

**ASEGURAMIENTO DE CONFIABILIDAD E INTEGRIDAD DE LOS LÍQUIDOS A
GRANEL QUE DESCARGA, ALMACENA Y DESPACHA EN CARTAGENA LA
EMPRESA COLOMBIANA ALGRANEL S.A.**

ANGÉLICA MARÍA VILLABONA PABÓN

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2019

**ASEGURAMIENTO DE CONFIABILIDAD E INTEGRIDAD DE LOS LÍQUIDOS A
GRANEL QUE DESCARGA, ALMACENA Y DESPACHA EN CARTAGENA LA
EMPRESA COLOMBIANA ALGRANEL S.A.**

ANGÉLICA MARÍA VILLABONA PABÓN

**Trabajo de grado en modalidad práctica empresarial presentado como
requisito para optar el título de ingeniero químico.**

Directora:

LUZ MARINA BALLESTEROS RUEDA

Doctora en Electroquímica, Ciencia y Tecnología

Tutores:

CARLOS MARTÍN DELGADILLO SALTARÍN

Ingeniero Químico

LIBARDO VIASUS PÉREZ

Ingeniero Químico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2019

DEDICATORIA

*A Dios por darme la oportunidad de seguir adelante, conocer excelentes personas,
vivir nuevas experiencias y hacerme una excelente profesional.*

*A mi papá, Jorge, que ahora desde el cielo me guía hacia un excelente camino
profesional y personal.*

*A mi mamá, Patricia, por todo su apoyo incondicional en todo y su sabiduría que
me aportó en todo momento, gracias ma.*

A mi nonita Nery porque desde el cielo sé que se siente orgullosa de este logro.

*A mis hermanas por el esfuerzo que hicieron también a este logro, por su amor y
apoyo siempre.*

A mis sobrinos que luchen por sus sueños, nada es imposible, solo perseverar.

A toda mi familia que me acompañó en todo este proceso.

A Bruno por su acompañamiento incondicional.

AGRADECIMIENTOS

*A la profesora LUZ MARINA BALLESTEROS RUEDA por su gran labor como
directora del proyecto, por sus grandes aportes, apoyo y paciencia.*

*A la empresa ALGRANEL S.A., por permitirme realizar las prácticas empresariales
en la ciudad de Cartagena.*

*Al ingeniero CARLOS DELGADILLO por todo lo que me enseñó e inculcó en mi
crecimiento profesional y personal.*

Al ingeniero LIBARDO VIASUS por su apoyo y enseñanza dentro de la empresa.

*A la secretaria de la escuela LINA JAZMÍN AFANADOR por toda su ayuda y
gestión en el proceso de graduación.*

CONTENIDO

	Pág.
1. MARCO TEÓRICO	14
1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA	14
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3 HAZOP*	21
1.4 PRINCIPIOS INGENIERILES	27
1.4.1 Cálculo de existencias físicas	27
1.4.2 Cálculo de pérdidas y ganancias	28
1.5 LÍMITES PERMISIBLES DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	29
1.6 ORIGEN DE LAS PÉRDIDAS Y GANANCIA EN UN CARGAMENTO	30
2. OBJETIVOS	31
2.1 OBJETIVO GENERAL	31
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
3. ALCANCE	32
4. METODOLOGÍA	33
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	35
5.1 INSPECCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS.	35
5.2 MATRIZ DE RIESGOS	37
5.3 ALMACENAMIENTO	39
5.4 ACTUALIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS	41
5.4.1 Toma de muestras en carrotanques.	41
5.4.2 Toma de muestras en tanques de ALGRANEL S.A.	42
5.4.3 Creación de protocolo para el procedimiento de toma de muestras y Control del proceso.	44
6. CONCLUSIONES	46

7. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso de recibo marítimo hacia tanques	15
Figura 2. Proceso de recibo de carrotanques hacia tanques	15
Figura 3. Proceso despacho carrotanques, isotanques y flexitanques	16
Figura 4. Proceso de despacho marítimo	17
Figura 5. Diagrama de flujo metodología HAZOP	26
Figura 6. Diagrama de flujo metodología del proyecto	34
Figura 7. Ubicaciones para muestreo puntual	36
Figura 8. Formato op-f11 registro toma de muestras	42
Figura 9. Diagrama de flujo toma de muestras en los procesos	45

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos de muestreo puntual	20
Tabla 2. Niveles de severidad y probabilidad para la valoración del riesgo.	24
Tabla 3. Metodología	33
Tabla 4. Matriz de riesgos en el proceso de recibo y subproceso toma de muestras	38
Tabla 5. Matriz de riesgos en el proceso de almacenamiento	40
Tabla 6. Toma de muestras en carrotanques	41
Tabla 7. Toma de muestras en tanques	42
Tabla 8. Control toma de muestras	44

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Ficha de seguridad del tolueno	50
ANEXO B. Alistamiento	55
ANEXO C. Diagramas de flujo de los procesos de ALGRANEL S.A.	63
ANEXO D. Matrices de riesgos de los procesos de ALGRANEL S.A.	68

RESUMEN

TÍTULO: ASEGURAMIENTO DE CONFIABILIDAD E INTEGRIDAD DE LOS LÍQUIDOS A GRANEL QUE DESCARGA, ALMACENA Y DESPACHA EN CARTAGENA LA EMPRESA COLOMBIANA ALGRANEL S.A.*

AUTOR: ANGÉLICA MARÍA VILLABONA PABÓN**

PALABRAS CLAVES: Análisis de riesgos, calidad, puerto marítimo

DESCRIPCIÓN:

Los grandes puertos marítimos tienen como objetivo principal prestar un servicio de almacenamiento, despacho y recibo; procesos en los cuales se tiene que asegurar la calidad y confiabilidad del producto, la calidad de los procesos y del servicio. ALGRANEL S.A., debe cumplir normas internacionales y estándares de calidad que certifiquen que el servicio, los procesos y el producto se encuentran en los parámetros exigidos, debido a que un mal manejo conllevaría a una sanción por el Ministerio de Industria y Comercio, y detrimentos económicos con el cliente. Por tal razón, en este trabajo en modalidad práctica empresarial se realizó un análisis de riesgo completo de las operaciones en planta usando la metodología HAZOP, para medir y cuantificar el riesgo de los procesos de recibo, despacho, almacenamiento, además del procedimiento de toma de muestra para cada uno ellos, haciendo recomendaciones específicas en los puntos donde no se encuentre control correctivo, y así poder determinar la operación con mayor riesgo en planta.

Con esta metodología se determinó que la toma de muestras es el procedimiento con mayor riesgo operativo y no tiene control correctivo, por tanto, con la finalidad de mitigar este riesgo se realiza un protocolo para tener control y supervisión de este proceso.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Directora: Luz Marina Ballesteros Rueda, Doctora en Electroquímica, Ciencia y Tecnología. Codirectores: Carlos Delgadillo, Gerente Seccional ALGRANEL S.A. Cartagena; Libardo Viasus, Director de Mantenimiento ALGRANEL S.A. Cartagena.

SUMMARY

TITLE: SECURING OF RELIABILITY AND INTEGRITY OF BULK LIQUIDS THAT OFFLOAD, STORE AND DISPATCH IN CARTAGENA THE COLOMBIAN COMPANY ALGRANEL S.A.*

AUTHOR: ANGÉLICA MARÍA VILLABONA PABÓN**

KEYWORDS: Risk analysis, quality, seaport

DESCRIPTION:

The main seaports have as main objective to provide a storage, dispatch and receipt service, processes in which they have to ensure the quality and reliability of the product, the quality of the process and the service. ALGRANEL S.A., must comply with international standards and quality standards to certify that the service, the process and the product are in the required parameters, because mishandling would lead to a sanction by the Ministry of Industry and Commerce and economic detriments with the customer. For this reason, in this work in the modality: Business Practice, a complete risk analysis of plant operations was carried out using the HAZOP methodology, to measure and quantify the risk of plant operations of receipt, dispatch and storage, as well as the sampling procedure for each one of the processes making specific recommendations in the points where corrective control is not found, and thus be able to determine the operation with the greatest risk in the plant.

With this methodology it was determined that sampling is the procedure with the highest operational risk and does not have corrective control, therefore, in order to mitigate this risk, a protocol is made to have control and supervision of this process.

* Degree work

** Faculty of Physicochemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director: Luz Marina Ballesteros Rueda, PhD in Electrochemistry, Science and Technology. Co-directors: Carlos Delgadillo, Section Manager ALGRANEL S.A. Cartagena; Libardo Viasus, Maintenance Director ALGRANEL S.A. Cartagena

1. MARCO TEÓRICO

1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

Durante más de 50 años la empresa ALGRANEL S.A., recibe, almacena y despacha líquidos a granel. En su visión contempla continuar siendo líder en la prestación de este servicio en los puertos marítimos colombianos. La empresa cuenta con tres terminales portuarios ubicados en Cartagena, Barranquilla y Buenaventura, además de su sede administrativa en la ciudad de Bogotá.

En el terminal de Cartagena ALGRANEL S.A., tiene una capacidad de almacenamiento de 38064 m³ distribuidos en 53 tanques desde 3,9 a 50 m³. Recibe buques tanqueros de hasta 500 pies de eslora¹, 90 pies de manga² y calado³ máximo de llegada de 27,8 pies.

ALGRANEL S.A., recibe buques tanqueros cargados con líquidos combustibles, inflamables y corrosivos, que por medio de tuberías, mangueras y accesorios armados en línea forman la conexión de recibo marítimo como se observa en la figura 1. Además, recibe carrotanques⁴, isotanques⁵ y flexitanques⁶ a los cuales se les debe realizar una conexión específica para formar el proceso de recibo hacia tanques de acuerdo a la figura 2. Los líquidos recibidos son almacenados según la disposición y características en tanques horizontales y verticales que previamente pasaron por un proceso de alistamiento para asegurar la calidad del producto a

¹ Eslora: Dimensión del barco que mide el largo desde la proa hasta la popa.

² Manga: Dimensión del barco que mide el ancho desde el estribor hasta babor.

³ Calado: Dimensión de altura de un barco desde el punto de línea de flotación y la línea base.

⁴ Carrotanques: Vehículos de carga de líquidos a granel por medio de una cisterna.

⁵ Isotanques: Contenedor especializados para el transporte de líquidos peligrosos, en este contenedor se eliminan riesgos de contaminación al momento de transferir de un buque a otro.

⁶ Flexitanques: Sistema de embalaje flexible dentro de un contenedor, son bolsas de varias capas de propileno para transportar líquidos no peligrosos con capacidad de hasta 24000 litros.

almacenar. Estos tanques deben mantener el producto en las mismas condiciones que se recibe y en algunos casos especiales por petición del cliente se realizan mezclas o se le inyecta vapor seco para controlar la humedad del líquido.

Figura 1. Proceso de recibo marítimo hacia tanques

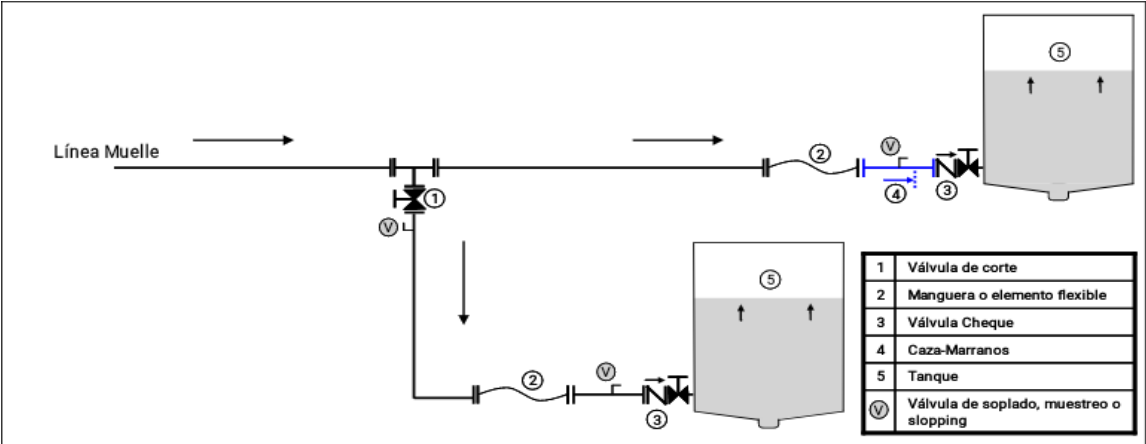
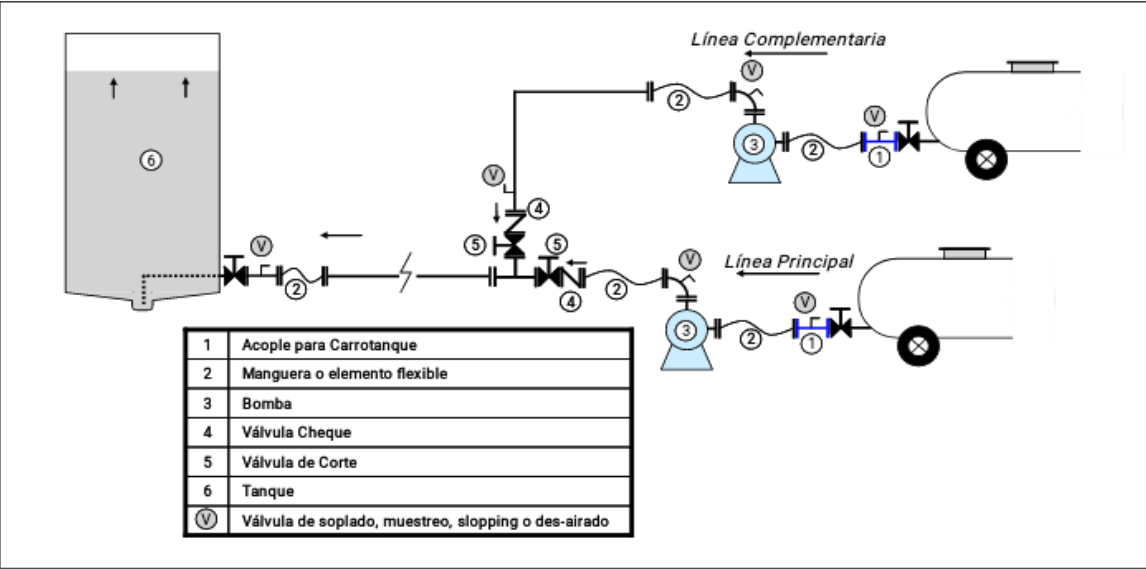


Figura 2. Proceso de recibo de carrotanques hacia tanques



Los tiempos de almacenamiento los define el cliente y la empresa, durante este tiempo se realizan tomas de muestras del líquido para determinar la calidad del mismo, así como la medida del nivel para calcular las pérdidas de cantidad de masa de producto.

El proceso de despacho se realiza por medio de buques químicos que van conectados a una o varias líneas según sea necesario (ver figura 4); igualmente está el despacho por carrotanques, isotanques y flexitanques, que cargan líquido desde los tanques en tierra (ver figura 3).

Figura 3. Proceso despacho carrotanques, isotanques y flexitanques

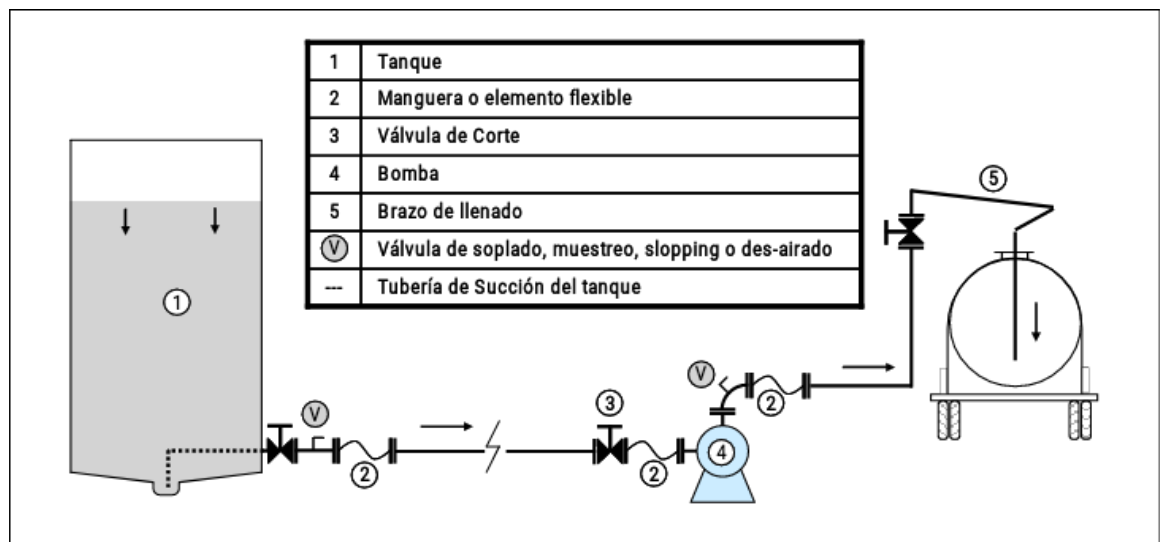
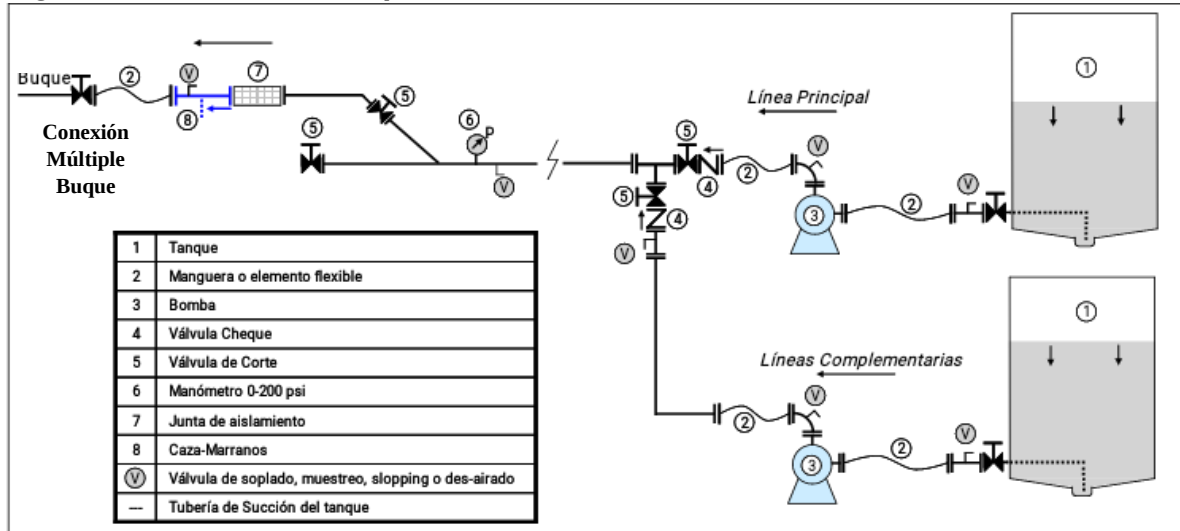


Figura 4. Proceso de despacho marítimo



Las muestras y análisis los realiza una compañía inspectora externa a la empresa, contratada por el cliente, la cual certifica que el producto llegó en buen estado, se almacenó y se despachó en las mismas condiciones en las que se recibió.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Mundialmente el comercio marítimo internacional se ha incrementado de tal manera que ha obligado a los países desarrollados a rediseñar sus operaciones logísticas a través de protocolos, procedimientos estándar e indicadores comparables y aplicables en cualquier lugar del mundo donde se haga uso de éste sistema de transporte de mercancías.⁷

⁷ RUA COSTA, C. Los puertos en el transporte marítimo. Universidad politécnica de Cataluña. Enero 2006

Los países asiáticos, europeos y norteamericanos actualmente se encuentran en gran avance y adelanto en regulación de tiempos en proceso, control y calidad de las operaciones de exportación e importación marítima comparado con Centroamérica y Suramérica. Se espera que esta situación en el futuro tienda a cambiar debido a la ampliación del canal de Panamá, los tratados de libre comercio y el auge económico de la región que están atrayendo operaciones internacionales a la región.⁸

El rompimiento de barreras geográficas en bien de la generación de oportunidades comerciales obliga a las empresas colombianas a mantener su competitividad para satisfacer necesidades de clientes ubicados en cualquier continente.

La empresa en su panorama de expansión contempla seguir siendo líder en la prestación de servicios portuarios para el manejo de líquidos combustibles e inflamables a granel. Durante la verificación continúa de los procesos de inspección de los productos y servicios se identificó la necesidad de ajustar el muestreo a estándares de reconocimiento por la mayoría de sus clientes.

La Algranel S.A., dentro de sus procedimientos para el desarrollo de sus procesos se apoya en las normas NTC ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, las cuales no solo contribuyen para la calidad, mejoramiento y aseguramiento de sus productos sino también con el medio ambiente y la seguridad y salud de sus trabajadores

En consecuencia, se tomó la decisión de intervenir en los procesos de muestreo e inspección, realizados por un contratista externo para ajustarlo a estándares internacionalmente reconocidos, teniendo en cuenta la calidad del producto y servicio, basándose en el análisis de riesgos de los procesos de recibo, despacho, almacenamiento y alistamiento de los productos en la planta de Cartagena de

⁸ GUEVARA, G y GUTIÉRREZ, A. La responsabilidad contractual del transportador marítimo de mercancías. Universidad Pontificia Javeriana. Bogotá- Colombia. Septiembre 2000

ALGRANEL S.A. Por tanto, se decidió ajustar el proceso de muestreo, inspección y almacenamiento a los estándares referidos por el Instituto Americano del Petróleo en el manual de estándares de medición: “*Manual of Petroleum Measurement Standards*” Con esta visión de la problemática y trazado el objetivo general, se planteó el siguiente mapa de ruta:

- Actualizar el procedimiento de muestro de los líquidos a granel durante los procesos de carga, almacenamiento y descargue integrando la normatividad y estándares internacionalmente de calidad.
- Determinar la calidad del producto recibido en términos del contenido de impurezas visuales, humedad, densidad, temperatura de almacenamiento, nivel y porcentaje de pureza; tomando muestras en los procesos de almacenamiento, despacho y recibo con la finalidad de informar al cliente todo lo referente al transporte y condiciones de su producto.

Las muestras se toman según el “Manual of Petroleum Measurement Standards” donde de acuerdo al tipo de tanque y lugar donde esté almacenado el líquido se debe realizar un muestreo teniendo en cuenta los equipos adecuados para cada situación.

Los líquidos que van a entrar en proceso de importación o exportación deben muestrearse, para determinar, analizar y asegurar las condiciones en las que se despachan y reciben. El muestreo debe realizarse según estándares aplicados al nivel en el cual el producto se encuentra almacenado. La medida del nivel debe hacerse con una cinta métrica de acero inoxidable, debidamente aislada y calibrada, de acuerdo a la altura se toma la muestra según la tabla 1⁹. Si el nivel del tanque es mayor a 4,5m se deben tomar muestras en el nivel superior, medio e inferior. Cada nivel representa un tercio del nivel total.

⁹ Manual of Petroleum Measurement Standars; capítulo 3, 5 y 8; the American Petroleum Institute, API Tercera edición, agosto 2013

Tabla 1. Requerimientos de muestreo puntual

Capacidad del Tanque/ Nivel de Líquido	Muestras requeridas		
	Superior	Medio	Inferior
Capacidad del tanque menor o igual a 159 m ³		X	
Capacidad del tanque mayor o igual a 159 m ³	X	X	X
Nivel ≤ 3 m		X	
3 m < Nivel $\leq 4,5$ m	X		X
Nivel > 4,5 m	X	X	X
<i>Cuando se requieren muestras puntuales en más de una ubicación del tanque, las muestras se obtendrán empezando por la muestra superior y continuando e orden hasta la muestra inferior.</i>			

Fuente: Manual of Petroleum Measurement Standards; capítulo 8.1 sección 1; the American Petroleum Institute, API Tercera edición, agosto 2013.

Anteriormente se realizaba esté procedimiento sin ningún control y sin ninguna supervisión, y generaba grandes problemas al realizar los cálculos de volumen disponible en un tanque; que pueden llegar a ocasionar un desborde del líquido en el proceso de llenado, teniendo en cuenta que se manejan líquidos corrosivos; lo cual generaría un peligro para los operarios y el daño que le puede causar a los equipos cercanos. Estas situaciones son faltas graves que no cumplen con los procedimientos del sistema de gestión de calidad; así mismo ponen en riesgo la salud de sus trabajadores por incumplimiento de requisitos legales exigibles en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, como es la identificación, evaluación y valoración de los peligros y riesgos que se encuentran en las áreas de trabajo para prevenir accidentes y enfermedades laborales; igualmente la afectación al medio ambiente y pérdidas económicas para la empresa.

Para dar cumplimiento con los procedimientos del sistema de gestión calidad de la empresa, se debe realizar un análisis de riesgos en los procesos, teniendo en cuenta hasta el más mínimo riesgo operativo que puede presentarse en alguna de

las operaciones de ALGRANEL S.A., afectando la calidad del producto, la salud de los trabajadores y estabilidad económica de la empresa.¹⁰

Existe una metodología llamada HAZOP (Hazard And Operability) que consiste en la revisión crítica y estructurada de un proceso o de un producto mediante una serie de comités de análisis, en los cuales un equipo multidisciplinario realiza de manera metódica una “lluvia de ideas”, orientados por la experiencia del líder del estudio, para identificar desviaciones de los objetivos y de las normas entre otros.¹¹

Con base en la metodología de HAZOP se obtiene los nodos, que son los puntos críticos en los cuales se pueden presentar riesgos y por tanto se requiere de un análisis por medio de palabras claves aplicadas a cada nodo con el fin de obtener la matriz de riesgos y así llegar a la toma de decisiones respecto a la mejora en la toma de muestras y mediciones de los líquidos.^{12,13}.

1.3 HAZOP*

HAZOP es una herramienta para analizar y evaluar los riesgos de seguridad que existen en una planta, esta herramienta identifica los problemas en las operaciones los cuales, aun cuando no represente un riesgo de seguridad, puede comprometer la capacidad de la planta para alcanzar la productivas de diseño.

El uso de la técnica de análisis HAZOP requiere de una fuente detallada de información concerniente al diseño y operación del proceso en mención.

¹⁰ Norma ISO 9001:2015

¹¹ CRAWLEY, F y TYLER, B. HAZOP: Guide to best practice. Tercera edición. Elsevier. 21st april 2015

¹² Norma ISO 9001:2015

¹³ FREEDMAN, P. Hazop como metodología de análisis de riesgos. Petrotecnia Revista del Instituto Argentino de Petróleo y Gas, Abril 2003. Buenos Aires- Argentina

En este caso se aplica HAZOP para medir y analizar el riesgo de la contaminación y calidad del producto.¹⁴

Documentación necesaria.

- Diagramas del flujo de procesos o diagramas (P&ID).
- Hojas de seguridad de los productos.
- Procesos operativos.
- Controles de procesos
- Normatividad

Pasos a seguir para aplicar HAZOP

1. Por cada proceso definir los sub-procesos.

Procesos:

Recibo, despacho y almacenamiento

Subprocesos:

Toma de muestras, carga de producto en buque, carga de producto en carrotanque, descarga de producto en tierra, descarga de producto de un buque.

2. A cada sub-proceso se le establece los nodos correspondientes.

Los nodos corresponden a los puntos donde se presentan riesgo en el sub-proceso. En general los nodos incluyen tramos de tubería donde hay presencia de equipos o trabajo físico que puede dar errores humanos.

Los nodos se definieron en las reuniones semanales del grupo experto, donde después de analizar la documentación y estudio de campo, se expusieron los nodos.

¹⁴ ALGRANEL, procedimiento: Proceso de alistamiento, Cartagena, agosto 2017

Prueba de agua, muestras en todo el proceso de recibo, producto almacenado, traslado de producto, mezcla de productos, apertura de válvulas, producto en movimiento, llenado de tanques, soplado y marraneo, documentación, conexión de mangueras, producto en movimiento, llenado de tanques al finalizar el ultimo carrotanque de producto, medición de nivel y temperatura inicial de los productos en los tanques, pesaje del carrotanque, conexión de mangueras al carrotanque en la central de carga, muestras en todo el proceso de despacho, llenado de carrotanques por arriba, llenado de carrotanques por abajo, salida del carrotanque, medición del nivel de producto en los tanques, plan de cargue, conexión de mangueras desde el tanque en tierra hacia el buque, slopping, línea de conexión en tierra, transferencia de producto, desconexión de tubería y mangueras.

3. Definir las palabras guías (Más, menos, presencia, ausencia, si, no, etc.) y las variables (Presión, temperatura, caudal, nivel, energía, etc.) correspondientes aplicables a cada nodo.

En los nodos se aplican las desviaciones que se puedan presentar y ocasionar un riesgo.

Las variables o parámetros se definen según aplica para cada nodo, deben ser las variables que afecten al nodo y pueda surgir algún riesgo o requerir un control a partir de esta.

Palabras guía: si, no, más y menos

Variables: agua, calidad del producto, energía electrostática, presión temperatura, humedad, nivel, masa, flujo, velocidad, rata de bombeo, corrosión, normatividad, control.

4. Para cada desviación (palabra guía + variable = desviación) deducir las posibles causas y las posibles consecuencias.

5. Hallar el índice de riesgo por cada causa o consecuencia.

Según la tabla JOJO nos indica cómo medir el índice de riesgo para las matrices de los procesos y subprocesos.

Tabla 2. Niveles de severidad y probabilidad para la valoración del riesgo.

PROBABILIDAD	SEVERIDAD			
	1 (Insignificante)	2 (Marginal)	3 (Crítica)	4 (Catastrófica)
1 (Improbable)	1	2	3	4
2 (Remota)	2	4	6	7
3 (Poco frecuente)	2	6	7	8
4 (Muy frecuente)	3	7	8	9

Fuente: Petrotecnia Revista del Instituto Argentino de Petróleo y Gas, Pablo Freedman. Hazop como metodología de análisis de riesgos. Abril 2003.

Nivel de riesgo de 1 a 3: Baja Prioridad. Se deberá tomar acción cuando los medios estén disponibles.

Nivel de riesgo de 4 a 6: Media Prioridad. Deben tomarse acciones en un corto periodo de tiempo.

Nivel de riesgo de 7 a 9: Muy Alta Prioridad. Se deben tomar acciones inmediatas.¹⁵

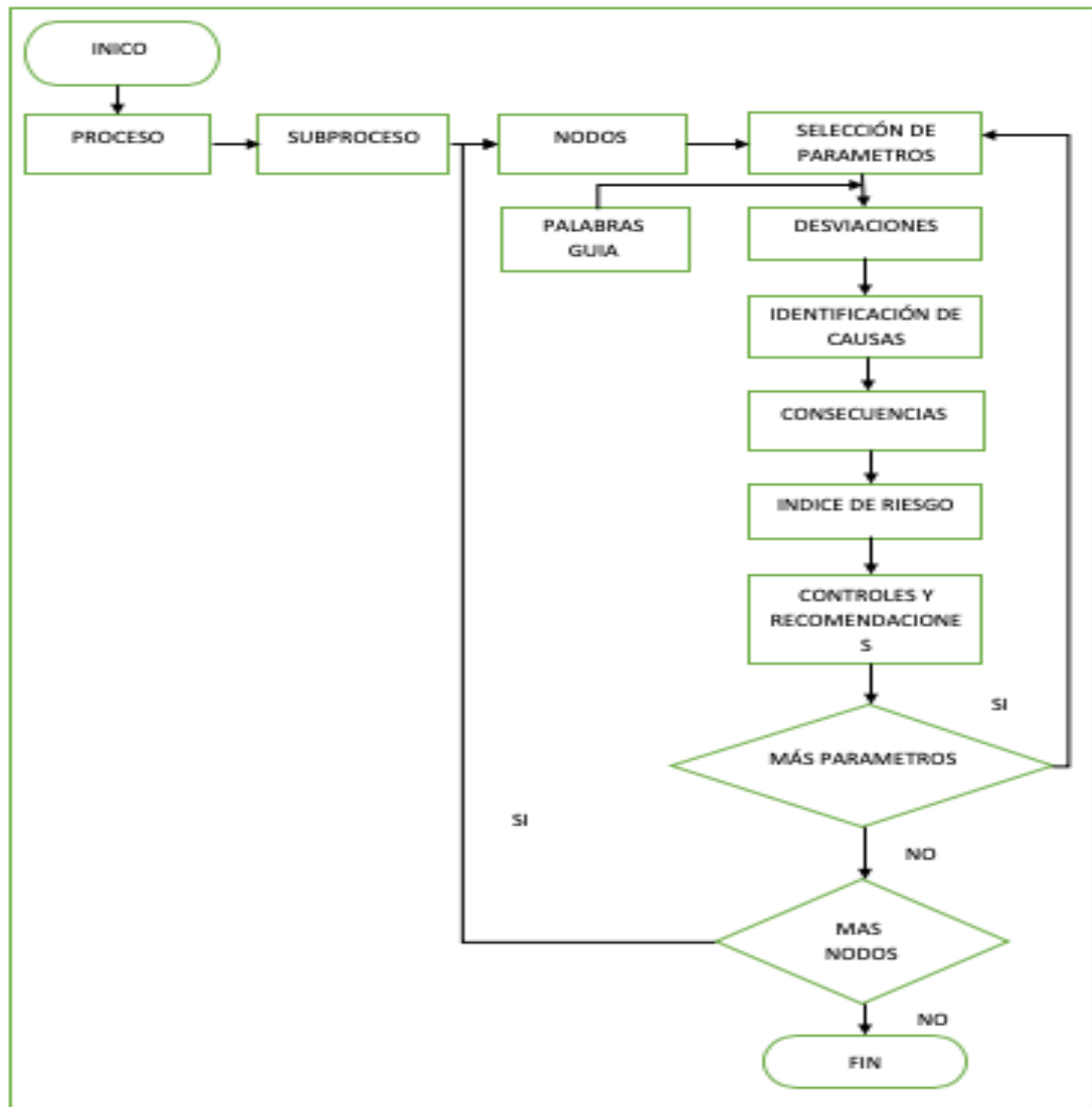
6. Especificar los controles o hacerlas respectivas recomendaciones.

Si el riesgo tiene control y se aplica no es necesario realizar una recomendación, pero si hay control y no se aplica se debe analizar el motivo del por qué no se está aplicando, si el riesgo no tiene control se procede a realizar una recomendación.

En la figura 5 se muestra el diagrama de flujo para aplicar la metodología HAZOP a cualquier proceso.

¹⁵ FREEDMAN, P. Hazop como metodología de análisis de riesgos. Petrotecnia Revista del Instituto Argentino de Petróleo y Gas, Abril 2003. Buenos Aires- Argentina

Figura 5. Diagrama de flujo metodología HAZOP



En los procesos de recibo, almacenamiento y despacho ya sea marítimo o terrestre, se debe conocer, entender y manejar toda la información respecto al líquido con el que se va a realizar dicha operación. La información normalmente es suministrada por el cliente que dispone del producto.

ALGRANEL S.A., como empresa prestadora de servicios vigilada por el Ministerio de Industria y Comercio, debe corroborar ante la DIAN, que estos datos sean reales y correspondan al producto.

Para validar que el producto que se está almacenando cumpla con las características del cliente, se debe utilizar como guía informativa del líquido la ficha de seguridad: “*Material safety data sheet*” y para esto se debe contar con un conocimiento adecuado para entender y manejar la ficha. (Ver anexo A)

Como principio ingenieril se debe tener siempre en cuenta los balances de masa, ya que de estos depende gran parte de la operación que es vigilada ante el Ministerio de Industria y Comercio, por tanto, se debe reportar diariamente las cantidades disponibles, recibidas, despachadas y así como las pérdidas del producto.

1.4 PRINCIPIOS INGENIERILES

1.4.1 Cálculo de existencias físicas

$$M = V \cdot D_T$$

M: cantidad de masa del producto almacenado, expresada en kilogramos

V: volumen del líquido almacenado en el tanque, este es calculado por medio de la altura del líquido medida con una cinta métrica calibrada y ese dato ingresa a la tabla de aforo creado para la empresa ALGRANEL S.A., para cada tanque en específico donde se encuentre almacenado y se lee en la tabla el volumen en litros, si es necesario se debe interpolar entre los valores.

D_T : densidad de la sustancia calculada a la temperatura del tanque, la cual es medida con un termómetro debidamente calibrado. La densidad del producto se expresa en kg/l, y se calcula con la siguiente formula:

$$D_T = D_{ref} - (T - T_{ref}) \cdot f_c$$

Donde,

D_{ref} : es la densidad de referencia del producto, expresada en kg/l

T : es la temperatura real del producto medida en el tanque en °c

T_{ref} : es la temperatura de referencia en °c dada por el cliente o dueño del producto según las especificaciones.

f_c : es la variación de la densidad del producto respecto a la temperatura, expresada en kg/l.°c, este valor es calculado y estimado a partir de los certificados de calidad que envía el dueño del producto

1.4.2 Cálculo de pérdidas y ganancias. Las pérdidas y ganancias se calculan de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\Delta_{inv} = M_{des} - M_{rec}$$

$$\% \Delta_{inv} = \frac{\Delta_{inv}}{\Delta_{rec}} \cdot 100$$

Donde:

Δ_{inv} : es la pérdida o ganancia del producto expresado en kilogramos. Este resultado puede ser positivo (ganancia) o negativo (pérdida).

$\% \Delta_{inv}$: es la pérdida o ganancia del producto expresada en unidades porcentuales. Este resultado puede ser positivo (ganancia) o negativo (pérdida).

M_{des} : es la cantidad de masa despachada expresada en kilogramos. Este valor se obtiene de las cantidades medidas por báscula para el caso de despachos

terrestres, o la cantidad certificada por la compañía inspectora para el caso de despachos vía marítima.

M_{rec} : es la cantidad de masa recibida expresada en kilogramos. Este valor se obtiene por la compañía inspectora, para el caso de los recibos marítimos o por báscula, para el caso de los recibos terrestres.

1.5 LÍMITES PERMISIBLES DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS

De acuerdo con la experiencia de más de 50 años de ALGRANEL S.A., en el manejo de carga líquida a granel, las pérdidas y ganancias en el almacenamiento de sustancias líquidas controladas no deben superar los siguientes porcentajes:

- 0,60% por el primer mes de almacenamiento sobre la cantidad recibida y certificada por escrito por la compañía inspectora en uno o en varios tanques del terminal de ALGRANEL S.A.
- 0,40% adicional por mes o prorrata calculado sobre los saldos al inicio de cada mes a partir del segundo mes de almacenamiento.

Cuando se mezclan dos o más cargamentos de un mismo producto, los porcentajes anteriormente citados se computarán con base en la sumatoria de las cantidades recibidas de cada cargamento.¹⁶

¹⁶ FUENTES, J., GONZALES, M., GONZALES, C y BAIXAULI, P. Risk Analysis of a Fuel Storage Terminal Using HAZOP and FTA. International Journal of Environmental Research and Public Health. 30 June 2017. Volumen 14, número de páginas 26

1.6 ORIGEN DE LAS PÉRDIDAS Y GANANCIA EN UN CARGAMENTO

Generalmente el origen de las pérdidas y ganancias en las existencias físicas de los productos líquidos controlados, se debe a los siguientes factores. ¹⁷

- Propiedades fisicoquímicas (presión de vapor, velocidad de evaporación, peso específico)
- Condiciones ambientales (presión atmosférica, temperatura ambiente, ciclo diario de calentamiento de tanques)
- Cantidad de tanques utilizados por cargamento
- Diseño, ubicación y dimensiones de los tanques (tipo de techo, color de la superficie exterior del tanque, altura, diámetro, configuración del venteo)
- Pérdidas por movimiento del producto (llenado y vaciado de los tanques, nivel y temperatura del líquido, capacidad del espacio vacío)
- Tiempo de almacenamiento
- Incertidumbre en las mediciones

¹⁷ ALGRANEL, procedimiento: Proceso de alistamiento, Cartagena, agosto 2017

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Validar el proceso seguido en ALGRANEL S. A., para el muestreo y medición de los productos teniendo en cuenta la matriz de riesgos operativos y cumpliendo con los estándares mencionados en el documento "*Manual of Petroleum Measurement Standards*" para asegurar la calidad y confiabilidad de los productos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Inspeccionar los procedimientos de toma de medición, manejo y análisis de muestras para determinar cómo aplicar estándares y normas.
2. Crear la matriz de riesgos operacionales por medio de la metodología HAZOP.
3. Actualizar el procedimiento de muestreo y medición para presentar a la Gerencia de ALGRANEL S.A., y obtener su aprobación.
4. Desarrollar el protocolo para la toma de medición y la toma de muestras para asegurar la confiabilidad e integridad de los líquidos dentro de la empresa.

3. ALCANCE

El alcance de este proyecto como modalidad práctica empresarial es un primer paso para lograr la justificación y creación de un área de aseguramiento y control de la calidad en la empresa ALGRANEL S.A., El proyecto se centra en buscar la confiabilidad e integridad de los líquidos custodiados por la empresa durante los procesos de almacenamiento, recibo y despacho; como también los posibles riesgos físicos y químicos que pueden existir en dichos procesos por la manipulación y el tipo de sustancia.

Esto incluye:

- Realizar un estudio de análisis de riesgos mediante la metodología HAZOP.
- Acompañamiento y supervisión en las tomas de muestras y medición de los líquidos en los procesos.
- Control, clasificación y disposición de las muestras tomadas como testigo por parte de ALGRANEL S.A.

El Gerente Seccional de Cartagena y la Directora del Departamento de HSEQ supervisaron el desarrollo de esta práctica empresarial.

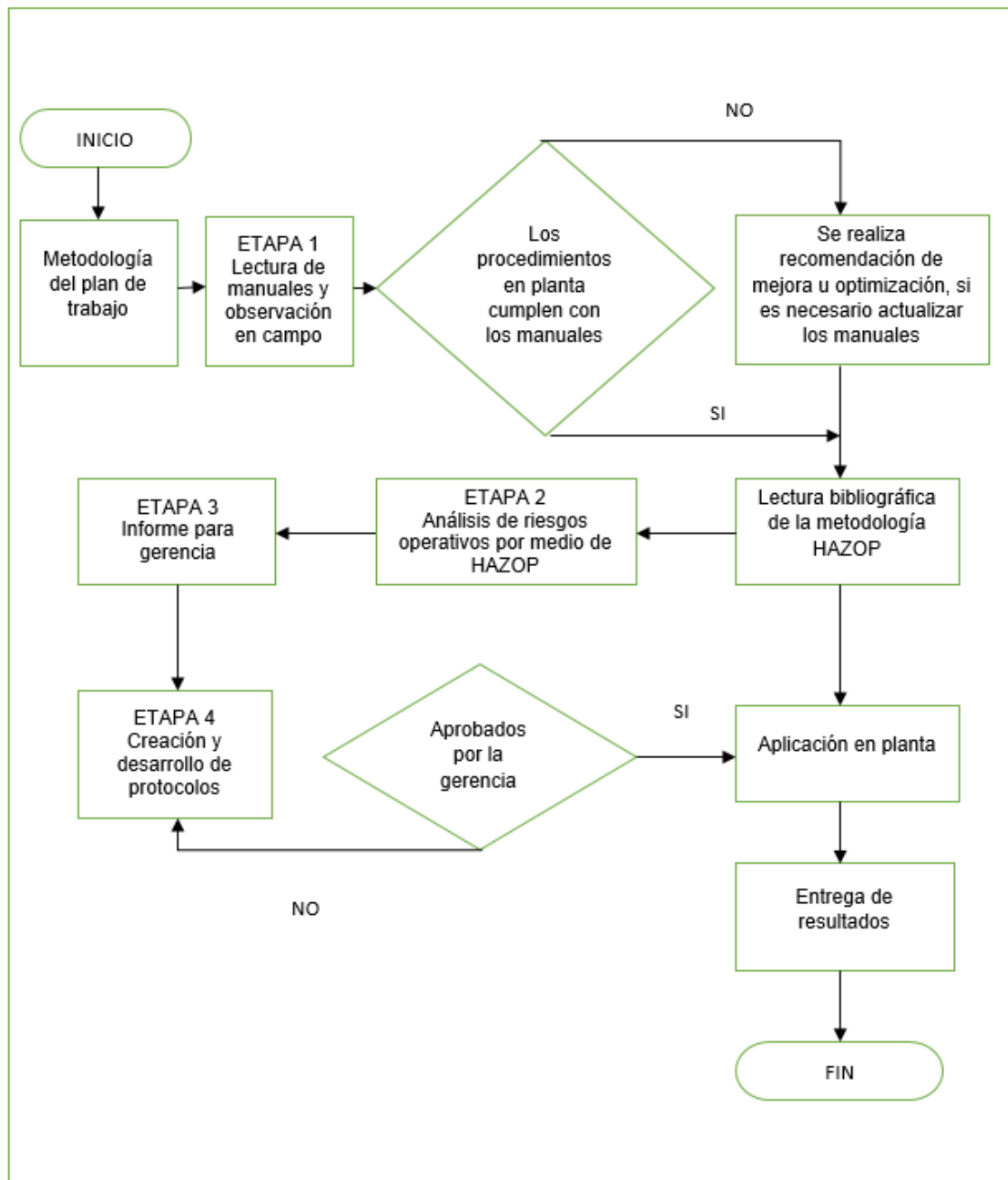
4. METODOLOGÍA

Tabla 3. Metodología

ETAPA	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (SEMANAS)
PRIMERA	Para realizar la inspección de los procedimientos, se debe realizar la lectura de los manuales operativos y los procedimientos de toma de medición, manejo y análisis de muestras para luego la observación en campo, se analiza paso a paso cada procedimiento, junto con los operadores que realizan las actividades específicas en cada proceso, de igual forma se analizan los equipos, su función y estado de mantenimiento e identificar si se está cumpliendo con los procesos escritos en manual, ajustar las falencias ya sea en el proceso en planta o en el manual.	7
SEGUNDA	Teniendo suficiente conocimiento de los procesos operativos se procede a realizar el análisis de riesgos usando la metodología HAZOP*, haciendo antes un estudio bibliográfico de cómo llevar a cabo esta metodología y crear la matriz de riesgos operacionales, para esta etapa se conforma un grupo de trabajo especialista, trabajadores con mayor conocimiento de las áreas específicas de la empresa, se realizan reuniones semanales como plan de trabajo para identificar los nodos y seleccionar las palabras claves, luego de esto realizar los análisis de riesgos, calificarlos y proponer acciones correctiva o de control si es necesario.	10
TERCERA	Se realiza el análisis de las matrices de riesgos, de todos los procesos operativos de ALGRANEL S.A., teniendo en cuenta el nivel de riesgo que fue encontrado se propone un control correctivo inmediato, para luego poder aplicarse en los procesos en planta y así actualizar los procedimientos que necesiten ser mejorados.	4
CUARTA	Creación y desarrollo de los protocolos, basándose en el sistema de gestión y calidad para poder tener un alto control en el proceso operativo asegurando la confiabilidad y trazabilidad de los productos, el protocolo se exige a todas las compañías inspectoras que realicen toma de muestras y a los operarios que realicen actividades de alistamiento, cargue y descargue de producto, así como la medición del mismo. Todo debe quedar documentado y registrado.	4

Se puede apreciar en la figura 6 el diagrama de flujo detallado de la metodología del proyecto.

Figura 6. Diagrama de flujo metodología del proyecto



5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 INSPECCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS.

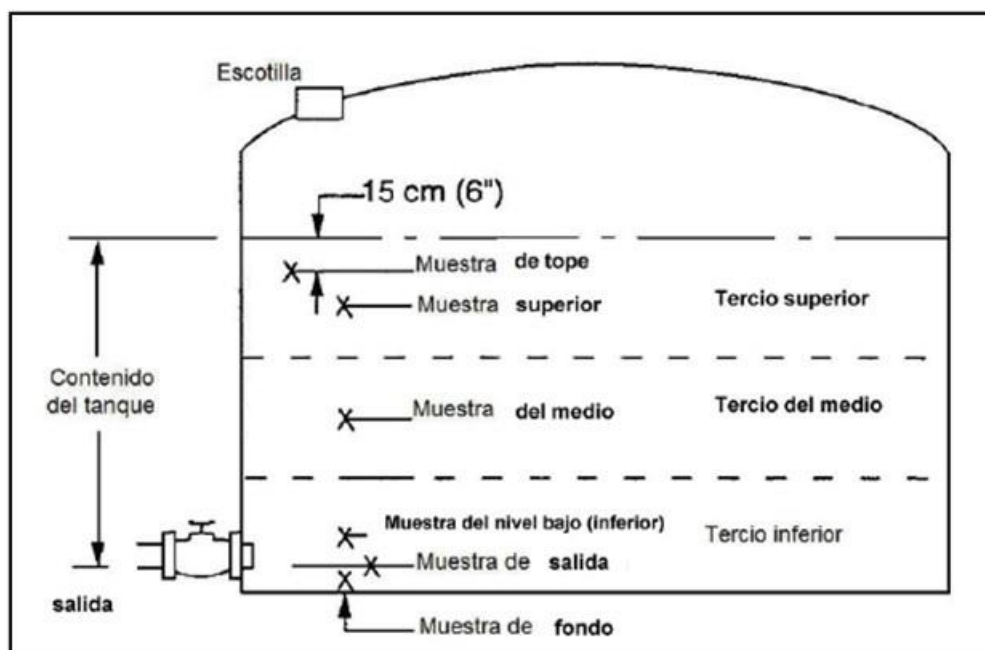
La razón principal del proyecto es asegurar la calidad de los líquidos, basándonos en el objetivo de la inspección de los procedimientos y manuales operativos, la observación en planta para la primera etapa del proceso se realizó en un total de 36 días de acompañamiento junto a operadores e inspectores, a partir de este estudio en campo se determinó que se debe asegurar la calidad de los tanques, motobombas, tuberías y mangueras asignados para la prestación del servicio, al realizar el proceso de inspección de los procedimientos de toma de medición, manejo y análisis de muestras se analizó, se estudió y se observó que los procesos de alistamiento y toma de muestras son un punto crítico porque presentan varias falencias como control y supervisión en el trabajo de campo, ya que en la mayoría de veces se observó que el operario no realiza las actividades como están establecidas en el caso del proceso de alistamiento. Para el proceso de toma de muestras se evidenció que no se realizan actividades de seguimiento y control, lo que puede conllevar a que el producto se contamine o que los procesos no cumplan con los estándares de calidad establecidos por la empresa.

Por tanto, los accesorios y equipos deben ser alistados antes del montaje. De igual forma se debe proceder con aquellos tramos de línea (tuberías o mangueras) cuyo proceso de alistamiento difiera del resto de la línea en virtud del último producto manejado. La línea de transferencia del producto puede ser alistada una vez montada o por tramos.

El proceso de alistamiento de los equipos y tanques es el punto clave en todo el proceso de control de calidad, ya que de este depende en mayor parte en que el producto se mantenga en las condiciones que se recibe o que se despacha y depende de muchos procesos de limpieza y purificación los cuales cumplen con el sistema de calidad requerido por tanto se hace mención en este proyecto, pero se estudia a fondo en el anexo B, ya que este proceso cuenta con el certificado de calidad a diferencia de los otros que aún no lo tienen.

Los tanques con producto almacenado, solo requieren de la realización de mediciones de altura, temperatura del líquido y toma de muestras de su contenido. Según el nivel en el que se encuentre el producto tendrá una muestra que se debe clasificar según clase en: tope, superior, medio, inferior, salida y fondo como se observa en la figura 7.

Figura 7. Ubicaciones para muestreo puntual



Fuente: Norma API. Manual de estándares de medición del petróleo capítulo 8

Los tanques y equipos en proceso de alistamiento, deberán identificarse con un aviso que indique su estado fuera de servicio.

Siguiendo con la metodología propuesta se procede a crear la matriz de riesgos por medio de HAZOP para cada proceso operativo, teniendo los siguientes resultados críticos en los procesos de recibo, toma de muestras y almacenamiento que se pueden observar en la tabla 2 y tabla 3, los otros procesos analizados presentan riesgos que no son críticos y por tanto se dejan como anexo D ya que no requieren análisis.

5.2 MATRIZ DE RIESGOS

En el objetivo de la creación de la matriz de riesgos operativos por medio de la metodología HAZOP, se sugiere a la empresa ALGRANEL S.A., realizar el análisis y cálculo de nivel de riesgo según la bibliografía que se encontró a partir de este estudio descrito anteriormente en el marco teórico. Para cada proceso operativo se obtiene los siguientes: en la matriz de tabla 3 del subproceso de toma de muestras se observa que hay más desviaciones de índice de riesgo 7, que desviaciones en riesgo moderado por eso se considera que la toma de muestras en la empresa ALGRANEL S.A., necesita una reestructuración, supervisión y exigencias hacia la compañía inspectora.

Esas variables con riesgo alto presentan control de acción correctivo.

La desviación de “menos calidad”, lo cual hace referencia a que la muestra del producto no está dentro de los estándares exigidos por el cliente, en el nodo “muestras en todo el proceso de recibo”, tiene un riesgo nivel 4 moderado y por

tanto se recomienda la inspección de los equipos y que estos cumplan los requisitos de aptitud¹⁸.

Tabla 4. Matriz de riesgos en el proceso de recibo y subproceso toma de muestras

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S ¹⁹	F ²⁰	IR ²¹
Prueba de Agua	Si Agua	El producto trae agua en el carrotanque	Posible daño del producto	4	2	7
		Presencia de agua en las tapas de los compartimiento del carrotanque, que al abrirse cae al producto				
		Filtración de agua en los tanques en tierra				
Muestras en todo el proceso de recibo	Menos calidad del producto	La compañía inspectora no toma las muestras según la norma	Pérdida de veracidad de la muestra, problemas legales	4	2	7
		La compañía inspectora no sella ni etiqueta las muestras	Manipulación de la muestra, uso deshonesto	4	2	7
		La compañía inspectora no usa los equipos apropiados	La muestra no representa ninguna clase	3	1	3

¹⁸ Los requisitos de aptitud son que los equipos se deben encontrar sin trazas ni residuos de productos anteriores que hayan pasado por esos equipos, y con buen estado de mantenimiento.

¹⁹ S: Severidad de la posible consecuencia, escala de 1 a 4 siendo 1 insignificante y 4 catastrófico.

²⁰ F: Frecuencia de la posible causa, escala de 1 a 4, siendo 1 improbable y 4 frecuente.

²¹ IR: Índice de riesgo, siendo de 1 a 3 bajo riesgo, de 4 a 6 moderado, de 7 a 9 alto.

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S ¹⁹	F ²⁰	IR ²¹
		El uso de equipos que no sean lavados anteriormente o estén sucios de producto no compatible	Contaminación del producto	4	1	4
	Más energía electrostática	Los equipos de muestreo están sin puesta a tierra	Posible formación de chispa que puede causar explosión	4	2	7

5.3 ALMACENAMIENTO

Se observa en la tabla 4 la matriz de riesgos del proceso de almacenamiento, en la cual los índices de riesgos de los nodos no representa un riesgo alto, pero si se evidenciaron riesgos bajos sin ningún tipo de control, todo riesgo por más mínimo que sea debe tener su respectivo control de acción inmediata como lo es en el caso de la desviación menos temperatura donde se sugiere analizar la viabilidad de un serpentín central o un agitador para asegurar la transferencia de calor a todo el producto, ya que el que está actualmente solo se encuentra en el fondo.

En la desviación más nivel y más masa se recomienda la instalación y control de un sensor de nivel para evitar pérdidas de producto en derrames.

Tabla 5. Matriz de riesgos en el proceso de almacenamiento

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S	F	IR
Producto almacenado	Más presión	Temperatura del ambiente	Sobrepresión en el tanque	3	1	3
	Más temperatura		Más gases inflamables en los líquidos inflamables	3	1	3
	Menos temperatura		Mayor viscosidad en algunos productos como las bases, lo que al momento de hacer la descarga del producto hace más lenta la operación ya que presenta mayor resistencia a fluir	1	2	2
	Más humedad		Los aceites dieléctricos se les deben disminuir la humedad ya que afecta la rigidez dieléctrica. Si el aceite tiene humedad empieza perder su propiedad aislante, lo cual no es apto para su uso.	2	1	2
Traslado de productos	Más nivel	Cálculos incorrectos de medida y capacidad en el tanque	El tanque supere el 98% y/o se pueda generar un derrame de producto	4	1	4
Mezcla de productos	Más masa	Cálculos incorrectos o el operario de mediciones no se encontraba realizando la medición en el momento	La mezcla no quede con las concentraciones especificadas	2	1	2

Como bien se ha dicho anteriormente y se ha comprobado por medio de la metodología de análisis de riesgo HAZOP, en el proceso de toma de muestras en ALGRANEL S.A., se encuentran muchas falencias por falta de supervisión y control hacia las compañías externas, lo cual afecta el aseguramiento de la calidad del producto almacenado en planta.

5.4 ACTUALIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS

Se llevó a cabo la actualización de toma de muestras para que pueda tener la totalidad de seguridad que los procedimientos se están llevando tal cual como está establecido en el “*Manual of Petroleum Measurement Standards*”.

5.4.1 Toma de muestras en carrotaques. Se debe iniciar con la verificación conjunta de los sellos colocados en cada vehículo y si se encuentran trazas de agua en cada compartimiento de la cisterna, debe ser realizada entre el inspector y el operario asignado, el muestreo se debe llevar a cabo de la siguiente forma en presencia del funcionario designado por ALGRANEL S.A., en la tabla 5 se describen las respectivas actividades.

Tabla 6. Toma de muestras en carrotaques

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
TOMA DE MUESTRA	INSPECTOR	1. El inspector debe tomar una muestra corrida en cada compartimiento del tanque del vehículo 2. Las muestras tomadas se deben mezclar para obtener una muestra compuesta del cargamento 3. La muestra compuesta se debe dividir en tres partes iguales: Una para retención de Algranel S.A., una para retención de La Compañía Inspectora y una para realizar análisis fisicoquímicos.
ETIQUETADO Y SELLADO	INSPECTOR COLABORADOR DELEGADO	4. Cada muestra compuesta debe ser etiquetada, sellada y registrada en el formato de OP-F11 Registro de Muestras, ver figura 8, con la firma del inspector, antes de iniciarse el descargue del producto al tanque en tierra.

5.4.2 Toma de muestras en tanques de ALGRANEL S.A. Después de la verificación del contenido de agua en el tanque, que debe ser realizada entre el inspector y el operario asignado, el muestreo se debe llevar a cabo de la siguiente forma en presencia del colaborador designado por ALGRANEL S.A., (ver tabla 6) con las respectivas actividades.

Tabla 7. Toma de muestras en tanques

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
TOMA DE MUESTRA	INSPECTOR	1. El inspector debe tomar mínimo dos muestras de superficie, intermedia y fondo en cada tanque. Un juego de muestras (superficie, intermedia y fondo) para retención de la Compañía Inspectora y otro para retención de Algranel S.A. 2. El funcionario designado acompaña y supervisa la toma de muestras de acuerdo al paso a paso descrito en todo momento.
ETIQUETADO Y SELLADO	INSPECTOR Y FUNCIONARIO DELEGADO	3. Cada muestra compuesta debe ser etiquetada, sellada y registrada en el formato de Registro de Muestras con la firma del inspector.

Figura 8. Formato op-f11 registro toma de muestras

 ALGRANEL S.A.		REGISTRO DE MUESTRAS				OP-F11	
						Revisión 1	
						22/01/2018	
<i>Diligencie toda la información solicitada</i>							
PRODUCTO				CLIENTE			DO
CIA INSPECTORA				RESPONSABLE DE LAS MUESTRAS			
CLASE:	S: Superficie	I: Intermedio	F: Fondo	C: Corrida	SL: Sopping	PM: Punta de la manguera	CO: Compuesta

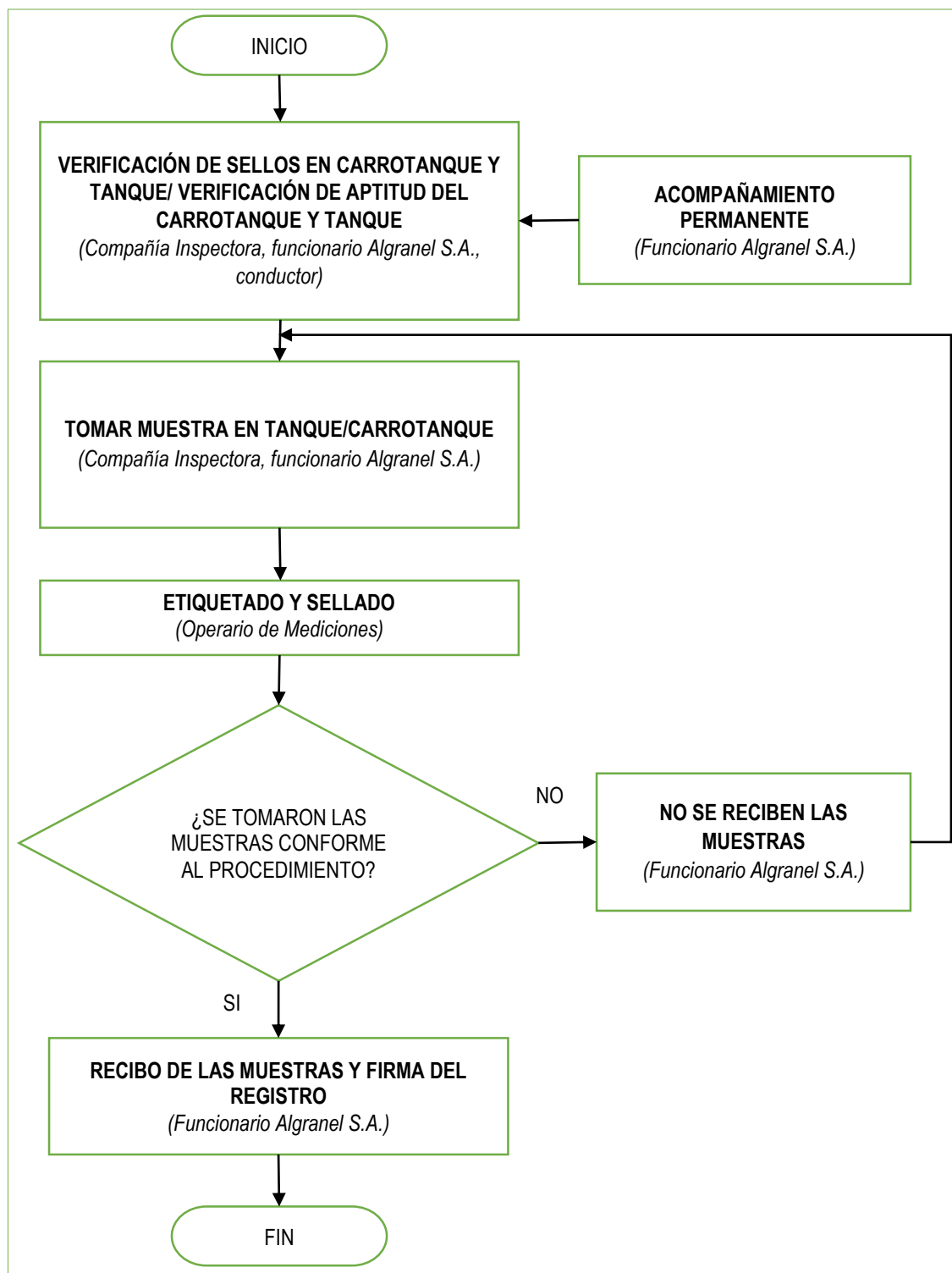
 ALGRANEL S.A.		REGISTRO DE MUESTRAS						OP-F11
								Revisión 1
								22/01/2018
FECHA	PROCEDENCIA			CLASE	CANTIDAD	SELLO	RETENC IÓN	FIRMA INSPECTO R
DD/MM/AA	TANQ UE	CARROTAN QUE	OTROS	S; I; F; C; SL; PM: CO	250 / 500 / 1000 cc	NUMER O N°		
ACTA DE DISPOSICIÓN FINAL DE ESTAS MUESTRAS								
SIENDO LAS: _____ HORAS DEL DIA _____ DEL AÑO 201____ SE REUNIERON _____ PARA DESECHAR LAS MUESTRAS DE ESTE CARGAMENTO Y QUE SERÁN DEPOSITADOS EN _____. PARA CONSTANCIA DE LO ANTERIOR, FIRMAN LOS AQUÍ PRESENTES:								
Gerente seccional / Encargado				Coordinador de operaciones			Responsable de las muestras	

5.4.3 Creación de protocolo para el procedimiento de toma de muestras y Control del proceso. No se recibirán las muestras que no hayan sido tomadas en la presencia del funcionario designado por el Gerente Seccional y bajo el procedimiento descrito en la figura 9 la cual representa el diagrama de flujo planteado en el proyecto para la ejecución del proceso de toma de muestras disposición según la tabla 7.

Tabla 8. Control toma de muestras

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
ALMACENAMIENTO	GERENTE SECCIONAL	1. Conserve las muestras tomadas de los productos hasta por 30 días después de haber finalizado la entrega del cargamento.
DISPOSICIÓN	GERENTE SECCIONAL	2. Realice la disposición de las muestras obsoletas mediante el formato OP-F11 y de acuerdo con el procedimiento de gestión ambiental.

Figura 9. Diagrama de flujo toma de muestras en los procesos



6. CONCLUSIONES

- La inspección y estudio de campo de los procesos se concluye que es fundamental establecer las operaciones necesarias para el alistamiento de acuerdo a las características del último producto contenido en los equipos y accesorios, además de la compatibilidad con el producto que se va recibir.
- Por medio de la metodología HAZOP para el análisis de riesgos operacionales en planta de ALGRANEL S.A., en Cartagena, se determinó que la toma de muestras es el proceso con mayor riesgo dentro de la planta, lo cual puede afectar la calidad del producto. igualmente se encontraron varios riesgos de nivel alto en los cuales en su mayoría tienen control de acción correctiva inmediata, alguno con riesgo bajo y riesgo medio no presentan control y por tanto se realiza una recomendación que pueda controlar y disminuir el riesgo para cada variable que no tiene acción correctiva.
- Se actualizan los procedimientos de muestreo creando un protocolo donde tendrá mayor énfasis en la supervisión, control y acompañamiento de las compañías inspectoras, exigiendo el cumplimiento del “*Manual of Petroleum Measurement Standards*” y así cumplir con las normas de calidad de la empresa.
- La empresa actualmente está documentando todos los procesos que no se encuentran certificados para lograr el mejor control de la calidad y operatividad a través de la norma ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Así mismo la empresa se encontraba en la implementación del sistema de seguridad y salud en el trabajo con el objetivo de prevenir los accidentes y enfermedades laborales.

7. RECOMENDACIONES

Con los resultados de esta práctica empresarial se recomienda a la empresa esto:

- Realizar auditorías a las compañías inspectoras, exigiéndoles cumplimiento en las normas de calidad ISO 9002:2015 y la norma ambiental ISO 1400:2015.
- Crear un área de calidad en el cual el funcionario asignado responsable debe ser una persona con conocimientos en procesos y normas que pueda responder y exigir ante problema en el aseguramiento de la calidad del proceso.
- Para un mayor control de todos los procesos se sugiere hacer un análisis de la viabilidad de la automatización de la planta en los puntos clave como lo son los tanques que presenten mayor movimiento de líquido y las centrales de carga para tener un mayor control de los procesos.
- Que ALGRANEL S.A., tenga sus propios equipos de muestreo certificados y con estos se realicen los procedimientos de toma de muestras, además de opción de un laboratorio en planta que permita realizar los análisis químicos dentro de la empresa para evitar que la compañía inspectora los realice externamente.

BIBLIOGRAFÍA

ALGRANEL, procedimiento: Proceso recibo, despacho y almacenamiento. Cartagena, agosto 2017.

CRAWLEY, Frank y TYLER, Brian. HAZOP: Guide to best practice. Tercera edición. Elsevier. 21st april 2015.

FREEDMAN, Pablo. Hazop como metodología de análisis de riesgos. Petrotecnia Revista del Instituto Argentino de Petróleo y Gas, Abril 2003. Buenos Aires-Argentina

FUENTES, José Luis; GONZALES, María Carmen; GONZALES, Carolina y BAIXAULI, Piedad. Risk Analysis of a Fuel Storage Terminal Using HAZOP and FTA. International Journal of Environmental Research and Public Health. 30 June 2017. Volumen 14, número de Pág. 26.

GUEVARA, Germán Augusto y GUTIÉRREZ, Armando Rafael. La responsabilidad contractual del transportador marítimo de mercancías. Universidad Pontificia Javeriana. Bogotá- Colombia. Septiembre 2000.

Manual of Petroleum Measurement Standars; capitulo 3, 5 y 8; the American Petroleum Institute, API Tercera edición, agosto 2013.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistema de gestión de calidad. Requisitos, NTC ISO 14001. Bogotá D.C.: El Instituto. 2015. 33p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistema de gestión de calidad. Requisitos, NTC ISO 9001. Bogotá D.C.: El Instituto. 2015. 24p.

RUA COSTA, Carles. Los puertos en el transporte marítimo. Universidad politécnica de Cataluña. Enero 2006.

ANEXOS

ANEXO A. Ficha de seguridad del tolueno

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2015/830/UE



Tolueno $\geq 99,5$ %, para síntesis

número de artículo: **9558**

Versión: **2.0 es**

Reemplaza la versión de: 24.09.2015

Versión: (1)

fecha de emisión: 24.09.2015

Revisión: 21.02.2019

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificador del producto

Identificación de la sustancia	Tolueno
Número de artículo	9558
Número de registro (REACH)	01-2119471310-51-xxxx
No de índice	601-021-00-3
Número CE	203-625-9
Número CAS	108-88-3

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados:	producto químico de laboratorio uso analítico y de laboratorio
---------------------	---

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Carl Roth GmbH + Co KG
Schoemperlenstr. 3-5
D-76185 Karlsruhe
Alemania

Teléfono: +49 (0) 721 - 56 06 0

Fax: +49 (0) 721 - 56 06 149

e-mail: sicherheit@carlroth.de

Sitio web: www.carlroth.de

Persona competente responsable de la ficha de datos de seguridad : Department Health, Safety and Environment

e-mail (persona competente) : sicherheit@carlroth.de

1.4 Teléfono de emergencia

Servicios de información para casos de emergencia **Poison Centre Munich: +49/(0)89 19240**

1.5 Importador

Teléfono:

Fax:

Sitio web:

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2015/830/UE



Tolueno $\geq 99,5\%$, para síntesis

número de artículo: 9558

Clasificación según SGA			
Sección	Clase de peligro	Clase y categoría de peligro	Indicación de peligro
2.6	líquidos inflamables	(Flam. Liq. 2)	H225
3.2	corrosión o irritación cutáneas	(Skin Irrit. 2)	H315
3.7	toxicidad para la reproducción	(Repr. 2)	H361d
3.8D	toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (efectos narcóticos, somnolencia)	(STOT SE 3)	H336
3.9	toxicidad específica en determinados órganos (exposiciones repetidas)	(STOT RE 2)	H373
3.10	peligro por aspiración	(Asp. Tox. 1)	H304

Los principales efectos adversos fisicoquímicos, para la salud humana y para el medio ambiente

Efectos narcóticos.

2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Palabra de advertencia

Peligro

Pictogramas

GHS02, GHS07,
GHS08



Indicaciones de peligro

H225	Líquido y vapores muy inflamables
H304	Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias
H315	Provoca irritación cutánea
H336	Puede provocar somnolencia o vértigo
H361d	Se sospecha que daña al feto
H373	Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas

Consejos de prudencia

Consejos de prudencia - prevención

P210	Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
P280	Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

Consejos de prudencia - respuesta

P302+P352	EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con abundante agua y jabón.
P308+P313	EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico.
P331	NO provocar el vómito.

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2015/830/UE



Tolueno $\geq 99,5\%$, para síntesis

número de artículo: 9558

Etiquetado de los envases cuyo contenido no excede de 125 ml

Palabra de advertencia: **Peligro**

Símbolo(s)



H304
H361D

Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.
Se sospecha que daña al feto.

P280
P308+P313
P331

Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.
EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico.
NO provocar el vómito.

2.3 Otros peligros

No hay información adicional.

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

3.1 Sustancias

Nombre de la sustancia	Metilbenceno
No de índice	601-021-00-3
Número de registro (REACH)	01-2119471310-51-xxxx
Número CE	203-625-9
Número CAS	108-88-3
Fórmula molecular	C_7H_8
Masa molar	92,14 g/mol

SECCIÓN 4: Primeros auxilios

4.1 Descripción de los primeros auxilios



Notas generales

Quitar las prendas contaminadas.

En caso de inhalación

Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Aclararse la piel con agua/ ducharse. En caso de irritaciones cutáneas, consultar a un dermatólogo.

En caso de contacto con los ojos

Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.

En caso de ingestión

Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito. Peligro por aspiración. En caso de accidente o malestar, acudir inmediatamente al médico (si es posible, mostrar la etiqueta).

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2015/830/UE



Tolueno $\geq 99,5\%$, para síntesis

número de artículo: 9558

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

En caso de contacto con los ojos: Enrojecimiento conjuntival, Causa irritación de ligera a moderada, Después de contacto con la piel: Provoca un efecto desengrasante en la piel, Efectos irritantes, En caso de ingestión: Vómitos, Peligro de aspiración, En caso de inhalación: Pueden producirse cefaleas y mareos, Tos, Déficit de la percepción y la coordinación, aumento del tiempo de reacción, o somnolencia, Efecto de envenenamiento en el sistema nervioso central puede causar convulsiones, dificultad al respirar y desmayo

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Vigilar el movimiento de circulación. Observaciones posteriores de pulmonía y edema pulmonar.

SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción



Medios de extinción apropiados

Coordinar las medidas de extinción con los alrededores
agua pulverizada, espuma, polvo extinguidor seco, dióxido de carbono (CO₂)

Medios de extinción no apropiados

chorro de agua

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Combustible. Vapores pesan más que aire, se extienden sobre el suelo y producen con aire mezclas explosivas. Vapores pueden formar con aire una mezcla explosiva.

Productos de combustión peligrosos

En caso de incendio pueden formarse: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂)

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Luchar contra el incendio desde una distancia razonable, tomando las precauciones habituales. Llevar un aparato de respiración autónomo.

SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia



Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia

Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. Evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa. No respirar los vapores/aerosoles. Prevención de las fuentes de ignición. Asegurar una ventilación adecuada.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Mantener el producto alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas. Propiedades explosivas.

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2015/830/UE



Tolueno $\geq 99,5\%$, para síntesis

número de artículo: 9558

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Consejos sobre la manera de contener un vertido

Cierre de desagües.

Indicaciones adecuadas sobre la manera de limpiar un vertido

Absorber con una sustancia aglutinante de líquidos (arena, harina fósil, aglutinante de ácidos, aglutinante universal).

Otras indicaciones relativas a los vertidos y las fugas

Colocar en recipientes apropiados para su eliminación. Ventilar la zona afectada.

6.4 Referencia a otras secciones

Productos de combustión peligrosos: véase sección 5. Equipo de protección personal: véase sección 8. Materiales incompatibles: véase sección 10. Consideraciones relativas a la eliminación: véase sección 13.

SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento

7.1 Precauciones para una manipulación segura

Prever una ventilación suficiente. Usar ventilador (laboratorio). Evitar: Formación de aerosol y niebla.

- Medidas de prevención de incendios, así como las destinadas a impedir la formación de partículas en suspensión y polvo



Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.

Tomar medidas de precaución contra descargas electrostáticas. Debido al peligro de explosión, evitar pérdidas de vapores en bodegas, alcantarillados y cunetas.

Recomendaciones sobre medidas generales de higiene en el trabajo

Lavar las manos antes de las pausas y al fin del trabajo. Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos. No fumar durante su utilización.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Mantener el recipiente herméticamente cerrado.

Sustancias o mezclas incompatibles

Observe el almacenamiento compatible de productos químicos.

Atención a otras indicaciones

Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción.

• Requisitos de ventilación

Utilización de ventilación local y general.

• Diseño específico de locales o depósitos de almacenamiento

Temperatura de almacenaje recomendada: 15 – 25 °C.

7.3 Usos específicos finales

No hay información disponible.

ANEXO B. Alistamiento

El proceso de alistamiento es el punto clave en todo el proceso de control de calidad, ya que de este depende en mayor parte en que el producto se mantenga en las condiciones que se recibe o que se despacha.

El alistamiento depende de muchos procesos de limpieza y purificación los cuales cumplen con el sistema de calidad requerido por tanto se hace mención en este proyecto, pero no se estudia a fondo ya que este proceso cuenta con el certificado de calidad a diferencia de los otros que aún no lo tienen.

A continuación, se muestran los procesos incluidos en el alistamiento.

Desgasificación.

Tanques, tuberías y accesorios

Si los vapores a desalojar son inflamables, se debe realizar una desgasificación mecánica empleando un ventilador industrial, ubicándolo en el manjole lateral del tanque de tal forma que le inyecte aire; todos los demás puntos del tanque deben estar abiertos a la atmósfera (Manjole Superior, Punto de medición, Válvulas, etc.).

Si los vapores no son inflamables se puede realizar una desgasificación natural o mecánica.

Para realizar la desgasificación natural, se debe abrir las válvulas y tapas del tanque para que los gases circulen por ventilación natural.

Los tiempos de desgasificación están en función de lograr las siguientes condiciones:

- Concentración de O₂ mayor a 19,5%
- Ausencia de olor

Para ello, puede requerirse entre 6 y 12 horas dependiendo del tamaño del tanque y del producto a desgasificar.²²

Vaporización

Tanques, tuberías y accesorios

En esta etapa se tapan todas las partes del tanque y a través de una brida de soplado conectada a cualquiera de las válvulas del tanque se inyecta vapor por el tiempo necesario dependiendo del tipo de producto a eliminar y del tamaño del tanque.

Para las tuberías y accesorios se inyecta vapor al equipo o línea a través de una brida de soplado conectada en uno de sus extremos. Se deben instalar bridas ciegas con válvulas de purga y trampa de vapor en los extremos libres. El tiempo de operación depende del producto a eliminar y del tamaño del equipo. Antes de la desconexión se debe despresurizar la línea o equipo a través de la válvula de purga.

Retiro de remanentes

Tanques

Mediante bombeo de los remanentes y/o aguas residuales se realiza transferencia hacia el tanque asignado o los tambores dispuestos para esta operación.

²² Norma ISO 14001:2015

Cuando el producto a retirar no es inflamable o tóxico se puede realizar una extracción manual, aunque se recomienda el uso de bomba de diafragma para cantidades mayores a 10 galones.

Cuando el producto a retirar forma “gomas” es necesario rasparlas y retirarlas manualmente del fondo del tanque; a esta operación se le conoce como el “Recunche” del tanque.

Desalojo del producto

Tubería y accesorios

Para el caso de líneas y tuberías se realiza con un marrano o cilindro de espuma impulsado por aire o nitrógeno a presión. En el extremo de recibo se conecta una brida con punto de soplado y manguera para conducir los residuales hacia un tambor o al tanque de aguas residuales.

Para el caso de accesorios (válvulas de corte, válvulas cheque, etc.) se realiza una limpieza manual con textil o paño absorbente.

Lavado

Tanques, tuberías y accesorios

La mezcla de lavado depende del residual adherido.

Se requiere un sistema de bombeo y recirculación cerrado con las siguientes características para el lavado en tanques.

- Presión a la descarga: 200-250 psi
- Caudal de recirculación: mayor a 150 gpm

El lavado se puede realizar con un equipo automático de lavado de tanques o manualmente, mediante un operario que controla la aplicación del chorro a presión de la mezcla de lavado en todas las secciones internas del tanque. En este último caso la presión de descarga no puede ser superior a 150 psi.

Todas las aguas que se generen se deben transferir hacia un tanque de aguas residuales para su posterior disposición.

Para tuberías y mangueras, la mezcla de lavado es inyectada desde un extremo e impulsada por un marrano con aire comprimido o nitrógeno. El residual resultante debe ser conducido a un tanque de aguas residuales.

El lavado de equipos y accesorios se realiza de forma manual con la mezcla de lavado que se considere pertinente²³, en la tabla 7 se detalla la mezcla necesaria para el tipo de producto.

Tabla 8. Mezcla de lavado por producto.

M E Z C L A	Agua + Detergente			Vapor / Agua potable + Detergente	Agua potable	Vapor vivo/ Agua potable	Estos productos pueden no requerir mezcla de lavado
	P	R	O	D	U	C	
	- Acetato de	- N Butanol	- Aceite de	- Dietilenglicol	- Ácido	- Alcohol	
	- Butilo	- N Propanol	- girasol	- Soda Caustica	- Propiónico	- Etílico	o
	- Acetato de	- Nyflex 222B	- Aceite de	- Trietilenglicol	- Nitro Izar	- Etanol	
	- Vinilo	- Ortóxileno	- Soya			- Alcohol	
	- Ácidos Grasos	- Polyol	- Aceite de			- industrial	
	- ACPM o Diésel	- Propilenglicol	- Palmiste				

²³ Norma ISO 14001:2015

M E Z C L A	Agua + Detergente		Vapor / Agua potable + Detergente	Agua potable	Vapor vivo/ Agua potable	Estos productos pueden no requerir mezcla de lavado
T O	- Alcohol Octílico - Alkil Benceno lineal - Banole - Butilacrilato - Dioctilphtalato-DOP - Dodecilbenceno - Dos Etil Hexanol - 2EtilHexil Acrilato - Exxol D 40 - Exxol D 80 - Escaid 110 - Isobutanol - Jayflex DINP	- Solvesso 100 - Solvesso 150 - Tolueno - Vassa LP 90 - Xileno	- Aceite de Palma - Estearina de Palma - Grasa Amarilla - Sebos o Grasas de Bovinos - Aceite vegetal usado - Coinjab - Mezclas de Grasas - Oleína de Palma - Residuos grasos - Bases lubricantes - Slops de residuos oleosos			- Alcohol neutro - Alcohol anhidro - Acetato de propilo. - Acetato de Isobutilo - Acetato de Etilo - Butilglicol - Hexano - Isopropanol - Metanol - Metil Etil Cetona - MIBK - Suresol 100/150 - Solgad 100/150

Purga

Tuberías y accesorios

En algunos casos es necesario realizar un “enjuague” o “purga” de la línea con un producto químico apropiado o el mismo producto que se va a trasegar. La operación es exactamente igual a la descrita para el lavado.

Secado y barrido

Tanques, tubería y accesorios

Se debe evacuar por medios mecánicos todas las aguas posibles y se debe emplear un ventilador industrial para secar completamente el tanque, tuberías y accesorios dejando libre de humedad las partes internas de los equipos ya que de lo contrario se puede contaminar el producto.

Los productos almacenados o el agua al evaporarse sobre la lámina de metal generan óxidos de hierro, por lo que es necesario barrerlos y retirarlos del tanque.

En la tubería la línea se sobre-presiona (se sopla contra válvula cerrada) y se libera súbitamente la presión para lograr el “arrastre” de los finos y residuales de espuma. Esto se repite las veces que sea necesario hasta que no se observe más salida de elementos. En la figura 10 y 11 se observa el diagrama de flujo del proceso de alistamiento.

Figura 10. Diagrama de flujo proceso de alistamiento A

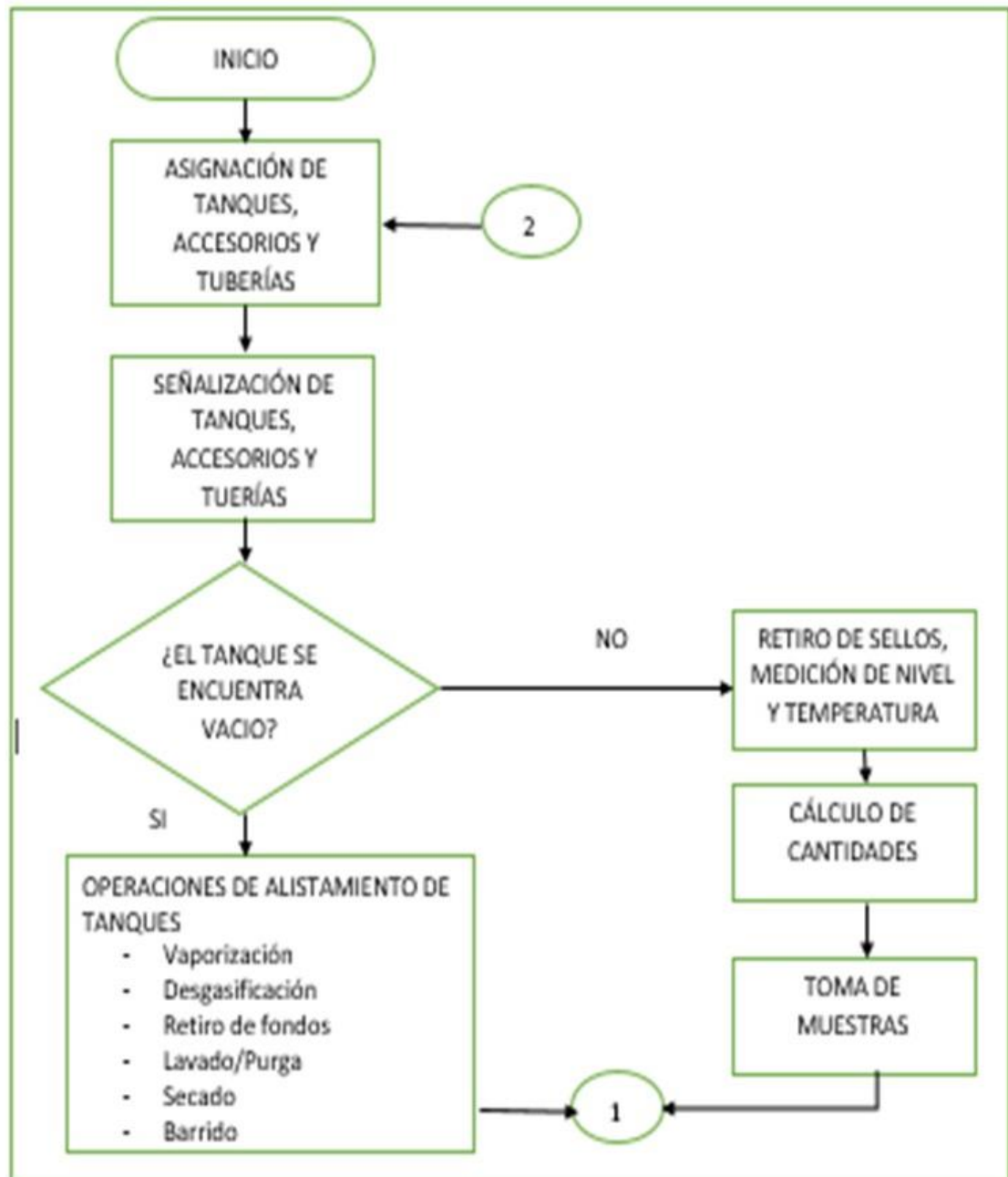
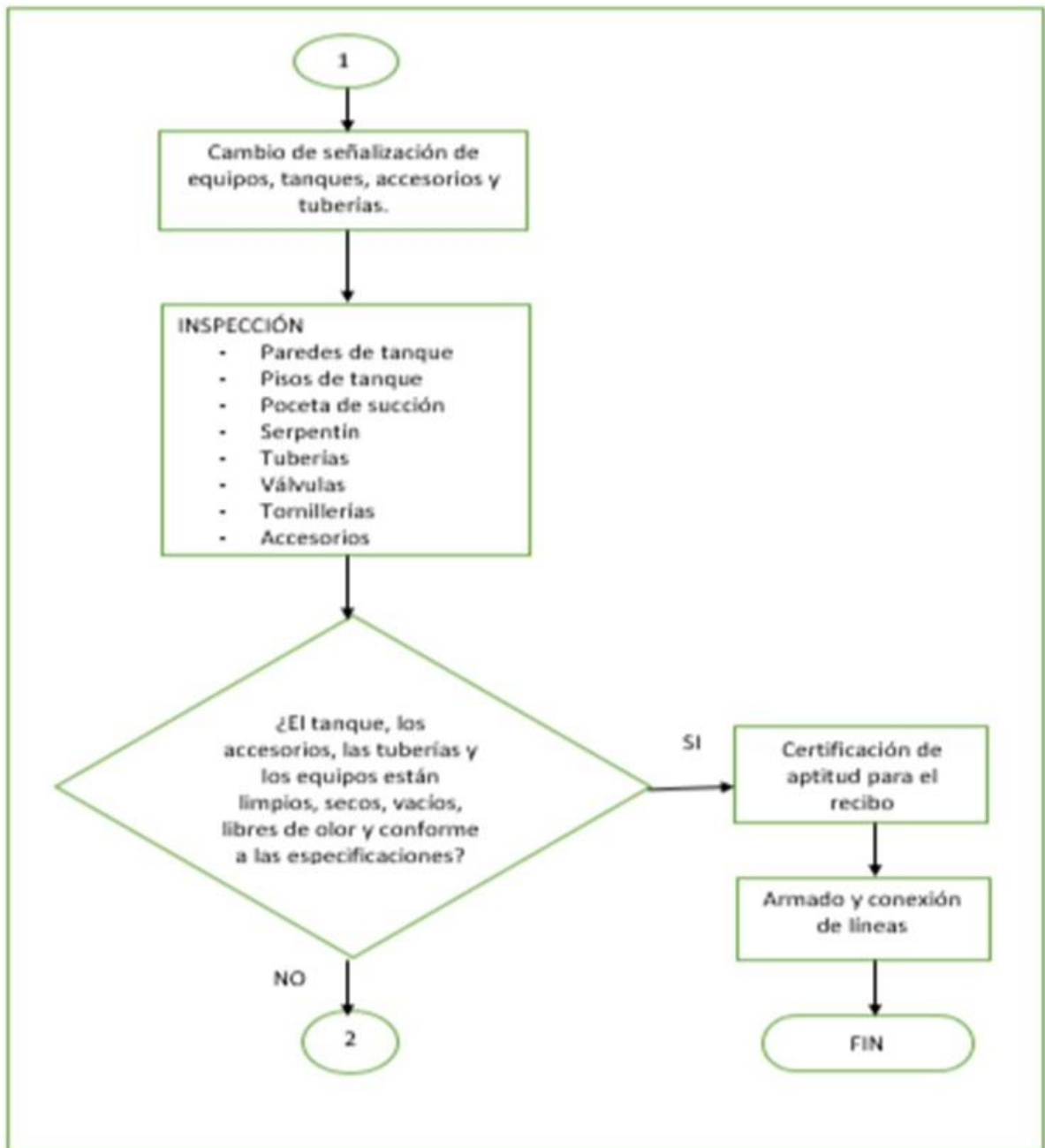


Figura 11. Diagrama de flujo proceso de alistamiento B



ANEXO C. Diagramas de flujo de los procesos de ALGRANEL S.A.

En este anexo mostramos los diagramas de flujo de los procesos de recibo, almacenamiento y despacho, los cuales fueron realizados según el análisis que se realizó en la metodología del proyecto.

En el siguiente diagrama de flujo, figura 12 y 13, se muestra el proceso de recibo ya sea marítimo o terrestre teniendo en cuenta los pasos que se deben seguir para cada uno. En las figuras 14 y 15 el proceso de despacho marítimo y terrestre.

Figura 12. Diagrama de flujo proceso de recibo A

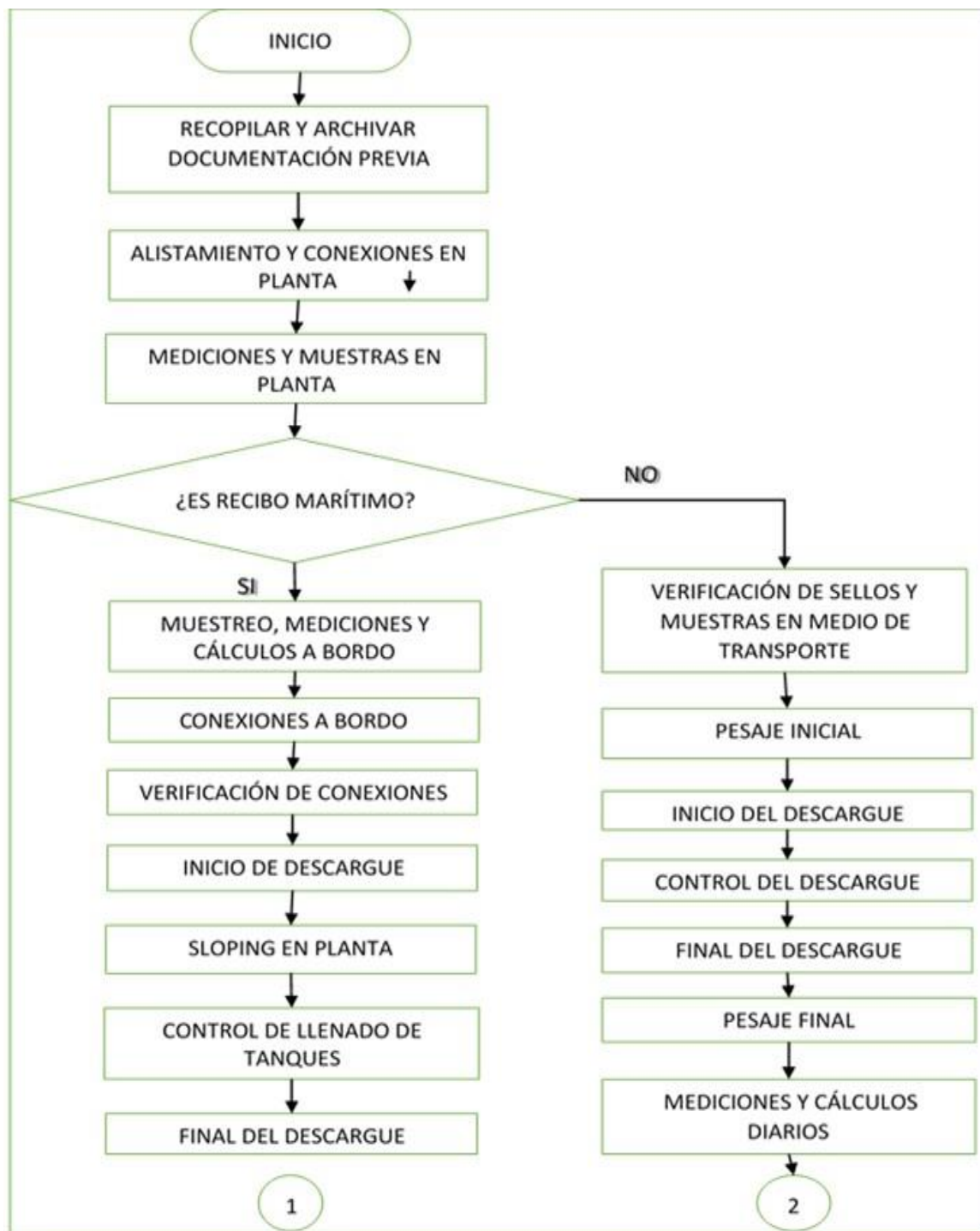


Figura 13. Diagrama de flujo proceso de recibo B

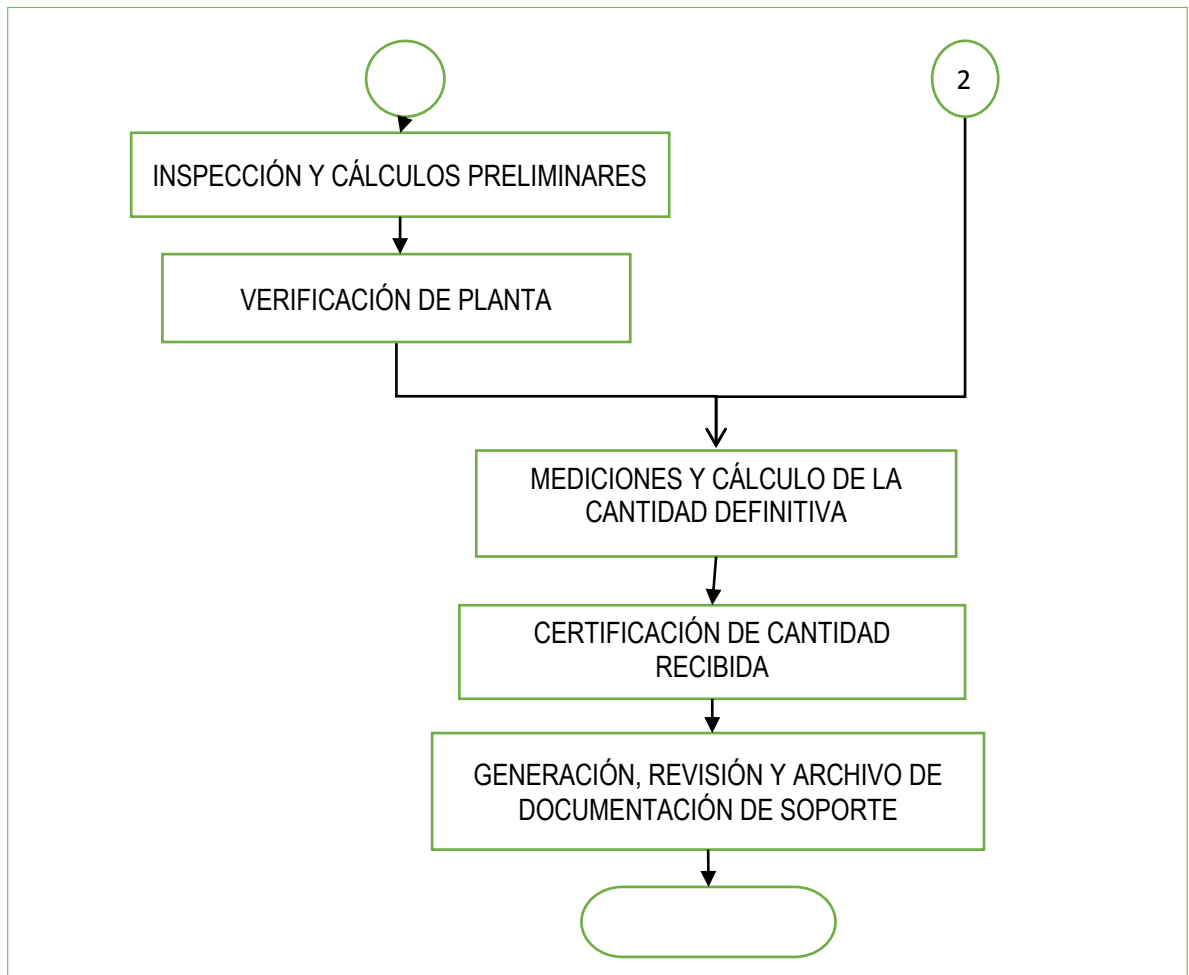


Figura 14. Diagrama de flujo proceso de despacho A

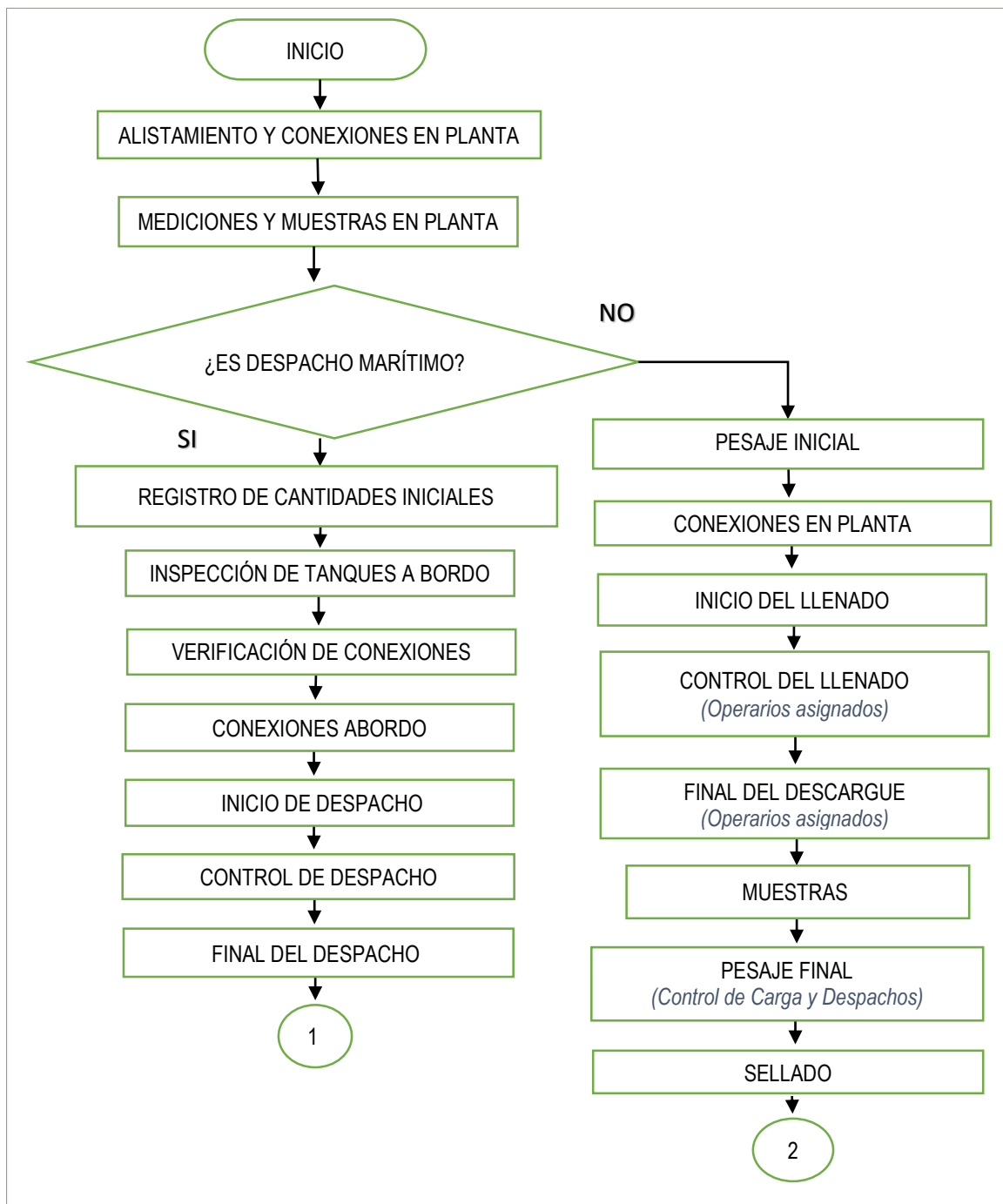
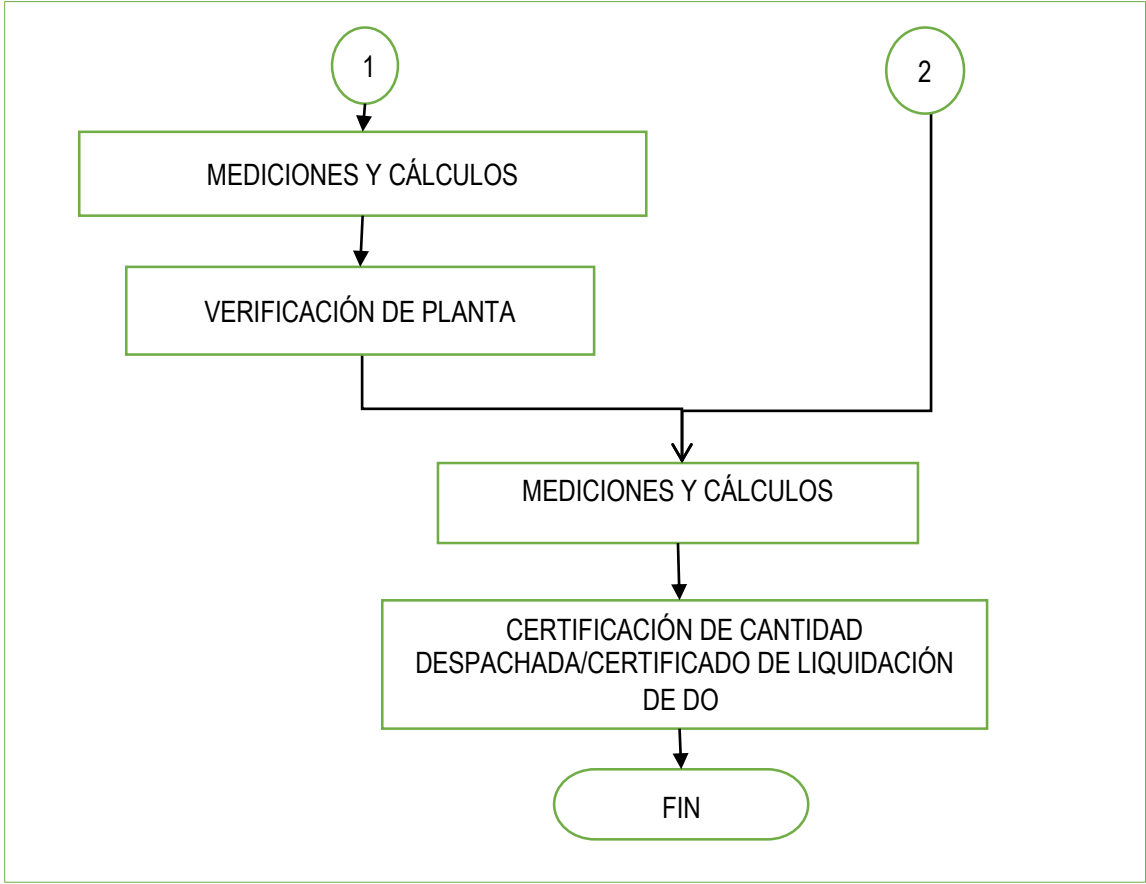


Figura 15. Diagrama de flujo proceso de despacho B



ANEXO D. Matrices de riesgos de los procesos de ALGRANEL S.A.

RECIBO: Descarga del buque hacia el tanque en tierra.

En la tabla 8 de la matriz de este sub proceso se encuentra que la corrosión y la energía electrostática son desviaciones de alto riesgo en planta y ya tienen su acción correctiva aplicada y documentada, en cambio en el nodo de soplado y marraneo con desviación más velocidad, se recomienda poner un filtro en la válvula de salida al momento que se vaya a descargar el producto del tanque ya que el operador no puede atrapar el marrano ocasiona la contaminación del producto.

Tabla 9. Matriz de riesgos en el proceso de recibo y subproceso descarga del buque hacia el tanque en tierra

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S	F	IR
Apertura de válvulas.	No flujo.	El buque no está listo para bombear.	Retraso en el tiempo de la operación de descargue.	2	2	4
		No se han tomado muestras o no han salido los análisis de las muestras.		2	1	2
	Más velocidad.	Aumento en el variador de velocidad de la bomba del buque.	Mayor rata de bombeo de la establecida, la cual puede ocasionar fricción del producto en la tubería y generar una chispa en los productos inflamables.	4	1	4
	Más energía electrostática.	Alta velocidad del producto.	Posible riesgo de explosión si ocurre una diferencia en el potencial eléctrico.	4	1	4
		No tener una buena conexión a tierra.		4	1	4
Producto en movimiento.	Más presión.	La presión de bombeo en el buque aumente.	Puede presentarse rompimiento de una manguera si se llega a superar la presión de diseño de ella.	4	1	4

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S	F	IR
		Cierre de una válvula en tierra en la línea de descargue.	Posible derrame de producto al superar la presión establecida.	4	1	4
	Más rata de bombeo.	Cambio en el variador de velocidad de la bomba del buque.	Aumento en la energía electrostática.	3	1	3
			El tanque puede llenarse muy rápido y puede derramarse producto.	3	1	3
	Menos calidad.	Mal alistamiento de tubería y tanques	Contaminación del producto.	4	1	4
	Más corrosión.	Tubería y válvulas expuestas a la intemperie.	Deterioro de la superficie la tubería y de la válvula.	3	3	7
Llenado de tanques.	Más nivel.	Cálculo erróneo de las mediciones de los tanques.	Cálculo erróneo de la capacidad a recibir, superando el 98% del nivel.	3	1	3
			Derrame de producto al superar el nivel esperado en el tanque.	3	1	3
Soplado y marraneo	Más velocidad.	Aumento de la presión del compresor.	El operador no pueda atrapar el marrano y este llegue directo al tanque.	2	2	4
	Más energía electrostática.	Aumento de la presión del compresor.	Si el producto es inflamable y se realiza un soplado con aire puede generar chispa y ocasionar una explosión.	4	2	7

RECIBO: Descarga del carrotanque hacia el tanque en tierra.

En la matriz de riesgos que se observa en la tabla 9, la desviación menos control en la documentación es de riesgo alto y si no hay control puede prestarse para dentro de la empresa, entre clientes y productos generando contaminación del mismo.

Las desviaciones de este sub proceso se encuentran con control de corrección aplicado y documentado.

Tabla 10. Matriz de riesgos en el proceso de recibo y subproceso descarga del carrotanque hacia el descargue en tierra

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S	F	IR
Documentación	Menos normatividad.	El conductor no se encuentra con los papeles al día.	Demora en la descarga del producto o la no descarga del producto.	3	2	6
	Menos control.	No coinciden los sellos del carrotanque o tiene un sello roto.		4	2	7
Conexión de mangueras.	Más energía electrostática.	No conectar el carrotanque al polo tierra.	Generación de chispa que puede causar una posible explosión.	4	1	4
Producto en movimiento.	Más presión	Válvula del tanque cerrada	Puede presentarse rompimiento de la manguera y ocasionar un derrame.	4	1	4
		Producto con partículas.	Posible daño de la bomba.	3	2	6
	Menos flujo	El operador se distrae y no se da cuenta que el producto ya se ha agotado.	Recalentamiento y daño de la bomba	3	1	3
Llenado de tanques (al finalizar el último carrotanque de un producto)	Más nivel	El operador en tierra junto con el operador que se encuentra arriba del tanque midiendo, no coordinen la cerrada de la válvula.	Que el producto supere el 98% de nivel permitido en el tanque.	3	1	3

DESPACHO: Carga de producto en carrotanque.

De todos los subprocesos analizados en la tabla 10, el de carga de producto en carrotanque es el único el cual no presenta riesgos altos ni tampoco fue necesario hacer recomendaciones ya que cada desviación tiene su respectivo control de acción correctivo.

Tabla 11. Matriz de riesgos en el proceso de despacho y subproceso carga de producto en carrotanque

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S	F	IR
Medición de nivel y temperatura inicial de los productos en los tanques.	No nivel/ No temperatura	El operario de mediciones se distrae y realiza la medición incorrecta.	Cálculo de cantidades erróneo, inventario de productos no confiable.	3	1	3
Documentación de entrada del carrotanque.	Menos documentación.	El carrotanque no está señalizado según la norma NFPA 704 ni con el UN (sí así se requiere) del producto a cargar.	Demora en el operación, hasta que no esté debidamente identificado.	2	2	4
	Menos calidad del producto.	El carrotanque anteriormente había cargado un producto no compatible con el que va a cargar actualmente.	No se puede cargar el carrotanque, a menos que el cliente lo autorice.	2	2	4
Pesaje del carrotanque	Más masa.	La báscula no se encuentra calibrada o no estaba en cero al momento en entró el carrotanque a la báscula.	Sobrepeso del carrotanque y no puede llevar la cantidad ya cargada.	2	1	2
Conexión de mangueras al carrotanque en la central de cargue.	Más electrostática.	El sistema no funciona correctamente o el carrotanque quedó mal conectado a tierra.	Se produce una diferencia en el potencial eléctrico, generando una chispa que puede ocasionar una explosión si es un producto inflamable.	4	1	4
Muestras en todo el proceso de despacho.	No calidad.	El inspector no tomó la muestra de la punta de la manguera.	ALGRANEL no tiene muestra de testigo si llega a presentarse algún problema de calidad del producto.	4	1	4
		El inspector no tomó las muestras finales en cada compartimiento del carrotanque.	Muestras que no son veraces.	4	1	4

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S	F	IR
Llenado de carrotaques por arriba.	Más flujo.	La válvula de salida del carrotaque se encuentra abierta, al momento del llenado.	Derrame de producto.	3	1	3
	Más presión.	La válvula de salida del tanque se encuentra cerrada	La bomba puede presentar cavitación y generar una sobre presión en la manguera.	2	2	4
	Más masa.	El operador no realizó correctamente el cálculo del tiempo y cantidad.	Posibles derrames o sobrepeso del carrotaque.	2	3	6
	Más electrostática.	Si el producto es inflamable la fricción con la que cae el producto al carrotaque genera una diferencia de potencial eléctrico.	Generación de chispa que puede causar una posible explosión.	4	1	4
Llenado de carrotaques por abajo.	Más flujo.	El operador no conectó el acople correctamente entre la manguera y la válvula de carrotaque.	Derrame de producto.	3	1	3
	Más nivel.	El operador ubicado arriba del carrotaque se distrae y no se percata de que se ha pasado el nivel.	Derrame o sobrepeso del carrotaque.	3	2	6
Salida del carrotaque.	Más flujo.	El operario no apagó la motobomba o no cerró la válvula de tanque.	Derrame agresivo de producto.	3	1	3
	Menos calidad del producto.	El operador no cerró correctamente las escotillas del carrotaque ni le puso los sellos.	El cliente no acepta el producto.	4	1	4

DESPACHO: Carga de producto en buque.

En la siguiente matriz de la tabla 11 de riesgo para la desviación no nivel/no temperatura se recomienda instalar un medidor de nivel en los tanques que presenten mayor movimiento de producto para evitar cálculos erróneos por malas prácticas en el momento de realizar la medición.

En la desviación de no calidad se encuentra un punto de riesgo alto el cual se da en la toma de muestras de este subproceso.

Tabla 12. Matriz de riesgos en el proceso de despacho y subproceso carga de producto en buque

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S	F	IR
Medición de nivel de los tanques en tierra.	No nivel/ No temperatura	El operador no tomó la medida correctamente.	Cálculos erróneos en la certificación de cantidad.	4	1	4
Toma de muestras.	No calidad.	Las muestras no se tomaron según la API MPMS cap 8.	Las muestras no son testigo de veracidad, por tanto no se puede confiar en la calidad del producto.	4	2	7
Plan de cargue.	No flujo.	Incumplimiento del plan de cargue por alguna de las partes.	Demora en el tiempo de operación.	2	1	2
Conexión de mangueras y tubería desde planta hacia buque.	No flujo.	La conexión no se hizo correctamente.	Demora en el tiempo de operación.	2	1	2
			Posible derrame si no está bien acoplado el sistema.	3	1	3
		Se conectó la manguera y tubería equivocada.	Despacho erróneo de producto.	4	1	4
Slopping	No calidad.	La tubería no se encontraba apta para despachar el producto.	Contaminación del producto.	4	1	4

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S	F	IR
	Más flujo.	Aumento de la presión debido a la manipulación de la válvula de salida del tanque en tierra.	Derrame al momento de realizar el slopping.	3	1	3
Línea de conexión en tierra.	No flujo.	Una válvula de la línea se encuentra cerradas.	Puede ocasionar una sobre presión en la bomba y reventar la manguera.	3	1	3
	No calidad.	Una válvula abierta que no pertenece a la línea principal pero que si conecta con ella.	Mezcla de productos y por tanto no habría calidad	4	1	4
Transferencia de producto.	Más flujo.	Sobrepresión generada por alguna válvula cerrada de la línea o en el manifold del buque.	Derrame y rompimiento de manguera.	3	1	3
	No presión.	La motobomba presenta falla.	Demora en la operación.	3	2	6
Muestras	No calidad.	El inspector no toma muestras de manifold ni de primer pie.	No hay muestras testigo que representen la calidad del producto.	4	1	4
		El inspector no toma las muestras de los tanques en buque.				
		El buque no permite abrir los tanques.	No se cumple con lo pactado.			
Soplado y marraneo.	Más electrostática.	Se realiza el soplado con aire en lugar de nitrógeno para un producto inflamable.	Se genera una diferencia de potencial eléctrico, lo que puede ocasionar una chispa y puede hacer una explosión.	4	1	4

NODO	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES CONSECUENCIAS	S	F	IR
	No calidad.	El marrano pasa a los tanques de buque.	El producto se llena de partículas que no alteran su composición pero si su aspecto.	2	1	2
Desconexión de mangueras y tubería.	Si flujo.	No se cerró alguna válvula de la línea.	Derrame de producto.	3	1	3