



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

**PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL
ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS
CORROSIVAS EN UNA EMPRESA DE
FERTILIZANTES ECOLÓGICOS Y
EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DEL
PERSONAL PROFESIONALMENTE EXPUESTO
EN DICHO ALMACÉN.**

AUTOR: JOEL FERRER MARÍN

TUTOR: BEATRIZ GARCÍA FAYOS

**COTUTORES: MARÍA PINO SANCHO FERNÁNDEZ
YISSEL RUÍZ MACHÍN**

Curso Académico: 2017-2018

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a mi familia, por todo el apoyo recibido tanto en los malos momentos como en los buenos, por confiar en mi en todo momento y por los consejos que he recibido de ellos durante estos cuatro años.

También me gustaría dar las gracias a mis compañeros y amigos del Grado de Ingeniería Química por los momentos vividos, que sin ellos nada hubiera sido igual.

Por último, no me gustaría olvidarme de mis tutoras Bea y María, y quería agradecerles todos los consejos que me han dado y la ayuda que he recibido de ellas a la hora de la realización de este Trabajo.

Muchas gracias a todos.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

RESUMEN

El presente TFG surge a partir de la realización de las prácticas curriculares en una empresa dedicada a la fabricación y envasado de fertilizantes ecológicos, la cual pretende realizar una ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas, debido al rápido crecimiento que está experimentando.

En este trabajo se aborda la ampliación del almacenamiento, que se realizará de acuerdo con el nuevo Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, en vigor desde septiembre de 2017.

Para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores de la empresa con acceso a dicho almacenamiento, se realizará una identificación y evaluación de los principales riesgos del personal profesionalmente expuesto del almacén de materias primas

Por último, se propondrán las medidas preventivas a aplicar, con la finalidad de que el trabajo realizado en el almacén de materias primas se realice bajo unas condiciones de seguridad óptimas.

Palabras clave: almacenamiento, corrosivo, evaluación de riesgos, seguridad.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

RESUM

El present TFG sorgix a partir de la realització de les pràctiques curriculars en una empresa dedicada a la fabricació i envasament de fertilitzants ecològics, la qual pretén realitzar una ampliació de l'emmagatzemament de matèries primeres corrosives, a causa del ràpid creixement que està experimentant.

En este treball s'aborda l'ampliació de l'emmagatzemament, que es realitzarà d'acord amb el nou Reglament d'Emmagatzemament de Productes Químics, en vigor des de setembre de 2017.

Per a garantir la seguretat i salut dels treballadors de l'empresa amb accés al dit emmagatzemament, es realitzarà una identificació i avaluació dels principals riscos del personal professionalment exposat del magatzem de matèries primeres

Finalment, es proposaran les mesures preventives a aplicar, amb la finalitat que el treball realitzat en el magatzem de matèries primeres es realitzi davall unes condicions de seguretat òptimes.

Paraules clau: emmagatzemament, corrosiu, avaluació de riscos, seguretat.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

ABSTRACT

The present TFG arises from the realization of curricular practices in a company dedicated to the manufacture and packaging of ecological fertilizers, which aims to make an expansion of the storage of corrosive raw materials, due to the fast growth that is experiencing.

This TFG deals with the expansion of storage, which will be carried out in accordance with the new Regulation of Storage of Chemical Products, in force since September 2017.

To secure the safety and health of the workers of the company with access to the storage, identification and evaluation of the main risks of the professionally exposed workers in the raw materials warehouse are carried out.

Finally, the preventive measures to be applied will be proposed, so that the work carried out in the raw materials warehouse is carried out under optimal safety conditions.

Keywords: Storage, corrosive, risk evaluation, safety.

Documentos contenidos en el TFG

- Documento 1. Memoria.
- Documento 2. Presupuesto.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

ÍNDICE DE LA MEMORIA

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN..... | 1 |
| 1.1 | Motivación | 1 |
| 1.2 | Justificación..... | 2 |
| 1.2.1 | Justificación técnica | 2 |
| 1.2.2 | Justificación académica..... | 2 |
| 2. | INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 2.1 | Descripción de la empresa | 3 |
| 2.2 | Descripción del proceso productivo | 4 |
| 2.3 | Productos fabricados | 7 |
| 2.4 | El almacenamiento de productos químicos..... | 8 |
| 2.4.1 | Accidentes en el almacenamiento de productos químicos..... | 8 |
| 2.4.2 | Generalidades del almacenamiento de productos químicos..... | 9 |
| 2.4.3 | Seguridad en el almacenamiento. | 10 |
| 2.4.4 | Identificación de riesgos en el almacenamiento. | 13 |
| 3. | OBJETIVOS | 15 |
| 4. | METODOLOGÍA | 17 |
| 4.1 | Implementación de medidas en el almacenamiento | 18 |
| 4.1.1 | Descripción del almacenamiento actual | 18 |
| 4.1.2 | Descripción de las materias primas a almacenar | 18 |
| 4.1.3 | Definición de la ampliación a realizar | 18 |
| 4.1.4 | Identificación e implementación de medidas | 19 |
| 4.2 | Identificación y evaluación de los riesgos laborales..... | 20 |
| 4.2.1 | Descripción de los puestos de trabajo. | 20 |
| 4.2.2 | Identificación de riesgos..... | 20 |
| 4.2.3 | Evaluación de los riesgos..... | 22 |
| 4.2.4 | Medidas preventivas y plazo de implementación. | 25 |
| 5. | RESULTADOS..... | 27 |
| 5.1 | Implementación de medidas en el almacenamiento | 27 |
| 5.1.1 | Descripción del almacenamiento actual | 27 |
| 5.1.2 | Descripción de las materias primas a almacenar | 30 |
| 5.1.3 | Definición de la ampliación a realizar | 37 |
| 5.1.4 | Identificación e implementación de medidas | 39 |
| 5.2 | Identificación y evaluación de los riesgos laborales..... | 45 |

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

| | | |
|-------|---|----|
| 5.2.1 | Descripción de los puestos de trabajo. | 45 |
| 5.2.2 | Identificación de riesgos..... | 46 |
| 5.2.3 | Evaluación de los riesgos..... | 53 |
| 5.2.4 | Medidas preventivas y plazo de implementación. | 56 |
| 6. | CONCLUSIONES. | 67 |
| 7. | BIBLIOGRAFÍA..... | 69 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Riesgos tipificados (INHST, 2000) | 21 |
| Tabla 2. Valores de exposición. (Fine, 1971) | 23 |
| Tabla 3. Valores de probabilidad. (Fine,1971) | 23 |
| Tabla 4. Valores de frecuencia. (Fine,1971) | 24 |
| Tabla 5. Valores de las consecuencias. (Fine,1971) | 24 |
| Tabla 6. Niveles de riesgo. (INSHT,2018) | 25 |
| Tabla 7. Valoración de los riesgos. (INSHT,2018) | 25 |
| Tabla 8. Prioridad de las acciones según el nivel de riesgo..... | 26 |
| Tabla 9. Etiquetado Materias Primas..... | 30 |
| Tabla 10. Frases H y P Materias Primas..... | 31 |
| Tabla 11. Primeros auxilios de Materias Primas..... | 32 |
| Tabla 12. Medidas de lucha contra incendios de las Materias Primas. | 33 |
| Tabla 13. Medidas en caso de vertido accidental de las Materias Primas..... | 33 |
| Tabla 14. Manipulación y almacenamiento de Materias Primas. | 34 |
| Tabla 15. Equipos de protección individual de las Materias Primas..... | 34 |
| Tabla 16. Propiedades Físicas y químicas de las Materias Primas..... | 35 |
| Tabla 17. Estabilidad y reactividad de las materias primas..... | 36 |
| Tabla 18. Lista de comprobación de riesgos laborales en los puestos de trabajo..... | 47 |
| Tabla 19. Encargado de logística y Operario 1 | 53 |
| Tabla 20. Operario 2. | 53 |
| Tabla 21. Justificación de los riesgos importantes del encargado de logística. | 54 |
| Tabla 22. Justificación de los riesgos importantes del operario 1..... | 55 |
| Tabla 23. Justificación de los riesgos importantes del operario 2..... | 55 |
| Tabla 24. Implementación de medidas en factores de riesgo importantes..... | 63 |
| Tabla 25. Implementación de medidas en factores de riesgo moderados..... | 64 |
| Tabla 26. Implementación de medidas en factores de riesgo tolerables..... | 65 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Diagrama de bloques del proceso productivo de fabricación de un producto..... | 6 |
| Figura 2. Aspectos a tener en cuenta en el almacenamiento de productos químicos. (INSHT, 2014) | 10 |
| Figura 3. Esquema para la identificación de los requisitos aplicables a las instalaciones de almacenamiento de productos químicos. (INSHT, 2014)..... | 11 |
| Figura 4. Esquema de la metodología a emplear en el presente TFG | 17 |
| Figura 5. Metodología para la evaluación de los riesgos de Seguridad e Higiene..... | 22 |
| Figura 6. Esquema de la distribución de naves industriales de la empresa | 27 |
| Figura 7. Distribución de las materias primas en la nave 3. | 28 |
| Figura 8. Estantería con cubeto de retención con capacidad de dos GRG por altura. (Morandin, 2018) | 29 |
| Figura 9. Esquema de la ampliación a realizar del almacenamiento de materias primas corrosivas. | 38 |
| Figura 10. Señalización del almacenamiento de materias primas corrosivas. (Implaser, 2018). | 40 |
| Figura 11. Señalización de ducha y lavaojos de emergencia. (Implaser, 2018)..... | 42 |
| Figura 12. Señalización extintor. (Implaser, 2018). | 43 |
| Figura 13. Señalización de las salidas del almacenamiento. (Implaser, 2018). | 44 |
| Figura 14. Distribución en planta y del recorrido de la materia prima corrosiva en la empresa. | 46 |
| Figura 15. Muelle de carga móvil. (System Dock, 2018). | 56 |
| Figura 16. Señalización de máxima velocidad de circulación de los toros elevadores. (Suclisa, 2018) | 57 |
| Figura 17. Protección para los oídos y señalización. (Implaser, 2018)..... | 58 |
| Figura 18. Señalización paso de carretillas.(Implaser, 2018) | 58 |
| Figura 19. Señalización riesgo eléctrico. (Implaser, 2018). | 61 |

1. MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

1.1 Motivación

El presente Trabajo de Fin de Grado surge en una empresa dedicada a la fabricación de fertilizantes ecológicos, a raíz de una auditoría externa de medio ambiente realizada en el año 2017, en la que se detecta una no conformidad en el almacenamiento de productos químicos.

La no conformidad detectada se debía al almacenamiento conjunto de las materias primas corrosivas, concretamente al almacenamiento conjunto de ácidos y bases. Con la finalidad de subsanar dicha no conformidad, la empresa debe presentar un nuevo proyecto de almacenamiento de las materias primas. Este hecho coincide con necesidades de ampliación de dicho almacenamiento debido al crecimiento de producción de la empresa.

Así, en el presente Trabajo Fin de Grado se pretende desarrollar el proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas de la empresa, a la vez que subsanar la no conformidad del almacenamiento actual. Todo ello deberá ajustarse al nuevo Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RAPQ), actualizado según el Real Decreto 656/2017 en el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria ITC MIE APQ 10 “Almacenamiento en recipientes móviles”, de aplicación en este almacenamiento ya que las materias primas están almacenadas en envases GRGs (Gran Recipiente de mercancías a Granel), es decir, un tipo de recipiente inferior a 3000 litros por lo que se considera móvil, y sería esta última instrucción la aplicable en la ampliación del almacenamiento.

Por otra parte, la empresa dispone de un servicio de prevención ajeno, el cual había realizado una identificación y evaluación de riesgos en el año 2017. Dado que se va a producir una modificación en el lugar de trabajo al realizar la ampliación del almacén, de acuerdo con la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales se deberá actualizar la identificación y evaluación de riesgos de los trabajadores profesionalmente expuestos en relación con la modificación del almacenamiento. El TFG incluirá también la actualización de la identificación y evaluación de riesgos de los puestos de trabajo que desarrollan tareas relevantes en el almacén donde están ubicadas las materias primas.

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación técnica

La seguridad se define como una ciencia que se encarga de evaluar, estudiar y gestionar los riesgos a los que se encuentra sometido una persona, un bien o un ambiente.

En el entorno laboral, concretamente en la industria química, existen grandes cantidades de riesgos sobre los cuales están expuestos los trabajadores durante su jornada laboral. Es por ello por lo que se considera de gran importancia disponer de las medidas necesarias en dicho entorno que garanticen la seguridad del trabajador.

En el presente Trabajo de Fin de Grado se pretende implementar las medidas de seguridad necesarias en el almacén de materias primas corrosivas de una empresa de fertilizantes ecológicos. Para conseguir dicha implementación se actuará en dos focos:

En primer lugar, es necesario que, a la hora de realizar la ampliación del almacén, se lleve a cabo teniendo en cuenta todas las medidas de seguridad de acorde a la legislación vigente, en este caso el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (*Real Decreto 656/2017*).

Y, en segundo lugar, una vez realizada la ampliación se ha de tener en cuenta el riesgo que puede existir en dicho almacenamiento, concretamente en la manipulación de las materias primas corrosivas, y en las consecuencias que puede ocasionar un accidente en dicho almacén, tanto físicas en el trabajador como medioambientales.

Por tanto, se concluye que en la ampliación del almacén no es suficiente con la implementación de las medidas de seguridad expuestas en el RAPO, sino que además es necesario analizar el entorno laboral una vez ampliado el almacén y proponer medidas adicionales a través de la identificación y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto.

1.2.2 Justificación académica

La realización del presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo la finalización del Grado de Ingeniería Química en la Universidad Politécnica de Valencia.

A través de él se aplican y desarrollan parte de los conocimientos adquiridos durante los cuatro cursos de la titulación, con la finalidad de demostrar la adquisición de estos y poder ejercer en un futuro próximo como Graduado en Ingeniería Química.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Descripción de la empresa

La empresa objeto del presente Trabajo de Fin de Grado se encuentra ubicada en la provincia de Valencia y se dedica al desarrollo, fabricación, asesoramiento técnico y comercialización de productos naturales para su uso en agricultura, concretamente se trata de fertilizantes ecológicos.

Los distintos fertilizantes fabricados se destinan tanto a mercado nacional como al mercado internacional, tanto a nivel europeo como extracomunitario. En la actualidad la organización exporta a más de 24 países y se han establecido filiales productivas en Turquía, América y Argelia.

La organización nace en el año 2009, en Valencia, como una empresa familiar, al observar la tendencia global existente hacia la seguridad alimentaria y hacia la sostenibilidad.

El principal objetivo de la empresa es ofrecer productos bioestimulantes y nutricionales de alta calidad, innovación y tecnología, con la finalidad de generar cero residuos y comprometerse con el medio ambiente y la ecología, así como la búsqueda y desarrollo para encontrar nuevas soluciones y productos de calidad para los problemas en la agricultura.

Es por ello por lo que la entidad desarrolla tecnología para ofrecer alimentos sin residuos para el gran consumo al mismo precio que las producciones convencionales y contribuyendo a la sostenibilidad del planeta.

Este objetivo se consigue de dos modos:

- Por un lado, la organización crea protocolos técnicos para los distintos cultivos, con objeto de obtener frutas y verduras sin residuos químicos.
- Para conseguir lo anterior, la empresa desarrolla y fabrica extractos botánicos innovadores con actividad nutricional y bioestimulante.

Así, la empresa desarrolla una doble labor de investigación y asesoramiento técnico específico que le permite diferenciarse de su competencia.

La filosofía principal de la organización es el I+D+i en el mundo de la alimentación transmitiendo el cuidado por el medio ambiente, el respeto por los cultivos y por la flora y fauna que los rodea, y sobre todo por los consumidores finales.

La organización posee en su catálogo unas 80 referencias de productos, de las cuales alrededor del 10 % son nuevos formulados que se lanzan al mercado anualmente.

En la actualidad los productos naturales fabricados son aplicables en la agricultura convencional y ecológica.

Además, la dirección de la empresa, como muestra de su compromiso con la calidad y el medio ambiente, ha tomado la decisión de implementar un Sistema de Gestión de Calidad y Medio Ambiente de acuerdo con las normas internacionales ISO 9001: 2015 e ISO 14001:2015.

2.2 Descripción del proceso productivo

A continuación, se realiza la descripción de dicho proceso productivo. En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques del proceso productivo para la fabricación de un producto. Las etapas expuestas en el diagrama de bloques son comunes a todos los productos fabricados por la empresa.

El proceso productivo para la fabricación del producto se puede dividir en las siguientes etapas principales:

1. Recepción y entrada de material.
2. Fabricación del producto.
3. Envasado y etiquetado del producto.
4. Tramitación de pedidos y expediciones.

A continuación, se explica en qué consisten cada una de las etapas.

1. Recepción y entrada de material.

La materia prima para la fabricación del producto llega procedente de un proveedor. Antes de que esta se descargue se comprueba la información indicada en el albarán del transportista con la información del pedido realizado, lo que supone un primer Control de Calidad (CC1). Si esta información coincide y el material recibido está en buen estado se procede a la ubicación de la materia prima en el almacén correspondiente. Si se observa alguna incidencia se rechazará la materia prima y se devolverá al proveedor.

Además, se tomará una muestra de cada materia prima recibida que se analizará en el laboratorio y se almacenará durante tres años, lo que supone un segundo Control de Calidad (CC2). Una vez analizada, si la materia no cumple con los parámetros de calidad requeridos se tratará como producto no conforme y se devolverá al proveedor. Si esta sí que cumple se mantendrá almacenada en el lugar que ha sido ubicada anteriormente para su posterior uso.

2. Fabricación del producto.

En esta etapa del proceso productivo se incluye el transporte, la formulación y el mezclado.

Para la fabricación de cualquier producto, siempre existe una planificación previa, es decir, se evalúa si existe algún pedido pendiente del producto a fabricar, si existe producto envasado en *stock* o si es necesario realizar una compra de materias primas para la elaboración de tal producto.

Una vez ya se ha realizado la planificación del producto, se procede a la fabricación de este. Para ello es necesario que el encargado de fábrica comunique al director de operaciones la necesidad de formular el producto correspondiente. El director de operaciones preparará la fórmula donde indicará las cantidades de las materias primas, el orden en el que deben ser introducidas y el tiempo que deben estar en agitación. A partir de la fórmula, los operarios de fábrica se encargarán de transportar las materias primas desde el almacén donde están ubicadas hasta los depósitos mezcladores, donde se introducirán las cantidades indicadas en la fórmula en el orden correspondiente. La fábrica cuenta con varios depósitos mezcladores. Una vez introducidas las materias primas en el depósito mezclador se realizará el mezclado de estas para obtener el producto final.

Una vez obtenido el producto formulado, se tomará una muestra antes de realizar el envasado para que la analice el laboratorio, esto supone un tercer Control de Calidad (CC3). La muestra es analizada para garantizar que se cumplen los parámetros que posteriormente se incluirán en la etiqueta, como por ejemplo el pH y la composición. La muestra se almacenará durante tres años, con la finalidad de que si algún cliente muestra una queja del producto en referencia a los parámetros la empresa pueda justificar que sí los cumple porque tiene esa muestra. Además, tres años es el tiempo máximo que la empresa puede garantizar el cumplimiento de los parámetros expuestos en la etiqueta. Si los resultados obtenidos son correctos, se procederá al envasado en GRGs (Gran Recipiente de mercancías a Granel) de 1000 litros. Si no son correctos, se realizará un estudio de las causas para su resolución inmediata. En caso de no obtenerse una resolución inmediata el producto será almacenado como no conforme para su posterior reformulación.

3. Envasado y etiquetado del producto.

Una vez se obtiene por parte del laboratorio que el producto formulado cumple los requisitos de calidad, este se envasa a granel en recipientes GRGs de 1000 litros que se almacenarán en su lugar correspondiente para ser reenvasados o vendidos directamente. En estos GRGs se indicará el producto que contienen y el lote.

En caso de ser reenvasados, el producto se envasará y etiquetará a partir de los GRGs de 1000 litros en formatos que van desde los 30 ml hasta los 20 l. Para realizar este envasado la empresa dispone de líneas automáticas y semiautomáticas de envasado dejando el producto final listo para su posible envío en su almacén correspondiente. En caso de no necesitar realizar un reenvasado, se etiquetará directamente el GRG para realizar su correspondiente envío.

A la hora de realizar el reenvasado la empresa dispone de un almacén donde está situado todo el material necesario para envasar, como tapones, envases, fleje, etc.

4. Tramitación de pedidos y expediciones.

Los pedidos son tramitados por la administración de la empresa. En primer lugar, la administración recibe el pedido tanto de clientes nacionales como internacionales. En segundo lugar, la administración se encarga de introducir el pedido en una plataforma informática haciendo especial hincapié en las cantidades y en los datos del cliente.

Una vez el encargado de fábrica conoce las cantidades del pedido, realizará la planificación de este según el stock disponible para su posterior preparación. Esta acción consiste en realizar una selección de los productos almacenados, paletizarlos y flejarlos adecuadamente, dejándolo todo listo para su envío.

Al finalizar esta tarea es la administración de la organización la que se encarga de preparar el albarán y toda la documentación correspondiente para su expedición.

Por último, antes de realizar la expedición el responsable de logística revisará que la mercancía se corresponde con el pedido y que se encuentra correctamente identificada. Una vez realizada esta comprobación la mercancía y la documentación será entregada al transportista para realizar la expedición.

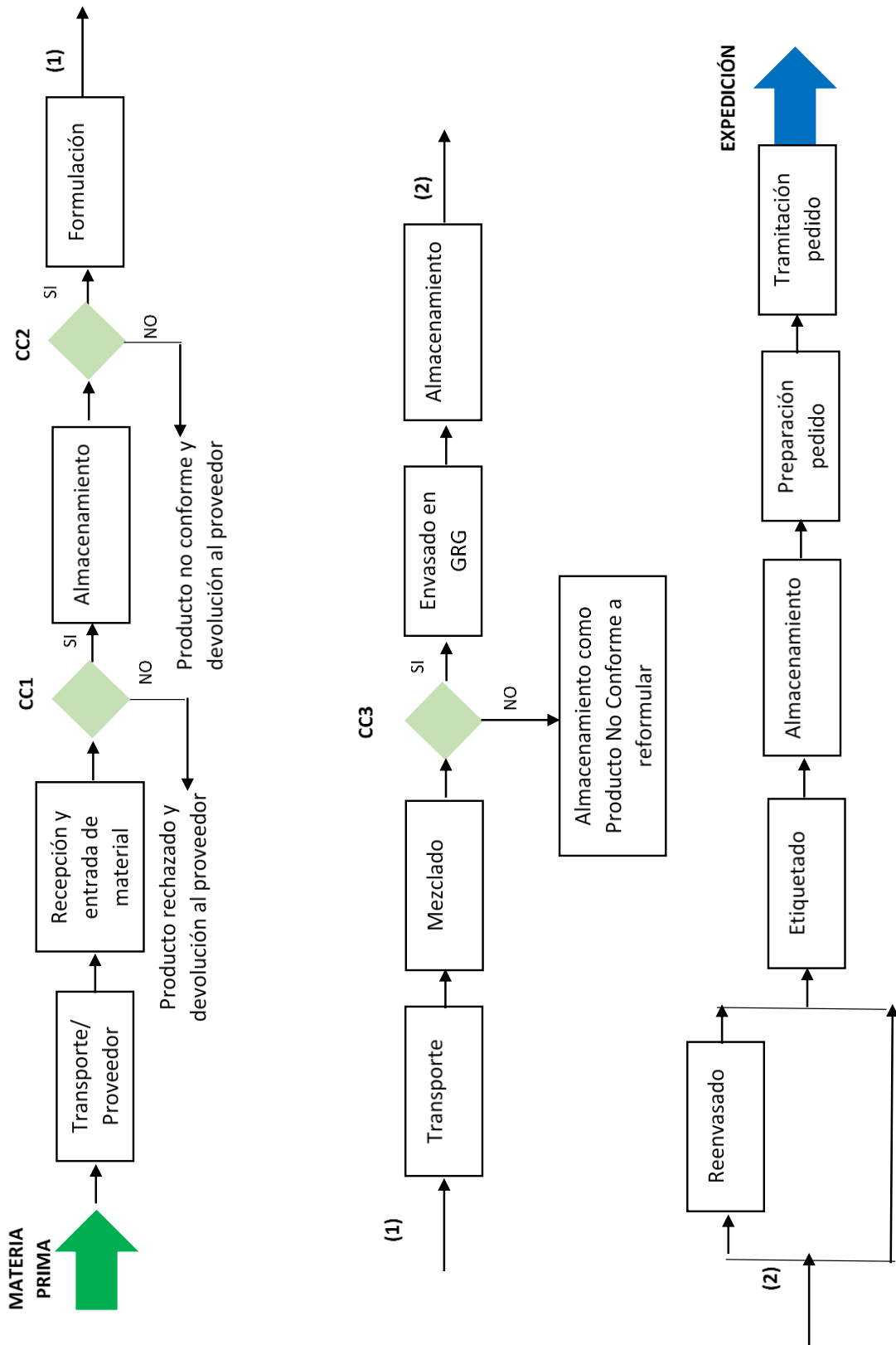


Figura 1. Diagrama de bloques del proceso productivo de fabricación de un producto

2.3 Productos fabricados

Los productos fabricados en la empresa son fertilizantes, biofungicidas y biopesticidas elaborados a partir de disoluciones naturales como extractos botánicos y minerales.

Estos productos fabricados son:

- Respetuosos con el medio ambiente.
- Ecológicos.
- Innovadores, ya que son desarrollados en el propio laboratorio de la organización.

Como ya se ha mencionado en el apartado de descripción de la empresa, esta posee en su catálogo alrededor de 80 referencias de productos, de las cuales en torno al 10 % son nuevos formulados que se lanzan al mercado anualmente.

En la actualidad los productos naturales fabricados son aplicables tanto en la agricultura convencional como en la ecológica.

La empresa fabrica tres líneas de productos, las cuales se diferencian entre sí por la función que realizan. A continuación, se exponen las principales funciones de las tres líneas.

- Primera línea: Esta línea de productos está dedicada a la nutrición vegetal. Proporcionan a las plantas los elementos nutritivos indispensables para su normal desarrollo. Se tratan de abonos orgánicos, fertilizantes ecológicos, enraizantes, extractos vegetales, biostimulantes y correctores de carencias.
- Segunda línea: Los productos que forman parte de ella son biofungicidas y sustancias básicas naturales con efecto antifúngico. Principalmente los productos de esta línea ayudan a la planta a solventar los problemas derivados del exceso de humedad.
- Tercera línea: Esta línea de productos favorece a la planta y a los frutos frente a estados que generan un impedimento externo a su desarrollo y crecimiento habitual. Forman parte de esta línea los bioinsecticidas y sustancias básicas naturales con efecto contra las plagas. Principalmente esta gama de productos se emplea para ayudar a la planta de los problemas derivados de la presencia de insectos perjudiciales.

La empresa tiene por línea dos productos destacados que son los que más consumo poseen en el mercado.

Cabe mencionar que las materias primas corrosivas del almacén son empleadas al menos en la fabricación de un producto de cada línea como mínimo. Por tanto, la ampliación del almacén de materias primas corrosivas afectaría a la fabricación de los productos de las 3 líneas.

2.4 El almacenamiento de productos químicos.

2.4.1 Accidentes en el almacenamiento de productos químicos.

Para comprender la importancia de las medidas de seguridad requeridas en el almacenamiento de productos químicos, en este apartado se hará referencia a determinados accidentes sucedidos en relación a dicho almacenamiento:

- **San Juan de Ixhuatepec (México, 1984):** En este accidente se produjeron una serie de explosiones e incendios debido a la ruptura de una tubería que transportaba GLP desde una refinería hasta la terminal de almacenamiento de productos GLP. Las principales causas de la ruptura de la tubería fueron el sobrellenado de la misma y el fallo de las válvulas de alivio de presión. El accidente produjo 500 muertos y la destrucción del almacenamiento. Probablemente se podría haber evitado si hubieran estado implementadas las medidas de seguridad necesarias, como por ejemplo la existencia de distancias de seguridad entre instalaciones, para evitar la propagación de los incendios una vez producida la explosión, o la realización de inspecciones y revisiones periódicas para detectar el fallo o mal funcionamiento de la válvula de alivio de presión. (UNIZAR, 2018)
- **Bhopal (India, 1984):** Este siniestro es considerado el peor desastre de la industria química. El origen del accidente es un depósito de almacenamiento de una planta química que contenía isocianato de metilo, una sustancia considerada muy tóxica, que es utilizada para la fabricación de pesticidas. Los depósitos en los que se almacenaba el isocianato de metilo contenían un refrigerador, el cual fue retirado. Esto, junto con otras anomalías, hizo que en una auditoría se emitiera un informe negativo en relación a las medidas de seguridad en la planta, ya que eran insuficientes. Además, en un periodo desde 1981 hasta el suceso del siniestro se habían producido varios accidentes graves en la empresa, sin que se tomaran medidas al respecto. El accidente ocurrió al producirse una emisión de isocianato de metilo debido al aumento de la presión de uno de los depósitos que lo contenía. Este aumento hizo que se abriera la válvula de seguridad lo que provocó que se formara una nube tóxica y se extendiera, sin que funcionaran los medios de contención de la emisión al estar fuera de operación o no funcionar. El siniestro provocó numerosos fallecidos, en torno 2500–4000 y más de 180.000 heridos y afectados. Probablemente el accidente se hubiera podido evitar si no se hubieran retirado las medidas de seguridad en los depósitos, y actuando de inmediatamente en las observaciones que se detectaron en el informe de la auditoría (UNIZAR, 2018).
- **Tianjin (China, 2015):** El accidente ocurre en el puerto de Tianjin, donde se almacenaban en contenedores grandes cantidades de nitrato de amonio, nitrato de potasio, cianuro potásico, magnesio, carburo cálcico y sodio metálico entre otras. El siniestro comienza al producirse un incendio en uno de los contenedores. Esto provocó que fueran alertados los bomberos que actuaron rociando agua sobre el fuego. El problema fue que el sodio y el carburo reaccionan de manera violenta con el agua, liberando gases inflamables lo cual provocó que se produjeran una serie de explosiones. Además, las elevadas temperaturas provocaron que el magnesio reaccionara, lo cual

contribuyó a las explosiones y a la propagación del incendio. El accidente produjo un total de 170 muertos. La causa principal fue el almacenamiento de sustancias químicas incompatibles entre ellas, junto con un desconocimiento de los agentes extintores de estas (García Laureiro, 2015).

En los siguientes apartados se describe las normas y procedimientos existentes para establecer las medidas de seguridad necesarias en el almacenamiento que eviten accidentes como los descritos.

2.4.2 Generalidades del almacenamiento de productos químicos.

El almacenamiento de productos químicos se define como la disposición de una cantidad de productos mayor al uso diario y para un tiempo superior a 24 horas, mientras que el almacén es definido como un edificio, sala dentro de un edificio o un área exterior separada para almacenar productos en su interior (NTP 725, 2006).

Las empresas de la industria química utilizan en mayor o menor medida productos químicos en el proceso productivo para el desarrollo de su actividad o básicamente el producto obtenido en su proceso es un producto químico. Estos productos deben ser almacenados y manipulados de manera correcta con el objetivo de evitar accidentes laborales, de acuerdo al Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RAPQ), que ha sido recientemente actualizado en el año 2017 mediante el Real Decreto 656/2017. Este Reglamento contiene normas de carácter general relativas a las condiciones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento, carga, descarga y trasiego de productos químicos peligrosos.

En principio el RAPQ es aplicable a cualquier almacenamiento de productos químicos, aunque existen exenciones en función de la cantidad a almacenar, del tiempo de almacenamiento y de las características de peligrosidad del producto. En cualquier caso, aunque el producto químico no se encuentre dentro del ámbito de aplicación del RAPQ, su almacenamiento siempre debe hacerse de acuerdo a las condiciones de almacenamiento indicadas en la ficha de seguridad del propio producto.

El nuevo Real Decreto 656/2017 incluye el Reglamento de Almacenamiento de Productos (RAPQ) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10, que establecen las exigencias técnicas específicas para el almacenamiento de diferentes productos químicos para garantizar la seguridad de las personas y bienes. Estas Instrucciones Técnicas Complementarias se nombran a continuación:

- MIE APQ-0: Definiciones generales.
- MIE APQ-1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
- MIE APQ-2: Almacenamiento de óxido de etileno.
- MIE APQ-3: Almacenamiento de cloro.
- MIE APQ-4: Almacenamiento de amoníaco anhidro.
- MIE APQ-5: Almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
- MIE APQ-6: Almacenamiento de líquidos corrosivos.
- MIE APQ-7: Almacenamiento de líquidos tóxicos.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

- MIE APQ-8: Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno.
- MIE APQ-9: Almacenamiento de peróxidos orgánicos.
- MIE APQ-10: Almacenamiento de recipientes móviles.

Las principales novedades de este RAPQ respecto a la versión anterior (RD 379/2001) son la adecuación de la reglamentación de almacenamiento de productos químicos a lo establecido en el Reglamento (CE) nº 1907/2006 (REACH) y al Reglamento (CE) nº 1272/2008 (Reglamento CLP), y la incorporación de dos nuevas Instrucciones Técnicas Complementarias. Estas ITCs son la MIE APQ 0, en la cual se exponen todas las definiciones del RAPQ, y la MIE APQ 10, referida al almacenamiento en recipientes móviles y que por tanto modifica las otras ITCs existentes, ya que elimina el artículo de almacenamiento en recipientes móviles de todas ellas.

2.4.3 Seguridad en el almacenamiento.

En este apartado se desarrollará el procedimiento para implementar la seguridad en un almacenamiento de productos químicos.

Básicamente, los almacenamientos de productos químicos deben cumplir una serie de requisitos de seguridad según la legislación vigente para evitar y reducir las probabilidades de accidente. Además de cumplir ciertos requisitos, en las instalaciones donde se almacenan productos químicos se deben realizar revisiones periódicas de los elementos de seguridad instalados y comprobar que funcionan adecuadamente. Por otra parte, los trabajadores de la industria química que manipulan dichos productos de manera habitual en su jornada laboral deben recibir una formación adecuada para garantizar su seguridad y la del entorno. Además, el lugar de almacenamiento debe de disponer de un plan de emergencia para poder solventar cualquier situación de peligro.

Todos estos aspectos se incluyen en la secuencia de etapas que deben desarrollarse para garantizar la seguridad de un almacenamiento de productos químicos, que se muestra en la Figura 2, y que se desarrolla a continuación.

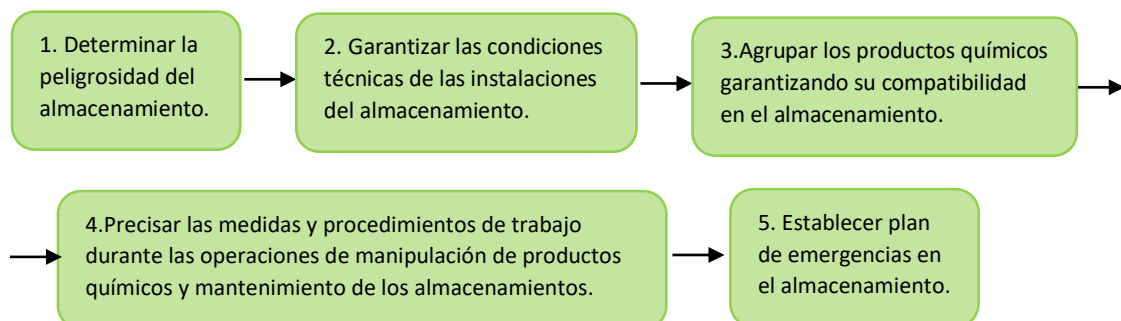


Figura 2. Aspectos a tener en cuenta en el almacenamiento de productos químicos. (INSHT, 2014)

1. Determinar la peligrosidad del almacenamiento

La peligrosidad del almacenamiento se determina por la peligrosidad de los productos químicos y la cantidad a almacenar de los mismos.

Para ello, es necesario consultar la ficha de seguridad del producto químico a almacenar. Concretamente en el apartado 2 de la ficha de seguridad “Identificación de los peligros” se encuentra toda la información referida a la peligrosidad del producto.

Tras identificar la peligrosidad del producto se debe saber la cantidad de producto químico a almacenar, ya que de ello dependen las características que deben tener las instalaciones. (INSHT, 2014).

2. Garantizar las condiciones técnicas de las instalaciones del almacenamiento.

Los almacenamientos deben cumplir unas condiciones de seguridad que dependen principalmente de los productos químicos a almacenar, del tipo de recipiente que contiene el producto químico, este puede ser fijo o móvil, y de la ubicación, interior o exterior.

Los requisitos que debe cumplir el almacenamiento se encontrarán recogidos en uno o varios de los siguientes documentos:

- Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RAPQ).
- Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE-APQ).
- Fichas de Datos de Seguridad de los productos a almacenar (FDS).

En la Figura 3 se muestra un esquema de cómo identificar los requisitos normativos aplicables al almacenamiento de productos químicos. (INSHT, 2014)

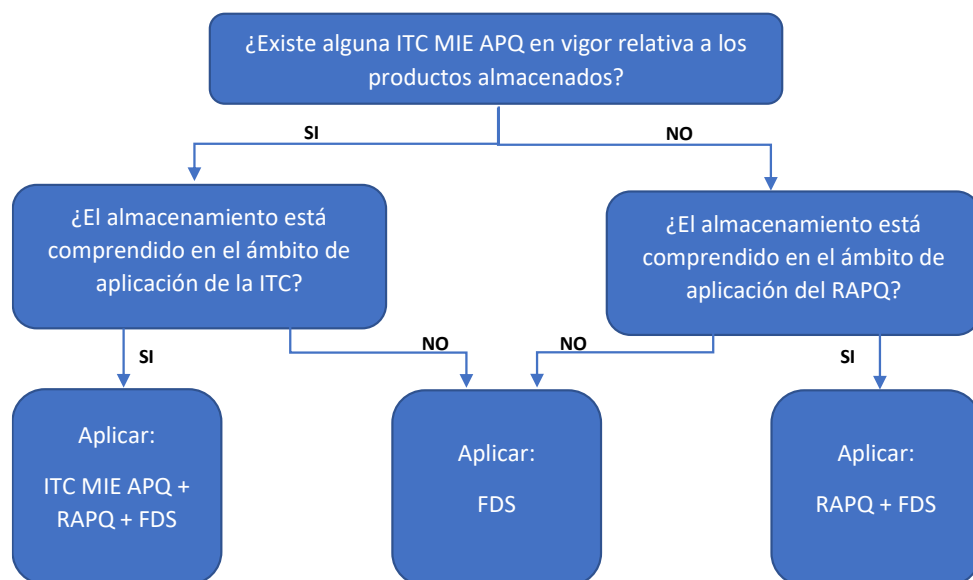


Figura 3. Esquema para la identificación de los requisitos aplicables a las instalaciones de almacenamiento de productos químicos. (INSHT, 2014)

Para identificar los requisitos legales del almacenamiento de productos químicos, hay que tener en cuenta si existe alguna ITC relativa a los productos a almacenar. En caso afirmativo, se tiene que comprobar si esta ITC es aplicable al almacenamiento que se va a realizar, para ello hay que fijarse en la cantidad a almacenar y el tiempo que va a estar almacenado el producto. En el caso de que la ITC sea aplicable hay que tener en cuenta la implementación de las medidas expuestas en la ITC MIE APQ correspondiente, el RAPQ y la Ficha de Datos de Seguridad. En caso de que la ITC no sea aplicable se tendrán en cuenta las medidas expuestas en la Ficha de Datos de Seguridad.

Por otro lado, si no existe ninguna ITC relativa al almacenamiento de productos químicos, se tendrá en cuenta si el almacenamiento está comprendido dentro del ámbito de aplicación del RAPQ. Para ello, como se ha mencionado anteriormente, se tendrán en cuenta las características de peligrosidad de las sustancias, las cantidades a almacenar y el tiempo que van a estar almacenadas dichas cantidades. En caso de que el almacenamiento esté comprendido en el RAPQ, se aplicarán las medidas expuestas en este y en la Ficha de Datos de Seguridad. En caso negativo, se tendrán solo en cuenta las medidas de la Ficha de Datos de Seguridad.

Por último, puede existir el caso en el que sean de aplicación varias ITCs. En ese caso a la hora de implementar las medidas se tendrán en cuenta las medidas más restrictivas de las ITCs que les son aplicables al producto o productos almacenados.

3. Agrupar los productos químicos garantizando su compatibilidad en el almacenamiento.

Cuando se tienen que almacenar productos con distintas características de peligrosidad, hay que tener en cuenta las incompatibilidades en el almacenamiento, ya que no se puede almacenar conjuntamente cualquier tipo de producto químico.

La información relativa a dichas incompatibilidades se puede encontrar en las ITCs del RAPQ, así como en la ficha de seguridad, en la cual existe información indicando la incompatibilidad de la sustancia. Como norma general, solo es conveniente almacenar conjuntamente productos químicos de la misma clase de peligro (INSHT,2014).

Una vez se tiene claro la existencia o no de incompatibilidades es necesario disponer de las medidas de seguridad adecuadas según la incompatibilidad, en caso de que sí existiera, para minimizar cualquier riesgo de accidente.

4. Precisar las medidas y procedimientos de trabajo durante las operaciones de manipulación de productos químicos y mantenimiento de los almacenamientos.

Una vez se tienen claros los requisitos técnicos a aplicar, no basta solo con aplicarlos para garantizar la seguridad del almacenamiento. Es indispensable realizar una serie de comprobaciones o revisiones periódicas para garantizar la seguridad en el almacenamiento (revisiones periódicas). Además, también se debe llevar a cabo un mantenimiento preventivo derivado de la identificación y evaluación de riesgos que debe realizarse una vez han sido implementados los requisitos técnicos (INSHT,2014).

Del mismo modo, cuando ya se han instalado las medidas de seguridad es conveniente que los usuarios que manipulan los productos químicos lo realicen de la manera más segura y adecuada posible. Para ello es importante que se desarrollen procedimientos de trabajo por escrito donde se expongan todas las medidas que debe tener en cuenta el personal encargado de manipular

los productos químicos, así como los equipos de protección individual a utilizar por el personal expuesto en el almacenamiento (INSHT,2014).

5. Establecer plan de emergencias en el almacenamiento.

La legislación establece que es necesario que el almacenamiento de productos químicos posea un plan de emergencias, donde se indicarán los pasos a realizar por el personal del almacenamiento ante cualquier posible situación de emergencia como pueden ser derrames, incendios o fugas. Además, también es conveniente que se realicen simulacros de emergencia, para estar preparado ante cualquier posible situación de emergencia (INSHT,2014).

La definición del plan de emergencias quedará establecida en función de la peligrosidad del almacenamiento de acuerdo a las condiciones que se explican a continuación.

En lo que se refiere a la normativa a la que se debe ajustar el plan de emergencias del almacenamiento de productos químicos, en primer lugar, hay que tener en cuenta si el almacenamiento está afectado por la normativa de accidentes graves. En ese caso habría que implementar las medidas expuestas en el Real Decreto 840/2015, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, y el Real Decreto 1196/2003, por el que se aprueba la Directriz básica de protección Civil y para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.

Por otra parte, si el almacenamiento no está afectado por la normativa de accidentes graves, hay que tener en cuenta si las cantidades almacenadas superan las cantidades señaladas en la Norma Básica de Autoprotección. Si se superan dichas cantidades, hay que implementar en el almacenamiento el plan de emergencias con las medidas del Real Decreto 393/2007, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia. En caso de que no aplique ninguno de los Reales Decretos anteriormente mencionados, se implementarán las medidas del artículo 20 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

2.4.4 Identificación de riesgos en el almacenamiento.

Aunque las instalaciones de almacenamiento de productos químicos están sujetas a normativa específica de seguridad, existe gran diversidad de tipos de almacenamientos con características propias que pueden ser muy diferentes.

Las medidas propuestas en la normativa son las condiciones mínimas generales para cualquier tipo de almacenamiento, por lo que deben completarse con una evaluación de riesgos laborales que favorezcan una mayor seguridad del personal profesionalmente expuesto en los almacenamientos.

Según la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales se debe realizar un seguimiento permanente de la actividad preventiva con el objetivo de perfeccionar de manera continua las actividades de identificación, evaluación y control de los riesgos que no se hayan podido evitar (Ley 31/1995). Esto implica evaluar los riesgos que puede generar el almacenamiento, el lugar de trabajo, la exposición laboral a productos químicos y las actividades que se realicen o los equipos que se manejen (INSHT,2014).

Todo esto implica la implementación de medidas preventivas, lo cual debe realizarse de acuerdo a los principios de acción preventiva indicados en el artículo 15 de la LPRL (Ley 31/1995), mencionados a continuación:

- Evaluar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención.
- Adoptar medidas que antepongan la protección individual a la colectiva.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores (Ley 31/1995).

Por tanto, se concluye que las condiciones de seguridad que deben cumplir los almacenamientos de productos químicos están sometidas a los cambios que pueden derivar de las modificaciones de la normativa específica y de las modificaciones del lugar de almacenamiento, como puede ser por ejemplo la ampliación del almacenamiento o la redistribución del almacenamiento objeto del presente TFG.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado es la implementación de las medidas de seguridad en la ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas de una empresa dedicada a la fabricación de fertilizantes ecológicos.

Para conseguir este objetivo principal, se pretenden conseguir los siguientes objetivos específicos:

- Implementación de las medidas de seguridad de acuerdo al Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos.
- Identificación y evaluación de los riesgos del personal encargado de manipular las materias primas corrosivas.
- Propuesta de medidas preventivas a la hora de manipular las materias primas corrosivas.

4. METODOLOGÍA

En este apartado se va a describir la metodología a seguir en la ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas y en la evaluación de riesgos del personal profesionalmente expuesto en tal almacén, con la finalidad de cumplir los objetivos establecidos, expuestos en el anterior apartado.

En primer lugar, se detallará la metodología a seguir en la implementación de medidas en la ampliación del almacenamiento de productos materia prima corrosivos, los cuales poseen una reglamentación concreta.

En segundo lugar, una vez realizada la implementación de las medidas en la ampliación del almacenamiento, se realizará una identificación y evaluación de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores en dicho almacén de materias primas corrosivas.

A continuación, en la Figura 4 se muestra esquemáticamente la metodología a seguir con sus respectivos apartados.

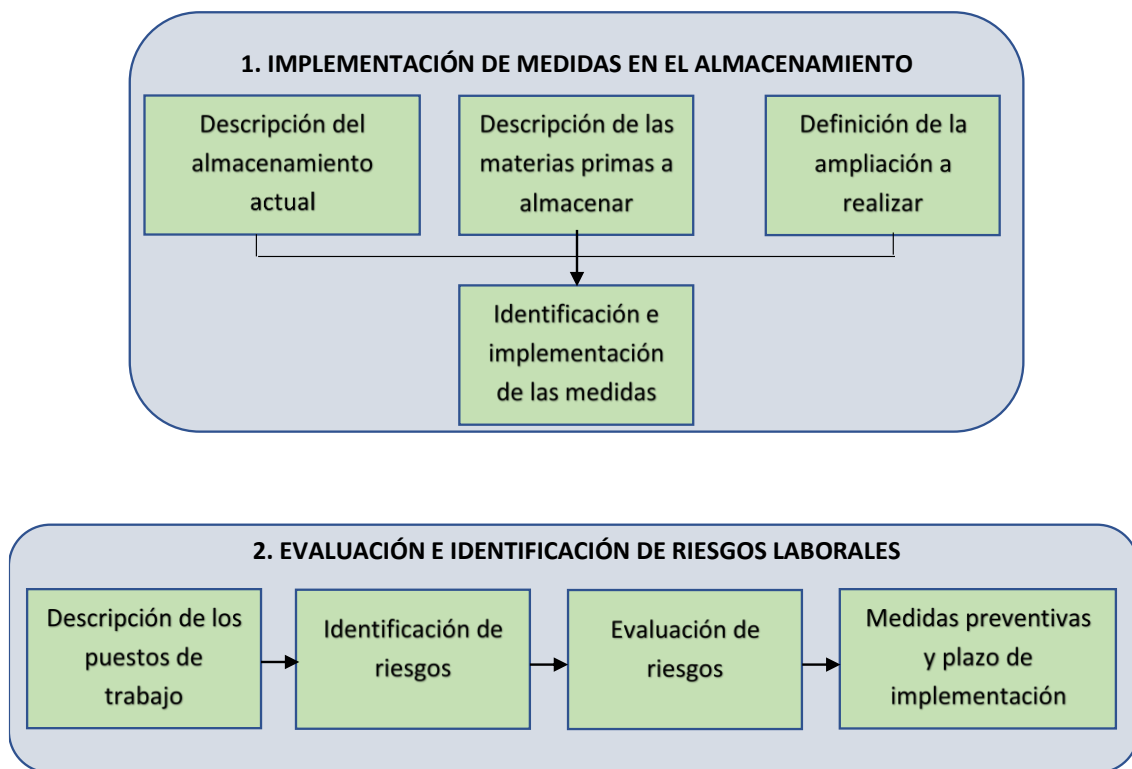


Figura 4. Esquema de la metodología a emplear en el presente TFG

4.1 Implementación de medidas en el almacenamiento

En este apartado de la metodología, se pretende describir el procedimiento a seguir para la implementación de las medidas referentes a la ampliación del almacenamiento. Toda esta implementación se realizará de acuerdo a la última actualización del Reglamento de Almacenamientos de Productos Químicos, el Real Decreto 656/2017.

4.1.1 Descripción del almacenamiento actual

En primer lugar, es necesario definir el contexto en el que se encuentra el almacenamiento en la actualidad. Para ello se describirá lo siguiente:

- La situación actual del almacenamiento de materias primas corrosivas, haciendo hincapié en su localización, para lo cual se realizará un croquis del emplazamiento del almacén.
- Materias primas actualmente almacenadas.
- Cómo están almacenadas esas materias primas.
- El proceso de carga y descarga de las materias primas.
- La legislación empleada en el almacenamiento.
- Las medidas ya implementadas en el almacenamiento (señalización, salidas de emergencia, duchas y lavaojos de emergencia, etc.).

4.1.2 Descripción de las materias primas a almacenar

Una vez se tiene descrita claramente la situación inicial del almacenamiento, en este apartado se describirán más ampliamente las materias primas que se almacenan.

A partir de la ficha de datos de seguridad se describirán las principales características de las materias primas: Etiquetado, Frases H y P, Primeros auxilios, Medidas de lucha contra incendios, Medidas en caso de vertido accidental, Manipulación y almacenamiento, Equipos de protección individual, Propiedades físicas y químicas, Estabilidad y reactividad e Información reglamentaria.

Cabe mencionar que por motivos de confidencialidad los nombres de las materias primas se codificarán de la siguiente manera: Materia prima A, B, C, D, E y F.

4.1.3 Definición de la ampliación a realizar

En este apartado se describirá el motivo de porqué ha surgido la ampliación del almacenamiento, cuál es la distribución prevista para la ampliación y cómo se va a realizar. Para presentarlo de manera más visual se acompañará de un croquis donde se señalará la zona del actual almacenamiento y la ampliación.

Para realizar la ampliación es necesario tener en cuenta todas las medidas a implementar referidas al almacenamiento de productos químicos. Para ello se tendrá en cuenta la secuencia mostrada en la Figura 3, donde se muestra el marco normativo aplicable al almacenamiento de las materias primas corrosivas.

Según está figura, extraída del INSHT, existen tres posibilidades de marco normativo aplicable referido al almacenamiento de productos químicos. Las posibilidades son las siguientes:

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

- **1ª posibilidad:** Aplicación de ITC MIE APQ, y de la Ficha de datos de seguridad.
- **2ª posibilidad:** Aplicación de la Ficha de datos seguridad.
- **3ª posibilidad:** Aplicación del RAPQ y la Ficha de datos de seguridad.

En este apartado se identificará la situación que afecta a la ampliación del almacenamiento, en función de la cantidad total a almacenar de sustancias corrosivas.

4.1.4 Identificación e implementación de medidas

Una vez identificada la situación del marco normativo a aplicar para la implementación de medidas en la ampliación del almacenamiento de productos químicos siguiendo los pasos expuestos en la Figura 3, se emplearán los documentos necesarios como la Ficha de Datos de Seguridad, el RAPQ y la correspondiente ITC, para implementar las medidas necesarias en la ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas.

Las medidas a implementar se realizarán teniendo en cuenta los siguientes aspectos de acuerdo a la normativa correspondiente:

- Condiciones ambientales.
- Incompatibilidades.
- Señalización.
- Cubetos.
- Formación/Información de los trabajadores.
- Equipos de Protección Individual (EPIs).
- Higiene y primeros auxilios.
- Ventilación.
- Incendios.
- Mantenimiento.
- Autoprotección.

4.2 Identificación y evaluación de los riesgos laborales.

En este apartado se describe la metodología que se va a emplear para identificación y evaluación de los riesgos laborales de los puestos de trabajo del personal profesionalmente expuesto en la manipulación de las materias primas corrosivas situadas en la ampliación del almacén.

4.2.1 Descripción de los puestos de trabajo.

A la hora de realizar una identificación y evaluación de riesgos laborales, es imprescindible conocer los puestos de trabajo y las funciones que realizan los trabajadores. Por ello, en este apartado se realizará una descripción de los puestos de trabajo del personal profesionalmente expuesto en el almacén de materias primas.

Se entiende como puesto de trabajo a la interacción entre el individuo, la o las máquinas que maneja, los productos que utiliza y del ambiente. Todos estos factores configuran lo que constituye una unidad de trabajo, además estos factores, son las unidades generadoras de riesgo en ese determinado puesto de trabajo.

La información necesaria sobre los puestos de trabajo se obtendrá a partir de la observación y de entrevistas no estructuradas a estos trabajadores.

Los trabajadores a evaluar son el encargado de logística, y dos operarios: operario 1, que se encarga de la parte de almacenamiento y transporte de la materia prima; y operario 2, que se encarga de manipular la materia prima para introducirla en el depósito mezclador.

Además, en este apartado se aprovechará para describir el recorrido que realizan las materias primas en la empresa, en el cual están involucrados los trabajadores anteriormente mencionados.

4.2.2 Identificación de riesgos.

En este apartado se describe la metodología empleada para identificar los riesgos existentes en los puestos de trabajo anteriormente mencionados.

Una vez conocida la función que realizan los trabajadores de los puestos de trabajo a evaluar se identificarán los riesgos que presentan los mismos a través de la clasificación de riesgos tipificados realizada por el INSHT, que se muestra en la Tabla 1 (INHST, 2000).

En la tabla se pueden observar distintos riesgos tipificados que están clasificados en cinco grandes grupos. Los riesgos relacionados con los accidentes (asociados a la seguridad), enfermedades profesionales (asociados a la higiene), fatiga, insatisfacción y posturas (asociados a la ergonomía y psicología).

En primer lugar, en lo que se refiere a los riesgos relacionados con los accidentes de trabajo cabe mencionar que este tipo de riesgo afecta físicamente al trabajador.

En segundo lugar, se encuentran las enfermedades profesionales. Este tipo de enfermedades son las producidas por la exposición a determinados agentes durante la jornada laboral. Las enfermedades producidas por este tipo de riesgos pueden manifestarse a corto o a largo plazo.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

En tercer lugar, aparecen los riesgos incluidos dentro del grupo de fatiga que son los que se producen tras una carga de trabajo excesiva tanto física como mental.

A continuación, se encuentran los riesgos contenidos dentro del grupo de insatisfacción. Estos pueden ser producidos por diversos factores en la empresa como la mala organización en el trabajo o la monotonía en el puesto de trabajo.

Por último, el riesgo incluido dentro de posturas es un riesgo que puede provocar lesiones por realizar el trabajo en una mala posición.

Tabla 1. Riesgos tipificados (INHST, 2000)

| CÓDIGO | RIESGO | CÓDIGO | RIESGO |
|--------|---|--------|---------------------------------------|
| | ACCIDENTES | | ENFERMEDAD PROFESIONAL |
| 010 | Caída de personas a distinto nivel | 310 | Exposición a contaminantes químicos |
| 020 | Caída de personas al mismo nivel | 320 | Exposición a contaminantes biológicos |
| 030 | Caída de objetos por desplome o derrumbamiento | 330 | Ruido |
| 040 | Caída de objetos en manipulación | 340 | Vibraciones |
| 050 | Caída de objetos desprendidos | 350 | Estrés térmico |
| 060 | Pisadas de objetos | 360 | Radiaciones ionizantes |
| 070 | Choques contra objetos inmóviles | 370 | Radiaciones no ionizantes |
| 080 | Choques contra objetos móviles | 380 | Iluminación |
| 090 | Golpes/cortes por objetos o herramientas | 390 | Otra exposición |
| 100 | Proyección de fragmentos o partículas | | FATIGA |
| 110 | Atrapamientos por o entre objetos | 410 | Física. Posición |
| 120 | Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos | 420 | Física. Desplazamiento |
| 130 | Sobreesfuerzos | 430 | Física. Esfuerzo |
| 140 | Exposición a temperaturas ambientales extremas | 440 | Física. Manejo de cargas |
| 150 | Contactos térmicos | 450 | Mental. Recepción de la información |
| 161 | Contactos eléctricos directos | 460 | Mental. Tratamiento de la información |
| 162 | Contactos eléctricos indirectos | 470 | Mental. Respuesta |
| 170 | Exposición a sustancias nocivas o tóxicas | 480 | Fatiga crónica |
| 180 | Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas | 490 | Otros tipos de fatiga |
| 190 | Exposición a radiaciones | | INSATISFACCIÓN |
| 200 | Explosiones | 510 | Contenido |
| 211 | Incendios. Factores de inicio | 520 | Monotonía |
| 212 | Incendios. Propagación | 530 | Rol inadecuado |
| 213 | Incendios. Medios de lucha | 540 | Autonomía insuficiente |
| 214 | Incendios. Evacuación | 550 | Comunicación/incomunicación |
| 220 | Accidentes causados por seres vivos | 560 | Relaciones |
| 230 | Atropellos o golpes con vehículos | 570 | Tiempo. Organización del trabajo |
| 240 | Accidentes de tránsito | 580 | Horario inadecuado |
| 250 | Otros riesgos de accidentes | 590 | Otros riesgos |
| | | | POSTURAS |
| | | 001 | Física, de cuello, brazos, vista |

Una vez conocidos los riesgos tipificados se elaborará una lista de comprobación con los puestos de trabajo a evaluar. En ellas se identificarán los riesgos que afectan a cada puesto de trabajo habiendo realizado previamente entrevistas no estructuradas a los trabajadores de los puestos de trabajo a evaluar y mediante la observación del desarrollo de los trabajos descritos.

4.2.3 Evaluación de los riesgos

Una vez finalizada la identificación de riesgos para cada puesto de trabajo de estudio, se realizará la evaluación de riesgos laborales.

La evaluación de riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no han podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas.

La evaluación de los riesgos se realizará de acuerdo a la metodología mixta de William T. Fine (Fine, 1971), y la metodología del INSHT (INSHT, 2018), tal y como se muestra en la Figura 5.

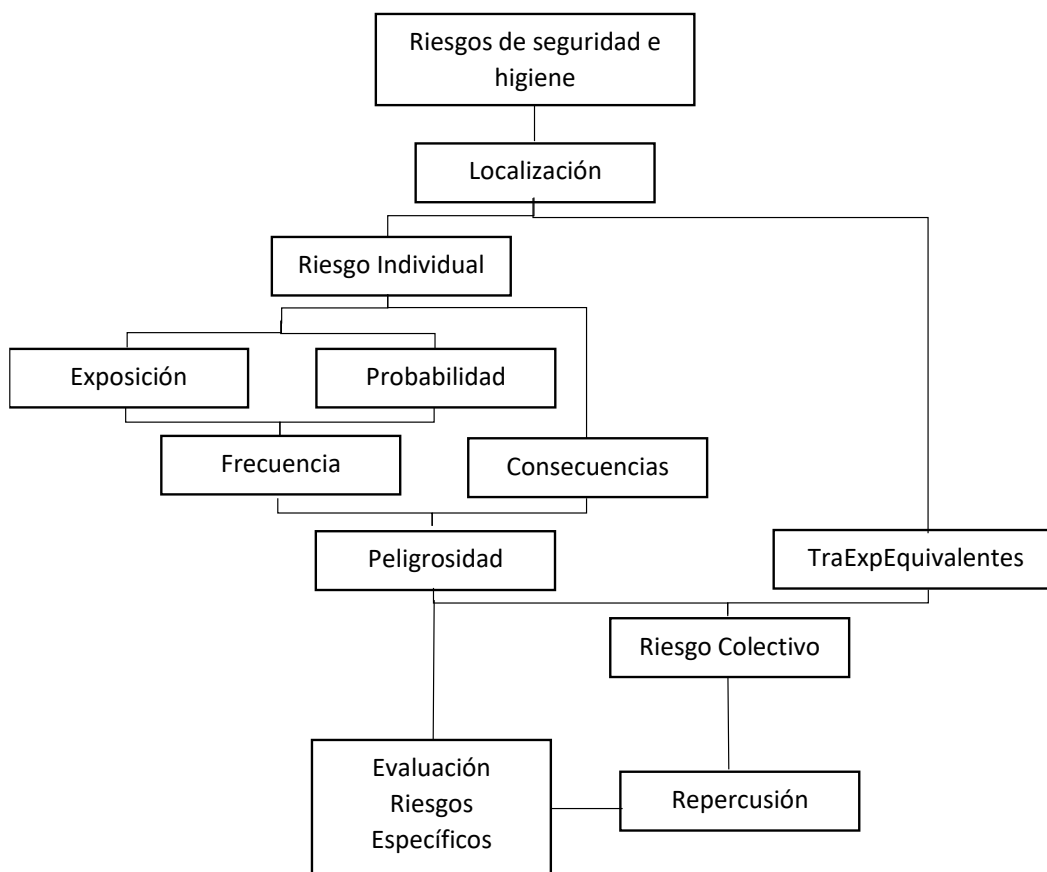


Figura 5. Metodología para la evaluación de los riesgos de Seguridad e Higiene.

Tras identificar los factores de riesgos relacionados con cada puesto de trabajo a evaluar, se determinará la exposición (E) y la probabilidad (P) de cada uno de ellos.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

Se define exposición como la frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, mientras que la probabilidad es la posibilidad de que, una vez presentada la situación de riesgo, se origine el accidente.

A continuación, se definen en las Tablas 2 y 3 los valores de exposición y probabilidad definidos por la metodología de William T. Fine.

Tabla 2. Valores de exposición. (Fine, 1971)

| EXPOSICIÓN | E | DESCRIPCIÓN |
|------------|-----|--|
| Remota | 0,5 | El trabajador podría estar expuesto a la situación que origina el accidente, pero no es usual. |
| Esporádica | 1 | El trabajador está expuesto a la situación que origina el accidente de forma esporádica |
| Ocasional | 3 | El trabajador está expuesto alguna vez en su jornada laboral y con periodos cortos de tiempo. |
| Frecuente | 6 | El trabajador está expuesto varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos. |
| Continua | 10 | El trabajador está expuesto varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado. |

Tabla 3. Valores de probabilidad. (Fine, 1971)

| PROBABILIDAD | P | DESCRIPCIÓN |
|-------------------|-----|--|
| Nunca ha sucedido | 0,5 | Nunca ha sucedido un accidente o incidente siguiendo esta secuencia, pero es concebible. |
| Reducida | 1 | El accidente tiene alguna posibilidad de ocurrir, pero es muy difícil. |
| Normal | 3 | El accidente se produciría en muy pocas ocasiones con esta secuencia de acontecimientos o situaciones. |
| Elevada | 6 | Ante esta secuencia de hechos o situación el accidente ocurrirá en algunas ocasiones. |
| Muy elevada | 10 | Ante esta situación el accidente ocurrirá siempre o casi siempre. |

Tras determinar la probabilidad y la exposición de cada factor se calcula la frecuencia (F) como el producto de las dos. Esta se define como la periodicidad con la que se puede presentar un determinado riesgo.

$$F = P * E \quad \text{Ecuación 1}$$

Siendo,

F: valor numérico de la frecuencia.

P: valor numérico de la probabilidad.

E: valor numérico de la exposición.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

En la Tabla 4 se exponen los valores de frecuencia con la descripción correspondiente.

Tabla 4. Valores de frecuencia. (Fine,1971)

| FRECUENCIA | F | DESCRIPCIÓN |
|-------------------|-------------|---|
| Baja | De 0 a 10 | La periodicidad con la que se presenta dicho factor de riesgo o el accidente es baja. |
| Media | De 11 a 50 | La periodicidad con la que se presenta dicho factor de riesgo o el accidente es bastante elevada. |
| Alta | De 51 a 100 | La periodicidad con la que se presenta dicho factor de riesgo o el accidente es muy frecuente. |

A continuación, el siguiente paso a realizar es la determinación de las consecuencias (C), definidas como el daño, debido al riesgo que se considera, más grave razonadamente posible, incluyendo desgracias personales y daños materiales.

En la Tabla 5 se exponen los valores asignados a las consecuencias con la descripción correspondiente.

Tabla 5. Valores de las consecuencias. (Fine,1971)

| CONSECUENCIAS | C | DESCRIPCIÓN |
|----------------------|----------|---|
| Leve | 1 | Lesiones que no requieren hospitalización ni baja o el sistema puede ser reparable sin paro de proceso. |
| Grave | 5 | Lesiones con baja no graves o el sistema es necesario pararlo para efectuar la reparación. |
| Muy Grave | 15 | Lesiones con baja graves, pudiendo ser incluso irreparables o destrucción parcial del sistema. |
| Mortal | 25 | Un muerto o destrucción total del sistema con posibilidad de renovarlo o repararlo. |
| Catastrófico | 50 | Varias muertes o inutilidad total del sistema. |

Tras evaluar la frecuencia y las consecuencias de cada riesgo identificado se calcula el grado de peligrosidad (r) mediante la siguiente ecuación:

$$r = F * C \quad \text{Ecuación 2}$$

Siendo,

r: grado de peligrosidad.

F: valor numérico de la frecuencia.

C: valor numérico de las consecuencias.

El valor numérico del grado de peligrosidad determinará la acción a realizar en cada riesgo, priorizando los de mayor peligrosidad. A continuación, se muestra una tabla numérico-cromática elaborada por el INSHT, en la cual se puede asociar la magnitud de un riesgo a un color (Tabla 6).

Tabla 6. Niveles de riesgo. (INSHT,2018)

| | | Consecuencias (C) | | |
|----------------|-----------------|-------------------------|----------------|-----------------------------------|
| | | Ligeramente dañinas (1) | Dañinas (5) | Extremadamente dañinas (15,25,50) |
| Frecuencia (F) | Baja (0 a 10) | Trivial (E) | Tolerable (T) | Moderado (M) |
| | Media (11 a 50) | Tolerable (T) | Moderado (M) | Importante (I) |
| | Alta (51 a 100) | Moderado (M) | Importante (I) | Intolerable (X) |

Finalmente, en la Tabla 7 se muestran las acciones a realizar según el resultado del valor de peligrosidad.

Tabla 7. Valoración de los riesgos. (INSHT,2018)

| RIESGO | ACCIÓN |
|-----------------|---|
| Trivial (E) | No se requiere acción específica. |
| Tolerable (T) | No se necesita mejorar la acción preventiva, pero se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control. |
| Moderado (M) | Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando inversiones precisas. Las medidas deben implantarse en un período determinado. Si está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisa establecer, con más precisión, la probabilidad de daño. |
| Importante (I) | No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponde a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados. |
| Intolerable (X) | No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo debe prohibirse el trabajo. |

4.2.4 Medidas preventivas y plazo de implementación.

En este último apartado de la metodología se establecerán las medidas preventivas a implementar en el almacenamiento de las materias primas corrosivas una vez han sido evaluados los riesgos.

La implementación de medidas preventivas se realizará de acuerdo a los principios de acción preventiva expuestos en el artículo 15 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Estas medidas preventivas tendrán una prioridad dependiendo del valor del factor de riesgo. A continuación, se muestra una tabla donde se puede observar la prioridad que se le debe dar a la implementación de la medida según el tipo de riesgo evaluado (Tabla 8).

Tabla 8. Prioridad de las acciones según el nivel de riesgo.

| NIVEL DE RIESGO | PRIORIDAD ACCIÓN |
|------------------------|-------------------------|
| Trivial (E) | Seguimiento |
| Tolerable (T) | Media |
| Moderado (M) | Alta |
| Importante (I) | Muy alta |
| Intolerable (X) | Inmediata |

En primer lugar, se propondrán medidas en los riesgos clasificados como intolerables e importantes, ya que no se puede continuar el trabajo si no ha sido reducido el riesgo. En segundo lugar, se propondrán medidas en los riesgos clasificados como moderados y tolerables. Pero en este caso sí que se puede continuar realizando la actividad. Y, por último, si el factor de riesgo es trivial no será necesario la implementación de medidas preventivas, se continuará con la actividad realizando un seguimiento periódico.

5. RESULTADOS

5.1 Implementación de medidas en el almacenamiento

5.1.1 Descripción del almacenamiento actual

La empresa sobre la que se va a realizar el presente Trabajo de Fin de Grado dispone de un almacenamiento de materias primas corrosivas situado en una de sus naves industriales. En la Figura 6, se muestra un esquema de la ubicación de las 6 naves de la empresa.

Las naves se encuentran ubicadas en un polígono industrial de la provincia de Valencia.

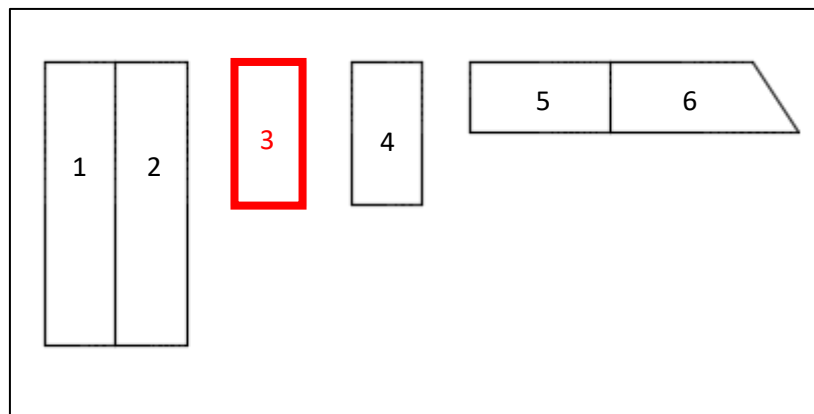


Figura 6. Esquema de la distribución de naves industriales de la empresa

Las naves 1 y 2 tienen una superficie alrededor de 800 m², mientras que la superficie de las naves 3, 4, 5 y 6 es de en torno a unos 400 m².

El almacenamiento de materias corrosivas tiene su emplazamiento en la nave 3 (resaltada en rojo en la Figura 6), y se encuentra situado cerca de la entrada a la nave. En esta nave se almacenan otras materias primas a parte de las corrosivas pero que carecen de peligrosidad.

Como se puede observar en la Figura 6, la empresa está formada por 6 naves. En la nave 1 se encuentra la zona de producción de la empresa. La nave 2 está destinada al almacenamiento de producto acabado. En la nave 3, como ya se ha mencionado, se almacenan las materias primas. La nave 4 es un almacén de material para envasado, es decir, cajas, tapones, botellas, etc. La nave 5 es un taller. Y por último la nave 6 está destinada también al almacenamiento de producto acabado.

A continuación, en la Figura 7, se muestra la distribución en planta del almacenamiento actual en la nave 3.

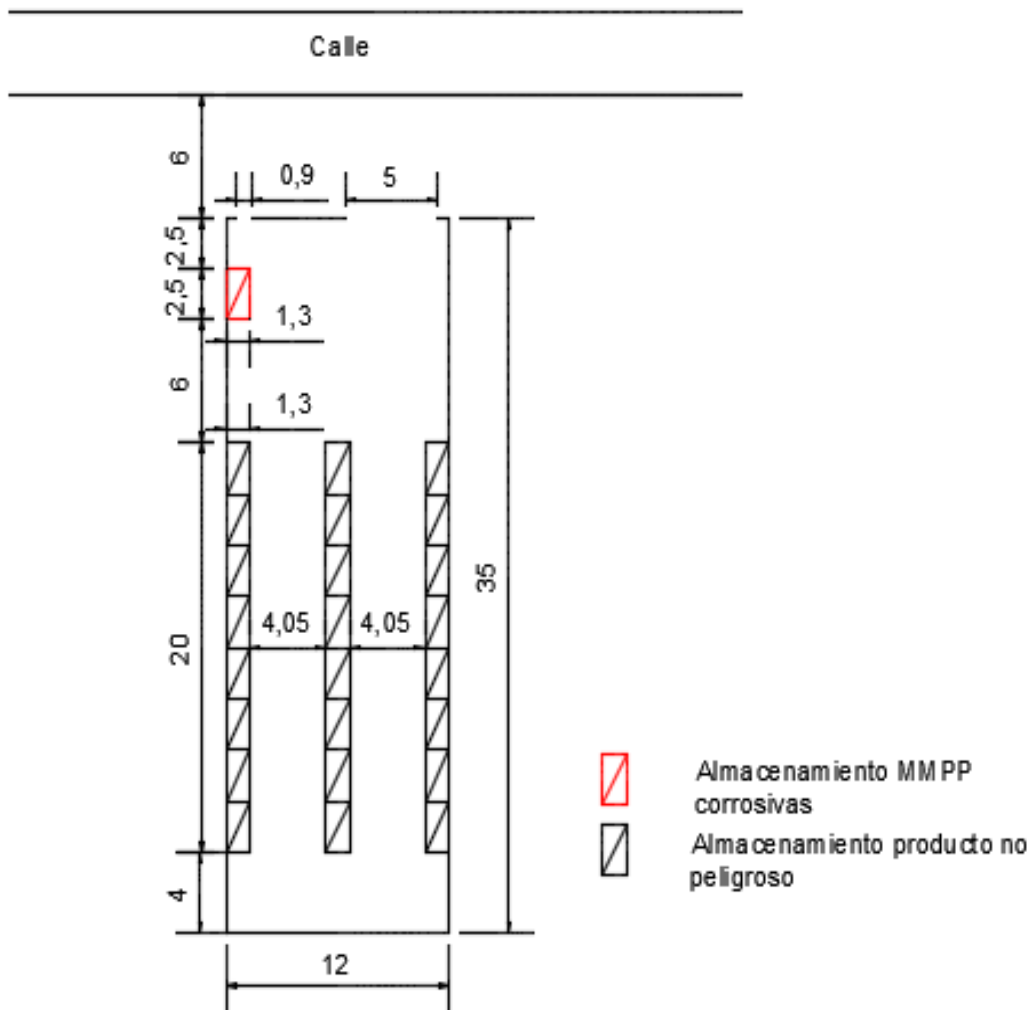


Figura 7. Distribución de las materias primas en la nave 3.

Tomando como referencia la posición de la Figura 7, en la parte superior se observa que la nave 3 tiene a unos 6 metros una calle del polígono industrial donde se encuentra ubicada. La calle no es una zona de tránsito de peatones, lo habitual es que circulen camiones y vehículos de los empleados que trabajan en dicho polígono. A la izquierda y derecha de la nave 3 existen otras dos naves de la misma empresa, la nave 2 y la nave 4, respectivamente, como se puede comprobar en la Figura 6. Estas dos naves no están pegadas a la nave 3 sino que existe una separación entre ellas dentro de la parcela de la empresa, lo suficientemente amplia para que el toro elevador circule sin ningún problema. Y, por último, en la parte inferior se encuentra situada una nave de otra empresa. Esta nave está separada de la nave 3 lo correspondiente a los retranqueos de la normativa municipal del polígono donde se encuentra situada dicha nave.

La nave 3 de la empresa es un almacén logístico donde se almacenan las materias primas que se utilizan en la fabricación de los distintos productos. Algunas de las materias primas almacenadas están clasificadas como corrosivas, mientras que el resto están consideradas como no peligrosas. En la zona de almacenamiento de materias primas corrosivas están implementadas

las medidas de la ITC MIE- APQ 6 “Almacenamiento de Líquidos Corrosivos” según el anterior Real Decreto 379/2001; mientras que en el almacenamiento de las demás materias primas se encuentran implementadas las medidas de la Ficha de Datos de Seguridad de los productos.

La entrada y salida de materia prima se realiza por la parte superior de la nave, de acuerdo con la Figura 7, en la que se observa que en la parte superior de la nave hay una puerta de 0.9 m que se utiliza para la entrada y salida del personal, y otra puerta de 5 m que es la que se emplea para la entrada y salida de los GRGs de materia prima transportados por el toro elevador. Por tanto, la entrada y la salida de materia prima se realizan siempre por la misma puerta.

Las materias primas corrosivas que se almacenan son seis: 3 ácidos y 3 bases. El almacenamiento de estos productos se realiza en recipientes móviles de tipo GRG de 1000 litros. Dichos recipientes se almacenan en una estantería con un cubeto de retención, con capacidad de dos GRG de 1000 litros por altura, hasta un máximo de 4 alturas, de forma análoga a como se muestra en la Figura 8. El almacenamiento consiste en una única pila con una capacidad máxima de 8000 litros. La cantidad almacenada de cada una de ellas es de, al menos, 1000 litros. Existirán casos en los que se almacene más cantidad de alguna materia prima, pero sin superar nunca el límite del almacenamiento (8000 litros). Todo ello dependerá de la demanda del producto y las necesidades de fabricación del mismo



Figura 8. Estantería con cubeto de retención con capacidad de dos GRG por altura. (Morandin, 2018)

De acuerdo a la planificación de la fabricación de los productos de la empresa, estas materias primas se cargan y descargan aproximadamente una vez por semana. El proceso de carga consiste en situar los recipientes GRGs que contienen las materias primas corrosivas en su estantería correspondiente desde el camión del proveedor. Mientras que el proceso de descarga consiste en coger alguno de los GRG colocados en la estantería para transportarlo a la zona de producción de la empresa. Estas dos operaciones son realizadas por personal autorizado y profesionalmente formado mediante un toro elevador.

A continuación, se indican las medidas de seguridad principales implementadas actualmente en la nave 3:

- Ducha y lavaojos en las inmediaciones del almacenamiento de materias primas corrosivas.
- Distancia desde el almacén de materias corrosivas a la salida inferior a 6 metros.
- Ventilación natural.
- Señalización según el Real Decreto 485/1997.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

- Equipo de protección individual para la manipulación del producto almacenado.
- Equipos y sistemas de protección contra incendios.
- Kit de recogida derrames.
- Plan de revisiones periódicas.
- Alumbrado de emergencia.











5.1.2 Descripción de las materias primas a almacenar

En este apartado se describirán las características más importantes de las materias primas a almacenar en la ampliación del almacén de materias primas corrosivas.

Como se ha mencionado en el apartado 4.1.2, existen un total de 6 materias primas corrosivas que por motivos de confidencialidad de la empresa se codificarán como materia prima A, B, C, D, E y F. A continuación, se describirán las principales características de estas materias primas, obtenidas a partir de la información de su Ficha de Datos de Seguridad (FDS).

En la Tabla 9 se muestra el etiquetado que debe llevar cada una de las materias primas almacenadas en la ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas, de acuerdo a los pictogramas de peligrosidad de su FDS.

Tabla 9. Etiquetado Materias Primas.

| Materia prima | Etiquetado | Materia prima | Etiquetado |
|---------------|---|---------------|--|
| A |  | D |   |
| B |   | E |  |
| C |   | F |    |

Como se observa, las seis materias primas son corrosivas. Además, cuatro de ellas son también nocivas, y una de estas cuatro es peligrosa para el medio ambiente. En la Tabla 10 se muestran cada una de las frases H y P que caracterizan a cada materia prima.

Tabla 10. Frases H y P Materias Primas.

| Materia prima | Frases H y P |
|---------------|---|
| A | <ul style="list-style-type: none"> - H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. - P310: Llamar inmediatamente a un centro de información toxicológica o a un médico. - P405: Guardar bajo llave. - P304+P340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. - P301+P330+P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito. - P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse. - P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. |
| B | <ul style="list-style-type: none"> - H319: Provoca irritación ocular grave. - H332: Nocivo en caso de inhalación. - H290: Puede ser corrosivo para los metales. - P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección. - P310: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico. - P301+P312: EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico si se encuentra mal. - P305+P351+P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. |
| C | <ul style="list-style-type: none"> - H302: Nocivo en caso de ingestión. - H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. - H290: Puede ser corrosivo para los metales. - P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección. - P310: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico. - P405: Guardar bajo llave. - P304+P340: EN CASO DE INHALACION: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. - P301+P330+P331: EN CASO DE INGESTION: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito. - P303+P361+P353: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ducharse. - P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. |
| D | <ul style="list-style-type: none"> - H302+H312+H332: Nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación. - H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. - P280: Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección. -P310: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico. - P304+P340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. - P301+P330+P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito. - P303+P361+P353: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse. - P305+P351+P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. |

Tabla 10. Frases H y P Materias Primas (continuación)

| Materia prima | Frases H y P |
|----------------------|--|
| E | <ul style="list-style-type: none"> - H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. - P260: No respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol. - P310: Llamar inmediatamente a un centro de información toxicológica o a un médico. - P405: Guardar bajo llave. - P304+P340: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. - P301+P330+P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito. - P303+P361+P353: EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ducharse. - P305+P351+P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando. |
| F | <ul style="list-style-type: none"> - H302: Nocivo por ingestión. - H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. - H317: Puede provocar una reacción alérgica en la piel. - H318: Provoca lesiones oculares graves. - H319: Provoca irritación ocular grave. - H335: Puede causar irritación respiratoria. - H411: Tóxico para los organismos acuáticos y puede provocar efectos negativos a largo plazo en el medio ambiente acuático. - P270: No comer, beber ni fumar durante su utilización. - P273: Evitar su liberación al medio ambiente. - P281: Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. - P333 + P313: En caso de irritación o erupción cutánea: Consultar a un médico. |

Se comprueba que en todas las materias primas se encuentran las frases H290 o H314, con los productos químicos corrosivos.

A continuación, en la Tabla 11 se muestran las recomendaciones a seguir en situaciones de primeros auxilios, que son las mismas para las seis materias primas.

Tabla 11. Primeros auxilios de Materias Primas.

| Materia prima | Primeros auxilios |
|----------------------|---|
| A | <ul style="list-style-type: none"> - Inhalación: Situar al accidentado al aire libre, mantenerle caliente y en reposo, si la respiración es irregular o se detiene, practicar respiración artificial. No administrar nada por la boca. Si está inconsciente, ponerle en una posición adecuada y buscar ayuda médica. |
| B | |
| C | <ul style="list-style-type: none"> - Contacto con los ojos: Lavar abundantemente los ojos con agua limpia y fresca durante, por lo menos, 10 minutos, tirando hacia arriba de los párpados y buscar asistencia médica. |
| D | <ul style="list-style-type: none"> - Contacto con la piel: Quitar la ropa contaminada. Lavar la piel vigorosamente con agua y jabón o un limpiador de piel adecuado. NUNCA utilizar disolventes o diluyentes. |
| E | <ul style="list-style-type: none"> - Ingestión: Si accidentalmente se ha ingerido, buscar inmediatamente atención médica. |
| F | <ul style="list-style-type: none"> - Mantenerle en reposo. NUNCA provocar el vómito. |

En la Tabla 12 se muestra el tipo de agente extintor que se puede utilizar en caso de incendio, siendo también el mismo para las 6 materias primas.

Tabla 12. Medidas de lucha contra incendios de las Materias Primas.

| Materia prima | Agente extintor |
|---------------|--|
| A | Extintor de polvo, espuma, CO ₂ , agua pulverizada. |
| B | |
| C | |
| D | |
| E | |
| F | |

Seguidamente, en la Tabla 13 se exponen las medidas a tener en cuenta en caso de que se produzca un vertido accidental de cualquiera de las 6 materias primas corrosivas almacenadas.

Tabla 13. Medidas en caso de vertido accidental de las Materias Primas.

| Materia prima | Medidas en caso de vertido accidental |
|---------------|--|
| A | Evitar la contaminación de desagües, aguas superficiales o subterráneas, así como del suelo. Recoger el vertido con materiales absorbentes no combustibles. Verter el producto y el absorbente en un contenedor adecuado. La zona contaminada debe limpiarse inmediatamente con un descontaminante adecuado. Todo ello con los correspondientes EPIs. |
| B | |
| C | |
| D | |
| E | |
| F | Las personas que manipulen el vertido deben llevar indumentaria de protección para productos corrosivos y equipo de respiración autónoma. Evitar que el producto derramado entre en alcantarillas, locales cerrados o vías de agua. En caso de contaminación, notificar a las autoridades competentes. Señalizar la zona. Absorber el producto con sílice absorbente o serrín. Recoger en envases adecuados y enviar a eliminación según legislación vigente. Lavar la zona con solución al 5% de bicarbonato sódico y 5% de hipoclorito sódico en agua. Dejar actuar la solución durante 30 minutos y lavar con abundante agua. |

Las medidas en caso de vertido para las materias primas A, B, C, D y E son las mismas. Mientras que, si se produce un derrame de la materia prima F, las medidas a emplear para contener el derrame son más estrictas, e implican que el adsorbente a la hora de recoger el vertido debe ser sílice o serrín, y que una vez recogido el vertido se debe lavar la superficie con una disolución de bicarbonato sódico e hipoclorito sódico. Por lo tanto, en el almacén se deberá disponer de las sustancias necesarias para la recogida adecuada de los posibles vertidos. Concretamente, en este caso se dispondrá, además de sepiolita, que es el material que actualmente dispone la empresa, de serrín y bicarbonato.

A continuación, en la Tabla 14 se muestran las recomendaciones a la hora de manipular y almacenar las materias primas corrosivas.

Tabla 14. Manipulación y almacenamiento de Materias Primas.

| Materia prima | Manipulación y almacenamiento |
|----------------------|---|
| A | No emplear nunca presión para vaciar los envases. |
| B | Cumplir con la legislación sobre seguridad e higiene en el trabajo. |
| C | Almacenar según la legislación local. Observar las indicaciones de la etiqueta. Almacenar los envases entre 5 y 35° C, en un lugar seco y bien ventilado, lejos de fuentes de calor y de la luz solar directa. Mantener lejos de puntos de ignición. Mantener lejos de agentes oxidantes y de materiales fuertemente ácidos o alcalinos. No fumar. Evitar la entrada a personas no autorizadas. Una vez abiertos los envases, han de volverse a cerrar cuidadosamente y colocarlos verticalmente para evitar derrames. |
| D | |
| E | |
| F | Evitar el contacto con la piel, ojos o ropa. Lavarse cuidadosamente después de su manejo. Manipular en zonas bien ventiladas evitando el contacto con la luz y aparte de otros productos. Usar prendas adecuadas. Almacenar a temperatura entre 0 y 50°C. Almacenar en zonas ventiladas y alejadas de usuarios. No almacenar en contenedores metálicos. No almacenar con productos de alimentación humana ni animal. Mantener rotulados los envases vacíos ya que pueden contener restos de vapores o líquido del producto. |

Las recomendaciones son comunes para las materias primas A, B, C, D y E. Mientras que para la materia prima F son algo diferentes. Esto no quiere decir que no sean compatibles, sino que hay que tener en cuenta una serie de indicaciones en esta materia prima F, ya que no puede ser almacenada en envases metálicos, posee un mayor rango de temperaturas que las demás a la hora de almacenar y que una vez vacíos los envases se recomienda marcarlos, ya que pueden contener restos de vapores o líquido del producto. Además, hay que tener precaución con la temperatura a la hora de almacenar las materias primas, ya que como máximo la temperatura de almacenamiento no debe superar los 35 ° C en las materias primas A, B, C, D y E, y 50° C en la F.

Por otra parte, en la Tabla 15 se indica el equipo de protección individual a emplear a la hora de manipular cualquiera de las materias primas corrosivas.

Tabla 15. Equipos de protección individual de las Materias Primas.

| Materia prima | Equipos de protección individual |
|----------------------|--|
| A | - Máscara filtrante para la protección contra gases y partículas. |
| B | - Guantes de nitrilo o de caucho no desechables de protección contra productos químicos. |
| C | |
| D | - Gafas de protección con montura integral. |
| E | - Ropa de protección contra productos químicos. |
| F | - Calzado de seguridad frente a productos químicos y con propiedades antiestáticas. |

Según la Ficha de Datos de Seguridad de las distintas materias primas corrosivas, el equipo de protección individual a emplear es el mismo para todas ellas. Además, todos los EPIs deben tener

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

Marcado <<CE>> de categoría III, exceptuando las gafas de protección que deben ser de categoría II.

En la Tabla 16, se destacan las propiedades físicas y químicas más importantes de las distintas materias primas corrosivas.

Tabla 16. Propiedades Físicas y químicas de las Materias Primas.

| Materia prima | Propiedades físicas y químicas |
|----------------------|---|
| A | Aspecto: Líquido incoloro Olor: Inodoro pH: <1 Punto/intervalo de ebullición: 158 °C Punto de inflamación: No es inflamable. Presión de vapor: 2 mbar (20 °C) Densidad relativa: 1,8741 gr/ cm ³ |
| B | Aspecto: Líquido de olor característico Olor: Inodoro. Ligeramente amina. pH: 11 - 12 Punto/intervalo de ebullición: 100 °C Punto de inflamación: >100 °C. Presión de vapor: Aprox. 20 mbar a 20 °C Densidad relativa:1,3 g/ cm ³ |
| C | Aspecto: Líquido claro Color: Líquido claro Olor: Inodoro pH:14 aprox. Punto/intervalo de ebullición: 146 °C Punto de inflamación: No es inflamable. Densidad relativa:1,5 g/cm ³ |
| D | Olor: aminas pH:12,1 Punto/intervalo de ebullición: 170 °C Punto de Fusión:10,5 °C Punto de inflamación: > 55 °C Inflamabilidad (sólido, gas): No se inflama fácilmente Solubilidad: miscible |
| E | Aspecto: Líquido incoloro Color: No hay datos disponibles Olor: Inodoro pH: 1 Punto/intervalo de ebullición: 158 °C Punto de inflamación: No es inflamable. Presión de vapor: 2 mbar (20 °C) Densidad relativa:1.633 g/cm ³ Hidrosolubilidad: Soluble |
| F | Aspecto: Líquido transparente Olor: No hay datos disponibles Color Amarillo claro pH: 4-6 Punto de fusión / Punto de congelación: < 0°C Punto de ebullición: 100°C Punto de inflamación: No es inflamable Presión de vapor: 13.3322 Pa Densidad relativa: 1.16-1.18 g/ml (20°C) |

A partir de las propiedades de la Tabla 16, se puede destacar que existen 3 ácidos y 3 bases en general de color incoloro o color claro, exceptuando la materia prima F que es amarilla. Además, se observa que el punto de ebullición en todas las materias primas es siempre igual o superior a los 100 °C, y que el punto de inflamación de las materias primas B y D son 100 °C y 55 °C respectivamente, las materias primas A, C, E y F no son inflamables. Esto implica que hay que tener precaución con la temperatura a la hora de almacenar estas dos materias primas, así como garantizar las condiciones de manipulación y almacenamiento mostradas en la Tabla 14.

En la Tabla 17, se muestra la estabilidad y la reactividad de las materias primas corrosivas.

Tabla 17. Estabilidad y reactividad de las materias primas.

| Materia prima | Estabilidad y reactividad |
|---------------|--|
| A | <ul style="list-style-type: none"> - El producto no presenta peligros debido a su reactividad. - Estable bajo las condiciones de manipulación y almacenamiento recomendadas. - El producto no presenta posibilidad de reacciones peligrosas. - Evitar temperaturas cercanas al punto de inflamación, no calentar contenedores cerrados. - Mantener alejado de agentes oxidantes y de materiales fuertemente alcalinos o ácidos, a fin de evitar reacciones exotérmicas. - En caso de incendio se pueden generar productos de descomposición peligrosos, tales como monóxido y dióxido de carbono, humos y óxidos de nitrógeno. |
| B | <ul style="list-style-type: none"> - Corrosión metal: Efecto corrosivo para el: aluminio - Estable bajo las condiciones de manipulación y almacenamiento recomendadas. - El producto no presenta posibilidad de reacciones peligrosas. - Evitar temperaturas cercanas al punto de inflamación, no calentar contenedores cerrados. - Mantener alejado de agentes oxidantes y de materiales fuertemente alcalinos o ácidos, a fin de evitar reacciones exotérmicas. - Sustancias a evitar: Metales anfóteros, metales ligeros. - En caso de incendio se pueden generar productos de descomposición peligrosos, tales como monóxido y dióxido de carbono, humos y óxidos de nitrógeno. |
| C | <ul style="list-style-type: none"> - Desprende hidrogeno por reacción con metales ligeros. - Inestable en contacto con ácidos. - No se descompone si se almacena y se aplica como se indica. - Puede producirse una neutralización en contacto con ácidos. - Desprende hidrogeno por reacción por metales ligeros. - Riesgo de explosión. - Reacciona exotérmicamente con agua y ácidos. - Evitar el contacto con ácidos. - Pueden generarse los siguientes productos vapores o gases corrosivos. |
| D | <ul style="list-style-type: none"> - Mismas características que la Materia Prima A |
| E | <ul style="list-style-type: none"> - El producto no presenta peligros debido a su reactividad. - Inestable en contacto con: ácidos, bases y agentes oxidantes. - En determinadas condiciones puede producirse una reacción de polimerización. - Evita calentamiento, alta temperatura y contacto con ácidos, bases y agentes oxidantes. - Pueden generarse COx y compuestos orgánicos. |
| F | <ul style="list-style-type: none"> - Este producto es estable en las condiciones específicas de almacenaje. - Evitar temperaturas superiores a 50 °C. - Posibilidad de reacciones peligrosas - Evitar el contacto con agentes oxidantes, agentes reductores y mercaptanos. - Productos de descomposición peligrosos: La combustión puede provocar ácido clorhídrico, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre. |

A partir de la información de la Tabla 17 cabe destacar que, para que no se produzca ninguna reacción hay que almacenar las materias primas de acuerdo a las condiciones de manipulación y almacenamiento recomendadas en la Ficha de Datos de Seguridad. Además, no se deben almacenar los ácidos junto a las bases, debido a la reacción peligrosa que se puede producir entre estos dos tipos de productos químicos.

Por último, en lo que se refiere a toda la información reglamentaria aplicable a las materias primas corrosivas a almacenar, se destaca que las materias primas A, B, C, D y E no están afectadas por el Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las sustancias que agotan la capa de ozono. Mientras que la materia prima F cumple los requisitos del EINECS, es decir, que está considerada como una sustancia en fase transitoria según el Reglamento REACH.

5.1.3 Definición de la ampliación a realizar

La ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas surge con el objetivo de subsanar la no conformidad detectada en el año 2017 por una auditoría externa de medio ambiente. Además, viendo la tendencia de crecimiento de la empresa, esta ampliación se utilizará para satisfacer más rápidamente la demanda del producto por parte del cliente.

El volumen de materias a almacenar se pretende ampliar al doble, concretamente a 16000 litros, de los cuales 8000 litros serán de ácidos (materias primas A, E y F) y 8000 litros de bases (materias primas B, C y D).

En primer lugar, se debe averiguar el marco normativo aplicable a la ampliación del almacenamiento. Para ello hay que identificar si existe alguna ITC MIE APQ en vigor relativa a los productos almacenados. En este caso, se localiza la ITC MIE APQ 10 "Almacenamiento en recipientes móviles", que es la de posible aplicación a las características de los recipientes a utilizar en el almacenamiento, ya que la legislación considera recipiente móvil aquel con una capacidad inferior a 3000 litros y los recipientes a utilizar por la empresa son GRGs de 1000 litros.

En siguiente lugar hay que comprobar si la capacidad del almacenamiento está comprendida en el ámbito de aplicación de la ITC. Para ello hay que consultar el Artículo 2. "Ámbito de aplicación" de la ITC MIE APQ 10. En dicho artículo se hace referencia a que la ITC MIE APQ 10 es aplicable cuando se superen o igualen las cantidades a almacenar de la columna 5 de la tabla del Artículo 2 del RAPQ. A la hora de identificar las cantidades de la tabla del Artículo 2 del RAPQ, hay que tener en cuenta que los productos químicos a almacenar son corrosivos, por tanto, las frases H que les corresponden a los productos son H290 (Corrosivo para metales) y H314 (Corrosión cutánea).

En la tabla del RAPQ se puede observar que para cada peligro existe una cantidad diferente. En el caso de las frases H290 y H314 la cantidad que indica la columna 5 son 1000 litros. Como las materias primas corrosivas son almacenadas en recipientes GRGs de 1000 litros el almacenamiento sí que está comprendido dentro del ámbito de aplicación de la ITC MIE APQ 10, ya que siempre se igualará o superará dicha cantidad, ya que como mínimo en el almacenamiento debe existir un GRG de cada materia prima.

Por tanto, para definir las medidas a implementar en el almacenamiento de materias primas corrosivas se deberá considerar la ITC MIE APQ-10, además de las medidas expuestas en la Ficha de Datos de Seguridad de cada materia prima.

El siguiente paso es justificar la ubicación de la ampliación. Si se observa la Figura 7, en la parte superior derecha existe un espacio disponible de aproximadamente unos 25 m² para colocar la ampliación del almacenamiento. En este espacio cabe sin problemas una pila de las mismas dimensiones de la que ya existe, ya que la superficie que ocupa ésta es de 3,25 m². Por otra parte, puesto que no existen distancias de seguridad expuestas en la ITC MIE APQ 10, la consideración que se va a tener en cuenta a la hora de ejecutar la ampliación es que la distancias entre las estanterías suficientes para que se puedan realizar maniobras de carga y descarga con facilidad.

Teniendo en cuenta que el radio de giro del toro elevador es de aproximadamente 1,8 m, se puede considerar que la ampliación a realizar es viable, ya que el toro podría hacer maniobras sin ningún impedimento.

En la Figura 9, se muestra cómo quedaría la ampliación del almacenamiento.

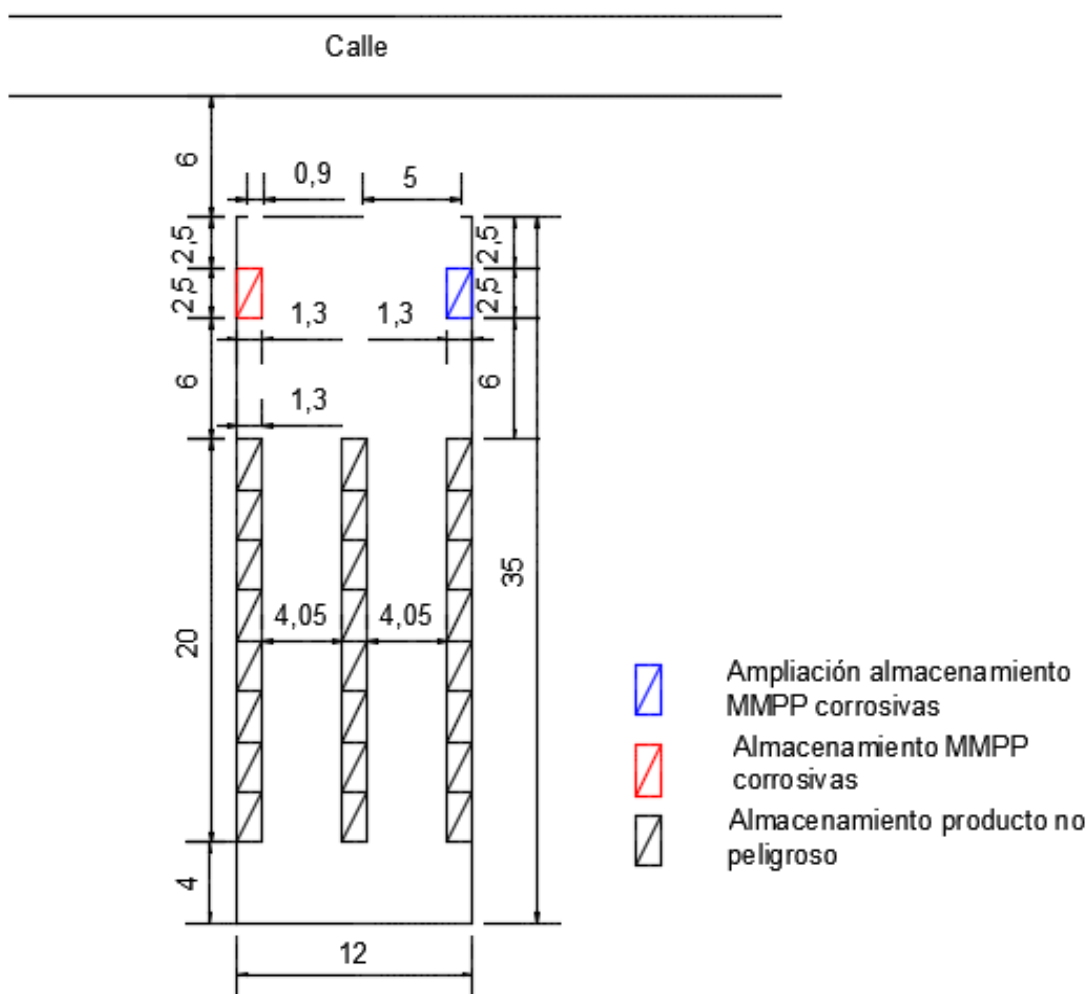


Figura 9. Esquema de la ampliación a realizar del almacenamiento de materias primas corrosivas.

La ampliación consiste en situar otra estantería de las mismas dimensiones en frente de la que ya hay situada en la nave 3, es decir, con una capacidad de 8000 litros, situando en la estantería dos GRGs por altura, hasta un máximo de 4 alturas. Así, en total se almacenarán 16000 litros de materias primas corrosivas entre las dos estanterías. La nueva estantería se situará justo en frente de la ya existente, como se puede observar en la Figura 10, con las mismas distancias hacia las demás materias primas almacenadas y hacia la segunda puerta de salida.

Por otra parte, en cuanto a la distribución de las 6 materias primas en las dos estanterías, se hará de modo que se eviten incompatibilidades en el almacenamiento. Es por eso por lo que las 6 materias primas se repartirán en las dos estanterías separando en una estantería las bases, mientras que en la otra se almacenarán los ácidos, ya que el volumen total de cada tipo coincide con mitad del total aproximado.

Se concluye que la ampliación del almacenamiento es viable según lo expuesto en la Figura 9, siempre y cuando se respeten las incompatibilidades, y bajo ningún caso se almacenen en una misma pila ácidos y bases. Para ello, el encargado de logística será el responsable de etiquetar correctamente, diferenciar y almacenar en su estantería correspondiente las materias primas una vez han sido recibidas en la empresa por parte del proveedor.

5.1.4 Identificación e implementación de medidas

En este apartado se exponen las medidas a implementar en la ampliación de almacenamiento relacionadas con los aspectos nombrados en el apartado 4.1.4. Dichos aspectos son: condiciones ambientales, incompatibilidades, señalización, cubetos, formación e información de los trabajadores, equipos de protección individual, higiene y primeros auxilios, ventilación, incendios, mantenimiento y autoprotección. Todo ello se realizará siguiendo las medidas recogidas en la ITC MIE APQ 10, además de las recomendaciones de las FDS.

Condiciones ambientales.

Las condiciones ambientales en el almacén de las materias primas corrosivas de la empresa deben ser las idóneas para poder trabajar bajo unas condiciones de seguridad.

El almacén estará lo suficientemente iluminado con la finalidad de realizar la carga y la descarga de las materias primas en condiciones seguras.

Según las recomendaciones de la FDS de las materias primas A, B, C, D y E, éstas deben almacenarse entre 5 y 35°C, y la materia prima F entre 0 y 50 °C. Al estar la nave ubicada en la provincia de Valencia, las temperaturas se cumplen al almacenarse a temperatura ambiente durante la mayor parte del año. Actualmente la empresa no dispone de instalación de aire acondicionado en la nave 3, pero está contemplando la posibilidad de instalar dicha instalación, con la finalidad de no sobrepasar las temperaturas de almacenamiento en los días más calurosos del año.

Por otra parte, cabe mencionar que, de acuerdo a la clasificación de los tipos de almacenamiento del Artículo 18 de la ITC MIE APQ 10, se tratará de un almacenamiento separado, ya que los productos se encuentran dentro del mismo sector de incendios separados en dos estanterías diferentes. Este tipo de almacenamiento implica mayor dificultad de propagación de incendio en caso de que se produzca.

Incompatibilidades.

Los productos químicos almacenados son materias primas corrosivas. Según lo expuesto en el artículo 26 de la ITC MIE APQ 10, no se almacenarán en la misma estantería productos que presenten reacciones peligrosas. Además, siguiendo las recomendaciones de la FDS expuestas en la Tablas 14 y 17 del presente TFG, los ácidos y las bases no se deben almacenar en la misma pila. Por tanto, aprovechando la ampliación del almacenamiento de productos químicos se reubicarán las materias primas, tal y como se ha explicado en el apartado anterior, y se almacenarán en una estantería las materias primas A, E y F (ácidos), mientras que en la otra las B, C y D (bases).

Señalización.

El almacenamiento debe disponer de señalización normalizada según el RD 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. El almacenamiento dispondrá de señales de peligro de productos corrosivos y señalización del uso de EPIS (guantes, mono de trabajo y botas de seguridad) en lugares próximos a las estanterías y lo suficientemente visible para los empleados.

En la entrada del almacenamiento (nave 3) se colocará una señal de acceso restringido como la expuesta en la Figura 10, según el artículo 5 de la ITC MIE APQ 10.

Además, todas las materias primas se almacenarán de acuerdo al etiquetado expuesto en el Reglamento (CE) nº 1272/2008.

Las señales de las que debe disponer el almacenamiento son las que se muestran en la Figura 10.



Figura 10. Señalización del almacenamiento de materias primas corrosivas. (Implaser, 2018).

Cubetos.

Según lo expuesto en el artículo 10 de la ITC MIE APQ 10 y la Tabla 16, “Medidas en caso de vertido accidental”, las estanterías deben disponer de un cubeto cada una, de una capacidad igual o superior al 100% de la capacidad del recipiente mayor o al 10% de la capacidad total

almacenada. Se debe seleccionar el cubeto que cumpla la mayor de las dos condiciones anteriormente nombradas.

En este caso el cubeto será como mínimo de 1000 litros ya que todos los recipientes almacenados son de este volumen. No se seleccionará un cubeto con la otra condición ya que sería de 800 litros al ser la capacidad total almacenada en la estantería de 8000 litros.

Además, en caso de que se produjese un derrame y no se pueda retener en el cubeto la empresa dispondrá de kits de derrames compuestos por material adsorbente, fregona, cubo, escoba, recogedor y recipiente para almacenar el adsorbente contaminado. Estos estarán disponibles cerca de las estanterías de almacenamiento y señalizados debidamente.

Formación e información de los trabajadores.

Según el artículo 11 de la ITC MIE APQ 10, los procedimientos de operación deben estar por escrito, por tanto, se deben revisar los procedimientos de carga y descarga de materias primas y la manipulación de estas. Si en algún caso existe algún error o es posible alguna mejora en relación con los procedimientos, estos se actualizarán.

Además, a todos los empleados expuestos en el almacén de materias primas corrosivas, una vez se haya realizado la ampliación se les formará, mediante formación externa.

Por último, todos los empleados deben tener acceso a consultar las Fichas de Datos de Seguridad, que estarán disponibles en el servidor informático de la empresa.

Equipos de Protección Individual (EPIs).

Los EPIs que deben usar los empleados para la manipulación de las materias primas deben ajustarse a las condiciones expuestas en la Ley 31/1995. Los EPIs a emplear según las recomendaciones de la FDS de todas las materias primas son los siguientes:

- Máscara filtrante para la protección contra gases y partículas cuando se esté introduciendo la materia prima en el depósito mezclador. La máscara debe ser con Marcado <<CE>> de categoría III.
- Guantes de nitrilo o de caucho no desechables de protección contra productos químicos. Estos se usarán siempre y cuando se manipulen las materias primas corrosivas. Los guantes deben ser con Marcado <<CE>> de categoría III.
- Gafas de protección con montura integral cuando se esté introduciendo la materia prima en el depósito mezclador. Las gafas tienen que ser con Marcado <<CE>> de categoría II.
- Ropa de protección contra productos químicos. Todos los empleados deben vestirse con la ropa de seguridad que le proporciona la empresa. La ropa debe disponer de Marcado <<CE>> de categoría III.
- Calzado de seguridad frente a productos químicos y con propiedades antiestáticas. Siempre que alguien se encuentre en la zona de producción o almacenamiento debe llevar este tipo de calzado. El calzado de seguridad debe ser con Marcado <<CE>> de categoría III.

La empresa será la responsable de facilitar a todos los empleados los EPIs correspondientes según la normativa, para que estos desarrollen su labor bajo unas condiciones de seguridad óptimas.

Higiene y primeros auxilios.

Las medidas relativas a la higiene y primeros auxilios están expuestas en la FDS de cada materia prima y en el Artículo 13 de la ITC MIE APQ 10, donde se expone que hay que evitar entrar en contacto con las materias primas corrosivas por vía oral, cutánea o inhalación. En caso de entrar en contacto con la materia prima por alguna de las vías anteriormente nombradas, se debe buscar atención médica. Para estar preparado ante cualquier posible situación, se formará a los empleados para que actúen de la manera más correcta posible.

Si el contacto es por vía oral no se debe provocar el vómito. Si el contacto es por vía cutánea se debe lavar la piel con agua y jabón. Si se produce una inhalación de la materia prima, se debe situar al accidentado al aire libre y en el caso de que la respiración sea irregular se practicará la respiración artificial. Por último, si se produce un contacto de la materia prima con los ojos, estos se lavarán inmediatamente con agua limpia. Para ello se instalarán lavaojos y duchas de emergencia en las inmediaciones de las estanterías según la UNE-EN 15154.

Actualmente existe un lavaojos y una ducha de emergencia, pero será necesario la instalación de un nuevo lavaojos y una nueva ducha, los cuales deben ir señalizados como se muestra a continuación en la siguiente figura.



Figura 11. Señalización de ducha y lavaojos de emergencia. (Implaser, 2018).

Ventilación.

A la hora de almacenar las materias primas corrosivas se debe hacer en un lugar lo suficientemente aireado y ventilado. Por ello, las estanterías estarán situadas cerca de las entradas y salidas de la nave 3, ya que esta solo tiene acceso por la fachada frontal. Además, en dicha fachada existen unas ventanas, que deben estar en todo momento abiertas, con la finalidad de que exista ventilación natural.

Incendios.

Dependiendo del tipo de materia prima corrosiva que se almacene se colocarán agentes extintores de distinto tipo. En este caso según las recomendaciones de la FDS de las seis materias primas el agente extintor a emplear en caso de incendio es el extintor de polvo, de espuma, de CO₂ o de agua pulverizada.

En este caso en la nave 3 ya existen extintores de polvo, por tanto, se deberá realizar una revisión de estos para comprobar su correcto estado y funcionamiento. Además, se colocará un nuevo extintor de polvo próximo a la nueva estantería del almacenamiento.

También hay que tener en cuenta la señalización de este extintor nuevo, por tanto, el almacenamiento debe disponer de la señal de la Figura 12.



Figura 12. Señalización extintor. (Implaser, 2018).

Mantenimiento.

El almacenamiento de materias primas corrosivas debe tener un plan de mantenimiento. En él, según el Artículo 15 de la ITC MIE APQ 10, se debe revisar el correcto funcionamiento de las duchas y lavaojos de emergencia semanalmente, los equipos de protección individual según las instrucciones de los suministradores, los cubetos de las dos estanterías, la iluminación, que debe ser lo suficiente para poder trabajar de manera cómoda, las ventanas, que deben estar limpias en todo momento, también se debe comprobar la estabilidad de las estanterías, la correcta ubicación y funcionamiento de los equipos de protección contra incendios y que existe una correcta señalización de los peligros de las materias primas. Todo esto se realizará por un trabajador, el cual registrará todo en una lista de comprobación, con la finalidad de subsanar las deficiencias lo más rápidamente posible.

Además, anualmente se realizará una revisión por un inspector de la empresa el cual debe emitir un certificado de dicha revisión. En esta se revisará lo expuesto anteriormente en el plan de mantenimiento.

Autoprotección.

Según el Artículo 14 de la ITC MIE APQ 10, el plan de autoprotección del almacenamiento de materias primas corrosivas debe ajustarse a lo establecido en el artículo 11 del RAPQ. Según este artículo del RAPQ hay que consultar el Anexo I del Real Decreto 393/2007, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia. Una vez consultado, se observa que no se superan las cantidades mínimas para su aplicación.

Por tanto, como el almacenamiento no está afectado por la normativa de accidentes graves, hay que comprobar si es aplicable la norma básica de autoprotección. En este caso no es aplicable la norma básica de autoprotección ya que no se superan las cantidades expuestas en ella. Se

almacenan 16 m³ de materias primas corrosivas, mientras que la Norma Básica de Autoprotección es aplicable a partir de 500 m³ de producto químico corrosivo.

Lo que significa que, a la hora de establecer un plan de autoprotección del almacenamiento, se tendrá en cuenta lo expuesto en el artículo 20 de la Ley 31/1995. Dicho artículo expone que el empresario designará a una persona dentro de la empresa que se encargará de analizar y adoptar las medidas necesarias dentro de la empresa ante situaciones de emergencia. En este caso, dicha persona será la directora de calidad.

Además, según el artículo 20 de la ITC MIE APQ 10, el almacenamiento debe disponer de dos accesos independientes. Estos están situados en la parte superior de la nave, observando la Figura 10. En este artículo se menciona que el recorrido máximo real al exterior desde la zona de almacenamiento de materias primas corrosivas no debe superar los 25 m. Como se observa en dicha figura, las estanterías están ubicadas a unos 5 m aproximadamente de las salidas, por lo tanto, esta condición se cumple a la hora de diseñar un plan de emergencias en el almacenamiento.

También hay que tener en cuenta la señalización de estas dos salidas, las cuales una de ellas será la de emergencia, en concreto la de la izquierda de la Figura 9 de 0.9 metros. La señalización que debe tener el almacenamiento es la siguiente.



Figura 13. Señalización de las salidas del almacenamiento. (Implaser, 2018).

En resumen, las medidas a implementar en la ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas son las siguientes:

- Almacenamiento en estanterías diferentes los ácidos de las bases.
- Señalización adecuada en el almacenamiento.
- Actualización de los procedimientos y formación a los trabajadores.
- Acceso a la consulta de las Fichas de Datos de Seguridad.
- Disponibilidad y uso del equipo de protección individual adecuado.
- Instalación en las inmediaciones de las estanterías de duchas y lavajos de emergencia.
- Abertura en todo momento de las ventanas de la fachada frontal de la nave 3.
- Revisión de los extintores de polvo de la nave 3.
- Instalación de un nuevo extintor en la nave 3, próximo a la nueva estantería.
- Realización de un plan de mantenimiento por parte de un empleado de la empresa y registro de este.
- Revisión anual de la instalación por parte de un inspector cualificado de la empresa.
- Designación de la directora de calidad como la responsable de establecer un plan de emergencias en el almacenamiento de materias primas corrosivas.

5.2 Identificación y evaluación de los riesgos laborales.

5.2.1 Descripción de los puestos de trabajo.

Los puestos de trabajo sobre los que se realizarán la identificación y evaluación de riesgos son 3. En concreto son el encargado de logística, el operario 1 y el operario 2. A continuación se describen las principales funciones que realizan cada uno de los trabajadores y que relación tienen con el almacén de materias primas corrosivas objeto de este TFG.

- **Encargado de logística:** Dicho puesto de trabajo consiste en coordinar todos los almacenes de materia prima de los que dispone la empresa. Organiza toda la materia prima que recibe la empresa y la ubica en su lugar correspondiente. También es el encargado de realizar la tramitación y expedición de cualquier pedido.
La relación de este trabajador con las materias primas corrosivas es la de situarlas en el almacén en su lugar correspondiente. Para ello, él se encarga de descargar la materia prima del camión del proveedor que la transporta. Para esta descarga utiliza un toro elevador. Una vez está descargada la materia prima del camión, esta es ubicada en su lugar correspondiente. En concreto, en una estantería de la zona dedicada al almacenamiento de materias primas en la nave 3.
- **Operario 1:** Este trabajador se encarga de transportar las materias primas desde el lugar donde se almacenan hasta la zona de producción, donde serán introducidas en el depósito mezclador para fabricar el producto deseado. El operario 1 recibe órdenes del encargado de producción (encargado diferente al de logística) para buscar la materia prima en el almacén correspondiente y situarla cerca de los depósitos mezcladores.
La relación del operario 1 con la materia prima corrosiva es el proceso de transporte desde las estanterías donde está almacenada hasta la zona de los depósitos mezcladores. Para ello este operario utiliza un toro elevador para descargar el depósito GRG de la estantería y llevarlo hasta la zona de la fábrica correspondiente.
- **Operario 2:** Por último, este trabajador es el encargado de introducir las materias primas en los depósitos mezcladores. Al tratarse de materias primas líquidas, el GRG es conectado a una bomba que es conectada a una manguera que se introduce en el depósito mezclador.
La relación que posee dicho trabajador con las materias primas corrosivas es que a la hora de introducir las materias primas correspondientes para fabricar un producto alguna de estas puede ser corrosiva. Esta introducción en el depósito mezclador debe realizarse de manera segura y utilizando correctamente los EPIs adecuados.

A continuación, para concluir este apartado se describirá el recorrido que realiza la materia prima corrosiva.

La materia prima corrosiva llega a la empresa por parte del proveedor correspondiente. Una vez esta ha pasado los controles de calidad correspondientes descritos en el apartado “2.2 Descripción del proceso productivo”, esta es ubicada en la zona correspondiente al almacenamiento de productos químicos corrosivos, situado en la nave 3.

En el caso de que por necesidades de producción sea necesario la utilización de una materia prima corrosiva, esta será transportada desde su ubicación en la nave 3 a la zona de la fábrica donde se encuentran los depósitos mezcladores.

Una vez la materia prima se encuentre situada cerca de los depósitos mezcladores será introducida dentro de estos mediante una manguera con una bomba. Todas las operaciones de transporte una vez ha llegado la materia prima corrosiva son realizadas utilizando un toro elevador.

En la siguiente figura se muestra de manera esquemática el recorrido que realiza a lo largo de toda la planta la materia prima corrosiva una vez ha llegado procedente del proveedor.

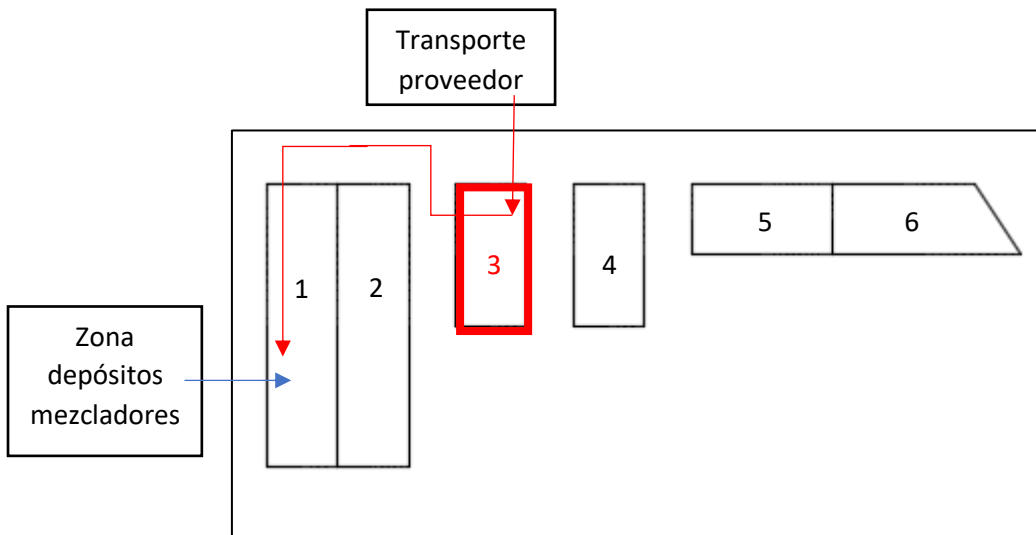


Figura 14. Distribución en planta y del recorrido de la materia prima corrosiva en la empresa.

5.2.2 Identificación de riesgos.

En este apartado se identificarán los riesgos tipificados que existen en los puestos de trabajo del encargado de logística, el operario 1 y el operario 2. Una vez identificados, se comentará en detalle la situación que da origen a esos riesgos.

Tabla 18. Lista de comprobación de riesgos laborales en los puestos de trabajo.

| Operario 2 | Operario 1 | Encargado de logística | PUESTO DE TRABAJO | |
|------------|------------|------------------------|---|--|
| | | | FACTORES DE RIESGO | |
| | | | ACCIDENTES | |
| | | x | 010.-Caídas de personas a distinto nivel | |
| x | | | 020.-Caídas de personas al mismo nivel | |
| | x | x | 030.-Caída de objetos por desplome o derrumbamiento | |
| x | x | x | 040.- Caídas de objetos en manipulación | |
| | | | 050.- Caídas de objetos desprendidos | |
| x | | | 060.- Pisadas sobre objetos | |
| | x | x | 070.- Choques y golpes contra objetos inmóviles | |
| | x | x | 080.- Choques y golpes contra objetos móviles | |
| | | | 090.- Golpes y cortes por objetos o herramientas | |
| | | | 100.- Proyección de fragmentos o partículas | |
| | | | 110.- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos | |
| | | | 120.- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos | |
| x | | | 130.- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos | |
| | | | 140.- Exposición a temperaturas ambientales extremas | |
| | | | 150.- Contactos térmicos | |
| x | | | 161.- Contactos eléctricos directos | |
| x | | | 162.- Contactos eléctricos indirectos | |
| | | | 170.-Exposición a sustancias nocivas o tóxicas | |
| x | x | x | 180.- Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas | |
| | | | 190.- Exposición a radiaciones | |
| | | | 200.- Explosión | |
| | | | 211.- Incendio. Factores de inicio | |
| | | | 212.- Incendio. Factores de propagación | |
| | | | 213.- Incendio. Medios de lucha | |
| | | | 214.- Incendio. Evacuación | |
| | | | 220.-Accidentes causados por seres vivos | |
| x | | | 230.- Atropellos o golpes con vehículos | |
| | | | 240.- Accidentes de tránsito | |
| | | | 250.- Otros riesgos de accidentes | |

Tabla 18. Lista de comprobación de riesgos laborales en los puestos de trabajo (continuación).

| Operario 2 | Operario 1 | Encargado de logística | PUESTO DE TRABAJO | |
|------------|------------|------------------------|---|--|
| | | | FACTORES DE RIESGO | |
| | | | ENFERMEDAD PROFESIONAL | |
| X | X | X | 310.- Exposición a contaminantes químicos | |
| | | | 320.- Exposición a contaminantes biológicos | |
| X | X | X | 330.- Ruido | |
| | | | 340.- Vibraciones | |
| | | | 350.- Estrés térmico | |
| | | | 360.- Radiaciones ionizantes | |
| | | | 370.- Radiaciones no ionizantes | |
| | | | 380.- Iluminación | |
| | | | 390.- Otra exposición | |
| | | | FATIGA | |
| | | | 410.- Física. Posición | |
| | | | 420.- Física. Desplazamiento | |
| | | | 430.- Física. Esfuerzo | |
| | | | 440.- Manejo de cargas | |
| | X | X | 450.- Mental. Recepción de información | |
| | X | X | 460.- Mental. Tratamiento de la información | |
| | | | 470.-Mental. Respuesta | |
| | | | 480.- Fatiga crónica | |
| | | | 490.- Otros signos de fatiga | |
| | | | INSATISFACCIÓN | |
| | | | 510.- Contenido | |
| X | X | X | 520.- Monotonía | |
| | | | 530.- Rol inadecuado | |
| | | | 540.- Autonomía insuficiente | |
| | | | 550.- Comunicación. Incomunicación | |
| | | | 560.-Relaciones | |
| | | | 570.- Tiempo de trabajo | |
| | | | 580.- Horario inadecuado | |
| | | | 590.- Otras insatisfacciones | |
| | | | POSTURAS | |
| X | X | X | 001.- Física. Cuello, brazos, vista. | |

En el encargado de logística y en el operario 1 se han identificado un total de 12 y 11 riesgos respectivamente. Mientras que en el operario 2 se han identificado 12 riesgos tipificados.

A continuación, se comenta en detalle cada uno de los riesgos tipificados identificados en los puestos de trabajo a evaluar.

Encargado de logística y Operario 1

Para el encargado de logística y el operario 1 se identifican los mismos riesgos ya que realizan operaciones similares en la planta, a excepción del riesgo 010.- Caídas de personas a distinto nivel que solo se identifica en el encargado de logística.

- **010.-Caídas de personas a distinto nivel.** Está expuesto a este riesgo cuando descarga la materia prima del camión del proveedor. Existe un desnivel de 1 a 1.5 metros que depende de la altura del camión a la hora de maniobrar con el toro elevador para cargar y descargar la materia prima del camión. Se coloca un muelle de carga móvil.
- **030.-Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.** En la estantería donde se almacenan las materias primas corrosivas puede existir el caso en el que estas se coloquen inadecuadamente y se produzca un derrumbamiento. La estantería posee una altura de 5.5 metros aproximadamente y en ella caben un total de ocho GRGs, dos por altura hasta un máximo de 4 alturas. Los GRGs se almacenan en la estantería sobre un pallet cada uno de ellos. Hay que realizar periódicamente revisiones sobre el almacenamiento para comprobar el buen estado de los GRGs y que no existe ningún pallet roto.
- **040.- Caídas de objetos en manipulación.** A la hora de cargar o descargar el GRG con la materia prima corrosiva, se puede producir una caída de este desde el camión del proveedor o desde la estantería. Puede darse el caso que el GRG sea sujetado mal por el toro elevador, lo que podría provocar una caída de este. También al transportar la materia prima puede producirse la caída del GRG. Ya ha sucedido alguna vez en la empresa este accidente. En estos casos los operarios deben contener el derrame que se produce. Para ello la empresa dispone kits de derrames, en los que se encuentra material absorbente que se emplea para recoger el derrame producido. Cuando se ha producido el accidente, dependiendo del lugar donde se haya producido el derrame hay que parar el proceso productivo. Si el derrame se produce en el patio de la empresa no hay problema en continuar con el proceso productivo, ya que se manda a uno o varios operarios a que contengan el derrame. Sin embargo, si el derrame se produce en la zona de producción es necesario parar el proceso productivo hasta que se realice la limpieza de dicho derrame, ya que si se continúa produciendo podría dar lugar a la contaminación de producto. Además, el derrame podría provocar la caída de algún empleado en la zona de producción.
- **070.- Choques y golpes contra objetos inmóviles.** A la hora de conducir el toro elevador se puede producir un choque contra cualquier objeto inmóvil de la fábrica tales como las líneas de envasado o las estanterías. Las zonas de paso del toro elevador están delimitadas, pero siempre existe el riesgo de que por un despiste del operario se produzca algún golpe o choque.
- **080.- Choques y golpes contra objetos móviles.** A la hora de conducir el toro elevador se puede producir un choque contra otro vehículo de estas características que se

encuentre circulando. Esto es debido a que se puede producir algún despiste por parte de los operarios en las naves, sobre todo, cuando deben girar y no miran si viene otro vehículo por alguno de los lados.

- **180.- Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.** Existe el riesgo de contacto con sustancias corrosivas. Es una fábrica de fertilizantes ecológicos. Puede que lleguen a la empresa GRGs mal cerrados o con fugas. Todos los GRGs son de plástico y están homologados, pero pueden existir casos en los que estos se almacenen en mal estado sin que el encargado de logística o el operario 1 se den cuenta. Para estos casos las estanterías donde se almacenan los GRGs poseen cubetos, además existen kits de derrames en todas las naves donde se almacena producto. Estos derrames o fugas suelen ser pequeños y se suelen detectar una vez almacenados los GRGs al observar alguna mancha sobre la estantería, sobre el suelo próximo a la estantería o en el propio cubeto.
- **310.- Exposición a contaminantes químicos.** En la empresa durante la jornada laboral hay exposición a contaminantes químicos en los almacenes y la zona de producción. Además de las materias primas corrosivas, en la empresa existen productos finales que son nocivos.
- **330.- Ruido.** Durante la jornada laboral los empleados de la fábrica están constantemente expuestos al ruido. Sobre todo, mientras el funcionamiento de las líneas envasadoras, los compresores y el uso de las bombas para suministrar el producto a los depósitos mezcladores. Se han realizado mediciones de ruido y el resultado ha sido favorable, es decir, según los resultados no se superan los valores límites de ruido establecidos en Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. No es necesario que los trabajadores usen protectores auditivos.
- **450.- Mental. Recepción de información.** El encargado de logística y el operario 1 reciben mucha información. El encargado de logística a la hora de recibir y colocar las materias primas, y el operario 1 cuando tiene que transportar las materias primas a la zona de los depósitos mezcladores.
- **460.- Mental. Tratamiento de la información.** El encargado de logística y el operario 1 deben tramitar rápidamente la información que reciben para poder organizarse y optimizar mejor el tiempo.
- **520.- Monotonía.** Durante el año, existen varios periodos donde el trabajo es monótono ya que los operarios y el encargado deben realizar operaciones muy repetitivas, debido a la gran demanda de producto que recibe la empresa. En las épocas de demanda, los trabajadores suelen realizar las mismas tareas todo el tiempo, y estos necesitan realizar horas extra de trabajo, a parte de su jornada laboral, para poder cumplir con los pedidos que les han demandado los clientes.

- **001.- Física. Cuello, brazos, vista.** Los empleados pueden sufrir alguna lesión física en cuello o brazos relacionado con la postura a la hora de conducir el toro elevador. Existen días en los que pasan demasiado tiempo subido a él transportando GRGs. Pueden llegar a estar más de cinco horas seguidas conduciendo el toro elevador.

Operario 2

- **020.-Caídas de personas al mismo nivel.** El operario 2 puede sufrir este tipo de caídas mientras está manipulando la materia prima en el GRG. Existe el riesgo de que tropiece con la manguera que conecta el GRG con el depósito mezclador.
- **040.- Caídas de objetos en manipulación.** A la hora de conectar la bomba con el GRG puede producirse una caída de dicho objeto si no se sujeta adecuadamente en el acople que se sitúa en la abertura del GRG.
- **060.- Pisadas sobre objetos.** En la manipulación de las materias primas puede producirse alguna pisada sobre la manguera de conexión del GRG con el depósito mezclador.
- **130.- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos.** Cuando se fabrica un producto existe el riesgo de que se realicen sobreesfuerzos y movimientos repetitivos cuando se conecta la bomba al GRG que contiene la materia prima. Este movimiento se realiza a la hora de la introducción de las materias primas. Dependiendo del tipo de producto se necesitan más o menos materias primas para fabricarlo, por tanto, este movimiento se realizará con mayor o menor frecuencia.
- **161.- Contactos eléctricos directos.** La bomba para que realice su función debe ir conectada a la corriente eléctrica. Una mala conexión o un cable en mal estado puede producir un contacto eléctrico directo o indirecto.
- **162.- Contactos eléctricos indirectos.** Explicado en el anterior riesgo (161).
- **180.- Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.** Alguna de las materias primas que manipula el operario 2 durante su jornada laboral son materias primas corrosivas. Existe el riesgo de que el operario sufra un contacto inadecuado con dichas sustancias. Han existido casos que se han producido accidentes por un mal uso de los EPIs. Se han producido accidentes de contacto en los ojos y contacto con la piel. Uno por no usar las gafas de seguridad y otro por manipular la materia prima sin el uso de la indumentaria adecuada. Inmediatamente, una vez producido el accidente, se acudió al servicio médico.
- **230.- Atropellos o golpes con vehículos.** El operario 2 está expuesto durante gran parte de su jornada laboral al atropello mediante toros elevadores. No existen casos de que se hayan producido atropellos en la empresa. A pesar de ello, no existen vías de paso señalizada en las zonas de producción y envasado.

- **310.- Exposición a contaminantes químicos.** En la empresa durante la jornada laboral hay exposición a contaminantes químicos en los almacenes y la zona de producción. Además de las materias primas corrosivas, en la empresa existen productos finales que son nocivos.
- **330.- Ruido.** Durante la jornada laboral los empleados de la fábrica están constantemente expuestos al ruido. Sobre todo, mientras el funcionamiento de las líneas envasadoras, los compresores y el uso de las bombas para suministrar el producto a los depósitos mezcladores. Se han realizado mediciones de ruido y el resultado ha sido favorable, es decir, según los resultados no se superan los valores límites de ruido establecidos en Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. No es necesario que los trabajadores usen protectores auditivos.
- **520.- Monotonía.** Durante el año, existen varios periodos donde el trabajo es monótono ya que los operarios y el encargado deben realizar operaciones muy repetitivas, debido a la gran demanda de producto que recibe la empresa. En las épocas de demanda, los trabajadores suelen realizar las mismas tareas todo el tiempo, y estos necesitan realizar horas extra de trabajo, a parte de su jornada laboral, para poder cumplir con los pedidos que les han demandado los clientes.
- **001.- Física. Cuello, brazos, vista.** El operario 2 puede sufrir algún riesgo con la postura si no realiza en una posición adecuada la conexión de la bomba con el GRG.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

5.2.3 Evaluación de los riesgos

Una vez finalizada la identificación de riesgos para cada puesto de trabajo de estudio, se realizará la evaluación de riesgos laborales.

El resultado de la evaluación de riesgos es el siguiente:

Tabla 19. Encargado de logística y Operario 1

| CÓDIGO | FACTORES DE RIESGO | EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS | | | | | |
|--------|--|-------------------------------|---|----|----|---|-----|
| | | E | P | F | C | M | r |
| 010 | Caída de personas a distinto nivel | 6 | 3 | 18 | 25 | I | 450 |
| 030 | Caída de objetos por desplome o derrumbamiento | 6 | 3 | 18 | 25 | I | 450 |
| 040 | Caída de objetos en manipulación | 6 | 3 | 18 | 15 | I | 270 |
| 070 | Choques y golpes contra objetos inmóviles | 3 | 3 | 9 | 5 | T | 45 |
| 080 | Choques y golpes contra objetos móviles | 3 | 3 | 9 | 5 | T | 45 |
| 180 | Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas | 3 | 3 | 9 | 15 | M | 135 |
| 310 | Exposición a contaminantes químicos | 3 | 3 | 9 | 15 | M | 135 |
| 330 | Ruido | 10 | 6 | 60 | 5 | I | 300 |
| 450 | Mental. Recepción de información | 6 | 6 | 36 | 1 | T | 36 |
| 460 | Mental. Tratamiento de la información | 6 | 6 | 36 | 1 | T | 36 |
| 520 | Monotonía | 6 | 6 | 36 | 1 | T | 36 |
| 001 | Física, de Cuello, Brazos, Vista | 6 | 3 | 18 | 5 | M | 90 |

Para el encargado de logística y el operario 1 se han identificado 4 riesgos con nivel de riesgo importante (3 para el operario 1), 5 con nivel de riesgo tolerable y 3 con nivel de riesgo moderado. A la hora de realizar la implementación se dará prioridad a los factores de riesgo con nivel importante.

Tabla 20. Operario 2.

| CÓDIGO | FACTORES DE RIESGO | EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS | | | | | |
|--------|--|-------------------------------|---|----|----|---|-----|
| | | E | P | F | C | M | r |
| 020 | Caída de personas al mismo nivel | 6 | 3 | 18 | 5 | M | 90 |
| 040 | Caída de objetos en manipulación | 6 | 3 | 18 | 5 | M | 90 |
| 060 | Pisadas sobre objetos | 6 | 3 | 18 | 5 | M | 90 |
| 130 | Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas | 6 | 6 | 36 | 5 | M | 180 |
| 161 | Contactos eléctricos directos | 6 | 1 | 6 | 25 | M | 150 |
| 162 | Contactos eléctricos indirectos | 6 | 1 | 6 | 25 | M | 150 |
| 180 | Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas | 3 | 3 | 9 | 15 | M | 135 |
| 230 | Atropellos o golpes con vehículos | 6 | 3 | 18 | 25 | I | 450 |
| 310 | Exposición a contaminantes químicos | 3 | 3 | 9 | 15 | M | 135 |
| 330 | Ruido | 10 | 6 | 60 | 5 | I | 300 |
| 520 | Monotonía | 6 | 6 | 36 | 1 | T | 36 |
| 001 | Física, de Cuello, Brazos, Vista | 6 | 3 | 18 | 5 | M | 90 |

En el operario 2 se detectan un total de 2 riesgos importantes, 11 moderados y 1 tolerable.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

Los valores de Exposición (E), Probabilidad (P) y Consecuencias (C) han sido seleccionados a partir de las definiciones de las tablas del apartado 4.2.3 del presente TFG. A continuación, se profundizará en los valores seleccionados en los riesgos en los que se ha obtenido un nivel de riesgo importante.

En el encargado de logística se han obtenido como riesgos importantes los siguientes: 010- Caídas de personas a distinto nivel, 030- Caídas por desplome o derrumbamiento, 040- Caída de objetos en manipulación y 330- Ruido.

En el operario 1 los riesgos importantes detectados son: 030- Caídas por desplome o derrumbamiento, 040- Caída de objetos en manipulación y 330- Ruido.

Mientras que en el operario 2 los riesgos importantes detectados son: 230- Atropellos o golpes con vehículos y 330- Ruido.

La justificación de los valores de los riesgos importantes para cada puesto de trabajo es la siguiente:

Tabla 21. Justificación de los riesgos importantes del encargado de logística.

| | | | |
|---|---|----|---|
| 010- Caídas de personas a distinto nivel. | E | 6 | El encargado está expuesto varias veces durante su jornada laboral. En un mismo día realiza varias cargas y descargas de pedidos. |
| | P | 3 | En muy pocas ocasiones se produciría una caída. Es inusual. Nunca ha sucedido en la empresa. |
| | C | 25 | Una caída realizando la tarea de carga y descarga podría llegar a ocasionar la muerte. |
| 030- Caídas por desplome o derrumbamiento. | E | 6 | El encargado durante su jornada laboral está situado próximo a las estanterías varias veces al día. |
| | P | 3 | Una caída de un GRG es inusual, antes de colocarlo se comprueba si el pallet está en buen estado. Además, si se observa que el GRG se encuentra mal colocado inmediatamente se coloca de manera correcta. |
| | C | 25 | Una caída de un GRG desde una altura considerable de la estantería puede llegar a provocar la muerte del empleado. |
| 040- Caída de objetos en manipulación. | E | 6 | El encargado durante su jornada laboral transporta en varias ocasiones GRGs en el toro elevador. |
| | P | 3 | Una caída del GRG del toro elevador se ha producido en muy pocas ocasiones debido al mal uso del toro. |
| | C | 15 | La caída del GRG puede provocar un derrame, alguna vez ya ha sucedido en la empresa. En estos casos el derramen debe contenerse mediante material absorbente. No provocaría una muerte. |
| 330- Ruido. | E | 10 | Durante la jornada laboral el encargado está constantemente expuesto a ruido. El ruido es provocado principalmente por las bombas, los compresores y las máquinas envasadoras. |
| | P | 6 | La probabilidad de que a largo plazo sufra alguna lesión en la zona auditiva es bastante elevada. |
| | C | 5 | Las consecuencias que puede provocar el ruido no son demasiado graves, ya que la empresa ha realizado mediciones de ruido y estas se encuentran dentro de los valores límite. |

Tabla 22. Justificación de los riesgos importantes del operario 1.

| | | | |
|---|---|----|--|
| 030- Caídas por desplome o derrumbamiento. | E | 6 | El operario 1 durante su jornada laboral está situado próximo a las estanterías varias veces al día. |
| | P | 3 | Una caída de un GRG es inusual, antes de descargarlo de la estantería se comprueba si el pallet está en buen estado. Además, si se observa que el GRG se encuentra mal colocado inmediatamente se coloca de manera correcta. |
| | C | 25 | Una caída de un GRG desde una altura considerable de la estantería puede llegar a provocar la muerte del empleado. |
| 040- Caída de objetos en manipulación. | E | 6 | El operario 1 durante su jornada laboral transporta en varias ocasiones GRGs en el toro elevador. |
| | P | 3 | Una caída del GRG del toro elevador se ha producido en muy pocas ocasiones debido al mal uso del toro. Conducción a una velocidad demasiado elevada. |
| | C | 15 | La caída del GRG puede provocar un derrame, alguna vez ya ha sucedido en la empresa. En estos casos el derramen debe contenerse mediante material absorbente. No provocaría una muerte. |
| 330- Ruido. | E | 10 | Durante la jornada laboral el operario 1 está constantemente expuesto a ruido. El ruido es provocado principalmente por las bombas, los compresores y las máquinas envasadoras. |
| | P | 6 | La probabilidad de que a largo plazo sufra alguna lesión en la zona auditiva es bastante elevada. |
| | C | 5 | Las consecuencias que puede provocar el ruido no son demasiado graves, ya que la empresa ha realizado mediciones de ruido y estas se encuentran dentro de los valores límite. |

Tabla 23. Justificación de los riesgos importantes del operario 2.

| | | | |
|--|---|----|--|
| 230- Atropellos o golpes con vehículos. | E | 6 | El operario 2 durante su jornada laboral está expuesto varias veces al día a un posible atropello en la zona de producción. Ya que los operarios no tienen vías de paso señalizadas. |
| | P | 3 | El atropello se produciría en muy pocas ocasiones ya que existe suficiente espacio para el paso del toro elevador y el operario 2. Nunca en la empresa han existido accidentes de este tipo. |
| | C | 25 | En caso de que se produjera un accidente en la empresa podría llegar a ocasionar la muerte del operario 2. |
| 330- Ruido. | E | 10 | Durante la jornada laboral el operario 1 está constantemente expuesto a ruido. El ruido es provocado principalmente por las bombas, los compresores y las máquinas envasadoras. |
| | P | 6 | La probabilidad de que a largo plazo sufra alguna lesión en la zona auditiva es bastante elevada. |
| | C | 5 | Las consecuencias que puede provocar el ruido no son demasiado graves, ya que la empresa ha realizado mediciones de ruido y estas se encuentran dentro de los valores límite. |

5.2.4 Medidas preventivas y plazo de implementación.

Una vez identificados y evaluados los factores de riesgo del encargado de logística, el operario 1 y el operario 2, el siguiente paso es proponer medidas preventivas, con el objetivo de minimizar los niveles de riesgo de los factores de riesgos identificados, y un plazo de implementación de las mismas.

A la hora de implementar las medidas preventivas hay que implementar primero las medidas sobre los factores de riesgo para los que se ha obtenido un nivel de riesgo importante.

El siguiente paso consiste en averiguar sobre qué puesto de trabajo se deben implementar las medidas primero. Una manera de priorizar la implementación de medidas puede ser teniendo en cuenta el nivel de riesgo de cada uno de ellos. Lo que significa que en primer lugar se tendrán en cuenta los riesgos de mayor nivel evaluado del encargado de logística, seguidos de los riesgos importantes del operario 2 y el operario 1 para priorizar en la implementación de medidas.

Según la definición de la Tabla 7, si el factor de riesgo posee un nivel de riesgo importante no debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo a niveles tolerables en un tiempo inferior al de los riesgos moderados. Por tanto, se da prioridad a este tipo de riesgos. A continuación, se muestran las medidas preventivas a aplicar en los riesgos importantes de los puestos de trabajo.

Encargado de logística

- **010- Caídas de personas a distinto nivel.**

Para minimizar el nivel de riesgo de este factor el encargado de logística debe realizar las operaciones de carga y descarga siempre en un muelle móvil con protección en los laterales, como se muestra en la Figura 15. Además, el encargado debe asegurarse de que el muelle está fijo en el suelo antes de subirse a él con el toro y trabajar en todo momento de cara, nunca deberá avanzar de espaldas en el muelle. Para ello se actualizará el procedimiento de trabajo de carga y descarga de la empresa.



Figura 15. Muelle de carga móvil. (System Dock, 2018).

- **030- Caídas por desplome o derrumbamiento.**

El encargado de logística deberá asegurarse en todo momento de que no coloca ningún GRG sobre un pallet en mal estado. En el caso de que encuentra algún GRG mal colocado, o sobre un pallet en mal estado, será él, el responsable de realizar los cambios oportunos con la finalidad de que no se derrumbe en ningún momento. Si el GRG se encuentra mal colocado el encargado lo colocará de manera correcta, mientras que si el GRG está situado sobre un pallet en mal estado este será sustituido por otro en perfecto estado. Además, como medida adicional se realizará una vez por semana la comprobación del buen estado de los pallets y de la colocación correcta de los GRGs en las estanterías, con la finalidad de evitar cualquier posible accidente. Esta supervisión será realizada por el propio encargado de logística y consiste en observar los pallets y GRGs de las estanterías y en caso de observar que existe alguna rotura de estos o mala colocación se registrará en un documento y se procederá a su sustitución o correcta colocación. Por tanto, se debe crear un registro para las revisiones de los pallets y la colocación de los GRGs.

Otra medida a tener en cuenta es la creación de una instrucción por escrito para informar a todos los empleados de los almacenes y la zona de producción del procedimiento de actuación en caso de que se observe algún pallet en mal estado o algún GRG mal posicionado en la estantería.

- **040- Caída de objetos en manipulación.**

El riesgo de que se produzca una caída de un GRG desde un toro elevador es elevado. Han existido casos en la empresa de que ya ha sucedido dicho accidente. Es por ello, por lo que hay que tomar una serie de medidas preventivas.

En primer lugar, todos los operarios que conduzcan el toro elevador, aparte de tener un carnet que les permite conducirlo, asistirán anualmente a cursos de formación de carretillas elevadoras.

Y, en segundo lugar, se limitará la velocidad a la que pueden circular los toros elevadores dentro de la parcela de la empresa. Esta no sobrepasará los 10 km/h. Por ello se colocarán señales como la que se muestra a continuación que indiquen que la velocidad máxima de conducción es de 10 km/h.



Figura 16. Señalización de máxima velocidad de circulación de los toros elevadores. (Suclisa, 2018)

- **330- Ruido.**

El encargado de logística está sometido a constante ruido durante su jornada laboral. Principalmente debido al uso de bombas, máquinas envasadoras y compresores. Se han realizado mediciones de ruido y estas no han superado los valores límite establecidos en el Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Las mediciones se realizarán anualmente por una empresa certificadora. En el caso de que se superen algún año los límites del Real Decreto 286/2006, será necesario el uso de protectores para los oídos, como los que se muestran a continuación. Además, se deberá disponer de la señalización adecuada que indique el uso de estos EPIs.



Figura 17. Protección para los oídos y señalización. (Implaser, 2018).

Operario 2

- **230- Atropellos o golpes con vehículos.**

El riesgo de que se produzca un atropello al operario 2 es elevado, ya que, aunque existe zona suficiente para el paso del toro elevador y el operario, no existen vías de paso señalizadas. Por tanto, la primera medida a tener en cuenta es la señalización de las vías de paso dentro de la fábrica.

Además, también se colocará señalización de advertencia de paso de carretillas elevadoras como la que se muestra a continuación y se realizarán cursos de formación a los operarios en prevención de riesgos laborales.



Figura 18. Señalización paso de carretillas. (Implaser, 2018).

- **330- Ruido.**

El operario 2 está sometido constantemente a ruido durante su jornada laboral. Anteriormente se ha mencionado que se han realizado mediciones de niveles de ruido y no superan los valores límite, en el caso de que se superan dichos niveles, será necesario el uso de equipos de protección auditiva.

Operario 1

- **030- Caídas por desplome o derrumbamiento.**

El operario 1 deberá asegurarse a la hora de realizar la descarga del GRG de la estantería que no se encuentra sobre un pallet en mal estado o que está mal colocado en ella. En el caso de que encuentra algún GRG mal colocado, o sobre un pallet en mal estado, el operario se lo comunicará al encargado de logística, para que este realice la operación de reparación o sustitución correspondiente en el menor tiempo posible.

Como se ha mencionado en este riesgo anteriormente en el encargado de logística, deberá realizar una vez por semana la comprobación del buen estado de los pallets y la colocación correcta de los GRGs en la estantería con la finalidad de evitar cualquier posible accidente. Esta supervisión será realizada por el operario 1 en caso de que el propio encargado de logística esté ausente y no pueda realizarla.

Además, el operario 1 recibirá la instrucción correspondiente que se debe crear, donde se explica la manera de actuación en caso de que se detecte algún pallet en mal estado o un GRG mal colocado en las estanterías.

- **040- Caída de objetos en manipulación.**

Como ha sido mencionado anteriormente el riesgo de que se produzca una caída de un GRG de un toro elevador es elevado. Además, han existido casos en la empresa de que ya ha sucedido este tipo de accidente. Las medidas preventivas en el operario 1 son las mismas que sobre el encargado de logística.

El operario 1 deberá poseer el carnet de carretillas elevadores y asistir a cursos anualmente sobre carretillas.

Además, cuando conduzca el toro elevador no podrá superar los 10 km/h. Como se ha mencionado anteriormente se señalizará en la empresa dicha velocidad.

- **330- Ruido.**

El operario 1, igual que el encargado de logística y el operario 2 está sometido a constante ruido durante su jornada laboral. Como se ha mencionado anteriormente se han realizado mediciones de ruido y estas no han superado los valores límite establecidos en el Real Decreto 286/2006. En caso de que algún año se superen dichos valores será obligatorio el uso de protectores para los oídos, como los que se muestran anteriormente en la Figura 17.

Una vez explicadas las medidas a implementar sobre los riesgos con nivel importante en los puestos de trabajo, el siguiente paso es explicar la implementación de medidas sobre los riesgos moderados de los puestos de trabajo. En este caso no se explicarán las medidas por puesto de trabajo, sino que se explicarán por factor de riesgo.

En los riesgos moderados, según la definición de la Tabla 7 del presente TFG, se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo. Las medidas deben implantarse en un período determinado. Este periodo de tiempo será justo después de la implementación de las medidas de los riesgos importantes.

A continuación, se exponen las medidas a implementar en los riesgos moderados.

- **180- Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.**

A la hora de manipular las materias primas corrosivas es obligatorio el uso de los equipos de protección individual expuestos en la FDS de cada materia prima. En concreto deben usarse gafas, guantes, mascarilla y botas de seguridad.

Además, todos los empleados deberán estar formados e informados del peligro que poseen estas sustancias químicas y como se debe actuar en caso de accidente con dichas sustancias. Para ello se realizarán tanto formaciones externas como internas sobre el manejo de sustancias químicas, ficha de datos de seguridad y primeros auxilios.

En cualquier momento todo empleado debe tener acceso a la FDS del producto para su consulta. Por eso, estas estarán disponibles a través del servidor informático de la empresa.

- **310- Exposición a contaminantes químicos.**

Como se ha mencionado anteriormente, el trabajador debe tener en cualquier momento acceso a la consulta de las Fichas de Datos de Seguridad de los productos químicos que manipula.

Los empleados deben conocer en todo momento que producto químico se está manipulando, es por ello, por lo que estos deberán estar etiquetados en todo momento.

A la hora de manipular cualquier producto químico será obligatorio como mínimo el uso de los siguientes EPIs: botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. Además, dependiendo del tipo de sustancia será obligatorio también el uso de más EPIs, como pueden ser mascarillas. El uso de los EPIs debe conocerse por parte del trabajador. Adicionalmente deberá llevar ropa de trabajo adecuada facilitada por la empresa.

- **001- Física, de cuello, brazos, vista.**

Se recomienda realizar las conexiones de la bomba y la conducción del toro elevador de la manera más cómoda posible, evitando una mala posición de los brazos y el cuello. Se realizarán cursos de ergonomía sobre carga y descarga manual.

- **020- Caída de personas al mismo nivel.**

Extremar precauciones durante el trabajo en fábrica, ya que a la hora de llenar los depósitos mezcladores con las mangueras se puede producir un tropiezo y el suelo, a parte puede contener pequeños derrames, los cuales pueden provocar una caída. Esta es una de las causas por la que es obligatorio el uso de botas de seguridad.

Se recomienda mantener orden y limpieza en todo momento.

- **060- Pisadas sobre objetos.**

Como se ha mencionado en la medida anterior, se pueden producir pisadas sobre las mangueras que conectan el GRG con el depósito mezclador. Por eso se recomienda dentro de lo posible mantener orden y limpieza en la zona de trabajo y precaución en la zona de trabajo donde se encuentran las mangueras.

- **130- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas.**

A la hora de colocar la bomba en el GRG se realiza un sobreesfuerzo. Se realizarán cursos anuales a los empleados sobre ergonomía en el puesto de trabajo. La finalidad de estos cursos es que se evite en la mayor medida posible lesiones sobre los empleados, provocadas por realizar un sobreesfuerzo en una postura inadecuada.

- **161- Contactos eléctricos directos/ 162- Contactos eléctricos indirectos.**

A la hora de conectar y desconectar la bomba existe un riesgo de contacto eléctrico, es por eso, por lo que si el operario observa en algún momento alguna deficiencia en el cable eléctrico de la misma no deberá tocar nada. Se deberá contactar con un especialista que será el encargado de realizar el mantenimiento. Además, deberán señalizarse las zonas donde exista riesgo de contacto eléctrico con la siguiente señal.



Figura 19. Señalización riesgo eléctrico. (Implaser, 2018).

También se recomienda a la hora de desconectar la bomba no tirar del cable, sino de la clavija.

Por último, se implementaría medidas sobre los factores de riesgo con nivel de riesgo tolerable. En este tipo de riesgo no se necesita mejorar la acción preventiva, pero se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.

Se proponen las siguientes medidas sobre los factores de riesgos tolerables.

- **070- Choques y golpes contra objetos inmóviles.**

No se requiere la implementación de medidas, se recomienda que los toros elevadores circulen con precaución a una velocidad no máxima de 10 km/h.

- **080- Choques y golpes contra objetos móviles.**

Este riesgo existe cuando circulan dos o más toros elevadores en la empresa, y cuando no tienen suficiente visibilidad en las curvas debido a las estanterías que hay en las naves. Por

tanto, se incorporarán a los toros elevadores señales luminosas y acústicas, además de extremar la precaución y no exceder nunca de la velocidad permitida.

- **450- Mental. Recepción de información. / 460- Mental. Tratamiento de información**

Estos factores de riesgo se dan cuando el operario 1 y el encargado de fábrica reciben información sobre los pedidos que deben realizar o las materias primas que deben transportar. Actualmente en la empresa estos dos empleados reciben esa información vía papel y son ellos los encargados de organizarse a la hora de realizar las tareas que les corresponden.

Con la finalidad de agilizar el tratamiento y la recepción de la información al encargado de logística y al operario 1 la empresa está contemplando implementar un soporte informático en el que se introduzcan los datos del pedido y este se encargue de organizar la información de las materias primas a descargar y almacenar. Esta medida es una medida a largo plazo.

- **520- Monotonía.**

Durante la época del año en la cual no exista mucha demanda de producto, los operarios aprovecharán para especializarse en varias labores. Así cuando llegue la época de demanda de producto y los operarios tengan que realizar horas extra, podrán evitar la monotonía, ya que se habrán especializado en varias labores y podrán rotar los puestos de trabajo.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

Para concluir, a continuación, se muestra un resumen de las medidas preventivas y el plazo de implementación de las mismas.

Tabla 24. Implementación de medidas en factores de riesgo importantes.

| Código | Factor de riesgo | Medida | Plazo de implementación |
|---------------|---------------------------------------|---|--|
| 010 | Caídas de personas a distinto nivel | <ul style="list-style-type: none"> - Compra de un muelle móvil con barandillas - Actualización del procedimiento de carga y descarga. | <p>No debe ser superior a 2-3 días.</p> <p>Ya que se tratan de riesgos importantes y hay que realizar una parada del proceso productivo para reducir el nivel de riesgo.</p> |
| 030 | Caídas por desplome o derrumbamiento. | <ul style="list-style-type: none"> - Creación de un documento, donde se registre el número de pallets y GRGs mal colocados tras la revisión semanal realizada por el encargado de logística. - Creación de una instrucción para informar a los empleados de los pasos a seguir en caso de observar un GRG mal colocado o un pallet en mal estado. | |
| 040 | Caída de objetos en manipulación. | <ul style="list-style-type: none"> - Posesión de carnet de conductor de toros elevadores. - Asistencia a cursos de formación anualmente sobre toros elevadores. - Limitación de la velocidad de conducción de los toros elevadores a 10 km/h. | |
| 230 | Atropellos o golpes con vehículos. | <ul style="list-style-type: none"> - Señalización de las vías de paso. - Señalización de paso de carretillas elevadoras. | |
| 030 | Ruido | <ul style="list-style-type: none"> - Realización de mediciones anuales de ruido por una empresa certificadora. - En caso de superar los límites, compra de EPIs y señalización. | |

Tabla 25. Implementación de medidas en factores de riesgo moderados.

| Código | Factor de riesgo | Medida | Plazo de implementación |
|--------|---|--|---|
| 180 | Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas. | <ul style="list-style-type: none"> - Uso obligatorio de gafas de seguridad, guantes, mascarilla y botas de seguridad con marcado CE categoría III. - Realización de formaciones externas sobre el manejo de sustancias químicas, ficha de datos de seguridad y primeros auxilios. - Acceso a la consulta de la FDS a través del servidor de la empresa. | Todos los días se deben tener en cuentas estas medidas. |
| 310 | Exposición a contaminantes químicos. | <ul style="list-style-type: none"> - Uso obligatorio de gafas de seguridad, guantes, mascarilla, botas de seguridad y ropa de trabajo. con marcado CE categoría III. - Acceso a la consulta de la FDS a través del servidor de la empresa. -Etiquetado de todos los productos químicos. | |
| 001 | Física, de cuello, brazos, vista. | - Cursos de ergonomía. | Anualmente. |
| 130 | Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas | | |
| 020 | Caída de personas al mismo nivel. | - Mantenimiento de orden y limpieza. | Diariamente. |
| 060 | Pisadas sobre objetos | | |
| 161 | Contactos eléctricos directos | - Señalización de riesgo eléctrico. | 1-2 días para señalar, mientras que el aviso hay que tenerlo en cuenta diariamente. |
| 162 | Contactos eléctricos indirectos | - Avisar al especialista en caso de observar una deficiencia eléctrica. | |

Estas medidas se tendrán en cuenta, una vez han sido implementadas las medidas sobre los factores de riesgo importantes. Las cuales no deben tardar más de 2 ó 3 días en implementarse.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

Tabla 26. Implementación de medidas en factores de riesgo tolerables.

| Código | Factor de riesgo | Medida | Plazo de implementación |
|---------------|--|--|--|
| 070 | Choques y golpes contra objetos inmóviles. | - No superar la velocidad máxima permitida (10 km/h). | Implementada en los riesgos importantes. |
| 080 | Choques y golpes contra objetos móviles. | -No superar la velocidad máxima permitida. - Incorporación a los toros elevadores de señales luminosas y acústicas. | Depende del presupuesto de la empresa. |
| 450 | Mental. Recepción de información. | - Implementación de un soporte informático. | |
| 460 | Mental. Tratamiento de información. | | |
| 520 | Monotonía. | - Rotación de los puestos de trabajo | En épocas de poca demanda de producto. |

Estas medidas se implementarán una vez hayan sido implementadas las medidas de los factores de riesgo tolerables. Su implementación dependerá del presupuesto de la empresa.

6. CONCLUSIONES.

A partir de los resultados obtenidos en el presente TFG se establecen las siguientes conclusiones:

1. Se ha definido la ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas, pasando de 8000 a 16000 litros. Para ello se ha seleccionado una estantería idéntica a la ya instalada, una estantería con cubeto de retención, con capacidad de dos GRGs de 1000 litros por altura, hasta un máximo de 4 alturas; que se ubicará enfrente de la misma. Se reubicarán las materias primas corrosivas situando en una estantería se almacenarán los ácidos y en la otra las bases, garantizando así las condiciones de compatibilidad.
2. Se han identificado las medidas que se deben a implementar en el almacenamiento de productos químicos. Para ello se ha empleado el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, y en concreto la ITC MIE APQ 10 "Almacenamiento en recipientes móviles". Como principales medidas implementadas destacan la señalización adecuada en el almacenamiento, la actualización de los procedimientos de trabajo y la formación a los trabajadores, el acceso a la consulta de las Fichas de Datos de Seguridad y la realización de un plan de mantenimiento del almacenamiento.
3. Se ha realizado una identificación y evaluación de los riesgos en los puestos de trabajo del encargado de logística, el operario 1 y el operario 2. La identificación se ha realizado basándose en los riesgos tipificados del INSHT. Mientras que la evaluación se ha realizado mediante una combinación de la metodología FINE y del INSHT. Los principales riesgos son las caídas de personas a distinto nivel, las caídas por desplome o derrumbamiento, las caídas de objetos en manipulación, los atropellos o golpes con vehículos y el ruido.
4. Se han propuesto las medidas preventivas sobre los riesgos evaluados en los puestos de trabajo anteriormente nombrados, con la finalidad de reducir los niveles de riesgo, y un plazo de implementación de las mismas. Para la propuesta de dichas medidas ha sido necesario basarse en los principios de acción preventiva expuestos en el artículo 15 de la Ley 31/ 1995 sobre prevención de riesgos laborales. Las principales medidas preventivas a implementar en la planta son la compra de un muelle móvil con barandillas laterales, actualizaciones de procedimientos de trabajo, asistencia a cursos de formación, limitación de la velocidad de conducción del toro elevador a 10 km/h, señalización de las vías de paso y realización de mediciones anuales de ruido.

En definitiva, el presente TFG resuelve la ampliación del almacenamiento de productos químicos con la nueva normativa, así como la disconformidad planteada al respecto del almacenamiento conjunto planteada en la auditoría realizada en 2017. Adicionalmente se incluyen la propuesta de medidas preventivas para que el nuevo almacenamiento cumpla con las condiciones de seguridad y salud necesarias para que el espacio de trabajo sea seguro para el personal profesionalmente expuesto.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT (2006). NTP 725: Seguridad en el laboratorio: almacenamiento de productos químicos.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT (2014). Orientaciones para la identificación de los requisitos de seguridad en el almacenamiento de productos químicos peligrosos.
- Universidad de Zaragoza, UNIZAR. Accidente de San Juan de Ixhuatepec. http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/San_Juan.htm Fecha de consulta: mayo 2018.
- Universidad de Zaragoza, UNIZAR. Accidente de Bhopal <https://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Bhopal.htm> Fecha de consulta: mayo 2018.
- García Laureiro, J. ISQCH (2015). Algunas lecciones del accidente de Tianjin. <https://isqch.wordpress.com/2015/09/28/algunas-lecciones-del-accidente-de-tianjin/> Fecha de consulta: mayo 2018.
- Arnal, M.; García, B.; Sancho, M. (2018). Introducción a la seguridad. Tema 1 Seguridad Industrial. Grado Ingeniería Química.
- Arnal, M.; García, B.; Sancho, M. (2018). Almacenamiento de productos químicos. Tema 5 Seguridad Industrial. Grado Ingeniería Química.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales por la que se determina el contenido básico de garantías y responsabilidades para establecer el adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- Arnal, M.; García, B.; Sancho, M. (2014). Metodología para la Evaluación e Identificación de Riesgos en la Industria.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT (2018). Evaluación de Riesgos Laborales. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf Fecha de consulta: mayo 2018.
- Fine, William T (1971). Mathematical Evaluations for Controlling Hazards.
- System Dock. Rampa móvil. <https://www.systemdock.net/rampa-movil/> Fecha de consulta: junio 2018.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT (2000). Evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Condiciones_trabajo_PYMES/Condiciones_trabajo_PYMES.pdf Fecha de consulta: junio 2018.

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

- Implaser. Señalización. <http://www.implaser.com/familia/senales-2/> Fecha de consulta: junio 2018.

- Suclisa División Industrial. Señalización. <http://www.suclisaindustrial.com/producto/senal-prohibicion-velocidad-maxima-10-kmh/> Fecha de consulta: junio 2018.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

PRESUPUESTO1
RESUMEN DEL PRESUPUESTO3

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Costes ampliación del almacenamiento | 21 |
| Tabla 2. Costes material medidas preventivas | 23 |
| Tabla 3. Costes totales del proyecto | 23 |

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

PRESUPUESTO

En este Documento se presenta el Presupuesto del Trabajo Fin de Grado.

En este se considera en el Capítulo 1 el material empleado en las medidas de la ampliación del almacenamiento y en el Capítulo 2 el material empleado en las medidas preventivas tras la evaluación de riesgos.

En la Tabla 1 se muestran los costes de la ampliación del almacenamiento.

Tabla 1. Costes ampliación del almacenamiento.

| 1. MATERIAL AMPLIACIÓN DEL ALMACENAMIENTO. | | | | | |
|---|---------------|--|-----------------|--------------------------------|--------------------|
| Código | Unidad | Descripción | Cantidad | Precio unitario (€/ud.) | Importe (€) |
| 1.01 | ud. | Cubeto de polietileno de capacidad 1000 litros | 1 | 665,00 | 665,00 |
| 1.02 | ud. | Ducha y lavaojos de emergencia | 1 | 350,00 | 350,00 |
| 1.03 | ud. | Estantería 2 GRG por altura a 4 alturas | 1 | 295,50 | 295,50 |
| 1.04 | ud. | Señalización ducha de emergencia | 1 | 2,99 | 2,99 |
| 1.05 | ud. | Señalización lavaojos de emergencia | 1 | 2,99 | 2,99 |
| 1.06 | ud. | Señalización riesgo de corrosión | 2 | 2,03 | 4,06 |
| 1.07 | ud. | Señalización acceso restringido | 1 | 2,03 | 2,03 |
| 1.08 | ud. | Señalización ropa protectora | 1 | 2,03 | 2,03 |
| 1.09 | ud. | Señalización gafas de seguridad | 1 | 2,03 | 2,03 |
| 1.10 | ud. | Señalización calzado de seguridad | 1 | 2,03 | 2,03 |
| 1.11 | ud. | Señalización uso de guantes | 1 | 2,03 | 2,03 |
| 1.12 | ud. | Máscara filtrante. Marcado CE categoría III | 3 | 50,34 | 151,02 |
| 1.13 | ud. | Guantes de nitrilo. Marcado CE categoría III | 3 | 1,43 | 4,29 |
| 1.14 | ud. | Gafas de protección. Marcado CE categoría II | 3 | 104,82 | 314,46 |
| 1.15 | ud. | Ropa de protección. Marcado CE categoría III | 3 | 27,02 | 81,06 |
| 1.16 | ud. | Calzado de seguridad. Marcado CE categoría III | 3 | 44,44 | 133,32 |
| 1.17 | ud. | Extintor 6 kg polvo ABC | 1 | 24,99 | 24,99 |
| 1.18 | ud. | Señalización extintor polvo | 1 | 2,03 | 2,03 |
| 1.19 | ud. | Señalización salida de emergencia | 1 | 2,03 | 2,03 |
| 1.20 | ud. | Señalización salida | 1 | 2,03 | 2,03 |
| | | | | TOTAL (€) | 2045,92 |

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

En la Tabla 2 se muestran los costes de las medidas preventivas derivadas de la identificación y evaluación de riesgos.

Tabla 2. Costes material medidas preventivas.

| 2. MATERIAL MEDIDAS PREVENTIVAS. | | | | | |
|---|---------------|--|-----------------|--------------------------------|--------------------|
| Código | Unidad | Descripción | Cantidad | Precio unitario (€/ud.) | Importe (€) |
| 2.01 | ud. | Muelle de carga móvil con protección lateral | 1 | 7597,00 | 7597,00 |
| 2.02 | ud. | Señalización velocidad 10 km/h | 12 | 2,03 | 24,36 |
| 2.03 | ud. | Señalización paso de carretillas | 12 | 2,03 | 24,36 |
| 2.04 | ud. | Señalización contacto eléctrico | 1 | 2,03 | 2,03 |
| 2.05 | ud. | Acondicionamiento de toro elevador | 3 | 21,50 | 64.50 |
| 2.06 | ud. | Software tratamiento información pedidos | 1 | 3000,00 | 3000,00 |
| | | | | TOTAL (€) | 10712,25 |

Proyecto de ampliación del almacenamiento de materias primas corrosivas en una empresa de fertilizantes ecológicos y evaluación de los riesgos del personal profesionalmente expuesto en dicho almacén.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Finalmente se muestran los costes totales del presupuesto.

Tabla 3. Costes totales del proyecto.

| Descripción | Coste (€) |
|---|-----------------|
| 1. MATERIAL AMPLIACIÓN ALMACENAMIENTO | 2045,92 |
| 2. MATERIAL EVALUACIÓN DE RIESGOS | 10712,25 |
| PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM) | 12758,17 |
| Gastos generales (12%) | 1530,98 |
| Beneficio industrial (5%) | 637,91 |
| PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC) | 14927,06 |
| IVA (21%) | 3134,68 |
| TOTAL | 18061,74 |

El presupuesto del presente Trabajo Fin de Grado asciende a la cantidad de:

DIECIOCHO MIL SESENTA Y UNO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.