



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Proyecto Técnico previo a la obtención del título de
Ingeniería Industrial**

*Título: "Formulación de una propuesta de
minimización de riesgos para trabajos en altura
en una industria productora de derivados de
camarón y pescado"*

*Title: "Formulation of a risk minimization
proposal for work at heights in a shrimp and fish
by-product production industry."*

Autor:

Cárdenas Reinoso Erick Jesús

Director:

Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado MSc.

Guayaquil, septiembre de 2021

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo, Cárdenas Reinoso Erick Jesús, con cédula de ciudadanía No. 0941491854, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado “Formulación de una propuesta de minimización de riesgos para trabajos en altura en una industria productora de derivados de camarón y pescado”. Los conceptos aquí desarrollados, evaluación realizada y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.



Cárdenas Reinoso Erick Jesús

C. C. No.: 0941491854

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quien suscribe, en calidad de autor del trabajo de titulación titulado “Formulación de una propuesta de minimización de riesgos para trabajos en altura en una industria productora de derivados de camarón y pescado”, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.



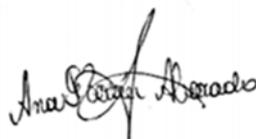
Cárdenas Reinoso Erick Jesús

C. C. No.: 0941491854

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación titulado “Formulación de una propuesta de minimización de riesgos para trabajos en altura en una industria productora de derivados de camarón y pescado”, desarrollado por el Cárdenas Reinoso Erick Jesús, previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la ciudad de Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre de 2021.



Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado MSc.

Docente director del Proyecto Técnico

DEDICATORIA

El presente proyecto técnico lo dedico a mis padres Abraham y Carmen, quienes con mucho esfuerzo me han apoyado para poder culminar mi carrera por su amor incondicional y siempre presente, por ser sabiduría y fortaleza en los momentos difíciles. De manera muy especial a mi abuelito que ha sido un pilar fundamental para mi formación como persona y profesional siempre exigiendo que, de lo mejor de mí en todo momento, haciendo como él decía “Todo por la derecha”, a mi abuelita que ha sido amor maternal que siempre ha estado presente y me ha enseñado a soñar un poco más

A mis tías Ceci y Anita por cada minuto que dedicaron a formarme, a mis hermanos Javier, Daniela y Gabriela por ser una motivación para perseguir de manera incansable mis metas, con mucho amor debo decir que este logro es para ellos.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres que incansablemente me han apoyado para crecer como ser humano y como profesional, por haberme enseñado principios y valores que me han trazado el camino a seguir en todo momento, a mis abuelitos que me enseñaron el valor del trabajo duro, la disciplina y la perseverancia como el camino para lograr los objetivos que me proponga, a mis tías Ceci y Anita por el amor que me han dado y los valores que me han inculcado.

A mi hermano y mis hermanas, quienes han sido un ferviente aliento para cumplir con mi objetivo propuesto.

A mi tutora la Ing. Ana Fabiola Terán Alvarado MSc. por instruirme no solo para mi formación como ingeniero industrial sino también para poder ser una mejor persona con una fuerte ética profesional además de su orientación para la realización de este proyecto.

Espero de todo corazón cumplir con las más altas expectativas que han sido puestas en mí por cada una de las personas que han sido fundamentales para la consecución de este título.

Resumen

El presente proyecto técnico fue realizado en una empresa productora de derivados de camarón y pescado. Se identificaron deficiencias en la ejecución de trabajos en altura y debido a que la empresa busca mejorar tanto en calidad como en eficiencia operativa la seguridad es un eje transversal para poder alcanzar la meta planteada.

Para poder brindar una evaluación completa se utilizó el método William T. Fine que nos permite evaluar la magnitud de riesgo de las actividades que se ejecutan, se inició con acompañamiento en sitio al personal operativo para poder observar cuales eran las actividades que se desarrollaban y cómo eran ejecutadas una vez que se completó el período de acompañamiento se generó una lista de actividades que corresponden a trabajos en altura. Tomando como punto de partida la lista de actividades se hizo seguimiento al modo en el que se ejecutan las actividades y se realizó una descripción detallada de la cual partimos para el análisis ¿Qué pasaría sí? posterior a esto se realizó una matriz de riesgo para obtener la valoración de riesgo para cada actividad lo que nos permite catalogar acorde a su criticidad. Se elaboró una propuesta de mejora abordando cada uno de los déficits observados y se analizó la factibilidad de implementación mediante un factor de justificación que relaciona costo de implementación con disminución de la magnitud del riesgo. Se logró obtener propuestas de mejora que satisfacen los criterios establecidos para este proyecto técnico.

Abstract

This technical project was carried out in a company that produces shrimp and fish by-products. Deficiencies were identified in the execution of work at heights and because the company seeks to improve both quality and operational efficiency, safety is a cross-cutting issue in order to achieve the proposed goal.

To provide a complete evaluation, the William T. Fine method was used, which allows us to evaluate the magnitude of risk of the activities being carried out, starting with on-site monitoring of the operating personnel to observe the activities being carried out and how they were executed. Taking the list of activities as a starting point, the way in which the activities were carried out was followed up and a detailed description was made from which we started for the What if? analysis. After this, a risk matrix was made to obtain the risk valuation for each activity, which allows us to catalogue according to its criticality. An improvement proposal was prepared addressing each of the deficits observed and the feasibility of implementation was analyzed by means of a justification factor that relates the cost of implementation with a reduction in the magnitude of the risk. Improvement proposals were obtained that meet the criteria established for this technical project.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
El problema.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción del problema.....	2
1.3. Justificación del problema.....	2
1.4. Grupo objetivo.....	3
1.5. Delimitación	3
1.5.1. Delimitación temporal	3
1.5.2. Delimitación geográfica.....	3
1.5.3. Delimitación académica.....	3
1.6. Formulación del problema.....	3
1.7. Objetivos	3
1.7.1. Objetivo general.....	3
1.7.2. Objetivo específico	4
1.8. Importancia y alcance.....	4
CAPÍTULO II	5
Marco teórico	5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Trabajos en altura Ecuador.....	5
2.3 Normativas de trabajos en altura internacionales	6
2.4 EPP de trabajo en altura	7
2.5 Entrenamiento efectivo.....	8
CAPITULO III.....	10
METODOLOGÍA	10
3.1 Evaluación visual de actividades.....	11
3.2 Determinación de actividades de interés	11
3.3 Análisis ¿Qué sucede sí?	11
3.4 Matriz de riesgo de tres factores método William T. Fine	12
3.5 Factor de justificación	14
3.6 Entrevistas al personal operativo acerca de trabajos en alturas.....	16
CAPITULO IV.....	17
RESULTADOS.....	17
4.1. Recopilación inicial de datos.....	17

4.2.	Entrenamiento recibido	17
4.3.	Elaboración de lista de actividades discriminadas para el proyecto.....	23
4.4.	Descripción de las actividades	24
4.4.1.	Limpieza de olla de evaporado	24
4.4.2.	Armado de sistema CIP en torre de secado	25
4.4.3.	Inspección y armado de bombonas del sistema anti-explosiones.....	28
4.4.4.	Inspección y armado de esferas del sistema anti-explosiones	30
4.4.5.	Revisión de sistema de alimentación de torre de secado	31
4.4.6.	Revisión de conexiones y motor de paletas de agitación del tanque de alimentación de evaporado y tanque de alimentación de torre de secado.....	32
4.4.7.	Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda	33
4.4.8.	Revisión de tanque de recirculación de PTAR	35
4.4.9.	Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas	36
4.4.10.	Mantenimiento programado de condensadores de cámara de frío	37
4.4.11.	Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío	37
4.4.12.	Cambio de luminarias en área de recepción de materia prima, bodega de tránsito, bodega de producto terminado y reactores.....	38
4.4.13.	Revisión de motores y válvulas en reactores (reactor 1 y reactor 2)	39
4.4.14.	Mantenimiento a línea de alimentación de ácido a reactores	40
4.4.15.	Inspección y mantenimiento a línea de alimentación reactor- tanque de alimentación de evaporado	41
4.4.16.	Inspección de ductos de vapor en área de reactores	41
4.4.17.	Mantenimiento a chimeneas de calderos	42
4.5.	Análisis ¿Qué pasaría sí?.....	42
4.6.	Construcción de matriz de tres factores para trabajos en alturas.....	49
4.7.	Informe general estado actual de riesgo para trabajos en alturas	56
4.8.	Propuesta de mejora	56
	Conclusiones	76
	Recomendaciones.....	77
	Anexos	78
	Bibliografía	83

Índice de tablas

Tabla 1.	Formato para análisis ¿qué pasaría sí?.....	12
Tabla 2.	Escala de grado de severidad de las consecuencias.....	12
Tabla 3.	Escala de frecuencia de exposición	12
Tabla 4.	Escala de probabilidad	13
Tabla 5.	Clasificación acorde a magnitud del riesgo	13
Tabla 6.	Formato de matriz de tres factores.....	14
Tabla 7.	Tabla referencial para efectividad de acción propuesta.....	15
Tabla 8.	Escala para factor “d” acorde al costo de la acción propuesta.....	15
Tabla 9.	Criterio de aceptación de acción propuesta acorde a factor de justificación 16	16
Tabla 10.	Cronograma de acompañamiento	17
Tabla 11.	Listado de actividades de interés para el proyecto	23
Tabla 12.	Matriz para el análisis ¿Qué pasaría sí?.....	44
Tabla 13.	Matriz de riesgo tres factores.....	49
Tabla 14.	Resumen de clasificación del riesgo acorde a valoración de riesgo obtenida	52
Tabla 15.	Resumen de clasificación del riesgo acorde a la valoración de riesgo obtenida ordenada por criticidad.....	54
Tabla 16.	Factor de justificación por actividad.....	72
Tabla 17.	Tabla resumen de costo de implementación de mejoras.....	74

Índice de figuras

Figura 1. Pregunta 1. ¿Desde qué altura consideramos que estamos haciendo un trabajo en altura?	18
Figura 2. Pregunta 2. ¿Se le ha capacitado con alguno de estos estándares que abordan gestión de trabajo en altura?.....	18
Figura 3. Pregunta 3. ¿Antes de realizar un trabajo en altura algún superior revisa lo que se realizará?	19
Figura 4. Pregunta 4. ¿Existe supervisión permanente o comunicación activa mientras se desarrolla la actividad?.....	19
Figura 5. Pregunta 5. ¿Se facilitan herramientas y equipos para poder realizar los trabajos en altura de manera adecuada?	20
Figura 6. Pregunta 6. ¿Ha sido capacitado para inspeccionar y determinar si es seguro o no usar equipo de protección para trabajo en altura?	20
Figura 7. Pregunta 7. ¿Ha recibido entrenamiento formal para trabajar en alturas en su empresa?	21
Figura 8. Pregunta 8. Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Qué tipo de entrenamiento recibió?	21
Figura 9. Pregunta 9. ¿Recibió un instructivo o capacitación para las actividades rutinarias que realiza en altura?.....	22
Figura 10. Pregunta 10. Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Cómo aprendió a hacerla?.....	22
Figura 11. Torre de evaporado	25
Figura 12. Acceso a torre de secado	26
Figura 13. Retiro de recipiente de acero.....	27
Figura 14. Personal trabajando sin anclarse	28
Figura 15. Personal haciendo revisión de bombona	29
Figura 16. Personal bloqueando esfera desde techo de cuarto eléctrico	30
Figura 17. Sistema de alimentación en la parte superior de la torre de secado.....	31
Figura 18. Personal se alista para descender con herramienta en la mano y sujeta de manera incorrecta al gancho de la eslinga.....	32
Figura 19. Secuencia de fotos que muestran modo de acceso al tanque	33
Figura 20. Condiciones de plataforma de tolva mayor..... ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 21. Vista de protección colectiva incompleta en plataforma de tolva mayor	35
Figura 22. Tanque de almacenamiento de aguas negras	36
Figura 23. Personal realizando revisión en reactor 1.....	40

Figura 24.	Línea de vida vertical fija con freno anticaída	Fuente: W. W. Grainger Inc.	57
Figura 25.	Línea de vida vertical fija con freno anticaída		59
Figura 26.	Modelo de escalera con plataforma tipo avión propuesta		60
Figura 27.	Bolsa para herramientas con mosquetones para sujetar al arnés		62
Figura 28.	Guía de altura exigible acorde al estándar OSHA 1910.29 Fuente: Occupational safety and health administration		63
Figura 29.	Boceto de escalera a instalarse en el área		63
Figura 30.	Imagen referencial andamio con fijadores al suelo cotizado Fuente: For Demand Brasil		66
Figura 31.	Boceto en inventor de escalera a instalar en el área de reactores		68
Figura 32.	Kit de línea de vida horizontal portátil		69
Figura 33.	Anclaje omnidireccional 3M		71

CAPÍTULO I

El problema

1.1. Antecedentes

La industria a la que se hace referencia centra su actividad en la producción de derivados del camarón y pescado haciendo uso de cabezas de camarón y vísceras de atún, el producto terminado se comercializa como parte de las dietas usadas en la alimentación del camarón, así como en la dieta de alimentación de salmones.

La fábrica opera 24 horas en turnos rotativos de 8 horas, en las instalaciones se realiza la recepción y almacenamiento de materia prima que es el punto en el que inicia el proceso aquí se arman los lotes en los tamaños definidos a usarse directamente en producción, el proceso es del tipo “push” por lo que el procesamiento de la materia prima se desarrolla de manera continua en cuanto el armado de recepción se completa, la obtención del producto terminado varía en función del producto final que se desee obtener teniendo tiempos de ciclo de entre 4 y 12 horas en función de la familia de producto pudiendo ser un proceso que únicamente pase por su etapa de cocción y pasteurización para obtener el líquido a ser envasado o siendo enviado a un posterior proceso de secado para así poder obtener el producto terminado en polvo.

Dentro de las actividades relacionadas con el procesamiento de la materia prima se desarrollan revisiones de torre de evaporado, revisiones de torre de secado, calibración de agitadores en reactores, armado de sistema estructuras CIP, trabajos en tolva de molienda, entre otras.

La organización cuenta con un departamento de mantenimiento el cual realiza la revisión a todos los equipos de la instalación industrial, entre las tareas que realizan se desarrollan varias actividades tales como: mantenimiento y cambio de luminarias, revisión y reparación de martillos neumáticos, desmontaje de motores, inspección de sistema IEP, mantenimiento a condensadores, mantenimiento de calderos, trabajos eléctricos varios, revisión de sistemas de purgas, mantenimiento a líneas de vapor que por las condiciones en las que se desarrollan son catalogadas como trabajo en altura. Los miembros del departamento de mantenimiento cuentan con formación técnica en el área de mecánica y eléctrica pero no poseen capacitación ni entrenamiento en el área de seguridad industrial específicamente para el desarrollo de trabajos en alturas, actualmente las actividades se realizan en base a la formación empírica que poseen. Debido al alto riesgo que representa la realización de este tipo de actividades sin los equipos correctos y la formación adecuada se busca diseñar una propuesta que solvete la situación.

1.2. Descripción del problema

En visitas a una industria dedicada a la producción de productos derivados del camarón y pescado se ha evidenciado que parte de las actividades que se realizan por necesidades inherentes del proceso y de las tareas de mantenimiento son categorizadas como trabajo en alturas acorde a la legislación ecuatoriana (Ministerio de trabajo, 2016).

Al dialogar con el personal operativo y el personal de mantenimiento se dio a conocer que las actividades en alturas realizadas por el personal se desarrollan de manera empírica dado que no se ha recibido un entrenamiento formal, al no contar con un entrenamiento formal pueden darse actos inseguros que comprometan la integridad de los colaboradores mientras trabajan propio de la falta de entrenamiento no se conocen las normas y equipos necesarios para realizar trabajos en altura de manera apropiada.

Pese a que existe el cumplimiento legal local no se ha realizado un trabajo minucioso para garantizar la seguridad de los colaboradores para las actividades catalogadas como trabajo en altura. Usando la observación directa en visitas guiadas por el departamento de seguridad se pudo notar que se cuenta con equipos de protección personal para trabajos en altura que se usan actividades rutinarias y no rutinarias las mismas se realizan a partir de conocimiento empírico constituyendo un peligro en su realización. Por la situación previamente descrita podemos concluir que la caída a distintos niveles es un peligro presente que se puede materializar en riesgo en cualquier momento.

1.3. Justificación del problema

Se ha identificado una necesidad inarticulada en la industria visitada que es la profundización de evaluación de riesgo para los trabajos en altura que se realizan con el propósito de tener un punto de partida que nos permita identificar la manera en la que se realizan todas las actividades para realizar una propuesta completa que minimice los peligros en las mismas. Se busca brindar una propuesta que permita la transición del estado actual hacia un estado de operación con un riesgo reducido.

La necesidad de una mejora para la situación actual para la evaluación y control de riesgo realizada por el departamento de seguridad de esta industria se presenta por motivo que forma parte de un grupo empresarial que demanda altos estándares tanto de seguridad como de calidad debe dar cumplimiento a los nuevos lineamientos de prevención de riesgos que se deben cumplir para todas sus subsidiarias en la que se han definido puntos críticos a controlar entre ellos los trabajos en altura.

1.4. Grupo objetivo

Con la realización de este proyecto se identifican como beneficiarios directos: el autor de este proyecto técnico dado que servirá como trabajo para obtener el título de ingeniero industrial, la comunidad universitaria ya que se hará un aporte en el área de seguridad que abarca más de lo comúnmente abordado acorde al mandato legal ecuatoriano.

Se considera también la industria en la que se realiza dado que se le entregará la propuesta de mejora para el análisis interno y posible implementación y a otras empresas industriales que busquen profundizar en la evaluación de riesgo para los trabajos en alturas que realizan y posibles métodos de mitigación de estos.

1.5. Delimitación

1.5.1. Delimitación temporal

El tiempo de duración designado para la elaboración de la propuesta es de 3 meses, desde diciembre hasta marzo del 2021.

1.5.2. Delimitación geográfica

La empresa en la que se realizó el estudio para el proyecto se encuentra ubicada en la provincia del Guayas, en el cantón Durán.

1.5.3. Delimitación académica

Las materias que permite realizar este proyecto son:

- Seguridad e higiene industrial
- Administración de proyectos
- Gestión de recursos humanos

1.6. Formulación del problema

¿Cómo se minimizará el riesgo para trabajos en alturas en la industria seleccionada?

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

- Formular una propuesta de minimización de riesgos para trabajos en altura en una industria productora de derivados de camarón y pescado.

1.7.2. Objetivo específico

- Documentar los trabajos en altura que se realizan actualmente en la planta.
- Realizar una evaluación de riesgo para los trabajos en altura que se realizan en la planta.
- Generar una propuesta que minimice los riesgos respecto al estado inicial obtenido en la evaluación de riesgos para los trabajos en altura.

1.8. Importancia y alcance

La elaboración de este proyecto técnico está enfocada en la reducción del riesgo presente en la forma que actualmente se realizan los trabajos en la planta. La propuesta de reducción del riesgo presente se realizará mediante el uso de dispositivos de seguridad, estructuras para trabajo en alturas y capacitación sobre trabajo en alturas. La propuesta será entregada a la empresa y posibilitará su implementación en las instalaciones y aplicable a todos sus colaboradores. Este trabajo busca ayudar a precautelar la integridad de los colaboradores de la empresa mediante la implementación de mejores prácticas en el campo de seguridad industrial con lo cual la organización a su vez contará con colaboradores con un alto sentido de compromiso organizacional.

CAPÍTULO II

Marco teórico

2.1 Antecedentes

Las lesiones por trabajos en alturas son una de las mayores causas de fatalidades y lesiones severas (Safe Work Australia, 2018). Previo a realizar un trabajo en altura se debe asegurar que se emplean personas con suficientes habilidades, conocimientos y experiencia suficientes para realizar la tarea o, si están recibiendo formación, que trabajen bajo la supervisión de alguien competente para hacerlo.

En el caso de tareas de bajo riesgo y corta duración (por corta duración se entienden las tareas que duran que duran menos de 30 minutos) en las que se utilizan escaleras de mano, los requisitos de competencia pueden limitarse a que asegurarse de que los empleados reciben instrucciones sobre cómo utilizar el equipo de forma segura y una formación adecuada. La formación suele tener lugar en el puesto de trabajo, no siempre se imparte como formación especializada. Cuando se requiere un nivel de competencia más técnico, por ejemplo, la elaboración de un plan para el montaje de un andamio complejo, los planes de formación y certificación existentes elaborados de las asociaciones profesionales y de la industria es una forma de ayudar a demostrar la competencia. (HSE UK, 2014)

Acorde a la (Decisión 584 del instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo, 2004) se define como medidas de prevención: Las acciones que se adoptan con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo, dirigidas a proteger la salud de los trabajadores contra aquellas condiciones de trabajo que generan daños que sean consecuencia, guarden relación o sobrevengan durante el cumplimiento de sus labores, medidas cuya implementación constituye una obligación y deber de parte de los empleadores. Así también define actividades, procesos, operaciones o labores de alto riesgo: Aquellas que impliquen una probabilidad elevada de ser la causa directa de un daño a la salud del trabajador con ocasión o como consecuencia del trabajo que realiza.

2.2 Trabajos en altura Ecuador

Es importante tener presente las leyes que fundamentan este trabajo, el art. 326 de la constitución de la república del Ecuador hace mención en su quinto numeral “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”. (Constitución de la República del Ecuador , 2008) por lo que es una obligación que los todo tipo de trabajos incluidos los trabajos en altura se apeguen al cumplimiento del artículo antes mencionado.

El Estado ecuatoriano como miembro de la Comunidad Andina, es signatario de la Decisión 584 del Acuerdo de Cartagena, en el que consta el Instrumento Andino de

Seguridad y Salud en el Trabajo, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 461, de 15 de noviembre de 2004, cuyo objeto es promover y regular las acciones que se deben desarrollar en los centros de trabajo de los Países Miembros para disminuir o eliminar los daños a la salud del trabajador, mediante la aplicación de medidas de control y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo (Registro oficial , 2017)

Acorde a la (Decisión 584 del instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo, 2004) en la en el capítulo II se indica que todos los países miembros mediante sus sistemas de seguridad y salud laboral deben propiciar el mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo para prevenir daños de la integridad física y mental de los trabajadores.

En el capítulo tercero de la (Decisión 584 del instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo, 2004) forma parte de las obligaciones de los empleadores tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales, en su literal c se detalla “Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados”. En el literal i se hace mención de la existencia de mecanismos que permitan que solo los trabajadores que han recibido la capacitación adecuada puedan acceder a las áreas de alto riesgo.

2.3 Normativas de trabajos en altura internacionales

Existen varias normas que nos asisten durante el desarrollo de trabajos en alturas entre ellas están las normas OSHA que es la que detallaremos a continuación.

Partiremos del estándar OSHA 1910 establecido para industria general en la subparte D superficies para caminar y trabajar se indican lineamientos generales que se deben cumplir para tener condiciones de trabajo seguras, las mismas se detallan a continuación:

Nuestro punto de partida son las condiciones de las superficies de trabajo que el empleador debe garantizar:

Que todos los lugares de trabajo sean pasillos, bodegas, cuartos de servicio y superficies de trabajo para caminar se mantengan limpios, ordenados y salubres.

Toda superficie de trabajo para caminar debe mantenerse libre de peligros como:

objetos filosos o que sobresalen de la superficie, corrosión, fugas y derrames

El empleador debe proporcionar, y asegurarse de que cada empleado utilice, un medio seguro de acceso y salida hacia y desde las superficies de trabajo para caminar. (OSHA, 2016)

La sección 1910.28 apartado “b” inciso 1 del estándar 1910 OSHA para la industria general nos indica que debe existir protección contra riesgos de caídas en superficies de trabajo por encima de 1,2 metros con lados y bordes desprotegidos pudiendo ser estas: sistemas de barandillas, sistemas de redes de seguridad, sistemas de protección personal contra caídas (OSHA, 2016)

La sección 1910.28 apartado “b” inciso 9 del estándar 1910 OSHA para la industria general nos indica que para las escaleras fijas que se extiendan más de 24 pies (7.3 m) por encima de un nivel inferior debe estar equipada con un sistema personal de protección de caídas, un sistema de seguridad de escalera, una jaula o un pozo; además el sistema personal de caídas debe proporcionar protección a lo largo de toda la distancia vertical de la escalera en todas sus secciones (OSHA, 2016).

Acorde a lo establecido en la sección 1910.29 apartado “i” del estándar 1910 OSHA para la industria general establece que el sistema de seguridad para la escalera debe permitir que el empleado suba y baje haciendo uso de sus dos manos sin necesidad de empujar o tirar de cualquier parte del sistema durante su operación así también nos el apartado j menciona a los cinturones corporales, arneses y otros componente usados para la detención de caídas son identificados como sistemas de protección personal contra caídas y deben estar en conformidad a lo establecido en la sección 1910.140. (OSHA, 2016)

2.4 EPP de trabajo en altura

Acorde a lo descrito en la sección 1910.140 de OSHA y el estándar ANSI/ASSE Z359 0.2012 se mencionan las definiciones de los equipos de protección usados para trabajos en altura son, pero no están limitados a:

Cuando nos referimos al término anclaje es un punto de conexión seguro que forma parte del sistema de protección de caídas capaz de soportar de manera segura el impacto de las fuerzas aplicadas por el sistema de detención de caídas (ANSI, 2012)

El cinturón corporal es un dispositivo estilo correa diseñada para sujetar la cintura y poder sujetarse a otros componentes de seguridad de anclaje o detención de caídas. (OSHA, 2016)

Arnés corporal es un equipo de correas que aseguran al individuo de manera que se distribuyan las fuerzas de detención de caídas sobre al menos los muslos, la pelvis, la cintura, el pecho y los hombros, con un medio para sujetar el dispositivo a otros componentes de un sistema de protección contra caídas. (OSHA, 2016)

Mosquetón es un conector generalmente compuesto por un cuerpo de forma trapezoidal u ovalada con una compuerta cerrada o disposición similar que puede abrirse para sujetar otro objeto y, cuando se suelta, se cierra automáticamente para

retener el objeto. (OSHA, 2016) Tanto el estándar ANSI/ASSE Z359.0 2012 como el estándar 1910.140 OSHA comparten la misma definición para este componente.

Dispositivo de desaceleración se refiere a cualquier mecanismo que se utilice para disipar energía durante una caída. (OSHA, 2016)

Eslinga es una línea flexible de cuerda, cable metálico o correa que generalmente tiene un conector en cada extremo para conectar el cinturón o arnés corporales a un dispositivo de desaceleración, línea de vida o anclaje. (OSHA, 2016)

Línea de vida significa un componente de un sistema de protección personal contra caídas que consiste en una línea flexible para la conexión a un anclaje en un extremo para colgar verticalmente (línea de vida vertical), o para la conexión a anclajes en ambos extremos para estirarse horizontalmente (línea de vida horizontal) y sirve como medio para conectar otros componentes del sistema al anclaje. (OSHA, 2016)

Eslinga autor retráctil el término se refiere a un dispositivo de detención de caídas que contiene una línea enrollada en un tambor que se puede extraer o retraer sobre el tambor bajo una ligera tensión durante el movimiento normal por parte del usuario, pero al inicio de una caída, el dispositivo bloquea automáticamente el tambor y detiene la caída. (OSHA, 2016)

Gancho rápido significa un conector compuesto por un cuerpo en forma de gancho con una puerta normalmente cerrada, o una disposición similar que se puede abrir manualmente para permitir que el gancho reciba un objeto. Cuando se suelta, el gancho de seguridad se cierra automáticamente para retener el objeto. Abrir un mosquetón requiere dos acciones independientes. (OSHA, 2016)

2.5 Entrenamiento efectivo

En la sección 1910.30 apartado “a” inciso 1 del estándar 1910 OSHA para la industria general se establecen requisitos de formación a cumplir entre ellos que el empleado sea capacitado por una persona calificada, también indica en el inciso 3 los temas en los que debe capacitarse la naturaleza de los peligros de caídas que pueden ocurrir en el área de trabajo y cómo reconocerlos, los procedimientos que se deben seguir para minimizar los riesgos identificados, los procedimientos correctos para instalar, operar, usar, inspeccionar y mantener en buenas condiciones los sistemas de protección personal contra caídas que debe usar el empleado. (OSHA, 2016).

Es menester mencionar lo que comprendemos como persona autorizada y persona competente. Acorde al estándar ANSI/ASSE 359.0 definimos a una persona autorizada como aquella persona designada por el empleador para realizar tareas en el sitio donde la persona está expuesta a riesgos de caídas; así también se define como persona competente al individuo designada por el empleador para ser responsable de la supervisión y monitoreo del programa de protección de caídas quien luego de

entrenamiento es capaz de identificar, evaluar y manejar los riesgos existentes y potenciales para tomar las acciones correctivas respecto a estos riesgos. (ANSI, 2012)

(Robson, et al., 2020) en los resultados de su investigación nos menciona que el 89.2% de personas que realizan trabajo en alturas que fueron entrenadas describieron la información recibida en el entrenamiento como útil y muy útil, así también el 83.5% de las personas entrenadas como probable y bastante probable mejorar sus prácticas de seguridad como resultado del entrenamiento recibido. También se observó un aumento significativo en el resultado de las evaluaciones de conocimiento acerca de seguridad para trabajos en altura de un resultado promedio inicial de 6.8 de 10 a un 9.5 de 10 como resultado promedio final luego de recibir el entrenamiento

Es importante entender que factores pueden influir para tener conductas inseguras, (Miang Goh, Ubeynarayana, Le Xin Wong, & Guo, 2018) nos hace referencia a los factores cognitivos que llegan a influenciar las conductas inseguras, el estudio nos sugiere que el factor más fuerte que puede influir la conducta es la intención del trabajador combinado con otros factores que determinan el tipo de conducta que tendrá el trabajador entre los cuales podemos mencionar que si el trabajador tiene la intención de trabajar de manera segura pero existe una creencia débil en la normativa que se debe cumplir esto resultará en conductas inseguras, se hace mención también de la presión que puede llegar a ejercer el entorno psicosocial del trabajador para observar conductas inseguras.

Según (Goh & Goh, 2016) la mayoría de las personas que se desempeñan realizando trabajos en altura percibieron un plan de prevención de caídas como una intervención efectiva para mejorar la seguridad en el desarrollo de trabajos en altura y un aumento de la concientización sobre los riesgos al ejecutarlos los que mejoró el control de riesgos para trabajos en altura. Las principales barreras encontradas en el desarrollo de un plan de prevención de caídas son: falta de compromiso gerencial, falta de especificidad de detalles para el sitio de aplicación y falta de competencias además de dudas acerca de si el plan se puede convertir en solo un ejercicio documental donde el plan no se implementa en el sitio.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

En este capítulo se describirá en detalle cómo se ejecutará el trabajo para poder cumplir con los objetivos descritos en el proyecto técnico.

Se iniciará con la recopilación de información en sitio, para la recopilación se definirá un cronograma para realizar acompañamiento al personal en cada uno de los tres turnos que se programan en la empresa, es la actividad inicial dado que para obtener información veraz y precisa es necesaria la validación en campo. Esta recopilación de información se ejecutará inicialmente con entrevistas abiertas al personal operativo para generar un borrador de las actividades que se ejecutan posterior a las entrevistas se da acompañamiento para presenciar la ejecución de estas.

Una vez finalizado el periodo de acompañamiento se generará una lista de actividades de interés para el proyecto de las cuales se recopila información básica como: área que ejecuta, número de personas, tipo de personal, controles existentes, frecuencia de ejecución, condiciones de ejecución, equipo involucrado, herramientas a usar y detalle de cómo se realiza.

Con la información obtenida en el periodo de acompañamiento se realizarán observaciones generales y específicas de las deficiencias detectadas para tomarlas como punto de partida para el análisis ¿qué pasaría sí? en el que se plantearán escenarios que nos permitan más adelante tener identificados puntos de rediseño y mejora.

Se construirá la matriz de riesgo de tres factores con el método William T. Fine con las actividades catalogadas como de interés para el proyecto y se asignarán las puntuaciones acordes a las posibles consecuencias detalladas en el análisis ¿qué pasaría sí? y detallado en la recopilación de información inicial para obtener la valoración de riesgo de cada una.

Se realizará un breve informe acerca del estado actual de la operación para definir los puntos a corregir acompañado de la evaluación cuantitativa y las observaciones cualitativas realizadas.

Se elaborará la propuesta de mejora alineada con los lineamientos, estándares y recomendaciones de las normas observadas en el marco teórico generando los detalles de costos e impacto en la producción respectivos para facilitar su implementación.

Finalmente se analizará en base al factor de justificación obtenido la factibilidad de realizar la mejora propuesta.

3.1 Evaluación visual de actividades

El punto de partida inicial serán los recorridos in situ. Se observarán la manera en la que se desarrollan las tareas rutinarias y no rutinarias desarrolladas a distinto nivel.

Para una evaluación visual completa se realiza previamente un listado con las actividades de interés para el proyecto, posterior a la elaboración del listado se debe elaborar un cronograma en el que se realizará el acompañamiento al personal que desarrolla la actividad para finalmente poder realizar las evaluaciones de riesgo correspondientes

3.2 Determinación de actividades de interés

En la determinación de actividades se realiza una revisión exhaustiva de todas las actividades observadas durante el periodo de observación o acompañamiento en el sitio de estudio. Previamente acorde a los objetivos establecidos para el trabajo de investigación se deben establecer criterios que discriminen las actividades de interés del resto permitiendo así tener un enfoque objetivo sobre las actividades a analizar. En el caso de esta investigación se establecerán tres criterios para generar una lista de actividades de interés, el cumplimiento de al menos uno de estos incluirá la actividad en la lista. Estos criterios se han definido en base a lo mencionado en el marco teórico y que son considerados como puntos notorios a tomar en cuenta en el estándar 1910 para industria general acorde a OSHA. Los criterios son:

- La actividad se desarrolla a 1,8 metros de altura o alturas superiores (Criterio 1)
- Existe riesgo de caída a distinto nivel que puede ocasionar lesiones (Criterio 2)
- Es necesario el entrenamiento para el uso de EPP's de trabajo en altura (Criterio 3)

3.3 Análisis ¿Qué sucede sí?

El análisis ¿Qué sucede sí? es una técnica cualitativa que nos ayuda a identificar determinadas situaciones que pueden provocar accidentes y permite proponer planes de acción que minimicen o eliminen el riesgo de estos. De manera convencional el análisis se realiza con grupos que conozcan el proceso o actividad en detalle. La herramienta nos ayuda para elaborar propuesta de cambios de instalaciones cuestionando la presencia de desviaciones o eventos indeseados que se han dado durante la operación. El uso de esta técnica es plantear el escenario de operación estándar y plantear que pasaría en caso de que se de un determinado evento que comprometa la seguridad del operador y/o la operación, luego definir las

consecuencias que tendría el mismo para luego definir las protecciones y controles que se han establecido para mitigar el riesgo. Se puede hacer uso de una matriz como la mostrada a continuación para ordenar la información.

Tabla 1. Formato para análisis ¿qué pasaría sí?

Actividad No.	Escenario	Consecuencias	Controles
1	Escenario 1	Consecuencia 1	Control 1
2	Escenario 2	Consecuencia 2	Control 2
N	Escenario n	Consecuencia n	Control n

Fuente: Elaboración propia

3.4 Matriz de riesgo de tres factores método William T. Fine

La matriz de riesgo de tres factores acorde al método William T. Fine es una herramienta que permite realizar una estimación del riesgo de una determinada actividad, esto se realiza mediante la asignación de valores a las variables listadas en las tablas a continuación.

Tabla 2. Escala de grado de severidad de las consecuencias

Grado de severidad de las consecuencias	Valor
Catastrófica (numerosas muertes, grandes daños por encima de 705.000 dólares, gran quebranto en la actividad)	100
Desastrosa (varias muertes, daños desde 352.000 hasta 705.00 dólares)	40
Muy seria (muerte, daños de 70.500 a 352.000 dólares)	15
Seria (lesiones muy graves: amputación, invalidez daños de 700 a 70.500 dólares)	7
Importante (lesiones con baja: incapacidad permanente, temporal; daños de 70 a 700 dólares)	3
Leve (pequeñas heridas, contusiones, daños hasta 70 dólares)	1

Fuente: (Rubio Romero, 2004)

Tabla 3. Escala de frecuencia de exposición

Frecuencia de exposición	Valor
Continua (muchas veces al día)	10
Frecuente (se presenta aproximadamente una vez por día: diariamente)	6
Ocasional (semanalmente)	3
Poco usual (mensualmente)	2
Rara (unas pocas veces al año)	1
Muy rara (anualmente)	0.5
Inexistente (no se presenta nunca)	0

Fuente: (Rubio Romero, 2004)

Tabla 4. Escala de probabilidad

Escala de probabilidad	Valor
Casi segura (es el resultado más probable y esperado si se presenta la situación de riesgo)	10
Muy posible (es completamente posible, no sería nada extraño)	6
Posible (sería una secuencia o coincidencia rara pero posible, ha ocurrido)	3
Poco posible (sería una coincidencia muy rara, aunque se sabe que ha ocurrido)	1
Remota (extremadamente rara; no ha sucedido hasta el momento)	0.5
Muy remota (secuencia o coincidencia prácticamente imposible)	0.2
Casi imposible (virtualmente imposible; se acerca a lo imposible)	0.1

Fuente: (Rubio Romero, 2004)

Acorde a la puntuación en cada variable para cada riesgo identificado se realiza el cálculo de la magnitud del riesgo realizando la multiplicación de la puntuación asignada a cada variable haciendo el uso de la siguiente fórmula

Magnitud del riesgo = Puntuación de escala de probabilidad * Puntuación grado de severidad de las consecuencias * Puntuación frecuencia de exposición

Luego de aplicar la fórmula obtendremos un valor que nos permitirá obtener una estimación pudiendo ser esta considerada riesgo muy alto, riesgo alto, riesgo notable, riesgo posible y riesgo aceptable, el criterio se detalla en la tabla a continuación

Tabla 5. Clasificación acorde a magnitud del riesgo

Magnitud del riesgo	Clasificación del riesgo	Valores
Mayor de 400	Riesgo muy alto	Detención inmediata de la acción peligrosa
Entre 200 y 400	Riesgo alto	Corrección inmediata
Entre 70 y 200	Riesgo notable	Corrección necesaria urgente
Entre 20 y 70	Riesgo posible	No es emergencia, pero debe ser corregido el riesgo
Menos de 20	Riesgo aceptable	Puede omitirse la corrección

Fuente: (Rubio Romero, 2004)

Se hará uso de la tabla mostrada a continuación, la matriz de tres factores cuenta con 6 columnas en las que se detalla la información documentada en cada una.

Columna 1 corresponde a la actividad evaluada

Columna 2 corresponde al escenario planteado en el análisis ¿qué pasaría sí? En caso de que se haya analizado más de un posible escenario

Columna 3 corresponde al grado de severidad de la consecuencia

Columna 4 corresponde a la frecuencia de exposición

Columna 5 corresponde a la escala de probabilidad

Columna 6 corresponde a la magnitud del riesgo obtenida

Tabla 6. Formato de matriz de tres factores

Actividad	Escenario	Riesgo	Grado de severidad (1-100)	Frecuencia de exposición (0-10)	Escala de probabilidad (0.1-10)	Magnitud del riesgo obtenida
Actividad 1	Escenario 1	Riesgo 1	Valor entre 1-100	Valor entre 0-10	Valor entre 0.1-10	Valor entre 0-1000
Actividad 2	Escenario 2	Riesgo 2	Valor entre 1-100	Valor entre 0-10	Valor entre 0.1-10	Valor entre 0-1000
Actividad n	Escenario n	Riesgo n	Valor entre 1-100	Valor entre 0-10	Valor entre 0.1-10	Valor entre 0-1000

3.5 Factor de justificación

Acompañado al método Fine se ha definido algo llamado factor de justificación, el cual cumple la función de reflejar si es que los costes de las acciones correctivas están justificados. Para su cálculo se toman en cuenta el costo estimado de la acción correctiva y que tan efectiva será para mitigar el riesgo planteado.

La fórmula que se utiliza es:

$$J = \frac{R \times F}{d}$$

Dónde:

R: es la magnitud del riesgo.

F: es el factor de reducción de riesgo.

d: es un factor de costo.

El cálculo del factor de reducción de riesgo es realizado mediante la fórmula:

$$F = \frac{R_i - R_f}{R_i}$$

Dónde:

R_i: magnitud de riesgo antes de la acción correctiva.

R_f: magnitud de riesgo después de la acción correctiva.

Así también existe una tabla que permite tener un valor referencial para ser usado acorde a la efectividad de la acción correctiva que se detalla a continuación.

Tabla 7. Tabla referencial para efectividad de acción propuesta

Efectividad (F)	Valor
Tal que elimina el peligro totalmente (100%)	1
Tal que reduce el peligro en un 75%	0.75
Tal que reduce el peligro en un 50%	0.50
Tal que reduce el peligro en un 25%	0.25
Tal que no reduce el riesgo en absoluto (0%)	0

Fuente: (Rubio Romero, 2004)

Para el factor de coste “d” contamos con una tabla referencial al costo de la acción correctiva que se detalla a continuación.

Tabla 8. Escala para factor “d” acorde al costo de la acción propuesta

Costo	Valor
Más de 35.000 dólares	10
De 14.000 a 35.000 dólares	8
De 7.000 a 14.000 dólares	6
De 700 a 7.000 dólares	4
De 70 a 700 dólares	2
De 15 a 70 dólares	1
Menos de 15 dólares	0.5

Fuente: (Rubio Romero, 2004)

La clasificación acorde al valor de justificación se realiza acorde a lo descrito en la tabla a continuación.

Tabla 9. Criterio de aceptación de acción propuesta acorde a factor de justificación

Criterio	Valor
No se justifica la acción propuesta	Menor a 10
La medida está justificada	Entre 10 y 20
La medida es la mejor para reducir el riesgo	Mayor a 20

Fuente: Elaboración propia

3.6 Entrevistas al personal operativo acerca de trabajos en alturas

En esta sección se abordará al personal operativo para conocer acerca de las condiciones de la operación tales como supervisión, controles, estándares de trabajos en altura, conocimiento general de trabajos en altura, conocimiento específico de uso de dispositivos, entrenamiento recibido. Cada uno de estos aspectos mencionados ayudará a determinar la brecha entre el estado actual y el estado adecuado en el aspecto de entrenamiento del personal además de identificar mejoras de instalaciones, dispositivos y controles.

Para indagar acerca del conocimiento general de trabajo en alturas y estándares de trabajo en altura se plantearán preguntas de conocimiento base para este tipo de actividades

Los apartados de supervisión y control se enfocan principalmente en conocer si de manera general se cuenta con supervisión o soporte activo del supervisor o de algún superior para el desarrollo de los trabajos en altura rutinarios.

Para el apartado de conocimiento específico de uso de dispositivos se busca saber si el personal conoce el correcto uso de los dispositivos, el tipo de protección que brindan contra caídas y su correcta inspección previo al uso.

En el apartado de entrenamiento recibido se busca conocer acerca de si han recibido entrenamiento formal, de no ser así como se dio el aprendizaje de uso de dispositivos y ejecución de actividades. La encuesta realizada con la finalidad de contar con información base del conocimiento del personal que ejecuta las actividades se puede encontrar en la sección de anexos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Recopilación inicial de datos

Dado que la planta cuenta con 3 turnos en los que todas las actividades se realizan de manera continua se programó un acompañamiento dentro de un período de 15 días para cada turno de 8 horas acorde al siguiente cronograma:

Tabla 10. Cronograma de acompañamiento

Turno	Fechas de acompañamiento
Turno 1 (7am-3pm)	Del 1 al 15 de febrero del 2021
Turno 2 (3pm-11pm)	Del 16 de febrero al 2 de marzo del 2021
Turno 3 (11 pm – 7 am)	Del 3 al 17 de marzo del 2021

Fuente: Elaboración propia

Durante los 3 primeros días de acompañamiento en cada turno, se consultó al personal operativo de cada área funciones a cargo y tareas rutinarias de su puesto; con esta información se comenzó a elaborar la lista inicial de tareas para posteriormente poder discriminar aquellas que son de interés para el proyecto.

Se consultó con el departamento de mantenimiento las actividades planificadas de mantenimientos tanto preventivos como correctivos para la elaboración de una lista que nos permita posteriormente discriminar aquellas que son de interés para el proyecto así poder abordar todas las áreas de operación de la empresa

Como parte de la recopilación de datos se incluyen los resultados a las respuestas realizadas al personal de planta

4.2. Entrenamiento recibido

Como parte de la recopilación de datos se incluyen los resultados a las respuestas realizadas al personal de planta. En total fueron entrevistadas 32 personas.

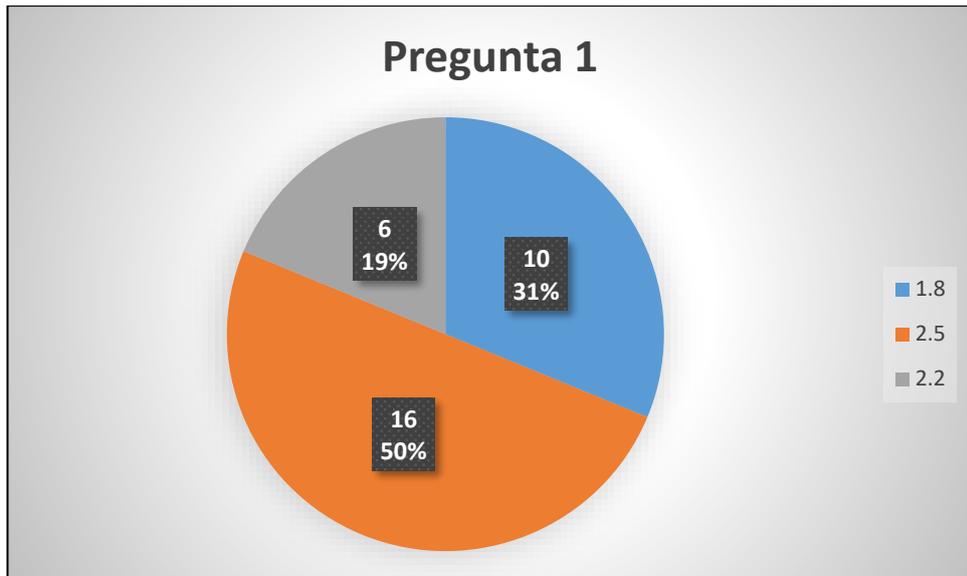


Figura 1. Pregunta 1. ¿Desde qué altura consideramos que estamos haciendo un trabajo en altura?

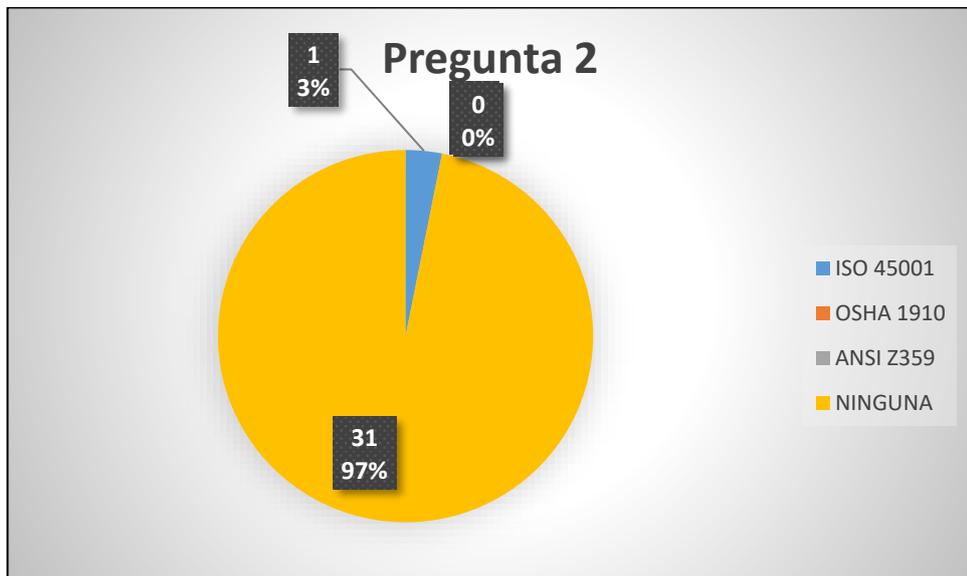


Figura 2. Pregunta 2. ¿Se le ha capacitado con alguno de estos estándares que abordan gestión de trabajo en altura?

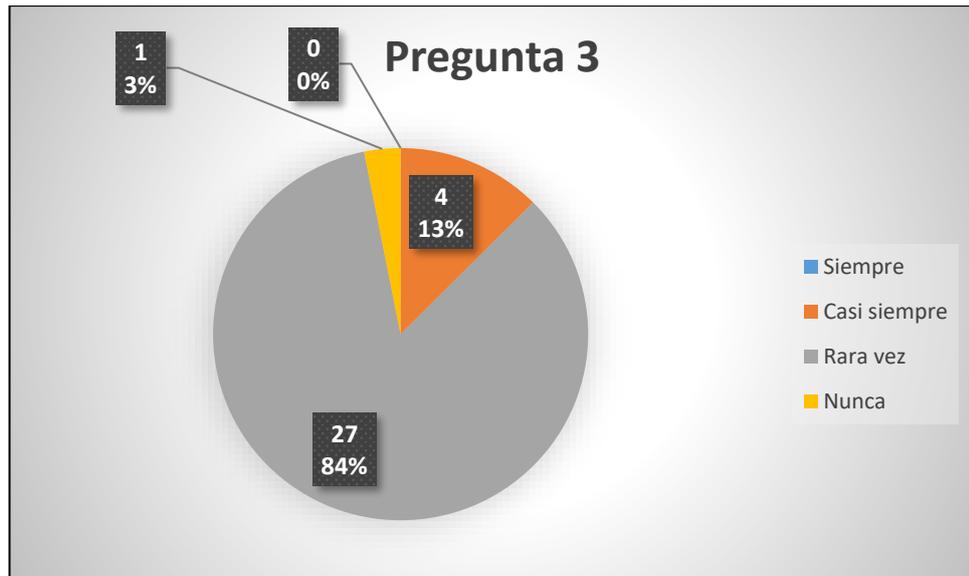


Figura 3. Pregunta 3. ¿Antes de realizar un trabajo en altura algún superior revisa lo que se realizará?

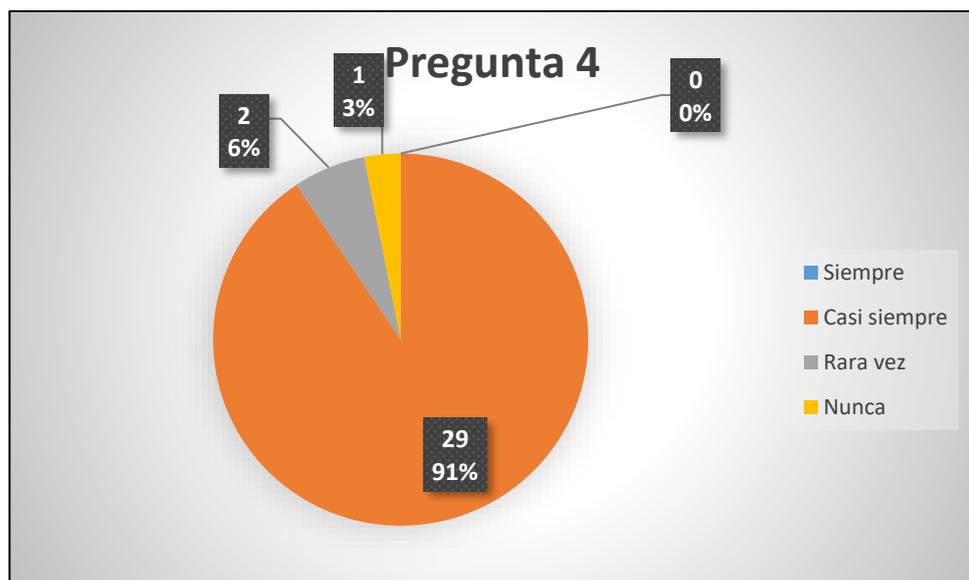


Figura 4. Pregunta 4. ¿Existe supervisión permanente o comunicación activa mientras se desarrolla la actividad?

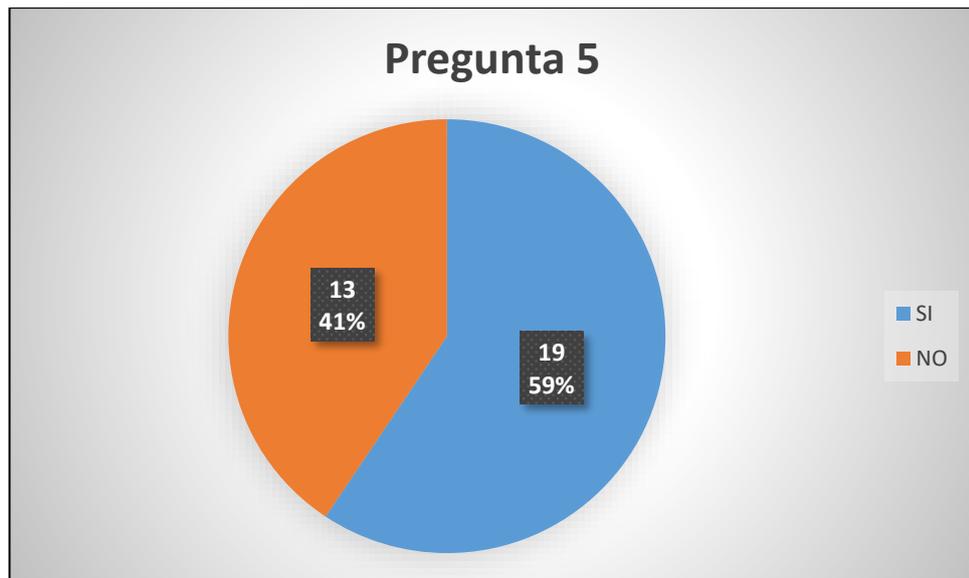


Figura 5. Pregunta 5. ¿Se facilitan herramientas y equipos para poder realizar los trabajos en altura de manera adecuada?

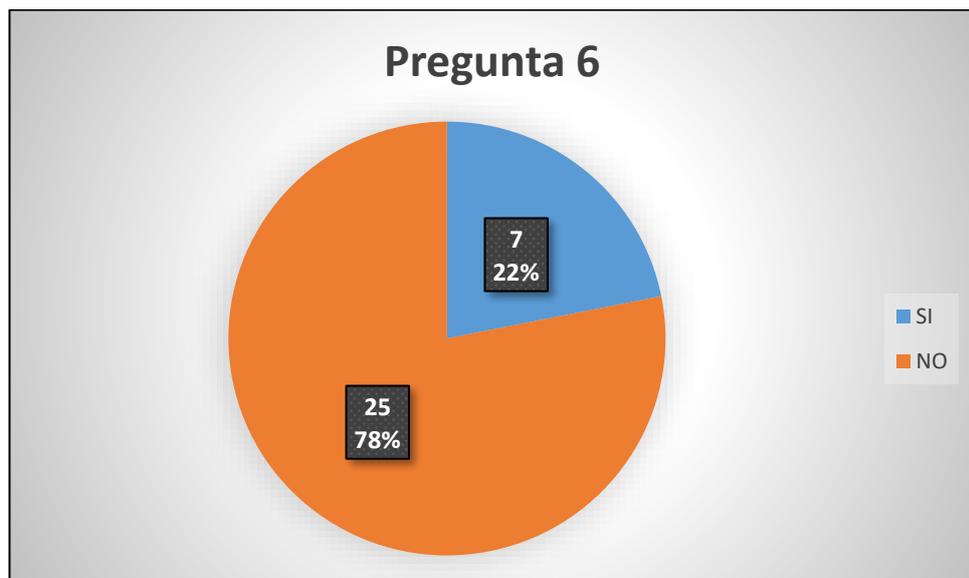


Figura 6. Pregunta 6. ¿Ha sido capacitado para inspeccionar y determinar si es seguro o no usar equipo de protección para trabajo en altura?

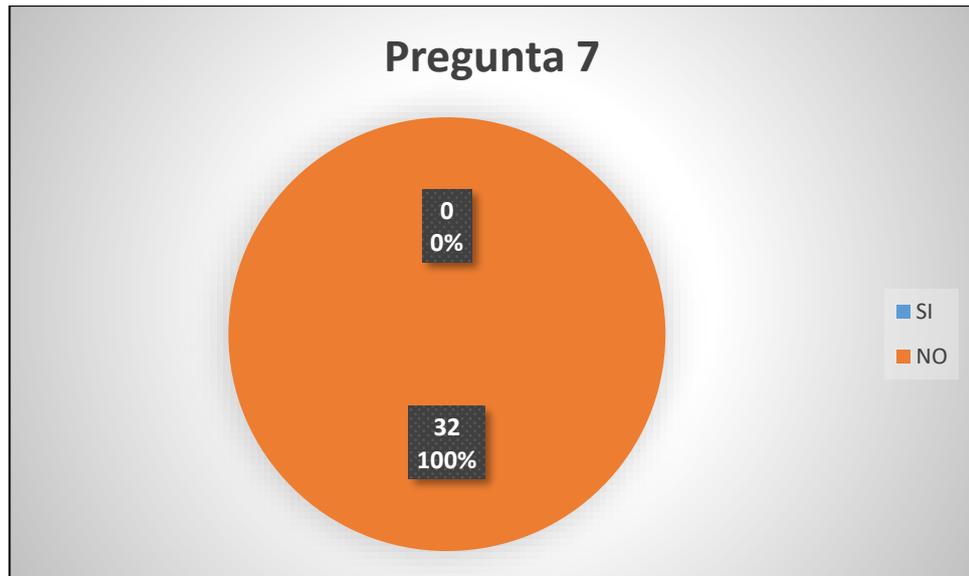


Figura 7. Pregunta 7. ¿Ha recibido entrenamiento formal para trabajar en alturas en su empresa?

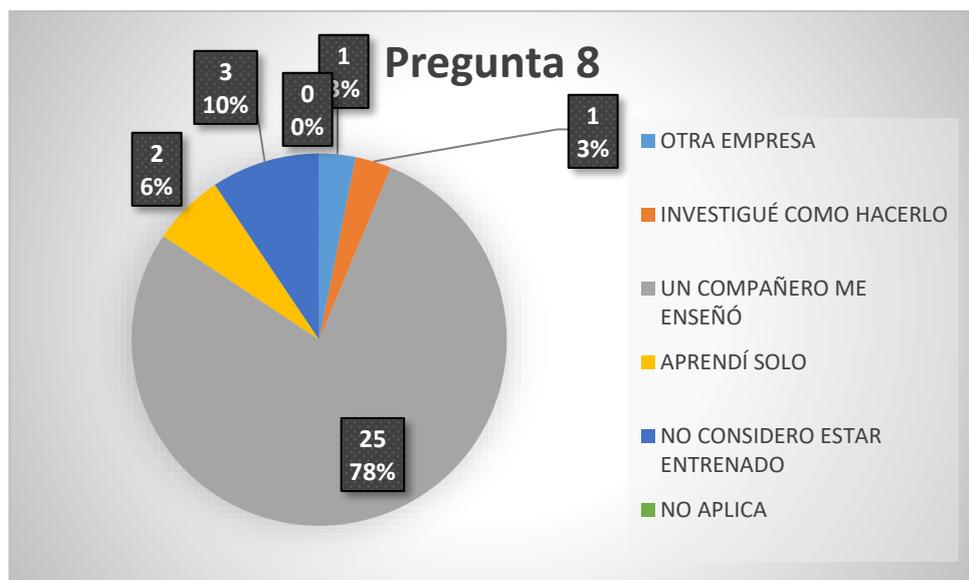


Figura 8. Pregunta 8. Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Qué tipo de entrenamiento recibió?

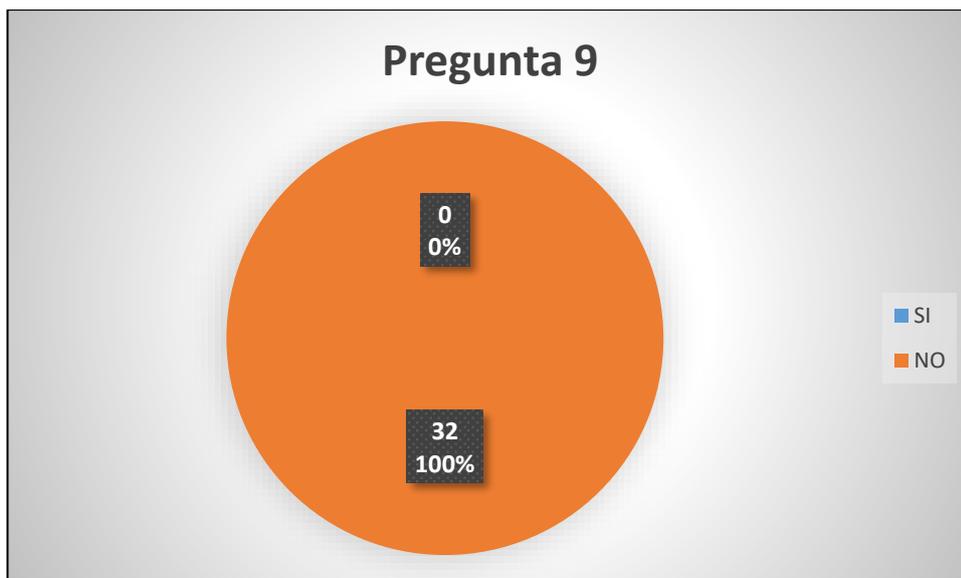


Figura 9. Pregunta 9. ¿Recibió un instructivo o capacitación para las actividades rutinarias que realiza en altura?

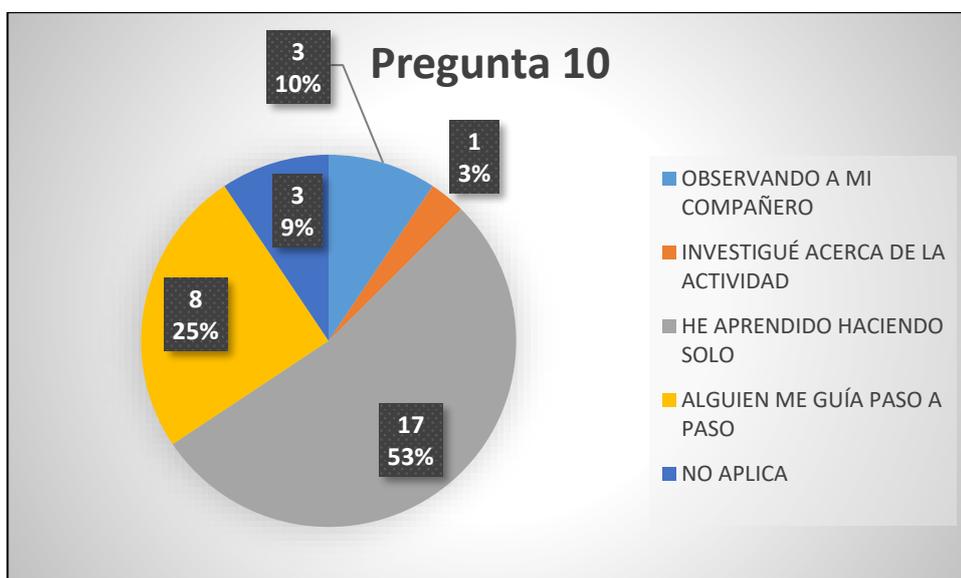


Figura 10. Pregunta 10. Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Cómo aprendió a hacerla?

4.3. Elaboración de lista de actividades discriminadas para el proyecto

Para obtener una lista con las actividades que son de interés para la evaluación y propuesta de mejora de este proyecto se observaron los siguientes criterios:

- La actividad se desarrolla a 1,8 metros de altura o alturas superiores (Criterio 1)
- Existe riesgo de caída a distinto nivel que puede ocasionar lesiones (Criterio 2)
- Es necesario el entrenamiento para el uso de EPP's de trabajo en altura (Criterio 3)

Al cumplir al menos uno de estos criterios la actividad debe ser considerada para la evaluación de riesgo y ser incluida en la lista. A continuación, se muestra el resultado obtenido siendo esta la lista de actividades de interés para el proyecto.

Tabla 11. Listado de actividades de interés para el proyecto

No.	Actividad	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
1	Limpieza de olla de evaporado	X	X	X
2	Armado de sistema CIP torre de secado	X	X	X
3	Inspección y armado de bombonas del sistema anti-explosiones	X	X	X
4	Inspección y armado de esferas anti-explosiones	X	X	X
5	Revisión de sistema de alimentación torre de secado	X	X	X
6	Revisión de conexiones y motor de paletas de agitación del tanque de alimentación de evaporado		X	
7	Revisión de conexiones y motor de paletas de agitación del tanque de concentrado		X	
8	Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda	X	X	
9	Revisión de tanque de recirculación de PTAR	X	X	X
10	Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas	X	X	
11	Mantenimiento programado de condensadores de cámara de frío	X	X	X

12	Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío	X		X
13	Cambio de luminarias en área de recepción de materia prima	X	X	X
14	Revisión de motor en reactor 1		X	
15	Revisión de motor en reactor 2		X	
16	Cambio de luminarias en área de reactor	X		X
17	Mantenimiento a línea de alimentación de ácido a reactores	X		X
18	Inspección a línea de alimentación reactor- torre de evaporado	X		X
19	Inspección de ductos de vapor en área de reactores	X	X	X
20	Mantenimiento a chimeneas de calderos	X	X	X
21	Cambio de luminarias en bodega de producto terminado y bodega de tránsito	X		X

Fuente: Elaboración propia

4.4. Descripción de las actividades

A continuación, se realizará una descripción detallando que tipo de actividad es, el personal que la realiza, la frecuencia con la que se realiza además de la forma en la que es realizada actualmente. Aunque originalmente se listaron 22 actividades en total, la descripción no se realizará para cada una debido a que varias de ellas guardan muchas similitudes en su realización modificando solo el área en el que se realizan más no su ejecución; con la finalidad de no tener descripciones redundantes las actividades listadas a continuación fueron unidas: actividad 6 y actividad 7; actividad 13, actividad 16 y actividad 21; actividad 14 y actividad 15.

4.4.1. Limpieza de olla de evaporado

Está es una actividad rutinaria, considerada así al ser una necesidad de proceso para mantener un funcionamiento eficiente del equipo dado que si no se realiza la eficiencia del equipo se ve impactada, la relación tiempo sin hacer limpieza de olla vs. Eficiencia de funcionamiento del equipo es inversamente proporcional. Esta tarea es realizada por el personal operativo del área de producción se requiere únicamente una persona y se realiza en promedio cada dos días (48 horas) posterior a finalizar el CIP del evaporador. La actividad se realiza sin realizar una para de la actividad productiva dado que el equipo solo entra en otro modo de operación para la limpieza.

Actualmente la actividad se desarrolla de la manera que se describe a continuación: una vez que se ha alcanzado un volumen procesado en el evaporador que es aproximadamente lo que se procesa en 48 horas se inicia el ciclo CIP (clean in place) por sus siglas en inglés, que consiste en una limpieza de varias fases con químicos y agua que se realiza mediante bombas en el equipo, posterior a esto se procede con la limpieza de olla de evaporado para lo que el operador se equipa con un arnés de cuerpo entero con doble eslinga para subir a una plataforma de 8m² que se encuentra a 18 metros de altura adicional debe llevar un recipiente pequeño con detergente clorado, un cepillo para limpieza de equipo y una llave francesa para el desacople de la parte superior de la torre que cubre la olla.



Figura 11. Torre de evaporado

El acceso a la plataforma es mediante una escalera vertical con jaula, se tiene instalada una línea de vida vertical que no se puede usar dado que se encuentra en malas condiciones, actualmente el operador debe enganchar la eslinga a medida que avanza volviendo el ascenso más lento y requiriendo mayor esfuerzo; pese a ser una actividad rutinaria con frecuencia definida no se ha definido ningún control o supervisión para el inicio de la actividad por lo que en ocasiones el personal en ocasiones la ha realizado accediendo de manera insegura o inclusive sin los equipos de protección personal apropiados.

4.4.2. Armado de sistema CIP en torre de secado

Esta actividad también la catalogaremos como una actividad rutinaria al ser parte de otra actividad considerada una necesidad de proceso, no es en sí una actividad que mejore la eficiencia del equipo al no ser una limpieza, pero, su ejecución es necesaria para poder realizar la limpieza correspondiente del equipo y así garantizar tanto la eficiencia de operación del equipo como los estándares de calidad para la operación.

Esta actividad es realizada por el personal operativo del área de producción, para su ejecución se requieren 3 personas que de manera general son el operador de evaporado, el operador de torre de secado y el supervisor de turno. La actividad cuenta con una frecuencia definida por lo que se realiza cada 15 días y previo a su ejecución se realiza una parada planificada de la torre de secado dado que por las condiciones de trabajo de esta (altas temperaturas, vibración en la estructura) no es posible acceder con el equipo en operación.



Figura 12. Acceso a torre de secado

Al momento la actividad se realiza de la siguiente manera: una vez que se ha llegado a la fecha de parada del equipo desde coordinación de producción indican el turno que tendrá que iniciar la secuencia de apagado del equipo la cual es el punto de referencia para el tiempo de enfriamiento del equipo, aunque no siempre el tiempo de enfriamiento es el mismo por condiciones ambientales que lo agilitan o lo demoran. Una vez que se considera que el equipo está a temperatura adecuada para iniciar la actividad el operador informa al supervisor de turno para poder dar inicio. Actualmente no se cuenta con un checklist previo a realizar el ascenso a la torre de secado, las 3 personas se equipan con el arnés de cuerpo completo con doble eslinga y el casco en este caso se sube con la llave francesa únicamente, la parte superior de la torre de secado mide 5 metros de diámetro, el ascenso se lo realiza mediante una escalera vertical con jaula es de 15 metros y toma entre 4 y 6 minutos dado que pese a que se espera que se enfríe el equipo las instalaciones permanecen a un

temperatura entre 35°C y 40°C lo que demanda un ritmo de ascenso lento para evitar sofocarse; se cuenta con una línea de vida vertical obsoleta por lo que al subir se enganchan y desenganchan las eslingas progresivamente mientras se avanza hasta llegar a la parte superior de la torre donde no se cuenta con una línea de vida horizontal sino una protección colectiva a la que se anclan las eslingas de manera poco efectiva por el alcance que dan para realizar las tareas lo que ocasiona que para ciertas acciones específicas el personal deba estar desanclado.



Figura 13. Retiro de recipiente de acero

Estando en la parte superior se procede a quitar los pernos que sujetan un recipiente de acero que forma parte de la estructura que es removida para ser lavada, punto que será abordado más adelante. El armado de la estructura para CIP consta del acople de 3 tramos de tubería de acero inoxidable de 2 metros cada uno, el tramo inicial es identificado al tener un aspersor en un extremo que es el que permitirá que el agua a presión que entra realice una limpieza uniforme dentro de la torre, el segundo tramo no cuenta con ningún aditamento solo los puntos que permiten su acople al resto de la tubería, el tercer tramo cuenta con una platina redonda en la parte final con varios orificios que permiten ajustar con pernos la tubería a la estructura sin que caiga.



Figura 14. Personal trabajando sin anclarse

El primer y segundo tramo cuentan con un punto de agarre soldado por el que se desliza un pasador durante el armado que se describe a continuación: Una vez removida el recipiente de acero una persona iza el primer tramo mientras las otras dos personas asisten el posicionamiento, se coloca una varilla que actúa de pasador para que el primer tramo no caiga mientras se realiza el izaje y acople del segundo, se remueve la varilla que sostenía el primer tramo y se repite el proceso para el acople del tercer tramo que una vez asegurado se remueve la varilla que actúa de pasador y las tres personas ayudan a centrar y ajustar la platina superior para poderla ajustar posteriormente, se acopla la línea de entrada de agua para el sistema CIP y se finaliza el armado. Posterior a esto el descenso se realiza enganchando cada eslinga en los peldaños de la escalera hasta completar el descenso.

4.4.3. Inspección y armado de bombonas del sistema anti-explosiones

La torre de secado cuenta con un sistema de protección contra explosiones que consta de dispositivos de medición y control para la cámara, así como con dispositivos de contención y sofocación en caso de que se presente el evento de la explosión. Se cuenta con 4 bombonas catalogadas dentro de dispositivos de contención y sofocación de las cuales 2 cuentan con acceso seguro mediante plataforma con protección colectiva y 2 no cuentan con un acceso seguro para su armado (bloqueo y desbloqueo del dispositivo) encontrándose una de ella a 2,9 m sobre el piso y la segunda a 3,8 m respectivamente.



Figura 15. Personal haciendo revisión de bombona

Actualmente la actividad es realizada por el personal operativo del área de producción, se hace uso de solo una persona y la consideraremos una actividad rutinaria de frecuencia definida dado que el armado de los dispositivos es una actividad que se realiza a la par del CIP de la torre de secado. La actividad se realiza de la forma descrita a continuación: el supervisor de producción junto con el técnico eléctrico realiza el desarmado electrónico del sistema previo a la intervención física de los dispositivos, posterior a esto se autoriza al personal operativo para dar inicio a la actividad, en el caso puntual de las bombonas que no cuentan con acceso seguro el operador se sube de manera rústica sobre uno de los ciclones para tener acceso al dispositivo para desacoplar la placa con el sensor de activación e insertar la placa de bloqueo en el dispositivo, para la bombona que se encuentra a mayor altura por las tuberías existentes en el área no es posible posicionar correctamente una escalera de tijera para realizar la actividad por lo que se usa una escalera de una sola hoja para apoyarla sobre una tubería y el operador sube por la escalera para retirar la placa con el sensor de activación y colocar la placa de bloqueo en el dispositivo.

4.4.4. Inspección y armado de esferas del sistema anti-explosiones

Siguiendo los pasos descritos en el punto 4.3.3 de desarmado electrónico del sistema y autorización al personal se procede al armado de las esferas, actualmente se cuentan con 4 esferas, 1 de ellas cuenta con un acceso seguro con protección colectiva a una altura de 6 metros, 2 de ellas cuentan con protección colectiva pero son de difícil acceso a pesar de encontrarse a una altura no mayor a los 2 metros, la cuarta se encuentra a una altura de 7 metros sin contar con ningún medio de acceso por lo cual es en la que se ejecuta la tarea con más alto riesgo.

Al igual que con las bombonas la actividad es realizada por el personal operativo del área de producción, se hace uso de solo una persona y también es considerada una actividad rutinaria de frecuencia definida. La actividad se ha realizado de las dos formas descrita a continuación: en ocasiones el personal operativo coloca una escalera de tijera para poder acceder al techo de un cuarto eléctrico el cual no está diseñado para soportar ningún tipo de cargas y desde el techo del mismo tiene acceso al dispositivo lo cual representa un riesgo al tener que balancear el cuerpo hacia adelante para poder aplicar la fuerza necesaria para desacoplar la placa sea de activación o bloqueo luego de retirar la placa el operador usa la escalera para descender.



Figura 16. Personal bloqueando esfera desde techo de cuarto eléctrico

La segunda forma en la que esta actividad se realiza es mediante el uso de una escalera telescópica, el operador coloca la escalera sobre un tramo del conducto que conecta la torre de secado con la esfera, siendo este de acero inoxidable y

una superficie curva no hay un punto de soporte fijo seguro previo a subir el operador solicita soporte de una persona sosteniendo la base de la escalera y sube para desacoplar la placa de activación o bloqueo durante la actividad el operador procede con extrema cautela dado que no cuenta con ningún punto de anclaje disponible y la manipulación del dispositivo requiere la aplicación de fuerza lo que causa inestabilidad en la escalera.

4.4.5. Revisión de sistema de alimentación de torre de secado

El sistema de alimentación en la torre de secado consta de un dispositivo electrónico de dosificación en la parte superior, que alimenta un tramo fino de tubería que se conecta a un aspersor que garantiza la dispersión uniforme del líquido dentro de la cámara de la torre, al ser un sistema de uso continuo y crítico para el correcto funcionamiento del equipo cuenta con un calendario planificado de revisión lo que permite identificar cualquier anomalía y corregirla oportunamente para evitar tener paradas no programadas durante el tiempo planificado de producción. La actividad es realizada por el personal operativo de mantenimiento, se hace uso de dos personas un técnico mecánico y un técnico eléctrico, y la catalogaremos como una actividad rutinaria de frecuencia definida dado que se rige por un calendario previamente definido.



Figura 17. Sistema de alimentación en la parte superior de la torre de secado

La actividad se realiza de la siguiente manera: el personal sube con equipos de comprobación eléctrica, llave para tuercas ranuradas, desarmador y llave francesa además de estar equipados con un arnés con doble eslinga. Una vez equipados con el arnés y las herramientas el personal comienza el ascenso en la escalera vertical con jaula de 15 metros dado que la línea de vida vertical se encuentra obsoleta el ascenso es usando las eslingas anclando y desanclando conforme se asciende hasta llegar a la parte superior de la torre, ahí el personal

técnico realiza la revisión respectiva del equipo, conexiones y acoples de las mismas para garantizar que se encuentren en buenas condiciones y sean seguros para la operación en caso de necesitar realizar el reemplazo de algún componente será necesario el descenso y posterior ascenso dado que no se tiene ningún dispositivo que permita enviar los componente hacia arriba.

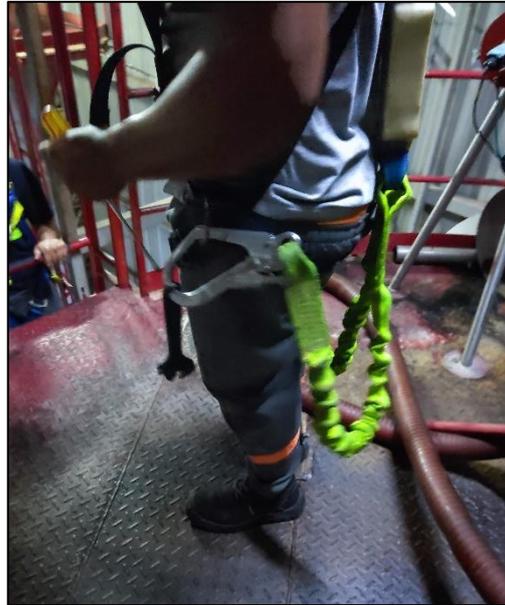


Figura 18. Personal se alista para descender con herramienta en la mano y sujeta de manera incorrecta al gancho de la eslinga

4.4.6. Revisión de conexiones y motor de paletas de agitación del tanque de alimentación de evaporado y tanque de alimentación de torre de secado

Como parte del proceso se recibe un semielaborado a un tanque de alimentación de la torre de evaporado en el que se tienen varios componentes mecánicos para mantener ciertas condiciones del semielaborado, entre estos se encuentran los agitadores del tanque que son accionados por un motor que se encuentra en la parte superior del tanque que mide 12 metros de altura.

Este motor dado que es de funcionamiento continuo durante la operación tiene una frecuencia de inspección semanal, así también las conexiones eléctricas y neumáticas del tanque son inspeccionadas por lo que la consideramos como una actividad rutinaria con frecuencia definida, es realizada por el personal operativo de mantenimiento y para su revisión usualmente se llevan equipos de comprobación eléctrica.

La tarea se desarrolla de la manera que se describe a continuación: el personal sube a una plataforma fija que da acceso a los tanques tanto de alimentación para evaporado como el de alimentación de la torre de secado, dado que la plataforma no está a la misma altura que la parte superior de los tanques el personal tiene que subirse sobre la superficie del tanque para acceder al motor del equipo y realizar la revisión correspondiente. Durante la realización de esta actividad no hacen uso de ningún equipo de trabajo en altura y tampoco se cuenta con un medio de acceso seguro para la parte superior de los tanques.



Figura 19. Secuencia de fotos que muestran modo de acceso al tanque

4.4.7. Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda

Esta actividad la podemos catalogar como una actividad de proceso, la inspección de tolva mayor es realizada por la persona encargada de revisión de cuerpos extraños mayores del proceso de molienda que ocupa el cargo de ayudante polifuncional en el área de producción, es una actividad rutinaria sin frecuencia definida dado que se realiza acorde a la cantidad de veces que amerite durante el proceso, es realizada por el personal operativo de producción y para su realización se requiere únicamente una persona. Al procesar materia prima que para un proceso anterior es considerada como desperdicio ocasionalmente se presentan cuerpos extraños por lo que se realiza una revisión minuciosa de la materia prima que entra al proceso mediante una banda de revisión para cuerpos extraños menores y una tolva mayor para cuerpos extraños mayores.

La actividad se realiza de la manera descrita a continuación: una vez que se ha iniciado a cargar materia prima dentro de la tolva mayor el ayudante sube por una escalera que actualmente tiene una base doblada por lo que no está completamente anclada al piso, hasta una plataforma que se encuentra a 5 metros de altura esta plataforma no cuenta con una protección colectiva para prevenir la caída dentro de la tolva además por encontrarse dentro de una cámara fría y no tener una frecuencia de limpieza usualmente está resbalosa, la función al subir es inspeccionar la presencia de cuerpos extraños mayores (gavetas, mandiles, escobas, gafas, cofias, fundas de guantes, botas, botellas plásticas) que puedan atascar el sinfín que lleva la materia prima hasta la banda de revisión de cuerpos y en caso de observar la presencia de alguno de ellos detener el proceso para retirar el cuerpo extraño, cuando se ha dado este escenario la recuperación se realiza haciendo uso de un tubo largo con una platina cuadrada soldada al final del mismo lo que permite enganchar y subir el cuerpo extraño para poder continuar, la actividad se puede considerar de alto riesgo por no contar con la protección colectiva para prevenir la caída en el equipo que dentro tiene una serie de cuchillas destinadas a reducir el tamaño de la materia prima previo a su paso al molino, así mismo el descenso es riesgoso al estar la escalera en malas condiciones se mueve al bajar el ayudante.



Figura 20. Condiciones de plataforma de tolva mayor



Figura 21. Vista de protección colectiva incompleta en plataforma de tolva mayor

4.4.8. Revisión de tanque de recirculación de PTAR

Dentro de la operación por los diferentes usos que se le dan al agua esta es enviada a la planta de tratamiento para cumplir los parámetros establecidos para su retorno a la red de alcantarillado, la planta de tratamiento cuenta con varios equipos y una plataforma sobre cada uno de los pozos que se usan para la etapa de coagulación, floculación, sedimentación y filtrado. Dentro de las instalaciones de la planta de tratamiento se cuenta con un tanque para el almacenamiento de aguas negras, el tanque tiene una altura de 9 metros, el operador de la planta de tratamiento tiene que hacer revisiones periódicas del nivel del tanque y de los equipos de este.

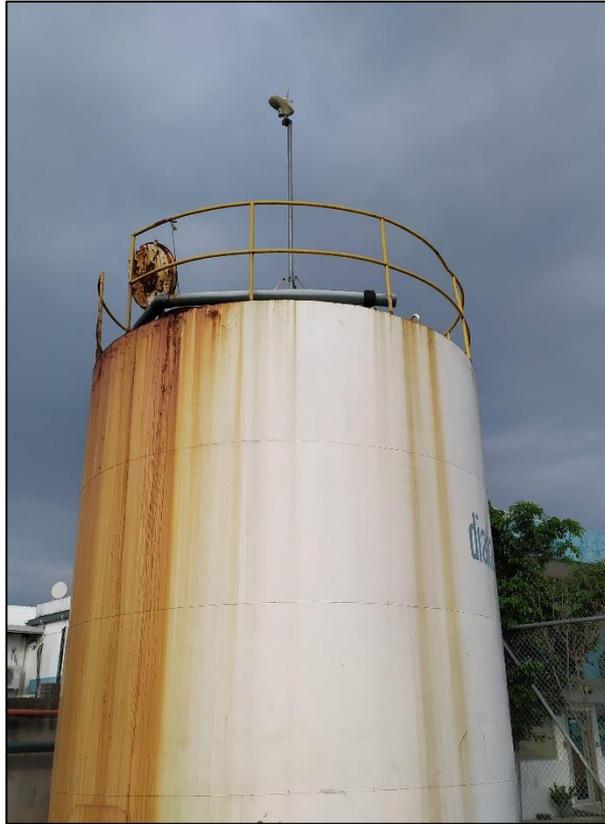


Figura 22. Tanque de almacenamiento de aguas negras

Esta actividad la podemos catalogar como una actividad no rutinaria para la que se usa a una sola persona, actualmente esta revisión se hace en función del uso del tanque, se realiza de la forma descrita a continuación: el operador sube por una escalera de caracol a un lado del tanque hasta llegar a la parte superior en la que se observó una protección colectiva deficiente al solo estar presente en una sección del perímetro de la parte superior del tanque así también no se observaron puntos de anclajes que pueda usar el operador para las actividades de revisión de equipos y tuberías arriba además de que el operador mostró no estar capacitado para trabajar en alturas ni en el uso de los equipos dado que estuvo a punto de acceder con un arnés sin eslinga por lo cual pese a estar en un período de observación se intervino provisionalmente para precautelar la integridad del personal en mención haciéndole la observación y asegurando que use el equipo completo y de manera apropiada.

4.4.9. Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas

Esta actividad a pesar de no ser directamente ejecutada dentro de las instalaciones de producción ha sido considerada en la lista dado que para la revisión de los compresores de los equipos el personal trabaja por encima de

1,80 metros de altura, es de interés para el proyecto abordar de manera integral todas las actividades que se realicen y crear una cultura de seguridad.

La actividad es realizada por el personal operativo de mantenimiento, es una actividad rutinaria de frecuencia no definida dado que va en función del uso de cada equipo y la realiza una sola persona. La actividad se realiza como se describe a continuación: el técnico eléctrico coloca una escalera telescópica para apoyada sobre la fachada posterior del edificio administrativo para tener acceso al equipo, comienzan haciendo la revisión correspondiente del equipo con el multímetro y la inspección de tuberías en busca de fugas o daños en las mismas; de ser necesario el desacople de tuberías suben y bajan para tomar la herramienta necesaria así también cuando deben hacer carga del gas refrigerante ellos suben con el tanque para hacer la conexión respectiva y se mantienen ahí hasta completar la carga, cabe recalcar que todas las actividades descritas implican maniobrar con herramientas al hacer fuerza y así también para realizar las conexiones necesarias todo desde la escalera.

4.4.10. Mantenimiento programado de condensadores de cámara de frío

Esta actividad forma parte del programa de mantenimiento de los equipos de la instalación industrial por lo que lo catalogaremos como una actividad rutinaria de frecuencia definida, actualmente la actividad es realizada por el personal operativo de mantenimiento. El acceso a los equipos es mediante una plataforma a 6 metros de altura en la parte exterior de la cámara de frío, el acceso no cuenta con línea de vida y en la parte superior existe protección colectiva que es usada de manera provisional como puntos de anclaje, la plataforma rodea a los equipos y el área para transitar es angosta.

La actividad se desarrolla de la manera descrita a continuación: el personal operativo de mantenimiento sube con arnés doble eslinga, casco y una caja con herramientas para hacer la revisión correspondiente del equipo en caso de falla así como para las inspecciones programadas, el equipo cuenta con una carcasa metálica compuesta por paneles que se debe desacoplar para su correcta revisión, una vez retirados los paneles el personal tiene acceso al equipo estos paneles son colocados en el espacio disponible muchas veces apoyados contra la protección colectiva anulando su uso como punto de anclaje para el personal. No se cuenta con un espacio para colocar las herramientas y la plataforma no cuenta con guardapiés.

4.4.11. Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío

Dentro de la cámara de frío existen cuatro ventiladores que realizan la recirculación de aire hacia el equipo estos se encuentran de manera paralela a 6 metros de altura dentro de la cámara de frío, al ser una actividad que forma

parte del programa de mantenimiento se cataloga como una actividad rutinaria de frecuencia definida, para su realización se necesitan de dos personas, una persona del área de producción y una persona del área de mantenimiento.

La actividad se realiza de la manera descrita a continuación: para acceder a los ventiladores el personal operativo de mantenimiento solicita el soporte del área de producción para trabajar en conjunto con un montacarguista que mediante una canastilla diseñada para ser elevada con las uñas del montacargas le dará acceso a los ventiladores, la maniobra es ejecutada sin mayor planificación la comunicación respecto a posicionamiento es realizada mediante gritos al no contar con equipos de comunicación formal, tampoco hay señales visuales que permitan la comunicación entre el técnico en la canastilla y el operador de montacargas tampoco se delimita el área de operación. El técnico no siempre usa el arnés dado que la actividad no está estandarizada ni tiene ningún tipo de control o supervisión actualmente.

4.4.12. Cambio de luminarias en área de recepción de materia prima, bodega de tránsito, bodega de producto terminado y reactores.

Se cataloga esta actividad como una actividad no rutinaria dado que no existe una frecuencia definida para su realización, sino que es realizada acorde a una necesidad emergente, las luminarias en las áreas mencionadas se encuentran a una altura de entre 6 y 7 metros de altura dado que las instalaciones de estas áreas son tipo galpón. Para realizar esta actividad interviene personal operativo del área de producción y del área de mantenimiento, siendo un total de dos personas las necesarias para esta actividad siendo estos un montacarguista y un técnico eléctrico, en el desarrollo de la actividad se hace el uso del arnés de forma ocasional por parte del técnico eléctrico y las herramientas necesarias para el cambio de la luminaria.

La actividad se realiza de la manera descrita a continuación: una vez indicada el área de trabajo el técnico eléctrico solicita el soporte del montacarguista del área de producción para ser elevado en la canastilla diseñada para uso con montacargas, el montacarguista procede a posicionarse lo más cerca posible a la luminaria y recibe las indicaciones del técnico eléctrico en caso de necesitar reposicionarse para tener mejor acceso o mejor maniobrabilidad durante el trabajo esto se realiza al gritar las instrucciones desde la canastilla dado que no se cuenta con un medio de comunicación formal y efectivo, el técnico realiza la inspección y la reparación necesaria para el correcto funcionamiento de las luminarias, la canastilla proporciona el espacio adecuado para colocar las refracciones y las herramientas, una vez finalizado el trabajo el técnico indica al montacarguista que baje la canastilla para dar por concluido el trabajo. Durante la realización de esta actividad no se realiza ninguna delimitación del área de trabajo a pesar de que son áreas en las que existe de manera permanente

tránsito de otros montacargas, exceptuando el área de bodega de producto terminado en el cual solo se opera de 7 am a 3 pm.

4.4.13. Revisión de motores y válvulas en reactores (reactor 1 y reactor 2)

Esta actividad está catalogada como una actividad no rutinaria dado que no se realiza al menos que se detecte algún tipo de anomalía durante el proceso o se presente el daño de algún componente que impida el funcionamiento de los equipos. Los reactores tienen una altura aproximadamente de 7 metros, los motores y mayoría de válvulas de estos equipos se encuentran en la parte superior exceptuando únicamente las válvulas de descarga de producto que se encuentran en la parte inferior de cada reactor, se cuenta con una plataforma que da acceso a los tanques pero no a la misma altura de la parte superior del reactor por lo que para acceder a ellos se hace uso de pequeñas escaleras o en su defecto barandas de la plataforma, es pertinente mencionar que la plataforma está en la parte frontal de los tanques siendo el espacio detrás de los reactores y entre los mismos un espacio vacío.

Para poder acceder a la parte superior en la que se encuentran tanto los motores como las diferentes válvulas trátase del reactor 1 o del reactor 2 es necesario subirse encima del mismo cabe mencionar que la superficie es curva de acero inoxidable no se cuenta con ningún tipo de protección colectiva ni puntos de anclaje para cuando se accede. En esta actividad no tenemos personal de un área definida para realizarla de manera única dado que en función de la situación se tendrá soporte del personal operativo de producción y/o mantenimiento.

La actividad se realiza de la manera descrita a continuación: cuando es necesaria la revisión de válvulas por algún tipo de falla el personal realiza la verificación visual del estado de la misma (abierta/cerrada) respecto a lo mostrado en el SCADA, de haber algún tipo de anomalía se solicita soporte del personal de mantenimiento quien realiza la intervención subiéndose encima del reactor esto lo hacen ayudados de una pequeña escalera en el reactor 1 pero en el reactor 2 acceden haciendo uso de la baranda y apoyándose en la estructura del reactor.



Figura 23. Personal realizando revisión en reactor 1

Cuando la revisión es a motores se da por fugas de aceite o a su vez de producto por lo que se hace la respectiva revisión de sellos, empaques y retenedores del equipo en busca de identificar la falla luego una vez identificada se procede con la maniobra con la ayuda de un tecele instalado sobre el reactor, durante la ejecución de todas estas actividades el personal se mueve sobre el reactor sin el uso de ningún equipo de protección para trabajo en altura además que el área no cuenta con una protección colectiva.

4.4.14. Mantenimiento a línea de alimentación de ácido a reactores

Esta actividad está catalogada como no rutinaria dado que solo se realiza bajo circunstancias específicas que la requieren ya sean daños, cambios estructurales en el área o presencia de fugas, actualmente la actividad es realizada exclusivamente por el personal operativo de mantenimiento siendo ocasionalmente solicitado personal operativo de producción únicamente en caso de necesitar el uso de montacargas en alguna actividad puntual. La línea de alimentación de ácido está ubicada a una altura de 7,5 metros aproximadamente y se eleva para poder acoplarse a la parte superior del reactor.

Por temas de confidencialidad de materias primas no se detalla cual es el ácido utilizado, pero es corrosivo, puede ocasionar quemaduras en la piel, daño ocular grave e irritación respiratoria de entrar en contacto directo por eso es necesario el uso de todos los equipos de protección personal correspondiente para manejo de químicos. Se observaron dos intervenciones durante el periodo de acompañamiento cada una se describe a continuación: en la primera intervención se observó que el personal de mantenimiento hizo uso de una escalera telescópica para acceder a la tubería ante la presencia de una fuga en el punto de conexión de una tuerca ranurada en la tubería, previo a la intervención se realizó un barrido a la línea para eliminar cualquier residuo del ácido en la línea.

El técnico realizó una inspección visual de la tubería para posteriormente colocar la escalera telescópica y subir con una llave para tuerca ranurada, desacoplar la tuerca ranurada y verificar la correcta alineación de la tubería con lo que comprobó que la misma había sido desplazada ocasionando la fuga del ácido. Procedió a colocar la escalera sobre el tramo que se encontraba alineado para mover el que se encontraba fuera de lugar hasta la posición correcta es importante mencionar que este esfuerzo hizo que balanceara su cuerpo fuera del espacio de la escalera apoyándose en la estructura de soporte de la tubería sin contar con un punto de anclaje no se hizo uso del arnés.

En la segunda intervención observada se hizo uso del montacargas y la canastilla dado que el tramo a intervenir estaba ubicado sobre otro equipo la

maniobra se ejecutó acercando el montacargas tanto como fue posible para luego proceder a acortar la distancia ajustando la inclinación del mástil lo que podía ocasionar que la canastilla resbale de las uñas, una vez posicionado se el técnico procedió a revisar la tubería, se realizó un cambio de empaque dado que el empaque anterior estaba en malas condiciones lo que ocasionó la fuga.

4.4.15. Inspección y mantenimiento a línea de alimentación reactor-tanque de alimentación de evaporado

El producto que es enviado hacia el tanque de alimentación atraviesa una tubería con tramos que se encuentran hasta a 7 metros de altura por lo que esta actividad también queda catalogada como trabajo en altura, la definiremos como una actividad no rutinaria dado que se realiza solo en caso de detectarse algún tipo de anomalía o daño.

Durante el periodo de acompañamiento se observó una intervención del personal operativo de mantenimiento en el tramo que se encuentra cruzando desde el exterior del área de reactor hacia el edificio donde se encuentra el tanque de alimentación de la torre de evaporado.

El daño identificado fue el desgaste de un empaque para lo cual se accedió con una escalera telescópica para la inspección correspondiente y verificación del daño. Luego con soporte de un montacarguista se ejecutó la maniobra con la canastilla para elevar a una persona de mantenimiento para el respectivo cambio de empaque usando la canastilla como punto de soporte para el tramo que se soltó para el cambio lo cual genera un peso adicional sobre la estructura provocando que el mástil sea sometido a mayor carga.

La persona que subió no usó arnés al ser una reparación de carácter urgente dado que el daño se visibilizó durante la descarga desde el reactor hacia el tanque lo que ocasionó a su vez un paro no programado, se observó poca planeación de como se iba a ejecutar la actividad.

4.4.16. Inspección de ductos de vapor en área de reactores

Esta actividad está catalogada como no rutinaria dado que se realiza solo en caso de experimentar caídas de presión en las líneas de entrada de vapor a los equipos, la actividad es realizada por el personal operativo de mantenimiento y para su realización son necesarias dos personas al menos, para poder acceder a los ductos se debe hacer el uso de escaleras y andamios. La actividad se realiza de la manera descrita a continuación.

La inspección en los ductos de vapor que alimentan los reactores van desde nivel de piso donde se encuentra el distribuidor de vapor para la parte media de los reactores a una altura aproximada de 3 metros sobre el nivel del piso, en dos ocasiones se realizó esta revisión durante el periodo de acompañamiento,

la actividad es realizada por una persona únicamente correspondiente al personal operativo de mantenimiento la inspección se realiza haciendo uso de una escalera telescópica apoyada en los ductos, en ambas ocasiones el punto de falla del ducto fue en la brida de entrada al reactor 2 en una de las ocasiones siendo una fisura en el ducto que fue soldada desde la escalera, y la otra ocasión la fuga fue ocasionada por el daño en el empaque en la tubería siendo esta vez necesario el desmontaje del tramo para poder hacer el cambio de manera apropiada. En ambos escenarios se observó un uso poco seguro de la escalera siendo usada como punto eje de las maniobras de desmontaje, así como soporte de cables durante el trabajo de soldadura.

4.4.17. Mantenimiento a chimeneas de calderos

Esta actividad es considerada no rutinaria debido a que su realización es esporádica y va en función del uso del equipo, la actividad es realizada por el personal operativo de mantenimiento e involucra dos personas, se debe acceder al techo del cuarto de calderos que está a 5 metros de altura aproximadamente, el acceso es mediante una escalera vertical con jaula, lo que de acceso a una plataforma con protección colectiva que conduce hasta las chimeneas de los cada caldero, al llegar a las chimeneas no se cuenta con protección colectiva ni puntos de anclaje que permitan el trabajo de manera segura aunque se accede con arnés con doble eslinga, se realiza una inspección pormenorizada de las condiciones de la chimenea verificar que no tenga ningún tipo de daño o corrosión que pueda terminar afectando la operación del caldero al ser un equipo de criticidad alta para la operación industrial.

Se observó la ejecución de la actividad en una ocasión de la manera descrita a continuación: personal operativo de mantenimiento accedió al techo del cuarto de calderos para realizar la revisión de las chimeneas encontrando una fisura solo en una de ellas por lo que se necesitó soldar un parche, para realizarlo fue necesario estar sobre una parte del techo en la cual no se contaba con ningún tipo de protección colectiva ni punto de anclaje respectivo, la actividad se realizó de manera breve y con cierta incertidumbre respecto a si se podría completar dado que el techo tiene una pendiente que dificultaba el equilibrio para la persona que se encontraba soldando.

4.5. Análisis ¿Qué pasaría sí?

Ahora que conocemos en detalle cómo se desarrollan cada una de las actividades de interés para la investigación podemos comenzar el planteamiento de ¿qué pasaría sí? Planteando escenarios reales que pueden suceder ya sea por falta de equipos, deficiencia de diseño o descuidos que atienden temas conductuales o de capacitación se mencionarán diferentes posibles escenarios.

Partiendo del punto 4.3 en el que se realiza la descripción de las actividades se detallará el número de actividades. En la tabla mostrada a continuación se colocará en actividad el número de actividad a la que corresponde acorde a lo descrito en el punto 4.3, en escenario se plantea una situación que puede darse en base a como se observó la realización de la actividad, en consecuencias se detalla en caso de ocurrir el escenario cual sería el resultado para el o los colaboradores que estén en la ejecución de la actividad.

Tabla 12. Matriz para el análisis ¿Qué pasaría si?

Actividad No.	Escenario ¿Qué pasaría si ...?	Consecuencias	Controles
4.3.1	El personal accede sin los equipos de trabajo en alturas.	En caso de caída a distinto nivel podrían ocurrir: golpes, fracturas e inclusive muerte de la persona en función de la altura de la caída.	Actualmente no existe ningún tipo de control que pueda mitigar este tipo de escenario
4.3.1	Personal realiza el ascenso engancho eslinga y resbala sin poder anclarse nuevamente.	Al presentarse caída a distinto nivel podrían ocurrir: golpes, fracturas e inclusive muerte de la persona en función de la altura de la caída.	Actualmente no existe ningún tipo de control para minimizar la probabilidad de ocurrencia de este escenario
4.3.2	Personal realiza el ascenso engancho eslinga y resbala sin poder anclarse nuevamente.	Al presentarse caída a distinto nivel podrían ocurrir: golpes, fracturas e inclusive muerte de la persona en función de la altura de la caída.	Actualmente no existe ningún tipo de control para minimizar la probabilidad de ocurrencia de este escenario
4.3.2	Personal trabaja en la parte superior de la torre de secado sin estar conectado a un punto de anclaje	Personal cae dentro de la torre de secado lo que podría ocasionar: golpes, fracturas e inclusive muerte de la persona; además para su rescate se debe contar con el equipo para rescate en espacios confinados	Actualmente no existe ningún tipo de control para minimizar la probabilidad de ocurrencia de este escenario, no se cuentan con puntos de anclaje para realizar las actividades ni con los equipos de rescates para espacios confinados.
4.3.3	Personal sube al ciclón, resbala y cae	Se presenta una caída a distinto nivel que puede ocasionar hematomas o en casos graves fractura.	No existe ningún control, medio de acceso de seguro o protección individual, ni colectiva que pueda usar

			el personal durante la ejecución de la actividad
4.3.4	Personal bloquea/desbloquea esfera de acceso desde la escalera de una hoja, pierde el equilibrio y cae	Caída a distinto nivel que puede ocasionar: hematomas o fracturas.	No existe ningún control, medio de acceso de seguro o protección individual, ni colectiva que pueda usar el personal durante la ejecución de la actividad
4.3.5	Personal deja caer herramientas sobre compañero que viene detrás o sobre personal operativo en la parte baja de la torre	Golpes de objetos que pueden causar lesiones de leves hasta graves	Actualmente el único medio para mitigar es el uso de equipos de protección personal
4.3.6	Personal pierde el equilibrio intentando acceder a la parte superior de los tanques	Al presentarse caída a distinto nivel podrían ocurrir: golpes, fracturas e inclusive muerte de la persona en función de la altura de la caída.	No existe ningún control, medio de acceso seguro o protección que pueda ayudar al personal a mitigar el escenario descrito.
4.3.7	Personal resbala y cae desde la plataforma al piso de la cámara	Al presentarse caída a distinto nivel podrían ocurrir: golpes y fracturas	No se cuenta con ningún tipo de protección colectiva para evitar que esto suceda
4.3.7	Personal resbala y cae desde la plataforma hacia la tolva	Al presentarse caída a distinto nivel podrían ocurrir: golpes y fracturas; adicional por el hecho de existir rompedores y un sinfín dentro de la tolva la persona puede experimentar cortes leves y graves.	No se cuenta con ningún tipo de protección colectiva o similar que evite que esto suceda.

4.3.8	Personal cae desde parte superior del tanque durante revisión de bomba y tuberías	Caída a distinto nivel desde una altura considerable pudiendo ocasionar golpes, fracturas e inclusive muerte.	La protección colectiva instalada es deficiente dado que no proporciona una protección completa para el desarrollo de actividades.
4.3.9	Personal cae desde escalera al realizar manipulación del compresor con las herramientas	Caída a distinto nivel que podría ocasionar golpes o fracturas.	No se cuenta con otro tipo de estructura para ejecutar este trabajo, ni elementos apropiados para delimitar el área
4.3.9	Escalera pierde estabilidad durante manipulación del compresor y la persona cae	Caída a distinto nivel que podría ocasionar golpes o fracturas agravados por el impacto de la escalera y/o herramientas.	No se cuenta con otro tipo de estructura para ejecutar este trabajo, ni elementos apropiados para delimitar el área
4.3.9	Herramientas o tanque de refrigerante cae sobre persona sosteniendo la escalera	Golpes y lesiones desde leves hasta graves en función del lugar del cuerpo afectado por el impacto	No se cuenta con otro tipo de estructura para ejecutar este trabajo, ni elementos apropiados para delimitar el área
4.3.10	Caída de herramientas desde la plataforma superior de trabajo	Golpes y lesiones desde leves hasta graves en función del lugar del cuerpo afectado por el impacto.	No se cuenta con elementos para delimitar el área, así como tampoco se cuenta con guarda pies en la plataforma.
4.3.11	Mala maniobra ocasionando que la persona en la canastilla sufra un golpe	Lesiones graves dado que se opera con maquinaria pesada	No se cuenta con un medio de comunicación formal, además existe nulo entrenamiento para comunicación por señas de maniobras.
4.3.11 -4.3.12	Canastilla resbala de uñas del montacargas y cae	En función de la altura a la que se pueda dar este escenario puede ocasionar desde lesiones leves, hasta la muerte de	La canastilla que se usa para estos trabajos no cuenta con ningún tipo de seguro o ajuste a las uñas del

		la persona que este ejecutando la maniobra al llegar el mástil hasta una altura aproximada de 6 metros.	montacargas o al mástil por lo que la ejecución errónea de la maniobra puede ocasionar su caída
4.3.13	Personal resbala desde la parte superior del reactor hacia la plataforma	Caída a distinto nivel que puede ocasionar golpes de gravedad leve	No existe un punto de anclaje disponible para el uso de equipos de trabajo en altura
4.3.13	Personal resbala desde la parte superior del reactor y cae hacia espacio vacío entre reactores o detrás del reactor.	Caída a distinto nivel que puede ocasionar lesiones graves y muy graves e inclusive muerte. Pueden producirse quemaduras en la piel en caso de caer en los ductos de alimentación de vapor.	No se cuenta con protección colectiva para prevenir la ocurrencia de este escenario, así como tampoco con puntos de anclajes para equipos de protección individual.
4.3.14	Escalera pierde estabilidad por la persona balanceándose lejos de la estructura y se voltea.	Personal trabajando en la escalera cae, pudiendo producirse lesiones graves y muy graves, inclusive muerte.	No se cuenta con otro tipo de estructura para acceder a realizar estos trabajos además de no contar con puntos de anclajes ni estructura que pudiese hacer las veces de línea de vida para anclarse con la ayuda de un arnés.
4.3.14	Personal pierde el equilibrio y cae hacia un lado de la escalera.	Personal trabajando en la escalera cae, pudiendo producirse lesiones graves y muy graves, inclusive muerte.	No existen puntos de anclaje disponibles para hacer uso de manera conjunta con el arnés.
4.3.15	Canastilla resbala de las uñas del montacargas al ajustar la inclinación del mástil hacia adelante y cae	Personal trabajando en la canastilla puede sufrir lesiones graves y muy graves dada la altura.	No se cuenta con una estructura que permita acceder de forma segura.

4.3.16	Personal pierde el equilibrio desde la escalera por manipulación de herramientas y cae	Personal puede sufrir lesiones leves y graves como fracturas en función del tramo en el que se esté ejecutando la actividad	No se cuenta con un medio de acceso seguro ni una plataforma de trabajo adecuada para la ejecución de la actividad
4.3.17	Personal resbala del techo del cuarto de calderos y cae al piso	Personal trabajando en el techo puede sufrir lesiones graves como fracturas y contusiones	No se cuenta con puntos de anclaje o protecciones colectivas

Fuente: Elaboración propia

4.6. Construcción de matriz de tres factores para trabajos en alturas

Tabla 13. Matriz de riesgo tres factores

Actividad	Riesgo	Escenario	Grado de severidad (1-100)	Frecuencia de exposición (0-10)	Escala de probabilidad (0.1-10)	Magnitud del riesgo obtenida
Limpieza de olla de evaporado	Lesión con incapacidad y/o muerte	a y b	15	3	6	270
Armado de sistema CIP de torre de secado	Lesión con incapacidad y/o muerte	a	15	2	6	180
Armado de sistema CIP de torre de secado	Lesiones leves (golpes) y/o lesiones con incapacidad (fracturas)	b	7	2	3	42
Inspección y armado de bombonas del sistema anti-explosiones	Lesiones leves (golpes)	n/a	1	2	3	6
Inspección y armado de esferas del sistema anti-explosiones	Lesiones leves (golpes) y/o lesiones con incapacidad (fracturas)	n/a	7	2	6	84
Revisión de sistema de alimentación de torre de secado	Lesiones leves (golpes) y/o lesiones con incapacidad (fracturas)	n/a	3	2	10	60
Revisión de conexiones y motor de paletas de agitación del tanque de alimentación de evaporado y tanque de alimentación de torre de secado	Lesiones leves (golpes), lesiones con incapacidad (fracturas) o muerte en caso de caída desde parte superior del tanque	n/a	7	10	6	420
Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda	Lesiones con incapacidad (fractura) por caída desde la plataforma hacia el piso de la cámara	a	3	10	10	300

Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda	Lesiones con incapacidad (fractura, cortes profundos) al caer dentro de la tolva y encontrarse los equipos encendidos	b	3	10	10	300
Revisión de tanque de recirculación de PTAR	Lesiones con incapacidad (fracturas) o muerte dada la altura de la estructura	n/a	7	3	6	126
Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas	Lesiones leves (golpes) o lesiones con incapacidad (fracturas) al caer desde la escalera	a y b	3	2	3	18
Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas	Lesiones leves (golpes) por impacto de herramientas	c	1	2	0.5	1
Mantenimiento programado de condensadores de cámara de frío	Lesiones leves (golpes) o lesiones con incapacidad (fracturas) por impacto de herramientas que caen desde la plataforma	n/a	3	2	1	6
Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío	Lesiones con incapacidad por mala maniobra en operación de maquinaria pesada	a	7	2	6	84
Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío	Lesiones con incapacidad (fracturas, traumatismos severos) o muerte al caer la canastilla de las uñas del montacargas	b	15	2	10	300
Cambio de luminarias en área de recepción de materia prima, reactor, bodega de tránsito y bodega de producto terminado	Lesiones con incapacidad (fracturas, traumatismos severos) o muerte al caer	n/a	15	2	10	300

	la canastilla de las uñas del montacargas					
Revisión de motor y válvulas en reactores	Lesiones leves (golpes) por caída hacia la plataforma de los reactores	a	1	3	6	18
Revisión de motor y válvulas en reactores	Lesiones con incapacidad (fracturas, quemadura) o muerte en caso de traumatismos severos al caer hacia espacio vacío entre reactores	b	15	3	6	270
Mantenimiento a línea de alimentación de ácido a reactores	Lesiones con incapacidad (fracturas) por caída desde parte superior de escalera	a y b	3	2	10	60
Inspección y mantenimiento a línea de alimentación reactor tanque de alimentación evaporado	Lesiones con incapacidad (fracturas, traumatismos severos) o muerte al caer la canastilla de las uñas del montacargas	n/a	15	2	6	180
Inspección de ductos de vapor en área de reactores		n/a	3	2	6	36
Mantenimiento a chimeneas de calderos		n/a	7	1	7	49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Resumen de clasificación del riesgo acorde a valoración de riesgo obtenida

Actividad	Magnitud del riesgo obtenida	Clasificación del riesgo
Limpieza de olla de evaporado	270	Riesgo alto
Armado de sistema CIP de torre de secado	180	Riesgo notable
Armado de sistema CIP de torre de secado	42	Riesgo posible
Inspección y armado de bombonas del sistema anti-explosiones	6	Riesgo aceptable
Inspección y armado de esferas del sistema anti-explosiones	84	Riesgo notable
Revisión de sistema de alimentación de torre de secado	60	Riesgo posible
Revisión de conexiones y motor de paletas de agitación del tanque de alimentación de evaporado y tanque de alimentación de torre de secado	420	Riesgo muy alto
Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda (a)	300	Riesgo alto
Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda (b)	300	Riesgo alto
Revisión de tanque de recirculación de PTAR	126	Riesgo notable
Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas (a)	18	Riesgo aceptable

Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas (b)	1	Riesgo aceptable
Mantenimiento programado de condensadores de cámara de frío	6	Riesgo aceptable
Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío (a)	84	Riesgo notable
Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío (b)	300	Riesgo alto
Cambio de luminarias en área de recepción de materia prima, reactor, bodega de tránsito y bodega de producto terminado	300	Riesgo alto
Revisión de motor y válvulas en reactores	18	Riesgo aceptable
Revisión de motor y válvulas en reactores	270	Riesgo alto
Mantenimiento a línea de alimentación de ácido a reactores	60	Riesgo posible
Inspección y mantenimiento a línea de alimentación reactor tanque de alimentación evaporado	180	Riesgo notable
Inspección de ductos de vapor en área de reactores	36	Riesgo posible
Mantenimiento a chimeneas de calderos	49	Riesgo posible

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Resumen de clasificación del riesgo acorde a la valoración de riesgo obtenida ordenada por criticidad

Actividad	Magnitud del riesgo obtenida	Clasificación del riesgo
Revisión de conexiones y motor de paletas de agitación del tanque de alimentación de evaporado y tanque de alimentación de torre de secado	420	Riesgo muy alto
Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda	300	Riesgo alto
Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda	300	Riesgo alto
Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío	300	Riesgo alto
Cambio de luminarias en área de recepción de materia prima, reactor, bodega de tránsito y bodega de producto terminado	300	Riesgo alto
Limpieza de olla de evaporado	270	Riesgo alto
Revisión de motor y válvulas en reactores	270	Riesgo alto
Armado de sistema CIP de torre de secado	180	Riesgo notable
Inspección y mantenimiento a línea de alimentación reactor tanque de alimentación evaporado	180	Riesgo notable
Revisión de tanque de recirculación de PTAR	126	Riesgo notable
Inspección y armado de esferas del sistema anti-explosiones	84	Riesgo notable

Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío	84	Riesgo notable
Revisión de sistema de alimentación de torre de secado	60	Riesgo posible
Mantenimiento a línea de alimentación de ácido a reactores	60	Riesgo posible
Mantenimiento a chimeneas de calderos	49	Riesgo posible
Armado de sistema CIP de torre de secado	42	Riesgo posible
Inspección de ductos de vapor en área de reactores	36	Riesgo posible
Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas	18	Riesgo aceptable
Revisión de motor y válvulas en reactores	18	Riesgo aceptable
Inspección y armado de bombonas del sistema anti-explosiones	6	Riesgo aceptable
Mantenimiento programado de condensadores de cámara de frío	6	Riesgo aceptable
Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas	1	Riesgo aceptable

Fuente: Elaboración propia

4.7. Informe general estado actual de riesgo para trabajos en alturas

Actualmente hay una deficiencia en la gestión del riesgo para trabajos en alturas en la empresa estudiada, esto se debe a la combinación de varios factores como priorización de mejora de disponibilidad y confiabilidad de equipos de producción, proyectos de I&D en desarrollo de nuevos productos, historial de accidentes no fatales, deficiencia en mapeo de puntos de mejora para seguridad de trabajo en alturas y falta de personal asignado al departamento de seguridad industrial.

Acorde a los observado durante el periodo de acompañamiento, el análisis ¿qué pasaría sí? y los puntajes obtenidos en la estimación de la magnitud del riesgo podemos observar que hay actividades que requieren ser detenidas para realizar modificaciones en su ejecución de manera que el riesgo presente sea minimizado o eliminado, cada uno de los cambios o mejoras propuestas serán analizados de manera conjunta con el factor de justificación del método Fine.

Acorde a los valores obtenidos en la estimación de la magnitud del riesgo tenemos 1 actividad riesgos muy alto, 6 actividades de riesgo alto, 5 actividades riesgo notable, 5 actividades riesgo posible y 6 actividades de riesgo aceptable.

4.8. Propuesta de mejora

Las propuestas de mejora que se proponen a continuación son focalizadas en la minimización del riesgo para trabajos en altura en la industria seleccionada, estas buscan reducir la magnitud de riesgo obtenida en el estado actual para las actividades observadas cada mejora propuesta será evaluada finalmente con el factor de justificación como parte del método de análisis seleccionado lo cual permitirá seleccionar las apropiadas y así también priorizar las que ofrezcan un mayor beneficio y eliminen riesgos críticos en la operación

Hay mejoras propuestas que se repiten para diferentes actividades en las que se pueden observar dos situaciones, la primera siendo una mejora propuesta que permite su uso en una o más actividades y la segunda situación en que la misma propuesta se presenta para dos actividades diferentes, pero deben ser analizadas así al ser actividades con características distintas para el cálculo del factor de justificación.

Actividad: 4.3.1

Descripción: Limpieza de olla de evaporado

Mejora propuesta: Instalación de línea de vida con dispositivos de bloqueo modulares, la instalación de la línea de vida con dispositivos modulares permite un ascenso seguro a la plataforma superior, actualmente se cuenta con una línea de vida

obsoleta por lo que debe ser reemplazada, adicional proveer de dispositivos de bloqueo (anticaída) que garanticen un ascenso continuo y seguro.

La mejora propuesta consta de la instalación de una línea de vida de 18 metros aproximadamente con sus respectivos *nombre de estructura de seguros* con dispositivos de bloqueo que sean desmontables dado que al dejarlos permanentemente en sitio son expuestos a corrosión en el ambiente por la naturaleza del producto procesado además de temperaturas elevadas.

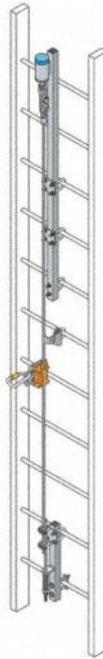


Figura 24. Línea de vida vertical fija con freno anticaída

Fuente: W. W. Grainger Inc.

Costo aproximado: \$2900 equipos y \$800 instalación

Tiempo de implementación: Para la instalación de la línea de vida se requiere una visita previa de evaluación de la estructura para toma de dimensiones. La instalación de la línea de vida toma aproximadamente 6 horas instalación de soportes superior e inferior, izado y tensado del cable, instalación de los dispositivos anticaída. La instalación es realizada por personal especializado externo.

Requiere detener las actividades de producción: Posterior a un análisis de las condiciones requeridas para el trabajo de evaluación e instalación se programará alineado a la limpieza del equipo que dura aproximadamente 5 horas, en las cuales, el equipo no genera temperatura que impida el acceso posterior a la instalación la línea de vida podrá ser utilizada para completar la limpieza del equipo. Para la instalación no es necesario programar una parada de producción fuera de la planificación normal de producción, solo es necesaria la coordinación previa de las horas de intervención.

Posterior el personal contratado para la instalación proveerá capacitación sobre el uso del sistema.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 270

Factor de reducción de riesgo (F): 1

Factor de costo (d): 4

Actividad: 4.3.2

Descripción: El armado del sistema CIP en la torre de secado es una actividad vital para sostener la eficiencia en el funcionamiento del equipo, el ascenso pese a ser más corto respecto a la torre de evaporado suele ser más desgastante, algo que se pudo evidenciar en las 4 veces que se accedió, esto se da por factores como temperatura de la estructura, clima, herramientas necesarias, esfuerzo físico para armar la estructura y la repetitiva acción de enganchar y desenganchar la eslinga en la estructura de la escalera.

Mejora propuesta: Instalación de línea de vida con dispositivos de bloqueo modulares, la instalación de la línea de vida con dispositivos modulares permite un ascenso seguro a la plataforma superior, actualmente se cuenta con una línea de vida obsoleta por lo que debe ser reemplazada, adicional proveer de dispositivos de bloqueo (anticaída) que garanticen un ascenso continuo y seguro.

La mejora propuesta consta de la instalación de una línea de vida de 18 metros aproximadamente con sus respectivos *nombre de estructura de seguros* con dispositivos de bloqueo que sean desmontables dado que al dejarlos permanentemente en sitio son expuestos a corrosión en el ambiente por la naturaleza del producto procesado además de temperaturas elevadas.



Figura 25. Línea de vida vertical fija con freno anticaída
Fuente: W. W. Grainger Inc.

Costo aproximado: \$2900 equipos y \$800 instalación

Tiempo de implementación: Para la instalación de la línea de vida se requiere una visita previa de evaluación de la estructura para toma de dimensiones. La instalación de la línea de vida toma aproximadamente 6 horas instalación de soportes superior e inferior, izado y tensado del cable, instalación de los dispositivos anticaída. La instalación es realizada por personal especializado externo.

Requiere detener las actividades de producción: La evaluación de la estructura y toma de medidas puede ser tomada sin necesidad de interrumpir las actividades de producción, para la instalación por el contrario es necesario alinearse con la parada programada que ocurre al final del mes o en su lugar programar una parada provisional para la instalación de la línea de vida, los soportes y las respectivas pruebas. Que el equipo este parado es necesario debido a la temperatura que la estructura alcanza durante las actividades de producción (80°C -90°C).

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 180

Factor de reducción de riesgo (F): 1

Factor de costo (d): 4

Actividad: 4.3.3

Descripción: Inspección y armado de bombonas del sistema anti-explosiones

Mejora propuesta: Considerando la altura a la que se encuentra la bombona es necesario contar con un acceso seguro y un lugar en el cual realizar el trabajo por lo que se propone es la adquisición de escalera con plataforma tipo avión que permite un acceso seguro y proporciona una plataforma con la estabilidad necesaria para realizar la actividad, no se usa una escalera de tijera dado que la manipulación para bloqueo y desbloqueo de la bombona requiere manipulación y fuerza con herramientas, además que las escaleras están consideradas como medio de acceso más no lugares desde los que se deban realizarse este tipo de maniobras.



Figura 26. Modelo de escalera con plataforma tipo avión propuesta

Fuente: Esmelux

Costo aproximado: \$900

Tiempo de implementación: El tiempo para colocar la estructura sería de aproximadamente 2 horas, dado que la estructura debe ser llevada al tercer piso del edificio de la torre de secado, tomando en cuenta el tiempo de maniobra y limpieza del área se estiman 2 horas.

Requiere detener las actividades de producción: No es necesario detener las actividades de producción dado que no se intervendrá ningún equipo.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 6

Factor de reducción de riesgo (F): 0.75

Factor de costo (d): 4

Actividad: 4.3.4

Descripción: Inspección y armado de esferas del sistema anti-exposiones, esta actividad involucra el desbloqueo y bloqueo de una de las esferas para la cual no se cuenta con ningún tipo de acceso seguro, se realiza de manera improvisada mediante escaleras o desde el techo del cuarto eléctrico lo que representa un grave riesgo para el operador

Mejora propuesta: Se ha implementado previamente una plataforma fija que de acceso a martillos neumáticos que existen en la torre de secado, por lo que de manera similar se propone anexar un segundo tramo de plataforma que permita el acceso a la esfera de manera segura, eliminando por completo la condición descrita.

Costo aproximado: \$2200 materiales y ejecución de obra

Tiempo de implementación: La instalación de la estructura se realizará durante 4 días

Requiere detener las actividades de producción: Dado que la soldadura para anexar la estructura se dará en la plataforma ya existente y en vigas de soporte de la estructura no es necesario detener las actividades de producción en la torre de secado, pero si es primordial el uso de los equipos de protección personal adecuados en especial protección auditiva necesaria.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 84

Factor de reducción de riesgo (F): 1

Factor de costo (d): 4

Actividad: 4.3.5 y 4.3.10

Descripción: Considerando las condiciones de producción (altas temperaturas) de la actividad 4.3.5 revisión de sistema de alimentación de torre de secado no es posible dejar ningún elemento en la parte superior de la torre, actualmente el personal sube con las herramientas en los bolsillos que por el movimiento que se da en el ascenso pueden resbalar y caer sobre la persona que viene detrás y a su vez averiar la herramienta. Por la exposición a humedad así también no es posible dejar herramientas en la plataforma de trabajo de los condensadores de la cámara de frío que corresponde a la actividad 4.3.10

Mejora propuesta: Se propone dotar de dos bolsas de herramientas para uso del personal de mantenimiento, esto permitirá que se puedan asegurar apropiadamente las

herramientas previo al ascenso. Acompañado con la entrega de los dispositivos se dará una breve charla de modo de uso y la importancia de usarlo apropiadamente



Figura 27. Bolsa para herramientas con mosquetones para sujetar al arnés

Costo aproximado: \$130 costo unitario, \$260 en total para la adquisición de ambas.

Requiere detener las actividades de producción: No es necesario detener las actividades de producción dado que la entrega y charla de modo e importancia de uso se ejecutarán en paralelo.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 60 (4.3.5) y 1 (4.3.10)

Factor de reducción de riesgo (F): 1 para ambos casos

Factor de costo (d): 2

Actividad: 4.3.6

Descripción: Actualmente para la revisión de componentes en la parte de superior del tanque de alimentación de la torre de evaporado de y el tanque de alimentación de la torre de secado no se cuenta con un acceso seguro ni una protección colectiva completa ni eficiente.

Mejora propuesta: La propuesta de mejora es la elaboración de una escalera de 3 pasos que permita el acceso para ambos tanques al estar contiguos es factible, además de dotar la estructura de una protección colectiva adecuada que elimine la necesidad del uso de equipos de protección para trabajos en altura.

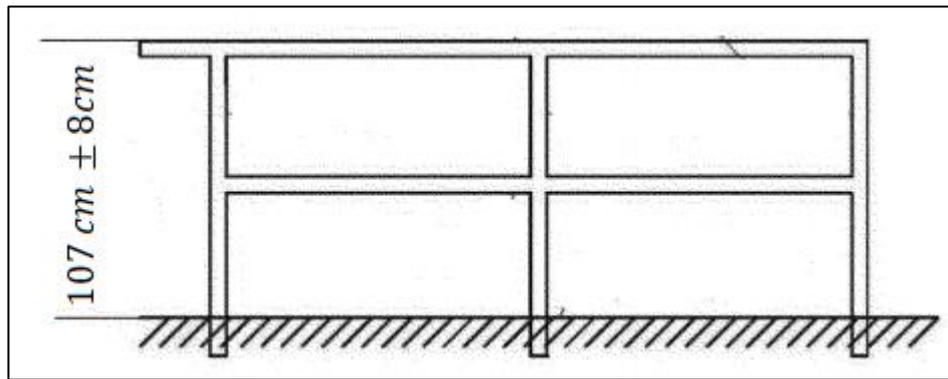


Figura 28. Guía de altura exigible acorde al estándar OSHA 1910.29
Fuente: Occupational safety and health administration

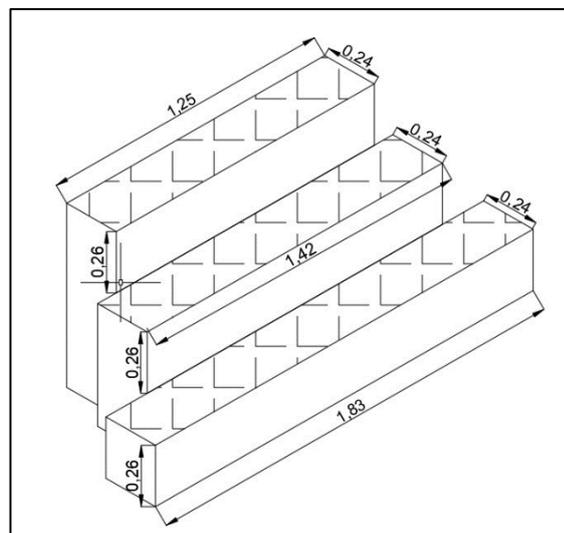


Figura 29. Boceto de escalera a instalarse en el área

Costo aproximado: Dado que el trabajo será realizado por el personal de mantenimiento como parte de sus actividades emergentes no se cuantificará el costo de horas hombre únicamente el de materiales el cual se estima en \$650.

Tiempo de implementación: El trabajo de implementación requeriría de la toma de medidas en sitio para la estructura (2 horas), la compra de materiales (2 días), elaboración de las piezas necesarias (2 días) y la ejecución de trabajo en sitio (8 horas), tomando aproximadamente 4 días 10 horas en total pudiendo ser entregado al quinto día

Requiere detener las actividades de producción: Debido a que se debe realizar trabajo de soldadura en el área es necesario que las actividades de producción estén detenidas ya que los tanques tienen sistemas de calentamiento por chaqueta que puede verse afectado por los trabajos así también ambos deben estar vacíos. La actividad

puede ser coordinada para su ejecución al inicio de la parada mensual programada previo a la realización de los ciclos CIP en los tanques.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 420

Factor de reducción de riesgo (F): 0.75

Factor de costo (d): 2

Actividad: 4.3.7

Descripción: Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda. Esta actividad es directamente relacionada a las necesidades que surgen durante el proceso de molienda, el acceso se encuentra en malas condiciones por lo que al subir y bajara de la plataforma de molienda de la tolva mayor puede ocurrir un accidente así también siendo más crítico el no contar con una protección colectiva en la plataforma de la tolva mayor existiendo el riesgo de caer dentro de la tolva mayor.

Mejora propuesta: Dentro de la propuesta se aborda reparación y mejora, es primordial arreglar la escalera de acceso a la plataforma para que su uso no represente un riesgo, además como propuesta de mejora instalar una protección colectiva eficiente que prevenga que la persona que accede pueda resbalar y caer dentro de la tolva o hacia el piso de la cámara.

Costo aproximado: \$120 costo de materiales; dado que el trabajo será realizado por el personal de mantenimiento como parte de sus actividades emergentes no se cuantificará el costo de horas hombre.

Tiempo de implementación: El tiempo de implementación de la propuesta de mejora puede ser descompuesto en reparación de la escalera de acceso a la plataforma (2 días), toma de medidas de plataforma para protección colectiva (1 hora), construcción de protección colectiva (1 día), instalación de protección colectiva en plataforma (2 horas).

Requiere detener las actividades de producción: La actividad puede ser ejecutada entre los tiempos de espera entre finalización de molienda de un lote hasta que se prepare el siguiente, el tiempo disponible es de alrededor de 5 horas por lo que no sería necesario detener las actividades de producción.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 300

Factor de reducción de riesgo (F): 0.75

Factor de costo (d): 2

Actividad: 4.3.8

Descripción: Revisión de tanque de recirculación de PTAR. Es necesaria la revisión periódica del nivel del tanque y de las tuberías para verificar su ajuste dado que las mismas se encuentran en malas condiciones y en ocasiones anteriores han ocurrido derrames dado que se mueven con el paso de las aguas negras.

Mejora propuesta: En caso de existir la posibilidad de eliminar el riesgo siempre será la opción más favorable por lo que la propuesta se enfoca en la eliminación. Se propone implementar un control de nivel del tanque con medidor de nivel por flotador, esto elimina la necesidad de la comprobación de nivel visual desde la parte superior del tanque; adicional el cambio de las tuberías en mal estado por tuberías de pvc nuevas con abrazaderas que permitan sujetarlas a la estructura del tanque así eliminando el movimiento al paso de aguas negras. Al ejecutar esto se reduce de manera significativamente el riesgo y deja de ser una actividad rutinaria para pasar a ser una actividad que se desarrollará únicamente bajo circunstancias específicas. Dado que el acceso a la superficie del tanque puede ser necesaria, parte de la propuesta incluye completar la protección colectiva en la parte superior del tanque adicional a reemplazar la que se encuentra en sitio en malas condiciones.

Elementos necesarios: 12 metros de tuberías de PVC de 3", 8 abrazaderas para tubería de 3", boya, 13 metros de cuerda plástica, platina de 8mx0.2m graduada.

Costo aproximado: \$750 en materiales, dado que el trabajo será realizado por el personal de mantenimiento como parte de sus actividades emergentes no se cuantificará el costo de horas hombre.

Tiempo de implementación: Aproximadamente una semana

Requiere detener las actividades de producción: Al no ser parte de los equipos relacionados con el procesamiento de materia prima o semielaborado no es necesario detener las actividades de producción para su ejecución.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 126

Factor de reducción de riesgo (F): 0.75

Factor de costo (d): 4

Actividad: 4.3.9 y 4.3.11

Descripción: Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas corresponde a la actividad 4.3.9, la actividad es realizada por una sola persona en la parte exterior de las oficinas administrativas, al ser ejecutada desde una escalera apoyada sobre la fachada del edificio podemos evidenciar que no se está realizando de una manera apropiada y mucho menos segura.

El mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío corresponde a la actividad 4.3.11, la actividad es realizada con la ayuda de un montacargas y una canastilla metálica, la ejecución del trabajo se hace sin ningún tipo de supervisión activa ni planificación.

Mejora propuesta: La propuesta es adquirir un cuerpo de andamios con una altura de hasta 5 metros que permitan un acceso seguro y una plataforma apropiada para herramientas y ejecución de trabajo, esto de manera conjunta con la adquisición de elementos delimitadores que garanticen un área de trabajo segura. La adquisición del cuerpo de andamios satisface las necesidades de la actividad 4.3.9 así como la de la actividad 4.3.11 de igual manera.



Figura 30. Imagen referencial andamio con fijadores al suelo cotizado
Fuente: For Demand Brasil

Costo aproximado: \$1700

Tiempo de implementación:

Requiere detener las actividades de producción: Dada la naturaleza de la actividad y al no involucrar ningún equipo asociada con las actividades de producción no es necesario detenerlas.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 18(4.3.9) y 6 (4.3.11)

Factor de reducción de riesgo (F): 1 (4.3.9) y 0.75 (4.3.11)

Factor de costo (d): 2 ambos casos ya que el costo está repartido para 3 actividades más

Actividad: 4.3.12

Descripción: Cambio de luminarias en diferentes áreas de la planta. Pese a que la actividad es de poca complejidad la altura a la que se encuentran las luminarias en los galpones convierte a la actividad en una actividad de alto riesgo, la manera actual en la que se realiza es poco segura además que no se usa ningún tipo de equipo de protección para trabajo en altura

Mejora propuesta: Se propone el uso de un cuerpo de andamios que proporcione un medio de acceso seguro para la ejecución de la actividad y así también una plataforma de trabajo apropiada para maniobrar.

Costo aproximado: El costo del cuerpo de andamios ya ha sido repartido entre varias actividades que lo ameritan por lo que el factor de costo se determinó en 2.

Requiere detener las actividades de producción: No dado que la estructura no necesita una instalación permanente en ningún sitio, más bien permite un uso en diferentes áreas, alturas y actividades.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 300

Factor de reducción de riesgo (F): 0.75

Factor de costo (d): 2

Actividad: 4.3.13

Descripción: Revisión de motores y válvulas en reactores (reactor 1 y reactor 2), las revisiones que se realizan en los motores o en las válvulas en la parte superior de los reactores se ejecuta siempre sin ningún equipo de protección para trabajos en altura además el área de trabajo no cuenta con ningún tipo de protección colectiva. Las maniobras que son realizadas para la extracción o cambio de elementos en la parte superior y el uso de herramientas se realizan en condiciones inseguras.

Mejora propuesta: De manera similar a la propuesta realizada para la 4.3.6 se propone instalar una escalera que permita el acceso a la parte superior de cada uno de los reactores, en este caso particular deben ser escaleras de acceso independientes dado que los reactores tienen una diferencia de altura de aproximadamente 60 cm entre ellos. Adicionalmente es necesaria la instalación de la protección colectiva correspondiente

para cada uno de los reactores adicionando un guardapiés por la forma que tiene la superficie del tanque prevenir la caída de objetos y herramientas

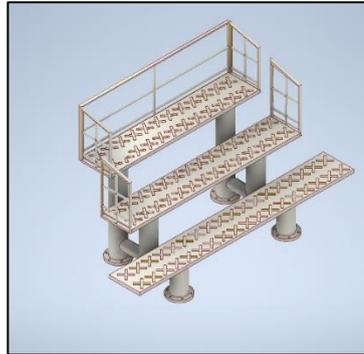


Figura 31. Boceto en inventor de escalera a instalar en el área de reactores

Costo aproximado: Dado que el trabajo será realizado por el personal de mantenimiento como parte de sus actividades emergentes no se cuantificará el costo de horas hombre únicamente el de materiales el cual se estima en \$950. Un costo mayor dado que el diámetro de los tanques es mayor que los de alimentación de evaporado y secado.

Tiempo de implementación: Toma de medidas en el área (1 hora), gestión de materiales (3 días), construcción de partes e instalación de la estructura (3 días), lo que nos daría un total de 7 días hasta completar la implementación

Requiere detener las actividades de producción: Dado que la ejecución del trabajo en los reactores implica trabajos en caliente es necesario que los mismos no estén en producción durante el tiempo de instalación de las protecciones colectivas. Esto puede ser un paro programado de corta duración (aproximadamente 4 horas), dado que el trabajo es realizado en la parte externa de los reactores no amerita la liberación de la línea por el departamento de calidad.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 270

Factor de reducción de riesgo (F): 1

Factor de costo (d): 4

Actividad: 4.3.14 y 4.3.15

Descripción: Ambas actividades mantenimiento a línea de ácido a reactores como la inspección y mantenimiento a línea de alimentación de reactor la tanque de alimentación de evaporado son actividades que se dan de manera aleatoria y para la que no se cuenta con un procedimiento estándar de ejecución del trabajo así como tampoco medios de acceso seguro para la revisión por tramos, ambas son actualmente

realizadas con el uso de un montacargas y una canastilla metálica en la que sube el personal en los casos que el tramo lo permite dado que por ubicación de los otros equipos el acceso que puede proveer el montacargas es limitado forzando al uso de escaleras telescópicas para poder realizar la actividad.

Mejora propuesta: Tal como se ha sugerido previamente el uso de un cuerpo de andamios para actividades similares se propone la misma alternativa para esta actividad, dada la altura a la que se encuentran los tramos y que el tipo de manipulación puede ser más brusca se adiciona el uso de una línea de vida horizontal portátil, dispositivo que cuenta con anclajes seguros para las vigas presentes en el área y un tensor que permite ajustar la línea de vida al espacio necesario. Al tener una línea de vida horizontal en la ejecución del trabajo se procura la seguridad del personal que en ocasiones anteriores ha estado a punto de caer de las escaleras al no contar con un punto de anclaje. Además, al contar con todos los equipamientos (andamios, línea de vida horizontal portátil) la intervención para retomar las actividades de producción será más breve por parte del personal operativo de mantenimiento.



Figura 32. Kit de línea de vida horizontal portátil

Fuente: KPN safety solutions

Costo aproximado: Considerando que el costo de los andamios ya fue tomando en cuenta previamente y no son actividades excluyentes para el uso de este solo se tomará en cuenta el costo del kit de línea de vida horizontal portátil el cual es de aproximadamente \$350 dólares.

Requiere detener las actividades de producción: Considerando las circunstancias de ejecución del trabajo (en caso de falla de las líneas de alimentación), y al tratarse de un equipamiento modular no implicaría directamente una para en la producción como consecuencia de su uso o instalación.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 60 (4.3.14) y 180 (4.3.15)

Factor de reducción de riesgo (F): 1 para ambos

Factor de costo (d): 2 para ambos

Actividad: 4.3.16

Descripción: La inspección de ductos de vapor en el área de reactores se realiza de manera riesgosa dado que la disposición de los ductos dificulta el acceso y la maniobrabilidad, la cual, es limitada desde la escalera telescópica generando riesgo de caída durante la manipulación de herramientas.

Mejora propuesta: El uso del cuerpo de andamios es la alternativa más viable dado que por su versatilidad permite un acceso seguro y fijo desde el cual se puede revisar de manera oportuna los ductos así también al tener que realizar cualquier tipo de intervención en los mismos se cuenta con una estructura de soporte independiente.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 36

Factor de reducción de riesgo (F): 0.75

Factor de costo (d): 2

Actividad: 4.3.17

Descripción: Revisión de chimenea de calderos, la actividad se realiza de manera rutinaria para verificar las condiciones de las chimeneas de los calderos. Para el escenario en el que se realiza una inspección breve y ninguna actividad de mantenimiento no se observa la necesidad de protección adicional pero la misma hace las veces de protección preventiva.

Mejora propuesta: Debido a que para inspecciones breves no se cuenta con una protección a nivel de prevención y que a su vez cuando se observó la ejecución de una reparación de soldadura en un área que no cuenta con ninguna protección colectiva y existe el riesgo de caer desde el techo se propone la instalación de puntos de anclaje omnidireccionales que permitan a la persona que ejecuta el trabajo estar anclada en todo momento para en caso de algún percance no tener una caída libre.



Figura 33. Anclaje omnidireccional 3M

Fuente: 3M Cánada

Costo aproximado: \$500 cada unidad y se planean instalar 2 para poder cubrir el área necesaria para ejecución de trabajos, dado que es un dispositivo especializado es instalado por una persona competente de la empresa proveedora lo cual tiene un costo de \$300.

Tiempo de implementación: La instalación de los dispositivos en el techo toma un día.

Requiere detener las actividades de producción: Pese a ejecutarse en el techo del cuarto de calderos no es necesario el cese de la operación de este, así como tampoco es necesaria la parada de ninguna de las líneas alimentadas por los calderos.

Valores para cálculo de factor de justificación:

Magnitud del riesgo (R): 49

Factor de reducción de riesgo (F): 1

Factor de costo (d): 4

Tabla 16. Factor de justificación por actividad

Actividad	Magnitud del riesgo obtenida	F	d	J	Criterio acorde a factor de justificación
Revisión de conexiones y motor de paletas de agitación del tanque de alimentación de evaporado y tanque de alimentación de torre de secado	420	0.75	2	157.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Inspección de tolva mayor de alimentación de mollienda	300	0.75	2	112.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío	300	0.75	2	112.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Cambio de luminarias en área de recepción de materia prima, reactor, bodega de tránsito y bodega de producto terminado	300	0.75	2	112.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Limpieza de olla de evaporado	270	1	4	67.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Revisión de motor y válvulas en reactores	270	1	4	67.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Armado de sistema CIP de torre de secado	180	1	4	45	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Inspección y mantenimiento a línea de alimentación reactor tanque de alimentación evaporado	180	1	2	90	La medida es la mejor para reducir el riesgo

Revisión de tanque de recirculación de PTAR	126	0.75	4	23.625	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Inspección y armado de esferas del sistema anti-explosiones	84	1	4	21	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Revisión de sistema de alimentación de torre de secado	60	1	2	30	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Mantenimiento a línea de alimentación de ácido a reactores	60	1	2	30	La medida es la mejor para reducir el riesgo
Mantenimiento a chimeneas de calderos	49	1	4	12.25	La medida está justificada
Inspección de ductos de vapor en área de reactores	36	0.75	2	13.5	La medida está justificada
Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas	18	1	2	9	No se justifica la acción propuesta
Inspección y armado de bombonas del sistema anti-explosiones	6	0.75	4	1.125	No se justifica la acción propuesta
Mantenimiento programado de condensadores de cámara de frío	6	1	2	3	No se justifica la acción propuesta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Tabla resumen de costo de implementación de mejoras

Actividad	J	Criterio acorde a factor de justificación	Costo estimado
Revisión de conexiones y motor de paletas de agitación del tanque de alimentación de evaporado y tanque de alimentación de torre de secado	157.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$650
Inspección de tolva mayor de alimentación de molienda	112.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$120
Mantenimiento programado de ventiladores en cámara de frío	112.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$284
Cambio de luminarias en área de recepción de materia prima, reactor, bodega de tránsito y bodega de producto terminado	112.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$284
Limpieza de olla de evaporado	67.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$3700
Revisión de motor y válvulas en reactores	67.5	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$970
Armado de sistema CIP de torre de secado	45	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$3700
Inspección y mantenimiento a línea de alimentación reactor tanque de alimentación evaporado	90	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$458
Revisión de tanque de recirculación de PTAR	23.625	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$750

Inspección y armado de esferas del sistema anti-explosiones	21	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$2200
Revisión de sistema de alimentación de torre de secado	30	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$260
Mantenimiento a línea de alimentación de ácido a reactores	30	La medida es la mejor para reducir el riesgo	\$458
Mantenimiento a chimeneas de calderos	12.25	La medida está justificada	\$300
Inspección de ductos de vapor en área de reactores	13.5	La medida está justificada	\$284
Mantenimiento de compresores de A/C área de oficinas	9	No se justifica la acción propuesta	\$284
Inspección y armado de bombonas del sistema anti-explosiones	1.125	No se justifica la acción propuesta	\$900
Mantenimiento programado de condensadores de cámara de frío	3	No se justifica la acción propuesta	\$260
Costo total de implementación de mejoras			\$15.862,00

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Se documentaron los trabajos en altura realizados en la planta de manera integral aquellos que están directa e indirectamente relacionados con las actividades que permiten la transformación de la materia prima en producto terminado, esto se logró mediante el acompañamiento al personal durante todas las actividades que se realizan bajo el mismo esquema de horarios rotativos que manejan, permitiendo que todos los escenarios posibles sean observados.

Mediante el uso del método William T. Fine se realizó una evaluación de riesgo abordando las actividades que se realizan y los distintos escenarios posibles que podrían darse bajo las condiciones actuales bajo las que se desarrolla la operación industrial.

Partiendo de la magnitud de riesgo obtenida haciendo uso del método William T. Fine se logró catalogar acorde a la puntuación las más críticas y las menos críticas para ser abordadas con propuestas de mejoras, estas propuestas de mejoras fueron cuidadosamente desarrolladas acorde a la realidad de la empresa tanto en el aspecto financiero, estructural y tomando en cuenta el factor de conocimiento y capacitación del personal.

Siendo un supuesto conocido que los recursos con los que cuenta cada organización son limitados una parte crucial de este proyecto busca respaldar la ejecución de las propuestas para esto se complementa con el análisis que relaciona directamente el impacto a nivel de mejora en materia de seguridad y aspecto financiero para definir si las mejoras planteadas justifican la inversión para la disminución de la magnitud de riesgo esperada.

Para las 17 actividades mostradas en la tabla No. 16 observamos que para 12 se considera que la medida que se ha seleccionado es la mejor para reducir el riesgo, para 2 la medida propuesta se considera justificada mientras que para 3 el factor de justificación nos indica que no se justifica la acción propuesta teniendo una relación costo-mejora de magnitud de riesgo negativa, sin embargo, 2 de estas 3 actividades que no se justifican comparten elementos de uso no excluyente con actividades que si se justifican por lo que quedaría de igual manera cubierta. Únicamente la inspección y armado de bombonas del sistema anti-explosiones debería ser reevaluada o a su vez plantear modos de ejecución diferentes a los actuales buscando minimizar el riesgo o a su vez buscar alternativas más efectivas en costo para minimizar el riesgo.

Recomendaciones

Es de vital importancia en la realización de este tipo de trabajos de evaluación de riesgo en las actividades y propuestas de mejoras que se pueda acceder a las condiciones que han sido previamente mapeadas para mejorar y así evitar retrabajos en análisis de posibles mejoras, en lugar de esto se podría desarrollar mejoras de manera conjunta entre el investigador y el personal de reingeniería de la planta para poder optimizar tiempo y recursos.

La implementación a nivel de cambios estructurales y aprovisionamiento de equipos y herramientas que garanticen las condiciones en las que se realicen los trabajos en altura es solo una parte en la visión integral de seguridad; es menester complementar este tipo de trabajos con capacitación a nivel de sitio del personal con la finalidad de crear conciencia y una cultura de seguridad que prevalezca.

Pese a una robusta formación de grado en la que se abarca la seguridad e higiene como un eje transversal de la práctica profesional, toda formación adicional que nos acerquen a lo que se considera persona competente en áreas especializadas como trabajos en altura permitirá al investigador tener un criterio que permitirá discriminar lo superficial de lo crítico para tener el enfoque correcto de las mejoras

Anexos

Anexo 1. Formato de encuesta realizada al personal

1) ¿Desde qué altura consideramos que estamos haciendo un trabajo en altura?

1,80 metros 2,50 metros 2,20 metros

2) ¿Se le ha capacitado con alguno de estos estándares que abordan gestión de trabajo en altura?

ISO 45001 OSHA ESTÁNDAR 1910 ANSI Z359
Ninguna

3) ¿Antes de realizar un trabajo en altura algún superior revisa lo que se realizará?

Siempre Casi siempre Rara vez Nunca

4) ¿Existe supervisión permanente o comunicación activa mientras se desarrolla la actividad?

Siempre Casi siempre Rara vez Nunca

5) ¿Se facilitan herramientas y equipos para poder realizar los trabajos en altura de manera adecuada?

SI NO

6) ¿Ha sido capacitado para inspeccionar y determinar si es seguro o no usar equipo de protección para trabajo en altura?

SI NO

7) ¿Ha recibido entrenamiento formal para trabajar en alturas en su empresa?

SI NO

8) Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Qué tipo de entrenamiento recibió?

- Me entrenaron en otra empresa
- Investigué acerca de cómo hacerlo
- Un compañero me enseñó como hacerlo
- He aprendido haciendo solo
- No considero estar entrenado
- No aplica

9) ¿Recibió un instructivo o capacitación para las actividades rutinarias que realiza en altura?

SI NO

10) Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Cómo aprendió a hacerla?

- Observando a otro compañero hacerla
- Investigué acerca de la actividad
- He aprendido haciendo solo
- Alguien me guía paso a paso siempre que debemos realizar la actividad
- No aplica

Anexo 2. Fotografías



Anexo 3. Encuestas escaneadas

1) ¿Desde qué altura consideramos que estamos haciendo un trabajo en altura?
 1,80 metros 2,50 metros 2,20 metros

2) ¿Se le ha capacitado con alguno de estos estándares que abordan gestión de trabajo en altura?
 ISO 45001 OSHA ESTÁNDAR 1910 ANSI Z359 Ninguna

3) ¿Antes de realizar un trabajo en altura algún superior revisa lo que se realizará?
 Siempre Casi siempre Rara vez Nunca

4) ¿Existe supervisión permanente o comunicación activa mientras se desarrolla la actividad?
 Siempre Casi siempre Rara vez Nunca

5) ¿Se facilitan herramientas y equipos para poder realizar los trabajos en altura de manera adecuada?
 SI NO

6) ¿Ha sido capacitado para inspeccionar y determinar si es seguro o no usar equipo de protección para trabajo en altura?
 SI NO

7) ¿Ha recibido entrenamiento formal para trabajar en alturas en su empresa?
 SI NO

8) Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Qué tipo de entrenamiento recibió?
 Me entrenaron en otra empresa
 Investigué acerca de cómo hacerlo
 Un compañero me enseñó como hacerlo
 He aprendido haciendo solo
 No considero estar entrenado
 No aplica

9) ¿Recibió un instructivo o capacitación para las actividades rutinarias que realiza en altura?
 SI NO

10) Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Cómo aprendió a hacerla?
 Observando a otro compañero hacerla
 Investigué acerca de la actividad
 He aprendido haciendo solo
 Alguien me guía paso a paso siempre que debemos realizar la actividad
 No aplica

1) ¿Desde qué altura consideramos que estamos haciendo un trabajo en altura?
 1,80 metros 2,50 metros 2,20 metros

2) ¿Se le ha capacitado con alguno de estos estándares que abordan gestión de trabajo en altura?
 ISO 45001 OSHA ESTÁNDAR 1910 ANSI Z359 Ninguna

3) ¿Antes de realizar un trabajo en altura algún superior revisa lo que se realizará?
 Siempre Casi siempre Rara vez Nunca

4) ¿Existe supervisión permanente o comunicación activa mientras se desarrolla la actividad?
 Siempre Casi siempre Rara vez Nunca

5) ¿Se facilitan herramientas y equipos para poder realizar los trabajos en altura de manera adecuada?
 SI NO

6) ¿Ha sido capacitado para inspeccionar y determinar si es seguro o no usar equipo de protección para trabajo en altura?
 SI NO

7) ¿Ha recibido entrenamiento formal para trabajar en alturas en su empresa?
 SI NO

8) Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Qué tipo de entrenamiento recibió?
 Me entrenaron en otra empresa
 Investigué acerca de cómo hacerlo
 Un compañero me enseñó como hacerlo
 He aprendido haciendo solo
 No considero estar entrenado
 No aplica

9) ¿Recibió un instructivo o capacitación para las actividades rutinarias que realiza en altura?
 SI NO

10) Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Cómo aprendió a hacerla?
 Observando a otro compañero hacerla
 Investigué acerca de la actividad
 He aprendido haciendo solo
 Alguien me guía paso a paso siempre que debemos realizar la actividad
 No aplica

1) ¿Desde qué altura consideramos que estamos haciendo un trabajo en altura?
 1,80 metros 2,50 metros 2,20 metros

2) ¿Se le ha capacitado con alguno de estos estándares que abordan gestión de trabajo en altura?
 ISO 45001 OSHA ESTÁNDAR 1910 ANSI Z359 Ninguna

3) ¿Antes de realizar un trabajo en altura algún superior revisa lo que se realizará?
 Siempre Casi siempre Rara vez Nunca

4) ¿Existe supervisión permanente o comunicación activa mientras se desarrolla la actividad?
 Siempre Casi siempre Rara vez Nunca

5) ¿Se facilitan herramientas y equipos para poder realizar los trabajos en altura de manera adecuada?
 SI NO

6) ¿Ha sido capacitado para inspeccionar y determinar si es seguro o no usar equipo de protección para trabajo en altura?
 SI NO

7) ¿Ha recibido entrenamiento formal para trabajar en alturas en su empresa?
 SI NO

8) Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Qué tipo de entrenamiento recibió?
 Me entrenaron en otra empresa
 Investigué acerca de cómo hacerlo
 Un compañero me enseñó como hacerlo
 Me aprendí haciendo solo
 No considero estar entrenado
 No aplica

9) ¿Recibió un instructivo o capacitación para las actividades rutinarias que realiza en altura?
 SI NO

10) Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Cómo aprendió a hacerla?
 Observando a otro compañero hacerla
 Investigué acerca de la actividad
 Me aprendí haciendo solo
 Alguien me guía paso a paso siempre que debemos realizar la actividad
 No aplica

1) ¿Desde qué altura consideramos que estamos haciendo un trabajo en altura?
 1,80 metros 2,50 metros 2,20 metros

2) ¿Se le ha capacitado con alguno de estos estándares que abordan gestión de trabajo en altura?
 ISO 45001 OSHA ESTÁNDAR 1910 ANSI Z359 Ninguna

3) ¿Antes de realizar un trabajo en altura algún superior revisa lo que se realizará?
 Siempre Casi siempre Rara vez Nunca

4) ¿Existe supervisión permanente o comunicación activa mientras se desarrolla la actividad?
 Siempre Casi siempre Rara vez Nunca

5) ¿Se facilitan herramientas y equipos para poder realizar los trabajos en altura de manera adecuada?
 SI NO

6) ¿Ha sido capacitado para inspeccionar y determinar si es seguro o no usar equipo de protección para trabajo en altura?
 SI NO

7) ¿Ha recibido entrenamiento formal para trabajar en alturas en su empresa?
 SI NO

8) Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Qué tipo de entrenamiento recibió?
 Me entrenaron en otra empresa
 Investigué acerca de cómo hacerlo
 Un compañero me enseñó como hacerlo
 Me aprendí haciendo solo
 No considero estar entrenado
 No aplica

9) ¿Recibió un instructivo o capacitación para las actividades rutinarias que realiza en altura?
 SI NO

10) Si la respuesta a la pregunta anterior es no, ¿Cómo aprendió a hacerla?
 Observando a otro compañero hacerla
 Investigué acerca de la actividad
 Me aprendí haciendo solo
 Alguien me guía paso a paso siempre que debemos realizar la actividad
 No aplica

Bibliografía

- ANSI. (2012). *ANSI/ASSE Z359.0-2012 Definitions and nomenclature used for fall protection and falla arrester*. Illinois: American Society of safety engineers.
- Constitución de la República del Ecuador*. (2008). Montecristi: Ediciones Legales.
- (2004). *Decisión 584 del instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo*. Guayaquil.
- Goh, Y. M., & Goh, W. M. (2016). Investigating the effectiveness of fall prevention plan and success factors for program-based interventions. *Safety science*, 186-194.
- HSE UK. (2014). *Working at height: A brief guide*. Norwich: TSO.
- Miang Goh, Y., Ubeynarayana, C. U., Le Xin Wong, K., & Guo, B. H. (2018). Factors influencing unsafe behaviors: A learning approach. *Accident analysis prevention*, 77-85.
- Ministerio de trabajo. (2016). *Nota Técnica trabajo en alturas, protección*. Quito .
- OSHA. (18 de Noviembre de 2016). *Normas de salud y seguridad ocupacional 1910 subparte D Superficies para caminar y trabajar 1910.22*. Obtenido de Departamento de trabajo de Estados Unidos: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.22>
- OSHA. (18 de Noviembre de 2016). *Normas de salud y seguridad ocupacional 1910 subparte D Superficies para caminar y trabajar 1910.28*. Obtenido de Departamento de trabajo de Estados Unidos: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.28>
- OSHA. (18 de Noviembre de 2016). *Normas de salud y seguridad ocupacional 1910 subparte D Superficies para caminar y trabajar 1910.29*. Obtenido de Departamento de trabajo de Estados Unidos: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.29>
- OSHA. (18 de Noviembre de 2016). *Normas de salud y seguridad ocupacional 1910 subparte D Superficies para caminar y trabajar 1910.30*. Obtenido de Departamento de trabajo de Estados Unidos : <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.30>
- OSHA. (18 de Noviembre de 2016). *Normas de salud y seguridad ocupacional 1910 subparte I Equipo de protección personal 1910.140*. Obtenido de Departamento de trabajo de Estados Unidos: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.140>

Registro oficial . (24 de Julio de 2017). *Registro Oficial* . Obtenido de <https://www.derechoecuador.com/registro-oficial/2017/07/registro-oficial-no-42--lunes-24-de-julio-2017-edicion-especial>

Robson, L., Lee, H., Amick III, B., Landsman, V., Smith, P. M., & Mustard, C. (2020). Preventing fall-from-height injuries in construction: effectiveness of a regulatory training standard. *Journal of safety research*.

Rubio Romero, J. C. (2004). *Métodos de evaluación de riesgos laborales*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.

Safe Work Australia. (2018). *Managing the risk of falls at workplaces* . Canberra.