Tóxicas) 15
1.8 Cuantificación del Riesgo de incendio y explosión 18
1.9 El análisis de Riesgos y Peligros de Incendios y Explosión en el Sector Empresarial Cubano 19
1.10. Conclusiones Parciales 20
CAPITULO II PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y LA EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LA RONERA CENTRAL "AGUSTÍN RODRÍGUEZ MENA **22**
2.1. Introducción 22
2.2. Explicación del procediendo en la Ronera Central "Agustín Rodríguez Mena" 22
2.2.1. Etapa 1. Identificación de sucesos no deseados, que pueden llevar a la materialización de un peligro 22
2.2.2. Etapa 2. Análisis de los mecanismos por los que estos sucesos tienen lugar 30
2.2.3. Etapa 3. Cálculo de parámetros de ocurrencia y cuantificación de riesgos 31
2.3 Conclusiones parciales 33
CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LA RONERA CENTRAL "AGUSTÍN RODRÍGUEZ MENA" **35**
3.1 Caracterización de La Ronera Central "Agustín Rodríguez Mena" 35

3.2 Aplicación del Procedimiento para el Análisis y la Evaluación de Riesgos de Incendio y Explosión en la Ronera Central “Agustín Rodríguez Mena”, perteneciente a la Corporación Cuba Ron S.A. 50
3.2.1. Etapa 1. Identificación de sucesos no deseados 50
3.2.2. Etapa 2. Análisis de los mecanismos por lo que los sucesos tienen lugar 52
3.2.3. Etapa3. Cuantificación de riesgos 52
3.3. Plan de Medidas para Minimizar los Riesgos asociados al accidente 53
3.4. Conclusiones parciales 60
Conclusiones generales 61
Recomendaciones 62
Bibliografía 63

Anexos

Introducción

El proceso de producción de rones y particularmente en la Ronera Central “Agustín Rodríguez Mena” del Municipio de Santo Domingo, Villa Clara se caracteriza por presentar vulnerabilidad de riesgos de incendios de magnitud considerable.

Esta preocupación por limitar las consecuencias en este tipo de instalaciones industriales, ha llevado a establecer una serie de criterios de protección, convertidos en leyes y decretos, según la estructuración del ordenamiento jurídico. En la actualidad, la gestión integral, Calidad-Medio Ambiente-Seguridad es ya una realidad en muchas empresas y la tendencia es que se incremente su implantación en los próximos años. Unido a ello, ha contribuido también de forma importante el desarrollo en paralelo de los sistemas de gestión de la calidad y de las políticas medioambientales en las empresas.

La seguridad en las instalaciones industriales ha experimentado un crecimiento espectacular, especialmente en las empresas más avanzadas partiendo de la indiscutible necesidad de producir y trabajar sobre la base de la seguridad inherente. El desarrollo de marcos legislativos específicos sobre seguridad, de normas técnicas y reglamentos, la puesta en marcha de mecanismos administrativos de control y el incremento de publicaciones y estudios sobre el tema, son una evidencia de la mayor relevancia social que han adquirido en los últimos tiempos los aspectos de seguridad industrial.

Por otra parte, existen serias dificultades por el desconocimiento de las magnitudes reales de estos peligros y consecuencias sobre las personas, instalaciones y entorno natural, involucrados en el proceso productivo, donde se hacen uso de sustancias peligrosas dado su grado de combustibilidad y en menor volumen reactivo y corrosivo lo que en determinadas condiciones podría desencadenar un accidente con serias afectaciones a la salud de los trabajadores, a la economía y al medio ambiente en general, lo que constituye la situación **problemática de esta investigación**.

La necesidad de rediseñar el procedimiento existente para identificar y evaluar los riesgos de incendio y explosión en la Ronera Central “Agustín Rodríguez Mena constituye el **problema de la investigación a resolver**.

Por lo que, se plantea que siguiente pregunta **de la investigación** ¿si se rediseña el procedimiento para el análisis y la evaluación de los riesgos de incendio y explosión es posible entonces identificar los riesgos de incendios y explosión en la Ronera Central “Agustin Rodriguez Mena” de Villa Clara?

En este tipo de producción no sólo se debe satisfacer los requerimientos de rentabilidad económica, calidad, sino que también se debe garantizar que los niveles de riesgos en las

diferentes etapas del proceso sean aceptables, por lo que se propone como objetivo general: rediseñar un procedimiento para el análisis y la evaluación de los riesgos de incendio y explosión en la Ronera Central “Agustin Rodriguez Mena” de Villa Clara

Este objetivo general se desglosa en los **objetivos específicos** siguientes:

1. Rediseñar el procedimiento existente para el Análisis y Evaluación de Riesgos de Incendio y Explosión, como instrumento de gestión para disminuir la vulnerabilidad de las personas, instalaciones y entorno natural, expuestos a accidentes graves probables.

2. Aplicar el procedimiento para identificar y analizar los principales peligros y riesgos tecnológicos existentes en la manipulación y almacenamiento de las sustancias utilizadas en el proceso de producción de rones, estimando la magnitud de sus efectos y sus consecuencias y proponiendo un plan de medidas al efecto.

Para su presentación, esta Tesis se estructuró de la forma siguiente: una introducción, donde en lo esencial se caracteriza la situación problemática y se fundamenta el problema de la investigación a resolver; un Capítulo I, que contiene el la Revisión bibliográfica; un Capítulo II, en el que se resume y explica el procedimiento propuesto para el análisis y la evaluación de riesgos de incendio y explosión; un Capítulo III, donde se realiza la aplicación práctica del procedimiento propuesto en la Ronera Central “Agustin Rodriguez Mena” ; un cuerpo de Conclusiones y Recomendaciones derivadas de la investigación realizada; la Bibliografía consultada y finalmente, un grupo de Anexos de necesaria inclusión, como complemento de los resultados expuestos.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

1. Introducción

El objetivo de este capítulo es expresar los resultados de los análisis realizados con respecto al contenido de los principales conceptos relativos al tema objeto de la investigación, lo que permite precisar términos, identificar el estado del arte y de la práctica en la materia, fundamentar la necesidad de la investigación y establecer las bases esenciales para su desarrollo.

1.1 Introducción al análisis de riesgos

El desarrollo científico y tecnológico llevado a cabo en las instalaciones industriales del país, va acompañado de riesgos de incendio y explosión, para esto resulta insoslayable asumir un trabajo sistemático intenso con el objetivo de lograr una adecuada formación de los trabajadores que garantice su conocimiento pleno en aras de prevenirlos, controlarlos y en caso de materializarse enfrentarlos a ellos con la eficacia requerida. Los incendios y las explosiones podrán ser evitados o minimizados en sus efectos adversos si se logra diseñar e implementar un efectivo Sistema de Gestión de la Seguridad contra Incendios (SGSI).

Dada la importancia del tema a tratar se propone el hilo conductor que se muestra en la Figura 1 para la construcción del Marco Teórico Referencial de esta investigación.

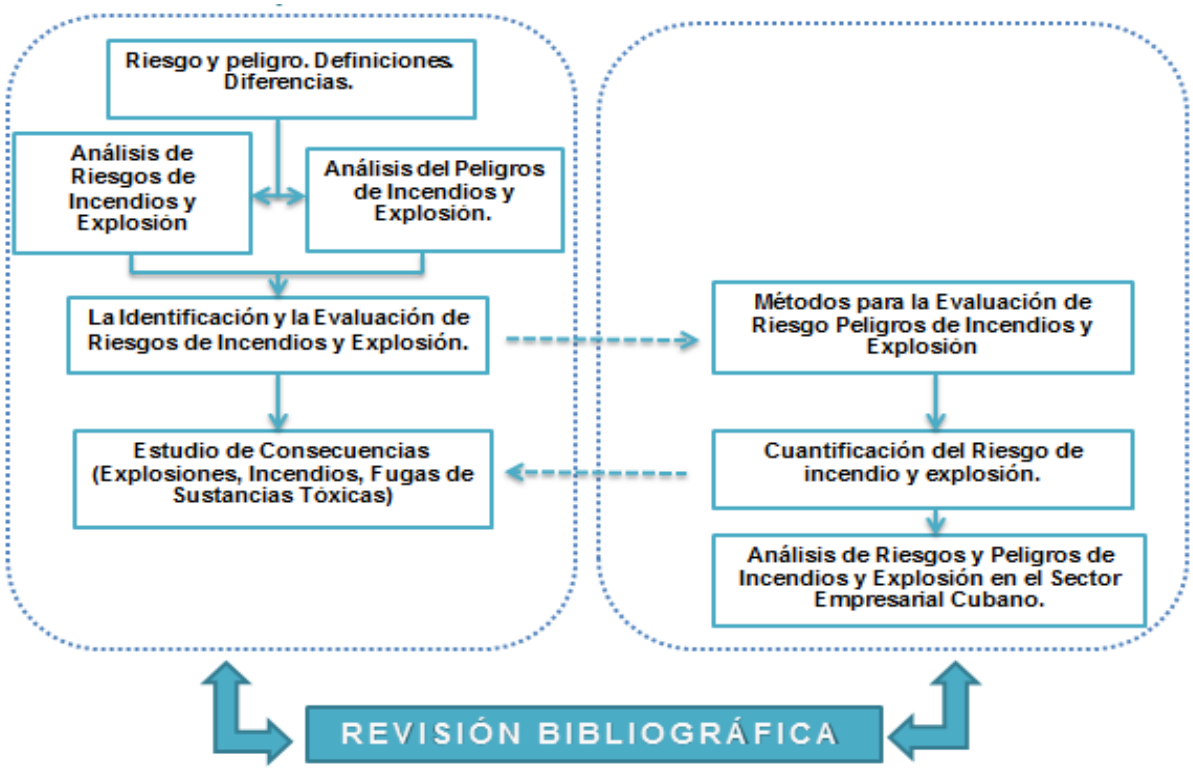


Figura 1.1 Hilo Conductor Fuente: Elaboración propia

1.2. Riesgo y peligro. Definiciones. Diferencias

La característica esencial del riesgo es su evaluación en términos de impacto (pérdidas esperadas) y frecuencia (probabilidad de ocurrencia o materialización). A pesar de que se le suele llamar probabilidad a la frecuencia de ocurrencia, en realidad el producto de la frecuencia de exposición por la probabilidad, es la frecuencia de ocurrencia. La frecuencia de ocurrencia es accidente/tiempo; la frecuencia de exposición es exposición/tiempo; y la probabilidad sería accidente/exposición.

Esta palabra suele utilizarse para indicar la posibilidad de sufrir pérdidas.

- Azofra, (1974) la define como la posibilidad de sufrir pérdida o como una medida de pérdida económica o daño a las personas, expresada en función de la probabilidad del suceso y la magnitud de las consecuencias
- Mañas, (1993) brinda un concepto más amplio, en el cual refiere que el riesgo referido a un accidente se plantea como la contingencia de sus consecuencias.
- Según OIT, Riesgo es "una combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso peligroso con la gravedad de las lesiones o daños para la salud que pueda causar el suceso".
- La norma UNE 81902:1996-ex define el "riesgo" como combinación de la frecuencia o probabilidad que puedan derivarse de la materialización de un peligro.

Tiene carácter cuantitativo, siendo su expresión generalizada el producto de la probabilidad de ocurrencia, por la probabilidad de exposición, por la severidad.

Matemáticamente estaría definido como el producto de tres factores en la ecuación 1:

$R = Poc * Pe * S$ (Consecuencias / tiempo) (1)

Donde:

R: Riesgo

Poc: Probabilidad de ocurrencia

Pe: Probabilidad de exposición

S: Severidad.

Clasificación de los riesgos:

Atendiendo a la cantidad de individuos que pueden afectar:

- Riesgo individual que es la frecuencia con la cual un individuo puede esperar un determinado nivel de daño como consecuencia de la ocurrencia de un determinado suceso accidental.
- Riesgo social que es la relación entre la frecuencia y el número de personas que sufren un cierto nivel de daño en una población dada, como consecuencia de la ocurrencia de un determinado suceso accidental.

Atendiendo a la fuente de origen de los riesgos puros, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Fenómenos de la naturaleza (inundaciones, terremotos, rayos, sequía, tifón, etc.)
- Humanos. Accidentales, (no intencionados)
- Intencionados:

- Criminales (bombas, atracos, desfalco, intrusión, vandalismo, etc.)
- Sociales (motín, nacionalización, pánico, huelgas, etc.)
- Tecnológicos (accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, caída de aviones, averías, error de diseño, incendio, explosión, interrupción de la producción)
- Otros

Solo los riesgos puros son materia de la seguridad industrial, y para esta tesis el objetivo principal es el riesgo de incendio y explosión.

Peligro:

- Se utiliza para designar una condición física o química, que puede causar daños a las personas, el ambiente o la propiedad (Cuyas, 1965)
- Situación en la que es posible que ocurra un mal. (Galiana, 2000).
- Según la OIT Peligro es la "Situación inherente con capacidad de causar lesiones o daños a la salud de las personas"
- En la Norma UNE 81902:1996-ex, se define el "peligro" como fuente o situación con capacidad de daño en términos de lesiones, daños a la propiedad, daños al medio ambiente o una combinación de ambos".
- Condición química o física que puede causar daños a las personas, el medio ambiente o a la propiedad, en opinión de Santamaría Ramiro (1994).

Diferenciación

A manara de conclusión se establece una diferencia: peligro es un daño potencial; y riesgo es una relación entre la probabilidad de ocurrencia (materialización del peligro) con los daños que puede producir (impacto). Esta definición, sin embargo, obvia la necesidad de medición o ponderación.

La mayoría de los autores, al referirse del riesgo como término, lo mezclan con el peligro y conceptualmente estos términos tienen significados diferentes, ya que el riesgo es la posibilidad de una consecuencia negativa (daño o pérdida) y el peligro es aquel factor que puede desencadenar una consecuencia negativa.

Características técnicas del evento incendio

Un incendio es un fuego que se desarrolla sin control en el tiempo y el espacio. El incendio requiere que se establezcan la reacción en cadena que produce un fuego autosostenido. Reacción en cadena es el conjunto de sucesos, coexistentes en un mismo espacio en un momento dado (tiempo), que definen un incendio.

1.3. Análisis de Riesgos de Incendios y Explosión

Primeramente se verá el significado del análisis de riesgo de acuerdo a las definiciones en la literatura consultada para posteriormente hacer el análisis del mismo (definiciones).

- El Análisis de Riesgos (AR) es la determinación de los acontecimientos no deseados que conducen a la materialización del riesgo; análisis de los mecanismos por los que esos

acontecimientos no deseados podrían sobrevenir y, generalmente, estimación del alcance, magnitud y probabilidad relativa de cualesquiera efectos nocivos. [Organización Internacional del Trabajo (OIT) (1990)].

- Según la Norma Cubana (NC: 18000/2005), por AR se entiende la utilización sistemática de la información disponible para identificar los peligros y evaluar el riesgo a través de un proceso de toma de decisión para tratar y/o reducir los riesgos, a partir de la información obtenida, para implantar las acciones correctivas, exigir su cumplimiento y la evaluación periódica de su eficacia.

El AR es una disciplina que combina la evaluación ingenieril del proceso con técnicas matemáticas que permiten realizar estimaciones de frecuencias y consecuencias de accidentes, cuantificar el potencial de accidentes existente en una determinada instalación o proceso, y admitiendo que éste se considere demasiado elevado, comparar las distintas alternativas de solución. Los resultados del AR se utilizan para la toma de decisiones, ya sea mediante la jerarquización de las estrategias de reducción de riesgos o mediante comparación con los niveles de riesgo fijados como objetivo de una determinada actividad.

Está claro que el análisis de riesgos es una herramienta valiosa en la toma de decisiones, en cuanto al destino de los fondos disponibles para inversiones en seguridad, dado el costo económico que los accidentes tienen para la industria, incluso si no hubiese riesgos para la vida o la salud de las personas, un cierto nivel de inversión en seguridad se justificaría simplemente aplicando criterios de rentabilidad y según Kletz, (1992) en cualquier decisión que se tome acerca de las características que ha de tener una instalación determinada, se está realizando un análisis de riesgo, explícita o implícitamente (Santamaría Ramiro,1994). El AR aplicado a una industria existente ayuda a identificar y delimitar distintas zonas, así como tomar las decisiones correspondientes. Sin embargo, su mayor potencial se centra en la aplicación a instalaciones aún no construidas. La oportunidad para la implementación de seguridad intrínseca en el proceso es máxima, y con un costo mínimo, cuando éste está definido. Cuanto antes se identifiquen los riesgos de una instalación, más oportunidades habrán de cambiar la ruta de reacción, las condiciones de proceso o el tipo de equipo a utilizar de manera que, de producirse, sus efectos queden mitigados.

Está claro que el análisis de riesgos es también una herramienta valiosa, en la toma de decisiones, en cuanto al destino de los fondos disponibles para inversiones en seguridad, dado el costo económico que los accidentes tienen para la industria, incluso si no hubiese riesgos para la vida o la salud de las personas, un cierto nivel de inversión en seguridad se justificaría simplemente aplicando criterios de rentabilidad y según Kletz, (1992) en cualquier decisión que se tome acerca de las características que ha de tener una instalación determinada, se está realizando un análisis de riesgo, explícita o implícitamente(Santamaría Ramiro,1994).

1.3.1. Etapas del Análisis de Riesgo de Incendios y Explosión

Teniendo en cuenta lo planteado por Santamaría Ramiro, (1994) y Casal, (1999) un análisis de riesgos orientado a la prevención de accidentes implica, las etapas siguientes:

1. Identificación de los peligros y de los eventos que pueden llevar a la materialización de tales peligros.
2. Análisis de los mecanismos que dan lugar a estos eventos.
3. Estimación de los efectos (severidad) debido a la materialización de dichos eventos.
4. Estimación de la probabilidad de ocurrencia de tales eventos.
5. Estimar el riesgo y determinar su aceptabilidad o tolerabilidad.

El propósito de la evaluación de riesgos es determinar la posibilidad de ocurrencia del daño o evento no deseado, dígase situación de avería, accidente humano, escape de sustancias peligrosas, incendio o explosión, así como la severidad de ocurrencia de dicho evento, presentes en las condiciones de trabajo existentes en las operaciones del proceso.

1.3.2. Principales Ventajas del Análisis de Riesgos

- Permite identificar los eventos iniciadores de un potencial accidente, los mecanismos de desarrollo, sus consecuencias y frecuencia de ocurrencia.
- Permite establecer una jerarquía de riesgos y de las prioridades de reducción.
- Permite seleccionar las opciones de reducción con mayor factibilidad de éxito.
- Permite disponer de elementos de análisis sistemáticos, para justificar las decisiones en materia de prevención y seguridad.
- Permite establecer los niveles de confiabilidad de los equipos, maquinarias, sistemas de control, y otros componentes del proceso industrial.
- Permite disponer de una herramienta de apoyo a la formación de los cuadros técnicos, en materias de seguridad.
- Permite anticipar el aumento de los riesgos de accidentes debido a obsolescencia tecnológica, desgaste, cambios en los procesos (ej.: equipos, instrumentación y sistemas de control, distribución física, procedimientos de operación, variables claves), cambios en la estructura orgánica, etc.

1.4. Análisis del Peligros de Incendios y Explosión

El Análisis de Peligro de Incendios es una de las más útiles e inusuales ramificaciones en el campo de la investigación científica sobre incendio, la cual es muy útil debido a que proporciona un esquema flexible para estimar el impacto de cualquier clase de programa o estrategia de seguridad contra incendios en términos de reducir las pérdidas actuales (muertes, daños a personas, daños a la propiedad) y en términos que pueden compararse a los costos de dichos programas y estrategias. El Análisis del Peligro de Incendios puede fallar en la profundidad de los detalles que se requieren para una completa evaluación de las alternativas de diseño de un

edificio, sin embargo, no existe otro método tan bien equipado para el análisis de opciones estratégicas que afectan un gran número de instalaciones y a sus ocupantes.

1.4.1. Elementos claves en el enfoque de Análisis de Peligros de Incendios y Explosión

1. La estimación explícita de las probabilidades de ignición de un incendio.
2. La utilización de una escala única de gravedad de incendios (posiblemente, pero no necesariamente monetaria), para que la reducción del peligro pueda compararse al costo que supondría adquirir dichas reducciones.
3. La consideración explícita de la incertidumbre, unida a todas las estimaciones desarrolladas por medio del análisis.

1.4.2. Diferencias del análisis de peligro en cuanto a Análisis de riesgos

El Análisis de Peligro difiere del Análisis de Riesgo en diversos puntos: Por ejemplo, éste recoge todos los incendios no deseados, midiendo todos los grados y tipos de daños, o sea, si las personas y la instalación han sido dañadas, lo que significa prestar atención implícita y explícita a los lugares, decisiones, movimientos y vulnerabilidad de los ocupantes (actual, no sólo potencial) y la posibilidad de que la instalación sufra daños.

También exige estimar los factores que contribuyen a la fiabilidad de los sistemas, tales como la probabilidad de los elementos y sistemas que resulten ineficaces o inoperantes, debido a errores humanos o negligencia, incluye además, las decisiones de las víctimas, factores de ignición, fiabilidad de los sistemas y elementos de construcción, así como los costos, con el fin de su mayor amplitud.

1.5. La Identificación y la Evaluación de Riesgos de Incendios y Explosión

Este es el campo más trabajado de todos, tanto en el plano conceptual, como en el práctico y se corresponde con la primera etapa en la gestión de la seguridad, lo mismo si esta gestión es interpretada de forma secuencial, que de forma cíclica. Existen ya decenas de métodos que tienen como objetivo declarado identificar y evaluar los riesgos, este es en sí, el mayor problema en esta área.

En efecto, la mayoría de los métodos disponibles en la literatura tienen como base dos grandes fundamentos: la prueba y el error, o bien, teorías sobre las causas de los accidentes que no están totalmente comprobadas científicamente. La dificultad científica más importante radica en la falta de estudios que comprueben la validez de los métodos existentes.

La identificación de los peligros inherentes al proceso o planta, constituye el primer paso para un análisis cuantitativo de riesgos. En esta etapa se evalúan entre otros los materiales, inventarios y las condiciones operacionales del proceso que pudiesen ocasionar eventos indeseables (incendios, explosiones, derrames de sustancias peligrosas, etc.). Con su aplicación posibilita determinar las condiciones de daño potencial presentes en una planta o proceso. La identificación

de peligros es un paso crítico en el Análisis Cuantitativo de Riesgos, por cuanto un peligro omitido es un peligro no analizado.

La identificación y caracterización de riesgos puede y debe realizarse durante toda la vida de la instalación. Sin embargo, como se ha señalado, cuanto antes comience, mayores son las ventajas que pueden esperarse en cuanto a la eficacia en la reducción de riesgo y en cuanto al costo de la seguridad instalada. Desde ese punto de vista, la identificación de riesgos en la fase de definición del proceso puede permitir eliminarlos o reducirlos, mediante la selección de rutas que posean una mayor seguridad intrínseca por las condiciones del proceso en sí, por los materiales y reactivos utilizados, por los niveles de inventario requeridos, etc.

La evaluación de los riesgos es una de las partes imprescindibles para el estudio e implantación de medios técnicos y servicios de seguridad. Antes de llegar a la necesaria y adecuada evaluación, los riesgos han de identificarse en todas y cada una de las áreas de actividad, locales, ámbitos, etc. Esta identificación ha de estar especialmente relacionada con todos y cada uno de los escenarios en los que se plantea un estudio de seguridad, donde se contemplarán los receptores de los posibles o potenciales daños o pérdidas, en caso de materializarse los correspondientes riesgos o amenazas. (Casal, 1999)

La evaluación de los riesgos de forma objetiva es uno de los pilares de las técnicas de prevención. A continuación se hace referencia a las principales métodos y técnicas para la evaluación de riesgo.

1.6. Métodos para la Evaluación de Riesgo Peligros de Incendios y Explosión

Existen una gran variedad de métodos para la evaluación de riesgo, los cuales son clasificados por los autores de formas diferentes. Según Storch de Gracia (1998) se clasifican en:

1.6.1. Métodos Cualitativos para el Análisis de Riesgo de Incendios y Explosión

Los cuales se basan en técnicas de análisis crítico que no recurren al análisis numérico, su objetivo principal es identificar: Riesgos, Efectos: incidentes y accidentes, lo cuales ocurren cuando se materializan los riesgos y Causas: determinar los orígenes o fuentes de los riesgos.

Estos emplean diferentes herramientas lógicas y auxiliares, algunos de ellos establecen estructuras lógicas secuenciales, causa/ riesgos/efectos que, además de identificar, sirven como trampa para el análisis semicuatitativo o cuantitativos posteriores. Dentro de este tipo se incluyen:

- Análisis Preliminar de Riesgos (PHA)
- Análisis Mediante Listas de Comprobación (Check List)
- Análisis Histórico de Accidentes
- Análisis ¿Qué pasa si ¿(what if)
- Análisis de los Modos de Fallo y sus Efectos
- Análisis Funcional de Operabilidad
- Análisis Cualitativo Mediante Árboles de Fallo

- Análisis Cualitativo Mediante Árboles de Sucesos
- Análisis de Causa y Consecuencias

A continuación se hará un análisis más profundo de las herramientas y métodos más utilizados para el análisis de riesgos de incendio y explosión.

❖ **Análisis Preliminar de Riesgos (PHA)**

El PHA es un método cualitativo, su uso permite detectar los peligros de los materiales, equipos y ubicación de la planta para proveer a los diseñadores con lineamientos adecuados a seguir en las subsecuentes etapas del diseño. Además concentra sus esfuerzos en los materiales peligrosos y componentes mayores de equipos de proceso y permite visualizar aquellos eventos que involucren liberación incontrolada de energía y/o productos tóxicos. El PHA no está considerado como uno de los enfoques más sistemáticos en la identificación de peligros, sin embargo, sirve muy bien al propósito de definir eventos conducentes a escenarios de accidentes mayores. CEPREVEN. "Evaluación del riesgo de incendio. Método de cálculo". Documento Técnico. DT.15. Madrid. (1988).

❖ **Análisis Mediante Listas de Comprobación (Check List)**

Un método comparativo de identificación de riesgos, en el que también se hace uso de la experiencia acumulada por una organización industrial, es la denominada: lista de comprobación (safety check list).

Una lista de comprobación o verificación es uno de los instrumentos más útiles para identificar riesgos. Al igual que un código de prácticas, es un medio de transmitir una experiencia esforzadamente adquirida a usuarios menos experimentados. Estas son aplicables a los sistemas de gestión en general y a un proyecto a lo largo de todas sus etapas, partiendo con la verificación de las propiedades y características del proceso de los materiales básicos, pasando por la verificación de un diseño detallado y acabando con la comprobación de las operaciones. Su eficacia está dada por el nivel de actualización dada las operaciones y características propias de la instalación, requiriéndose su actualización permanente. (Casal J., Barba A., Pérez I, 1998)

❖ **Análisis Histórico de Accidentes (AHA**)

Este método es una herramienta de identificación de riesgos que hace uso de datos recogidos en el pasado sobre accidentes industriales, es una técnica muy útil, que permite la identificación de riesgos concretos; es esencialmente cualitativa pero también permite extraer resultados numéricos o cuantitativos si el número de accidentes es suficientemente significativo y permite un análisis estadístico. La ventaja de esta técnica radica en que se refiere a accidentes ya ocurridos, por lo que los peligros identificados con su uso son indudablemente reales. Por otro lado, ahí reside también su principal limitación, ya que el análisis sólo se refiere a accidentes que han tenido lugar y de los cuales se posee información, el número de casos a analizar es por tanto finito, y no cubre ni mucho menos todas las posibilidades importantes. (Carol, Ll. 2001)

❖ **Análisis ¿Qué pasa si (what if?)**

Esta técnica consiste en el planteamiento de las posibles desviaciones en el diseño, construcción, modificaciones y operación de una determinada instalación, utilizando la pregunta que da origen al nombre del procedimiento. Requiere un conocimiento básico del sistema y cierta disposición mental para combinar o sintetizar las desviaciones posibles, por lo que normalmente es necesaria la presencia de personal con amplia experiencia para poder llevarlo a cabo.

El método se puede aplicar a cualquier instalación o área de proceso: instrumentación de un equipo, seguridad eléctrica, protección contra incendios, almacenamientos, sustancias peligrosas, etc. Las preguntas se formulan y aplican tanto a proyectos como a plantas en operación, siendo muy común ante cambios en instalaciones ya existentes. (Kletz, T, 1996)

- **Análisis de los Modos de Fallo y sus Efectos**

El análisis de modos de fallos y efectos (Failure Modes and Effect Analysis, FMEA) es una técnica estructurada para la identificación de los riesgos determinado los modos de fallos, ésta evalúa las vías, por las cuales puede fallar el equipamiento (o ser operado inadecuadamente) y los efectos que estos fallos pueden tener sobre el proceso. Las descripciones de los fallos, que se generan en el estudio, constituyen la base para determinar dónde realizar los cambios para mejorar el diseño del sistema. El FMEA puede orientarse tanto a un estudio de confiabilidad para la identificación de fallos y sus consecuencias para la disponibilidad de un sistema, como para un estudio de riesgos para la identificación de peligros. (Quero C, 2001)

- **Análisis Funcional de Operabilidad (HAZOP)**

Un estudio de HAZOP (Hazard and Operability) sirve para identificar problemas de seguridad en una planta y también es útil para mejorar la operabilidad de la misma.

La suposición implícita de los estudios HAZOP es que los riesgos o los problemas de operabilidad aparecen sólo como consecuencia de desviaciones sobre las condiciones de operación que se consideran normales en un sistema dado y en una etapa determinada (arranque, operación en régimen estacionario, operación en régimen no estacionario, parada). De esta manera, tanto si el análisis HAZOP se aplica en la etapa de diseño como si se realiza sobre la instalación ya construida, la sistemática consiste en evaluar, línea a línea y recipiente a recipiente, las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de un proceso continuo, o en todas las operaciones de un proceso discontinuo. (Rivero, J, 1997)

- **Análisis de Árbol de Sucesos o Eventos**

El árbol de eventos es un método inductivo de análisis, mediante el cual se trata de identificar los posibles resultados finales de un evento iniciador determinado, ocurrido en un sistema tecnológico u otro. Como todos los métodos inductivos, el método de razonamiento procede de lo específico a lo general, o dicho de otro modo, de la causa a los efectos, todo lo contrario del método deductivo explicado con anterioridad para el árbol de fallos. (Quero C, 2001)

La etapa de desarrollo de los árboles de eventos describe y delinea las distintas secuencias de accidente (combinación de sucesos iniciadores, éxitos / fallos de los sistemas de mitigación y

ocurrencia / no ocurrencia de otros factores que condicionan la progresión del accidente). Dentro de esta actividad se incluye tanto la identificación de los sucesos iniciadores, como de los sistemas que responden a cada uno de éstos.

- **Análisis Cualitativo Mediante Árboles de Fallo (FTA)**

Los comienzos de la utilización en la industria química del Análisis de Árbol de Fallos (Fault Tree Analyses) se remontan a la década de los 60, tras el desarrollo de la técnica por parte de los Bell Laboratories. La técnica del Árbol de Fallos nació en 1962 con su primera aplicación a la verificación de fiabilidad de diseño del cohete Minuteman.

Posteriormente ha sido aplicada sobre todo inicialmente en el campo nuclear y posteriormente en el campo químico, en estudios como el de Rijmond. Los árboles de fallos constituyen una técnica ampliamente utilizada en los análisis de riesgos debido a que proporcionan resultados tanto cualitativos como cuantitativos y permite determinar la expresión de sucesos complejos estudiados en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él.

- **Análisis Causa – Efecto.**

El análisis Causa – Efecto es una técnica de identificación de riesgos que consiste en ir representando paso a paso todas las acciones que se van desarrollando en una actividad concreta por parte del personal de operación de una instalación.

Los objetivos de esta técnica son:

1. Determinar cómo una tarea fue realmente ejecutada.
2. Identificar problemas en el diseño de factores humanos, discrepancias en pasos de procedimientos, entrenamientos, etc.

- **Análisis de Riesgo con Evaluación del Riesgo Intrínseco**

Este método de evaluación del riesgo de incendio calcula la carga térmica, como base para dicha evaluación. En cualquier caso, pensamos que dicha carga térmica ponderada podría ser un referente de cálculo para cualquier método. El método utilizado para determinar el riesgo intrínseco aparece por primera vez en 1981, en la actualidad se encuentra incluido en el Reglamento de Seguridad contra incendios en los Establecimientos Industriales de Europa, adquiriendo mayor vigencia y relevancia. NTP 37

- **Riesgo Intrínseco de Incendio II**

Este método determina, a partir de la caracterización del establecimiento industrial en relación con la seguridad contra incendios (o lo que es lo mismo, a partir de la ubicación y configuración con relación a su entorno y de su nivel de riesgo intrínseco), las medidas preventivas y de protección constructivas necesarias para protegerlo.

- **Análisis de los Modos de Fallo, Efectos y Criticidad**

El análisis de modos de fallos y efectos (Failure Modes and Effect Analysis, FMEA) es una técnica estructurada para la identificación de los riesgos determinado los modos de fallos, ésta evalúa las vías, por las cuales puede fallar el equipamiento (o ser operado inadecuadamente) y los efectos

que estos fallos pueden tener sobre el proceso. Las descripciones de los fallos, que se generan en el estudio, constituyen la base para determinar dónde realizar los cambios para mejorar el diseño del sistema. (Rivero, J; Salomón, J, 1997)

Cada fallo único es considerado como una ocurrencia independiente sin relación con otros fallos en el sistema, excepto para los efectos subsecuentes que el fallo pueda producir. En circunstancias especiales, pueden considerarse fallos a causa común para más de un 3)

- **Índices de Riesgos**

Índices de Riesgos: Según INSHT, (1983) estos son métodos directos y simples para estimar y jerarquizar los riesgos asociados a un proceso. En rigor, no son métodos creados para identificar peligros, pero ayudan a seleccionar áreas donde los riesgos son mayores. Utilizan las características de los materiales utilizados (toxicidad, reactividad, volatilidad, etc.), así como la ubicación y disposición de las unidades en la planta. Para cuantificar valores que permiten una evaluación del nivel de riesgo de la instalación analizada. Ej. DOW, Mond, etc.

- **Método de Dow: Índice de fuego y Explosión**

El índice de incendio y explosión fue desarrollado por la Dow Chemical Company y está ampliamente respaldado por el AICHE (American Institute of Chemical Engineers).

Constituye un índice de riesgo exclusivo para incendios y explosiones pero especialmente desarrollado para empresas químicas con riesgo significativo. Los objetivos del método son: cuantificar el daño esperado ocasionado por un incendio o una explosión, identificar los equipos que generan el mayor riesgo potencial y facilitar a la gerencia de seguridad una priorización de las medidas a adoptar. El método se aplica en una serie de etapas, que comienzan con la selección de las unidades de procesos pertinentes. A los efectos de aplicación del índice, suele definirse una unidad de proceso como cualquier equipo primario, como puede ser un compresor, una bomba, un tanque de almacenamiento, un intercambiador de calor, un reactor o una columna de destilación.

- **Método de ICE: Índice de Mond**

Este método fue desarrollado inicialmente en la Imperial Chemical Industries PLC (ICI) a partir del índice de Dow y la primera versión apareció en el año 1979. La principal diferencia con el anterior es que el índice Mond introduce la toxicidad de las sustancias presentes y este parámetro se introduce como factor independiente, considerando los efectos de las sustancias tóxicas por contacto cutáneo, inhalación o ingestión.

Es un índice de riesgo de incendio y explosión aplicable a industrias de proceso de gran capacidad productiva. Sin embargo, la toxicidad de los materiales involucrados o de los que posiblemente se generen en un accidente, es contemplada únicamente como un factor agravante en las tareas de control y limitación de la incidencia y no como un posible riesgo en sí mismo. Casal J., Barba A., Pérez 1998)

1.6.2 Métodos Cuantitativos para el Análisis de Riesgos

Este método se basa en la aplicación de técnicas de análisis crítico que incluyen estructuras y cálculos para establecer la probabilidad de sucesos complejos (siniestros) a partir de los valores individuales de la probabilidad de fallo que corresponde a los elementos (equipos y humanos) implicados en los procesos industriales.

También es debatido por autores como Lagadec, (1983), Posada, M., (1999), Ramos, A., (1990) y Santamaría Ramiro, J. M., (1994) las siguiente formas de clasificar los métodos de análisis de riesgos

- Métodos Comparativos: Se basan en la experiencia previa acumulada en un sector industrial determinado. Ej. Listas de Comprobación y el Análisis Histórico de Accidentes, Gerencia de Riesgo.

Gerencia del Riesgo

Es la formulación y la implantación de medidas y de procedimientos, técnicos y administrativos que tienen como finalidad prevenir, controlar o reducir los riesgos existentes en una instalación industrial, teniendo como objetivo, mantener esa instalación operando dentro de los requisitos de seguridad considerados tolerables. (Santamaría, Ramiro, J. M y Braña, P. A, 1994)

El proceso de administración (gerencia) de riesgos es una función estratégica de las empresas, sobre todo de las empresas modernas y no una mera decisión comercial o productiva. No asumirlo así, puede dar al traste con la propia entidad; es por ello que en el perfeccionamiento empresarial se insiste en este asunto, (ej: Resolución No. 31/2002

Procedimientos prácticos generales para la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo en el trabajo"). El objetivo es combinar adecuadamente los recursos humanos, materiales y técnicos en términos de costo – efectividad, y hacer un análisis de costo –beneficio, o sea, es más rentable, invertir en medidas de prevención que asimilar los daños. Se trata de minimizar los efectos adversos que puedan tener los riesgos y asumirlos con un costo mínimo. Ello es posible cuando aquellos pueden ser identificados, evaluados y controlados. (Storch de Gracia, 1998)

Según Bodurtha, (1980) para poder reconocer y planificar de una manera correcta la actuación ante un desastre industrial, es necesario conocer qué tipo de accidentes pueden ocurrir en cada industria.

- Métodos Generalizados: Requieren de mayor información acerca del proceso a analizar y constituyen poderosas herramientas para la identificación de peligros y análisis de los riesgos asociados. Generalmente se utilizan en una etapa posterior al análisis de riesgo, cuando se ha seleccionado aquellos que ameritan una evaluación con mayores niveles de detalle. Ej, HAZOP y la Matriz de Riesgo.

Los métodos generalizados de análisis de riesgos, se basan en estudios de las instalaciones y procesos mucho más estructurados desde el punto de vista lógico-deductivo que los métodos

comparativos. Normalmente siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en equipos, instalaciones, procesos, operaciones, etc. que trae como consecuencia la obtención de determinadas soluciones para este tipo de eventos.

Matriz de Riesgo

A partir de los elementos obtenidos con la aplicación de los métodos antes tratados se desarrolla un análisis, para lo cual se definen las zonas de seguridad operativa, en ella se ubican cada uno de los peligros detectados en las diferentes áreas funcionales de la Instalación, en dependencia de la magnitud esperada de las consecuencias así como de la frecuencia práctica de ocurrencia, obteniéndose entonces la probabilidad de ocurrencia del daño asociado unido a la gravedad esperada para cada uno de ellos.

1.7 Estudio de Consecuencias (Explosiones, Incendios, Fugas de Sustancias Tóxicas)

Eisenberg, (1975) plantea que el estudio de las consecuencias que se derivan de un accidente es una de las partes del análisis de riesgo de Incendio y Explosión. Las consecuencias de un accidente son difíciles de predecir con exactitud, ya que dependen de las circunstancias específicas que rodean al evento Lees, (1980). Los métodos para predecir las consecuencias de un accidente varían en nivel de complejidad y precisión. En términos generales, las consecuencias de un incendio, una explosión, el derrame de líquidos, una fuga de gases peligrosos, una descarga eléctrica, u otro accidente, dependen principalmente de:

- La naturaleza y cantidad de energía liberada.
- La naturaleza y cantidad de sustancias peligrosas liberadas.
- Presencia de otras circunstancias peligrosas en el área afectada.
- Tipo y velocidad de la respuesta después de la ocurrencia del accidente.
- Las condiciones ambientales locales (ej.: condiciones meteorológicas, hidrología local).
- La extensión territorial afectada.
- El número de personas expuestas y su nivel de vulnerabilidad.
- Las características de los bienes en el área expuesta y su nivel de vulnerabilidad.

Para lograr una completa evaluación de las consecuencias, se requiere información en detalle de cada uno de estos elementos. A su vez, el impacto de los accidentes y sus riesgos para la salud y el ambiente, pueden reducirse o amplificarse, en función de las condiciones que prevalezcan alrededor de la instalación objeto d estudio donde existan actividades riesgosas, pueden señalarse:

- la vulnerabilidad del medio.
- la densidad poblacional.
- la distancia de las poblaciones respecto de las empresas de alto riesgo o las vías de transporte de materiales peligrosos.
- la infraestructura de la que se disponga para mitigar el impacto de los accidentes.

- el conocimiento y preparación de la población para comportarse de manera adecuada para proteger su salud en caso de accidentes.

Los análisis de consecuencias permiten estudiar los diferentes tipos de accidentes potenciales en establecimientos industriales fundamentalmente, que pueden producir fenómenos peligrosos para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.

❖ **Explosiones**

Las explosiones son un proceso físico-químico que ocurre a gran velocidad, liberando energía en forma súbita y violenta. Las explosiones se clasifican de acuerdo al tipo de energía que las origina. En las explosiones físicas se libera súbitamente la energía potencial de un gas comprimido. Ello puede ocurrir a causa de una falla mecánica en el recipiente de contención, o un súbito incremento de la presión del gas almacenado (debido a calentamiento externo, compresión accidental). Por ejemplo, explosión debido a la ruptura catastrófica de un cilindro de gas a presión, o a la ruptura por calentamiento externo de un estanque de almacenamiento de un líquido volátil o gas comprimido. Cuando sólo hay gas presente, no inflamable, se formarán ondas de choque y, posiblemente, proyectiles (trozos del recipiente colapsado).

Las explosiones químicas son causadas por reacciones químicas de oxidación, altamente exotérmica y extremadamente rápida, que produce una súbita elevación de la temperatura y/o un gran aumento de la concentración local de gases. La energía liberada en una explosión química depende de la naturaleza y estado físico de los reactantes y productos.

Vulnerabilidad a las Explosiones

Las explosiones generan directamente ondas de presión que actúan indistintamente sobre:

•Las instalaciones: según la sobre presión que se origina, puede provocar desde rotura de cristales, hasta destrucción de edificios. Además, se formaran fragmentos acelerados que actuaran como proyectiles.

•Las personas: las ondas de presión van afectar principalmente a los órganos que contienen aire en su interior, como los pulmones, el estómago o en oído medio entre otros. Así el daño variara desde una rotura de tímpano hasta la muerte por hemorragia pulmonar. También puede producirse el desplazamiento de los afectados, proyectándolos contra objetos fijos o móviles, produciéndose de esta manera traumatismos múltiples.

<u>Los proyectiles pueden provocar la muerte instantánea.</u>

Se ha demostrado que la producción de un estallido puede ocasionar daños a los edificios, romper ventanas y arrojar materiales a centenas de metros de distancia. Las lesiones provocadas a los individuos que se encuentran en el sitio o cercanos al lugar en donde ocurren, resultan en primer lugar de la acción de las ondas de choque, pero también de los derrumbes, y la lluvia de proyectiles y vidrios rotos que causan muertes y heridas graves.

Las explosiones pueden ser de dos tipos: deflagraciones, cuando la velocidad de combustión es relativamente lenta (del orden de 1 m/seg), o detonaciones, en las que la velocidad de la llama es

extremadamente elevada (por ejemplo 2 a 3 mil m/seg); siendo el poder destructivo de las detonaciones mucho mayor que el de las deflagraciones. (Sánchez, 2000).

- **Derrames de sustancias peligrosas (tóxicas, o combustibles)**

Normalmente, un accidente de estas características se produce a partir de algún suceso menor que trae como consecuencia la pérdida de estanqueidad de algún recipiente, depósito o tubería que contiene alguna sustancia, lo que produce la fuga o derrame de ésta al exterior. También es posible un incendio previo o simultáneo a una fuga o incluso, una explosión previa a la fuga o al incendio. No obstante, en la mayoría de los casos el primer suceso consiste en una fuga incontrolada de producto.

- **Toxicidad**

Son los efectos agudos o crónicos que puede provocar una sustancia o residuo en los seres humanos por exposición, al ser inhalado, ingerido o al ingresar al organismo por medio de la piel. Las sustancias tóxicas más peligrosas son aquellas cuyos puntos de ebullición son bajos ya que deben ser transportados como gases criogénicos y al liberarse

a la atmósfera se evaporan rápidamente esparciéndose sobre vastas áreas. Los productos peligrosos que son tóxicos pueden tener un efecto psicológico significativo en seres humanos y también causan la muerte a concentraciones bajas. La severidad de estos efectos, dependen de la concentración, el tiempo de exposición y la vulnerabilidad humana.

- **Flamabilidad**

Es el grado de susceptibilidad que tiene una sustancia para arder. Los gases flamables o gases licuados de petróleo en los cuales una propagación de la flama se mueve a través de la nube hasta el punto de ignición (flash fire) forman nubes explosivas difíciles de mover por la acción del viento, ya que dicha mezcla resulta ser más pesada que el aire. La nube de gas alcanza sólo pocos metros de altura, y su principal amenaza para los seres humanos y los materiales situados en la zona flash es el incendio, considerándose que se encuentran envueltos en la flama, por lo que dichos seres fallecen y los materiales combustibles que alcanzan su punto de ignición arden. Esta zona no posee un peligro significativo de radiación térmica fuera de la flama, ya que se lleva a cabo en una exposición muy corta de tiempo y consecuentemente, el efecto térmico a los alrededores es mínimo.

- **Radiación Térmica**

Es un proceso de transferencia de calor, que no requiere la presencia de un medio para ser transmitido, porque puede viajar a través del vacío absoluto, al compartir la misma naturaleza que la de la luz visible ordinaria. La energía radiante emitida por un gas es función del volumen, pudiendo ocasionar la ignición de material combustible.

- **Corrosividad**

Es la propiedad que tienen algunas sustancias de descomponer a otras, en función de la liberación de hidrógeno; es decir, existe una degradación de la materia cuando entra en contacto

con ella. Se considera peligrosa una sustancia si tiene la capacidad de penetrar el acero con una densidad de un centímetro en un periodo de 24 hrs. Para efectos de fuga o derrame es peligrosa una sustancia con un pH menor de 2 o mayor de 12.

Los incendios, las explosiones y las emisiones de sustancias tóxicas constituyen los accidentes más frecuentes y destructivos de la industria de procesos. Desde el punto de vista del análisis de riesgo, la evaluación de consecuencias requiere que se conozcan las circunstancias específicas que rodean al escenario en que ocurre el evento. Su enfoque cuantitativo es complejo y preciso de modelos matemáticos para predecir los efectos de estos accidentes.

Vulnerabilidad de Personas, Instalaciones y Medio Ambiente

Accidente Grave: "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 al que le sea de aplicación el presente Real Decreto, que suponga una situación de grave riesgo, inmediato o diferido, para las personas, los bienes y el medio ambiente, bien sea en el interior o exterior del establecimiento, y en el que estén implicadas una o varias sustancias peligrosas"

La vulnerabilidad de las personas se expresa como el número de individuos que probablemente pueden ser afectados con un cierto nivel de daño a causa de un accidente. Goya, (2006).

El daño puede variar desde molestias y heridas menores hasta la muerte de los individuos afectados. Por otra parte, la vulnerabilidad de las instalaciones se puede expresar en términos del daño físico sufrido por los edificios y equipamiento debido a un accidente.

Dichos daños se pueden cuantificar en base a valores monetarios. Initiation stop of Boiling Liquid Expanding Vapor Explosions" Journal of Hazardous Materials. (Devitt, C.A, 1991). El medio ambiente también puede ser vulnerable a los riesgos identificados una forma de evaluarlo es mediante la metodología recomendada por la Dirección General de Protección Civil la "Guía para la realización del análisis del riesgo medioambiental" [DGPC6]. Dicha metodología permite la obtención de un Índice Global de Consecuencias Medioambientales (IGCM), que otorga una puntuación de 1 a 10 a cada escenario según el nivel de afectación, más alta cuanto más graves sean las consecuencias. Cálculo del factor de vulnerabilidad según DGPC-2004, (http://www.proteccioncivil.org/peq/g_rarm_presen.htm).

1.8 Cuantificación del Riesgo de incendio y explosión

El método de William Fine es un procedimiento originalmente previsto para el control de los riesgos cuyas medidas usadas para la reducción de los mismos eran de alto coste. Este método probabilístico, permite calcular el Grado de Peligrosidad (GP) de cada riesgo identificado, a través de una fórmula matemática que vincula la probabilidad de ocurrencia, las consecuencias que pueden originarse en caso de ocurrencia del evento y la exposición a dicho riesgo.

El GP resulta de multiplicar las posibles consecuencias de un accidente debido a la situación peligrosa (C) por la frecuencia con que se presenta la situación peligrosa (E) por la posibilidad de que ocurra el accidente (P). La ecuación se expresa como sigue:

$GP = C * E * P$

Donde:

GP: Grado de peligrosidad

C: Consecuencia:

E: Exposición

P: Probabilidad

Así, se podrá establecer el Grado de Riesgo de un área, local, taller o instalación en general, en dependencia del valor obtenido, clasificando el riesgo y, sobre esta base, determinar el nivel de corrección de la situación para reducir el riesgo.

1.9 El análisis de Riesgos y Peligros de Incendios y Explosión en el Sector Empresarial Cubano

Desde el triunfo de la revolución aparecen los primeros pasos hacia la seguridad del trabajador como es en la primera modificación de la Constitución del 1940 en febrero de 1959, llevando la legislación hacia principios revolucionarios, de la que no escapó el empleo y la seguridad del trabajador. En diciembre de 1977, se aprueba la Ley Nro. 13 de Protección e Higiene del Trabajo (PHT) del Ministerio del Trabajo y Seguridad Social (MTSS). Específicamente los Artículos 6, 21, 26 de dicha ley hacen referencia a la protección contra Incendio en el Sector Empresarial Cubano. Además la Ley 1268/1974 se refiere a la protección contra Incendios en el país.

A partir de la promulgación del Decreto Ley 187 /98 se introdujo en el país el concepto de gestión de la seguridad integral e integrada. La nueva concepción de la gestión empresarial ve al hombre como el factor decisivo en el proceso de producción, comprendiendo que sin su activa y consciente participación, éste no puede ser eficiente por lo que es de vital importancia la satisfacción del trabajador, además, los incendios, los accidentes, incidentes, averías y enfermedades profesionales imponen elevados costos a los trabajadores, empresas y sociedad en su conjunto. Un sistema de gestión de seguridad define la política de prevención relacionada con la seguridad contra incendios, que incluye la estructura organizativa, las responsabilidades, las actuaciones, los procedimientos y los recursos para llevar a cabo esa política. La política de prevención comprende los objetivos generales que se definan para actuar en materia de prevención de los riesgos de incendio tal y como se expresan formalmente por la dirección.

En la revisión de la Ley 62 del Código Penal se constató, que aparecen reflejados en los diversos artículos los cuerpos delictivos relacionados con la protección contra incendios, los cuales son sancionados de acuerdo a su gravedad por medio de multas o privación de libertad. Otros artículos, para no citarlos textualmente, contemplan de igual forma la obligatoriedad de los

Ministerios y Organismos Centrales de incluir en los proyectos de nuevas construcciones, reconstrucciones y modificaciones, las exigencias establecidas para la protección contra incendios. De igual forma, las responsabiliza con la planificación y adquisición de los medios, equipos y sistemas de protección contra incendios requeridos en sus instalaciones.

A su vez el Acuerdo 4076/ 2002 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, establece la obligatoriedad de suscribirse al Seguro contra Incendio de todas las Instalaciones y recursos, a las Empresas Nacionales, Empresas de Capital 100% Cubano, Sociedades Mercantiles Internacionales. Así como Contratar el servicio de Cobertura de Protección contra Incendios (PCI) exclusiva y Territorial de todas las Instalaciones y recursos, a las Empresas Nacionales, Empresas con Capital 100% Cubano, Asociaciones Económicas Internacionales. Además los Organismos de la Administración Central del Estado, Empresas, Entidades y Órganos del Poder Popular, mantienen la obligatoriedad de garantizar su Seguridad Intrínseca debiendo planificar los recursos financieros necesarios para financiar inversiones relacionadas con la PCI

El Sistema de Protección Contra Incendios en los organismos, órganos y entidades, comprende el conjunto de medidas organizativas, de dirección, aseguramiento y ejecutivas, destinadas a garantizar la protección contra incendios en los objetivos e instalaciones ubicadas en todo el territorio nacional, el cual abarca las actividades de Prevención, Extinción, Rescate y Salvamento, así como de Aseguramiento Científico Técnico, reguladas por el Cuerpo de Bomberos que contribuyan a prevenir hechos de incendios o averías, y a minimizar sus consecuencias en caso de que estas ocurran. Los requisitos de Protección contra Incendios para las Instalaciones en el país en dependencia de su uso funcional y correspondiente peligrosidad de incendio y/o explosión, se establecen Normas (NC) del Grupo de 96, en ninguna de las cuales se establece el Análisis de Peligros de Incendios y Explosión, según Lugo, M (2009) entrevistado durante la ejecución de la investigación en su condición de Presidente del Comité de Normalización por parte del Cuerpo de Bomberos de Cuba.

Al analizar el ritmo de crecimiento llevado a cabo en la industria en general en el país en los últimos 50 años, se aprecia que el grupo de las NC-96 no se adecuan a la revolución tecnológica que ha experimentado este sector, apreciándose una notable desactualización durante 20 años y falta de adecuación a estos avances y transformaciones dados por la aparición de nuevas industrias en las cuales es inherente la complejidad y peligrosidad de los procesos, así como el incremento y diversidad de los volúmenes de sustancias tóxicas, materiales y equipos; lo cual trae consigo el incremento de los Peligros de Incendios en dichas Instalaciones.

1.10. Conclusiones Parciales

1. El Análisis de Riesgos de Incendios y Explosión permite, dentro de los niveles de incertidumbre asociados a cada tipo de análisis empleado y a los datos disponibles, cuantificar el potencial de accidentes existente en una determinada instalación o proceso; difiriendo del Análisis de Peligro

de Incendios, en que este proporciona un esquema flexible para estimar el impacto de cualquier clase de programa o estrategia de seguridad contra incendios en términos de reducir las pérdidas actuales (muertes, daños a personas, y daños a la propiedad)

2. Los métodos para la Identificación, Análisis de Incendios y Explosión y la evaluación de riesgos son una herramienta muy valiosa para abordar con decisión su detección, sus causas y sus consecuencias, entre ellos se destacan. (Listas de Chequeo, Análisis Preliminar de Riesgos, William Fine)

4. Los incendios, las explosiones y las emisiones de sustancias tóxicas, constituyen los accidentes más frecuentes y destructivos en la manipulación y almacenamiento de sustancias combustibles. Los métodos utilizados para la estimación de frecuencias de eventos peligrosos permiten minimizar y evitar la ocurrencia de los mismos con la finalidad de señalar algunas medidas para resguardar la integridad de las personas, bienes materiales y el medio ambiente.

5. La carencia en el Grupo de NC-96 de una Norma que establezca los lineamientos generales y requisitos a cumplir durante la ejecución de Análisis y Evaluación de Riesgos de Incendios y Explosión, hace necesario la adecuación del procedimiento objeto de la investigación, con el objetivo de adaptarlo a las exigencias de los avances tecnológicos y consecuente incremento del peligro real y potencial existente en sus instalaciones; dado por el volumen y peligrosidad de sustancias procesadas y la complejidad de las operaciones del proceso, con elevada posibilidad de errores e incidencia de los factores causales de este tipo de siniestros.

CAPITULO II PERFECCIONAMIENTO DEL PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y LA EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LA RONERA CENTRAL "AGUSTÍN RODRÍGUEZ MENA

2.1. Introducción

En el presente capítulo se desarrolla un procedimiento general para el Análisis y la Evaluación de Riesgos de Incendio y Explosión. Este diseño tributa a la solución del problema científico de la investigación. A continuación se muestra el rediseño del procedimiento donde se describen cada una de etapas del procedimiento general

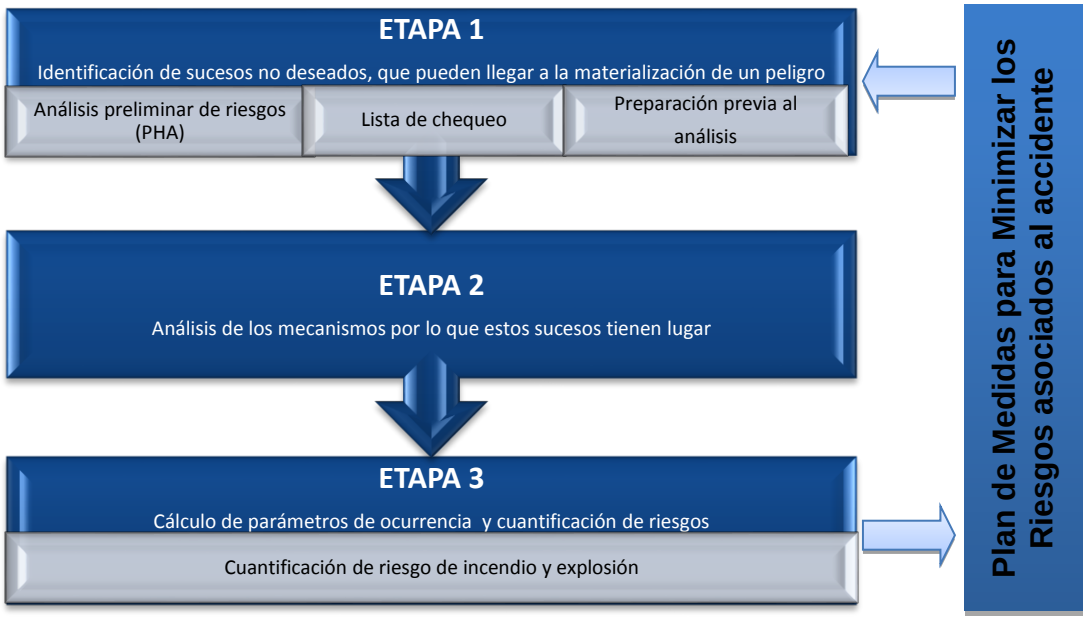


Figura 2.1 Procedimiento para el análisis y la evaluación de riesgos de incendio y explosión en La Ronera Central "Agustín Rodríguez Mena" Fuente: Adaptado de Sotolongo Sánchez 2009.

2.2. Explicación del procediendo en la Ronera Central "Agustín Rodríguez Mena"

2.2.1. Etapa 1. Identificación de sucesos no deseados, que pueden llevar a la materialización de un peligro

El objetivo fundamental de esta primera etapa es la identificación de los peligros que existen en el sistema que se va a analizar y de los resultados de este análisis se genera una lista de eventos para el análisis de riesgos. La identificación del problema (riesgos de peligros) puede venir de muchas

fuentes como: árboles de fallas, opinión de expertos, códigos, reglamentos, datos de accidentes ocurridos, gerentes, usuarios finales, entre otros.

La primera pregunta ¿Qué puede ocurrir? Se refiere, en principio a todas las circunstancias que puedan dar origen a efectos adversos. La naturaleza de la cuestión es puramente cualitativa y da origen al bloque de identificación de posibles peligros de incendios y explosión. El objetivo de esta etapa es obtener una lista exhaustiva del análisis, de todas las desviaciones que:

• pueden producir un efecto significativo.

• tengan una probabilidad razonable de producirse.

En una primera instancia pueden descartarse, aplicando el sentido ingenieril y análisis y dominio del proceso en estudio y otros similares, a aquellas desviaciones altamente improbables, pero siempre teniendo en cuenta que un peligro no identificado es un peligro que no va a ser considerado en los análisis posteriores.

Para evitar posibles omisiones se cuenta además con la experiencia del personal involucrado con una serie de herramientas poderosas que ha ido desarrollando la industria, como son: listas de comprobación, datos específicos de fallo de equipos y componentes, métodos basados en índices de riesgo, etc.

La identificación de los riesgos es una de las etapas fundamentales en el análisis de riesgo (peligrosidad y vulnerabilidad). La identificación y caracterización de los peligros se debe llevar a cabo durante toda la vida útil de un proyecto, incluyendo las fases de diseño, construcción, puesta en marcha, operación y cierre de la actividad (abandono o cierre temporal) de la planta. Todos aquellos peligros que no sean debidamente identificados, no serán considerados como objeto de estudio posterior y, por lo tanto, no se tomará medidas para reducir sus riesgos asociados.

La identificación de riesgos de Incendio y Explosión, de hecho, el paso más importante del análisis, puesto que cualquier riesgo, cuya identificación sea omitida no puede ser objeto de estudio. De manera análoga, una vez identificado un riesgo importante, es probable que se tomen medidas para reducirlo, incluso si la evaluación cuantitativa posterior es defectuosa.

En ocasiones, los riesgos son evidentes pero en otros casos no lo son tanto y se requiere de un análisis de cierta profundidad para desentrañar la clase de accidentes que pueden tener lugar. Pero en cualquier caso, decir que en una instalación determinada puede ocurrir una explosión, o un escape tóxico no es suficiente, por lo que se requiere de un estudio que indique los mecanismos o secuencias de acontecimientos por los que el accidente puede tener lugar, para poder tener la oportunidad de actuar sobre los mismos.

El primer suceso de la cadena se conoce como suceso iniciador. Por lo general, entre el suceso iniciador y el accidente se encuentra una secuencia de hechos que incluye las respuestas del sistema y de los operadores, así como otros sucesos concurrentes. Todos estos factores se conocen como elementos del accidente.

La identificación y caracterización de riesgos de incendio y explosión puede y debe realizarse durante toda la vida de la instalación. Sin embargo, como se ha señalado, cuanto antes comience, mayores son las ventajas que pueden esperarse en cuanto a la eficacia en la reducción de riesgo y en cuanto al costo de la seguridad instalada. Desde ese punto de vista, la identificación de riesgos en la fase de definición del proceso puede permitir eliminarlos o reducirlos, mediante la selección de rutas que posean una mayor seguridad intrínseca por las condiciones del proceso en sí, por los materiales y reactivos utilizados, por los niveles de inventario requeridos, etc.

La identificación de riesgos de incendio y explosión continúa durante las etapas de diseño y construcción de la planta, en la puesta en marcha, durante la operación de la misma, en la realización de modificaciones a la planta, en las paradas periódicas y finalmente en el desmantelamiento, al término de la vida útil de la instalación. Cada fase puede requerir distinta profundidad de estudio, y en algunos casos simples el análisis formal puede omitirse, pero las consideraciones de seguridad realizadas en análisis anteriores deben estar presentes.

Por lo que, teniendo en cuenta todo lo anterior y a partir del análisis de la variedad de métodos existentes con sus ventajas y desventajas, referidos en el Capítulo I, se decide aplicar en esta Instalación proceso, el Análisis Preliminar de Peligros, las Listas de Chequeo. Además de manera más específica se determinan la clasificación de peligrosidad de incendio y explosión de las unidades del proceso y Categoría de Peligrosidad, así como el Análisis de los parámetros fisicoquímicos de las sustancias peligrosas existentes.

Paso 1. Análisis Preliminar de Peligros (PHA)

El (PHA), es un método cualitativo, que tiene una significativa utilidad durante la etapa de explotación de las instalaciones industriales. Su uso permite detectar los peligros de los materiales, equipos y ubicación de la planta para proveer a las administraciones y especialistas del área de seguridad industrial, las acciones a tomar para controlar los riesgos, eliminarlos o mitigarlos según sea factible en el régimen funcional.

El PHA concentra sus esfuerzos en los materiales peligrosos y componentes mayores de equipos de proceso y permite visualizar aquellos eventos que involucren liberación incontrolada de energía y/o productos tóxicos. Este método no está considerado como uno de los enfoques más sistemáticos en

la identificación de peligros, sin embargo, sirve muy bien al propósito de definir eventos conducentes a escenarios de accidentes mayores. El método debe ser desarrollado por un equipo multidisciplinario el cual determina los peligros, sus causas, frecuencias y consecuencias en una forma cualitativa. La cuantificación de frecuencias y consecuencias pueden ser realizadas en un paso posterior.

La aplicación del método requiere la existencia de información de diseño referente a:

- Filosofía de diseño.
- Diagrama preliminar de flujo de proceso.
- Información histórica de accidentes en instalaciones similares.
- Descripción del proceso, incluyendo inventarios de materiales peligrosos con sus características y condiciones de operación.

La aplicación del PHA tiene dos ventajas principales:

1. Permite identificar riesgos potenciales a un costo mínimo.

2. Facilita identificar y/o desarrollar guías para la operación de la instalación durante toda su vida útil. Así, los riesgos más relevantes pueden ser eliminados, minimizados o controlados desde el arranque de la instalación.

En el PHA también se recoge para cada situación peligrosa identificada, las causas potenciales, efectos y las posibles medidas correctivas y/o preventivas.

Preparación para la aplicación del PHA

Para aplicar el PHA se requiere de toda aquella información disponible acerca de los objetos de planta (o sistemas), así como de cualquier información relevante, por ejemplo, de cualquier planta similar o de plantas que tengan procesos diferentes pero usen similares equipos y materiales.

El PHA tiene el objetivo de descubrir aquellos riesgos primarios en la vida de la Instalación, la información sobre ésta puede estar limitada. Sin embargo, para que in PHA sea efectivo debe tenerse al menos una descripción escrita del diseño conceptual de los procesos. Por ejemplo, deberá conocerse los productos químicos básicos, (alcohol etílico fino A, aguardiente fresco y añejado, rones base frescos, bases añejadas y caldos corporativos) reacciones y parámetros del proceso, así como los principales componentes.

Además, puede servir de gran ayuda el poder contar en estos casos con los procedimientos operacionales y requerimientos básicos de ejecución de la Instalación a la hora de definir los tipos de peligros y las condiciones ambientales de operación.

Ejecución de un PHA

Durante la ejecución de un PHA se identifican requisitos de seguridad contra incendios durante su explotación operacional o alternativas que conducen a eliminar o reducir los riesgos. Para la ejecución de un PHA se listan los elementos básicos de los sistemas y los riesgos de interés, los cuales hayan sido definidos como tal en el diseño conceptual de la instalación.

La lista se realiza considerando los factores siguientes:

- Equipos de planta y materiales peligrosos (Ejemplo: combustibles, productos químicos altamente reactivos, sustancias tóxicas, explosivos, sistemas de alta presión, otros sistemas energéticos).
- Interfaces relativas a la seguridad entre los diferentes aspectos de equipos de planta y materiales (Ejemplo: interacciones de los materiales, inicio y propagación de fuegos y explosiones y sistemas de parada y control).
- Factores ambientales que pueden influir en el equipamiento y materiales de planta. (Ejemplo: terremotos, vibraciones, inundaciones, temperaturas extremas, descargas eléctricas y humedad).
- Operación, pruebas, mantenimiento y procedimientos de emergencia. (Ejemplo: importancia de errores humanos, funciones del operador al realizar estas actividades, accesibilidad y disposición de los equipos y protección de seguridad personal).
- Instalaciones de apoyo (Ejemplo: almacenes, equipamiento de pruebas, entrenamiento).
- Equipamiento relacionado con la seguridad (Ejemplo: sistemas de mitigación, redundancia, extinción de incendios y equipos de protección personal).

Se identifican los peligros para cada área del proceso independientemente y se evalúan las posibles causas de accidentes que puedan provocar los riesgos identificados para cada área. Como apoyo a esto se realiza un listado de las causas posibles que pueden conducir a la situación de riesgos. La lista de causas posibles incluye un número suficiente de causas, las cuales permiten juzgar la credibilidad del accidente. Los efectos de cada accidente, también son identificados y serán los que representen el impacto del peor caso razonable asociado con el accidente potencial. Finalmente, se asigna cada situación de accidente potencial a una de las siguientes categorías de peligro, (basado en el significado de las causas y efectos del accidente).

Categorías de peligro:

• Insignificante: (I)

• Significativo: (II)

• Crítico: (III)

• Catastrófico: (IV)

Posteriormente para cada categoría se juzga el grado de peligro de la misma y se dictan sugerencias o recomendaciones para corregir o mitigar el riesgo.

Ejecución y documentación del PHA

Como parte de los resultados se documentan los riesgos identificados para cada área, las causas que pueden provocarlo, las consecuencias o efectos que de él se deriven, las categorías de peligros y cualquier medida correctiva o preventiva que se sugiera. Como aporte de la investigación se extrapola el análisis de los efectos del peligro a las incidencias que tendrá para el proceso, el producto, la economía; las descripciones del riesgo y las acciones recomendadas se van registrando a través de la aplicación del PHA en forma tabular según se muestra en la Tabla 2.1

Tabla 2.1: Identificación de Peligros de incendio y explosión mediante formato de PHA

Áreas o proceso involucrado: …….. Número:…….			**Fecha:…….** **Ejecutor……..**					
Peligro	**Actividad**	**Posibles Causa**	**Otros efectos para la producción**					
			Para el proceso y producto	**Económicos y control interno**	**Para la SST**	**Controles asociados**	**Categoría del Peligro**	**Medidas Preventiva o Correctiva**

Las tablas constituyen el producto final del Análisis Preliminar de Riesgos. El modelo de la tabla puede ampliarse añadiendo otras columnas, por ejemplo, una columna que refleje las responsabilidades o las acciones correctivas existentes que han sido implementadas por el personal de planta, etc.

En el Anexo 2 se realiza la aplicación del PHA para la identificación de Riesgos de Incendio y Explosión.

Paso 2. Listas de Chequeo

La lista de chequeo (safety check list) es un método comparativo de identificación de peligros en el que se hace uso de la experiencia acumulada por especialistas de la empresa, y permite analizar el estado de cada área de la Instalación objeto del estudio, identificando directamente carencias de seguridad en algunos casos o las áreas que requieren un estudio más profundo en otros. Además

permite comparar el estado de un sistema con una referencia externa, identificando directamente carencias de seguridad en cada una de las áreas funcionales y tecnológicas que requieren un estudio más profundo en otros. La lista de chequeo constituye un instrumento de gran utilidad para identificar los riesgos de incendio y explosión existentes en la instalación. Al igual que un código de prácticas, es un medio de transmitir una experiencia esforzadamente adquirida a los trabajadores en general y especialistas del área de seguridad industrial.

Paso 3. Elaboración de la lista de comprobación

En esta primera etapa se define con especialistas del área de seguridad industrial conjuntamente con la de proceso, los estándares que la instalación deberá cumplir, no siendo obligatoriamente aquellos con los que fue originalmente diseñada y construida, sino los que actualmente se requieran o cumplan con la política de la empresa y los requisitos legislativos.

Aplicación de las listas de comprobación

El empleo de esta herramienta para la identificación de riesgos es muy variado, y se obtienen óptimos resultados si se emplea como complemento en Auditorías o Inspecciones en la Instalación: Antes de aplicar cualquier método de identificación de riesgos, es muy recomendable realizar una inspección de las instalaciones aplicando listas de comprobación para identificar desviaciones contra las normas de diseño, construcción y operación, a fin de eliminarlas, ya que se parte de la premisa de cumplir con bases previamente aceptadas. En ambos casos, la aplicación de la lista deberá ser realizada por un grupo multidisciplinario a fin de enriquecer los resultados.

Paso 4. Preparación previa al análisis

- Preparación previa al análisis
- Definición de objetivos y alcance.
- Selección del grupo de trabajo.
- Ejecución del análisis.
- Registro de resultados.

Definición de objetivos y alcance: Es importante definir un objetivo y alcance de lo que se va a realizar, para así evitar pérdida de tiempo, confusión de lo que se revisa, emisión de recomendaciones de equipos o procesos de otras áreas. Es recomendable que el alcance y objetivos se orienten a cubrir una sola lista, por ejemplo almacenamiento, manipulación de productos químicos, sistema de protección contra incendios en el cual se incluye la disponibilidad técnica y organizativa de los trabajadores.

Selección del grupo de trabajo: Es recomendable en las etapas de explotación, los resultados serán más significativos cuando se aplican por un grupo multidisciplinario los cuales serán previamente capacitados en cuanto a la normativa vigente en el país respecto a riesgos de incendio y explosión. El grupo puede incrementarse o reducirse en dependencia de la complejidad y tamaño de las instalaciones y de forma general está integrado por especialistas de diferentes áreas.

El Grupo de Trabajo para su preparación analizará los flujos de procesos, la identificación de las áreas y las actividades que se desarrollan, la organización del trabajo, las fichas técnicas de las sustancias y materiales que intervienen en los procesos, los datos estadísticos de morbimortalidad (accidentes de trabajo y enfermedades profesionales) de los últimos años, resultados de los exámenes médicos pre-empleos y periódicos, resultados de inspecciones realizadas, revisión de actividades que requieren permisos de seguridad, revisión de la legislación aplicada, el Manual de SST, procedimientos e instrucciones del Sistema de Gestión, datos de control del ambiente de trabajo, entre otros aspectos que se consideren por el Grupo.

El responsable de la coordinación del análisis jugará un papel muy importante en la facilitación del trabajo y es el encargado de conjugar los elementos de apoyo que se requieren para ello. Sus actividades serán:

Figura 2.2: Actividades para el análisis. Fuente: Elaboración propia

Ejecución del Análisis:

El procedimiento general para su aplicación es:

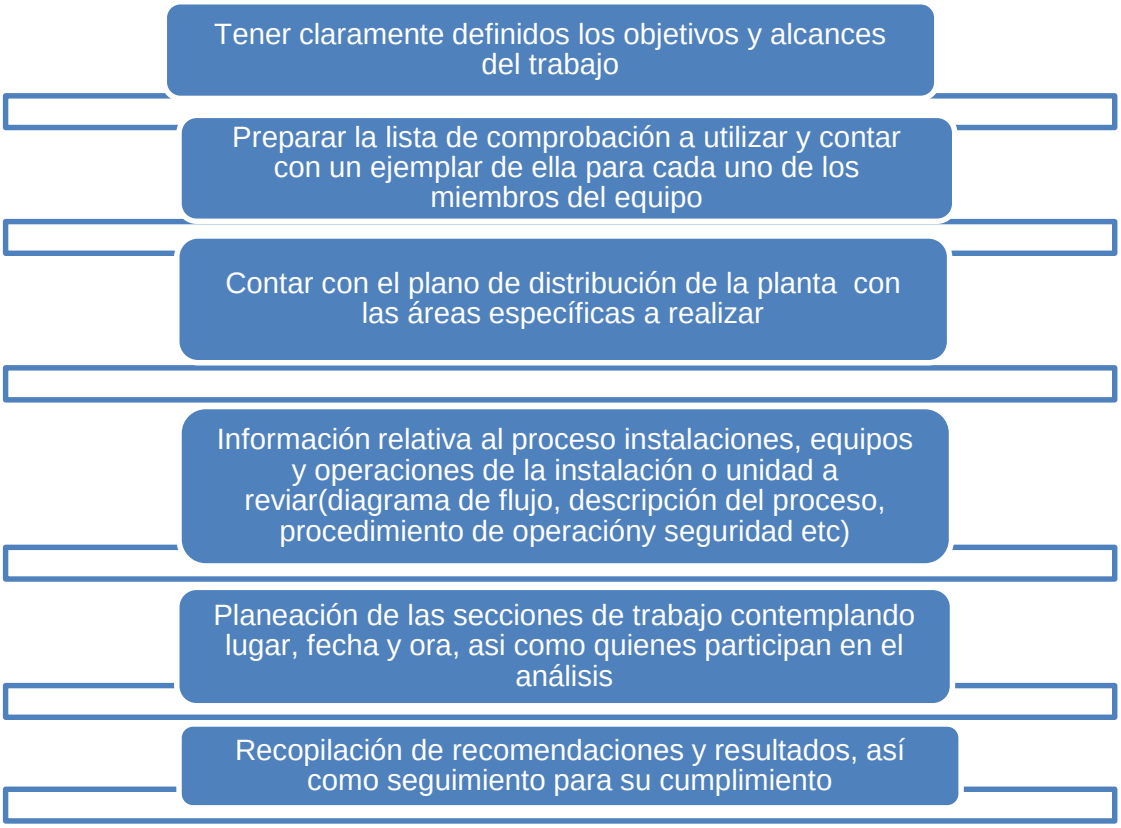


Figura 2.2: Procedimiento para el análisis. Fuente: Elaboración propia

Registro de resultados

En el Anexo 5 se aplica la Lista de Chequeo confeccionada en la instalación conjuntamente con especialistas y los jefes de las áreas funcionales.

2.2.2. Etapa 2. Análisis de los mecanismos por los que estos sucesos tienen lugar

El primer suceso de la cadena se conoce como suceso iniciador. Por lo general, entre el suceso iniciador y el accidente se encuentra una secuencia de hechos que incluye las respuestas del sistema y de los operadores, así como otros sucesos concurrentes. Todos estos factores se conocen como elementos del accidente.

Las consecuencias del accidente variarán dependiendo de la evolución específica de la cadena de sucesos, es decir, de los elementos que dan origen al mismo. Así, un mismo suceso iniciador puede tener diversos mecanismos iniciadores y circunstancias propagadoras que favorecen su desarrollo e

incremento en su magnitud trayendo consigo como resultado, igual efecto en las respectivas consecuencias adversas; dependiendo de la combinación de sucesos intermedios de propagación o mitigación

En el Anexo 4 se representa el esquema general de ocurrencia de accidentes y sus mecanismos de manifestación, agregando la definición del área en que tienen lugar.

Las descripciones para determinar los elementos de ocurrencia de los accidentes y sus mecanismos de manifestación se recogen a través de la aplicación de la forma tabular Tabla 2.2

Tabla 2.2 Tabla a utilizar para determinar los elementos de ocurrencia de los accidentes y sus mecanismos Fuente: Elaboración propia.

Nro.	Circunstancias Peligrosas	Sucesos Iniciadores	Circunstancias Propagadoras	Circunstancias Mitigantes	Consecuencias del Accidente	Áreas involucradas

En el Anexo 4 se realiza la determinación de los elementos de ocurrencia de accidentes y sus mecanismos de manifestación

2.2.3. Etapa3. Cálculo de parámetros de ocurrencia y cuantificación de riesgos

Cuantificación del riesgo de incendio y explosión

El método de William Fine es un procedimiento originalmente previsto para el control de los riesgos cuyas medidas usadas para la reducción de los mismos eran de alto coste. Este método probabilístico, permite calcular el Grado de Peligrosidad (GP) de cada riesgo identificado, a través de una fórmula matemática que vincula la probabilidad de ocurrencia, las consecuencias que pueden originarse en caso de ocurrencia del evento y la exposición a dicho riesgo.

El GP resulta de multiplicar las posibles consecuencias de un accidente debido a la situación peligrosa (C) por la frecuencia con que se presenta la situación peligrosa (E) por la posibilidad de que ocurra el accidente (P). La ecuación se expresa como sigue:

$$GP = C * E * P$$

Donde:

GP: Grado de peligrosidad

C: Consecuencia: Se define como el daño debido al riesgo que se considera, incluyendo desgracias personales y daños materiales. Los valores numéricos asignados para las consecuencias más probables de un accidente se pueden ver en la tabla 2.3

Tabla 2.3. Valoración de las consecuencias

VALOR	CONSECUENCIAS
10	Muerte y/o daños mayores a 6000 dólares
6	Lesiones incapaces permanentes y/o daños entre 2000 y 6000 dólares
4	Lesiones con incapacidades no permanentes y/o daños entre 600 y 2000 dólares
1	Lesiones con heridas leves, contusiones, golpes y/o pequeños daños económicos.

E: Exposición: Se define como la frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, siendo tal el primer acontecimiento indeseado que iniciaría la secuencia del accidente. Mientras más grande sea la exposición a una situación potencialmente peligrosa, mayor es el riesgo asociado a dicha situación. La tabla 2.4 presenta una graduación de la frecuencia de exposición.

Tabla 2.4. Valoración de la exposición.

VALOR	EXPOSICIÓN
10	La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al día
6	Frecuentemente una vez al día
2	Ocasionalmente o una vez por semana
1	Remotamente posible.

P: Probabilidad: Este factor se refiere a la probabilidad de que una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de la secuencia completa del accidente se sucedan en el tiempo, originando accidente y consecuencias. (Tabla2.5).

Tabla 2.5. Valoración de la probabilidad.

VALOR	PROBABILIDAD
10	Es el resultado más probable y esperado; si la situación de riesgo

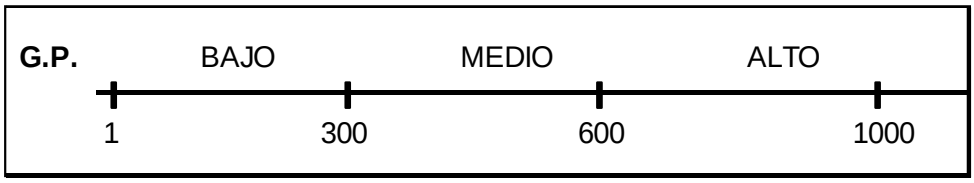
	tiene lugar
7	Es completamente posible, nada extraño. Tiene una probabilidad de ocurrencia del 50%
4	Sería una rara coincidencia. Tiene una probabilidad del 20%
1	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición el riesgo pero es concebible.

Los valores numéricos asignados a cada factor están basados en el juicio y experiencia del Jefe del área, que hace el cálculo y en los costos que la empresa pueda incurrir en cada caso.

Calculada la magnitud del grado de peligrosidad de cada riesgo (GP), utilizando un mismo juicio y criterio, se procede a ordenar según la gravedad relativa de sus consecuencias o pérdidas.

La figura 2.3 presenta una ordenación posible que puede ser variable en función de la valoración de cada factor, de criterios económicos de la empresa y al número de tipos de actuación frente al riesgo establecido.

Figura 2.3: Magnitudes del riesgo



Dónde:

- ALTO: Intervención inmediata de terminación o tratamiento del riesgo.
- MEDIO: Intervención a corto plazo.
- BAJO: Intervención a largo plazo o riesgo tolerable.

Una vez obtenidos las distintas magnitudes de riesgo, se hace una lista ordenándolos según su gravedad.

2.3 Conclusiones parciales

1. Como resultado de esta investigación se perfeccionó el procedimiento de Sotolongo Sanchez 2009 para el Análisis de Riesgos de Incendio y Explosión. Principalmente se desglosó el procedimiento en tres etapas, incluyéndole modificaciones para su mejor funcionamiento.

2. Como un aporte en el procedimiento propuesto se incluye en la etapa identificación de peligros de incendio y explosión mediante formato de PHA la extrapolación del estudio de los efectos producidos a las ramas de los procesos, los productos y la economía.

3. En la etapa 3 del procedimiento desarrollado, para la cuantificación del riesgo de incendio y explosión se propone el método de William Fine; el cual facilita determinar los elementos de ocurrencia de accidentes y sus mecanismos que determinan la evolución de la cadena de sucesos no deseados de manera sencilla.

CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN EN LA RONERA CENTRAL "AGUSTÍN RODRÍGUEZ MENA"

3.1 Caracterización de La Ronera Central "Agustín Rodríguez Mena"

La Ronera Central "Agustín Rodríguez Mena" de la Corporación Cuba Ron SA se encuentra ubicada en la calle No 2, CAI Washington, en el municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara. En sus inmediaciones como vecino más importante se encuentra o la empresa azucarera George Washington. (Anexo 1)

Esta entidad fue fundada en el año 1972 perteneciendo a la Empresa de Bebidas y Licores de Villa Clara, Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL). Más tarde, en el año 1993, se crea la Corporación Cuba Ron S.A y por acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros las instalaciones de la Ronera Central fueron segregadas de dicha entidad y se entregaron en usufructos por 25 años prorrogables por 25 más a la Corporación Cuba Ron S.A.

Como organización, con el fin de dar respuesta a las necesidades de los clientes, está constituida por una Dirección General, dos áreas de regulación y control Fuerza de Trabajo y Economía y cuatro Unidades Empresariales de Base (UEB Ronera, UEB Destilería, UEB Ventas y UEB Servicios)

El objeto social de la empresa, aprobado según Resolución 2272/05, consiste en producir y comercializar de forma mayorista rones y otras bebidas alcohólicas de distintos tipos y calidades, aguardientes, alcoholes y sus derivados, en moneda nacional y divisas, y además, importar y exportar según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Exterior, en divisas.

Análisis estratégico de la empresa:

Misión

Producir, añejar y comercializar rones y otras bebidas alcohólicas con altos estándares de calidad para satisfacer las más exquisitas exigencias de nuestros clientes, proporcionándoles un sello que nos identifique en el mercado nacional e internacional con la tradición del mejor ron cubano, combinando un experimentado colectivo de trabajadores y cuadros eficaces con un respeto adecuado a la tecnología y al medio ambiente.

Visión

1. Producir, añejar y comercializar productos competitivos y diversificados para la satisfacción del cliente.

2. Contar con un colectivo de cuadros y trabajadores con grandes niveles de profesionalidad, conocimiento y motivación que nos ha permitido mejorar grandemente nuestros resultados.
3. Contar con un sistema de gestión integrado que garantiza la comparación con estándares nacionales, la gestión de la información y el conocimiento, la inocuidad de las producciones, la seguridad y salud de los trabajadores, el ejercicio de una gestión ambiental responsable y la introducción oportuna de los logros de la ciencia y la técnica, así como la automatización de procesos aumentando paralelamente la productividad, teniendo como premisa la elevada cultura industrial como productores de los mejores rones cubanos, manteniendo la actividad de investigación y desarrollo como principal fortaleza para enfrentar los retos del futuro.

Sistema de Gestión de la Calidad (SGC)

Desde el año 2002 la fábrica comienza a trabajar en la implantación de un SGC Sistemas de gestión de la calidad según NC ISO 9001: 2001 requisito, previo reconocimiento, por el CNICA del sistema de análisis de peligros y puntos de control críticos (HACCP), con el objetivo de garantizar productos inocuos que cumplieran los requisitos de calidad para la satisfacción de nuestros clientes.

En el año 2003 se logra la certificación de este sistema, inicialmente con alcance al proceso de embotellado de rones y posteriormente al resto de los procesos de la organización, contando actualmente con un SGC certificado por la ONN y la Lloyds Register con alcance a todos los procesos. Desde el año 2003 se inició la implantación del SGC en los Laboratorios de ensayos según NC ISO/IEC 17025:2000 requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración y en el 2005 se logra la acreditación por el ONARC del Laboratorio de ensayos UEB Ronera.

Sistema de Gestión Integrado (SGI)

En enero del 2008 a raíz de la aprobación de Decreto ley 252 y el Decreto 281 se comienza con la implantación de los cuatro nuevos sistemas que surgieron:

Se diseñó entonces un SGI con enfoque de proceso, el cual incluye la gestión:

De la Inocuidad de los productos según NC ISO 22000:2005

- de la calidad según NC ISO 9001: 2008.
- medio ambiental según NC ISO 14001:2005
- de la innovación tecnológica (I+D+I) sobre las Normas UNE 166000:2002.
- de la comunicación empresarial.
- de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) según NC 18001:2005.

- del capital humano según NC 3000: 2007.

En el año 2010 de certifica el sistema de Gestión ambiental integrado al sistema de calidad. Como resultado de la inclusión de la Empresa en el Perfeccionamiento Empresarial se ha logrado:

- mayor organización del sistema de trabajo de la entidad.
- fortalecer el enfoque de proceso.
- gestionar los sistemas de forma integrada.
- mayor posicionamiento en el mercado.
- elevar a planos superiores la dirección participativa y el trabajo en equipo.
- modernizar la base tecnológica de la entidad.

Emplazamiento de La Ronera Central respecto a su entorno, situación de sus accesos

La instalación objeto de la investigación, se encuentra ubicada en la dirección expuesta anteriormente, colindando por la zona Norte con una edificación donde se localiza un albergue perteneciente al mismo centro y una vivienda, que se halla aproximadamente a 10 metros de la cerca perimetral, estando ubicada a una distancia de 15 a 20 metros de la instalaciones de la entidad, posterior a la vivienda se encuentra la unidad del Cuerpo de Bomberos de Santo Domingo. Por la zona Este limita con áreas yermas, por el Sur limita su cerca perimetral con patios de diferentes viviendas aledañas a unos 10 metros y por el Oeste limita con la calle 2da (de aproximadamente 6 metros de ancho) y posterior a esta se encuentran los viales de ferrocarriles internos del Complejo Agroindustrial (CAI).

A la entidad objeto de estudio se llega desde el Comando Municipal Santo Domingo que se encuentra aproximadamente a unos 150 metros de la entrada de la Fábrica con una respuesta operativa de 2 minutos; las técnicas especializadas de apoyo desde el Comando Provincial (segunda intervención) arriban al objetivo saliendo por la carretera Central recorriendo una distancia aproximada desde su estación hasta el centro de 48 Km., con una respuesta operativa de 60 minutos.

A la Ronera se entra por la puerta de acceso existente por la calle 2da y a sus locales (en Emergencia) por las puertas que poseen cada una de sus instalaciones y escaleras de accesos.

Situación de medios exteriores de protección

En la propia Unidad de Bomberos, existen posibilidades operativas de reabastecimiento del agua requerida para la extinción de incendios, de las técnicas de primera intervención de la Unidad de Bomberos del municipio y técnicas de apoyo (segunda intervención del Comando Provincial), que ofrecen cobertura necesaria para la liquidación de emergencias en el centro, con posibilidades de acceso y utilización óptima, relacionadas a continuación:

- Toma de agua Unidad PCI, con capacidad de cuatro tomas, situadas a una distancia aproximadamente de 600 metros.
- Toma de agua del CAI ubicada a 600 metros y accesible las 24 horas.
- Toma de agua de tanques elevados situada en Santo Domingo, con capacidad para 12 horas, sólo de día.
- Otra fuente de reabastecimiento es el río Monasterio, en la zona de defensa que se encuentra ubicada aproximadamente a 2 Km. de la instalación.

Para el consumo social de agua del Centro se cuenta con el suministro desde pozos de la entidad la que se almacena en una Cisterna con capacidad de 150000 litros.

Las técnicas y fuerzas de enfrentamiento especializado de posibles emergencias (incendios) en el área, son primeramente las brigadas contra incendio de la misma y la Unidad del Cuerpo de Bomberos Municipal, la cual se encuentra a una distancia (aproximadamente 150 metros), en la propia calle de la instalación y el Comando Provincial que se localiza a una distancia de (≈48 Km.), en Carretera Central Km. 295, Banda a Esperanza, garantizando el comienzo de las labores de extinción y evacuación, después de recibida la alarma en menos de 2 y 60 minutos respectivamente.

Características constructivas

La fábrica de ron cuenta con más de 35 años de explotación de creada por lo que se puede considerar que posee un estado constructivo no acorde a las exigencias de la protección contra incendios al ser adaptado el mismo como fábrica de ron, así como muestra un estado de deterioro por los factores ambientales en las áreas de almacenes de añejamiento.

Los principales elementos constructivos que la conforman son los siguientes:

- paredes de bloques de hormigón de 200 mm.
- columnas de hormigón armado de 400x400 mm.
- cubierta de planchas de abasto cemento colocadas sobre vigas de hormigón.
- cubierta de hormigón armado de 150 mm de espesor.

Grado de resistencia al fuego

Para determinar el grado de resistencia al fuego se analizará la tabla 3.1

Tabla 3.1: Límite de resistencia al fuego de los elementos constructivo

Áreas	**Elementos Constructivos**	LRAF(Hrs.)	**Grupo de combustibilidad**	**Grupo de definición**	**Graf. Objetos de obra.**
Administrativa	Paredes de bloques de hormigón	6	Incombustible	I	II
	Columna de hormigón de 400x400 m	4	Incombustible		

	Entre piso de hormigón armado de 150 mm de espesor	3,7	Incombustible		
	Cubierta de hormigón armado	3	Incombustible	I	
Fabricación, embotellado, almacén de productos terminados, almacén de materias primas	Columnas de hormigón armado de 400x400 mm de espesor	4	Incombustible	I	
	Paredes de bloques de 200 mm de espesor	6	Incombustible		
	Cubierta de hormigón armado de 150 mm de espesor	3	Incombustible	I	
	Paredes de bloques de hormigón	6	Incombustible	I	
	Cubierta de hormigón armado	3	Incombustible	I	
	Columnas de hormigón armado de 400x400 mm de espesor	4	Incombustible	I	

Superficie de las áreas de trabajo

Las áreas de riesgo fundamentales se presentan en tabla 3.2:

Tabla 3.2: Áreas de riesgo fundamentales

Área	**Superficie m²**	**Categoría de peligrosidad**	**Proceso**
Área administrativa	520	C	Administrativo
Oficina de RRHH-SEPSA	216	C	
Área de transporte	150	C	Apoyo
Área de mantenimiento	225	C	
Almacén de M. Prima	700	C	Almacenamiento
Almacén de P. Terminado	920	C	
Área de embotellado	567	A	Fabricación
Área de fabricación	480	A	

Laboratorio	126	C	
Área de añejamiento	2700	A	Añejamiento

Analizando las características estructurales del centro, se puede concluir que en él se definen claramente nueve sectores de combate para casos de incendios siendo el principal el almacén de añejamiento con un área total con aproximadamente 8750 m^2, área esta, donde se recibe, almacenan y despachan los diferentes tipos de alcoholes tanto para carros cisternas como para la fabricación. Como se puede observar las superficies de incendio son irregulares en todas las áreas.

En caso de incendios, el personal puede auto-evacuarse hacia el exterior, a través de las puertas de cada una de las áreas y escaleras. Si fuera necesario prestar atención médica primaria inmediata en caso de producirse lesiones en trabajador durante la ocurrencia del hecho, se realizaría en la Posta Médica del Batey Washington, en segunda instancia de atención en el policlínico de Manacas que se encuentra aproximadamente a 2 Km. de distancia del Centro o si la situación lo requieren los hospitales provinciales "Celestino Hernández" y "Arnaldo Milián Castro", que se encuentran a 50 Km.

De acuerdo a las características de la instalación y su ocupación, las posibles causas de ocurrencia de incendios pueden enmarcarse en los siguientes factores de riesgo fundamentales:

- Factor humano:

Este elemento puede estar presente, fundamentalmente en los puestos de trabajo del área de oficinas, almacén de alcohol, área de descarga y despacho de alcohol, motivado por el descuido o negligencia del personal que labora en éstas o personal eventual en la instalación.

- Sistema eléctrico:

Las deficiencias existentes en este sistema están vinculadas fundamentalmente con los aumentos de cargas por la incorporación de nuevos equipos, la falta de mantenimientos periódicos y señalización adecuada (Volt.), la no Certificación (constancia) de la efectividad del sistema de aterramiento y la protección contra las sobretensiones de origen atmosféricos (efectos secundarios del rayo) mediante supresores de voltajes, circuitos de alimentación, líneas dedicadas.

- Sistema de suministro de combustible:

Puede presentarse de improviso (averías eventuales) por errores operacionales durante el abastecimiento de materias primas (alcohol) al almacén de dicho producto y carros cisternas, por falta de mantenimiento y verificación o por golpes mecánicos producidos por maniobras inadecuadas de conductores a la hora de abastecer los vehículos y depósitos, negligencia del personal a la hora de suministrar la materia prima ante señalada.

- Violaciones de las normas de almacenaje:

Se trata del incumplimiento de las normas de almacenaje de los productos comercializados, en cuanto a la presencia de hierba en el área de almacenaje, la presencia de sólidos combustibles generales (gomas, cartón, papel, nylon, etc.).

Ubicación y características de las instalaciones de servicios

Las instalaciones de servicios en este centro son las siguientes:

- Las instalaciones de distribución eléctrica cuentan con una acometida eléctrica desde un banco de transformadores de corriente eléctrica situado dentro de la Planta Ronera, con capacidad en correspondencia con la demanda, las instalaciones interiores están hechas por el interior de tuberías de PVC, metálicas y cajas de conexiones, en la mayoría de las áreas y en el patio de servicio se canalizan por bandejas metálicas. Además cuenta con una planta de generación eléctrica de emergencia, con capacidad de 700 litros de combustible y autonomía de 20 horas, en caso de fallas en el Sistema Electroenergético Nacional (SEN), con una potencia de 320 KVA, 256 KW, a una frecuencia de 60 HZ y una corriente de 685 A, con un transferencial automático entre esta y el SEN.
- El sistema de climatización de este centro, está formado por aires acondicionados en el laboratorio y las oficinas, ubicados convenientemente.

La peligrosidad principal de la Ronera lo constituye su gran cantidad de Alcohol almacenado y en proceso, así como su combinación con otros tipos de sustancias sólidas contenida en sus áreas.

Medios de protección

- Sistema automático de detección de incendios.

En las instalaciones del centro no existe un Sistema Automático de Detección de Incendios (SADI).

- Sistema de agua contra incendios.

La entidad posee una cisterna de agua con capacidad de 150000 Lts. y no posee sistema de agua contra incendio, aunque si lo requiere.

- Extintores portátiles.

Cuenta actualmente con una cantidad de extintores portátiles para la liquidación de principios de incendios. (Tabla 3.3)

Tabla 3.3 Caracterización de extintores por área.

AREA O LOCAL	CANTIDAD	TIPO DE EXTINTOR	CAPACIDAD
Garita Puerta entrada	1	Polvo Químico Seco	6 kg
Bala de gas	1	Polvo Químico Seco	9 kg
Oficina RRHH	1	Polvo Químico Seco	6 kg
Edificio laboratorio	1	CO 2	2 kg
	1	Polvo Químico Seco	6 kg
Edificio Administrativo	1	Polvo Químico Seco	9 kg
	3	Polvo Químico Seco	6 kg
	2	CO2	2 kg
	1	Agua y Aditivo	9 Lts
Naves de añejamiento	4	Polvo Químico Seco	9 kg
	5	Agua y Espuma	9 Lts
	1	Polvo Químico Seco	6 kg
Gaceta del montacargas y oficina del jefe del área añejamiento	1	Polvo Químico Seco	6 kg
	1	Polvo Químico Seco	9 kg
Taller de maquinado y almacén de materias primas	2	Polvo Químico Seco	6 kg
	1	Agua y aditivo	9 Lts
	1	Agua y Espuma	9 Lts
Nave de Fabricación y cuarto de compresores	2	Polvo Químico Seco	6 kg
	2	Polvo Químico Seco	9 kg
	1	CO 2	3.5 kg
	1	CO 2	2 kg
Cuarto de lubricantes	1	Espuma y gas	9 Lts
	1	Polvo Químico Seco	6 kg
Taller de mantenimiento	1	Polvo Químico Seco	6 kg
	1	CO2	2 kg
Taller de transporte y transporte	1	Agua y Espuma	9 Lts
	1	CO 2	2 kg
	1	Agua y aditivo	9 Lts
	2	Polvo Químico Seco	6 kg
Área de Reposo	1	Agua y Espuma	9 Lts
	1	Polvo Químico Seco	9 kg

	1	Polvo Químico Seco	6 kg
Área embotellado	2	Polvo Químico Seco	9 kg
	1	CO 2	3.5 kg
	2	Polvo Químico Seco	6 kg
	1	Agua y Espuma	9 Lts
Almacén de productos terminados	2	Agua y Espuma	9 Lts
	1	Polvo Químico Seco	9 kg
	1	Polvo Químico Seco	6 kg
Grupo Electrógeno	1	Polvo Químico Seco	9 kg
	1	CO 2	5 kg
Almacén de habilitados	3	Polvo Químico Seco	9 kg
	3	Agua y Espuma	9 Lts
	1	Agua y sin aditivo	9 Lts
Almacén central	2	Polvo Químico Seco	9 kg
	2	Agua y Espuma	9 Lts

La inspección y mantenimiento de los extintores de la Instalación se realiza por especialistas de SEISA, como entidad gubernamental Certificada para brindar estos servicios especializados; no encontrándose problemas al respecto en cuanto a la periodicidad y trabajos correspondientes.

- **Alumbrado de emergencia**

Teniendo en cuenta la distribución funcional y la cantidad promedio de productos almacenados; así como el horario de producción, la instalación cuenta con un sistema de iluminación de emergencias con una planta eléctrica de emergencias diesel; esta situación hace que no sea tan vulnerable al fallo del servicio del SEN (averías); no contando además la instalación de lámparas de funcionamiento autónomo que mantiene, al menos por un tiempo, las áreas de mayor concentración de personas y vías de evacuación iluminadas en caso de incendio, cuando sea necesario cortar el fluido eléctrico y que puedan realizar sin temor su recorrido hacia las salidas de emergencias.

Instalaciones y equipos eléctricos

1. Los conductores eléctricos para cualquier tipo de instalación son del diámetro apropiado, según la capacidad de trabajo, la distancia y el nivel de cortocircuito.
2. Todos los equipos eléctricos cuentan con un adecuado sistema de conexión a tierra.
3. Los conductores de anclaje a tierra son del tipo desnudo con la capacidad necesaria para esta función.

4. Se asegura continuidad eléctrica a tierra a lo largo de tuberías, conductos, envolturas metálicas u otras cubiertas metálicas que tengan algún conductor de más de 32 V.
5. Todas las cajas de salidas, cajas de conexiones y otras, donde exista voltaje en los conductores son metálicos o PVC al igual que sus tapas.
6. Los empalmes tienen una longitud de 45 mm y serán del tipo “rabo de cochino” para los conductores de cobre con áreas hasta 6.0 mm^2 o se realizarán mediante conectores del tipo “perro”.
7. Todo tipo de empalme está protegido con cintas (adhesivas) de material aislante, de acuerdo a la corriente.
8. Los empalmes de conductores eléctricos sólo se hacen en las cajas de conexiones y no en el interior de las tuberías.
9. Los empalmes en todas sus partes garantizan que no haya sobrecarga por falsos contacto.
10. Todo equipo eléctrico se conecta a la red mediante conductores con espigas al tomacorrientes (enchufe - receptáculo) u otro sistema de seguridad (nunca directos).
11. Los interruptores y receptáculos de conexión tienen rotulado el equipo o sistema al que pertenecen, así como el voltaje.
12. No se deben utiliza piñas eléctricas en circuitos en los cuales no se concibió esa carga eventual en el proyecto ejecutivo del Centro.
13. Todos los equipos e instalaciones eléctricas que requieran, cuentan con un adecuado sistema de conexión a tierra así como conexión mediante protector contra sobretensiones, instalados preferiblemente de forma escalonada.

Sistema de Protección contra las Descargas Eléctricas Atmosféricas

Para la Protección contra las Descargas Eléctricas Atmosféricas, el objetivo en estos momentos cuenta con 3 pararrayos del tipo activo y cubre el 100% de las instalaciones y funcionando como se establece aunque no se encuentra certificado por la APCI.

Sistema de suministro de agua contra incendios

Atendiendo a las características de la instalación, posee clasificación según la norma vigente de Riesgo Extra (RE), con uso industrial teniendo como particularidad el procesamiento, manipulación y almacenaje de productos combustibles e inflamables; lo cual determina que en caso de ocurrencia de

incendios tengan altos índices de liberación de calor y dichos siniestros incendios son susceptibles de propagarse de manera intensa por:

• La naturaleza del proceso (Riesgo Extra – Proceso (REP).

• La cantidad y combustibilidad del material combustible almacenado (Riesgo Extra –

Almacenamiento (REA).

• La altura de ubicación de los riesgos, superior a 5,5 m

• La carga combustible puede superar los 3 000 MJ/m2.

No obstante a requerirse el sistema exterior de suministro de agua contra incendios en la instalación y haberse previsto en el proyecto ejecutivo, en la actualidad no lo dispone por lo cual constituye un agravante significativo en cuanto al aumento de la complejidad operativa en caso de hacerse necesario enfrentar un incendio y las consecuencias que este representa.

Explotación de las instalaciones de almacenamiento, descarga y despacho de alcohol.

- **Tanques de almacenamiento de alcohol:**
  - Las instalaciones de tuberías entre tanque y bomba garantizan la hermeticidad contra salideros, en caso de que las tuberías sean roscadas, se aplicará un compuesto apropiado a fin de lograr la hermeticidad requerida.
  - La tubería de llenado de los tanques tiene la extensión necesaria para que siempre permanezca sumergida en el producto durante el llenado.
- **Tuberías (y accesorios de éstas) para conectar la cisterna a las bombas:**
  - Al proyectar el sistema de tuberías se procura que el líquido no continúe circulando por gravedad o por efecto de sifón en caso de rotura de la tubería. Se han de montar válvulas en lugares accesibles capaces de responder en condiciones de emergencia, para regular o detener el caudal.
  - Se emplean tuberías fabricadas con materiales capaces de resistir las propiedades corrosivas del líquido combustible, calculadas para soportar la presión máxima del servicio, incluidas sus posibles variaciones bruscas, que resistan los choques mecánicos y térmicos.

  Requisitos que debe cumplir

  - Las uniones sólo podrán hacerse roscadas, soldadas o metalizadas y las piezas de uniones estarán diseñadas de acuerdo a las presiones del combustible a transportar.
  - En caso de que las tuberías sean roscadas, se aplicará un compuesto apropiado a fin de lograr la hermeticidad requerida.

- ♦ No atraviesan por marcos de puertas o ventanas y estarán alejadas de otras instalaciones y comunicaciones.
- ♦ No pasarán por los canales de conductores eléctricos, ni tendrán soportes comunes con ellos.
- ♦ Al realizarse la instalación se tendrán en cuenta los posibles efectos de las dilataciones, contracciones y asentamiento de las mismas y se evitarán los daños mecánicos durante su uso.
- ♦ A lo largo de su recorrido se evitará que la tubería pase cerca del área de estacionamiento de los vehículos y la misma se protegerá de posibles daños mecánicos. Se recomienda que el recorrido de la tubería se haga partiendo del tanque hasta la bomba surtidora y de aquí al carro cisterna bordeando el perímetro del área.

❖ **Bombas surtidoras para alcohol**

- ♦ Será del tipo apropiado para el servicio que prestarán.
- ♦ Para la explotación se seguirán las instrucciones del fabricante.
- ♦ Se velara por el correcto mantenimiento de las mismas.

❖ **Otros aspectos a tener en cuenta en esta instalación**

Además de las recomendaciones anteriores, se deben tomar en consideración los siguientes aspectos:

• Todo el equipamiento destinado para el área deberá corresponderse con la Categoría de Peligrosidad A que posee y por tanto estará acompañada de la documentación acreditativa del fabricante.

• Todas las instalaciones y equipos eléctricos de las áreas que almacenan y manipulan alcohol, donde puedan originarse concentraciones de gases explosivos, a causa de averías durante las operaciones (área de descarga, de surtidores, de almacenamiento y otras que sean consideradas como tal), serán del tipo protegidas a prueba de explosión, con las especificaciones particulares para las sustancias combustibles que se manipulan.

• Todas las partes metálicas del proceso con combustible deben estar ancladas a tierra con el fin de disipar la inducción eléctrica, electromagnética, de cargas electrostáticas y la acumulación de altos potenciales.

Medidas de seguridad para realizar la operación de llenado de los tanques:

La operación de llenado de los tanques requiere del cumplimiento de las siguientes medidas de seguridad:

• El vehículo que realizará la operación de llenado debe cumplir con todos los requerimientos de seguridad establecidos para prestar el servicio. El mismo será situado en la plataforma de forma tal que pueda estacionarse de frente a la salida sin realizar maniobras complicadas.

• Disponer de una conexión para el suministro a los tanques, compatible con la conexión que posee el vehículo.

• Mientras dure la operación se limitará el área en un radio de 5 m a partir de los surtidores, pudiendo permanecer en esa área solamente el personal autorizado a prestar este servicio.

• Mientras dure la operación se situarán señales de peligro de incendio y explosión y se prohibirá fumar o utilizar cualquier otro tipo de llama abierta.

• Mientras dure la operación los equipos surtidores y de otro tipo que resulten peligrosos, permanecerán desconectados.

• Cuando se realice el llenado de los tanques se debe vigilar que los mismos no se rebosen, sobre todo en los días calurosos.

• En presencia de vapores inflamables y para evitar el surgimiento de un incendio por cargas electrostáticas, se debe aminorar la velocidad de llenado inicial hasta cubrir la boca de llenado.

• Después de alcanzar el nivel requerido y cubrir la boca de llenado, la velocidad de llenado se establecerá sobre la base de las capacidades de ventilación del tanque.

• Los tanques, una vez llenos se taparán inmediatamente y los registros de recepción se mantendrán abiertos durante 5 minutos como mínimo hasta que queden libres de vapores.

Planes de prevención y protección contra incendios

En el departamento de SST de la fábrica se encuentra elaborando el Manual de Seguridad y Salud en el Trabajo, donde se prevé establecer el procedimiento organizativo del tema, que incluya el cumplimiento de los lineamientos anuales de protección contra incendios, las formas de prevenir los riesgos de incendio, elementos y dispositivos de protección necesarios y disponibles y formas de actuar en caso de incendio o emergencia, además la periodicidad con que se realizaran los simulacros en dependencia del caso en cuestión, entre otros aspectos.

Capacitación y Adiestramiento

La incorporación de trabajadores a la Instalación se realiza con la se capacitación y evaluación según lo estableció la NC-19-00-04 del 81(SNPHT). Organización de la Capacitación a los Trabajadores

sobre la protección e higiene del trabajo. Principios generales, en los requisitos de protección contra incendios, de acuerdo al riesgo que ofrezca el puesto de trabajo que ocupan.

Con el objetivo de garantizar que todos los trabajadores de la fábrica tengan los conocimientos necesarios en materia de SST que requiere su puesto de trabajo y estén capacitados para cumplir sus funciones de una manera eficaz y segura, se encuentra aprobado e implantado el procedimiento "Organización de la formación de seguridad y salud en el trabajo" En éste se especifican los diferentes tipos de capacitación: instrucciones de seguridad (inicial general, específica, periódica y extraordinaria); las comprobaciones periódicas de conocimientos; los simulacros de averías; los mítines o reuniones de seguridad, las prácticas de socorrismo y los días de la técnica de seguridad. Se establece además como realizar la capacitación de los trabajadores que se encuentran prestando servicio en la organización.

Recientemente en la instalación se realizó un curso en materia de seguridad contra incendios el cual permitió capacitar de manera teórico y práctica a gran número de trabajadores de las diversas áreas. Esto permite que estén en condiciones de acometer un trabajo preventivo permanente en aras de controlar los riesgos de incendios existentes y en caso de materializarse alguno de estos, enfrentarlo de manera efectiva con los medios y los sistemas disponibles.

Organización de las Brigadas Contra Incendios (BCI)

Los funcionarios de la dirección de la instalación y el especialista de SST han acometido la labor de constituir las Brigadas contra incendios tomando en consideración las características tecnológicas, funcionales, peligrosidad de incendio de las áreas, así como la cantidad de trabajadores.

La constitución de las BCI se organiza con los activistas de protección contra incendios de locales, áreas, y unidades del proceso, teniendo en cuenta que exista siempre alguna persona responsabilizada con esta actividad y estará dirigida por un jefe que fue elegido entre los diferentes activistas que la conforman. Dado el número considerable de trabajadores capacitados en materia de PCI, están constituidas cuatro (4) Brigadas contra Incendios, cada una de las cuales tienen tres (3) integrantes y se distribuyen por área.

Tabla 3.4 Brigadas contra incendios

Brigada	**Jefe de Brigada**	**Nombre y Apellidos**
1	Reynaldo Jova Ruiz	Arquímedes Pérez Batista. Yuniesky Beroa Díaz.
2	Mithel Nieblas Lago.	José Villalobos Remides.

		Mario Martínez Monzón
3	Eisnery Sierra Rondón.	Daniel Martínez León. Amably Pérez Díaz
4	Julio A. Gálvez García	Miguel Hernández Caraballo. Jorge M. Pérez Alonzo

Los activistas de protección contra incendios se seleccionaron entre los obreros de mayor experiencia de trabajo, con buena actitud, saludables, con autoridad moral y nivel escolar aceptable; así como que no sean movidos con regularidad.

Funciones de las Brigadas Contra Incendios

Los miembros de la BCI que ocupan puestos repartidos por todas las áreas de la Instalación, deben desarrollar, en primer lugar, una labor preventiva, transmitiendo a sus compañeros el interés por la seguridad, detectando y corrigiendo las situaciones peligrosas que se encuentren a su paso en las actividades y operaciones propias del proceso.

La función más importante de los componentes de la BCI es el manejo de los medios y sistemas de protección contra incendios, el control de los accidentes que se puedan producir y en caso necesario el salvamento de personas y la prestación de primeros auxilios

Planes de Enfrentamiento de Emergencias

La empresa trabaja en la elaboración de los Procedimientos para actuar ante situaciones de emergencia, las formas de realizar simulacros y las señales de aviso en caso de emergencia. Además prevé establecer las relaciones con la Defensa Civil Territorial, el Cuerpo de Bomberos el Territorio y con la administración de las instalaciones aledañas. Dicho procedimiento deberá definir los responsables en las coordinaciones, frecuencia de realización de los ejercicios y coordinación con los especialistas que atienden la defensa. Además debe incorporar resultados de los simulacros y entrenamientos.

Planes de Liquidación de Averías y Emergencias

Se está trabajando en la elaboración e implantación del Plan de Liquidación de Averías posibles a originarse en cada una de las áreas con riesgos de escape, derrames, incendio y explosión, así como también en el Plan de Organización de Emergencia. Ambos planes se deberán consultar con entidades y funcionarios facultativos que avalen su adecuación a la normalización vigente, además que una vez sean aprobados, requerirán su ejercitación en la práctica a través de la ejecución de simulacros.

Sistema de Gestión de la PCI

La entidad tiene definida una Política General de Seguridad Industrial y un programa de mejoras. Actualmente están elaborando un reglamento general donde se prevé incluir los procedimientos relacionados con la:

- Gestión y administración de riesgos que incluya la existencia de un inventario de riesgos por áreas, definir todos los trabajos peligrosos y su sistema de formalización de permisos, establecer los requerimientos técnico-organizativos a tener presentes en los procesos.
- Gestión de accidentes e incidentes, que incluya el control de los incendios y demás eventos que ocurren, su investigación y acciones o medidas correctivas para evitar su repetición y sus correspondientes cumplimientos, y el control de incidentes, todo ellos permitiendo retroalimentar la gestión de riesgos.
- Gestión de la capacitación de los trabajadores, que incluya el sistema de instrucciones, su impartición y evaluación.
- Gestión de la seguridad del contratista, con los requerimientos organizativos y las exigencias mutuas en este sentido.
- Gestión de la protección contra incendios, que incluya la existencia de un análisis y evaluación de riesgos de incendios por áreas, definir todos los eventos iniciadores y propagadores de siniestros, capacitación en la materia y establecer los requerimientos técnico-organizativos a tener presentes en los procesos inversionistas y régimen funcional normal.

Sistema de inspecciones:

Programa y procedimientos específicos para la ejecución de los diferentes niveles de inspección y la eliminación oportuna de las desviaciones detectadas.

3.2 Aplicación del Procedimiento para el Análisis y la Evaluación de Riesgos de Incendio y Explosión en la Ronera Central "Agustín Rodríguez Mena", perteneciente a la Corporación Cuba Ron S.A.

3.2.1. Etapa 1. Identificación de sucesos no deseados

Paso 1: Análisis preliminar de peligros (PHA)

Se aplica el (PHA) con el objetivo de detectar los peligros de los materiales, equipos y ubicación de la planta para proveer a las administración y especialistas del área de seguridad industrial, las acciones a tomar para controlar los riesgos, eliminarlos o mitigarlos según sea factible en el régimen funcional.

Las descripciones del riesgo y las acciones recomendadas se van registrando a través de la aplicación del PHA en forma tabular.

En el Anexo 2 se aplica el método cualitativo para la identificación de riesgos mediante el empleo del modelo tabular establecido para la ejecución del PHA.

Paso 2: Lista de chequeo

La aplicación de Lista de Chequeo en la instalación pretende identificar los riesgos de incendio y explosión existentes en cada una de las áreas funcionales y tecnológicas, así como determinar las carencias de seguridad y comparar el estado de un sistema con una referencia externa. La selección de este método para la identificación de riesgos es muy variada, y permite obtener óptimos resultados empleada como complemento en auditorías o inspecciones en la instalación.

En el Anexo 5 se muestra la aplicación de la Lista de Chequeo elaborada en la instalación por un grupo multidisciplinario, lo cual permite conjugar los diferentes puntos de vista, lo que posibilita identificar la mayor parte de los riesgos existentes en cada una de las áreas y equipos tecnológicos correspondientes.

Paso 3: Elaboración y aplicación de la lista de comprobación

Después de aplicar cualquier método de identificación de riesgos, es muy recomendable realizar una inspección de las instalaciones aplicando listas de comprobación para identificar desviaciones contra las normas de diseño, construcción y operación, a fin de eliminarlas, ya que se parte de la premisa de cumplir con bases previamente aceptadas.

Paso 4: Preparación previa para el análisis

Para el logro de este paso se definen los objetivos y alcance que se quieren lograr, así como responsables para lograr la tarea prevista, teniendo en cuenta la distribución en planta, los datos específicos de los equipos, procedimientos con sus operaciones, y demás generalidades necesarias para el desarrollo de la etapa en la entidad objeto de estudio.

El área de añejamiento y fabricación constituye dentro del resto de las áreas tecnológicas de la instalación, la de mayor peligrosidad potencial de ocurrencia de incendios y/o explosiones, pudiendo tener un impacto relevante desde el punto de vista de la seguridad contra incendios general de la instalación, dado el volumen y peligrosidad de sustancias inflamables y combustibles contenidas, así como la complejidad y peligro inherente a las condiciones y operaciones propias del proceso como la ocurrencia de averías.

3.2.2. Etapa 2. Análisis de los mecanismos por lo que los sucesos tienen lugar

Las consecuencias de accidentes de incendio y explosión en los procesos de añejamiento y fabricación de rones en la entidad varían dependiendo de la evolución específica de la cadena de sucesos, de los elementos que dan origen al mismo, el lugar que ocupa en el flujo del proceso el mecanismo propagador e iniciador. Así, un mismo suceso iniciador puede tener diversos mecanismos iniciadores y circunstancias propagadoras que favorecen su desarrollo e incremento en su magnitud trayendo consigo como resultado, igual efecto en las respectivas consecuencias adversas; dependiendo de la combinación de sucesos intermedios de propagación o mitigación además de tener diferentes vías de prevención y extinción.

Las descripciones para determinar los elementos de ocurrencia de los accidentes y sus mecanismos de manifestación se recogen a través de la aplicación de la forma tabular expuesta en el anexo 3 donde se muestra el esquema general de ocurrencia de los accidentes y sus mecanismos de manifestación.

En el Anexo 3 se realiza la determinación de los elementos de ocurrencia de accidentes y sus mecanismos de manifestación.

Caracterización General de la Peligrosidad de Incendio y Explosión del Proceso Tecnológico

Las Áreas de añejamiento y fabricación (recepción de materia prima – alcoholes- , almacenamiento y proceso elaboración), presentan un alto peligro potencial de ocurrencia de incendio y explosión, dado por el número considerable de operaciones tecnológicas donde se recepciona, almacena y procesa un gran volumen de alcohol etílico fino A, aguardiente fresco y añejado, rones base frescos, bases añejadas y caldos corporativos; recibidos en la instalación en el descargadero, transportados mediante carros cisternas (con diversas capacidades), en los cuales está presente un número significativo de peligros de sucesos iniciadores o propagadores de incendios o explosiones, que determina un Índice de Peligrosidad (IP): Altamente Peligroso (AP),y categoría de peligrosidad de incendio y explosión “B”. En el Anexo 6 se establece la caracterización general y particular de la “Peligrosidad de Incendio y Explosión del Proceso” y sus respectivas edificaciones y áreas tecnológicas.

3.2.3. Etapa3. Cuantificación de riesgos

Evaluación de los Riesgos de Incendio y Explosión y sus factores Causales

Aplicación del Método Wiliam Fine

La aplicación del método posibilita cuantificar aproximadamente el nivel de riesgo existente, y por consiguiente el riesgo previsto o potencial. Así como permite establecer la relación directa existente

entre el riesgo y los factores de probabilidad del suceso, frecuencia del suceso y consecuencias posibles del suceso, los cuales determinan el Índice de Peligro de la Instalación.

Analizando los antecedentes de incendio y/o explosión en instalaciones industriales similares según consulta bibliográfica, se realiza el control in-situ de esta situación lo cual permite identificar y conocer los riesgos existentes, los cuales se agrupan por áreas y tipo según su incidencia en este tipo siniestros, en la forma siguiente:

En el Anexo 7 se relacionan los riesgos de incendio y explosión por áreas y edificaciones y la aplicación del Método William Fine. El cálculo cuantitativo del riesgo existente en la Instalación, se realiza con el empleo de una Hoja de Cálculo (Excel), según se muestra en el propio Anexo 7.

Tomando en consideración los resultados obtenidos con la aplicación del método antes tratado, se determina que las Áreas del fabricación y añejamiento, poseen una Magnitud de Riesgo Alto, dado porque el Peligro Real es mayor que el Peligro Potencial; determinando que el proceso posea un Índice de Peligrosidad “Inseguro” lo cual Implica la Paralización de las Operaciones con una intervención inmediata de terminación o tratamiento del riesgo que contribuyen a este resultado.

3.3. Plan de Medidas para Minimizar los Riesgos asociados al accidente

Para la realización del plan de medidas y plan de prevención a aplicar en la Ronera Central se tiene en cuenta la identificación de los riesgos a través del método antes expuesto como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.5. Plan de Medidas para Minimizar los Riesgos asociados al accidente

Medidas	Medidas de Contención	Medidas de Mitigación	Responsable	Fecha de ejecución
Sistema Automático de Extinción de Incendios	Actualizacion con medios la red de Agua Conta Incendios	Sistema de Drencher o Esprinquer	Especialista de SST	Permanente
Actualización del Plan de Emergencia Interno	Certificacion de la Brigada Contra Incendios	Realización de ejercicios prácticos	Especialista de SST	Semestral
Elaboración Plan Emergencia Externo	Capacitacion Extensiva de la Poblacion residente en las zonas	Realización de ejercicios prácticos en las zonas de posibles afectaciones.	Jefe de brigada contra incendio	Semestral

Que exista una correcta señalización del peligro.	Actalizacion de las existentes	Ubicación de señales en todas las areas	Especialista de SST	Permanente
Ejecución de mantenimiento a los sistemas general de aterramiento.	Evaluación y Certificacion de los Sistemas de Proteccion Contra Descragas Eléctricas Atmosféricas. (SPCDEA)	Verificación y mantenimeintos periódicos del sistema de Protección contra Rayos y aterrameinto general	Jefe de Mantenimiento	Según cronograma

PLAN DE PREVENCION.

Con la finalidad de evitar a toda costa el surgimiento y propagación de un incendio y mantener en explotación permanente todas las áreas de la ronera se hace necesario emitir las siguientes recomendaciones profilácticas.

- **ALMACENAMIENTO.**

1. No se situarán embalajes o mercancías próximas a las luminarias.
2. No se depositarán mercancías en los pasillos u obstruyendo las puertas de acceso directo al exterior, a utilizar como salidas de evacuación de bienes materiales y personas.
3. No violar las normas de almacenaje respecto a la Categoría de Peligrosidad de Incendios de las Sustancias (líquidos combustibles e inflamables o gases combustibles).
4. Colocar señalizaciones de Peligrosidad (incendios, toxicidad, etc.) de las sustancias almacenadas, así como las prohibiciones de **No Fumar**, **No Activar Fuentes de Ignición**, etc.

EVACUACIÓN DE PERSONAS.

1. Las vías de evacuación de las personas estarán garantizadas (sin obstrucción) desde todos los locales o áreas, permitiendo una circulación rápida y segura, dispuestas de tal forma que las personas evacuadas sean conducidas sin riesgos hacia la Zona de Concentración dispuesta.
2. Las vías de tránsito interior tales como pasillos entre locales o áreas y otras, deberán estar dispuestas de manera que sirvan como vías de evacuación. De igual manera, no deberán obstruirse con ningún tipo de mercancías.
3. Cuando estas vías pasan a través de locales o grupos de locales, se garantizará que el flujo de las personas evacuadas se realice desde el lugar con mayor peligro hacia el lugar con menor peligro.
4. Las señales indicativas de Vías y Salidas de Evacuación se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes a cada una de éstas. Tanto unas como otras deberán cumplir con los requisitos siguientes.
5. Las Vías de Evacuación cumplirán lo siguiente**:**

- Estarán señalizadas mediante flechas orientadas en el sentido del flujo de la evacuación.
- Las flechas indicadoras del sentido de la evacuación serán de dimensiones tales que garanticen su visibilidad desde una distancia no inferior a 20 m.
- Las flechas de orientación se situarán a una altura que garantice su visibilidad desde una distancia no inferior a 10 m.
- Las flechas indicadoras serán situadas frente a las salidas de los locales y en los cambios de dirección de la vía o del flujo de los evacuados.
- El sistema de iluminación de emergencia garantizará la visibilidad de las flechas de orientación de la evacuación.

6. Las Salidas de Evacuación cumplirán lo siguiente**:**

- Estarán señalizadas mediante flechas orientadas en el sentido del flujo de la evacuación.
- Los rótulos identificativos de las salidas de evacuación se situarán sobre éstas y tendrán dimensiones que garanticen su visibilidad desde una distancia no inferior a 20 m.
- Los rótulos serán impresos.
- Los rótulos de las salidas de evacuación estarán permanentemente iluminados, de manera que se garantice su visibilidad en todo momento y deben estar conectados al circuito independiente.

♦ **SISTEMA ELECTRICO.**

1. Los conductores eléctricos para cualquier tipo de instalación serán del diámetro apropiado, según la capacidad de trabajo, la distancia y el nivel de cortocircuito.
2. Todos los equipos eléctricos contarán con un adecuado sistema de conexión a tierra.

3. Los conductores de anclaje a tierra podrán ser del tipo desnudo con la capacidad necesaria para esta función.

4. Se asegurará continuidad eléctrica a tierra a lo largo de tuberías, conductos, envolturas metálicas u otras cubiertas metálicas.

5. Todas las cajas de salidas, cajas de conexiones y otras, donde exista voltaje en los conductores serán metálicos o PVC al igual que sus tapas.

6. Los empalmes tendrán una longitud de 45 mm y serán del tipo “rabo de cochino” para los conductores de cobre con áreas hasta 6.0 mm^2 o se realizarán mediante conectores del tipo “perro”.

7. Todo tipo de empalme deberá estar protegido con cintas (adhesivas) de material aislante, de acuerdo a la corriente.

8. Los empalmes de conductores eléctricos sólo se podrán hacer en las cajas de conexiones y no en el interior de las tuberías.

9. Los empalmes en todas sus partes garantizarán que no haya sobrecarga por falsos contacto.

10. Todo equipo eléctrico se conectará a la red mediante conductores con espigas al tomacorrientes (enchufe - receptáculo) u otro sistema de seguridad (nunca directos).

11. Los interruptores y receptáculos de conexión tendrán rotulado el equipo o sistema al que pertenecen, así como el voltaje.

12. No se deben utilizar piñas eléctricas en circuitos en los cuales no se concibió esa carga eventual en el proyecto ejecutivo del Centro.

13. Todos los equipos e instalaciones eléctricas que requieran, contarán con un adecuado sistema de conexión a tierra así como conexión mediante protector contra sobretensiones, instalados preferiblemente de forma escalonada.

♦ **EXPLOTACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE AÑEJAMIENTO DE AGUARDIENTE Y ELABORACIÓN Y VENTAS DE RONES**

Área para estacionamiento del carro cisterna que surte y es surtido desde los tanques de almacenamiento de alcohol:

En la construcción de una plataforma para el estacionamiento de los carros cisternas deberán cumplirse los requisitos siguientes:

♦ Será exclusiva para dichos vehículos.

♦ El terreno debe nivelarse y dispondrá de un drenaje para evacuar los derrames que se puedan producir. El drenaje pluvial no aportará aguas hacia la plataforma.

♦ El punto de descarga deberá tener medios de puesta a tierra para disipar las cargas electrostáticas que se pueden producir durante las operaciones. La conexión a masa debe hacerse entre la tubería de llenado o la tubería de conducción y el vehículo cisterna.

♦ Se deberá prohibir él parqueo de vehículos próximo al área.

♦ Los dispositivos de llenado y extracción, válvulas y otros se situarán en una zona alta, en un pozo de hormigón o de ladrillo que garantice buena ventilación.

Tanques de Almacenamiento de alcohol y aguardientes:

♦ Las instalaciones de tuberías entre tanque y bomba garantizarán la hermeticidad contra salideros, en caso de que las tuberías sean roscadas, se aplicara un compuesto apropiado a fin de lograr la hermeticidad requerida.

♦ La tubería de llenado de los tanques tendrá la extensión necesaria para que siempre permanezca sumergida en el producto durante el llenado.

Tuberías (y accesorios de éstas) para conectar los tanques a las bombas:

♦ Al proyectar el sistema de tuberías se ha de procurar que el líquido combustible no continúe circulando por gravedad o por efecto de sifón en caso de rotura de la tubería. Se han de montar válvulas en lugares accesibles capaces de responder en condiciones de emergencia, para regular o detener el caudal.

♦ Deben emplearse tuberías fabricadas con materiales capaces de resistir las propiedades corrosivas del líquido combustible, calculadas para soportar la presión máxima del servicio, incluidas sus posibles variaciones bruscas, que resistan los choques mecánicos y térmicos.

♦ Las uniones sólo podrán hacerse roscadas, soldadas o metalizadas y las piezas de uniones estarán diseñadas de acuerdo a las presiones del combustible a transportar.

♦ Garantizarán hermeticidad contra salideros del líquido.

♦ En caso de que las tuberías sean roscadas, se aplicará un compuesto apropiado a fin de lograr la hermeticidad requerida.

♦ No atravesarán por vanos de puertas o ventanas y estarán alejadas de otras instalaciones y comunicaciones.

♦ No pasarán por los canales de conductores eléctricos, ni tendrán soportes comunes con ellos.

♦ Al realizarse la instalación se tendrán en cuenta los posibles efectos de las dilataciones, contracciones y asentamiento de las mismas y se evitarán los daños mecánicos durante su uso.

♦ A lo largo de su recorrido se evitará que la tubería pase cerca del área de estacionamiento de los vehículos y la misma se protegerá de posibles daños mecánicos. Se recomienda que el recorrido de la tubería se haga partiendo del tanque, hasta la bomba surtidora y de aquí al carro cisterna bordeando el perímetro del área.

Bombas surtidoras para alcohol.

♦ Será del tipo apropiado para el servicio que prestarán.

♦ Para la explotación se seguirán las instrucciones del fabricante.

Otros aspectos a tener en cuenta en esta instalación.

Además de las recomendaciones anteriores, se deben tomar en consideración los siguientes aspectos**:**

♦ Todo el equipamiento destinado para el área deberá corresponderse con la Categoría de Peligrosidad **A** que posee y por tanto estará acompañada de la documentación acreditativa del fabricante.

♦ Todas las instalaciones y equipos eléctricos de las áreas que almacena y manipula alcohol, donde puedan originarse concentraciones de gases explosivas, a causa de averías durante las operaciones (área de descarga, de surtidores, de almacenamiento y otras que sean consideradas como tal), serán del tipo protegidas **a prueba de explosión,** con las especificaciones particulares para las sustancias combustibles que se manipulan.

♦ Todas las partes metálicas del proceso con combustible deben estar ancladas a tierra con el fin de disipar la inducción eléctrica, electromagnética, de cargas electrostáticas y la acumulación de altos potenciales.

Medidas de seguridad para realizar la operación de llenado de los tanques.

La operación de llenado de los tanques requiere del cumplimiento de las siguientes medidas de seguridad:

♦ El vehículo que realizará la debe cumplir con todos los requerimientos de seguridad establecidos para prestar el servicio. El mismo será situado en la plataforma de forma tal que pueda estacionarse de frente a la salida sin realizar maniobras complicadas.

♦ Disponer de una conexión para el suministro a los tanques, compatible con la conexión que posee el vehículo.

♦ Mientras dure la operación se limitará el área en un radio de 5 m a partir de los surtidores. , Pudiendo permanecer en esa área solamente el personal autorizado a prestar este servicio.

♦ Mientras dure la operación se situarán señales de peligro de incendio y explosión y se prohibirá fumar o utilizar cualquier otro tipo de llama abierta.

♦ Mientras dure la operación los equipos surtidores y de otro tipo que resulten peligrosos, permanecerán desconectados.

♦ Cuando se realice el llenado de los tanques se debe vigilar que los mismos no se rebosen, sobre todo en los días calurosos.

♦ En presencia de vapores inflamables y para evitar el surgimiento de un incendio por cargas electrostáticas, se debe aminorar la velocidad de llenado inicial hasta cubrir la boca de llenado.

♦ Después de alcanzar el nivel requerido y cubrir la boca de llenado, la velocidad de llenado se establecerá sobre la base de las capacidades de ventilación del tanque.

♦ Los tanques, una vez llenos se taparán inmediatamente y los registros de recepción se mantendrán abiertos durante 5 minutos como mínimo hasta que queden libres de vapores.

Establecimiento del control administrativo de las normas técnicas de protección contra incendios que deben cumplirse durante la explotación del centro.

La administración del área donde se realice operaciones de carga y descarga, así como trasiego de las sustancias combustibles, deberá tener un control permanente sobre el cumplimiento de las normas técnicas de protección contra incendios y explosión, cuyos aspectos principales se relacionan a continuación:

♦ Se debe garantizar mediante la inspección que todas las áreas estén permanentemente ventiladas.

♦ Se deben revisar y realizar las mediciones de resistencia de todas las puestas a tierra periódicamente (6 meses).

♦ Todos los derrames deben eliminarse de inmediato.

♦ Cuando algún aparato distribuidor presente filtraciones, o cualquier otro desperfecto se debe poner inmediatamente fuera de servicio.

♦ Será requisito indispensable antes de cualquier reparación, eliminar el líquido combustible existente en los equipos a reparar.

♦ En todas las áreas se debe prohibir fumar y realizar trabajos que no sean los estipulados por las normas del proceso.

♦ Se debe mantener la limpieza, el orden y el uso correcto de estopas.

♦ Todas las instalaciones del área recibirán el mantenimiento y la reparación que tienen programados y el personal que lo realiza deberá estar Certificado para estos servicios.

♦ Si se produce algún derrame de las sustancias inflamables, el mismo se debe eliminar con rapidez.

♦ El sistema de drenaje se mantendrá limpio de los desechos sólidos que puedan contener.

♦ Se realizarán inspecciones para supervisar que se mantengan libres de obstrucciones las vías y salidas de evacuación.

♦ Se debe mantener un estricto control sobre la calidad en el uso de los equipos y dispositivos de seguridad, no permitiendo que se trabajen con ellos rotos o en régimen de averías, ni que se sustituyan por otros que no estén homologados para prestar ese servicio.

♦ El personal que laborará en el lugar debe estar y deberá permanecer todo el tiempo recibiendo el entrenamiento necesario para enfrentar situaciones de emergencia.

♦ No se debe permitir que al área de almacenamiento penetren vehículos y personas ajenas.

♦ Se deben realizar inspecciones periódicas a los tanques para detectar fugas y repararlas.

♦ Igualmente deben inspeccionarse todos los dispositivos de ventilación, nivel, etc., de los tanque para detectar obstrucciones, rotura y repararlas.

♦ Se deben inspeccionar periódicamente las tuberías, válvulas y demás dispositivos de éstas para detectar fugas y revisar su estado físico y la acción de la corrosión.

♦ El personal que labora en el centro debe recibir la preparación adecuada para la protección contra incendios.

3.4. Conclusiones parciales

1. La aplicación de los métodos de identificación de riesgos propuestos (PHA y Lista de Chequeo), demuestran su utilidad en la determinación de los riesgos, sus causas de origen efectos principales y posibilitan su categorización según el significado de las causas y posibles efectos. Además, permite comparar el estado de un sistema con una referencia externa, identificando directamente carencias de seguridad en cada una de las áreas funcionales y tecnológicas que requieren un estudio más profundo en otros
2. De acuerdo a los cálculos realizados mediante el empleo del método William Fine, se determina que las Áreas del Fabricación y Añejamiento como las áreas que poseen una Magnitud de Riesgo de Muy Alto, así como un Índice de Peligrosidad “Inseguro”; lo cual Implica la Paralización de las Operaciones, hasta la eliminación o control de los factores de riesgo que contribuyen a este resultado.

Conclusiones generales

1. Dado que en el país, el marco legal que regula la Protección contra Incendios (NC del Grupo 96) no está acorde a las exigencias de los avances tecnológicos en las industrias de ron y se carece de una norma que establezca los lineamientos generales y requisitos a cumplir durante la ejecución del Análisis y la Evaluación de Riesgos de Incendios y Explosión, se hace necesario la elaboración de un procedimiento que permita evaluar estos riesgos y cuantificar su magnitud, dado por el volumen y peligrosidad de las sustancias procesadas y la complejidad de las operaciones del proceso de producción de rones, con elevada posibilidad de errores e incidencia de los factores causales de este tipo de siniestros.
2. La aplicación de los métodos de identificación de riesgos propuestos posibilitan determinar los riesgos de incendio y explosión, sus causas de origen, efectos principales y categorización según el significado de las causas y posibles efectos. Además, permite comparar el estado de un sistema con una referencia externa, identificando directamente carencias de seguridad en cada una de las áreas funcionales y tecnológicas.
3. Como resultado de la aplicación del procedimiento propuesto se concluyó que los procesos tecnológicos que se llevan a cabo, generan de forma permanente factores de riesgos, algunos **i**nherentes como la peligrosidad de las sustancias y materiales que intervienen en el proceso, otros asociados con la peligrosidad de los equipos y medios tecnológicos que funcionan bajo parámetros peligrosos, todo lo cual clasifican a sus áreas mayoritariamente con peligro de incendio y en menor media explosión y los restantes agregados que van desde factores técnicos hasta organizativos con la incidencia de algunas insuficiencias de la Gestión Empresarial y Cultura de Seguridad
4. Con el empleo del método William Fine, se determina que son las Áreas del Fabricación y Añejamiento las que poseen una magnitud de riesgo de Muy Alto, así como un Índice de Peligrosidad “Inseguro”; lo cual implica la paralización de las operaciones, hasta la eliminación o control de los factores de riesgo que contribuyen a este resultado
5. La verificación de la no disponibilidad de los sistemas de tecnología avanzada, requerida para garantizar la detección oportuna y control eficiente de las desviaciones operacionales y averías que pueden estar presentes en cada uno de los equipos y/o áreas tecnológicas; así como la insuficiencia de los sistemas de protección contra incendios para el control de los eventos de escapes, incendios y explosión; repercuten de manera significativa en la seguridad intrínseca de la instalación y determinan la necesidad de un plan de mejoras continuo en la Ronera Central “Agustín Rodríguez Mena” de Villa Clara

Recomendaciones

1. Proponer a la Ronera Central “Agustín Rodríguez Mena” de Villa Clara la extensión de esta experiencia a otras instalaciones similares como primer paso, para garantizar la aplicación de la propuesta del procedimiento y continuar los estudios de análisis de seguridad del proceso.
2. Someter a consideración de la Empresa Agencia de Protección contra Incendios la implementación y generalización del procedimiento objeto de la investigación para lograr su aplicación y extensión de su utilidad en otras instalaciones productoras de rones del país.
3. Proponer a la dirección de la Instalación mantener un monitoreo permanente de los factores de riesgos de incendio y explosión analizados mediante la ejecución de los Niveles de Inspección de la Técnica de Seguridad
4. Proponer a la dirección de la Ronera Central, elaborar y establecer un plan de mejoras sobre la presencia de barreras pasivas, activas y tramitar la adquisición (paulatina), montaje y mantenimientos especializados de todos los medios y sistemas de protección contra incendios requeridos para garantizar la oportuna detección y enfrentamiento de este tipo de siniestros

Bibliografía

1. APCI, Estudio de Evaluación del Nivel de Seguridad Contra Incendios. 2013
2. Álvarez Denis, J. Ambiente y Enfermedad. Contaminantes Químicos del entorno laboral. Edición Científico Técnica, GLP, 1999.
3. Azofra, J. J., "Organización de la seguridad e ingeniería en la industria química ″COASCHI 1974.
4. Babrauskas, V., Burning R, "The SFPE handbook of Fire Protection Engineering", 1988, pp 2.1-2.20
5. Bodurtha, F. T., "Industrial Explosion Prevention and Protection" New York, McGraw Hill Book Company, 1980, 127 pages.
6. Centro meteorológico provincial de Villa Clara. Rosa de los Vientos Anual correspondiente a la Estación Meteorológica de Santa Clara. INSMET(1998)
7. Casal, J. Métodos de evaluación de riesgos en la industria química" Química e Industria. Septiembre, 918-924,1999.
8. Castro Delgado, R., Arcos González P. "El riesgo de desastre químico como cuestión de salud pública"1998; Revista española de salud publica 72: 458-500.
9. CETESB. "Accidentes químicos: aspectos relativos a la salud. Guía para la preparación y respuesta"; São Paulo, 2014.
10. De Galiana Mingot, T. ¨Pequeño Larousse de Ciencias y Técnicas. Edición CT Ciudad de la Habana, 2011. Díaz Urbay, A y otros. Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. IEIT.Cuba, 2000.
11. Dirección general de protección civil y emergencia, ministerio del interior España "Resolución del 30 de enero de 1991". Agenda 6
12. Domingo, M. "La seguridad industrial ante los accidentes graves" 2011.
13. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, OIT, Etanol, 2001.
14. Fernández, L.; L. Sorinas y J. Torres. Riesgo y prevención de accidentes en la industria petroquímica. Unión CUBA – PETROLEO, Dirección Técnica, 2001.
15. Fernández C. C,"Análisis y gestión de riesgos en la industria química" Planes de emergencia. Universidad de Oviedo. 2002.
16. Francisco J., García Alonso. Análisis y Gestión de Riesgos en la Industria Química. Universidad de Oviedo.2002.
17. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Ley 13 de Seguridad y Protección, 1977.
18. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Ley 200/99 Contravenciones personales.1987
19. Goya Valdivia, Felix Abel.¨ Seguridad en la Proyección y Operación de Plantas Químicas I¨

Clases MSTA.2004.

20. Guerra Valdés B ¨Gestión de Seguridad Tecnológica y Análisis de Riesgos en Procesos Químicos¨ Clase MSTA.2004.
21. Guerra Valdés B. y otros. “Evaluación de riesgos en empresas de la provincia de Villa Clara”. Trabajo Premio Innovación Tecnológica, CITMA Provincial, 2012.
22. http://es.wikipedia.org/wiki/Etano “Etanol” consultada abril 2014.
23. http://www.state.nj.us/health/abril 2014.
24. http://www.proteccioncivil.org/centrodoc/legisla/rs_300199.htm “Legislación normativa reguladora de protección civil y emergencia” España.
25. http://www.lenntech.com/espanol.htm

2 6 . http://www.proteccioncivil.andalucia.es/.2006.

27. http://www.proteccioncivil.org/peq/g_rarm_presen.htm, consulta Diciembre 2004. DGPC. “*Guía para la realización del análisis del riesgo medioambiental*”. DGPC
28. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT).Centro Nacional de Condiciones del Trabajo. “Índices de incendio y explosión” Guía para la clasificación de riesgos 5TA edición. ISBN 84-500-9062-8 Barcelona. 1983.
29. Kletz, T., Hazop and Hazan. “Identifying and assessing process industry hazards” (3ra edition). The institution of chemical engineers,1992
30. .Lagadec, P., “La civilización del riesgo”. Editorial MAPFRE. Madrid 2013.
31. .Leslie, I. and Birk, A.,”State of the art review of pressure liquefied gas container failure modes and associated projectile hazards”. Journal of Hazardous Materials, 1991, pages 319 – 325
32. Ley 31/1995 “Prevención de riesgos laborales”. Artículo 20
33. . Ley 13 de protección e higiene del trabajo del 28 de diciembre de 1977. Protección del Trabajo Tomo I. Comité estatal de trabajo y seguridad social.163-245.
34. Mañas Lahoz, J. L., “Las explosiones BLEVE. Riesgos y medidas preventivas” Protección Civil. España. Seminario sobre explosiones BLEVE, Madrid, 1991
35. Mañas Lahoz, J. L., ″ Métodos de evaluación de riesgos laborales ″ 1993 Pág. 103
36. Norma cubana (NC) 18000-2005 “Seguridad y salud en el trabajo-sistema de Gestión de seguridad y salud en el trabajo-Vocabulario” 1ra Edición Enero 2005. Oficina Nacional de Normalización Cuba.
37. NTP 371: Información sobre productos químicos: Fichas de datos de seguridad.
38. Normas Cubanas, NC 19-04-12:80.Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo Protección contra Explosiones, 1993.

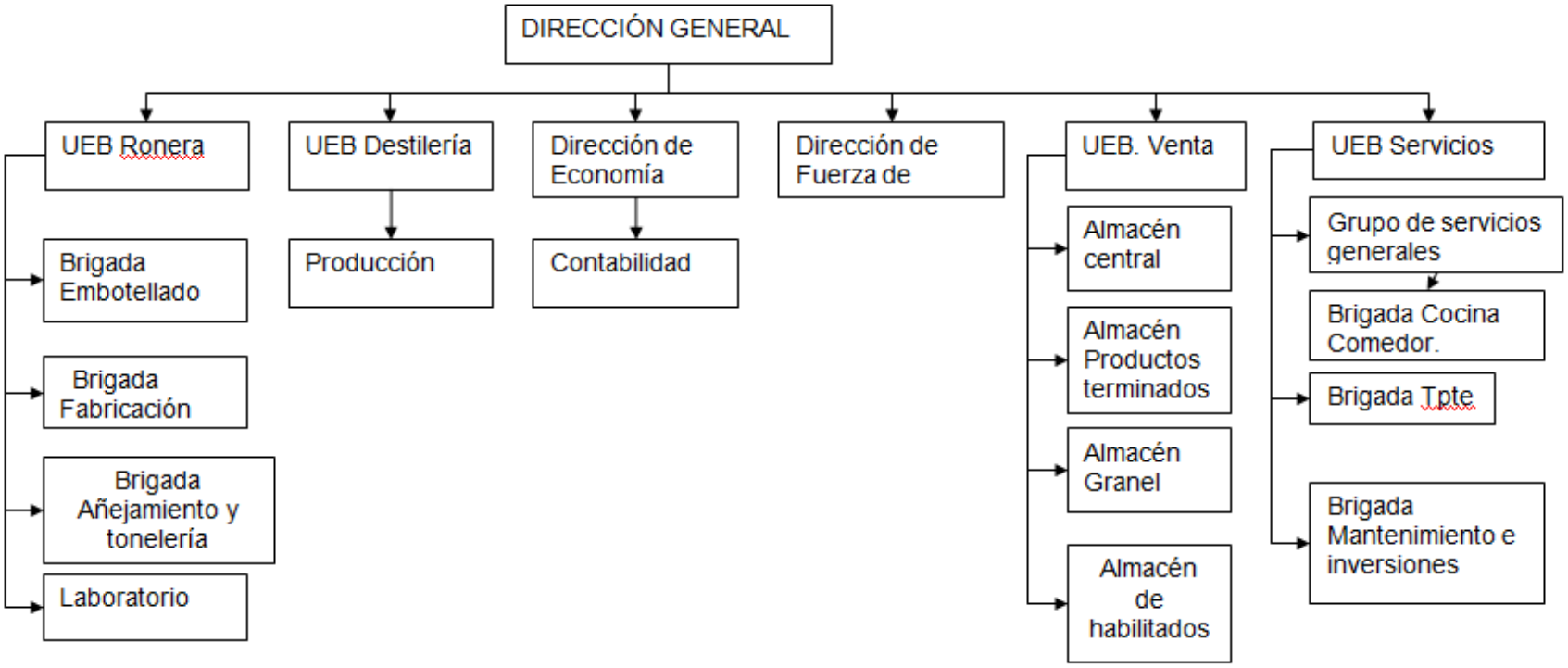
39. Normas Cubanas, NC 19-01-19:88. Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo¨ Iluminación de Emergencia. Clasificación y Requisitos Generales.
40. . Normas Cubanas, NC 19-04-13:82. Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo¨ Sistema de Ventilación. Requisitos Generales de Seguridad.
41. . Normas Cubanas, NC 96-02-18:87. Sistema de Normas de Protección Contra Incendios ¨ Base de Almacenamiento de Petróleo y sus derivados. Requisitos Generales.
42. Normas Cubanas, NC 96-00-04:89. Sistema de Normas de Protección Contra Incendios ¨ Sustancias Combustibles. Clasificación.
43. Normas Cubanas, NC 96-02-03:87. Sistema de Normas de Protección Contra Incendios ¨ Locales o áreas con peligro de explosión e incendio. Clasificación.
44. Palenzuela, A.; Guerra, B., Dupin, M. Evaluación de riesgos en la industria cervecera "Antonio Díaz Santana" de Manacas. Trabajo de Diploma, 2007.
45. Pavlov K. F. y otros "Problemas y ejemplos para el curso de operaciones básicas y aparatos en tecnología química. Ed. Mir, Moscú, 1981.
46. Posada, M. "Análisis y valoración de riesgos en seguridad industrial" Ingeniería Química Septiembre 107-114,1999.
47. Primelles E., Guerra B., Ríos L. M. "La gestión de seguridad en actividades químicas a la luz de las leyes y regulaciones cubanas."2014.
48. Ramos, A. "Procedimiento para la valoración cuantitativa de los riesgos". COASHIQ, Madrid, 1990.
49. Rodellar Lisa, A. "Seguridad e higiene en el trabajo" Marcombo-Boixareu. Barcelona, 1988.
50. Rodríguez, M.L.; Guerra, B.; Goya, F.A. Evaluación de riesgos en las Plantas de Producción del Laboratorio Central de Medios y Armamentos Ingenieros (LACMAI) de la Empresa Militar Industrial Cmdte. "Ernesto Che Guevara" de Villa Clara, Tesis presentada en opción al grado académico de MsC en Seguridad Tecnológica y Ambiental en Procesos Químicos, diciembre 2006.
51. León E.; Sotolongo, M.; Análisis y Evaluación de Riesgos de Incendios y Explosión en la Central Eléctrica Fuel-Oil Santa Clara 110 KVA, Trabajo de diploma optando por el titulo de Ingeniero Industrial, julio 2009.
52. Sánchez J, Manejo del Riesgo en la Industria Química. Editorial Barcelona. 670 páginas. 2000
53. Santamaría, Ramiro, J. M y Braña, P. A. "Análisis y reducción de riesgos en la industria química". Fundación MAPFRE, Madrid, 2013.
54. . Singalés B. y Trujillo, A. "Modelado de estallidos de recipientes. Modelado fenomenológico de estallidos de recipientes conteniendo líquidos a presión, debidas a calentamiento exterior

por llamas” Ingeniería Química, 1990, Octubre Págs., 405 – 470
55. . Zaror, C. A., “Introducción a la ingeniería Ambiental para la industria de procesos”

Bibliografía consultada

1. Documentos Estadísticos Estación Meteorológica de Santa Clara, Villa Clara Años 1999-2008.
2. Enciclopedia de tecnología Química Editorial Hispano América. México, Tomo IV, primera edición en español. Unión Tipográfica.
3. Fabelo Falcón. J. A. ¨Metodología de la investigación científica ¨Clases MSTA.2004.
4. IR-S-02 PDVSA. Criterios para el Análisis Cuantitativo de Riesgos
5. Ministerio Interior ” Directriz Básica para la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico” BOE 6-2-1991
6. NTP 293: Explosiones BLEVE (I): evaluación de la radiación térmica
7. NC 18001-2005 “Seguridad y salud en el trabajo-sistema de Gestión de seguridad y salud en el trabajo-Requisitos” 1ra Edición Enero 2005. Oficina Nacional de Normalización Cuba.
8. NC 18002-2005 “Seguridad y salud en el trabajo-Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo-Directrices para la Implantación de la norma N C18001” 1ra Edición Enero 2005. Oficina Nacional de Normalización Cuba.
9. NTP 334: “Planes de emergencia interior en la industria química”
10. NTP 369: Atmósferas potencialmente explosivas: instalaciones eléctricas
11. NTP 321: Explosiones de nubes de vapor no confinadas: evaluación de la sobrepresión.
12. NC 96-32: Protección Contra Incendios. Almacenamiento a la intemperie de líquidos Combustibles e Inflamables. Requisitos Generales.
13. NC 96-38. Protección Contra Incendios. Tanques de Almacenamiento de Petróleo y sus derivados. Conexiones e instalaciones.

Anexo 1. Organigrama de la Empresa



Anexo 2. Identificación de Peligros de incendio y explosión mediante formato de PHA

Áreas o proceso involucrado: Añejamiento.						**Fecha:……. Ejecutor……..**		
Peligro	**Actividad**	**Posibles Causa**	**Otros efectos para la producción**					
			Para el proceso y producto	**Económicos y control interno**	**Para la SST**	**Controles ociados**	**Categoría del Peligro**	**Medidas Preventiva o Correctiva**
Derrames de sustancias (entradas) al medio.	Recepción y trasiego de productos líquidos	1. Salidero por juntas o uniones 2. Incorrecto trabajo del operario en cuanto a la limpieza de los toneles. 3.Deterioro y falta de mantenimiento de las tuberías y válvulas 4.No actualización de los aforos deteriorados 6. Error operacional durante el subproceso de recepción.	1. Mala gestión de los inventarios en almacén. 2. Mala calidad de los productos recibidos	1. Tiempo de interrupción afectación económica. 2. Sustracción de líquidos. 3. Deficiente control interno. 4. Pérdida de líquidos y afectación en los índices de mermas.	Golpes, heridas, y caídas a diferentes niveles.	1. Control de la recepción del producto. 2. Inspección al volumen y especificaciones del producto.	II	1. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos que debe ejecutar para evitar salideros 2. Supervisión y chequeo por parte del jefe del área. 3. Reparar o sustituir los elementos que provocan los salideros. 4. Garantizar la hermeticidad de las tuberías contra salideros.
Derrame de líquidos	Llenado de ron y aguardientes	1. Mala gestión de las mangueras del área. 2. Mangueras en mal estado. 3. Mala colocación de los toneles en las pailas	1. Sedimentación en los tanques de acero inoxidable 2. Presencia de partículas indeseables en el ron.	1. Tiempo de interrupción afectación económica. 2. Sustracción de líquidos. 3. Pérdida de líquidos y afectación en los índices de mermas	Riesgo de incendio	Inspección al volumen de llenado	III	1. Garantizar al operario disponer de los medios y equipos apropiados para ejecutar la limpieza de mangueras. 2. Incluir en el procedimiento del operario realizar la supervisión y control de esta posible causa de peligro. 3. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los

								procedimientos.
Derrame de líquidos	Montaje y bajado de pipas en las naves.	1. Mala manipulación con el montacargas, o del hombre.	Pérdida de líquidos y afectación en los índices de mermas	1. Tiempo de interrupción afectación económica, 2. Caída de un barril tanto de pallet como de racke.	Golpes, heridas, y caidas a diferentes niveles.	-	III	1. Supervisión y chequeo por parte del jefe del área. 2. Incluir en el procedimiento del operario realizar la supervisión y control de esta posible causa de peligro durante las operaciones de montaje y bajado.
Derrame de líquidos	Extracción de ron y aguardientes	1. Mala gestión de las mangueras del área. 2. Mangueras en mal estado.	Sedimentación en los tanques de acero inoxidable. Presencia de partículas indeseables en el ron.	1. Sustracción de líquidos. 2. Pérdida de líquidos y afectación en los índices de mermas 3. Tiempo de interrupción afectación económica	Riesgo de incendio	Inspección al volumen de extracción, y al destino del producto extraído	III	1. Garantizar la hermeticidad de las tuberías contra salideros. 2. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos.
Derrame de líquidos	Hinchado de envases.		Déficit de materias primas a introducir en toneles. Prolongación excesiva del periodo de hinchado	Tiempo de interrupción afectación económica	-	Liberación de los barriles.	I	1. Garantizar al operario disponer de los medios y equipos apropiados para ejecutar el hinchado de envases.

Áreas o proceso involucrado: Fabricación.						**Fecha:……. Ejecutor……..**		
Peligro	**Actividad**	**Posibles Causa**	**Otros efectos para la producción**					
			Para el proceso y producto	**Económicos y control interno**	**Para la SST**	**Controles asociados**	**Categoría del Peligro**	**Medidas Preventiva o Correctiva**
Derrames al medio.	Recepción de productos líquidos	1. Salidero por juntas o uniones 3.Deterioro y falta de mantenimiento de las tuberías y válvulas 6. Error operacional durante el subproceso de recepción. No actualización de los aforos deteriorados	1. Mala gestión de los inventarios en almacén. 2. Mala calidad de los productos recibidos	1. Tiempo de interrupción afectación económica. 2. Sustracción de líquidos. 4. Pérdida de líquidos y afectación en los índices de mermas.	Golpes, heridas, y caídas a diferentes niveles.	Control de la recepción del producto.	II	1. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos que debe ejecutar para evitar salideros 2. Supervisión y chequeo por parte del jefe del área. 3. Reparar o sustituir los elementos que provocan los salideros. 4. Garantizar la hermeticidad de las tuberías contra salideros.
Derrames al medio.	Recepción de productos sólidos	1. Error operacional durante el subproceso de recepción de solidos 2. Mala manipulación con el montacargas, o del hombre. No actualización de los aforos deteriorados	1. Mala calidad de los productos recibidos	1. Tiempo de interrupción afectación económica. Faltante y sobrante en la recepción.	Golpes, heridas y atrapamientos	Inspección al volumen de llenado	I	1. Garantizar al operario disponer de los medios y equipos apropiados.. 2. Incluir en el procedimiento del operario realizar la supervisión y control de esta posible causa de peligro. 3. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos.
Derrame de líquidos	Dilución	1. Mala manipulación con el montacargas, o del hombre. Mal aforo de	Pérdida de líquidos y afectación en los índices de mermas	1. Tiempo de interrupción afectación económica, 2. Caída de un	Personal sometido a ruido Heridas. Choques	Inspección al volumen y especificaciones del producto	III	1. Supervisión y chequeo por parte del jefe del área. 2. Incluir en el procedimiento del

		tanques		barril tanto de pallet como de racke. Deficiente control interno	eléctricos.			operario realizar la supervisión y control de esta posible causa de peligro.
Derrame de líquidos. Derrame de carbón	Filtración	1. Falta de componentes de los filtros 2. Mala rotación del material filtrante.	Deficiente filtración Sedimentación en los tanques de acero inoxidable. Presencia de partículas indeseables en el ron.	1. Sustracción de líquidos. 2. Pérdida de líquidos y afectación en los índices de mermas 3. Tiempo de interrupción afectación económica	Golpes, heridas, y caídas a diferentes niveles.	Inspección al volumen de extracción, y al destino del producto.	III	1. Garantizar la existencia de filtros para la actividad.. 2. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos.
Derrame de líquidos.	Elaboración de ron	Mala calidad de los productos semi-elaborados Mal aforo de tanques. No actualización de los aforos deteriorados. Mala calidad de los semielaborados recibidos en el área.	Baja calidad del producto elaborado	Tiempo de interrupción afectación económica. Pérdida o Sustracción de líquidos. Desviación de los índices de mermas.	Golpes, heridas, y caídas a diferentes niveles.	Inspección al volumen y especificaciones del producto. Cumplimiento del plan de producción.	III	1. Supervisión y chequeo por parte del jefe del área. 2. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos.
Derrame de líquidos	Trasiego	Deterioro y falta de mantenimiento de las tuberías y válvulas	Baja calidad del producto elaborado	Tiempo de interrupción afectación económica.	Golpes, heridas, y caídas a diferentes niveles.	Inspección al volumen y especificaciones del producto.	II	1. Garantizar la existencia de filtros para la actividad.. 2. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos

Desechos líquidos	Elaboración de agua desmineralizada	Deterioro y falta de mantenimiento de las tuberías y válvulas. La no importación de materias primas necesarias. Ausencia de piezas de repuesto y productos químicos	Baja calidad del producto elaborado	Tiempo de interrupción afectación económica	Choques eléctricos. Contacto con productos químicos. Caídas al mismo nivel	Control del uso de productos químicos	I	1. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos que debe ejecutar 2. Supervisión y chequeo por parte del jefe del área. 3. Reparar o sustituir las válvulas y tuberías deterioradas.
Desechos líquidos y sólidos	Elaboración de sirope alcoholizado	Ausencia de materias primas. Deficiente gestión de la materia prima e inventarios existentes en la corporación.	Perdida de los grados necesarios para la producción de rones.	Pérdida o Sustracción de líquidos	Choques eléctricos. Contacto con productos químicos. atascamientos	Inspección al volumen y especificaciones del producto	II	Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos que debe ejecutar 2. Supervisión y chequeo por parte del jefe del área

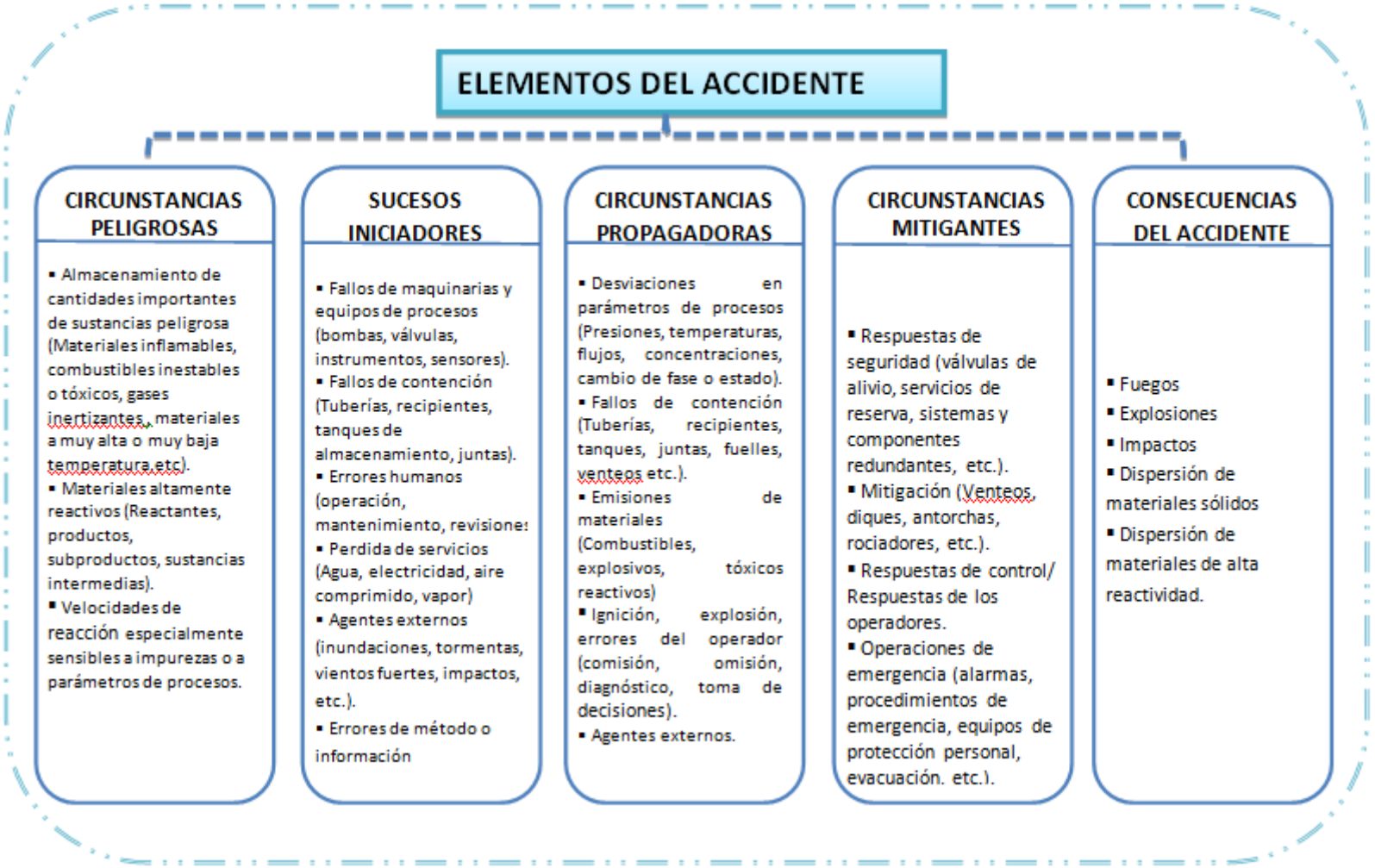
Áreas o proceso involucrado: Embotellado.						**Fecha:…… Ejecutor……..**		
Peligro	**Actividad**	**Posibles Causas**	**Otros efectos para la producción**					
			Para el proceso y producto	**Económicos y control interno**	**Para la SST**	**Controles asociados**	**Categoría del Peligro**	**Medidas Preventiva o Correctiva**
Derrames de sustancia al medio.	Recepción de productos líquidos	1. Salidero por juntas o uniones 3.Deterioro y falta de mantenimiento de las tuberías y válvulas 6. Error operacional durante el subproceso de recepción de líquidos.	1.Incumplimiento de la planificación de la producción 2. Mala calidad de los productos recibidos e impacto sobre el producto terminado.	1. Tiempo de interrupción afectación económica. 2. Sustracción de líquidos. 4. Pérdida de líquidos y afectación en los índices de mermas.	Peligros de incendios Formación de atmósfera peligrosa vapores inflamables-aire	Control de la recepción del producto.	III	1. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos que debe ejecutar para evitar salideros 2. Supervisión y chequeo por parte del jefe del área. 3. Reparar o sustituir los elementos que provocan los salideros. 4. Garantizar la hermeticidad de las tuberías contra salideros.
Derrames al de ron en la línea.	LLenado	1. Error operacional durante el subproceso de llenado de botellas. 2. Mala manipulación del hombre con la máquina de llenado	1. Mala calidad de los productos terminados. 2. Productos terminados con residuos.	1. Tiempo de interrupción y afectación económica. Incumplimiento de la cantidad planificada.	Formación de atmósfera peligrosa vapores inflamables-aire	Inspección directa a la máquina y la actividad.	II	1. Garantizar al operario disponer de los medios y equipos apropiados para el trabajo. 2. Incluir en el procedimiento del operario realizar la supervisión y control de esta posible causa de peligro. 3. Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto a los procedimientos.
Salidero de sustancia	Embotellamiento y embalado de productos	Error en la medición rebosamiento y	Presencia de partículas	1. Pérdida de líquidos y	-.	Inspección al volumen de extracción, y al	II	Capacitación y evaluación periódica del operario en cuanto

	terminados	hermeticidad de las botellas Rotura de botellas en el embalado Negligencia el operario en cuanto a la limpieza del área Mala colocación de las botellas en la caja	indeseables en el ron.	afectación en los índices de mermas 2. Afectación económica		destino del producto.		a los procedimientos.

Anexo 3. Determinación de los elementos de ocurrencia de los accidentes y sus mecanismos de manifestación.

Nro.	Circunstancias Peligrosas	Sucesos Iniciadores	Circunstancias Propagadoras	Circunstancias Mitigantes	Consecuencias del Accidente	Áreas involucradas
1	Recepción y almacenamiento de volúmenes considerables de sustancias (Alcohol etílico fino A, aguardiente fresco y añejado, rones base frescos, bases añejadas y caldos corporativos)	1. Fallos de Contención (tuberías, barriles, tanques de almacenamiento). 2. Errores humanos (operación, mantenimiento, revisiones periódicas). 3. Fallo de maquinaria y equipos del proceso (válvulas, instrumentos, aspiradores, sensores nivel). 4. Factores Externos (inundaciones, vientos fuertes, rayos Terremotos)	1. Desviaciones en parámetros del proceso (desperfectos en los dispositivos y medios de control de la operación (manómetros, sensores de nivel) 2. Emisión de sustancias peligrosas (Inflamables y combustibles). 3. Errores del operador (comisión, omisión diagnóstico, toma de decisiones). 4. Incendio sustancias peligrosas 5. No disponer de sistemas de Mitigación (SADI, SAEI)	1. Flujo adecuado de Información. 2. Respuesta de control por los operadores y Jefes 3. Mitigación (disp. de un sistema de drenaje y recolección). 4.Operaciones de Emergencia (alarma de procedimientos,)	1. Dispersión de sustancias peligrosas (inflamables y combustible) 2. Formación de atmosferas peligrosas de mezclas (vapor-gases inflamables con el aire) 3. Incendio. 4. Explosiones.	Añejamiento
2	Procesamiento de grandes volúmenes de sustancias (Alcohol etílico fino A, aguardiente fresco y añejado, rones base frescos, bases añejadas y caldos corporativos)	1. Fallo de maquinaria y equipos del proceso (bombas, válvulas, instrumentos, sensores de nivel). 2. Fallos de Contención (tuberías, recipientes, tanques de almacenamiento). 3. Errores Humanos (operación, mantenimientos, revisiones). 4. Pérdida de Servicios (electricidad). 5. Agentes Externos (inundaciones, sabotaje, vientos fuertes, rayos, terremotos)	1. Desviaciones en parámetros del proceso (desperfectos en los dispositivos y medios de control de la operación (termómetros, manómetros, sensores de nivel, etc.) 2. Fallos de contención y hermeticidad en los equipos, tuberías, dispositivos. 3. Emisión de sustancias 4. Ignición sustancias peligrosas. 5. Errores del operador (comisión, omisión diagnóstico, toma de decisiones). 6. No dispones de sistemas de Mitigación (SAEI)	1. Mitigación (dispone de un sistema de drenaje y recolección). 2. Operaciones de Emergencia (alarma procedimientos,) de emergencias 3. Respuesta de control por los operadores y Jefes. 4. Flujo adecuado de Información.	1. Dispersión de sustancias peligrosas (inflamables y combustible) 2. Formación de atmosferas peligrosas de mezclas (vapor-gases inflamables con el aire) 3. Incendio. 4. Explosiones.	Fabricación

Anexo 4. Elementos del accidente



Anexo 5. Lista Chequeo para Identificación de Riesgos en la Ronera central

No	CRITERIO	Ptos. Posibles	Ptos. reales	Observación
	CULTURA DE SEGURIDAD Y LIDERAZGO			
1	Se cuenta con una política aprobada por el Director de la entidad y lo suficientemente divulgada a todos los trabajadores	10	5	
2	Se cuenta con el Reglamento de Seguridad Industrial según el Capítulo 05 del Manual de Dirección y Organización de la Producción así como con todas las instrucciones y procedimientos que lo implementan	30	15	
3	Las instrucciones, procedimientos y registros definidos se encuentran en los lugares que deben estar y se utilizan.	10	10	
4	La Gestión de la Seguridad es parte de los criterios de gestión de la entidad, lo que se denota en: a) Es parte de los temas que se discuten periódicamente en los consejos de Dirección (Evidencia en las actas). b) Se tiene una proyección estratégica, objetivos, metas, indicadores de desempeño y son conocidos por el personal de la entidad. c) En el Plan de Negocios y Presupuesto de Gastos de la entidad se tiene previsto una apropiada cantidad de recursos financieros de acuerdo a las necesidades de la empresa. d) Los jefes a los diferentes niveles conocen y manejan las estadísticas de accidentalidad y dominan los principales temas de Seguridad Industrial. (Evidencia por entrevistas)	10 10 10 10	5 5 5 5	
5	Se fomenta en la entidad el reporte de incidentes para su análisis y toma de decisiones, se atiende correctamente el Factor Humano en ellos. (Evidencia por entrevistas)	10	5	
6	Participan los Principales jefes en la comisión de evaluación y aprobación final de los riesgos de sus áreas (Evidencia escrita y firmada)	10	5	
7	Se cuenta con medicamentos para primeros auxilios en los puestos médicos u otros puntos para ello.	10	5	
8	Se cumple con el Programa de asistencia al Profilactorio Nacional Obrero del MINBAS.	10	5	
9	En relación con el Orden Interior y la Limpieza: a) Está establecido un sistema a nivel de entidad que supervise y controle la organización y la limpieza de puestos de trabajo, talleres, locales y áreas en general.	10 10	3 6	

	b) Existe una adecuada identificación y señalización de riesgos, de la utilización de EPI, de las salidas de Emergencias y de equipos contra incendios			
10	Es adecuada la gestión de los señalamientos de los organismos rectores (MTSS, MINSAP, Bomberos, CITMA, UNIÓN y MINBAS) (Evidencia sobre % de cumplimiento de las mismas y plan de solución para eliminar las deficiencias, con fechas y responsables)	10	5	
11	Está representada eficazmente la actividad de Seguridad Industrial en el consejo de Dirección de la entidad. La persona designada ante el consejo de Dirección conoce adecuadamente la actividad	10		
	INSTRUCCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO			
12	Están definidas y existen todas las IPT.	5	3	
13	Están habilitados los puestos de trabajo con los documentos que se definen en cada IPT.	5	3	
14	En las IPT se establecen las medidas y conocimientos en materia.	5	3	
	PROCEDIMIENTOS EN OPERACIÓN NORMAL			
	TRABAJOS PELIGROSOS			
15	Están definidos los trabajos peligrosos de la entidad y se gestionan a través de Permisos de Seguridad.	100	50	
16	Está definido quien puede solicitar, autorizar y aprobar los permisos.	3	1	
17	Está definido el sistema de coordinación con las áreas y especialidades que se requiera para realizar un TP.	3	1	
18	Está definido el sistema de registro y conservación de los permisos y se cumple.	3		
19	Existen y se utilizan las instrucciones de seguridad para cada tipo de trabajo peligroso.	10	5	
20	Las Instrucciones de Seguridad tienen definidos las medidas organizativas para realizar los trabajos con el mínimo de riesgos.	10	5	
21	Los permisos tienen, nombre y apellidos de quienes solicitan, aprueban y autorizan, así como de los trabajadores que ampara este permiso.	5	5	
22	Los permisos tienen la descripción de los trabajos a ejecutar y las medidas de seguridad para ejecutarlo.	5	3	
23	Tienen definidos el tiempo de validez.	3	3	
24	Se domina por el personal de la entidad el procedimiento de formalización de los permisos.	15	5	
	CAPACITACIÓN			
25	Las IPT contemplan el volumen de conocimiento necesario requerido para			

	cada puesto de trabajo y abarca:			
25.1	Normas de operación, reglamentos, planos, esquemas, diagramas de flujo, etc.	5	3	
25.2	Documentación de seguridad industrial (Instrucción Inicial general, Instrucción Inicial específica)	3	3	
25.3	Documentación durante procesos de averías (PLA, PE).	5	3	
25.4	Otra documentación y/o cursos de post-grado, entrenamientos (calidad medio ambiente), etc.	3	2	
26	Se establece las formas y plazos de instrucción y comprobación periódicas de los conocimientos.	3	3	
27	En los planes de capacitación de la entidad están contemplados los temas de Seguridad Industrial.	5	3	
28	Están actualizadas y debidamente formalizadas las tarjetas de Instrucción Personal.	10	5	
29	Se cumple lo establecido en la norma NC 19-00-04/89 para la Capacitación de jefes, técnicos y obreros.	15	10	
30	Se conservan las pruebas y registros de tales comprobaciones.	5	3	
31	Se realizan los simulacros con la periodicidad establecida.	5	3	
32	Se conservan los registros de realización de los simulacros.	5	3	
	GESTIÓN DE RIESGOS.			
33	Está realizada la Identificación, Evaluación y Gestión de Riesgos según Resolución 23/97 o nueva metodología indicada por el MTSS en todas las Áreas.	100	50	
34	Se tiene establecido un sistema para la actualización periódica de la misma y esta está actualizada.	10	5	
35	Existe un listado aprobado de los MPI requeridos por puestos de trabajo.	5	3	
36	Están habilitados los puestos de trabajo con los MPI que se requiere y los trabajadores lo utilizan.	100	50	
37	Están incluidos los riesgos de incendios y explosiones en la Gestión de los Riesgos.	10	5	
	INVESTIGACIÓN Y REGISTROS DE LOS ACCIDENTES Y AVERIAS			
38	Se conservan los informes de las investigaciones de los accidentes, incidentes y averías y estos se difunden y conocen por los tra bajadores.Se crean y funcionan correctamente las comisiones de investigación de accidentes y averías de la entidad.	30	20	

39	Se calcula adecuadamente el costo de los accidentes, incidentes y averías.	10	5	
40	Se emite reporte al consejo de dirección y se controla el cumplimiento de l as medidas correctivas.	5	3	
41	Se tiene un eficiente registro de los índices e indicadores undamentales de la accidentalidad así como de los incidentes y averías (al menos 5 años)	5	3	
42	Se tiene definido y divulgado lo que para la empresa es una avería de Primera Categoría. Esta se registra, se reporta y se gestiona su solución.	5	3	
43	Se reportan e investigan todos los accidentes, incidentes y averías que oc urren.	5	3	
44	Se crean y funcionan correctamente las comisiones de investigación de accidentes y averías.	5	3	
	TRABAJO CON CONTRATISTAS			
45	Se tiene definido y documentado los requerimientos mínimos en materia de Seguridad Industrial en que se fundamenta el trabajo con los contratistas.	5	3	
46	El personal contratado se capacita en todas las instrucciones correspondientes incluyendo lo relacionado con la PCI.	5	5	
47	El personal de seguridad tiene la autoridad necesaria sobre estos trabajadores.	5	5	
48	El personal del contratista se capacita en las partes del Manual del MINBAS que se precise para su trabajo	5	5	
	MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS			
49	Están identificadas las sustancias peligrosas que se manipulan, almacenan y transportan en la entidad	5	3	
50	Se conoce el contenido de las Fichas Técnicas de Seguridad de dichas sustancias.	10	5	
51	Están elaborados e implantados los procedimientos e instrucciones para la manipulación, almacenamiento y transportación de sustancias peligrosas.	10	5	
52	Están definidos los requerimientos de aptitud física, psíquica y de conocimientos al chofer encargado de la transportación.	10	2	
53	Están definidos los requerimientos técnicos para el equipo encargado de l a transportación.	3	3	
54	Se cuenta con los MPI necesarios para los trabajos.	5	5	

55	Está definida la coordinación con los organismos competentes para la transportación.	10	7	
56	Está definido el sistema de inspecciones técnicas a los vehículos.	10	5	
57	Los vehículos poseen su certificado actualizado del estado técnico del mismo.	5	5	
58	Las inspecciones técnicas a los equipos se realizan en el tiempo establecido y se archiva en su expediente.	5	5	
	INSPECCIONES TÉCNICAS A EQUIPOS PELIGROSOS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN Y DE TRABAJO.	5		
59	Están identificados y documentados los equipos o partes de estos, tuberías y accesorios, que requieren Inspección Técnica Total y/o Periódicas (Recipientes a presión, Equipos y Medios de izaje, Sistemas de tierra). Estas pruebas se realizan con la periodicidad establecida y según la normativa para ello.	100	50	
60	Están establecidas las metodologías (instrucciones y/o procedimientos) de ejecución de las pruebas y se llevan los registros de los mismos.	10	5	
61	Se establece los planes anuales de inspecciones técnicas a estos equipos.	10	7	
62	Están identificados y documentados los EPI y medios de trabajo que requieren pruebas periódicas.	30	20	
	ORGANIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO			
63	Se cuenta con la Descripción Organizativa del Sistema contra incendio de la entidad.	10	5	
64	Se aprecian incumplimientos de las normas cubanas de PCI.	10	3	
65	El sistema contra incendio de la entidad está certificado por la APCI.	10	3	
66	El sistema de protección contra incendio define el índice de peligrosidad de la entidad, la categoría de peligrosidad de explosión y/o incendio de sus áreas o talleres.	10	10	
67	La entidad cuenta con los sistemas de protección contra incendios, estacionarios y/o móviles necesarios.	30	20	
68	Estos medios se les realizan las inspecciones con la periodicidad establecida, se cuenta con un plan de Mantenimiento y conservación de esos medios.	30	3	
69	Se cuenta con los registros de estas inspecciones.	5	3	
70	En los planes de liquidación de averías y planes de Emergencias se contemplan lo relacionado con los incendios.	10	7	
71	Están formadas las brigadas contra incendios y estas cumplen las	5	5	

	funciones que establece el manual del MINBAS.			
72	Se cuenta con el plan anual de capacitación de estas brigadas.	5	5	
73	Se registran las evaluaciones de las mismas.	10	3	
74	Se planifica y se realizan los simulacros de incendios.	10	5	
75	La entidad tiene suscrito el Seguro y los Servicios de cobertura contra incendio.	10	6	
	INSPECCIONES Y AUDITORÍAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.			
76	Se tiene definido los tipos de inspecciones de SI en la empresa. (1er, 2do, 3er nivel y operativas) y estas se realizan con la periodicidad establecida.	30	20	
77	Se reflejan en los libros de la Técnica de Seguridad los señalamientos de estas inspecciones y los que corresponden en el libro de defectos.	30	20	
78	Las deficiencias más importantes de las inspecciones operativas y del Primer Nivel se discuten en los consejillos diarios de producción.	10	5	
79	Se tiene establecido un sistema de control de las medidas dictadas en inspecciones y auditorías realizadas incluidas las de los organismos rectores. Funciona correctamente este sistema de control.	5	4	
	GESTIÓN DE CAMBIOS Y MODIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES			
80	Se tiene definido lo que constituye cambio y/o modificación en instalaciones, equipos o en la tecnología en la entidad.	5	5	
81	Se crea para la evaluación del impacto en la seguridad de estos cambios, una comisión multidisciplinaria.	10	6	
82	Se tiene establecido un sistema de registros de cambios con impacto a la seguridad.	5	5	
83	Los cambios se firman, una vez evaluados por la comisión, por la máxima autoridad técnica.	10	6	
84	Se adecua en la documentación técnica los nuevos cambios y/o modificaciones.	10	7	
85	Se comunica a todo el personal de esos cambios.	10	4	
86	Se capacita al personal involucrado en estos cambios.	5	3	
87	Los cambios temporales tienen definido el tiempo de vigencia.	5	4	
	REVISIONES DE SEGURIDAD PRE-ARRANQUE.			
88	Se tiene definido lo que se considera arranque de una instalación en la entidad.	5	4	
89	Para las nuevas inversiones se cumple con lo establecido en el Capítulo 12 del Manual del MINBAS (Resolución 1548)	5	3	

91	Para los casos restantes se comprueba:			
91.1	Los trabajos se ejecutaron de acuerdo a lo indicado en planos, diagramas, y especificaciones y en el volumen previsto.	5	4	
91.2	Se verifican los sistemas de seguridad, señalización, protección y bloqueo.	5	4	
91.3	Se refleja las modificaciones en la documentación y en el manual.	5	2	
92	Para los casos de mantenimiento capitales se verifica que toda la documentación de registro de los trabajos realizados está concluida y se corresponde con lo ejecutado.	3	3	
93	Se ha capacitado al personal de la instalación y se cuenta con los registros de esta capacitación.	5	4	
94	La evaluación de la comisión está firmada por la máxima autoridad técnica de la entidad.	3	3	
95	La decisión de arrancar con alguna no - conformidad está avalada por escrito por la máxima autoridad técnica.	5	4	
	PLANES DE LIQUIDACIÓN DE AVERÍAS, PLANES DE EMERGENCIAS PARA ACCIDENTES MAYORES			
96	Está definido lo que es una avería y su categorización.	10	5	
97	Está definido en los planes las acciones del personal y las responsabilidades de las acciones a ejecutar.	10	5	
98	Los planes de liquidación de averías se adecuan a la Identificación y Evaluación de riesgos realizada y abarcan todas las áreas que lo requieran.	10	5	
99	Se cuenta con los recursos necesarios definidos en el plan para su ejecución.	10	5	
100	Está establecido el plan de aviso.	5	4	
101	Existen los planes en los puestos de trabajo que lo requieren.	5	4	
102	Si es una entidad con Riesgo de Accidente Mayor se debe verificar:			
102.1	Se cuenta con una descripción de los probables accidentes.	5	4	
102.2	Se evalúa su frecuencia y magnitud.	5	4	
102.3	Se cuenta con los procedimientos de actuación, así como de escape y evacuación del personal	5	3	
102.4	Están definidos y cuentan con los medios de comunicación establecidos.	5	4	
102	Está nombrado el personal esencial y están claros sus deberes y	5	5	

.5	responsabilidades.			
102.6	Está debidamente habilitado el centro de control de emergencias.	5	4	
102.7	Están establecidas las medidas de mitigación de la emergencia.	5	3	
102.8	Están concebidas las coordinaciones de apoyo y aviso a organizaciones externas.	5	4	
102.9	Están nombradas las brigadas de salvamento de la entidad.	5	3	
102.10	Las brigadas de salvamento tienen definidas y documentadas su composición y funciones.	5	4	
102.11	En correspondencia con sus funciones cuenta con los medios de protección, equipos médicos y medios de transporte.	10	7	
102.12	Tienen el plan anual de capacitación y se cumple.	5	3	
102.13	Se registra la capacitación de la misma.	5	4	
102.14	Los planes de emergencias son parte del plan contra catástrofe de la entidad.	5	4	
102.15	Se capacita a los trabajadores de la entidad en el plan de emergencia.	10	5	
	REGISTROS OPERATIVOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL			
103	Están definidos los documentos que conforman el sistema de registro de la Seguridad Industrial en la entidad.	5	4	
104	Como mínimo lo conforman: Libro de control de la Técnica de Seg.; Libro de Trabajos Peligrosos; Libro de Platillos Ciegos, Registros de Accidentes, incidentes y averías.	5	3	
105	Se registran y/o controlan las pérdidas producidas por accidentes, incidentes y averías.	5	4	
106	Los libros se encuentran en todos los puestos de trabajo que lo llevan.	5	4	
	SALUD OCUPACIONAL. SERVICIOS MÉDICOS			
107	La entidad cuenta con el Plan de Salud definiendo actividades, responsabilidades y fechas de cumplimiento.	10	7	
108	Se tiene identificado, evaluado y controlado los factores de riesgos en la entidad.	10	8	
109	Se ha estructurado los Servicios Médicos de la entidad a partir del Inventario de Factores de Riesgos contando como mínimo con:	10	7	
110	Ejecución de Exámenes Médicos Pre - Empleo, Periódicos y Específicos.	10	5	

111	Se tiene Dispensarizado al personal de la Entidad.	10	7	
112	Se tiene todos los expedientes Médicos de los trabajadores, estos están actualizados.	5	3	
	TRABAJO CONJUNTO SINDICATO - ADMINISTRACIÓN			
113	Se incluye en los convenios colectivos de trabajo lo relacionado con la Seguridad Industrial.	5	4	
114	Se tiene establecido el movimiento de áreas Protegidas y funcionan.	5	3	
115	Están seleccionados, capacitados y trabajan adecuadamente los inspectores sociales.	5	4	
	GESTIÓN DE SUSTANCIAS RADIACTIVAS, FUENTES DE RADIACIONES IONIZANTES Y QUÍMICAS CONTROLADAS POR LA CONVENCIÓN DE ARMAS QUÍMICAS.			
116	En relación con las sustancias radiactivas y fuentes de Radiaciones Ionizantes:			
116.1	Se posee Licencia del Órgano Regulador Cubano para el trabajo con tales fuentes	10	6	
116.2	Se cumple con los requisitos establecidos en la Licencia otorgada.	10	7	
116.3	Tiene los exámenes médicos actualizados para este tipo de trabajo.	10	5	
116.4	En caso de no estar trabajando y no poseer la licencia, se tiene tales fuentes inventariadas y con adecuada protección física.	10	6	
117	En caso de sustancias químicas controladas por la convención de armas químicas:			
117.1	Se mantiene un estricto control e inventario de ellas.	10	6	
117.2	Se encuentran bajo un adecuado régimen de protección física.	10	5	
117.3	Está nombrado el responsable de la actividad.	5	3	
117.4	Se reporta Según corresponda (Declaración Anual (febrero) o Planificada (septiembre)) a la Unión y a la DT del MINBAS la correspondiente Declaración Jurada.	5	4	
	PLAN DE MEJORAS DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL			
118	Se cuenta con el Plan Anual de Mejoras de la Seguridad Industrial.	10	5	
119	El plan fue aprobado por el Consejo de Dirección de la empresa y se procede tiene asignado recursos en el plan de negocios de la entidad.	5	4	
120	El plan está enfocado a resolver los principales problemas identificados en	5	4	

	el estudio de Riesgos de la entidad según Resolución 31 del MTSS.			
121	Están bien definidas las responsabilidades de su ejecución y las fechas de cumplimiento.	5	3	
	TOTALES	1595	918	57.55486

Esta lista de chequeo es sólo del Sistema Organizativo de la Seguridad Industrial y que además hay que revisar y evaluar en el terreno las cuestiones prácticas del cumplimiento de las normas y otras regulaciones en materia de seguridad Industrial y Protección contra Incendios vigentes en el país.

Los señalamientos o deficiencias detectadas en el terreno (que no estén reflejadas en la lista de chequeo) se rebajarán de los puntos obtenidos según la gravedad e impacto en la Seguridad y Salud de las personas, así como de las instalaciones. El ejecutor determinará a su juicio la cantidad a rebajar por cada deficiencia en un valor que oscila entre 3 y 100 puntos.

La Evaluación final será en base al % de puntos alcanzados del total a obtener de la siguiente manera:

91 -100	% de los puntos	**Sobresaliente**
81 - 90	% de los puntos	**Bien**
71 -80	% de los punto	**Regular**
Menor que 70	% de los puntos	**Mal**

Anexo 6. Caracterización del Peligro Potencial de Incendio y Explosión.

Caracterización General del Peligro Potencial de Incendio y Explosión

1. Procesos que se desarrollan en presencia de bombeos de materia prima combustible, tienen posibilidad de ocurrencia de fisuras, grietas y ruptura de la hermeticidad en los aparatos tecnológicos, ocasionando la salida de materia prima combustible y respectivos vapores y gases (inflamables) acompañantes.
2. Probabilidades de surgimiento de incendios y propagación de los mismos, pudiendo conllevar a la ocurrencia de explosiones, bajo las cuales se destruyen o averían aparatos tecnológicos y el consiguiente escape o derrame de los productos existentes en ellas.
3. Presencia de disímiles aparatos tecnológicos, donde se manipulan cantidades significativas de líquidos inflamables, combustibles.
4. Utilización de un sistema ramificado de tuberías tecnológicas, las que unen aparatos, depósitos y demás instalaciones tecnológicas y favorecen la propagación del incendio.
6. Presencia de conductos tecnológicos e instalaciones eléctricas que abarcan todas las áreas, instalaciones y equipos tecnológicos, en las cuales es posible la ignición de la materia prima combustible y la propagación del incendio.
7. Influencia de altas temperaturas durante los incendios produciendo una sobrepresión en los aparatos e instalaciones.
9. Posibilidad de grandes superficies de incendios y llamas capaces de alcanzar una alta radiación de calor hacia los aparatos e instalaciones vecinas, pudiendo crear condiciones para sucesivas explosiones y propagación del incendio.

Área de añejamiento

Los incendios en un 75 % de los casos, según se establece en diversas literaturas; se inician con la explosión de la mezcla de vapor-aire en el interior de los toneles de
almacenamiento como resultado del cual, como regla, se producen diferentes grados de roturas. El carácter de la rotura depende de la fuerza de la explosión, tipo de construcción y estado del tonel
El paso (propagación) de la combustión a los almacenes vecinos puede producirse por el calentamiento directo de la llama en el techo y pared de los almacenes, por la mezcla de vapor - aire o por el derrame de líquido. La mayor peligrosidad la caracteriza la acción directa de la llama en el cuerpo del almacen vecino y el calor transmitido por radiación

Área de fabricación

La magnitud y complejidad del incendio depende del alcance de la superficie en combustión y se caracteriza por alta temperatura en la zona de combustión, posible contacto de la llama directamente con las paredes de los equipos y dispositivos tecnológicos y posibilidad de propagación a otras instalaciones.

Situaciones que determinan la peligrosidad de incendio:

• *Derrame de producto por las tuberías formando una charca.*

• *Derrame del producto por las válvulas de salida*

• *Incendio del producto derramado.*

• *Combinación de dos o más de las situaciones antes mencionadas.*

Análisis de los parámetros fisicoquímicos de la sustancia peligrosa existente.

La posibilidad de ocurrencia de un incendio y/o explosión en la Instalación depende en gran medida de las características fisicoquímicas de la sustancia peligrosa utilizada en los diversos procesos tecnológicos utilizados en el proceso productivo de fabricación de rones, asiéndose necesario su estudio y análisis pormenorizado para determinar los parámetros de mayor incidencia en este tipo de siniestros

Sustancia: ETANOL

GENERALIDADES:

El etanol es un líquido incoloro, volátil, con un olor característico y sabor picante. También se conoce como alcohol etílico. Sus vapores son más pesados que el aire.

Se obtiene, principalmente, al tratar etileno con ácido sulfúrico concentrado y posterior hidrólisis. Algunas alternativas de síntesis son: hidratación directa de etileno en presencia de ácido fosfórico a temperaturas y presiones altas y por el método Fischer-Tropsch, el cual consiste en la hidrogenación catalítica de monóxido de carbono, también a temperaturas y presiones altas. De manera natural, se obtiene a través de fermentación, por medio de levaduras a partir de frutas, caña de azúcar, maiz, cebada, sorgo, papas y arroz entre otros, generando las variadas bebidas alcohólicas que existen en el mundo. Después de la fermentación puede llevarse a cabo una destilación para obtener un producto con una mayor cantidad de alcohol.

El etanol se utiliza industrialmente para la obtención de acetaldehido, vinagre, butadieno, cloruro de etilo y nitrocelulosa, entre otros. Es muy utilizado como disolvente en síntesis de fármacos, plásticos, lacas, perfumes, cosméticos, etc. También se utiliza en mezclas anticongelantes, como combustible, como antiséptico en cirugía, como materia prima en síntesis y en la preservación de especímenes fisiológicos y patológicos.

El llamado alcohol desnaturalizado consiste en etanol al que se le agregan sustancias como metanol, isopropanol o, incluso, piridinas y benceno. Estos compuestos desnaturalizantes son altamente tóxicos por lo que, este tipo de etanol, no debe de ingerirse.

PROPIEDADES FISICAS Y TERMODINAMICAS:

Punto de ebullición: 78.3 oC. Punto de fusión: -130 oC.

Indice de refracción (a 20 oC):1.361 Densidad: 0.7893 a 20 oC.

Presión de vapor: 59 mm de Hg a 20 oC. Densidad de vapor: 1.59 g /ml

Temperatura de ignición: 363 oC

Punto de inflamación (Flash Point): 12 oC (al 100 %), 17 oC (al 96 %), 20 oC (al 80%), 21 oC (al 70 %), 22 oC (al 60 %), 24 oC (al 50 %), 26 oC (al 40 %), 29 oC (al 30 %), 36 oC (al 20 %), 49 oC (al 10 %) y 62 oC (al 5 %).

Límites de explosividad: 3.3- 19 %

Temperatura de autoignición: 793 oC.

Punto de congelación: -114.1 oC

Calor específico:(J/g oC): 2.42 (a 20 oC).

Conductividad térmica (W/m K): 0.17 (a 20 oC).

Momento dipolar: 1.699 debyes.

Constante dielétrica: 25.7 (a 20 oC).

Solubilidad: Miscible con agua en todas proporciones, éter, metanol, cloroformo y acetona.

Temperatura crítica: 243.1 oC.

Presión crítica: 63.116 atm.

Volumen crítico: 0.167 l/mol.

Tensión superficial (din/cm): 231 (a 25 oC).

Viscosidad (cP): 1.17 (a 20oC).

Calor de vaporización en el punto normal de ebullición (J/g): 839.31.

Calor de combustión (J/g): 29677.69 (a 25 oC)

Calor de fusión (J/g): 104.6

El etanol es un líquido inflamable cuyos vapores pueden generar mezclas explosivas e inflamables con el aire a temperatura ambiente.

PROPIEDADES QUIMICAS:

Se ha informado de reacciones vigorosas de este producto con una gran variedad de reactivos como: difluoruro de disulfurilo, nitrato de plata, pentafluoruro de bromo, perclorato de potasio, perclorato de nitrosilo, cloruro de cromilo, percloruro de clorilo, perclorato de uranilo, trióxido de cromo, nitrato de fluor, difluoruro de dioxígeno, hexafluoruro de uranio, heptafluoruro de yodo, tetraclorosilano, ácido

permangánico, ácido nítrico, peróxido de hidrógeno, ácido peroxodisulfúrico, dióxido de potasio, peróxido de sodio, permanganato de potasio, óxido de rutenio (VIII), platino, potasio, t-butóxido de potasio, óxido de plata y sodio.

En general, es incompatible con ácidos, cloruros de ácido, agentes oxidantes y reductores y metales alcalinos.

MANEJO:

Equipo de protección personal:

Para manejar este producto es necesario utilizar bata y lentes de seguridad, en un área bien ventilada. Cuando el uso es constante, es conveniente utilizar guantes. No utilizar lentes de contacto al trabajar con este producto.

Al trasvasar pequeñas cantidades con pipeta, utilizar propipetas, **NUNCA ASPIRAR**

CON LA BOCA:

RIESGOS:

Riesgos de fuego y explosión:

Por ser un producto inflamable, los vapores pueden llegar a un punto de ignición, prenderse y transportar el fuego hacia el material que los originó. Los vapores pueden explotar si se prenden en un área cerrada y pueden generar mezclas explosivas e inflamables con el aire a temperatura ambiente. Los productos de descomposición son monóxido y dióxido de carbono.

Riesgos a la salud:

El etanol es oxidado rápidamente en el cuerpo a acetaldehido, después a acetato y finalmente a dióxido de carbono y agua, el que no se oxida se excreta por la orina y sudor. Inhalación: Los efectos no son serios siempre que se use de manera razonable. Una inhalación prolongada de concentraciones altas (mayores de 5000 ppm) produce irritación de ojos y tracto respiratorio superior, náuseas, vómito, dolor de cabeza, excitación o depresión, adormecimiento y otros efectos narcóticos, coma o incluso, la muerte.

Control de fuego:

Utilizar el equipo de seguridad necesario, dependiendo de la magnitud del incendio. Usar agua en forma de neblina lo más lejos posible del incendio, los chorros pueden resultar inefectivos. Enfriar los contenedores que se vean afectados con agua. En el caso de fuegos pequeños, pueden utilizarse extinguidores de espuma, polvo químico seco o dióxido de carbono.

Fugas y derrames:

Evitar respirar los vapores y permanecer en contra del viento. Usar guantes, bata, lentes de seguridad, botas y cualquier otro equipo de seguridad necesario, dependiendo de la magnitud del siniestro.

Mantener alejadas del área, flamas o cualquier otra fuente de ignición. Evitar que el derrame llegue a fuentes de agua o drenajes. Para lo cual, deben construirse diques para contenerlo, si es necesario. Absorber el líquido con arena o vermiculita y trasladar a una zona segura para su incineración posterior. Usar rocío de agua para dispersar el vapor y almacenar esta agua contaminada en recipientes adecuados, para ser tratada de manera adecuada, posteriormente. En el caso de derrames pequeños, el etanol puede absorberse con papel, trasladarlo a un lugar seguro y dejarlo evaporar o quemarlo. Lavar el área contaminada con agua.

Desechos:

La mejor manera de desecharlo es por incineración, aunque para pequeñas cantidades puede recurrirse a la evaporación en un lugar seguro.

ALMACENAMIENTO:

Cantidades grandes de este producto deben ser almacenadas en tanques metálicos especiales para líquidos inflamables y conectados a tierra. En pequeñas cantidades pueden ser almacenados en recipientes de vidrio. En el lugar de almacenamiento debe haber buena ventilación para evitar la acumulación de concentraciones tóxicas de vapores de este producto y los recipientes deben estar protegidos de la luz directa del sol y alejados de fuentes de ignición

Anexo 7. Relación de los riesgos de incendio y explosión en las áreas de añejamiento y fabricación. Aplicación del método William Fine.

Área de añejamiento

- Derrames de sustancias (recepción y trasiego de productos líquidos).(R1)
- Derrame de líquidos (llenado de ron y aguardientes).(R2)
- Derrame de líquidos(montaje y bajado de pipas en las naves).(R3)
- Derrame de líquidos (extracción de ron y aguardientes).(R4)
- Derrame de líquidos (hinchado de envases).(R5)

Área de fabricación

- Derrames al medio(recepción de productos líquidos).(R1)
- Derrames al medio(recepción de productos sólidos).(R2)
- Derrame de líquidos(dilución).(R3)
- Derrame de líquidos(filtración).(R4)
- Derrame de carbón(filtración).(R5)
- Derrame de líquidos(elaboración de ron).(R6)
- Derrame de líquidos(trasiego).(R7)
- Desechos líquidos(elaboración de agua desmineralizada).(R8)
- Desechos líquidos y sólidos(elaboración de sirope alcoholizado).(R9)

Resultados de la aplicación del método de cálculo, Aplicación del método William Fine

Riesgo	Probabilidad de ocurrencia [P]	Factor de exposición [E]	Factor de consecuencias [C]	Magnitud del riesgo	%
ÁREA DE AÑEJAMIENTO					
R1	7	6	6	252	40.25559
R2	7	6	2	84	13.41853
R3	7	1	10	70	11.18211
R4	7	2	10	140	22.36422
R5	4	2	10	80	12.77955
Total				626	100
ÁREA DE FABRICACIÓN					
R1	10	6	4	240	32.17158
R2	10	6	1	60	8.042895
R3	4	2	4	32	4.289544
R4	7	1	6	42	5.630027
R5	4	2	4	32	4.289544

R6	7	6	6	252	33.78016
R7	4	2	6	48	6.434316
R8	10	2	1	20	2.680965
R9	10	2	1	20	2.680965
Total				746	100

Anexo 8. Criterios Básicos para un Plan de Prevención de Accidentes Peligrosos para las personas, instalaciones y el medio ambiente.

Resumiendo algunos de los principales factores de riesgo y considerando lascaracterísticas específicas del Etanol, que contribuyen con su agudización, se debe tener en cuenta que: Las estructuras metálicas de las instalaciones tecnológicas están expuestas a undeterioro, tanto externa como interna, lo que constituye un factor de riesgo que provoca las fisuras por donde se originan los probables escapes peligrosos, accidente más frecuente en este proceso.

Los escapes de Etanol tienen un comportamiento exponencial, en la misma medida en que va aumentando el diámetro de los orificios por donde se escapa a la atmósfera, lo que da la medida de la importancia de la rapidez en la respuesta correctiva a este tipo de fenómeno.

Partiendo de estos aspectos fundamentales y otros desarrollados en el trabajo, se propone desarrollar y aplicar una serie *procedimientos y actuaciones de prevención* para disminuir situaciones peligrosas a las personas, instalaciones y entorno natural. Para esto se plantea comenzar por las prioridades que aportan los análisis efectuados, dando la prioridad al desarrollo de planes de emergencia ante accidentes industriales o catástrofes naturales, donde las medidas deben estar encaminadas a la capacitación del personal y a mejoras tecnologías en el proceso, incluido como aspecto importante el mantenimiento, para ambos establecimientos analizados.

Entre los aspectos a tener en cuenta deben encontrarse los siguientes:

1. Identificar y dominar todas las normas, resoluciones y demás legislaciones dictadas en el país sobre seguridad y las específicas para trasiego y almacenamiento de liquidos y sustancias combustibles.
2. Desarrollar un sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, que defina una política de Seguridad en la empresa, que aplique procedimientos de dentificación y evaluación de riesgos de forma sistemática.
3. Confeccionar un manual de Seguridad con un conjunto de procedimientos de actuación, que permita garantizar la fiabilidad de los medios de protección y la toma de decisiones correctas para controlar los accidentes graves o cualquier suceso inesperado.
4. La capacitación de los trabajadores, debe estar orientada hacia:

• *Dominio general de las operaciones que se efectúan en la instalación.*

• *Peligros inherentes a las sustancias con que se trabaja, a las operaciones que se realizan y a las medidas que han de tomarse para minimizar estos peligros.*

• *Fichas de datos de seguridad de las sustancias involucradas en el proceso.*

• *Control estricto del proceso.*

• *Procedimientos de trabajo (que incluyan como actuar en los casos de funcionamiento defectuoso o accidente).*

• *Primeros auxilios ante situaciones excepcionales. (escape de materia prima)*

• *Estudios de accidentes que se han producido en instalaciones similares y formas de actuación.*

5. Implantar programas para el mantenimiento regular, la inspección y pruebas de equipos, para avalar que estos se ajustan en todo momento al propósito para lo cual fueron diseñados para ello se debe:

• *Cumplir las normas de mantenimiento.*

• *Establecer procedimientos de trabajo para el mantenimiento.*

• *Registrar todos los trabajos de mantenimiento relacionados con la seguridad para revisiones y aseguramiento de confiabilidad de los equipos.*

• *Registros de fallas encontradas.*

6. Supervisión y control, la dirección de la Instalación debe organizar una supervisión adecuada de las actividades con personal calificado que posean atribuciones, competencia y formación necesaria para ejercer adecuadamente su función.

7. Elaborar un plan de emergencias interno y externo con el objetivo de

• *Localizar los casos de urgencia que puedan surgir.*

• *Reducir al mínimo los efectos nocivos de los mismos para las personas, instalaciones y medio ambiente*