

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

“SUPERVISIÓN DE RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN DE RESINAS Y PINTURAS”

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO

Elaborado Por:

Iván Renzo De La Cruz Ormeño

 [0009-0004-6960-3421](https://orcid.org/0009-0004-6960-3421)

Asesor:

Mg. Luis Miguel Sierra Flores

 [0000-0002-6417-5307](https://orcid.org/0000-0002-6417-5307)

Lima – Perú

2024

Citar/How to cite	De La Cruz Ormeño [1]
Referencia/Reference	[1] I. De La Cruz Ormeño, “ <i>Supervisión de riesgos en la producción de resinas y pinturas</i> ” [Trabajo de suficiencia profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(De La Cruz, 2024)
Referencia/Reference	De La Cruz, I. (2022). <i>Supervisión de riesgos en la producción de resinas y pinturas</i> . [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

Dedicado especialmente a mis padres, quienes fueron el principal motivo para forjar mi vida profesional y que siempre me apoyaron incondicionalmente en todos los aspectos para poder alcanzar mis metas trazadas.

Agradecimientos

Dar gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de la universidad, gracias a mi universidad por permitirme en ser un profesional en esta hermosa carrera como lo es la ingeniería química, gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso integral en mi formación.

Resumen

La industria química de resinas y pinturas se caracteriza por utilizar variables de control como presión y temperatura que requieren rigurosas medidas de seguridad para eliminar o reducir los peligros presentes en las instalaciones. Los materiales de los equipos son capaces de operar en condiciones cada vez más drásticas de presión, temperatura razón por la cual, los equipos son más potentes, veloces, con mejores rendimientos y fiables-

Ello da cabida a que los aspectos de seguridad posean una importancia y sean el propósito de una profunda vigilancia en las tareas de operación, diseño y mantenimiento de la industria química de resinas y pinturas. El alto nivel alcanzado de seguridad en esta industria tiene los siguientes fundamentos técnicos: adecuada distribución de los equipos y maquinarias, diseño óptimo de equipos, adecuado mantenimiento preventivo y correctivo y alineamiento de estándares operativos.

A lo largo del presente informe se van a considerar las metodologías de prevención y tipos de accidentes que suelen afectar a la industria química de resinas y pinturas. Esto con el propósito de brindar una visión apropiada de los problemas en sus parámetros de: análisis, probabilidad, prevención y mitigación en los procesos que se desarrollan. La falta de control de uno o más parámetros puede afectar a los trabajadores, medio ambiente y equipos dentro y fuera de los límites de la industria.

Finalmente se desarrolló la metodología HAZOP para poder identificar, evaluar, reducir y monitorear los riesgos en la producción de resinas y pinturas de la empresa Envasadora San Gabriel.

Abstract

The chemical industry of resins and paints is characterized by using control variables such as pressure and temperature that require rigorous safety measures to eliminate or reduce the dangers present in the facilities. The materials of the equipment are capable of operating in increasingly drastic conditions of pressure and temperature, which is why the equipment is more powerful, faster, with better performance and reliability.

This gives rise to the importance of safety aspects and the purpose of deep surveillance in the operation, design and maintenance tasks of the resin and paint chemical industry. The high level of safety achieved in this industry has the following technical foundations: adequate distribution of equipment and machinery, optimal equipment design, adequate preventive and corrective maintenance and alignment of operating standards.

Throughout this report, prevention methodologies and types of accidents that usually affect the chemical resin and paint industry will be considered. This with the purpose of providing an appropriate vision of the problems in their parameters of: analysis, probability, prevention and mitigation in the processes that are developed. Lack of control of one or more parameters can affect workers, environment and equipment within and outside the boundaries of the industry.

Finally, the HAZOP methodology was developed to identify, evaluate, reduce and monitor risks in the production of resins and paints of the Envasadora San Gabriel company.

Tabla de Contenido

Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Tabla de Contenido	vii
CAPÍTULO I. Datos generales de la empresa donde laboró como bachiller realizando trabajos de su especialidad	1
1.1. Actividad principal	1
1.2. Sector industrial al que pertenecen las empresas	2
1.3. Líneas de productos.....	2
1.4. Filosofía administrativa.....	3
1.5. Cultura organizacional.....	7
1.6. Estructura funcional (Organigrama) - Envasadora San Gabriel	8
1.7. Normatividad empresarial.....	10
1.8. Principios de calidad	10
1.9. Sistema de seguridad industrial	11
1.10. Gestión de impactos ambientales.....	12
CAPITULO II. Cargos y funciones desarrolladas como bachiller	14
2.1. Contexto laboral	14
2.2. Descripción de cargos y funciones	14
2.3. Responsabilidades señaladas en el manual de organización y funciones	16
2.4. Personal a cargo y sus responsabilidades	18
2.5. Función ejecutiva y/o administrativa adicional.....	21
2.6. Cronograma de realización de las actividades como bachiller.....	23
CAPÍTULO III. Desarrollo de la actividad técnica y aplicación profesional.....	25
3.1. Contexto laboral en el área de trabajo.....	25
3.1.1. Labores y tareas relacionadas con el tema específico a desarrollar	25
3.1.2. Conocimientos técnicos de la carrera.....	26

3.1.3.	Participación en actividades complementarias en la empresa	27
3.2.	Hechos relevantes de la actividad técnica.....	28
3.2.1.	Descripción de la realidad problemática	28
3.2.2.	Definición del problema general y secundarios.....	29
3.2.3.	Justificación e importancia.....	29
3.2.4.	Antecedentes nacionales e internacionales.....	30
3.2.5.	Objetivo general y específico.....	34
3.3.	Marco conceptual y teórico de los conocimientos técnicos requeridos	35
3.3.1.	Fabricación de pinturas	35
3.3.2.	Resinas	38
3.3.3.	Pigmentos	45
3.3.4.	Aditivos.....	49
3.3.5.	Seguridad de Procesos	49
3.3.6.	Análisis Funcional de Operatividad (HAZOP)	54
3.3.7.	Mantenimiento.....	56
3.3.8.	Matriz de control y riesgo	56
3.4.	Propuesta y contribuciones de su formación profesional.....	57
3.4.1.	Objetivos y justificaciones del uso de la técnica propuesta.....	57
3.4.2.	Cálculos y determinaciones de indicadores de gestión.....	58
3.4.3.	Análisis e interpretación de los resultados y aportes técnicos de la solución...	71
3.4.4.	Evaluaciones y decisiones tomadas	75
3.4.5.	Informes presentados como resultado de la actividad realizada	76
CAPITULO IV. Discusión de Resultados e Implicancias		94

4.1.	Contribuciones al desarrollo de la empresa.....	94
4.2.	Impacto de la propuesta.....	95
CAPITULO V. Conclusiones y Recomendaciones		98
5.1.	Conclusiones.....	98
5.2.1.	Conclusión general.....	98
5.2.2.	Conclusiones específicas	99
5.2.	Recomendaciones.....	100
5.2.1.	Recomendación general.....	100
5.2.2.	Recomendaciones específicas	100
CAPITULO VI: Referencias Bibliográficas.....		101
Anexos		103

Lista de Figuras

Figura 1. Envasadora San Gabriel	1
Figura 2. Organigrama funcional Envasadora San Gabriel	9
Figura 3. Organigrama de dependencias del supervisor de SSOMA	18
Figura 4. Organigrama de dependencias del asistente de desarrollo	20
Figura 5. Organigrama de dependencias del asistente de procesos	21
Figura 6. Proceso de gestión de seguridad riesgos y sus componentes.	34
Figura 7. Estructura de una resina epóxica	36
Figura 8. Estructura de un pigmento rojo	37
Figura 9. Síntesis de una resina de poliéster insaturada	41
Figura 10. Diagrama de producción de resinas	59
Figura 11. Diagrama de proceso de la fabricación de pinturas	62
Figura 12. Diagrama lógico de ejecución del análisis HAZOP	64
Figura 13. Probabilidad de fallo estándar en envasadora San Gabriel	67
Figura 14. Tabla de severidad: prioridades y consecuencias	68
Figura 15. Evaluación de riesgos asociados	69
Figura 16. Perfil de riesgo. Probabilidad Vs Severidad	70
Figura 17. Matriz de riesgo con medidas de control existentes – Resinas	72
Figura 18. Matriz de riesgo con medidas de control existentes - Resinas	73
Figura 19. Matriz de riesgo con medidas de control existentes -Pinturas	73
Figura 20. Matriz de riesgo con medidas de control a implementar - Resinas	74
Figura 21. Matriz de riesgo medidas de control a implementar – Pinturas	75
Figura 22. Informe de auditoría de evaluación de riesgos bajo la metodología HAZOP ..	77
Figura 23. Registro de acciones HAZOP – Acción N°1	78
Figura 24. Registro de acciones HAZOP – Acción N°2	79
Figura 25. Registro de acciones HAZOP – Acción N°3	80
Figura 26. Registro de acciones HAZOP – Acción N°4	81

Figura 27. Registro de acciones HAZOP – Acción N°5.....	82
Figura 28. Registro de acciones HAZOP – Acción N°6.....	83
Figura 29. Registro de acciones HAZOP – Acción N°7.....	84
Figura 30. Registro de acciones HAZOP – Acción N°8.....	85
Figura 31. Registro de acciones HAZOP – Acción N°9.....	86
Figura 32. Registro de acciones HAZOP – Acción N°10.....	87
Figura 33. Registro de acciones HAZOP – Acción N°11.....	88
Figura 34. Registro de acciones HAZOP – Acción N°12.....	89
Figura 35. Registro de acciones HAZOP – Acción N°13.....	90
Figura 36. Registro de acciones HAZOP – Acción N°14.....	91
Figura 37. Registro de acciones HAZOP – Acción N°15.....	92
Figura 38. Registro de acciones HAZOP – Acción N°16.....	93

Lista de Tablas

Tabla 1. Función ejecutiva y/o administrativa.....	22
Tabla 2. Cronograma de realización de actividades como bachiller.....	24
Tabla 3 Accidentes de procesos de los últimos 50 años.....	32
Tabla 4. Propiedades de las resinas.....	43
Tabla 5. Alquídicos modificados con aceite.....	45
Tabla 6. Tipos de peligros y descripción.....	51
Tabla 7. Palabras guías de HAZOP.....	66
Tabla 8. Determinación de nodos en los procesos de elaboración de resinas y pinturas	71
Tabla 9 Variables de proceso.....	71
Tabla 10 Costes de controles operacionales en producción de resinas.....	96
Tabla 11 Costes de controles operacionales en la producción de pinturas.....	97

CAPÍTULO I. Datos generales de la empresa donde laboró como bachiller realizando trabajos de su especialidad

1.1. Actividad principal

Envasadora San Gabriel S.R.L. (Envasadora San Gabriel)

Empresa dedicada producción de pinturas y resinas de poliéster insaturadas y ortoftálicas y a la comercialización al por mayor del petróleo y sus derivados, adicionalmente ofrece servicios de mantenimiento de tanques de almacenamiento. En la Figura 1, se muestran las diferentes presentaciones de los productos de la empresa.

Figura 1

Envasadora San Gabriel



Nota: Fuente Envasadora San Gabriel

SOLGEMEC E.I.R.L. (SOLGEMEC)

Empresa de consultoría dedicada a la gestión de calidad, seguridad ocupacional, medio ambiente, energía, etc., en normas nacionales e internacionales. Así mismo, realiza actividades de implementación y mantenimiento de seguridad de los procesos químicos.

Laboratorios Servicio Manufactura y Acabado S.A.C. (Laboratorios SMASAC)

Empresa de manufactura dedicada a la fabricación de frascos y galoneras de plástico para las industrias de lubricantes, cosméticos y alimentos.

1.2. Sector industrial al que pertenecen las empresas

A continuación, se detalla brevemente el sector industrial al que pertenecen las empresas donde laboró el bachiller:

- Envasadora San Gabriel; manufactura
- SOLGEMEC; servicios de consultoría
- Laboratorios SMASAC, manufactura

1.3. Líneas de productos

A continuación, se detalla la línea de productos y/o servicios que ofrecen las empresas.

Envasadora San Gabriel

- Resinas poliéster insaturadas y ortoftálicas.
- Pinturas de esmaltes y látex.
- Combustibles líquidos (DB5-S50, gasoholes, HAS).
- Revestimiento de tanques con plástico reforzado con fibra de vidrio.

SOLGEMEC

- Gestión de seguridad de procesos industriales
- Gestión de calidad, seguridad ocupacional, medio ambiente, energía, etc.

Laboratorios SMASAC

- Envases plásticos (frascos, tapas, galoneras, botellas, etc.)

1.4. Filosofía administrativa

A continuación, se describe la filosofía administrativa de las empresas donde se desarrollaron las actividades. Los elementos básicos de la filosofía administrativa de las empresas son los siguientes:

1.4.1. Envasadora San Gabriel

Visión

Ser referentes en el mercado peruano ofreciendo servicios y productos de gran calidad, asentados en la continua innovación, complaciendo las exigencias de nuestros clientes y sobrepasando sus expectativas.

Misión

Estrechar una relación prolongada con nuestros clientes, satisfaciendo sus exigencias con productos y servicios de alta calidad, utilizando insumos selectos, tecnología de vanguardia, colaboradores de alto desempeño. Estar comprometidos con la mejora de los procesos, el cuidado y protección del medio ambiente, con el propósito de lograr el progreso socioeconómico y sostenible de la empresa.

Valores

- Solidez; ser considerados la mejor opción en el mercado y brindar un trato cortés hacia los demás tales como sus ideas, su cultura y sus derechos.
- Confianza; el compromiso con nuestros clientes, proveedores, trabajadores y público en general se debe principalmente a nuestro compromiso y metas trazadas en la ejecución de nuestras actividades.
- Respaldo, nuestros años de experiencia en el mercado brindado nuestros productos y servicios con los más altos estándares de calidad se debe principalmente a nuestro compromiso empresarial y nuestro personal altamente calificados.

Políticas

Las empresas donde se desarrollaron las actividades mantienen normativas similares, los cuales tienen establecidos los siguientes lineamientos.

i. Política de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente

Garantizar la seguridad, salud ocupacional y medio ambiente en nuestra empresa, así como la de nuestros clientes durante nuestras operaciones, fomentando una cultura y un sistema de gestión que permita la prevención de los riesgos y la reducción de impactos ambientales, para ello se compromete a:

- Establecer como máxima prioridad la prevención de accidentes y de enfermedades ocupacionales.
- Cumplir con la normativa peruana vigente relacionados con la seguridad laboral, salud ocupacional y medio ambiente, así como de otros estándares a los cuales la empresa se requiera.
- Crear mecanismos de consulta y participación de los trabajadores en la identificación de peligros y evaluación de riesgos e identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales.
- Verificar continuamente los documentos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente propiciando así la mejora continua del sistema de gestión.
- Fomentar y sensibilizar al personal que labora en nuestras instalaciones, clientes y visitantes mediante la difusión de nuestro sistema de gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, extendiendo nuestra política a todas las partes relacionadas con nuestro proceso.

ii. Política de calidad

Enfocada a la mejora continua y a la satisfacción de las necesidades de los clientes, cumpliendo con los acuerdos, asegurando altos niveles de calidad y aplicando técnicas y métodos eficientes y novedosos, todo ello alineado con los principios y valores para el logro de calidad. Para ello la empresa se compromete a:

- Cumplir con las normas aplicables y otros requisitos que la empresa suscriba.
- Proponer mejoras para la eficacia del sistema de gestión, a través del establecimiento de metas, evaluación del desempeño y toma de acciones a fin de alcanzar los objetivos de la empresa.
- Desarrollar sus actividades cumpliendo con los estándares que permitan satisfacer los requisitos del cliente; haciendo uso eficiente de los recursos y empleando personal competente.
- Cumplir con las normas, leyes y reglamentos aplicables y otros requisitos que la empresa suscriba.
- Proponer mejoras para la eficacia del sistema de gestión, a través del establecimiento de meta, evaluación de desempeño y toma de acciones a fin de alcanzar los objetivos de la organización.

1.4.2. Laboratorios SMASAC

Visión

Apuntarnos como una empresa a nivel Latinoamérica en el desarrollo de servicios y productos de consumo masivo en los principales comercios, enfocándonos en responder con agilidad a los cambios.

Misión

Impulsamos el fortalecimiento de nuestros clientes a través de la maquila integral de servicios y productos; apalancándose en la mejora y en la calidad de nuestros procesos.

Valores

- Integridad: Guiamos con el ejemplo, siendo coherentes entre lo que pensamos y realizamos. Inculcamos en nuestros trabajadores la ética, educación, valores y el respeto a las normativas.
- Compromiso: Asumimos nuestras decisiones y acciones, hacemos propios los propósitos de la empresa y nos orientamos a brindar valor para nuestros clientes.
- Respeto: Empatizamos con nuestros trabajadores, creando un ambiente de trabajo cordial y de libertad de expresión, igualdad y fraternidad, donde todos nos sintamos considerados y tengamos las mismas pertinencias.
- Trabajo de equipo: Trabajamos cooperativamente, con ímpetu, responsabilidad y compromiso, en un ambiente de participación mutua, para el cumplimiento de nuestras metas. Nos comunicamos a todo nivel de la empresa para asumir los retos con una mejor estrategia.
- Proactividad: Valoramos las ideas para solucionar problemas y fortalecemos la capacidad para responder preventivamente las exigencias de los clientes.

Políticas

Dirigir operaciones alineadas con la estrategia y la mejora continua optimizando recursos y procesos los cuales permiten mantener una virtud competitiva y constantemente estar adelante.

1.4.3. SOLGEMEC

Visión

Ser reconocidos a nivel nacional por brindar servicios de consultoría disruptiva de sistemas de gestión basados en normativas nacionales e internacionales.

Misión

Brindar soluciones ágiles e integrales a las necesidades del cliente en el proceso de establecimiento, implementación, mantenimiento, revisión y mejora continua de sistemas de gestión basados en normativas nacionales e internacionales, logrando impulsar su crecimiento y estandarización de procesos de tal manera que cumplan la satisfacción del cliente.

Valores

- Integridad: Ética, responsabilidad y honestidad
- Innovación: Disruptivos
- Trabajo en equipo: Sinergia
- Compromiso: Orientado a resultados

Políticas

Brindar soluciones ágiles e integrales estructurando la experiencia del cliente desde la fase inicial hasta la fase final del trabajo de tal forma que le permita lograr las metas establecidas y de no ser así brindarle la solución que le permita alcanzarlas en el plazo.

1.5. Cultura organizacional

Las 3 empresas (Envasadora San Gabriel, Laboratorios SMASAC, SOLGEMEC) donde se desarrolló las actividades mantienen culturas organizacionales orientadas a resultados, debido que sus objetivos son la eficacia y la optimización de procesos, estableciendo metas a corto plazo y fomentando el ahorro de recursos.

Así mismo, cabe destacar que la cultura organizacional de las 3 empresas va de la mano con los siguientes elementos básicos:

- Filosofía administrativa (de cada empresa), descritas en 1.4.
- Identidad definida, se refiere a las cualidades empresariales que interactúan con las partes internas y externas a la empresa, es decir la imagen que quieren

proyectar a los clientes y trabajadores. Debido a que es un elemento diferenciador de la competencia.

- Motivación a los trabajadores, impulsa el crecimiento profesional de los trabajadores, haciendo que los trabajadores se sientan motivados e identificándose con la empresa.

1.6. Estructura funcional (Organigrama) - Envasadora San Gabriel

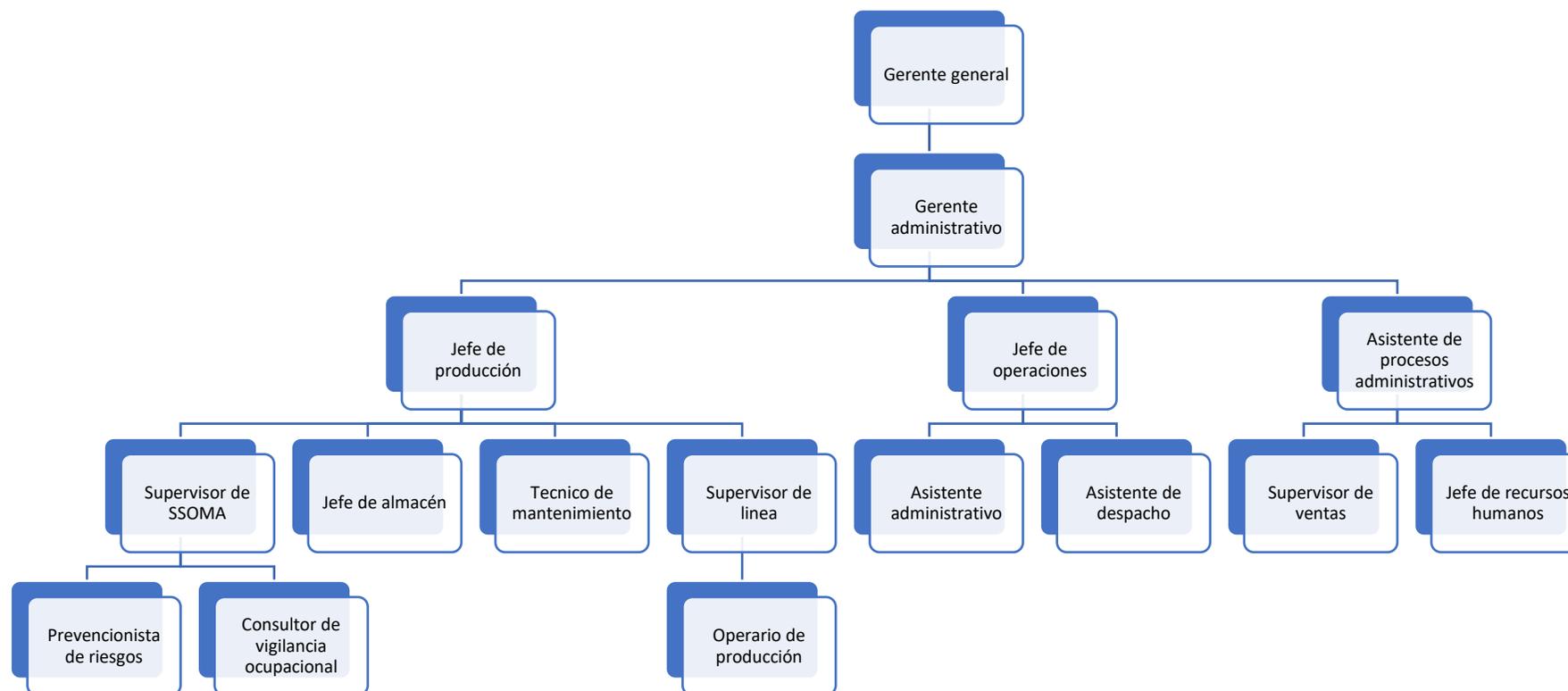
A continuación, se detalla solo el organigrama de la empresa Envasadora San Gabriel, lo cual es relevante para el desarrollo del presente título del informe.

En este organigrama se muestra las principales áreas con los cuales cuenta, esta estructura tiene el objetivo definir los roles de los cargos presentes. De acuerdo con la realidad de la empresa, se ha propuesto una estructura simple y funcional, la cual se justifica debido a su dimensión y las actividades que ejerce. Por lo tanto, se observa en la Figura 2, en el primer nivel que el gerente general es quien se encarga de direccionar y coordinar con el gerente administrativo, en el segundo nivel el gerente administrativo tiene bajo su supervisión las jefaturas de producción, operaciones y al asistente de procesos administrativos.

Por otro lado, en el tercer nivel se puede observar que el jefe de producción tiene a su cargo al supervisor de SSOMA, jefe de almacén, técnico de mantenimiento y supervisor de línea. Por su parte, el jefe de operaciones tiene a su cargo un asistente administrativo y de despacho. El asistente de procesos administrativo tiene a su cargo supervisor de ventas y jefe de recursos humanos.

Figura 2

Organigrama funcional Envasadora San Gabriel



1.7. Normatividad empresarial

Las 3 empresas donde se desarrollaron las actividades son empresas privadas, formales y legalmente constituidas de acuerdo al régimen de ley establecido por los gobiernos locales, municipales y ministerios, es por esta razón que se encuentran comprometidas con los cumplimientos legales en relación con sus trabajadores, cuidado del medio ambiente y responsabilidad social que integra en los procesos de producción, distribución y comercialización con los más elevados estándares de calidad. Las empresas donde se desarrollaron las actividades tienen el marco referencial normativo siguiente:

- Ley 26887, ley general de sociedades (Ministerio de Justicia).
- Sistema Nacional de Pensiones (SNP) o Administradores de Fondo de Pensiones (AFP).
- Seguro Social de Salud (ESSALUD) o Entidades prestadoras de Salud (EPS).
- Compensación por Tiempo de Servicio (CTS).
- Ley 28611, ley general del ambiente (Ministerio de Justicia). Y otras más que se mencionan en incisos posteriores.
- Ley 29783, ley de seguridad y salud en el trabajo (Ministerio de Justicia). Y otras más que se mencionan en incisos posteriores.

1.8. Principios de calidad

En Envasadora San Gabriel está orientada a los valores y principios de mejora continua y satisfacción del cliente la se apalanca en compromisos establecidos en la política de calidad descrita en 1.4.1.ii., los cuales son los siguientes:

- Cumplir las normativas vigentes
- Mejora continua de los objetivos trazados
- Estándares de trabajo que permitan satisfacer las necesidades del cliente

Los principios para el logro de la calidad en las empresas Laboratorios SMASAC, están orientadas a las operaciones eficientes y mejora continua el cual logre superar las expectativas del cliente.

Finalmente, en SOLGEMEC están orientadas en brindar una experiencia innovadora al cliente.

1.9. Sistema de seguridad industrial

Las 3 empresas cuentan con documentación y metodologías que permite establecer las directrices, para la identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control por puesto de trabajo y actividad, en todas las áreas operativas de la organización. Los documentos de referencia para dichos procedimientos son los siguientes:

- Ley 29783, ley de seguridad y salud en el trabajo (Ministerio de Justicia).
- Ley 30222, modificatoria de la ley de seguridad y salud en el trabajo (Ministerio de Justicia).
- Ley 28806, ley general de inspección del trabajo (Ministerio de Justicia).
- Ley 28551, ley que establece la obligación de elaborar y presentar planes de contingencia (Ministerio de Justicia).
- Ley 30102, ley que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar (Ministerio de Justicia)
- D.S. 005-2012-TR, reglamento de la ley de seguridad y salud en el trabajo (Ministerio de Justicia).
- D.S. 006-2014-TR, modificatoria del reglamento de la ley de seguridad y salud en el trabajo (Ministerio de Justicia).
- D.S. 019-2006-TR, reglamento de ley general de inspección del trabajo (Ministerio de Justicia).

- D.S. 058-2014-PCM, reglamento de inspecciones técnicas de seguridad en edificaciones (Ministerio de Justicia).
- D.S. 42-F, reglamento de seguridad industrial (Ministerio de Justicia).
- D.S. 03-98-SA, normas técnicas del seguro complementario de trabajo de riesgo (Ministerio de Justicia).
- D.S. 015-2005-SA, reglamento sobre valores límite permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo (Ministerio de Justicia).
- R.M. 375-2008-TR, norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico (Ministerio de Justicia).
- R.M. 480-2008-MINSA, aprobación de la NTS 068-MINSA/DGSP-V 1, norma técnica de salud que establece el listado de enfermedades profesionales (Ministerio de Justicia).
- NTP 350.043-1, extintores portátiles. selección, distribución, inspección, mantenimiento, recarga y prueba hidrostática (INACAL, 2024).
- NTP 399.010-1, colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad (INACAL, 2024).
- NTP 399.012, colores de identificación de tuberías para transporte de fluidos en estado gaseoso o líquido en instalaciones terrestres y en naves (INACAL, 2024).
- NTP 399.015, símbolos pictóricos para manipuleo de mercancía peligrosa (INACAL, 2024).
- Guía de respuesta en caso de emergencia (U.S. Department of Transportation, 2024)

1.10. Gestión de impactos ambientales

Las empresas donde se desarrollan las actividades se encuentran comprometidas en realizar operaciones amigables con el medio ambiente a través de directrices y

metodologías alineadas a reducir la contaminación ambiental y promover el cuidado del medio ambiente bajo las siguientes normativas.

- Ley 28611, ley general del ambiente (Ministerio de Justicia).
- Ley 27446, ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental (Ministerio de Justicia).
- D.L. 1278, ley de gestión integral de residuos sólidos (Ministerio de Justicia).
- D.S. 019-2009-MINAM, reglamento de ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental (Ministerio de Justicia).
- D.S. 014-2017-MINAM, reglamento de la ley de gestión integral de residuos sólidos (Ministerio de Justicia).
- D.S. 017-2015-PRODUCE, reglamento de gestión ambiental para la industria manufacturera y comercio interno (Ministerio de Justicia).
- D.S. 004-2017-MINAM, estándares de calidad ambiental para agua (Ministerio de Justicia).
- D.S. 003-2017-MINAM, estándares de calidad ambiental para aire (Ministerio de Justicia).
- D.S. 011-2017-MINAM, estándares de calidad ambiental para suelo (Ministerio de Justicia).
- D.S. 085-2003-PCM, reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (Ministerio de Justicia).
- D.S. 021-2009-VIVIENDA, valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario (Ministerio de Justicia).
- NTP 900.058, Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos (INACAL, 2024).

CAPITULO II. Cargos y funciones desarrolladas como bachiller

2.1. Contexto laboral

En el presente apartado se explica el contexto laboral común de las 3 empresas en el cual el bachiller realiza su experiencia profesional, las cuales son las siguientes:

- Horario de trabajo de acuerdo a la normativa del Perú vigente
- Condiciones de seguridad y equipos de protección personal adecuados para las labores que se realiza.
- Condiciones de higiene y salud adecuadas a la normativa vigente.
- Recursos tales como, computadora, escritorio, software, economato, internet, dispositivos móviles, etc., para la realización de actividades
- Cultura organizacional que contribuya a la vida personal y laboral
- Comunicación a todo nivel el cual permite el compromiso del bienestar laboral

2.2. Descripción de cargos y funciones

A continuación, se detalla la experiencia realizada en las empresas donde se ejecutó las diferentes actividades. Así mismo, los certificados de trabajo se encuentran en los anexos.

2.2.1. Empresa: Envasadora San Gabriel

Periodo: del 3 de agosto del 2015 al 27 de diciembre del 2017

Cargo: Supervisor de SSOMA

Funciones:

- Establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente la documentación referente a seguridad en procesos químicos industriales, higiene industrial y gestión ambiental.

- Establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente la documentación referente a sustancias químicas peligrosas.
- Adicionalmente las funciones como supervisor de revestimiento consistían en:
- Gestión de procesos en el revestimiento de tanques con plástico reforzado con fibra de vidrio.

2.2.2. Empresa: SOLGEMEC

Periodo: del 1 de abril del 2023 al 20 de mayo del 2023

Cargo: Asistente de procesos

Funciones:

- Planeamiento y adecuación de los servicios de seguridad de los procesos industriales
- Gestión del servicio de seguridad industrial

2.2.3. Empresa: Laboratorios SMASAC

Periodo: del 8 de setiembre del 2014 al 31 de marzo del 2015

Cargo: Asistente de desarrollo

Funciones:

- Costos y presupuestos del envase de plástico
- Desarrollo de la ingeniería del envase de plástico (polipropileno, polietileno de alta o baja densidad)

En los Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3 se muestran los certificados de trabajo emitidos por las diferentes empresas.

2.3. Responsabilidades señaladas en el manual de organización y funciones

A continuación, se describen en detalle las funciones descritas en el Manual de Organización y Funciones (MOF) en las 3 empresas donde se laboró.

2.3.1. Supervisor de SSOMA: Envasadora San Gabriel

- Cumplir los propósitos e indicadores de la empresa
- Cumplir con la jornada laboral indicada por la organización
- Acatar las directrices y estándares de la empresa
- Intervenir en el desarrollo de la política de SSOMA
- Elaboración y/o actualización del plan anual de SSOMA, programa anual de SSOMA, plan de contingencias, reglamento interno de SSOMA, plan anual de capacitación de SSOMA, plan anual de manejo de residuos solidos
- Realizar las inducciones, capacitaciones, entrenamiento y simulacros en temas de SSOMA
- Mantener actualizado la documentación del área de SSOMA
- Mantener actualizado los registros indispensables del área de SSOMA
- Coordinar y mantener vigente el registro de EMO
- Investigar en análisis de causa de incidentes y accidentes laborales usando la metodología adecuada, así como también de las enfermedades ocupacionales
- Conformación y participación del comité de SST
- Mantener actualizado el registro de incidentes de fugas y/o derrames de líquidos inflamables
- Mantener vigente el registro de inputs y outputs de residuos sólidos peligrosos.
- Mantener vigente los registros de las inspecciones periódicas del almacén, instalaciones, maquinaria relacionada con letreros de seguridad y equipos de emergencia para fortalecer la gestión preventiva

- Realizar los procedimientos, instructivos, formatos, identificación de peligros y evaluación de riesgos, identificación de aspectos y evaluación de impactos, mapas de riesgo, procedimiento escrito de trabajo seguro, procedimiento escrito de trabajo de alto riesgo, análisis de trabajo seguro, y toda la documentación referente a SSOMA
- Otras funciones que le designe su jefe inmediato

2.3.2. Asistente de procesos: SOLGEMEC

- Cumplir los propósitos e indicadores de la empresa
- Cumplir con la jornada laboral indicada por la consultora
- Acatar las directrices y estándares de la empresa
- Evaluar la capacidad de servicio para la selección del adecuado control operacional
- Mejora de procesos en las áreas de control de calidad, desarrollo, planeamiento y control de los servicios con el fin de reducir cuellos de botella
- Controlar la seguridad de los procesos industriales y manejar el control de las acciones correctivas planteadas y verificar la eficacia
- Gestionar el costo y los alcances del servicio, definir las condiciones, aseguramiento de la calidad, identificar los peligros y riesgos de los insumos químicos del proceso.
- Otras funciones que promuevan la mejora de seguridad de los procesos industriales

2.3.3. Asistente de desarrollo: Laboratorios SMASAC

- Cumplir los propósitos e indicadores de la empresa
- Cumplir con la jornada laboral indicada por la organización
- Acatar las directrices y estándares de la empresa
- Cotización de productos demandados por el cliente priorizando los siguientes parámetros (demanda, peso, formula, tiempo de ciclo)
- Formulación de materia prima (%PEAD, % PEBD, %PP)

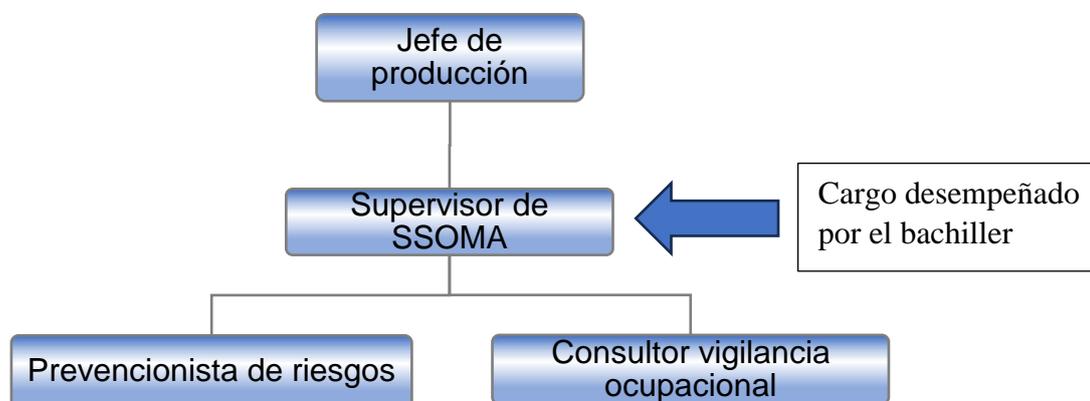
- Formulación de colores y aditivos (pigmento, masterbatch, plastificante DOP, dióxido de titanio, etc.)
- Control de calidad de insumos asociados a la entrega del producto (etiqueta, serigrafía, bolsa, caja, etc.)
- Ingreso de parámetros al simulador y control de procesos (formulas, und/h, selección de máquina, %merma)
- Gestión de ficha técnica del producto (pruebas de ensayo, hermeticidad, etc.)
- Otras funciones que le designe su jefe inmediato

2.4. Personal a cargo y sus responsabilidades

2.4.1. Envasadora San Gabriel

Figura 3

Organigrama de dependencias del supervisor de SSOMA



La Figura 3 muestra el organigrama de dependencias jerárquicas del supervisor de SSOMA de la empresa Envasadora San Gabriel para lo cual se mencionará a continuación los cargos y responsabilidades del personal subordinado en la empresa:

Prevencionista de riesgos

- Participar en la implementación de los planes y políticas de la organización
- Ejecutar los procedimientos e instructivos referentes al sistema de gestión de SSOMA
- Realizar el check-list en la documentación pertinente al sistema de gestión de SSOMA
- Realizar las inspecciones operativas previas
- Realizar las inspecciones de equipos y maquinaria de emergencia

Consultor de vigilancia ocupacional

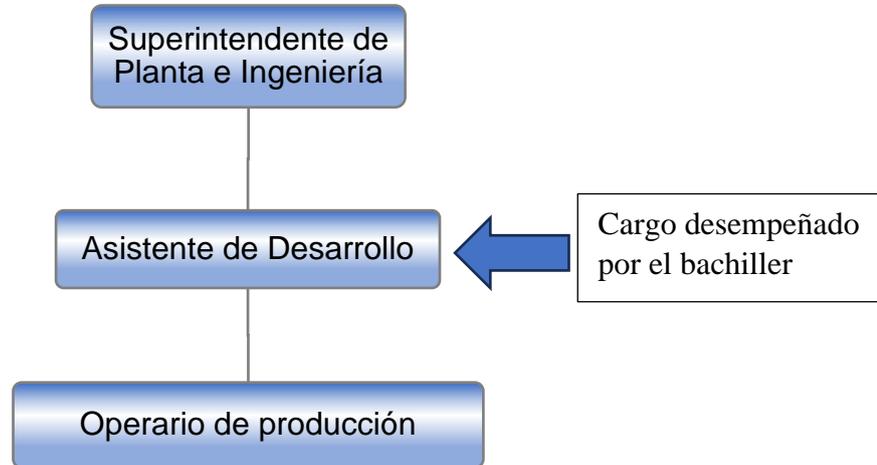
- Seguimiento al cronograma anual de salud ocupacional
- Desarrollar el protocolo de examen médico ocupacional para los puestos de trabajo
- Identificar y asignar correctamente los puestos de trabajo de acuerdo al nivel de riesgo de cada trabajador
- Verificar el cumplimiento de la aptitud medica ocupacional de acuerdo a los riesgos a los cuales se encuentra expuesto.

Para los cargos de asistente de procesos y asistente de desarrollo no se tiene personal a cargo.

2.4.2. Laboratorios SMASAC

Figura 4

Organigrama de dependencias del asistente de desarrollo



La Figura 4 muestra el organigrama de dependencias jerárquicas del asistente de desarrollo de la empresa Laboratorios SMASAC para lo cual se mencionará a continuación el cargo y responsabilidades del personal subordinado en la empresa:

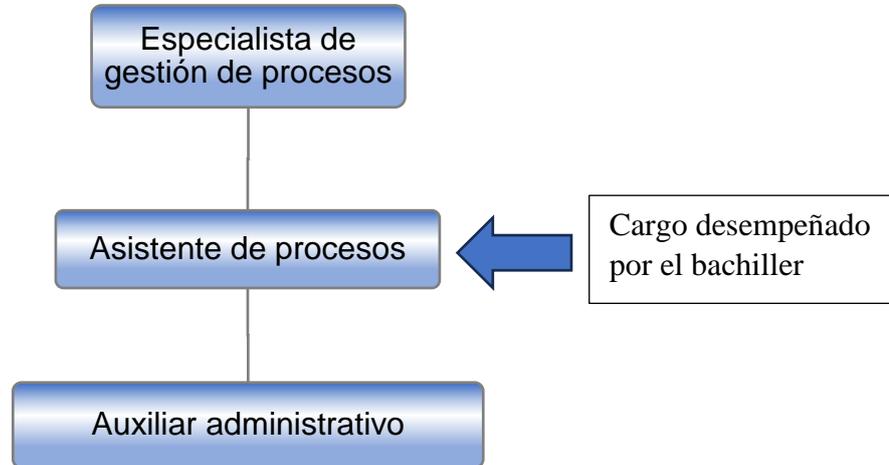
Operario de producción

- Preparar la solicitud de prueba de proyecto de acuerdo a la formula establecida.
- Despachar y designar la solicitud de prueba de proyecto a las maquinas disponibles.
- Entregar las muestras de la solicitud de prueba.
- Participar y/o opinar en la comparación de los patrones brindados por el cliente

2.4.3. SOLGEMEC

Figura 5

Organigrama de dependencias del asistente de procesos



La Figura 5 muestra el organigrama de dependencias jerárquicas del asistente de procesos de la empresa SOLGEMEC para lo cual se mencionará a continuación el cargo y responsabilidades del personal subordinado en la empresa:

Auxiliar administrativo

- Coordinar las necesidades del cliente
- Gestionar los recursos necesarios para la ejecución de los trabajos
- Auxiliar en labores administrativas durante la ejecución de los trabajos

2.5. Función ejecutiva y/o administrativa adicional

La empresa Envasadora San Gabriel adicionalmente brinda servicios de revestimiento de tanques de almacenamientos de combustibles líquidos con plástico reforzado con fibra de vidrio, el cual consiste básicamente en formar una película de 7 mm al interior del tanque de almacenamiento de combustible mediante una mezcla de resina, catalizador y fibra de vidrio el cual se aplica a través de una maquina portátil industrial.

Este servicio se realiza con fin de prolongar la vida útil del tanque de almacenamiento combustible o con el fin evitar derrames de combustibles producidas por fallas mecánicas. Por ello en las funciones asignadas al cargo, la organización designa las tareas y labores mencionadas en la Tabla 1.

En las empresas SOLGEMEC y Laboratorios SMASAC no se desarrollan actividades ejecutivas y/o administrativas adicionales a las funciones descritas en el manual de organización y funciones por ser puestos de nivel jerárquico inicial.

Tabla 1

Función ejecutiva y/o administrativa

Tareas	Labores
Gestión de procesos en el revestimiento de tanques con plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV).	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión de inicio, durante y final del revestimiento con PRFV según API RP 1631. • Controlar los riesgos para el ingreso a espacios confinados, según OSHA 29 CFR 1910.146. • Control de calidad del revestimiento con PRFV (ASTM D-2583, ASTM D-4166, ASTM D-4787) • Actualizar el permiso de ingreso a espacios confinados, según RCD N° 063-2011-OS/CD.

2.6. Cronograma de realización de las actividades como bachiller

La Tabla 2, muestra las actividades que se realizó en las empresas de manera detallada y ejecutando labores de acuerdo con las funciones del puesto.

En resumen, en la empresa Envasadora San Gabriel tomé medidas inmediatas de supervisión para corregir condiciones de riesgos en los procesos durante la producción. Asimismo, brinde charlas de capacitación en las cuales promovía en los trabajadores a identificar los riesgos durante la producción de resinas y pinturas, considerando que la seguridad de los procesos son componentes prácticos que ayudan a evitar incidentes durante los procesos de producción.

En la empresa SOLGEMEC controle la seguridad de los procesos industriales realizando identificación, dimensionamiento y selección del establecimiento de controles operacionales de tal forma que la diagramación e implementación de dichos controles operaciones ayude a reducir o mitigar los incidentes durante la ejecución de los procesos.

Y finalmente en la empresa Laboratorios SMASAC estuve a cargo del desarrollo de la ingeniería de los envases de plásticos para lo cual a través de pruebas piloto con diferente composición de materiales se lograba generar una formula patrón para enviarlo a una línea de producción.

Tabla 2*Cronograma de realización de actividades como bachiller*

Empresa	Actividad Desarrollada	Periodo	
		Desde	Hasta
Envasadora San Gabriel	Establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente la documentación referente a seguridad en procesos químicos industriales, higiene industrial y gestión ambiental		
	Establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente la documentación referente a sustancias químicas peligrosas	03 de agosto del 2015	27 de diciembre del 2017
	Gestión de procesos en el revestimiento de tanques con plástico reforzado con fibra de vidrio		
SOLGEMEC	Planeamiento y control de los servicios de seguridad de los procesos industriales	01 de abril del 2023	20 de mayo del 2023
	Gestión del servicio de seguridad industrial		
Laboratorios SMASAC	Costos y presupuestos del envase de plástico		
	Desarrollo de la ingeniería del envase de plástico (polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polipropileno)	08 de setiembre del 2014	31 de marzo del 2015

CAPÍTULO III. Desarrollo de la actividad técnica y aplicación profesional

3.1. Contexto laboral en el área de trabajo

3.1.1. Labores y tareas relacionadas con el tema específico a desarrollar

En el presente capítulo se desarrollará en función al título del informe el cual corresponde a la empresa Envasadora San Gabriel. El rol del supervisor de seguridad de procesos es vital para la operación segura y exitosa de la empresa. Aunque el conocimiento es especializado, su gama de actividades puede ser amplia. Dentro de las funciones está el de ser responsable de supervisar la gestión de riesgos y la evaluación de peligros, impulsar las mejores prácticas, evaluar y recomendar competencias y necesidades de capacitación. Asimismo, el seguir los desarrollos en la regulación de seguridad, mantenerse al tanto de las mejores prácticas sobre seguridad en el proceso industrial e interactuar con las diferentes áreas, ayudándole a garantizar la seguridad, el cumplimiento y las mejores prácticas. Las funciones se detallan a continuación:

- Supervisión de seguridad de los procesos en la planta de resinas y pinturas
- Identificar oportunidades de mejora de seguridad de los procesos durante la producción de resinas y pinturas
- Implementar controles operacionales que minimicen la desviación existente durante la supervisión de riesgos
- Gestionar con el área de mantenimiento las variables de control a implementar como medidas de control en los riesgos evaluados
- Realizar auditorías internas, inspecciones planeadas y no planeadas para identificar fallas y evaluar riesgos durante la producción
- Participar activamente en el sistema de gestión de SSOMA y seguridad de los procesos

3.1.2. Conocimientos técnicos de la carrera

El recurso humano es un factor de éxito fundamental debido a que los involucrados en el proyecto además de contar con la formación científica y tecnológica se deben adaptar a los cambios de paradigmas y establecer criterios de selección de metodologías para poder garantizar la coordinación y que el proyecto se pueda realizar dentro del cronograma establecido. En la elaboración de pinturas y resinas, los equipos, los insumos, materia prima y la metodología para su elaboración son diversas, haciendo que el conocimiento de diferentes materias de estudio sea aplicable tales como la química, física e ingeniería. A manera de resumen estas son:

- Química orgánica I y II.
- Fenómenos de transporte.
- Corrosión I.
- Transferencia de cantidad de movimiento.
- Cinética Química y diseño de reactores.
- Mecánica y transporte de fluidos.
- Higiene y seguridad industrial
- Seguridad de los procesos químicos
- Interpretación de Sistemas Integrados de Gestión de la Norma ISO 9001:2015 – ISO 14001:2015 – ISO 45001:2018
- Conocimiento de legislación peruana en temas relacionados a Seguridad y Salud en Trabajo como; Ley 29783, Ley 30222, D.S. 005-2012-TR, D.S. 006-2014-TR, Ley 28551, D.S. 015-2005-SA, D.S. 42 F, entre otras y sus modificatorias.
- Conocimiento de legislación peruana en temas relacionados al medio ambiente como; Ley 28611, D.L. 1278, D.S. 014-2017-MINAM, D.S. 017-2015-PRODUCE, NTP 900.058

3.1.3. Participación en actividades complementarias en la empresa

Dentro la organización como actividades complementarias han sido las siguientes:

Secretario Titular. Como secretario titular del comité de seguridad y salud en el trabajo realizaba las tareas de fomentar la seguridad y salud en el trabajo, vigilar y asesorar el cumplimiento de lo indicado en el reglamento interno de seguridad y la normativa nacional, sobre la materia. Dentro de las funciones que han realizado se encuentran:

- Comprender los reglamentos internos, informes y documentos relacionados a seguridad y salud en el trabajo y velar por su cumplimiento.
- Aprobación del reglamento interno, el programa anual de seguridad y salud en el trabajo, la programación y el plan anuales de capacitación sobre los temas de seguridad.
- Participar en forma activa en la elaboración, aprobación, puesta en práctica y evaluación de las políticas, planes y programas de promoción de la seguridad y salud en el trabajo, de la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales.
- Asegurar que el personal nuevo que ingrese a la empresa reciba la correcta formación, instrucción y orientación sobre prevención de riesgos y los temas relacionados.
- Realización de inspecciones operativas previas en todas las áreas de la empresa con la finalidad de reforzar la gestión preventiva.
- Investigación y evaluación de las circunstancias de la causa raíz de todos los incidentes, accidentes y de las enfermedades ocupacionales que ocurriesen.
- Evaluación y emisión de los informes sobre las de estadística de accidentes, incidentes y otros ocurridos en el trabajo, así como realizar la investigación de cada accidente que provoque la muerte de un trabajador y tomar las medidas correctivas adoptadas dentro de los diez (10) días de ocurrido.

- Reunión mensual y ordinaria, para la evaluación sobre el avance de los objetivos establecidos en el programa anual y, de manera extraordinaria, para analizar accidentes cuando las circunstancias lo exijan.

Brigadista de Sustancias Químicas Peligrosas. Como brigadista, tenía la función de brindar a los trabajadores los conocimientos teóricos y prácticos que le permitan identificar los químicos peligrosos para establecer una respuesta coordinada, ante fugas y derrames por productos químicos peligrosos.

3.2. Hechos relevantes de la actividad técnica

3.2.1. Descripción de la realidad problemática

En el Perú el sector industrial viene realizando varias actividades a favor de la seguridad y salud de sus trabajadores, siendo el sector minería uno de los más estrictos, capacitando a su personal que realiza actividades de riesgo, en el uso de equipos de protección personal (EPP) y también la realización de mantenimiento periódico de sus instalaciones. Debido a esto, los diferentes sectores industriales, están exigiendo controles de riesgo y seguridad de tal manera de obtener eficiencia y productividad, lo cual permitirá tener procesos operativos que funcionen segura dentro y fuera del contexto industrial. Como fabricantes de pinturas y resinas, debemos estar continuamente evaluando nuestras instalaciones para sobrevivir en esta industria dinámica.

En el sector industrial existen normas referidas a seguridad y salud en el trabajo, lo cual es posible operar bajo ciertos estándares de seguridad. Sin embargo, los estándares de seguridad no están orientados a la seguridad operativa de los procesos, por lo cual la empresa necesita gestionar la integridad de los procesos aplicando principios de diseño, métodos de ingeniería y prácticas operativas más seguras. Este enfoque es clave para la prevención y mitigación de incidentes que tienen el potencial de una pérdida de control o

un accidente mayor como, por ejemplo, las reacciones químicas que involucran reactivos volátiles en condiciones de sobrecalentamiento pueden dar lugar a condiciones explosivas.

3.2.2. Definición del problema general y secundarios

Problema general. Existencia de posibles de riesgos operativos por falta de control de los procesos durante la producción y elaboración de resinas y pinturas.

Problemas secundarios

- Ausencia de diagnóstico inicial (línea base), el cual no permite gestionar los controles operacionales que permita controlar la seguridad de los procesos en la elaboración de resinas y pinturas.
- Falta de establecimiento de acciones correctivas y/o preventivas de las medidas de control que posibiliten reducir o supervisar los riesgos de los procesos de manera segura.

3.2.3. Justificación e importancia

Falta de control de seguridad de los procesos durante la producción de resinas y pinturas el cual justifica la implementación de controles operacionales que coadyuven a la mejora continua.

La importancia de reducir los riesgos presentes durante la producción de resinas y pinturas permite evaluar el grado de importancia de los riesgos presentes durante la supervisión del proceso, el cual genera controles operacionales asociados a las acciones correctivas propuestas, las cuales minimizan los peligros existentes por las variables de proceso.

3.2.4. Antecedentes nacionales e internacionales

Durante cuantiosos años se han reportado liberaciones repentinas de líquidos y gases tóxicos, reactivos o inflamables en procesos que involucran químicos muy peligrosos. Los incidentes continúan ocurriendo en muchas industrias que emplean estos químicos que pueden ser tóxicos, reactivos, inflamables o explosivos o combinación de todas estas propiedades. "Todos los procesos de fabricación son en cierta medida peligrosos, pero en los procesos químicos existen riesgos adicionales, especiales, asociados con los productos químicos usados y las condiciones del proceso" (Sinnott & Towler, 2012, pág. 474). Independientemente de la industria que los utilice, existe la hipótesis de que se genere fugas accidentales si no se controla adecuadamente, lo que a su vez crea la posibilidad de un desastre, tal como se puede apreciar en la Tabla 3, la cual detalla los accidentes de procesos a nivel global desde la década de los años 70.

Los riesgos de seguridad ocupacional, a veces simplificados en exceso como "resbalones, tropiezos y caídas" a menudo son visibles y fácilmente percibidos y comprendidos; la naturaleza y la escala de una posible lesión, por ejemplo, de una caída, es fácil de imaginar. En contraste, aunque algunos de los peligros del proceso pueden ser fácilmente percibidos, por ejemplo, la pérdida de contención de tuberías corroídas, muchos peligros no son visibles ni intuitivos, la secuencia de eventos que siguen a una pérdida de control del proceso, por ejemplo, además, la escala de consecuencias no se imagina fácilmente y a menudo es subestimado. Por ejemplo, ¿qué podría suceder en caso de pérdida de la contención de materiales inflamables? ¿Una lesión por quemaduras? ¿Un incendio? ¿Una explosión? ¿Destrucción de la planta? Se requieren métodos estructurados para la identificación de peligros y evaluación de riesgos a fin de descubrir los riesgos de seguridad del proceso y comprender los riesgos asociados. A menudo, la razón dada para estos incidentes es la falta de comprensión de lo que es la seguridad del proceso y en qué se diferencia de la seguridad ocupacional.

Los incidentes de seguridad ocupacional a menudo se relacionan con las interacciones de operarios con plantas o equipos en los que el agente (el factor humano) es la víctima, por ejemplo, partes del cuerpo que quedan atrapadas en el equipo operativo. Hacer un llamamiento a las personas para que "estén seguros" y promover la filosofía de que "todas las lesiones se pueden prevenir" pueden ser eficaces para ayudar a prevenir tales eventos si forman parte de un programa sostenido.

La intervención de operarios de procesos bien entrenados es de vital importancia para la seguridad del proceso, ya que generalmente es la última oportunidad para establecer el proceso a unas condiciones seguras antes de un paro de emergencia o que ocurra un incidente (Sinnott & Towler, 2012, pág. 494).

Sin embargo, cada vez que la industria ha pensado que es segura en su capacidad de anticipar problemas y diseñar defensas, surgen desafíos nuevos e imprevistos, como el riesgo de parada, el desprendimiento por corrosión bajo tensión y las deficiencias en la cultura de seguridad. La industria continúa aprendiendo, olvidando y volviendo a aprender una lección difícil: esa anticipación debe combinarse con la capacidad de recuperación para responder a los precursores.

Tabla 3*Accidentes de procesos de los últimos 50 años*

Año	Lugar	Tipo de accidente	Sustancia química	Víctimas mortales	Heridos	Evacuados
1974	Flixborough, Reino Unido	Fábrica de productos químicos (explosión)	Ciclohexano	28	104	3000
1976	Seveso, Italia	Fábrica de productos (explosión)	Dioxina		193	226000
1979	Novosibirsk, Rusia	Fábrica de productos (explosión)	No caracterizada	300		
1982	Tacoa, Venezuela	Depósito (explosión)	Combustible	153	20000	40000
1984	San Juanico, México	Depósito (explosión)	LGP	452	4248	200000
1984	Bhopal, India	Fábrica de productos químicos (explosión)	Metilsocianato	2800	5000	20000
1988	Norco (LA), EE. UU.	Explosión	Vapores inflamables de hidrocarburo			
1989	Pasadena (TX), EE. UU.	Explosión y fuego	Vapores de etileno/ Isobutano	7	42	
1992	Kwangju, Corea	Almacén de gas (explosión)	LPG	23	13	
2001	Toulouse, Francia	Fábrica (explosión)	Nitrato de amonio		163	20000
2003	Gaoquiao, China	Pozo de gas (escape)	Sulfuro de hidrógeno	30	> 2.500	
2005	BP Texas City, EE. UU.	Explosión	Vapor de hidrocarburo	15	180	
2010	Golfo de México, EE. UU, Cuba y México	Plataforma petrolífera, Explosión	Vapores de hidrocarburo	11	17	
2020	Villa El Salvador, Lima, Perú	Deflagración de GLP	Gas Licuado de Petróleo	34	11	5000
2021	Pucallpa, Ucayali, Perú	Envasadora de GLP	Gas Licuado de Petróleo	0	3	1000
2023	Villa El Salvador, Lima, Perú	Envasadora de GLP (Explosión)	Gas Licuado de Petróleo	0	4	300
2024	Santa Anita, Lima, Perú	Tanque de almacenamiento de aguas residuales (Explosión)	No caracterizada	3	3	200

Las situaciones de riesgo deben ser anticipadas y prevenidas ya que podrían afectar el progreso sostenible como, por ejemplo, causar muertes, dañar maquinaria, perjudicar el ambiente y producir pérdidas económicas importantes. De otro lado, actualmente cuando se menciona seguridad industrial, esta se encuentra limitado solo a la seguridad ocupacional, de tal manera que solo hace referencia a los equipos usados al momento de ocurrir una emergencia tales como son los EPP, extintores y arnés de seguridad.

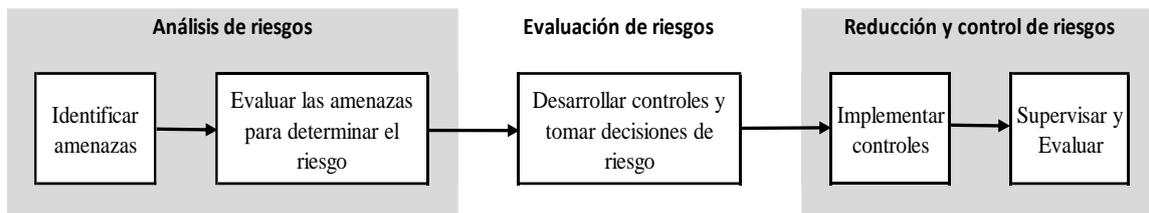
El mundo de la seguridad y la protección en las industrias de procesos químicos ciertamente ha cambiado, pero los desafíos más grandes pueden estar por venir. Las empresas deben estar preparadas para gestionar las nuevas responsabilidades de seguridad química y superar las expectativas del público y los entes reguladores. Aquí, la gestión de riesgos se interpreta como la aplicación sistemática de directrices, estándares, procedimientos y metodologías de gestión a las tareas de análisis, evaluación y control de riesgos. La gestión de riesgos a menudo se define por las siguientes actividades.

- Un análisis de riesgos que incluye la definición del alcance, la identificación de peligros y amenazas y la estimación de riesgos.
- Una evaluación de riesgos que incluye niveles de aceptación de riesgos y análisis de acciones correctivas.
- Reducción y control de riesgos, incluido el planeamiento estratégico, la implementación y el seguimiento de los controles.

La evaluación de riesgos se precisa como la secuencia de los dos primeros puntos de la lista anterior. Ver la Figura 6. Aquí, el riesgo o nivel de riesgo se fija como una función de la probabilidad y la consecuencia de un acontecimiento inesperado / no deseado.

Figura 6

Proceso de gestión de seguridad riesgos y sus componentes



El análisis de riesgos del proceso (PHA) se usa ampliamente en un espectro de industrias e instalaciones, pero existen pocas métricas para la evaluación y valoración de las PHA. La mayoría de los protocolos existentes abordan la PHA únicamente en términos de cumplimiento normativo, pero no abordan la integridad o profundidad de la evaluación, ya que la mayoría de las PHA se han realizado sobre una base de "desempeño" según las reglamentaciones relevantes.

Es posible evaluar objetivamente los PHA, a fin de determinar la adecuación de la finalización y el grado de revisión, utilizando tanto el protocolo de auditoría como los enfoques de puntuación. Los enfoques de protocolo de auditoría ofrecen simplicidad y facilidad de uso, y cuando se combinan con una puntuación específica para la adecuación, permiten tomar decisiones informadas sobre acciones correctivas con respecto a la PHA.

3.2.5. Objetivo general y específico

Objetivo general. Identificar, evaluar, reducir y monitorear todos los posibles riesgos de operatividad y los controles en la producción y elaboración de resinas y pinturas.

Objetivos específicos

- Realizar una línea base de los procesos de elaboración de resinas y pinturas para establecer los controles operacionales de los riesgos.
- Establecer las acciones correctivas y / o preventivas de las medidas de control a implementar para reducir los riesgos de los procesos.

3.3. Marco conceptual y teórico de los conocimientos técnicos requeridos

3.3.1. Fabricación de pinturas

La pintura, o recubrimiento, es un material fluido que, cuando se extiende sobre una superficie, forma una película delgada, cohesiva, duradera y opaca. Es una dispersión, material de polvo (pigmento), en una solución de resina la cual sirve como vehículo o medio. Es una mezcla líquido-sólido que existe en una condición dispersa estable. Los parámetros principales en pinturas o recubrimientos superficiales son la producción de emulsión de polímeros con las propiedades físicas y composición química deseadas, y una mezcla y tintado de alta velocidad para lograr una dispersión estable. El proceso de dispersión tiene cuatro pasos: molienda, humectación, separación y estabilización. “Un recubrimiento o pintura líquida es una mezcla heterogénea de productos que una vez aplicada y seca se transforma en una película continua sin pegajosidad y con las características para las que ha sido concebida” (Calvo Carbonell, 2009, pág. 3).

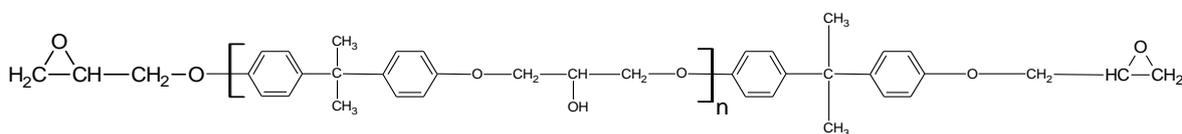
Resinas. Las resinas o también llamados ligantes son sustancias sólidas, semisólidas o líquidas de peso molecular no uniforme y, a menudo, de alto peso molecular, que en estado sólido generalmente poseen un rango de ablandamiento o fusión y exhiben fracturas concoidales (similares a cáscaras). Tienen una tendencia general a fluir a temperatura ambiente. Las resinas son, en general, materias primas, por ejemplo, aglutinantes, composiciones de moldeo curables, adhesivos y revestimientos. Algunos tipos de medios son pegamento, caseína, aceites, alquidos, amino, nitrocelulosa, uretanos, caucho clorado y epoxi, en donde:

“El ligante o resinas son productos cuya misión es la de mantener unidas las partículas sólidas, pigmentos y cargas, una vez esté seca la pintura. Los polímeros confieren a las pinturas las propiedades que definen los diferentes tipos de producto según su resistencia química, dureza, elasticidad,

adherencia, viscosidad, secado, etc. Pueden ser acrílica, vinílica, poliéster, poliuretano, epoxi, etc.” (Alonso Felipe, 2013, pág. 6).

Figura 7

Estructura de una resina epóxica



La Figura 7 muestra la estructura de una resina epóxica, la cual se obtiene generalmente por la polimerización y reacción del bifeno A, la cual fue producida comercialmente a partir de 1947.

Pigmentos. La palabra colorante es definida en los diccionarios como una sustancia utilizada para colorear y, por lo tanto, se puede utilizar para describir tintes y pigmentos. Dado en que este ítem solo se refiere a los pigmentos, es necesario encontrar un criterio para decidir si un colorante dado debe tratarse como un pigmento o un tinte. En la práctica, esto no es tan simple como parece. Un criterio ampliamente utilizado es el de la solubilidad del colorante en el material que se está utilizando para colorear. Si es insoluble, es un pigmento; si es soluble, es un tinte.

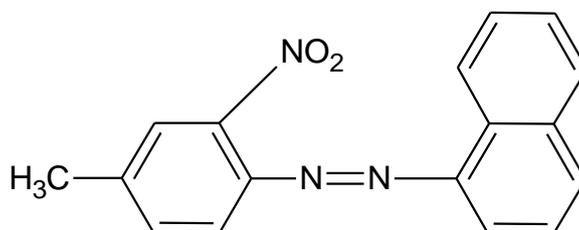
Sin embargo, el criterio de solubilidad es insuficiente en sí mismo. El mismo colorante a veces puede ser un tinte y, en otras aplicaciones, un pigmento. Los tintes de tina son un ejemplo de esto, originalmente se desarrollaron como colorantes para textiles, pero luego se prepararon en una forma física diferente para su uso como pigmentos. De hecho, se puede argumentar que, dado que los colorantes de tina son colorantes que son insolubles en agua y para que se difundan en fibras, primero deben reducirse, no deben considerarse colorantes, sino pigmentos. Nuevamente, la solubilidad acuosa de muchos tintes dispersos es tan baja que se deben usar varios dispositivos para inducirlos a

difundirse en fibras de poliéster. De todo esto, es justo decir que no existe un criterio infalible simple para decidir si un colorante es un tinte o un pigmento.

“Los pigmentos son sustancias colorantes insolubles, finamente molidas que se dispersan en un medio adecuado para su uso. Se emplean principalmente para colorear plásticos y para pinturas y tintas de imprenta. En ellos, es muy importante su buena capacidad de dispersión y su poder de cubrir. La fijación a la superficie cubierta se logra con adhesivos que se añaden a la dispersión (resinas, etc.). Son bien conocidos los pigmentos inorgánicos: óxido de titanio, óxido de hierro, óxido de cinc, óxido de cromo y el negro de humo, etc. Sin embargo, la industria química orgánica fabrica una gama de pigmentos mucho más extensa; algunos son compuestos no polares insolubles, otros son sales de calcio, bario o manganeso o colorantes ácidos, etc.” (Primo Yúfera, 1996, pág. 465)

Figura 8

Estructura de un pigmento rojo



Nota: Elaboración propia.

En la Figura 8 se muestra la estructura del pigmento rojo, el cual se obtiene a partir de un compuesto diazo debido a su estructura resonante.

Solventes. Los solventes son sustancias químicas. Calvo (2009) afirma:

“Los disolventes son los responsables de dar a la pintura líquida una consistencia adecuada para la comercialización del producto; deben dar a

la pintura la estabilidad necesaria en almacén y deben a su vez proporcionar la reología adecuada para la aplicación. Los disolventes deben solubilizar el ligante o resina, y deben hacerlo tanto en el envase como durante todo el proceso de evaporación, o sea, durante todo el proceso de secado y formación del film seco.” (pág. 85)

Aditivos. Son químicos que se adicionan a la pintura, normalmente en ínfimas cantidades, para lograr efectos puntuales. Los aditivos de recubrimiento típicos se pueden clasificar según su efecto sobre las propiedades de los recubrimientos líquidos o secos.

Los aditivos afectan las propiedades del material de recubrimiento y el rendimiento de la película de pintura terminada. Ejemplos de propiedades que se pueden controlar utilizando aditivos de recubrimiento incluyen viscosidad, formación de espuma, ablandamiento de capa, dispersión de pigmentos, estabilidad, flexibilidad/dureza, brillo, resistencia a los rayos UV, resistencia al fuego, antibacteriano y más.

3.3.2. Resinas

Resinas epóxicas. Las resinas epóxicas son conocidas por su excelente resistencia a la corrosión y a los productos químicos. Debido a su tendencia a desvanecerse y desgastarse cuando se exponen a la luz solar, se utilizan para aplicaciones de capa superior interior o como imprimación para aplicaciones exteriores.

Se puede obtener una excelente resistencia a la corrosión con un espesor de película tan bajo como 0.5 micras. La resina epóxica generalmente se retícula con resinas de melamina o urea a temperaturas de curado de 350 – 425 ° F. Los recubrimientos epóxicos se caracterizan por una excelente adhesión, un alto grado de resistencia al impacto y a la abrasión, y resistencia a los productos químicos y solventes. Esta combinación de propiedades hace que las fórmulas epóxicas sean adecuadas para muebles de laboratorio químico y aplicaciones similares. También tienen buenas

propiedades aislantes, lo que los hace ideales para la industria eléctrica, y pueden proporcionar un excelente desgaste de las herramientas.

Resinas acrílicas. En el recubrimiento y en la industria de los plásticos, el término resina acrílica se aplica a los polímeros y copolímeros de los ésteres de ácidos metacrílicos y acrílicos. Los copolímeros de estos ésteres con monómeros no acrílicos como el estireno, el butadieno o el acetato de vinilo también se conocen como resinas acrílicas.

Las resinas acrílicas son muy versátiles y populares para los recubrimientos líquidos industriales, ya que proporcionan tenacidad, buena capacidad de intemperie, resistencia a la abrasión y al ataque químico. También se consideran mejores que las resinas alquídicas para la retención de brillo. Las resinas termoestables acrílicas que están reticuladas con resinas epoxi o amino se utilizan en la industria de electrodomésticos debido a sus excelentes propiedades físicas y químicas.

Los polímeros sólidos y de solución se utilizan en acabados de laca para superficies metálicas, de madera, de cuero, cerámica y plásticas. Las emulsiones acrílicas, que se fabrican directamente en forma de látex, se utilizan tanto en pinturas interiores como exteriores. Junto con la estabilidad de las resinas acrílicas, su tenacidad y resistencia química, también proporcionan un revestimiento atractivo y de alta calidad. Las propiedades de dureza y deslizamiento se pueden variar en una amplia gama para adaptarse a las demandas de la aplicación. La adhesión y la resistencia a los disolventes pueden incorporarse a los recubrimientos acrílicos añadiendo otros monómeros funcionales al sistema de resina mediante copolimerización.

Resinas de poliéster insaturados. Los poliésteres insaturados (PI) son macromoléculas construidas por una reacción de policondensación de ácidos dicarboxílicos y dialcoholes donde algunos de los ácidos dicarboxílicos contienen dobles

enlaces carbono-carbono, llamados enlaces insaturados. A temperatura ambiente es un líquido altamente viscoso o un producto quebradizo con un bajo punto de fusión.

“Son las resinas más utilizadas a escala mundial, ocupan un sitio destacado con más del 90% volumen de consumo entre las matrices termoestables y, dadas sus características, son las más utilizadas en la construcción de embarcaciones en serie. Su coste es el más reducido entre todas las matrices termoestables.” (Besednjak Dietrich, 2005, pág. 27)

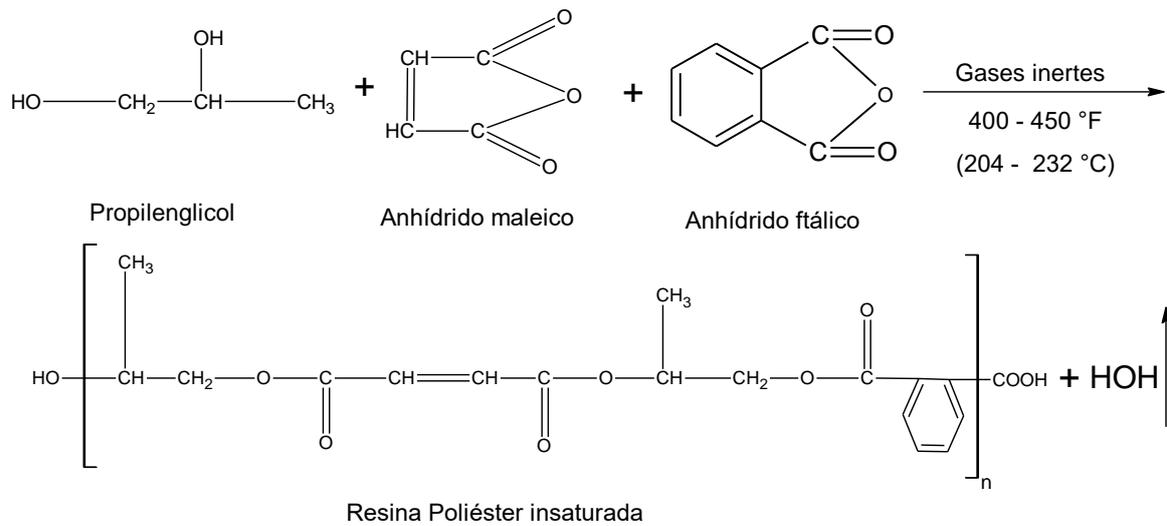
Las resinas de poliéster se utilizan típicamente en recubrimientos de curados por calor que necesitan ser altos en contenido de sólidos de pintura y bajos en contenido de disolvente. Tienen una retención de color extremadamente buena que proporciona una buena protección sobre el horno y muy buena resistencia a los rayos ultravioleta (UV), y pueden ser aplicadas utilizando una amplia gama de equipos de pulverización. Los poliésteres son muy similares en estructura química a las resinas alquídicas libres de aceite tipo I discutidas anteriormente. Los poliésteres a menudo se formulan en dos productos componentes que se utilizan para los plásticos. El sistema de catalizadores de los productos permite curarlos a baja temperatura, y la película terminada tiene un excelente aspecto y resistencia a los rayos UV. La poli esterificación es la reacción más importante en la preparación de poliésteres insaturados. También se realizan reacciones secundarias las cuales son enumerados como:

- Isomerización del maleato al fumarato.
- Adición de glicol a los dobles enlaces del maleato y fumarato.
- Destrucción oxidativa de dobles enlaces.
- Pérdida del glicol

La Figura 9 muestra la química general de los poliésteres insaturados mediante la representación de la síntesis de un propilenglicol de propósito general, anhídrido maleico y anhídrido ftálico.

Figura 9

Síntesis de una resina de poliéster insaturada



Isomerización. El maleico esterificado se muestra como el isómero trans, fumarato, ya que, bajo las condiciones de esterificación, más del 90% del éster de maleato se isomeriza del isómero de maleato Cis al isómero de fumarato Trans.

Velocidad de reacción de la poliesterificación. La velocidad de la reacción de poliesterificación se puede aumentar de varias maneras, lo que lleva a una eliminación más eficiente del agua producida como subproducto de la reacción. Los poliésteres insaturados se cocinan bajo una manta de gas inerte para minimizar la degradación oxidativa a temperaturas de operación. El gas inerte también se introduce generalmente debajo de la superficie (sparging) para aumentar el área interfacial líquido/gas para la transferencia de masa del agua del calentamiento y para ayudar con la agitación. La reacción también puede acelerarse mediante la introducción de catalizadores de esterificación. Entre estos se encuentran los ácidos minerales como el sulfúrico, los ácidos arilsulfónicos como el ácido p-toluenosulfónico, los compuestos de estaño como el óxido de dibutil estaño y los titanatos como el titanato de tetrabutilo.

Proceso de fabricación de las resinas. Por lo general, es necesario usar un exceso estequiométrico de glicol para la producción de poliésteres insaturados debido a cierta pérdida de glicol junto con el agua de reacción y la descomposición de parte del glicol. Este exceso de glicol se puede reducir con el uso de algunos de los catalizadores de esterificación más eficientes.

Al finalizar la reacción, el insaturado alquídico de poliéster se puede descargar del reactor como una masa fundida en tambores o en equipos de descamación como un tambor de acero inoxidable refrigerado por agua o se puede mezclar con un monómero líquido como el estireno para formar resina líquida que es la forma más comúnmente utilizada de poliésteres insaturados.

Equipos de procesamiento y fabricación de las resinas. Típicamente, los poliésteres insaturados se cocinan en reactores de acero inoxidable 304 con capacidades de 1,000 a 5,000 galones. Las calderas están equipadas para calentarse a través de bobinas internas y fluidos de transferencia de calor, los cuales también son empleados para enfriar el contenido de la caldera cuando es necesario. Las calderas están equipadas con agitadores de alta resistencia. El agua de reacción se retira de la caldera a través de columnas de destilación empaquetadas o condensadores parciales para separar de manera más eficiente el glicol que sale con el agua de reacción para que el glicol pueda regresar a la caldera. Con el agua generada salen subproductos de reacción de la descomposición de glicol, como los aldehídos, que son más volátiles.

Estos subproductos, junto con el agua de reacción y las pequeñas cantidades no recuperables de los glicoles y ácidos utilizados en la alimentación del reactor, deben tratarse de forma alineada con las disposiciones legales que regulan la manipulación y eliminación de residuos industriales.

La Tabla 4 compara algunas de las propiedades de las diversas resinas discutidas. Se utilizan diferentes sistemas de transporte para diversas aplicaciones y condiciones ambientales con una amplia gama de propiedades.

Tabla 4

Propiedades de las resinas

	Alquídicas	Amino alquídicas	Poliéster para hornear	Alquídico modificado (estirenado)	Acrílico	Uretano
Durabilidad de exterior	E	E	E	B	E	E
Spray de sal	E	B	B	B	E	E
Resistencia a los álcalis	P	A	B	B	B	A
Solvente alifático	B	E	E	A	A	E
Cetona solvente	P	P	B	P	P	E
Flexibilidad	E	B	E	B	E	E
Impacto	B	E	E	B	E	E
Resistencia al calor	B	B	E	B	B	B
Retención de color	B	B	E	B	E	E
Retención de brillo	E	B	E	A	E	E

Nota: E= Excelente; B= Bueno; A= Aceptable; P= Pobre

Resinas alquídicas. En la síntesis de polímeros, las resinas alquídicas fueron una de las primeras aplicaciones la cual se utiliza en la tecnología de recubrimientos de superficies como son las pinturas desde la década de los años 30. El uso de las resinas alquídicas ha ayudado a mejorar el secado, la resistencia a la intemperie, termos plasticidad y el color amarillento de estas.

Las resinas alquídicas son resinas de poliéster termoplástico fabricadas a partir del calentamiento de alcoholes polihídricos (contienen varios grupos hidroxilo en la molécula) con ácidos polibásicos o sus anhídridos. Se utilizan en la producción de recubrimientos protectores con buenas propiedades de resistencia a la intemperie y son insumos para pinturas sintéticas debido a su versatilidad y reducido costo.

Los principales ácidos polibásicos utilizados en la preparación alquídica incluyen anhídrido ftálico, ácido isoftálico, anhídrido maleico y ácido fumárico, entre muchos otros. Los principales tipos de polioles utilizados en la síntesis alquídica son glicerol, trimetiloetano, trimetilolpropano, pentaeritritol, etilenglicol y neopentilglicol. Un gran porcentaje de los ácidos monobásicos empleados en las resinas alquídicas son ácidos grasos de cadena extensa de origen natural. La selección de cada uno de los ingredientes antes mencionados (polioles, mono y poliácidos) afecta las propiedades de la resina y también puede afectar la elección de los procesos de fabricación. Por ejemplo, los ácidos grasos largos mejoran en gran medida la flexibilidad de los productos de recubrimiento y un grado creciente de insaturación de la velocidad de secado. Sin embargo, los ácidos insaturados como el ácido linolénico también aumentan la tendencia al amarilleo de los alquídicos, mientras que los alquídicos hechos con aceites no secantes (bajo grado de insaturación) o sus ácidos grasos tienen un extraordinario color y brillo. La composición y las estructuras simplificadas de un alquido de aceite corto, medio y largo se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5*Alquídicos modificados con aceite*

Alquídicos	% de longitud del aceite	Características	Usos
Corto	20-25	No oxidativo. Soluble en solventes de hidrocarburos aromáticos.	Como resinas modificadoras en sistemas de cocción para uso interior.
Medio	45-60	Secado al aire o curado al horno. Soluble en mezclas de solvente alifático-aromático. Películas más flexibles.	Como resinas para interior y exterior. También se utiliza en procesos de rápido secado.
Largo	60-80	Deshumedecido en aire (oxidativo). Soluble en solventes alifáticos. Películas muy flexibles.	Sistemas externos de secado en O ₂ .

3.3.3. Pigmentos

El diámetro y la geometría de las partículas de pigmento son variables importantes porque afectan la acumulación en el aglutinante de la pintura. En general los pigmentos son cristalinos, por lo que la formación de afecta las propiedades del pigmento. El tamaño de las partículas también afecta el brillo final, al asentarse durante el almacenamiento y al humedecer el adhesivo. Otros factores como el color, la intensidad del tono, la solidez del color y la opacidad son propiedades inherentes al pigmento. La densidad es una variable importante que afecta no sólo al depósito, sino también a la cantidad de pigmento añadido para un determinado aumento de peso.

Se encuentra disponible una amplia gama de tintes, proporcionando una notable gama de colores y tonalidades. La cantidad y cantidad de pigmento utilizado está relacionada con el color de la película, el poder cubriente y muchas otras propiedades. Algunos pigmentos comunes se analizan en la siguiente sección.

Pigmentos blancos. Casi todas las fórmulas de pintura incluyen algunos pigmentos blancos para ajustar la claridad y la oscuridad del color final. Algunos de los pigmentos blancos comunes se enumeran a continuación.

Dióxido de titanio. Tiene alta estabilidad, es sintético y no tóxico el cual es ampliamente utilizado en revestimientos protectores y decorativos. Tiene dos formas cristalinas diferentes: rutilo y anatasa. La forma cristalina del rutilo es más densa, tiene una gravedad específica superior, un índice de refracción más alto y mejor estabilidad y resistencia respecto a la forma anatasa.

El dióxido de titanio rutilo es fotoquímicamente inerte y el pigmento protege la película de pintura de la degradación al dispersar la luz absorbida. Por el contrario, la forma anatasa es fotoquímicamente activa y los colores elaborados con este pigmento sufren una intensa decoloración. El grado anatasa se usan principalmente en interiores porque son más limpios en blanco.

Oxido de cinc. Un pigmento de base sintética que inhibirá el desarrollo de moho, cuando esté presente en altos niveles (aproximadamente 30% en peso). La característica básica del óxido de zinc conlleva a la interacción con pinturas de alto valor ácido con la formulación de jabones de zinc. Estos pueden reforzar mecánicamente la película, pero pueden causar fragilidad en la exposición exterior.

Plomo blanco. Un pigmento inerte sintético usado a menudo con aglutinantes que contienen cloro en la formulación de pinturas ignífugas. Cuando se expone a las llamas, el sombrero de vapor de cloruro de antimonio se libera es más pesado que el aire y actúa como una manta para el fuego. Este pigmento también tiene buenas características opacificantes.

Pigmentos amarillos. Los pigmentos amarillos se utilizan para ajustar el eje amarillo-azul del espectro de color.

Cromato de zinc. Se utilizan tres formas de cromato de zinc para la pigmentación de pinturas. Los grados de pigmento tienen buena resistencia a la luz y son estables en el aire contaminado, pero son de baja opacidad. Los cromatos de zinc son ligeramente básicos y reaccionarán con pinturas ácidas, lo que provocará un engrosamiento de la pintura durante el almacenamiento. La forma de cromato de zinc utilizada para la protección contra la corrosión debe estar libre de cloruro residual, que generalmente está presente en los grados de pigmento.

Pigmentos verdes. Son utilizados para ajustar el eje azul- amarillo del espectro de color.

Óxido de cromo. El óxido de cromo es un pigmento sintético verde opaco con buena estabilidad a la luz, el calor, los ácidos y la alcalinidad, pero proporciona poca opacidad. Es útil como pigmento para pinturas que requieren una alta resistencia química y fotoquímica. El óxido de cromo también se utiliza como pigmento para hormigón y cemento. Una vez más, el cromo ya no es un pigmento común utilizado en la formulación de pinturas en América del Norte.

Pigmentos azules. Son utilizados para ajustar el eje azul- amarillo del espectro de color.

Azul prusiano. Es un pigmento sintético azul brillante que tiene un alto poder de tinción, pero de baja opacidad. Es resistente a la luz y a los ácidos, pero puede descomponerse en óxido de hierro por exposición a alcalinidad y temperatura elevada.

Pigmentos rojos. Son usados para ajustar el eje rojo verde del color.

Óxido de hierro rojo. Los óxidos rojos naturales, extraídos como mineral de hematita, y los óxidos de hierro rojo sintéticos se utilizan como pigmentos. La presencia de impurezas junto con la variación en el contenido de óxido de hierro proporciona pigmentos con colores que van del rojo anaranjado al marrón oscuro.

Los óxidos naturales se usan en manchas de madera y en imprimaciones de metal de bajo costo. Los óxidos sintéticos tienen una textura más suave y una mayor pureza, dando colores más brillantes y limpios, y una mayor fuerza de tinte. Los colores están determinados por las condiciones de fabricación. Los óxidos naturales y sintéticos son resistentes a los álcalis y a los ácidos orgánicos, pero pueden reaccionar a los ácidos minerales y a las altas temperaturas. Absorben la radiación UV y aumentan la resistencia de las películas de pintura a la decoloración.

En el pasado, se utilizaron otros dos pigmentos rojos inorgánicos, el plomo rojo y el silicocromato de plomo básico, principalmente por sus propiedades de protección contra la corrosión. Raramente se usan hoy en día debido a los riesgos ambientales asociados con dichos materiales.

Pigmentos negros. Están presentes en muchas fórmulas de pintura para ajustar la claridad y oscuridad del recubrimiento.

Óxido de hierro negro. Un pigmento sintético de baja resistencia al tinte, utilizado principalmente como colorante para rellenos, imprimaciones y capas inferiores. El pigmento se enrojece por el calor, pero por lo demás el óxido tiene buena resistencia química.

Pigmentos metálicos. Los pigmentos metálicos son muy populares para las pinturas que se utilizarán en productos como automóviles, motocicletas, muebles metálicos de oficina y otros productos que requieren características de apariencia excepcionales. Si bien el aluminio es el pigmento metálico más utilizado, el acero inoxidable, el plomo y el zinc también se han utilizado en la formulación de pinturas.

Pigmento de aluminio. Un metal puro que se vuelve resistente a muchos agentes agresivos por la presencia de una película superficial de alúmina. Está disponible en dos formas en polvo, hojas y hojas sin hojas.

Las partículas de las calidades de recubrimiento, que están recubiertas con ácido esteárico o un agente tensioactivo similar, tienden a flotar hacia la superficie de una

película de pintura y se orientan paralelas al plano de la película. La capa compacta de plaquetas de aluminio proporciona a la película una barrera contra la humedad razonablemente eficiente y funciona como un pigmento protector. Normalmente, se utilizan niveles bajos de aluminio, a menudo sin otros pigmentos. El aluminio también puede prevenir la corrosión al ser un ánodo de sacrificio cuando la superficie del recubrimiento ha sido dañada. El grado sin hojas no migra a la superficie del recubrimiento, sino que se distribuye más aleatoriamente por toda la película. Una vez más, se utilizan niveles bajos de aluminio sin hojas y la función principal del pigmento es proporcionar un efecto de brillo a la película.

3.3.4. Aditivos

La expresión "para mejorar o modificar algunas propiedades" se refiere no solo a las propiedades técnicas, sino que también incluye aspectos económicos como la reducción de los costos de fabricación o la optimización del rendimiento del pigmento. La cantidad de aditivos en una formulación de revestimiento rara vez supera el 5% en peso. La proporción promedio de un solo aditivo en una formulación es generalmente alrededor del 1.5% de la cantidad total de la formulación de recubrimiento.

Existe una gran variedad de aditivos de recubrimiento; las cuales se clasifican según su función. Sin embargo, en el presente informe solo se detalla el siguiente:

Agentes espesantes

Estos aditivos influyen en las propiedades reológicas de una pintura al aumentar la viscosidad.

3.3.5. Seguridad de Procesos

El término seguridad de procesos tiene como objetivo implementar controles para reducir los riesgos laborales a gran escala y potencialmente catastróficos. Los tipos de riesgos que se consideran parte de la seguridad de proceso incluye explosiones, incendios

y, a veces, la liberación de productos químicos nocivos, todos los cuales son peligros importantes.

La seguridad de procesos tiene una visión más amplia cuando se trata de prevención de peligros y lesiones, en lugar de resbalones y tropiezos, accidentes de manipulación manual o lesiones personales por productos químicos o equipos eléctricos. Las industrias que se enfocan en la seguridad de los procesos incluyen las empresas de petróleo y gas, ya que trabajan con materiales altamente peligrosos que pueden causar incidentes importantes.

A comparación de la seguridad industrial y sus incidentes, los incidentes de seguridad de procesos tienen el potencial de generar acontecimientos catastróficos con un impacto muy elevado en el medio ambiente y los trabajadores tales como:

- La imposibilidad de alcanzar los objetivos trazados
- Gran impacto económico y financiero
- Pérdida de reputación y credibilidad del negocio
- Impacto significativo en la salud de los trabajadores
- Considerable pérdida económica para los socios o accionistas

Peligro. El peligro está relacionado con cualquier actividad (por ejemplo, situación, elemento, comportamiento) que posea el potencial de ocasionar daño, incluyendo lesiones, enfermedades, muerte, perjuicios ambientales, a las instalaciones y a la maquinaria. En resumen, un peligro es una fuente o una condición perjudicial. “Íntimamente relacionado con el riesgo se encuentra el peligro o condición que puede producir efectos adversos sobre la mejor utilización posible de los recursos humanos y de la propiedad.” (Rodellar Lisa, 1988, pág. 9)

Métodos de identificación de peligros. Es la parte del proceso empleado para evaluar si alguna situación en especial puede tener el potencial de causar daño. Se debe tener en cuenta lo siguiente al identificar peligros:

- Check list
- Histórico estadístico de accidentes
- Inspecciones operativas previas
- Investigación de análisis de causa de accidentes
- Diálogos (Técnica de incidencia crítica).
- Análisis operativos de trabajo
- Auditorías sistemáticas de procesos

Tipos de peligro. Una forma común de clasificar los peligros es por su categoría

Tabla 6

Tipos de peligros y descripción

Tipos	Ejemplos
	Polvo
	Nieblas / Neblinas
	Humo
Químico	Vapores
	Gases
	Humos metálicos
	Sustancias químicas
	Ruido
	Vibraciones
	Presiones anormales del entorno.
Físico	Presión Atmosférica
	Temperaturas extremas altas – calor
	Temperaturas extremas bajas – frío
	Radiación Ionizante
	Radiaciones No Ionizadas

Tipos	Ejemplos
	Conexiones de aire Ventilación Humedad
Mecánicos	Desorden (falta de orden y limpieza) Herramientas inadecuadas o defectuosas. Rocas sueltas Objetos o materiales en altura Obstáculos en el piso Partes rotatorias o móviles Equipos e instalaciones eléctricas energizadas

Nota: Adicional a los indicados en la tabla, también podemos mencionar peligros del tipo biológico, ergonómico, psicosocial, naturales entre otros.

Riesgos. El riesgo es utilizado para eventualidades inciertas donde la probabilidad se puede expresar matemáticamente. El riesgo generalmente se define como el producto de la consecuencia y la probabilidad de un evento. En otras palabras, ¿con qué probabilidad puede suceder y cuál es su consecuencia es cuando sucede? El riesgo puede evaluarse cualitativa o cuantitativamente.

En otras palabras, la magnitud de riesgo (R) es igual a la probabilidad (P) o esperanza estadística de que ocurra una pérdida multiplicada por las consecuencias (C) que puedan resultar de la presencia de este riesgo y se representa con la siguiente fórmula. (Chinchilla Sibaja, 2002, pág. 43)

$$R = P * C$$

Dentro de los riesgos puros se tiene al riesgo controlado. Para abordar a un riesgo controlado es imprescindible considerar lo siguiente:

- Localizar el peligro
- Suprimir el peligro y como consecuencia se suprime el riesgo.
- Disminuir el riesgo total a un valor parcial o nulo
- Cuando se llegue a la probabilidad nula, verificarlo y controlarlo.

Evaluación de los riesgos. La evaluación y mitigación de riesgos son partes importantes del proceso de seguridad general en una empresa. Las evaluaciones de riesgos generalmente se llevan a cabo utilizando una variedad de herramientas como escáneres de vulnerabilidades, descifradores de contraseñas y analizadores de protocolos. Además, los resultados de las evaluaciones de riesgos deben revisarse para poder identificar riesgos críticos, así como técnicas de mitigación que puedan reducir la exposición general de la organización.

“El riesgo está presente en todas partes, una planta, un proceso químico obviamente conlleva un riesgo que debe ser minimizado y controlado. El objetivo de cualquier compañía u organización es conseguir el riesgo cero, aunque es importante reconocer que el riesgo cero no existe. Una actividad involucra más riesgo que otra, pero hay una medida de riesgo para toda actividad realizada.” (Venegas Riera, 2013, pág. 34).

Para el análisis y evaluación de riesgos existen varios métodos, entre los que se tienen los siguientes:

Métodos cualitativos. Se define como el proceso de caracterizar los peligros dentro de las categorías de riesgo mediante la estimación de severidad y probabilidad de

ocurrencia. Generalmente está asociada a una calificación de riesgos que emplea como parámetros cualidades tales como alto, medio o bajo.

Métodos cuantitativos. El análisis cuantitativo de riesgos, por otro lado, es objetivo. Utiliza datos numéricos para analizar los efectos del riesgo en términos de sobre costo, variación del alcance, agotamiento de recursos y demoras en la programación. En última instancia, el propósito es el mismo; la diferencia es que se necesita un enfoque más científico e intensivo en datos.

3.3.6. Análisis Funcional de Operatividad (HAZOP)

La tarea de analizar los peligros en un lugar de trabajo o en un sistema puede resultar abrumador. Sin embargo, sin un análisis efectivo, es posible que los peligros potenciales no se descubran antes de que resulten en lesiones y pérdidas. El costo de un accidente es muchas veces mayor que el costo del análisis que podría haberlo detenido. Hay muchas formas de evaluar un proceso o lugar de trabajo en busca de peligros, y cada enfoque tiene fortalezas y debilidades.

Si se necesita evaluar un sistema largo y complejo, en lugar de las necesidades de seguridad de los trabajadores individuales, puede ser necesario un método de análisis de peligros más amplio. OSHAS enumera varios métodos comunes para encontrar los peligros potenciales en estos sistemas, que incluyen:

- Análisis “¿What If?”
- Estudios de riesgos y operabilidad (HAZOP)
- Análisis de modos y efectos de falla (FMEA)
- Análisis del árbol de fallos

HAZOP es un método de análisis de riesgo común para sistemas complejos. Se puede utilizar para identificar problemas incluso durante las primeras etapas del desarrollo del proyecto, así como para identificar peligros potenciales en los sistemas existentes.

El propósito del HAZOP es estudiar cómo el sistema o la instalación se desvía de la intención del diseño, creando riesgos para el personal y el equipo, así como problemas operativos. Los estudios HAZOP se han utilizado con gran éxito en las industrias química y del petróleo para proporcionar sistemas más seguros, eficientes y fiables.

Proceso de estudio HAZOP. El estudio de riesgos y operabilidad investiga sistemáticamente cada elemento de un proceso. El objetivo es encontrar situaciones potenciales que harían que ese elemento representara un peligro o limitara la operatividad del proceso en su conjunto. Hay cuatro pasos básicos para el proceso:

Formar un equipo HAZOP. Se debe formar un equipo de trabajadores, que incluya personas con una variedad de experiencia, como operaciones, mantenimiento, instrumentación, ingeniería / diseño de procesos y otros especialistas según sea necesario. Estos no deben ser "novatos", sino personas con experiencia, conocimiento y comprensión de su parte del sistema. Los requisitos clave son la comprensión del sistema y la voluntad de considerar todas las variaciones razonables en cada punto del sistema.

Identificar los elementos del sistema. El equipo de HAZOP luego debe realizar un plan para el proceso de trabajo completo, identificando los pasos o elementos individuales. Por lo general, esto implica el uso de diagramas de tuberías e instrumentos (P&ID), o un modelo de planta, como guía para examinar cada sección y componente de un proceso. Para cada elemento, el equipo identificará los parámetros operativos planificados del sistema en ese punto: caudal, presión, temperatura, vibración, etc.

Considerando posibles variaciones en los parámetros operativos. Para cada parámetro, el equipo considera los efectos de la desviación de lo normal. Por ejemplo, "¿Qué pasaría si la presión en esta válvula fuera demasiado alta? ¿Y si la presión fuera inesperadamente baja? ¿La tasa de cambio de presión (ΔP) plantearía sus propios problemas aquí? ". No se debe olvidar considerar las formas en que cada elemento interactúa con otros a lo largo del tiempo; por ejemplo, "¿Qué pasaría si la válvula se abriera demasiado pronto o demasiado tarde?".

Identificación de peligros o puntos de falla. Donde el resultado de una variación sea un peligro para los trabajadores o para el proceso de producción, ha encontrado un problema potencial. Documente esta preocupación y estime el impacto de una falla en ese punto. Luego, determine la probabilidad de esa falla; ¿Existe una causa real para la variación dañina? Evalúe los sistemas de protección y salvaguardas existentes, y evaluar la capacidad para manejar las desviaciones que se ha considerado.

Una vez que se han completado los cuatro pasos, la información resultante puede conducir a mejoras en el sistema. La mejor forma de aplicar los resultados de un estudio HAZOP dependerá de la naturaleza del sistema.

3.3.7. Mantenimiento

El mantenimiento es una tarea de suma importancia para la prevención de averías, probables accidentes derivados de estos y/o consumos de energía de los equipos e instalaciones dentro de la empresa. Con la implementación de un buen plan de mantenimiento, el riesgo de falla de los equipos será bajo.

3.3.8. Matriz de control y riesgo

La matriz de control de riesgos (RCM) o también comúnmente conocida como matriz de control y riesgos (RACM) es una herramienta que puede beneficiar a una

organización a identificar, clasificar e implementar medidas de control para mitigar todos los riesgos prevalentes dentro de la organización. Un RACM es un listado de riesgos que representan una amenaza para las operaciones de una industria, así como los controles establecidos para reducir esos riesgos. En pocas palabras, un RACM sirve como una instantánea del perfil de riesgo de una organización, midiendo los riesgos de la organización frente a las acciones formalizadas tomadas para evitar que ocurran eventos negativos.

3.4. Propuesta y contribuciones de su formación profesional

3.4.1. Objetivos y justificaciones del uso de la técnica propuesta

El proceso de producción de pinturas y resinas presenta cuatro etapas destacadas: premezcla, molienda, mezcla y filtrado. Cada una de las etapas debe de presentar una operación segura y eficiente. No obstante, se pueden presentar accidentes que ocurren por desviaciones en los procedimientos de operación o de la función para la cual fueron diseñados. Es así que ante cualquier variación de los parámetros establecidos como normal se tendrá como respuesta un nivel de riesgo. Es por ello, que es más rentable, prevenir, cuantificar y considerar los riesgos que realizar acciones correctivas posterior al evento.

La identificación de los peligros es primordial para asegurar la seguridad de operación y diseño de un reactor de producción de resinas y pinturas. Para la identificación de situaciones de riesgo existe una gran variedad de técnicas, las cuales necesitan de una aplicación exhaustiva, sistemática y rigurosa el cual tendrá como éxito en identificar primero y seguidamente, el análisis de los diferentes escenarios que podrían generar accidentes con distintos grados de severidad.

Actualmente, los diferentes métodos de identificación de riesgos están cobrando importancia y cada vez son muchas las empresas que tienen un área que ejecute estas actividades, en colaboración con las diferentes áreas involucradas. El área responsable de

la evaluación de riesgos realiza técnicas tales como: ¿What If?, HAZOP, Check List, árbol de fallas, modo de falla y efectos. Todos los métodos indicados tratan de prevenir los riesgos y así mejorar la seguridad de los procesos industriales en las diferentes plantas.

3.4.2. Cálculos y determinaciones de indicadores de gestión

Descripción del proceso de elaboración de resinas. Las resinas se fabrican en un reactor batch, del tipo atmosférico tal como se muestra en la Figura 10, por lo tanto las variables de proceso son la temperatura y la concentración, la temperatura de reacción se logra a través de un caldero de aceite térmico que por un proceso de transferencia de calor calienta el aceite que fluye a través de un serpentín externo fijo a la pared vertical del reactor y por un proceso de convección calienta el interior del reactor donde está contenida la masa reaccionante, compuesta por anhídridos y alcoholes superiores para el caso de una resina poliéster, la temperatura promedio de reacción varía según el tipo de resina poliéster, puede ser entre 200 y 220°C.

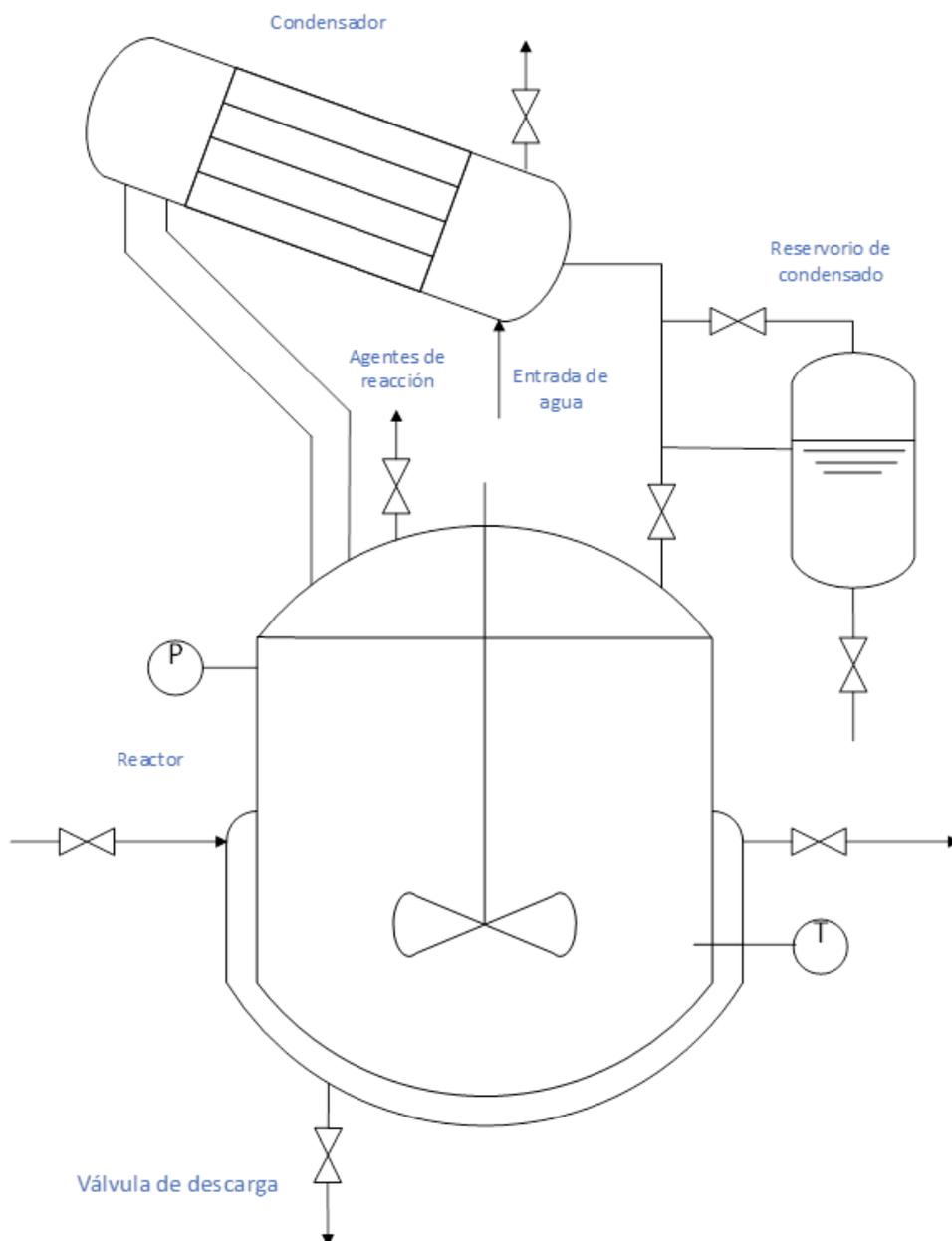
La otra variable, la concentración, es monitoreada a través del cálculo del número de ácido de la resina que se expresa en miligramos de hidróxido de potasio por gramo de resina (mg KOH/g), este control se hace a través de la valoración de una muestra de resina con una solución 0.1N de KOH en alcohol etílico usando como indicador fenolftaleína. El número de ácido va variando conforme la reacción de esterificación va avanzando, iniciándose con un número de ácido muy alto en promedio de 70 mg KOH/g, hasta llegar a un valor estándar de 35 a 40 mg de KOH/g de resina poliéster. Si bien la presión no es una variable del proceso, por lo tanto, no existe sobrepresión en el reactor, pero si es necesario tener un manómetro y una válvula para eliminar cualquier exceso de presión en el interior del reactor.

Una vez lograda la conversión adecuada se inicia el proceso de enfriamiento a través de un serpentín (Coil) que se encuentra en el interior del reactor donde fluye agua fría por el interior del Coil y también por un proceso de convección enfría la resina formada,

la cual a temperatura ambiente es un sólido, por eso existe un límite en la temperatura de enfriamiento que puede ser 100°C para que a esta temperatura se pueda agregar el solvente que permite que la resina sea un líquido viscoso a temperatura ambiente y no un sólido que no se podría manejar. Para una resina poliéster los insumos en forma genérica son: alcohol superior (etilenglicol o propilenglicol u otro alcohol), anhídridos o ácido dibásico y un solvente, en este caso el solvente es el estireno monómero.

Figura 10

Diagrama de producción de resinas



Descripción del proceso de elaboración de pinturas

El proceso de elaboración de una pintura es más un proceso físico, en primer término, vamos a definir los componentes de una pintura: 1° resina o comúnmente llamado vehículo, es este componente el que define la característica de una pintura como puede ser tiempo de secado, uso al cual está destinada (si es para aplicar sobre fierro, madera, cemento, etc.), la resina define la resistencia a los agentes químicos, atmosféricos, a la humedad u otros. 2° los pigmentos es el componente de la pintura que da color a la misma, también da la característica de protección por ejemplo un pigmento a base de fosfato de zinc dará la característica de resistencia a la corrosión, un pigmento ignífugo dará la característica de resistencia al fuego y así otros pigmentos están destinados a un fin específico, por ejemplo las pinturas antiincrustantes que se aplica en la obra viva de los buques para evitar que se adhieran los microorganismos que al final deterioran la plancha de la embarcación. 3° Solventes, este componente básicamente disuelve la resina de la pintura para que la pintura sea líquida, pueda ser aplicada y también durante el proceso de fabricación puedan ser molidos los pigmentos y por último 4° los aditivos que tienen un uso específico en una pintura, por ejemplo los aditivos dispersantes ayudan a moler los pigmentos, otros aditivos ayudan a eliminar la espuma, otros ayudan a nivelar la película de pintura mientras está secando, otros ayudan a secar mediante la reacción con el oxígeno del aire, hay un aditivo para cada uso.

El proceso de fabricación de una pintura se inicia con el pesado de los insumos, luego viene el proceso de premezcla de la resina con parte del solvente para tener una masa fluida seguidamente se agregan los pigmentos que van a ser molidos o dispersados, toda esta operación se realiza en un tanque o molino o dispersor. Si es en un molino este tiene unas esferas de zirconio que son el medio de molienda que mediante el giro que le imprime el disco de molienda estas esferas muelen los pigmentos.

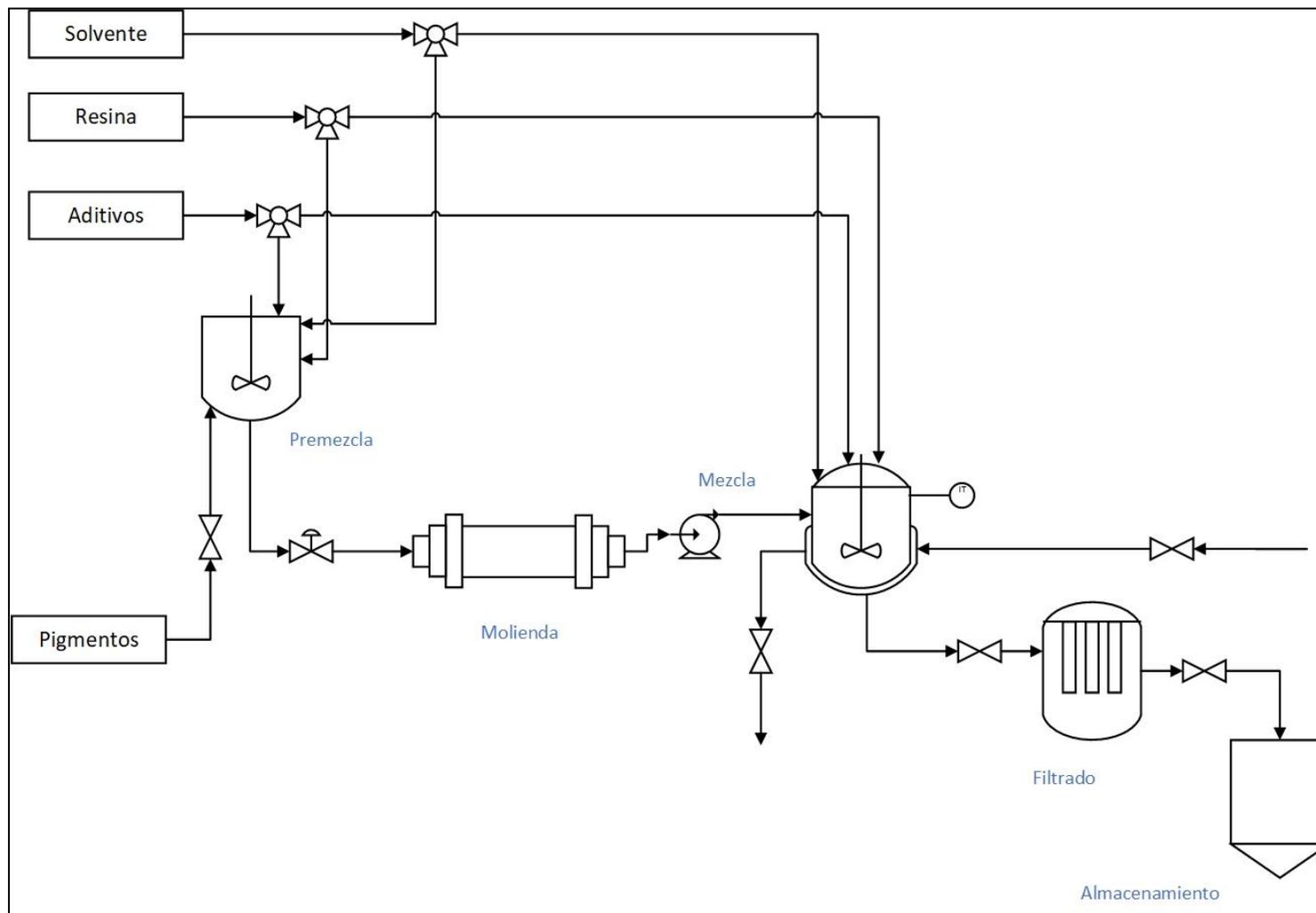
Las variables de proceso hasta este momento son dos, la viscosidad de la masa de molienda y la dispersión de los pigmentos.

En la premezcla se debe procurar una masa fluida ni muy espesa ni muy suelta, este es una condición más de la práctica, aunque se puede establecer un valor de viscosidad en un viscosímetro stormer que mide viscosidad de líquidos viscosos, aunque en la práctica se tiene establecido o por establecer una proporción de resina, solventes, aditivos y los pigmentos.

En la Figura 11 se muestra el proceso de fabricación de pinturas, el cual consta de 4 etapas, premezclado, molienda, mezcla y filtrado.

Figura 11

Diagrama de proceso de la fabricación de pinturas



Premezcla. En esta etapa se realiza la adición de parte del solvente, aditivos, resina y los pigmentos de tal manera que se forme una pasta viscosa la cual tiene el color final de la pintura es decir que el proceso se encuentra completado cuando se obtiene la viscosidad y densidad deseada, y finalmente se realiza el matizado.

Molienda. Es la etapa número dos del proceso de elaboración de pinturas, esta etapa consiste en la reducción del tamaño de las partículas debido al impacto y abrasión. Cabe mencionar que el molino tiene una chaqueta de enfriamiento con la finalidad de controlar la temperatura ocasionado por el mismo proceso abrasivo en donde no se debe de exceder de 50 °C.

Mezcla. En esta etapa se agrega al reactor el flujo proveniente del molino, se agrega el faltante del vehículo (resina), solvente y aditivos como agentes secantes, antipiel etc.

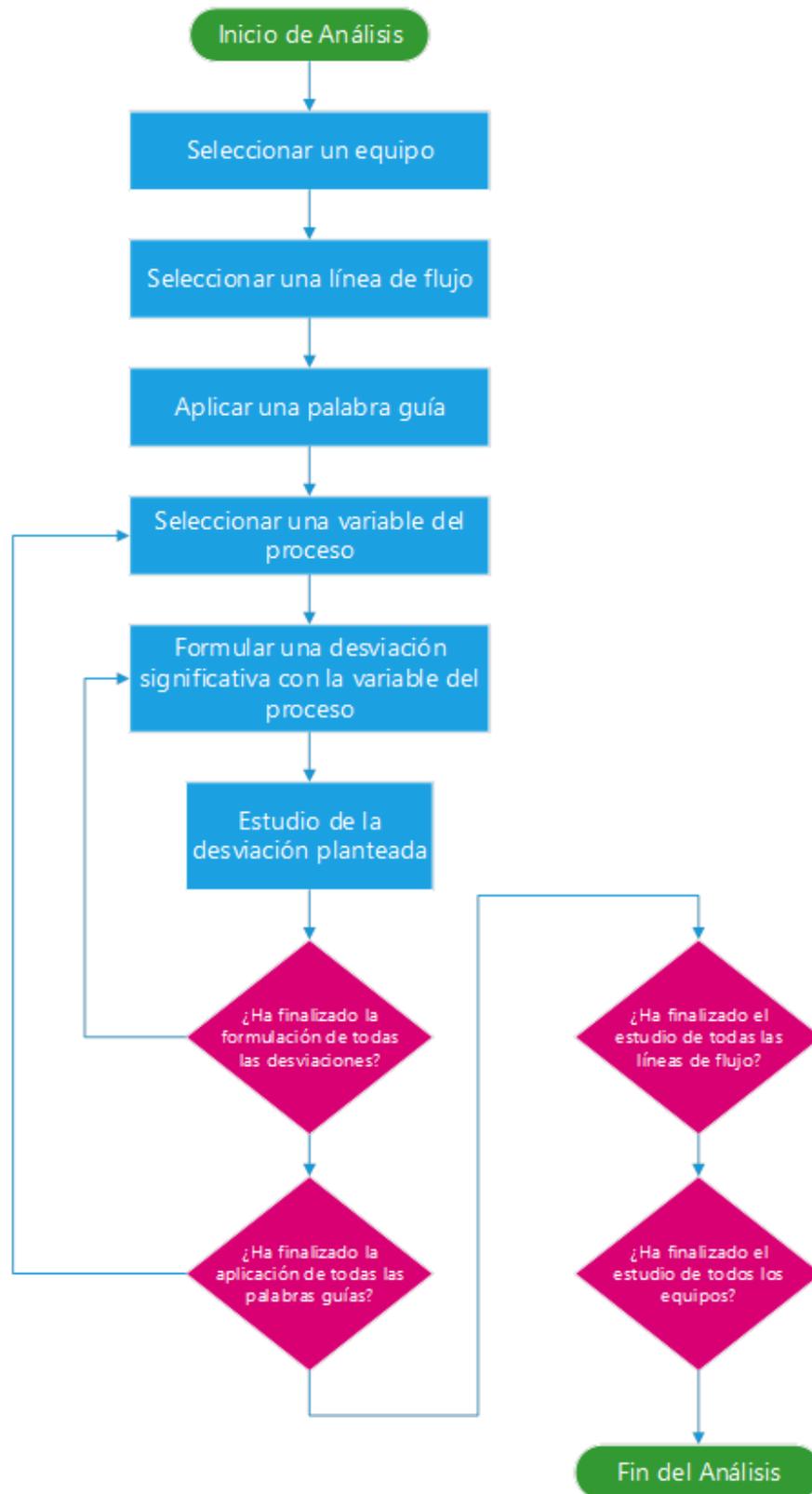
Filtrado. Etapa final del proceso de elaboración, quedando el material listo para el envasado.

Metodología durante el análisis Identificación de riesgos

Para la identificación de riesgos en la elaboración de resinas y pinturas se utiliza la metodología HAZOP, la cual nos permitirá detallar y conocer las situaciones de riesgos y posibles problemas operativos, así como la implementación de medidas que nos permitan reducir y/o eliminar el riesgo existente como resultado de estos problemas. En la Figura 12 se detalla el diagrama lógico de ejecución el cual se seguirá poder determinar los posibles riesgos.

Figura 12

Diagrama lógico de ejecución del análisis HAZOP



Identificación de nodos. El estudio HAZOP se centra en ciertos puntos del proceso, que se denominan "nodos de estudio", secciones de proceso. El equipo de HAZOP examina un nodo de estudio uno tras otro utilizando una serie de "palabras clave" establecidas para identificar desviaciones de proceso potencialmente peligrosas. Entre otras cosas, las palabras clave están destinadas a garantizar que se evalúen todas las desviaciones relevantes de los parámetros del proceso. A veces, los equipos observan una cantidad bastante grande de desviaciones (es decir, hasta 10-20) para cada sección e identifican sus posibles causas y consecuencias. Normalmente, cualquier desviación de una sección o paso en particular se analiza antes de continuar.

Estados operacionales. Los estados operacionales se definen como la separación de una acción realizada en las instalaciones, de tal manera que se pueda realizar su estudio de forma separada de potenciales desviaciones de sus parámetros de proceso y así poder asegurar el orden en el desarrollo del proceso.

Desviaciones utilizadas. Para el proceso de estudio HAZOP se emplean palabras guías las cuales ayudan a identificar las desviaciones de la intención del diseño a los parámetros de proceso de cada nodo. La importancia de las palabras guías es de estimular el pensamiento imaginativo, enfocar el estudio y suscitar ideas y discusión, con todo el tenor del debate basado en los asistentes que sondan el diseño y las propuestas operativas. Las palabras guías son:

Palabra guía + Parametro = Desviación

Para obtener un resultado óptimo de desviación, es necesario comprender lo que significa cada palabra guía. Sus significados se proporcionan en la Tabla 7.

Tabla 7*Palabras guías de HAZOP*

Palabra guía	Sentido	Comentario
No (No, Ninguno)	Negación de la intención del diseño	No se logra ninguna parte de la intención, pero no sucede nada más.
Más (Más de)	Incremento cuantitativo	La determinación se genera de una forma cuantitativamente mayor. La cual en general se aplica a cantidades, propiedades y actividades.
Menos (Menos de)	Disminución cuantitativa	La determinación se genera de una manera cuantitativamente menor.
Así como (También)	Incremento cualitativo	Toda la intención se cumple junto con algo más.
Parte de	Disminución cualitativa	Parte de la intención se logra, pero otra no.

Parámetros de estudio. Para realizar una evaluación ordenada del estudio se decidió primero fijar las variables del proceso. Las variables de proceso más utilizada son presión, temperatura, flujo, concentración entre otras.

Presión. Dentro del reactor se presenta una presión interna, por lo cual se debe de contemplar la presión positiva y negativa. Las posibles fuentes de desviación de este parámetro podrían deberse a gases en la carga del reactor y de reacción.

Temperatura. Este parámetro hace referencia a la temperatura interna dentro reactor, es decir a la que indica la sonda. Asimismo, el equipo de trabajo ha decidido no considerar las desviaciones de la chaqueta pese a poder ser una causa de incremento o disminución de temperatura en el interior del reactor.

Caudal. Este parámetro está relacionado con el flujo de ingreso o salida del reactor de los líquidos en la carga y descargar del reactor.

Nivel. Este parámetro está relacionado con el flujo de ingreso o salida del reactor de los líquidos en la carga y descargar del reactor.

Criterios de probabilidad, severidad y Riesgo. Con el equipo de trabajo de la empresa se han definido las hipótesis de fallas, su probabilidad y consecuencias las cuales se detalla a continuación.

Probabilidad. En la Figura 13 se describen los valores de probabilidad fijados por el grupo de trabajo HAZOP y se han aprobado por Envasadora San Gabriel. Al realizar el análisis de un parámetro concreto, el equipo de trabajo asigna una frecuencia aproximada de fallo, la cual se basa en el expertis. Con el reiterativo error se ingresa a la tabla de probabilidad y se le asocia el nivel probabilístico de falla junto a la letra correspondiente y seguidamente generar de manera estandarizada el perfil de riesgo.

Figura 13

Probabilidad de fallo estándar en envasadora San Gabriel

Probabilidad		
Identificativo	Nivel	Descripción
4	Frecuente	2 a 3 veces a la semana
3	Probable	1 vez a la semana
2	Posible	3 a 4 veces por mes
1	Improbable	Por lo menos 1 vez al mes

Severidad. Con la severidad se busca referenciar la repercusión asociada al fallo o desviación del parámetro en estudio. El grupo de trabajo HAZOP de envasadora San Gabriel ha establecido una clasificación la cual se basa en la repercusión que tiene en tres grupos primero las personas, seguida por medio ambiente y último equipos. La Figura 14 muestra el nivel de severidad y los criterios que se han establecido para fijar un nivel.

Figura 14*Tabla de severidad: prioridades y consecuencias*

Severidad				
Nivel	Consecuencias	Grupo 1: Personal	Grupo 2: Medio Ambiente	Grupo 3: Equipos
4	Catastrófico	Daños irreversibles	Consecuencias irreversibles y fuera de los límites de la planta de producción	Parada de producción mayor a una semana con costos perjudiciales mayor de 50000 USD
3	Critico	Daños reversibles Accidente con descanso médico o accidentes fatales	Consecuencias reversibles dentro del perímetro de la planta de producción. Activación de brigadas de emergencia de la empresa e intervención de los bomberos	Parada de producción que puede afectar desde un turno de trabajo (8 horas) hasta una semana con costos perjudiciales que oscilan entre los 1500 USO a 50000 USD
2	Bajo	Accidente sin descanso medico o accidentes no fatales	Consecuencias reversibles dentro de la zona de producción de resinas y pinturas Activación de brigadas de emergencia de la empresa	Parada de producción que puede afectar desde 3 horas hasta un turno de trabajo (8 horas) con costos perjudiciales que oscilan entre los 500 USD a 1500 USD
1	Insignificante	Incidentes materiales	Consecuencias reversibles mínimas las cuales pueden ser controladas por los trabajadores del área, sin intervención de las brigadas de emergencia de la empresa	Parada de producción que puede hasta un máximo de 3 horas con costos perjudiciales que oscilan hasta los 500 USD

Nota: Fuente Envasadora San Gabriel

A manera de ejemplo, si en el reactor de producción de resinas se produjera la fuga de vapores orgánicos formando una nube de gas repercutiendo con un impacto mínimo o nulo en los equipos, podría clasificarse como “producción ininterrumpida menor a 3 horas”, es decir se clasifica como “Grado IV”. Sin embargo, una nube de gas tóxico podría ser letal para el personal que se encuentra trabajando cerca del área del reactor, por ende, podría clasificarse como “Daños irreversibles” por lo le podemos conferir una clasificación de “Grado I, catastrófico”.

Valoración del riesgo. En la Figura 15 se detalla los niveles de riesgos clasificados como riesgos inaceptables, moderado, tolerable y bajo, así como también las acciones que se podrían tomar de tal manera que se reduzca su clasificación a partir de medidas de control actuales y las que se pueden implementar.

Figura 15

Evaluación de riesgos asociados

Nivel de Riesgo	Puntuación	Observación
Inaceptable	12 -16	Debe ser eliminado inmediatamente reduciendo la probabilidad o consecuencia a niveles inferiores o aceptables. Se debe implementar controles operacionales para reducir el riesgo en corto plazo
Moderado	8 - 9	Reconsiderar el riesgo y hacer un análisis costo-beneficio debido a que puede ocasionar consecuencias considerables. Así mismo, se debe evaluar la probabilidad de daño para establecer las medidas de control adecuadas y de ser posible llevar el riesgo a niveles inferiores. Corregir los problemas mediante controles operacionales adecuados, procedimientos de trabajo de la actividad específica
Tolerable	4 - 6	No hay necesidad de cambiar los controles operacionales actuales Establecer programas de mantenimiento para verificar la eficacia de los controles operacionales
Bajo	1 - 3	Los potenciales accidentes deben considerarse en el plan de contingencia

Nota: Fuente Envasadora San Gabriel

Figura 16

Perfil de riesgo. Probabilidad Vs Severidad

Perfil de Riesgo					
Id	Nivel	1	2	3	4
		Insignificante	Bajo	Crítico	Catastrófico
4	Frecuente	4	8	12	16
3	Probable	3	6	9	12
2	Posible	2	4	6	8
1	Improbable	1	2	3	4

Nota: Fuente Envasadora San Gabriel

3.4.3. Análisis e interpretación de los resultados y aportes técnicos de la solución

Resultados y aportes técnicos de la actividad. En este apartado se desarrolla el sistema de gestión de seguridad para la empresa Envasadora San Gabriel en sus instalaciones de producción de resinas y pinturas. Asimismo, se detalla la matriz HAZOP con los controles actuales para los procesos de elaboración de resinas y pinturas en el Anexo 4 y Anexo 6 y los controles a implementar en el Anexo 5 y Anexo 7.

Como facilitador y líder del grupo para llevar a cabo la metodología HAZOP se determinó los nodos de estudio los cuales se muestran en la Tabla 8. Asimismo, en la Tabla 9 se detallan las variables de proceso las cuales servirán para determinar las desviaciones potenciales de la funcionalidad respecto al diseño de los procesos.

Tabla 8

Determinación de nodos en los procesos de elaboración de resinas y pinturas

	Resinas	Pinturas
	Carga	Premezcla/Mezcla
Nodo	Reacción	Molienda
	Descarga	Filtrado

Tabla 9

Variables de proceso

	Resinas	Pinturas
Presión		Caudal / Flujo
Temperatura		Agitación
Nivel		Velocidad
Catalizador		Temperatura
Caudal / Flujo		-

Análisis de resultados

- Matriz de identificación de riesgos en las variables de proceso

Figura 17.

Matriz de riesgo con medidas de control existentes – Resinas

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (R ₂) x (S ₂)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
1	Carga	Menos presión en el reactor	Menos presión en reactor	No aplica				0	Riesgo Bajo
2	Carga	Más presión en el reactor	A. Reactor no despresurizado después de ciclo de trabajo	1. Afectación operacional en la carga 2. En el caso de carga de líquidos, posible flujo inverso hacia la conexión de línea	Transmisor de presión que no permita la carga si el reactor no está en condiciones de operación. Mantenimiento y calibración de los manómetros	2	2	4	Riesgo Tolerable
			B. Fuga de nitrógeno hacia el reactor	1. Consecuencia operacional en la carga 2. Posibles daños en las costuras del serpentín de enfriamiento	Transmisor de presión que no permita la carga si el reactor no está en condiciones de operación. Mantenimiento y calibración de los manómetros	2	2	4	Riesgo Tolerable

En la Figura 17, se presenta el resultado de las evaluaciones de riesgos de las operaciones del proceso producción de resinas con los controles operacionales existentes en Envasadora San Gabriel. Cabe resaltar que el detalle de todas variables analizadas se encuentra en los Anexo 4 y Anexo 6 para resinas y pinturas, la codificación de las variables “Id” y “Causas” se evidencian en la Figura 18 y 19, tanto para producción de resinas y pinturas.

Similarmente, los resultados de las evaluaciones de riesgos de las operaciones de los procesos de producción de resinas y pinturas luego de haber implementado los controles operacionales se detallan en los Anexo 5 y Anexo 7, los cuales se evidencian en la Figura 20 y 21, tanto para producción de resinas y pinturas.

- Matriz de riesgo con las medidas de control existentes

En la Figura 18 y Figura 19 se detallan en forma esquemática el conjunto de los escenarios estudiados bajo la metodología HAZOP con las medidas de control existente

en los procesos de elaboración de resinas y pinturas, los cuales se encuentran clasificados de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y el alcance de sus consecuencias.

Figura 18

Matriz de riesgo con medidas de control existentes - Resinas

		Perfil de Riesgo			
Id	Nivel	1	2	3	4
		Insignificante	Bajo	Crítico	Catastrófico
4	Frecuente		9A, 17A, 20A, 20B, 27	4B	2A, 2B, 2C
3	Probable		3B, 7B, 15B	11, 12A, 12B, 13, 14, 28B	
2	Posible	3A, 8, 16, 21A, 21B, 29	5, 7A, 9B, 15A, 17B, 23A, 23B, 24, 25, 26, 30	4A	6A, 6B
1	Improbable	19A, 19B, 22, 28	10, 18		

Figura 19

Matriz de riesgo con medidas de control existentes -Pinturas

		Perfil de Riesgo			
Id	Nivel	1	2	3	4
		Insignificante	Bajo	Crítico	Catastrófico
4	Frecuente				
3	Probable		7, 8	2A	1, 3, 4
2	Posible		2B, 5, 9, 11	12	
1	Improbable		6A, 6B	10	

- Matriz de riesgo con medidas de control a implementar

A diferencia de la matriz de riesgo con controles existentes, estas matrices de riesgo agrupan los procesos que requieren un cambio de perfil de riesgo en el proceso de producción de resina o pintura.

Tomando en cuenta la Figura 15, se realiza la evaluación de riesgos y tal como se puede apreciar en la Figura 20 y Figura 21 la probabilidad de ocurrencia y / o el alcance de las consecuencias han disminuido.

Figura 20

Matriz de riesgo con medidas de control a implementar - Resinas

		Perfil de Riesgo			
Id	Nivel	1	2	3	4
		Insignificante	Bajo	Crítico	Catastrófico
4	Frecuente				
3	Probable	3B, 11	12A, 12B	4B	
2	Posible	3A, 4A, 5, 7A, 9B, 15A, 17B, 21A, 21B, 29	2A, 2B, 2C, 6A, 6B, 7B, 15B, 27	28B	
1	Improbable	8, 13, 14, 16, 19A, 19B, 22, 28	9A, 10, 17A, 18, 20A, 20B, 23A, 23B, 24, 25, 26, 30		

Figura 21

Matriz de riesgo medidas de control a implementar – Pinturas

		Perfil de Riesgo			
Id	Nivel	1	2	3	4
		Insignificante	Bajo	Crítico	Catastrófico
4	Frecuente				
3	Probable				
2	Posible		3, 4, 5, 7, 8	2A	1
1	Improbable		2B, 6A, 6B, 9, 11	10, 12	

3.4.4. Evaluaciones y decisiones tomadas

Luego de las evaluaciones y resultados al implementar los controles operacionales en la producción de resinas y pinturas, se puede inferir que aplicar la metodología HAZOP para la gestión de riesgos ha sido acertada. El objetivo principal del mismo ha sido el desarrollar el análisis de riesgo dentro de las operaciones de Envasadora San Gabriel, con el propósito de prever y dinamizar la respuesta ante posibles eventos que generen accidentes, agregando medidas de seguridad definidas por el análisis HAZOP.

Desarrollar y mantener la matriz de control y riesgos junto con la metodología HAZOP ha tenido múltiples beneficios para la empresa, en particular la matriz identificó y resaltó las brechas que representaron una amenaza que no fueron considerados en el diseño previo de las instalaciones. El ejercicio de documentar el entorno completo de riesgos relacionados con los procesos mencionados brindó una valiosa oportunidad para considerar adecuadamente el deseo por minimizar el riesgo de la empresa y garantizar que tenga un plan para mitigar los riesgos no contemplados ante alguna contingencia. Además, la matriz de control y riesgos ha permitido al área de SSOMA priorizar de manera efectiva los riesgos abordados. Si bien no se ha podido mitigar todos los riesgos que podrían afectar a la empresa de tal manera que sean reducidos a niveles de tolerable y/o

bajo. Sin embargo, la aplicación de un recurso como la matriz de control y riesgos ofreció información de gestión para asignar recursos hacia aquellos riesgos que planteaban las amenazas más grandes o inmediatas.

La empresa se ha esforzado por optimizar su perfil de riesgo, identificando el nivel de riesgo que ha estado dispuesto a tolerar de tal manera que pueda lograr sus objetivos estratégicos, además han considerado aprovechar dicha matriz como una herramienta poderosa para identificar, comprender y administrar claramente su entorno de riesgo.

3.4.5. Informes presentados como resultado de la actividad realizada

La gestión de riesgos es hoy en día una tarea permanente en todas las empresas y de suma importancia por lo cual esté sujeto a varias inspecciones internas como externas de tal manera que comprende la verificación del cumplimiento de las obligaciones técnicas de los equipos e instrumentos, para la cual se emplea se tiene los siguientes informes en relación con la supervisión de la planta y sus actividades:

- Registro de solicitud de acciones preventivas y/o correctivas
- Informe de auditoría interna

Figura 22

Informe de auditoría de evaluación de riesgos bajo la metodología HAZOP

		INFORME DE AUDITORIA INTERNA		Nro. A2-2016 N° Páginas: 02 Fecha del Informe: 10/07/2017
Fecha de la auditoria:	26 de junio al 30 de junio 2017			
Objetivo:	Identificar los potenciales de riesgos de las instalaciones y evaluar los problemas de operabilidad. Aumentar la confiabilidad y mejorar la operación.			
Alcance:	Instalaciones de producción y elaboración de pinturas y resinas			
Criterios:	Procedimientos internos de la organización.			
Integrantes del equipo auditor:	Iván de la Cruz Ordeño- Supervisor de SSOMA (facilitador / líder del grupo) Walter Sanchez Salgado – jefe de producción Marcos Mendoza Bravo – jefe de producción de pinturas Jorge Panduro – Operario de producción de pinturas Freddy Rujel – Operario de producción de Resinas Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento			
Resumen de auditoria				
La auditoria se desarrolló de acuerdo con el Plan de auditoria, cubriendo la elaboración de resinas y pinturas. Como resultado de la auditoria se encontró 07 Riesgos Inaceptables, 14 Riesgos Moderados , en las actividades/operación de estas. Se concluye que el control operacional, de modo general, con los criterios de auditoria y que los riesgos identificadas requieren ser tratadas haciendo seguimiento de tal forma que levantar dichos hallazgos generen confiabilidad en la seguridad de los procesos de las operaciones				
Riesgo Inaceptable				
Nº	Proceso	Descripción		
01	Elaboración de Resinas	Carga: Reactor no despresurizado después de ciclo de trabajo		
02	Elaboración de Resinas	Carga: Fuga de nitrógeno hacia el reactor		
03	Elaboración de Resinas	Carga: Escenario de explosión		
04	Elaboración de Resinas	Carga: Fuga en la línea		
05	Elaboración de pinturas	Premezcla / Mezcla: Bloqueo de la línea de carga insumos		

		INFORME DE AUDITORIA INTERNA		Nro. A2-2016 N° Páginas: 02 Fecha del Informe: 10/07/2017
06	Elaboración de pinturas	Premezcla / Mezcla: Perdida de estanqueidad en la válvula		
07	Elaboración de pinturas	Premezcla / Mezcla: Obstrucción / rotura de las válvulas de retención.		
Riesgo Moderado				
Nº	Proceso	Descripción		
01	Elaboración de Resinas	Carga: Reactor no despresurizado después de ciclo de trabajo		
02	Elaboración de Resinas	Carga: Escenario de explosión durante la carga		
03	Elaboración de Resinas	Carga: Derrame por válvula de descarga abierta o fisuras en líneas de flujo		
04	Elaboración de Resinas	Reacción: Error en la indicación del manómetro (Menos Presión)		
05	Elaboración de Resinas	Reacción: Error en la indicación del manómetro (Más Presión)		
06	Elaboración de Resinas	Reacción: Evaporación propia del propilenglicol o generación de gases		
07	Elaboración de Resinas	Reacción: Sobrepresión en el reactor por generación de gases (No hay N ₂)		
08	Elaboración de Resinas	Reacción: Sobrepresión en el reactor por generación de gases (Menos N ₂)		
09	Elaboración de Resinas	Reacción: Derrame por válvula de descarga abierta o fisuras en líneas de flujo		
10	Elaboración de Resinas	Reacción: Error en el sistema de control de cargas		
11	Elaboración de Resinas	Reacción: Error operacional debido a la falta de propilenglicol		
12	Elaboración de Resinas	Reacción: Poco tiempo de recirculación del agua de enfriamiento		
13	Elaboración de Resinas	Descarga: Fuga en la línea por válvula de purga		
14	Elaboración de pinturas	Premezcla/Mezcla: Fallo en el suministro eléctrico		
Facilitador / Líder del grupo:			Firma:	
Iván de la Cruz Ordeño- Supervisor de SSOMA				

SIG-F-G-33 / Rev. 05 / Dic. 2016

Figura 23

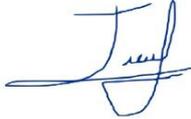
Registro de acciones HAZOP – Acción N°1

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP	Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción	Acción N°:	1
Fechas de sesiones:	Del 10 al 14 de Julio del 2017		
Proceso:	Elaboración de resinas		
Nodo: Carga			
Desviación:			
<ul style="list-style-type: none"> - Más presión en el reactor 			
Causa:			
<ul style="list-style-type: none"> - Reactor no despresurizado después de ciclo de trabajo - Fuga de nitrógeno hacia el reactor - Escenario de explosión durante la carga 			
Efecto adverso / Consecuencia:			
<ul style="list-style-type: none"> - Afectación operacional en la carga - En el caso de carga de líquidos, posible flujo inverso hacia la conexión de línea - Consecuencia operacional en la carga - Posibles daños en las costuras del serpentín de enfriamiento - Posible rotura de las paredes del reactor 			
Medidas de control existente:			
<ul style="list-style-type: none"> - Manómetros indicadores de presión 			
Valoración del riesgo:			
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo Inaceptable (16) 			
Medidas de control a implementar:			
<ul style="list-style-type: none"> - Transmisor de presión que no permita la carga si el reactor no está en condiciones de operación. Mantenimiento y calibración de los manómetros 			
Valoración del Riesgo Residual (RR):		Fecha	25/09/2017
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo tolerable (4) 			
Facilitador / Líder del grupo:		Firma:	
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA			

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 24

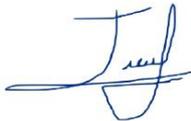
Registro de acciones HAZOP – Acción N°2

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP	Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción	Acción N°:	2
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017		
Proceso:	Elaboración de resinas		
Nodo: Carga			
Desviación:			
- Menos caudal de carga de propilenglicol			
Causa:			
- Fuga en la línea			
Efecto adverso / Consecuencia:			
- Posible generación de atmosfera explosiva con posible deflagración			
Medidas de control existente:			
- Ninguno			
Valoración del riesgo:			
- Riesgo Inaceptable (12)			
Medidas de control a implementar:			
- Pulsador de emergencia que corte todas las posibles fuentes de ignición - Revisión y mantenimiento periódico de las líneas de caudal - Revisión y mantenimiento periódico de las líneas de caudal			
Valoración del Riesgo Residual (RR):		Fecha	25/09/2017
- Riesgo moderado (9)			
Facilitador / Líder del grupo:		Firma:	
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA			

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 25

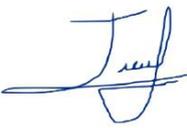
Registro de acciones HAZOP – Acción N°3

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP		Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Marcos Mendoza Bravo – jefe de producción de pinturas	Acción N°:	3
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017		
Proceso:	Elaboración de pinturas		
Nodo:	Premezcla / Mezcla		
Desviación:	<ul style="list-style-type: none"> - No hay caudal o flujo de carga de insumos (Solvente, Resina y aditivos) 		
Causa:	<ul style="list-style-type: none"> - Bloqueo de línea de carga insumos 		
Efecto adverso / Consecuencia:	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de producción de la mezcla - Posible vertido de líquidos inflamables - Posible pérdida de reactivo 		
Medidas de control existente:	<ul style="list-style-type: none"> - Revisiones rutinarias de válvulas y bombas 		
Valoración del riesgo:	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo Inaceptable (12) 		
Medidas de control a implementar:	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar indicadores de apertura de válvulas manuales 		
Valoración del Riesgo Residual (RR):	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo moderado (8) 	Fecha	25/09/2017
Facilitador / Líder del grupo:	Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA	Firma:	

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 26

Registro de acciones HAZOP – Acción N°4

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP		Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Marcos Mendoza Bravo – jefe de producción de pinturas		Acción N°:	4
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017			
Proceso:	Elaboración de pinturas			
Nodo:	Premezcla / Mezcla			
Desviación:	<ul style="list-style-type: none"> - Más caudal o flujo de carga de insumos (Solvente, Resina y aditivos) 			
Causa:	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de estanqueidad en la válvula 			
Efecto adverso / Consecuencia:	<ul style="list-style-type: none"> - Consecuencia operacional, pérdida de calidad del producto 			
Medidas de control existente:	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobaciones establecidas en el tiempo según el uso de la instalación, renovar los dispositivos con periodicidad y ante fallo. 			
Valoración del riesgo:	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo Inaceptable (12) 			
Medidas de control a implementar:	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar alarmas de nivel 			
Valoración del Riesgo Residual (RR):	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo tolerable (4) 		Fecha	25/09/2017
Facilitador / Líder del grupo:	Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA		Firma:	

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 27

Registro de acciones HAZOP – Acción N°5

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP		Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Marcos Mendoza Bravo – jefe de producción de pinturas	Acción N°:	5	
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017			
Proceso:	Elaboración de pinturas			
Nodo: Premezcla / Mezcla				
Desviación:				
<ul style="list-style-type: none"> - Caudal inverso o flujo de carga de insumos (Solvente, Resina y aditivos) 				
Causa:				
<ul style="list-style-type: none"> - Obstrucción / Rotura de las válvulas de retención 				
Efecto adverso / Consecuencia:				
<ul style="list-style-type: none"> - Parada de la producción 				
Medidas de control existente:				
<ul style="list-style-type: none"> - Comprobaciones establecidas en el tiempo según el uso de la instalación, renovar los dispositivos con periodicidad y ante fallo. 				
Valoración del riesgo:				
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo Inaceptable (12) 				
Medidas de control a implementar:				
<ul style="list-style-type: none"> - Instalar alarmas de nivel 				
Valoración del Riesgo Residual (RR):			Fecha	25/09/2017
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo tolerable (4) 				
Facilitador / Líder del grupo:			Firma:	
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA				

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 28

Registro de acciones HAZOP – Acción N°6

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP	Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción	Acción N°:	6
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017		
Proceso:	Elaboración de resinas		
Nodo:	Carga		
Desviación:	<ul style="list-style-type: none"> - Caudal inverso en carga de propilenglicol 		
Causa:	<ul style="list-style-type: none"> - A. Reactor no despresurizado después de ciclo de trabajo - B. Escenario de explosión durante la carga 		
Efecto adverso / Consecuencia:	<ul style="list-style-type: none"> - 1. Consecuencia operacional en la carga - 2. En el caso de carga de líquidos, posible flujo inverso hacia la conexión de línea - Posible rotura de las paredes del reactor 		
Medidas de control existente:	<ul style="list-style-type: none"> - Manómetros indicadores de presión 		
Valoración del riesgo:	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo moderado (8) 		
Medidas de control a implementar:	<ul style="list-style-type: none"> - Transmisor de presión que no permita la carga si el reactor no está en condiciones de operación. - Mantenimiento y calibración de los manómetros 		
Valoración del Riesgo Residual (RR):	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo tolerable (4) 	Fecha	25/09/2017
Facilitador / Líder del grupo:	Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA	Firma:	

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 29

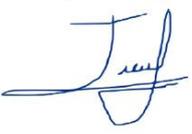
Registro de acciones HAZOP – Acción N°7

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP	Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción	Acción N°:	7
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017		
Proceso:	Elaboración de resinas		
Nodo:	Carga		
Desviación:	<ul style="list-style-type: none"> - Menos nivel en el reactor 		
Causa:	<ul style="list-style-type: none"> - Derrame por válvula de descarga abierta o fisuras en líneas de flujo 		
Efecto adverso / Consecuencia:	<ul style="list-style-type: none"> - Posible derrame de insumos por punto de purga de descarga 		
Medidas de control existente:	<ul style="list-style-type: none"> - Doble válvula de fondo y enclavamiento por final de carrera 		
Valoración del riesgo:	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo moderado (8) 		
Medidas de control a implementar:	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión de la cantidad cargada mediante el nivel del reactor 		
Valoración del Riesgo Residual (RR):	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo bajo (2) 	Fecha	25/09/2017
Facilitador / Líder del grupo:	Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA	Firma:	

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 30.

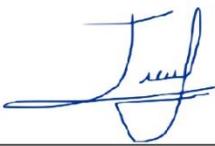
Registro de acciones HAZOP – Acción N°8

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP		Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción		Acción N°:	8
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017			
Proceso:	Elaboración de resinas			
Nodo: Reacción				
Desviación:				
- Menos presión en el reactor				
Causa:				
- Error en la indicación del manómetro				
Efecto adverso / Consecuencia:				
- Problemas operativos (No formación de atmosfera inerte por parte del nitrógeno)				
Medidas de control existente:				
- Revisión del manómetro y válvula de alivio				
Valoración del riesgo:				
- Riesgo moderado (9)				
Medidas de control a implementar:				
- Instalar una alarma de presión				
- Supervisar frecuentemente la válvula de venteo normal y de emergencia				
Valoración del Riesgo Residual (RR):			Fecha	25/09/2017
- Riesgo bajo (3)				
Facilitador / Líder del grupo:			Firma:	
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA				

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 31

Registro de acciones HAZOP – Acción N°9

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP	Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción	Acción N°:	9
Fechas de sesiones:	Del 10 al 14 de Julio del 2017		
Proceso:	Elaboración de resinas		
Nodo: Reacción			
Desviación:			
<ul style="list-style-type: none"> - Más presión en el reactor 			
Causa:			
<ul style="list-style-type: none"> A. Error en la indicación del manómetro B. Evaporación propia del disolvente (propilenglicol) o generación de subproductos en forma de gas 			
Efecto adverso / Consecuencia:			
<ul style="list-style-type: none"> - Posibles fisuras en las paredes del reactor producto del ingreso del nitrógeno para generar la atmosfera inerte. - Consecuencias operacionales, disminución de la eficiencia de la reacción producto de la volatilización del propilenglicol 			
Medidas de control existente:			
<ul style="list-style-type: none"> - Revisión del manómetro y válvula de alivio 			
Valoración del riesgo:			
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo moderado (9) 			
Medidas de control a implementar:			
<ul style="list-style-type: none"> - Instalar una alarma de presión. Supervisar frecuentemente la válvula de venteo normal y de emergencia 			
Valoración del Riesgo Residual (RR):		Fecha	25/09/2017
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo tolerable (6) 			
Facilitador / Líder del grupo:		Firma:	
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA			

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 32

Registro de acciones HAZOP – Acción N°10

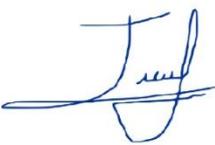
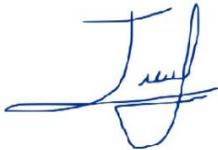
		REGISTRO DE ACCIONES HAZOP		Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:		Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción		Acción N°: 10	
Fechas de sesiones		Del 10 al 14 de Julio del 2017			
Proceso:		Elaboración de resinas			
Nodo: Reacción					
Desviación:					
- No hay flujo de nitrógeno					
Causa:					
- Sobrepresión en el reactor por generación de gases					
Efecto adverso / Consecuencia:					
- Problemas operativos (No formación de atmosfera inerte por parte del nitrógeno)					
Medidas de control existente:					
- Revisión del manómetro y válvula de alivio					
Valoración del riesgo:					
- Riesgo moderado (9)					
Medidas de control a implementar:					
- Instalar una alarma de presión					
- Supervisar frecuentemente la válvula de venteo normal y de emergencia					
Valoración del Riesgo Residual (RR):				Fecha	
- Riesgo bajo (1)				25/09/2017	
Facilitador / Líder del grupo:			Firma:		
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA					

Figura 33

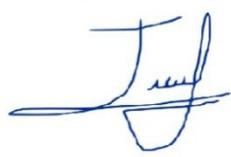
Registro de acciones HAZOP – Acción N°11

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP		Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
	Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción		Acción N°:
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017			
Proceso:	Elaboración de resinas			
Nodo: Reacción				
Desviación: <ul style="list-style-type: none"> - Menos flujo de nitrógeno 				
Causa: <ul style="list-style-type: none"> - Sobrepresión en el reactor por generación de gases 				
Efecto adverso / Consecuencia: <ul style="list-style-type: none"> - Problemas operativos (No formación de atmosfera inerte por parte del nitrógeno) 				
Medidas de control existente: <ul style="list-style-type: none"> - Revisión del manómetro y válvula de alivio 				
Valoración del riesgo: <ul style="list-style-type: none"> - Riesgo moderado (9) 				
Medidas de control a implementar: <ul style="list-style-type: none"> - Instalar una alarma de presión - Supervisar frecuentemente la válvula de venteo normal y de emergencia 				
Valoración del Riesgo Residual (RR): <ul style="list-style-type: none"> - Riesgo bajo (1) 			Fecha	25/09/2017
Facilitador / Líder del grupo: Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA			Firma: 	

G-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 34

Registro de acciones HAZOP – Acción N°12

		REGISTRO DE ACCIONES HAZOP		Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:		Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción		Acción N°: 12	
Fechas de sesiones		Del 10 al 14 de Julio del 2017			
Proceso:		Elaboración de resinas			
Nodo: Reacción					
Desviación:					
- Menos nivel en el reactor					
Causa:					
- Derrame por válvula de descarga abierta o fisuras en líneas de flujo					
Efecto adverso / Consecuencia:					
- Posible derrame de insumos por punto de purga de descarga					
Medidas de control existente:					
- Doble válvula de fondo y enclavamiento por final de carrera					
Valoración del riesgo:					
- Riesgo moderado (8)					
Medidas de control a implementar:					
- Supervisión de la cantidad cargada mediante el nivel del reactor					
Valoración del Riesgo Residual (RR):				Fecha	
- Riesgo bajo (2)				25/09/2017	
Facilitador / Líder del grupo:			Firma:		
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA					

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 35

Registro de acciones HAZOP – Acción N°13

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP		Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
	Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción	Acción N°:	13
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017			
Proceso:	Elaboración de resinas			
Nodo: Reacción				
Desviación:				
<ul style="list-style-type: none"> - Menos propilenglicol en el reactor 				
Causa:				
<ul style="list-style-type: none"> - A. Error en el sistema de control de cargas - B. Error operacional 				
Efecto adverso / Consecuencia:				
<ul style="list-style-type: none"> - Mayor concentración de producto y menor capacidad de enfriamiento por disminución de superficie de intercambio y aumento de viscosidad del producto - Posible aumento de temperatura de reacción 				
Medidas de control existente:				
<ul style="list-style-type: none"> - Ninguno 				
Valoración del riesgo:				
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo moderado (8) 				
Medidas de control a implementar:				
<ul style="list-style-type: none"> - Controlador de flujo automatizado 				
Valoración del Riesgo Residual (RR):			Fecha	25/09/2017
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo bajo (2) 				
Facilitador / Líder del grupo:			Firma:	
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA				

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 36

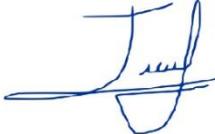
Registro de acciones HAZOP – Acción N°14

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP	Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción	Acción N°:	14
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017		
Proceso:	Elaboración de resinas		
Nodo: Descarga			
Desviación:			
- Más temperatura del producto			
Causa:			
- Poco tiempo de recirculación del agua de enfriamiento			
Efecto adverso / Consecuencia:			
- Posible afectación al elemento filtrante.			
Medidas de control existente:			
- Ninguno			
Valoración del riesgo:			
- Riesgo moderado (8)			
Medidas de control a implementar:			
- Comprobar temperatura diseño elemento filtrante			
Valoración del Riesgo Residual (RR):		Fecha	25/09/2017
- Riesgo tolerable (4)			
Facilitador / Líder del grupo:		Firma:	
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA			

SIG-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 37

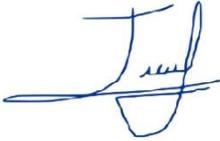
Registro de acciones HAZOP – Acción N°15

		REGISTRO DE ACCIONES HAZOP		Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Walter Sanchez Salgado – jefe de producción			Acción N°:	15
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017				
Proceso:	Elaboración de resinas				
Nodo: Descarga					
Desviación:					
<ul style="list-style-type: none"> - Menos de caudal de descarga 					
Causa:					
<ul style="list-style-type: none"> - Fuga en la línea por válvula de purga 					
Efecto adverso / Consecuencia:					
<ul style="list-style-type: none"> - Más tiempo de descarga - Salida de producto al exterior 					
Medidas de control existente:					
<ul style="list-style-type: none"> - Ninguno 					
Valoración del riesgo:					
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo moderado (9) 					
Medidas de control a implementar:					
<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento y verificación que las válvulas estén normalmente cerradas 					
Valoración del Riesgo Residual (RR):				Fecha	25/09/2017
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo tolerable (6) 					
Facilitador / Líder del grupo:				Firma:	
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA					

G-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

Figura 38

Registro de acciones HAZOP – Acción N°16

	REGISTRO DE ACCIONES HAZOP	Nro. A3-2016 N° Páginas: 01 Fecha del Informe: 10/08/2017	
Acción por:	Manuel Navarro – Supervisor de Mantenimiento Marcos Mendoza Bravo – jefe de producción de pinturas	Acción N°:	16
Fechas de sesiones	Del 10 al 14 de Julio del 2017		
Proceso:	Elaboración de pinturas		
Nodo: Premezcla / Mezcla			
Desviación:			
- No hay agitación			
Causa:			
- Fallo en el suministro eléctrico			
Efecto adverso / Consecuencia:			
- Mezcla imperfecta			
Medidas de control existente:			
- Revisiones rutinarias del sistema de agitación - Mantenimiento rutinario del sistema de agitación			
Valoración del riesgo:			
- Riesgo moderado (9)			
Medidas de control a implementar:			
- Instalación de generador de emergencia por fallo eléctrico			
Valoración del Riesgo Residual (RR):		Fecha	25/09/2017
- Riesgo tolerable (6)			
Facilitador / Líder del grupo:		Firma:	
Iván de la Cruz Ormeño- Supervisor de SSOMA			

G-F-G-34 / Rev. 03 / Dic. 2016

CAPITULO IV. Discusión de Resultados e Implicancias

4.1. Contribuciones al desarrollo de la empresa

En la elaboración de este trabajo, se ha plasmado parte de las labores desarrolladas como supervisor de SSOMA durante la evaluación de riesgos en la producción y elaboración de pinturas y resinas, trabajo que ha representado un reto en la experiencia profesional aplicando la gestión de riesgos en una organización.

Dado que se ha implementado una matriz de control y riesgos bien diseñada que abordaba y evalúa adecuadamente el riesgo al que se enfrentaba la empresa, esta pudo encontrar una solución con los controles adecuados que no se implementaron anteriormente.

Asimismo, la realización de una gestión de riesgos no se trata de realizar un análisis de peligros de proceso ya sea bajo la metodología HAZOP, What If?, LOPA o haciendo una serie de enfoques diferentes solo por hacerlo o porque el seguro no los pide o porque tenemos que hacerlo porque alguna gestión de cambios así nos lo solicita, el beneficio directo de realizar un buen HAZOP es el de evitar las consecuencias que se dan por efecto de los incidentes típicos que hay en la industria y que obviamente son parte de las fallas que resultan luego de investigaciones globales que se tienen y puede que sean recurrentes en el sistema de estudio o este ya directamente relacionado por efecto de accidentes típicos o accidentes que les ocurre en el día a día de los procesos y los cuales obviamente no se han mapeado o si lo están no se tomaban acciones directas a través de los estudios que los delimitan.

Las personas dentro de la organización cumplen un rol importante para efecto de evitar de que el proceso falle y específicamente dentro de lo que es el enfoque de evitar de que el proceso falle está el poder determinar qué fallas tecnológicas podrían llevarnos a eventos no deseados, el cual podría ser básicamente la interfase de la operabilidad de falla humana que podría generar estas consecuencias o qué procedimientos y documentos

no están acorde al proceso y podrían decantar en las anteriores dos o posiblemente en otras o de alguna manera poder analizar cuál es el entorno en el cual nuestro proceso está instalado y de qué manera ese entorno podría repercutir o afectar en lo que refiere fundamentalmente la operabilidad de cada uno de los procesos descritos para la producción de pinturas y resinas.

4.2. Impacto de la propuesta

En base a la columna de severidad del Anexo 4, Anexo 5 y la Figura 14, se elaboró la siguiente tabla el cual pone en evidencia los costes estimados en el proceso de producción de resinas y el ahorro significativo al implementar los distintos controles tecnológicos a las variables de proceso, logrando reducir costos en más del 98%. Complementariamente se identifica el cambio de impactos ambientales irreversibles a reversibles en los siguientes Id: 2A, 2B, 2C, 6A, 6B.

Tabla 10*Costes de controles operacionales en producción de resinas*

Id	Severidad de Controles existentes	Severidad luego de implementar controles	Coste estimado con controles existentes (USD)	Coste estimado con controles implementados (USD)
2A, 2B, 2C	4	2	50000	500 - 1500
3B	2	1	500 - 1500	500
4A	3	1	1500 - 50000	500
5	2	1	500 - 1500	500
6A, 6B	4	2	50000	500 - 1500
7A	2	1	500 - 1500	500
9B	2	1	500 - 1500	500
11	3	1	1500 - 50000	500
12A, 12B	3	2	1500 - 50000	500 - 1500
13	3	1	1500 - 50000	500
14	3	1	1500 - 50000	500
15A	2	1	500 - 1500	500
17B	2	1	500 - 1500	500
		Total	110500 – 259000	1500 - 9500

Así mismo, en base a la columna de severidad del Anexo 6, Anexo 7 y la Figura 14, se elaboró la siguiente tabla el cual pone en evidencia los costes estimados en el proceso de producción de pinturas y el ahorro significativo al implementar los distintos controles a las variables de proceso, logrando reducir costos en más del 99%. Complementariamente se identifica el cambio de impactos ambientales irreversibles a reversibles en los siguientes Id: 3, 4.

Tabla 11*Costes de controles operacionales en la producción de pinturas*

Id	Severidad de Controles existentes	Severidad luego de implementar controles	Coste estimado con controles existentes (USD)	Coste estimado con controles implementados (USD)
3	4	2	50000	500 - 1500
4	4	2	50000	500 - 1500
		Total	100000 - ∞	1000 - 3000

Finalmente, se puede concluir que la implementación de los controles operacionales a las variables de proceso, no solo logran reducir fallas durante el proceso, sino también logran reducir impactos económicos y ambientales ante un siniestro en la producción de resinas y pinturas.

CAPITULO V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

En el proceso de elaboración de resinas y pinturas, el uso de la metodología HAZOP es una herramienta de mucha ayuda para poder identificar y reducir los riesgos de los procesos. La metodología HAZOP brinda las siguientes ventajas: contrastar distintos puntos de vista de las instalaciones, mejorar el conocimiento de los procesos y desde la perspectiva de seguridad ayuda a crear de manera sistemática hábitos de metodologías útiles. Para realizar un buen estudio utilizando la metodología HAZOP, se deberá contar con los diagramas de procesos, nodos y las variables de proceso; así mismo se debe considerar los estándares de control y bloqueo de operación y un instructivo de palabras guías con su parámetro para identificar las desviaciones del sistema.

La producción de resinas y pinturas involucran actividades con niveles de riesgos importantes que no deben dejar de ser tomados en cuenta, ya que comprenden procesos de carga, reacciones químicas, descarga y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Por lo tanto, la aplicación de la metodología HAZOP permite evitar desviaciones del sistema las cuales podrían ocasionar pérdidas económicas, impactos ambientales negativos y accidentes laborales.

5.2.1. Conclusión general

La metodología HAZOP resulto eficaz para identificar los riesgos durante la producción de resinas y pinturas considerando los nodos de estudio y las variables de proceso para luego realizar la evaluación de riesgos haciendo uso de una clasificación cuantitativa y cualitativa a través de la metodología indicada, dicha evaluación resulta ser determinante para poder establecer las medidas de control a implementar y lograr reducir los riesgos de dichos procesos a “bajo” y “tolerable” los cuales ya no generan desviaciones críticas de las variables de proceso durante las operaciones.

5.2.2. Conclusiones específicas

La identificación de riesgos del proceso de elaboración de resinas y pinturas como parte de la línea base, determino un total de 21 riesgos, de los cuales 7 riesgos fueron inaceptables y 14 riesgos fueron moderados. Tomando en cuenta, que los riesgos de una operación estándar deberían ser bajos y tolerables, se establecieron medidas de control con los cuales los niveles de riesgo fueron reducidos en 19 de los 21 riesgos identificados. Sin embargo, los 2 riesgos restantes solo fueron reducidos a moderado y ello por el carácter propio de los materiales utilizados en el proceso.

En general, las medidas de control implementadas en la producción de resinas fueron: transmisores de presión, pantallas de monitoreo de carga, pulsadores de emergencia, alarmas sonoras, inspecciones periódicas, nivel de carga, controladores de flujo automatizados, válvulas de control de descarga de N₂, termocuplas, mantenimientos preventivos y correctivos y calibración de equipos, mientras que en la producción de pinturas fueron: indicadores de apertura de válvulas manuales, grupo electrógeno, sistema de desconexión automática en bombas, sistema de enclavamiento, alarmas y mantenimientos preventivos y correctivos.

El establecimiento de las acciones correctivas y/o preventivas que permite reducir los riesgos depende de las condiciones y recursos disponibles por la empresa, presupuesto asignado por la empresa para el control de las variables de proceso, estudios previos realizados de ingeniería de detalle, análisis histórico en empresas con similares desviaciones de variables de proceso las cuales están en función de los controles operacionales implementados. Los controles operacionales están clasificados en dos (2) categorías los cuales permiten hacer frente a las causas que provocan la desviación de las variables de proceso estipuladas en el documento SIG-F-G-34 Registro de acciones HAZOP. Las categorías de los controles operacionales son las siguientes:

- Controles de ingeniería: Los cuales hacen referencia a la implementación e instalación de equipos de control de procesos tales como transmisores de presión,

pulsadores de emergencia, indicadores apertura de válvulas, alarmas de nivel o presión, generadores de corriente.

- Controles administrativos: Los cuales hacen referencia al mantenimiento propio, supervisión, revisión periódica, control, comprobación, verificación, calibración de instrumentos de medición.

Finalmente, la determinación individual o conjunta de las acciones correctivas y/o preventivas implementadas debe ser evaluada luego de un determinado tiempo para verificar que tal elección ha sido eficaz.

5.2. Recomendaciones

5.2.1.Recomendación general

Toda organización que comprenda plantas con procesos químicos y que involucra el uso de sustancias químicas peligrosas, debería implementar la metodología HAZOP para el control de sus riesgos.

5.2.2.Recomendaciones específicas

Tomando en cuenta la experiencia de la aplicación de la metodología HAZOP, se recomienda que las empresas deberían realizar una auditoria una vez al año o cuando la empresa realice un cambio operacional que modifique el diagnóstico inicial (línea base) o que desvíe la continuidad de los procesos.

Para evitar desviaciones en las variables de proceso, las medidas de control implementadas deben de ser bien evaluadas de tal forma que estas acciones correctivas sean eficaces en el tiempo.

CAPITULO VI: Referencias Bibliográficas

- Alonso Felipe, J. V. (2013). *Pinturas, Barnices y Afines: Composición, formulación y Caracterización*.
- Besednjak Dietrich, A. (2005). *Materiales Compuestos*. Barcelona: Ediciones UPC.
- Calvo Carbonell, J. (2009). *Pinturas y recubrimientos Introducción a su tecnología*. Madrid - Buenos Aires - México - Bogotá, United State: Ediciones Díaz de Santos.
- Chinchilla Sibaja, R. (2002). *Salud y seguridad en el trabajo*. México D.F.: Universidad Estatal a Distancia.
- INACAL. (27 de Mayo de 2024). Listado de normas tecnicas peruanas citadas en dispositivos obligatorios. Lima, Lima, Perú.
- Ministerio de Justicia. (s.f.). *Sistema Peruano de Información Jurídica*. Normativa básica e información jurídica relevante: <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/#/sidenav/resultado>
- Primo Yúfera, E. (1996). *Química orgánica básica y aplicada de la molécula a la industria* (Vol. Tomo I). Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.
- Rodellar Lisa, A. (1988). *Seguridad e higiene en el trabajo*. Barcelona: Marcombo.
- Sinnott, R., & Towler, G. (2012). *Diseño en ingeniería química*. (J. Costa López, J. Bonet Ruiz, A. Pinto LLona, & F. España Maraver, Trads.) Barcelona, España: Editorial Reverté.
- Storch de Gracia , J., & García Martín,, T. (2008). *Seguridad industrial en plantas químicas y energéticas*. Madrid: Díaz De Santos.
- U.S. Department of Transportation. (Febrero de 2024). Guia de respuesta en caso de emergencia. Washington, Estados Unidos.

Venegas Riera, F. (2013). *La seguridad funcional en la industria de procesos: Conceptos y metologias de diseño*. Cuenca.

Anexos

Anexo 1: Certificado de trabajo en Envasadora San Gabriel	1
Anexo 2: Certificado de trabajo en SOLGEMEC	2
Anexo 3: Certificado de trabajo en Laboratorios SMASAC	3
Anexo 4: Matriz de control y riesgos – Resinas.....	4
Anexo 5: Matriz de control y riesgos con controles a implementar– Resinas.....	12
Anexo 6: Matriz de control y riesgos – Pinturas	22
Anexo 7: Matriz de control y riesgos con controles a implementar– Pinturas	25

Anexo 1: Certificado de trabajo en Envasadora San Gabriel



CERTIFICADO DE TRABAJO

ENVASADORA SAN GABRIEL S.R.L., con RUC N° 20292391189, domiciliado en CALLA PAMPILLA NRO. 121 Z.I. VENTANILLA (121-135) - CALLAO, debidamente representado por LUIS ALBERTO PEREZ TAIMAN, identificado con DNI N° 40071523.

CERTIFICA:

Que, el Sr. **IVÁN RENZO DE LA CRUZ ORMEÑO** identificado con DNI N° **44732562**, ha laborado en nuestra empresa, desde el 03 de agosto del 2015 hasta el 27 de diciembre del 2017, desempeñándose como **SUPERVISOR DE SSOMA/SUPERVISOR DE REVESTIMIENTO**.

Se emite este documento en cumplimiento a lo dispuesto en el D.S. N° 001-96-TR, Reglamento de la Ley de Fomento del Empleo.

LIMA, 02 de enero del 2018



LUIS ALBERTO PÉREZ TAIMAN
DNI N° 40071523

Anexo 2: Certificado de trabajo en SOLGEMEC



CERTIFICADO DE TRABAJO

Quien suscribe, Frank Eddy Carmona Vigo, identificado con DNI N° 44328802, Jefe de Recursos Humanos de SOLGEMEC, con RUC 20610628428

CERTIFICA:

Que Iván Renzo De La Cruz Ormeño, identificado con DNI N°: 44732562, ha laborado en nuestra empresa desde el 01 de abril del 2023 hasta el 20 de Mayo del 2023, desempeñándose como ASISTENTE DE PROCESOS.

Durante su permanencia Iván Renzo De La Cruz Ormeño ha demostrado dedicación cumpliendo los objetivos y metas que le fueron encomendados.

Se expide el presente documento, de acuerdo a ley, para los fines que el interesado crea conveniente.

San Martín de Porres, 22 de Mayo del 2023.

Frank Carmona Vigo
Jefe de Recursos Humanos
SOLGEMEC

Anexo 3: Certificado de trabajo en Laboratorios SMASAC



CERTIFICADO DE TRABAJO

Quien suscribe, Sra. MUÑOZ AGUILAR ROSA VIRGINIA, identificado con DNI N° 17817880, Jefa de Gestión Humana de LABORATORIOS SMASAC, con RUC 20100898242.

CERTIFICA:

Que el Sr. DE LA CRUZ ORMEÑO IVAN RENZO, identificado con DNI N° 44732562, ha laborado desde el 8 de Septiembre del 2014 hasta el 31 de Marzo del 2015, desempeñando la función de ASISTENTE DE DESARROLLO en la 1-DIVISION PLASTICOS, área de LIMA

Durante su permanecía el Sr. DE LA CRUZ ORMEÑO IVAN RENZO, ha demostrado responsabilidad, honestidad y dedicación en las labores que le fueron encomendadas.

Se expide el presente documento, de acuerdo a ley, para los fines que el interesado crea conveniente.



Virginia Muñoz Aguilar
Jefe de Gestión Humana
LABORATORIOS SMASAC

Ate, 31 de Marzo del 2015

Anexo 4: Matriz de control y riesgos – Resinas

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Medidas de control existente	Probabilidad 1 (P1)	Severidad 1 (S1)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (Px) x (Sx)	Nivel de Riesgo (NR)
1	Carga	Menos presión en el reactor	Menos presión en reactor	No aplica				0	Riesgo Bajo
2	Carga	Más presión en el reactor	A. Reactor no despresurizado después de ciclo de trabajo	1. Afectación operacional en la carga 2. En el caso de carga de líquidos, posible flujo inverso hacia la conexión de línea	Manómetros indicadores de presión	4	4	16	Riesgo Inaceptable
			B. Fuga de nitrógeno hacia el reactor	1. Consecuencia operacional en la carga 2. Posibles daños en las costuras del serpentín de enfriamiento	Manómetros indicadores de presión	4	4	16	Riesgo Inaceptable
			C. Escenario de explosión durante la carga	Posible rotura de las paredes del reactor	Manómetros indicadores de presión	4	4	16	Riesgo Inaceptable
3	Carga	No hay caudal de carga de propilenglicol	A. Bloqueo de línea de carga Propilenglicol	Consecuencia operacional	Control de carga por nivel del reactor	2	1	2	Riesgo Bajo
			B. Error humano de envío de carga	El producto no cumplirá los controles de calidad		3	2	6	Riesgo Tolerable

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Medidas de control existente	Probabilidad 1 (P1)	Severidad 1 (S1)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (Px) x (Sx)	Nivel de Riesgo (NR)
4	Carga	Menos caudal de carga de propilenglicol	A. Bloqueo parcial de línea de carga de Propilenglicol	Retraso en el proceso de elaboración	Control de carga por nivel del reactor	2	3	6	Riesgo Tolerable
			B. Fuga en la línea	Posible generación de atmosfera explosiva con posible deflagración		4	3	12	Riesgo Inaceptable
5	Carga	Más caudal de carga propilenglicol	Pérdida de estanqueidad en la válvula	Consecuencia operacional		2	2	4	Riesgo Tolerable
6	Carga	Caudal inverso en carga de propilenglicol	A. Reactor no despresurizado después de ciclo de trabajo	1. Consecuencia operacional en la carga 2. En el caso de carga de líquidos, posible flujo inverso hacia la conexión de línea	Manómetros indicadores de presión	2	4	8	Riesgo Moderado
			B. Escenario de explosión durante la carga	Posible rotura de las paredes del reactor	Manómetros indicadores de presión	2	4	8	Riesgo Moderado
7	Carga	Menos temperatura durante la carga	A. Fallo en los indicadores de temperatura.	No se llega a la eficiencia de la reacción (No reaccionan todos los reactantes)	Definir las temperaturas máximas y mínimas a la cual ocurre la reacción.	2	2	4	Riesgo Tolerable
			B. Mal cierre de la válvula del fluido de calentamiento	No se llegue a la temperatura de operación del proceso.	Display de indicador de temperatura	3	2	6	Riesgo Tolerable

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Medidas de control existente	Probabilidad 1 (P1)	Severidad 1 (S1)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (Px) x (Sx)	Nivel de Riesgo (NR)
8	Carga	Más temperatura durante la carga	Válvula del sistema de calentamiento (intercambiador serpentín) abierto	Carga de líquidos: evaporación de los insumos que iría al scrubber (depurador) sin consecuencias para la seguridad. Posibilidad de fugas a través de los sellos de los instrumentos, así como su deterioro si se produce de forma continua y prolongada en el tiempo.	- Scrubber (depurador)	2	1	2	Riesgo Bajo
9	Carga	Menos nivel en el reactor	A. Derrame por válvula de descarga abierta o fisuras en líneas de flujo	Posible derrame de insumos por punto de purga de descarga	Doble válvula de fondo y enclavamiento por final de carrera	4	2	8	Riesgo Moderado
			B. Fallo del sistema de control de carga por rotámetro	Problema operacional		2	2	4	Riesgo Tolerable
10	Carga	Más nivel en el reactor	Fallo del sistema de control de carga por caudalímetro	Salida de líquido por el venteo del equipo hacia scrubber	Nivel continuo en el reactor	1	2	2	Riesgo Bajo
11	Reacción	Menos presión en el reactor	Error en la indicación del manómetro	Problemas operativos (No formación de atmosfera inerte por parte del nitrógeno)	Revisión del manómetro y válvula de alivio	3	3	9	Riesgo Moderado

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Medidas de control existente	Probabilidad 1 (Pi)	Severidad 1 (Si)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (Px) x (Sx)	Nivel de Riesgo (NR)
12	Reacción	Más presión en el reactor	A. Error en la indicación del manómetro	Posibles fisuras en las paredes del reactor producto del ingreso del nitrógeno para generar la atmosfera inerte.	Revisión del manómetro y válvula de alivio	3	3	9	Riesgo Moderado
			B. Evaporación propia del disolvente (propilenglicol) o generación de subproductos en forma de gas	Consecuencias operacionales, disminución de la eficiencia de la reacción producto de la volatilización del propilenglicol	Revisión del manómetro y válvula de alivio	3	3	9	Riesgo Moderado
13	Reacción	No hay flujo de nitrógeno	Sobrepresión en el reactor por generación de gases	Problemas operativos (No formación de atmosfera inerte por parte del nitrógeno)	Revisión del manómetro y válvula de alivio	3	3	9	Riesgo Moderado
14	Reacción	Menos flujo de nitrógeno	Sobrepresión en el reactor por generación de gases	Problemas operativos (No formación de atmosfera inerte por parte del nitrógeno)	Revisión del manómetro y válvula de alivio	3	3	9	Riesgo Moderado
15	Reacción	Menos temperatura en reactor	A. Fallo en los indicadores de temperatura.	No se llega a la eficiencia de la reacción (No reaccionan todos los reactantes)	Definir las temperaturas máximas y mínimas a la cual ocurre la reacción.	2	2	4	Riesgo Tolerable

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Medidas de control existente	Probabilidad 1 (Pi)	Severidad 1 (Si)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (Px) x (Sx)	Nivel de Riesgo (NR)
			B. Mal cierre de la válvula del fluido de calentamiento	No se llegue a la temperatura de operación del proceso.	Display de indicador de temperatura	3	2	6	Riesgo Tolerable
16	Reacción	Más temperatura en reactor	Válvula del sistema de calentamiento (intercambiador serpentín) abierto	Carga de líquidos: evaporación de los insumos que iría al scrubber (depurador) sin consecuencias para la seguridad. Posibilidad de fugas a través de los sellos de los instrumentos, así como su deterioro si se produce de forma continua y prolongada en el tiempo.	Scrubber (depurador)	2	1	2	Riesgo Bajo
17	Reacción	Menos nivel en el reactor	A. Derrame por válvula de descarga abierta o fisuras en líneas de flujo	Posible derrame de insumos por punto de purga de descarga	Doble válvula de fondo y enclavamiento por final de carrera	4	2	8	Riesgo Moderado
			B. Fallo del sistema de control de carga por rotámetro	Problema operacional		2	2	4	Riesgo Tolerable
18	Reacción	Más nivel en el reactor	Fallo del sistema de control de carga por caudalímetro	Salida de líquido por el venteo del equipo hacia scrubber	Nivel continuo en el reactor	1	2	2	Riesgo Bajo

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Medidas de control existente	Probabilidad 1 (Pi)	Severidad 1 (Si)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (Px) x (Sx)	Nivel de Riesgo (NR)
19	Reacción	Más propilenglicol en el reactor	A. Error en el sistema de control de cargas	Consecuencias operacionales y calidad de producto		1	1	1	Riesgo Bajo
			B. Error operacional	Consecuencias operacionales y calidad de producto		1	1	1	Riesgo Bajo
20	Reacción	Menos propilenglicol en el reactor	A. Error en el sistema de control de cargas	Mayor concentración de producto y menor capacidad de enfriamiento por disminución de superficie de intercambio y aumento de viscosidad del producto		4	2	8	Riesgo Moderado
			B. Error operacional	Posible aumento de temperatura de reacción		4	2	8	Riesgo Moderado
21	Reacción	Menos catalizador en el Reactor	A. Error operacional (error por parte del operario, válvulas cerradas)	Consecuencias operacionales e imposibilidad de finalizar reacción		2	1	2	Riesgo Bajo
			B. Catalizador agotado	Consecuencias operacionales e imposibilidad de finalizar reacción		2	1	2	Riesgo Bajo

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Medidas de control existente	Probabilidad 1 (Pi)	Severidad 1 (Si)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (Px) x (Sx)	Nivel de Riesgo (NR)
22	Reacción	Más catalizador en el reactor	Error operacional (error por parte del operario, válvulas abiertas)	Impacto económico		1	1	1	Riesgo Bajo
23	Reacción	Menos nitrógeno en el reactor	A. Mala inertización (Proceso de inertización no realizado correctamente)	Posible presencia de oxígeno y agua en la reacción		2	2	4	Riesgo Tolerable
			B. Pérdida de inertización por apertura de equipo	Posible presencia de oxígeno y agua en la reacción		2	2	4	Riesgo Tolerable
24	Reacción	No hay energía eléctrica	Caída de la red eléctrica	Paro de proceso de reacción por paro agitador		2	2	4	Riesgo Tolerable
25	Reacción	No hay aceite en el intercambiador de calor	Caída de la red eléctrica	Imposibilidad de enfriar temperatura de proceso en el tiempo deseado		2	2	4	Riesgo Tolerable
26	Reacción	No hay agua en el serpentín	Caída de la red eléctrica	Imposibilidad de continuar con el proceso		2	2	4	Riesgo Tolerable
27	Descarga	Más temperatura del producto	Poco tiempo de recirculación del agua de enfriamiento	Posible afectación al elemento filtrante.		4	2	8	Riesgo Moderado
28	Descarga	Menos caudal de descarga	A. Bloqueo parcial de la línea de descarga de líquido	Más tiempo de descarga		1	1	1	Riesgo Bajo

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Medidas de control existente	Probabilidad 1 (P ₁)	Severidad 1 (S ₁)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo (NR)
			B. Fuga en la línea por válvula de purga	Más tiempo de descarga Salida de producto al exterior		3	3	9	Riesgo Moderado
29	Descarga	Más caudal de descarga	Reactor no despresurizado después de reacción	Caudal de descarga superior al previsto y rebose del filtro con transmisión de impurezas	Válvula de control en la descarga del producto	2	1	2	Riesgo Bajo
30	Descarga	No hay caudal	Bloqueo total de línea de descarga y/o el filtro por cristalización	Imposibilidad de realizar la descarga		2	2	4	Riesgo Tolerable

Anexo 5: Matriz de control y riesgos con controles a implementar– Resinas

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
1	Carga	Menos presión en el reactor	Menos presión en reactor	No aplica				0	Riesgo Bajo
2	Carga	Más presión en el reactor	A. Reactor no despresurizado después de ciclo de trabajo	1. Afectación operacional en la carga 2. En el caso de carga de líquidos, posible flujo inverso hacia la conexión de línea	Transmisor de presión que no permita la carga si el reactor no está en condiciones de operación. Mantenimiento y calibración de los manómetros	2	2	4	Riesgo Tolerable
			B. Fuga de nitrógeno hacia el reactor	1. Consecuencia operacional en la carga 2. Posibles daños en las costuras del serpentín de enfriamiento	Transmisor de presión que no permita la carga si el reactor no está en condiciones de operación. Mantenimiento y calibración de los manómetros	2	2	4	Riesgo Tolerable

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
			C. Escenario de explosión durante la carga	Posible rotura de las paredes del reactor	Transmisor de presión que no permita la carga si el reactor no está en condiciones de operación. Mantenimiento y calibración de los manómetros	2	2	4	Riesgo Tolerable
3	Carga	No hay caudal de carga de propilenglicol	A. Bloqueo de línea de carga propilenglicol	Consecuencia operacional		2	1	2	Riesgo Bajo
			B. Error humano de envío de carga	El producto no cumplirá los controles de calidad	Mensaje de verificación al realizar la carga en display	3	1	3	Riesgo Bajo
4	Carga	Menos caudal de carga de propilenglicol	A. Bloqueo parcial de línea de carga propilenglicol	Retraso en el proceso de elaboración	Implantar un registro de datos sobre las revisiones de mantenimiento realizadas por el personal y revisadas por el jefe de producción	2	1	2	Riesgo Bajo
			B. Fuga en la línea	Posible generación de atmosfera explosiva con posible deflagración	Pulsador de emergencia que corte todas las posibles fuentes de ignición Revisión y mantenimiento	3	3	9	Riesgo Moderado

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
					periódico de las líneas de caudal				
5	Carga	Más caudal de carga propilenglicol	Pérdida de estanqueidad en la válvula	Consecuencia operacional	Realizar comprobaciones establecidas en el tiempo según el uso de la instalación, renovar los dispositivos con periodicidad y ante fallo.	2	1	2	Riesgo Bajo
6	Carga	Caudal inverso en carga de propilenglicol	A. Reactor no despresurizado después de ciclo de trabajo	1. Consecuencia operacional en la carga 2. En el caso de carga de líquidos, posible flujo inverso hacia la conexión de línea	Transmisor de presión que no permita la carga si el reactor no está en condiciones de operación. Mantenimiento y calibración de los manómetros	2	2	4	Riesgo Tolerable
			B. Escenario de explosión durante la carga	Posible rotura de las paredes del reactor	Transmisor de presión que no permita la carga si el reactor no está en condiciones de operación. Mantenimiento y calibración de los manómetros	2	2	4	Riesgo Tolerable

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
7	Carga	Menos temperatura durante la carga	A. Fallo en los indicadores de temperatura.	No se llega a la eficiencia de la reacción (No reaccionan todos los reactantes)	Implantar un registro de datos sobre las revisiones de mantenimiento realizadas a los indicadores de temperaturas	2	1	2	Riesgo Bajo
			B. Mal cierre de la válvula del fluido de calentamiento	No se llegue a la temperatura de operación del proceso.	Notificaciones audibles para temperatura	2	2	4	Riesgo Tolerable
8	Carga	Más temperatura durante la carga	Válvula del sistema de calentamiento (intercambiador - serpentín) abierto	Carga de líquidos: evaporación de los insumos que iría al scrubber (depurador) sin consecuencias para la seguridad. Posibilidad de fugas a través de los sellos de los instrumentos, así como su deterioro si se produce de forma continua y prolongada en el tiempo.		1	1	1	Riesgo Bajo
9	Carga	Menos nivel en el reactor	A. Derrame por válvula de descarga abierta o fisuras en líneas de flujo	Posible derrame de insumos por punto de purga de descarga	Supervisión de la cantidad cargada mediante el nivel del reactor	1	2	2	Riesgo Bajo
			B. Fallo del sistema de control de carga por rotámetro	Problema operacional	Mantenimiento y calibración de los	2	1	2	Riesgo Bajo

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x x S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
					instrumentos de control (rotámetro)				
10	Carga	Más nivel en el reactor	Fallo del sistema de control de carga por caudalímetro	Salida de líquido por el venteo del equipo hacia scrubber	Instalar un nivel de máxima	1	2	2	Riesgo Bajo
11	Reacción	Menos presión en el reactor	Error en la indicación del manómetro	Problemas operativos (No formación de atmosfera inerte por parte del nitrógeno)	Instalar una alarma de presión Supervisar frecuentemente la válvula de venteo normal y de emergencia	3	1	3	Riesgo Bajo
12	Reacción	Más presión en el reactor	A. Error en la indicación del manómetro	Posibles fisuras en las paredes del reactor producto del ingreso del nitrógeno para generar la atmosfera inerte.	Instalar una alarma de presión Supervisar frecuentemente la válvula de venteo normal y de emergencia	3	2	6	Riesgo Tolerable
			B. Evaporación propia del disolvente (propilenglicol) o generación de subproductos en forma de gas	Consecuencias operacionales, disminución de la eficiencia de la reacción producto de la volatilización del propilenglicol	Instalar una alarma de presión Supervisar frecuentemente la válvula de venteo normal y de emergencia	3	2	6	Riesgo Tolerable

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
13	Reacción	No hay flujo de nitrógeno	Sobrepresión en el reactor por generación de gases	Problemas operativos (No formación de atmosfera inerte por parte del nitrógeno)	Instalar una alarma de presión Supervisar frecuentemente la válvula de venteo normal y de emergencia	1	1	1	Riesgo Bajo
14	Reacción	Menos flujo de nitrógeno	Sobrepresión en el reactor por generación de gases	Problemas operativos (No formación de atmosfera inerte por parte del nitrógeno)	Instalar una alarma de presión Supervisar frecuentemente la válvula de venteo normal y de emergencia	1	1	1	Riesgo Bajo
15	Reacción	Menos temperatura en reactor	A. Fallo en los indicadores de temperatura.	No se llega a la eficiencia de la reacción (No reaccionan todos los reactantes)	Implantar un registro de datos sobre las revisiones de mantenimiento realizadas a los indicadores de temperaturas	2	1	2	Riesgo Bajo
			B. Mal cierre de la válvula del fluido de calentamiento	No se llegue a la temperatura de operación del proceso.	Notificaciones audibles para temperatura	2	2	4	Riesgo Tolerable

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
16	Reacción	Más temperatura en reactor	Válvula del sistema de calentamiento (intercambiador serpentín) abierto	Carga de líquidos: evaporación de los insumos que iría al scrubber (depurador) sin consecuencias para la seguridad. Posibilidad de fugas a través de los sellos de los instrumentos, así como su deterioro si se produce de forma continua y prolongada en el tiempo.		1	1	1	Riesgo Bajo
17	Reacción	Menos nivel en el reactor	A. Derrame por válvula de descarga abierta o fisuras en líneas de flujo	Posible derrame de insumos por punto de purga de descarga	Supervisión de la cantidad cargada mediante el nivel del reactor	1	2	2	Riesgo Bajo
			B. Fallo del sistema de control de carga por rotámetro	Problema operacional	Mantenimiento y calibración de los instrumentos de control (rotámetro)	2	1	2	Riesgo Bajo
18	Reacción	Más nivel en el reactor	Fallo del sistema de control de carga por caudalímetro	Salida de líquido por el venteo del equipo hacia scrubber	Instalar un nivel de máxima	1	2	2	Riesgo Bajo
19	Reacción	Más propilenglicol en el reactor	A. Error en el sistema de control de cargas	Consecuencias operacionales y calidad de producto	Controlador de flujo automatizado	1	1	1	Riesgo Bajo
			B. Error operacional	Consecuencias operacionales y calidad de producto	Controlador de flujo automatizado	1	1	1	Riesgo Bajo

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
20	Reacción	Menos propilenglicol en el reactor	A. Error en el sistema de control de cargas	Mayor concentración de producto y menor capacidad de enfriamiento por disminución de superficie de intercambio y aumento de viscosidad del producto	Controlador de flujo automatizado	1	2	2	Riesgo Bajo
			B. Error operacional	Posible aumento de temperatura de reacción	Controlador de flujo automatizado	1	2	2	Riesgo Bajo
21	Reacción	Menos catalizador en el Reactor	A. Error operacional (error por parte del operario, válvulas cerradas)	Consecuencias operacionales e imposibilidad de finalizar reacción		2	1	2	Riesgo Bajo
			B. Catalizador agotado	Consecuencias operacionales e imposibilidad de finalizar reacción		2	1	2	Riesgo Bajo
22	Reacción	Más catalizador en el reactor	Error operacional (error por parte del operario, válvulas abiertas)	Impacto económico		1	1	1	Riesgo Bajo
23	Reacción	Menos nitrógeno en el reactor	A. Mala inertización (Proceso de inertización no realizado correctamente)	Posible presencia de oxígeno y agua en la reacción	Válvula de control en la descarga del nitrógeno	1	2	2	Riesgo Bajo
			B. Pérdida de inertización por apertura de equipo	Posible presencia de oxígeno y agua en la reacción	Válvula de control en la descarga del nitrógeno	1	2	2	Riesgo Bajo

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
24	Reacción	No hay energía eléctrica	Caída de la red eléctrica	Paro de proceso de reacción por paro agitador	Alimentar cuadro de control con sistema de alimentación ininterrumpida	1	2	2	Riesgo Bajo
25	Reacción	No hay aceite en el intercambiador de calor	Caída de la red eléctrica	Imposibilidad de enfriar temperatura de proceso en el tiempo deseado	Alimentar cuadro de control con sistema de alimentación ininterrumpida	1	2	2	Riesgo Bajo
26	Reacción	No hay agua en el serpentín	Caída de la red eléctrica	Imposibilidad de continuar con el proceso	Alimentar cuadro de control con sistema de alimentación ininterrumpida	1	2	2	Riesgo Bajo
27	Descarga	Más temperatura del producto	Poco tiempo de recirculación del agua de enfriamiento	Posible afectación al elemento filtrante.	Comprobar temperatura diseño elemento filtrante	2	2	4	Riesgo Tolerable
28	Descarga	Menos caudal de descarga	A. Bloqueo parcial de la línea de descarga de líquido	Más tiempo de descarga		1	1	1	Riesgo Bajo
			B. Fuga en la línea por válvula de purga	Más tiempo de descarga Salida de producto al exterior	Mantenimiento y verificación que las válvulas estén normalmente cerradas	2	3	6	Riesgo Tolerable
29	Descarga	Más caudal de descarga	Reactor no despresurizado después de reacción	Caudal de descarga superior al previsto y rebose del filtro con transmisión de impurezas		2	1	2	Riesgo Bajo

Id	Operación / Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
30	Descarga	No hay caudal	Bloqueo total de línea de descarga y/o el filtro por cristalización	Imposibilidad de realizar la descarga	Mecanismo de contingencia para la asegurar una correcta descarga	1	2	2	Riesgo Bajo

Anexo 6: Matriz de control y riesgos – Pinturas

Id	Operación/Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control existente	Probabilidad 1 (P1)	Severidad 1 (S1)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (Px) x (Sx)	Nivel de Riesgo (NR)
1	Premezcla / Mezcla	No hay caudal o flujo de carga de insumos (Solvente, Resina y aditivos)	Bloqueo de línea de carga insumos	Pérdida de producción de la mezcla Posible vertido de líquidos inflamables Posible pérdida de reactivo	Revisiones rutinarias de válvulas y bombas	3	4	12	Riesgo Inaceptable
2	Premezcla / Mezcla	No hay agitación	A. Fallo en el suministro eléctrico	Mezcla imperfecta	Revisiones rutinarias del sistema de agitación Mantenimiento rutinario del sistema de agitación	3	3	9	Riesgo Moderado
			B. Avería en el sistema de agitación	Mezcla imperfecta	Revisiones rutinarias del sistema de agitación	2	2	4	Riesgo Tolerable
3	Premezcla / Mezcla	Más caudal o flujo de carga de insumos (Solvente, Resina y aditivos)	Pérdida de estanqueidad en la válvula	Consecuencia operacional, pérdida de calidad del producto	Comprobaciones establecidas en el tiempo según el uso de la instalación, renovar los dispositivos con periodicidad y ante fallo.	3	4	12	Riesgo Inaceptable

Id	Operación/ Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control existente	Probabilidad 1 (P1)	Severidad 1 (S1)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (Px) x (Sx)	Nivel de Riesgo (NR)
4	Premezcla / Mezcla	Caudal inverso o flujo de carga de insumos (Solvente, Resina aditivos)	Obstrucción / Rotura de las válvulas de retención	Parada de la producción	Comprobaciones establecidas en el tiempo según el uso de la instalación, renovar los dispositivos con periodicidad y ante fallo.	3	4	12	Riesgo Inaceptable
5	Molienda	Mas velocidad	Fallo en el regulador de velocidad del molino	Sobrecalentamiento de piezas mecánicas en el molino	Disminuir hasta regular la alimentación del molino para que sea uniforme y constante	2	2	4	Riesgo Tolerable
6	Molienda	Menos Velocidad	A. Falta de lubricación en los cojinetes	Perdida de la capacidad de molienda	Revisar circuitos eléctricos, regular el tiempo para que sea uniforme y constante	1	2	2	Riesgo Bajo
			B. Fallo en los circuitos electrónicos	Perdida de la capacidad de molienda	Revisar circuitos eléctricos, regular el tiempo para que sea uniforme y constante	1	2	2	Riesgo Bajo
7	Molienda	No hay flujo másico	No hay producto proveniente de la premezcla	Parada de la producción	Instalar alarma de nivel mínimo en el depósito regulador	3	2	6	Riesgo Tolerable
8	Molienda	Más flujo másico	Fallo válvula de control de entrada del producto	Incompleta separación de la fase acuosa en el depósito generando problemas en la calidad final del producto	Regular la capacidad de aspiración de la bomba	3	2	6	Riesgo Tolerable

Id	Operación/ Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control existente	Probabilidad 1 (P ₁)	Severidad 1 (S ₁)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo (NR)
9	Molienda	Menos flujo másico	Fuga en la brida o válvula	Pérdidas de insumos de la premezcla	Sistemas de desconexión automática para protección de bombas	2	2	4	Riesgo Tolerable
10	Molienda	Más temperatura	Dilatación térmica en una conducción o piezas de aislamiento	Fallo en el sistema de molienda lo cual altera la calidad del producto de premezcla	Instalar sistemas de alivio de dilatación térmicas y sobrepresiones en tramos a través de un refrigerante	1	3	3	Riesgo Bajo
11	Molienda	Menos concentración de producto	Disminución de la eficiencia del molino	Trituración gruesa	Seguimiento y medición de los procesos anteriores al molino para garantizar la finura del producto (regla hegman)	2	2	4	Riesgo Tolerable
12	Filtrado	Otros	Fallo en el suministro eléctrico. Todos los dispositivos eléctricos se paran.	Los operadores de planta desconocen la presión en el equipo.	Manómetro a la salida del filtrado	2	3	6	Riesgo Tolerable

Anexo 7: Matriz de control y riesgos con controles a implementar– Pinturas

Id	Operación/ Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
1	Premezcla / Mezcla	No hay caudal o flujo de carga de insumos (Solvente, Resina y aditivos)	Bloqueo de línea de carga insumos	Pérdida de producción de la mezcla Posible vertido de líquidos inflamables Posible pérdida de reactivo	Instalar indicadores de apertura de válvulas manuales	2	4	8	Riesgo Moderado
2	Premezcla / Mezcla	No hay agitación	A. Fallo en el suministro eléctrico	Mezcla imperfecta	Instalación de generador de emergencia por fallo eléctrico	2	3	6	Riesgo Tolerable
			B. Avería en el sistema de agitación	Mezcla imperfecta	Mantenimiento rutinario del sistema de agitación	1	2	2	Riesgo Bajo
3	Premezcla / Mezcla	Más caudal o flujo de carga de insumos (Solvente, Resina y aditivos)	Pérdida de estanqueidad en la válvula	Consecuencia operacional, pérdida de calidad del producto	Instalar alarmas de nivel	2	2	4	Riesgo Tolerable
4	Premezcla / Mezcla	Caudal inverso o flujo de carga de insumos (Solvente,	Obstrucción / Rotura de las válvulas de retención	Parada de la producción	Instalar alarmas de nivel	2	2	4	Riesgo Tolerable

Id	Operación/ Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
5	Molienda	Mas velocidad	Fallo en el regulador de velocidad del molino	Sobrecalentamiento de piezas mecánicas en el molino		2	2	4	Riesgo Tolerable
6	Molienda	Menos Velocidad	A. Falta de lubricación en los cojinetes	Perdida de la capacidad de molienda		1	2	2	Riesgo Bajo
			B. Fallo en los circuitos electrónicos	Perdida de la capacidad de molienda		1	2	2	Riesgo Bajo
7	Molienda	No hay flujo másico	No hay producto proveniente de la premezcla	Parada de la producción	Implementar inspección regular de la conducción mediante rondas periódicas. Instalar sistema de desconexión automática para bombas.	2	2	4	Riesgo Tolerable
8	Molienda	Más flujo másico	Fallo válvula de control de entrada del producto	Incompleta separación de la fase acuosa en el depósito generando problemas en la calidad final del producto	Implementar sistema de enclavamiento - bloqueo en el by-pass cuando no deba usarse	2	2	4	Riesgo Tolerable
9	Molienda	Menos flujo másico	Fuga en la brida o válvula	Pérdidas de insumos de la premezcla	Instalar alarma de nivel mínimo LIC en el depósito regulador	1	2	2	Riesgo Bajo

Id	Operación/ Proceso	Desviación	Causas	Efecto adverso / Consecuencia	Descripción de la medida de control a implementar	Probabilidad 2 (P ₂)	Severidad 2 (S ₂)	Cálculo del Riesgo	
								Valor del Riesgo (P _x) x (S _x)	Nivel de Riesgo Residual (NRR)
10	Molienda	Más temperatura	Dilatación térmica en una conducción o piezas de aislamiento	Fallo en el sistema de molienda lo cual altera la calidad del producto de premezcla	Verificar si hay adecuadas precauciones frente a elevadas temperaturas	1	3	3	Riesgo Bajo
11	Molienda	Menos concentración de producto	Disminución de la eficiencia del molino	Trituración gruesa	Supervisión de cada proceso de reducción de tamaño	1	2	2	Riesgo Bajo
12	Filtrado	Otros	Fallo en el suministro eléctrico. Todos los dispositivos eléctricos se paran.	Los operadores de planta desconocen la presión en el equipo.	Instalación de generador de emergencia por fallo eléctrico	1	3	3	Riesgo Bajo