

TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN QUÍMICA,
ÁREA INDUSTRIAL

*“REQUERIMIENTOS PARA HACER ANALISIS DE AGUA EN
EMBARCACIONES EN LA EMPRESA AMSPEC DE MEXICO.”*

PROYECTO DE ESTADÍAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO
EN QUÍMICA, ÁREA INDUSTRIAL**

P R E S E N T A

PAOLA LIZZET PEREZ BARBARIN

I.Q. LUIS CARLOS VILLALVAZO
FIGUEROA
ASESOR EMPRESARIAL

I.B.Q. MARIA ELENA ZENTENO
VAZQUEZ
ASESOR ACADÉMICO

MANZANILLO, COL., AGOSTO DE 2019

C.P. MARÍA DEL ROSARIO OROZCO HERRERA
DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE MANZANILLO
P r e s e n t e.

Por medio de la presente le notifico que el alumno (a) **PAOLA LIZZET PEREZ BARBARIN** de la carrera de **TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN QUÍMICA ÁREA INDUSTRIAL** con número de control escolar **20170337**, Generación: **2017 – 2019**, ha cumplido su periodo de estadía en **AmSpec de México SA de CV.**

El Proyecto de Titulación denominado: **“REQUERIMIENTOS PARA HACER ANALISIS DE AGUA EN EMBARCACIONES EN LA EMPRESA AMSPEC DE MEXICO.”**.

Ha sido evaluada conforme lo establecido, por lo que se autoriza su titulación.

Periodo de Estadía: **Mayo – Agosto del 2019.**

ING. LUIS CARLOS VILLALVAZO
FIGUEROA

Asesor Empresarial
Nombre y firma

I.B.Q. MARÍA ELENA ZENTENO
VAZQUEZ

Asesor Académico
Nombre y firma

QFB. BEATRIZ ADRIANA DUEÑAS GALLEGOS

Director de Carrera
Nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

Primordialmente quiero agradecer a mis padres por brindarme el apoyo y la fuerza para seguir adelante con mis estudios.

Agradezco sobre todo a mi madre por apoyarme día a día para que no me falte nada tanto personalmente como profesionalmente.

Infinitamente a mi novio por ser mi soporte todos los días ayudándome a levantar mis ánimos para seguir adelante con mi carrera.

A mis abuelos por quererme siempre y ser unas grandes personas cuidándome y mostrándome el buen camino desde que era pequeña.

Le agradezco a mi asesora académica la I.B.Q. María Elena Zenteno Vázquez por aceptar ser mi asesora y orientarme con mi trabajo teniéndome paciencia.

Agradezco a mi asesor empresarial el I.Q. Carlos Villalvazo Figueroa por enseñarme y darme una formación adecuada para mí en el laboratorio.

También le doy gracias a Denisse López por ayudarme y guiarme siempre en el trabajo del laboratorio con perseverancia.

Y por último sobre todo me agradezco a mí por todos los esfuerzos que he hecho y todo lo que he aguantado por seguir adelante con mi carrera.

RESUMEN

La presente tesina realiza el estudio y valoración de las normas internacionales exigidas por los organismos correspondientes para hacer análisis en las embarcaciones con el objetivo de hacer una examinación y posible cotización con esto para tener la capacidad de hacer los análisis necesarios, para esto se estudiaron y --- analizaron las normas internacionales ISO y ASTM.

Para la obtención de resultados se hicieron tablas para señalar las normas y los métodos correspondientes. También se señaló los equipos, materiales y reactivos forzosos existentes y no existentes de los laboratorios de AmSpec para así poder hacer un alcance de apreciación y obtener el porcentaje de probabilidad para hacer los análisis.

Se obtuvo un 44% de apreciación en los análisis fisicoquímicos y un 23% para los análisis microbiológicos teniendo como resultado un alcance más grande en los análisis fisicoquímicos que en los microbiológicos.

INTRODUCCION

Manzanillo, Colima es una ciudad ubicada en el Océano Pacífico entre Jalisco y Michoacán donde se encuentra uno de los puertos más importantes a nivel internacional. Poco a poco conforme va creciendo la sociedad, las innovaciones, etc. también surge la necesidad de una mejor gestión de los recursos hídricos, necesidades y obligaciones que deben ser cumplidas por distintas organizaciones y empresas que están trabajando para la salud y la seguridad de la población. Las embarcaciones deben llevar ciertos parámetros establecidos para una buena calidad de combustible, ya sea para no dañar las tuberías, o simplemente para llevar un buen control del estado de los combustibles marítimos, AmSpec tiene como responsabilidad responder ante las demandas de análisis de combustibles, sin embargo ha crecido las solicitudes para análisis de agua en las mismas embarcaciones y AmSpec carece de las instalaciones y materiales, esto ha llevado a la necesidad de buscar las herramientas para poder ser capaces de hacer análisis de agua.

Es fundamental mantener una buena calidad de agua para consumo humano con el fin de poder evitar enfermedades gastrointestinales y otras entre la tripulación. El presente proyecto tiene como principal objetivo encontrar, aplicando las respectivas normas aplicables, los requisitos necesarios para análisis de agua en embarcaciones con el propósito de gestionar los recursos humanos y materiales esenciales, y ser capaz de efectuar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos correspondientes en los laboratorios de AmSpec en Manzanillo, Colima.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
RESUMEN.....	II
INTRODUCCION.....	III
CAPITULO 1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
1.1 Planteamiento del problema.....	12
1.2 Objetivos.....	13
1.3 Estrategias.....	
1.4 Metas.....	
1.5 Justificación del Proyecto.....	14
1.6 ¿Cómo y cuándo se realizó?	15
1.7 Limitaciones y Alcances.....	16
CAPÍTULO 2. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	17
2.1 Datos generales de la empresa.....	18
2.2 Organigrama de la empresa.....	
2.3 Quienes somos.....	19
2. 4 Misión, visión y valores.....	
2.4.1 Misión.....	
2.4.2 Visión.....	
2.4.3 Valores.....	
2. 5 Política de calidad de AmSpec.....	20
2.5.1 Objetivos de calidad de AmSpec.....	

2.6 Política de igualdad laboral y no discriminación de AmSpec de Méxic.....	21
2.8 Mapa y ubicación de la empresa.....	22
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO.....	23
3.1 Generalidades del Agua.....	24
3.1.1 Agua para consumo humano.....	
3.1.2 Riesgos para la salud.....	
3.1.2.1 Enfermedades transmitidas por el agua contaminada.....	25
3.1.2.1.1Diarrea.....	
3.1.2.1.2 Arsenicosis.....	
3.1.2.1.3 Fluorosis.....	
3.1.2.1.4 Legionelosis	26
3.1.2.1.5 Colera.....	
3.1.2.1.6 Esquistosomiasis	
3.1.3 Parámetros de calidad de agua.....	
3.1.3.1 Características microbiológicas.....	27
3.1.3.1.1 Riesgos microbianos.....	
3.1.3.1.2 Bacterias peligrosas en el agua potable.....	
3.1.3.1.2.1 Salmonella.....	
3.1.3.1.2.2 E. Coli.....	28
3.1.3.1.2.3 Legionella spp.....	
3.1.3.2 Características químicas.....	
3.1.3.3 Características físicas y organolépticas.....	29
3.1.3.4 Características radiactivas.....	

3.1.4 Sistema de purificación del agua.....	
3.1.4.1 Sistema de Purificación por microfiltración.....	30
3.1.4.2 Sistema de Purificación por Ultrafiltración.....	
3.1.5.3 Sistema de Purificación por Nanofiltración.....	
3.1.5.4 Sistema de Purificación por Ósmosis Inversa.....	31
3.2 Marco normativo para análisis de agua en embarcaciones.....	
3.2.1 Normas.....	
3.2.2 Normas de calidad.....	32
3.2.2.1 Importancia de las normas de calidad.....	
3.2.3 Normas para análisis de agua.....	
3.2.4 Métodos para la determinación de bacterias.....	33
3.2.4.1 ISO 6222:1999 Recuento de microorganismos cultivables en el agua.....	
3.2.4.2 ISO 9308-1: 2014 Enumeración de Escherichia coli (E. coli) y bacterias coliformes en agua.....	
3.2.4.3 ISO 19250:2010. Calidad del agua. Método para la detección de Salmonella Spp.....	
3.2.4.4 ISO 7899-2:2000 Calidad del agua. Detección y enumeración de enterococos intestinales. Parte 2: Método de filtración con membrana.....	34
3.2.4.5 ISO 14189:2017 Calidad del agua. Recuento de Clostridium perfringens. Método de filtración en membrana.....	
3.2.4.6 ISO 16266:2008 Pseudomonas aeruginosa. Detección y enumeración por filtración de membrana.....	
3.2.4.7 ISO 19458:2006. Calidad del agua. Muestreo para análisis microbiológicos.....	35

3.2.4.8 ISO 7704:1985. Calidad del agua. Evaluación de filtros de membrana utilizados para análisis microbiológicos.....	
3.2.4.9 ISO 8199 :2018. Calidad del agua. Orientaciones generales para el recuento de microorganismos en cultivo.....	
3.2.5 Métodos para análisis fisicoquímicos.....	
3.2.5.1 D511-09, Métodos de prueba para la determinación de calcio y magnesio en el agua (Métodos A y B).....	
3.2.5.2 D1688-07, Métodos de prueba para la determinación de cobre en el agua (Métodos A y C).....	36
3.2.5.3 D2972-08, Métodos de prueba para la determinación de arsénico en el agua (Métodos B y C).....	
3.2.5.4 D3559-08, Métodos de prueba para la determinación de plomo en el agua (Método D).....	
3.2.5.5 D3645-08, Métodos de prueba para la determinación de berilio en el agua (Método A y B).....	37
3.2.5.6 D3697-07, Método de prueba para la determinación de antimonio en el agua.....	
3.2.5.7 D3859-08, Métodos de prueba para la determinación de selenio en el agua (Métodos A y B).....	
3.2.5.8 D1253-08, Método de prueba para la determinación de cloro residual en el agua.....	38
3.2.5.9 D516-07, Método de prueba para la determinación del ion sulfato en el agua.....	
3.2.5.10 D6581-08, Métodos de prueba para la determinación de bromatos, bromuros, cloratos y cloritos en el agua potable por medio de cromatografía iónica de exclusión (Métodos A y B).....	

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	39
4.1 Búsqueda de las normas.....	40
4.2 Parámetros necesarios.....	41
4.3 Clasificación de normas.....	42
4.4 Cuantificación de recursos.....	43
4.4.1 Pruebas microbiológicas.....	
4.4.2 Pruebas fisicoquímicas.....	47
4.5 Ponderación.....	50
4.6 Escala de apreciación.....	52
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.....	53
5.1 Resultados.....	54
5.1.1 Microbiológicos.....	56
5.1.2 Fisicoquímicos.....	
5.2 Observaciones.....	57
5.3 Conclusiones.....	58
5.4 Recomendaciones.....	59
5.5 Trabajos futuros.....	60
6.1 BIBLIOGRAFIA.....	61
7.1 ANEXOS.....	64

INDICE DE CUADROS, TABLAS, IMÁGENES Y GRAFICAS

CUADROS

Cuadro 1.1: Cronograma de actividades.....	15
--	----

IMÁGENES

Imagen 1.1: Mapa de la empresa.....	22
-------------------------------------	----

TABLAS

Tabla 4.1: Búsqueda de las normas.....	40
Tabla 4.2: Parámetros necesarios para análisis microbiológicos.....	41
Tabla 4.3: Clasificación de las normas.....	42
Tabla 4.4 Parte 1: Recursos microbiológicos, E. Coli y bacterias coliformes.....	43
Tabla 4.4 Parte 2: Recursos microbiológicos, Microorganismos cultivables en el agua y Enterococos intestinales.....	44
Tabla 4.4 Parte 3: Recursos microbiológicos, Legionela y Salmonela spp.....	45
Tabla 4.4 Parte 4: Recursos microbiológicos, Clostridium perfringens y Pseudomonas aeruginosa.....	46
Tabla 4.5 Parte 1: Recursos fisicoquímicos, Cobre, Calcio y Magnesio.....	47
Tabla 4.5 Parte 2: Recursos fisicoquímicos, Arsénico, Plomo y Berilio.....	48
Tabla 4.5 Parte 3: Recursos fisicoquímicos, Antimonio, Selenio, bromatos, bromuros, cloratos y cloritos.....	49
Tabla 4.5 Parte 4: Recursos fisicoquímicos, Ion sulfato y Cloro residual.....	50
Tabla 4.6: Ponderación.....	51
Tabla 4.7: Escala de apreciación.....	52

Tabla 5.1: Porcentajes aprobados.....54

Tabla 5.2: Promedio en análisis microbiológicos.....56

Tabla 5.3: Promedio en análisis fisicoquímicos.....57

GRAFICOS

Gráfico 1: Porcentaje de análisis fisicoquímicos.....55

Gráfico 2: Porcentaje de análisis microbiológicos.....

CAPITULO 1



METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

"REQUERIMIENTOS PARA HACER ANALISIS DE AGUA EN EMBARCACIONES EN LA EMPRESA AMSPEC DE MÉXICO."

1.1 Planteamiento del Problema

El aumento de la población conlleva a muchas nuevas transformaciones, por ejemplo, el comercio. El transporte marítimo ha sido uno de los más importantes e indispensables, siendo alrededor del 90 % del comercio mundial, ya que el transporte es de grandes cantidades de mercancías haciéndolo a un precio más módico. Estos tipos de viaje generalmente son largos, con una duración de hasta varios meses. Hoy en día los tiempos de tránsito oscilan entre los 18- 22 días China – Manzanillo (Jiménez, 2017). Por tal es importante que la tripulación trabaje en óptimas condiciones, esto implica un lugar adecuado para descansar, alimentos disponibles, servicios para su higiene entre otros, parte indispensable también para todos es el agua, por lo tal es punto crítico a considerar mientras se está navegando. El agua de consumo humano requiere análisis para saber su calidad ya que es vital, existen normas establecidas que regulan exclusivamente las embarcaciones, como el del agua. La OMI es una organización que se enfoca al transporte marítimo proporcionando las normas aplicables para este giro.

AmSpec de México es una empresa encargada de realizar análisis a los combustibles usados de las embarcaciones que están atracadas en el puerto de Manzanillo, tener una buena calidad de combustible evita muchas pérdidas económicas en la empresa ya que existen algunos riesgos como la corrosión de las tuberías o simplemente el mal funcionamiento del barco debido al combustible. En las instalaciones de AmSpec se ha tenido una fuerte demanda de análisis de agua provenientes de embarcaciones, esto ha llevado a la necesidad de buscar los métodos y requerimientos para análisis de agua en barcos con el objetivo de poder implementar en un futuro estos análisis en los laboratorios de la empresa.

1.2 Objetivos

Objetivo General:

- Conocer los requerimientos para análisis de agua en embarcaciones de acuerdo a las normas oficiales internacionales.

Objetivos Específicos:

- Encontrar en base a las normas ISO y ASTM las especificaciones y requerimientos para el análisis de agua en embarcaciones.
- Buscar normas específicas para agua limpia y potable en embarcaciones.
- Hacer una recolección de los análisis necesarios de acuerdo a las normas para pruebas de agua en embarcaciones.
- Hacer una comparación con los análisis necesarios y con los que se pueden realizar en los laboratorios de AmSpec.
- Buscar las opciones necesarias para poder llevar a cabo los análisis en la empresa a futuro.

1.3 Estrategias

- La empresa ya cuenta con laboratorios para análisis de densidad, viscosidad, azufre y análisis de metales.
- Se tienen las normas ASTM para recolección de información.

1.4 Metas

- Tener un nuevo laboratorio específico para análisis microbiológicos de la empresa AmSpec de México.
- Poder hacer el mayor número de análisis requeridos en los laboratorios.

1.5 Justificación del Proyecto

Es muy importante cuidar la salud de cada una de las personas en una comunidad, incluyendo importantemente el uso del agua potable y purificada ya que es un elemento importante para la vida, para poder subsistir y mantenernos sanos. Alrededor de todo el mundo nos rigen distintas normas internacionales y nacionales donde se encuentran los límites permisibles para una buena calidad de agua para así poder tener un mejor control de calidad de vida en los habitantes.

Hay muchísimas marcas de agua purificada donde podemos elegir la que se quiera, cuando tomamos agua que no es de nuestro agrado podemos tomar la decisión de sustituirla por otra marca que sea más convincente para nosotros. Sin embargo, esto no es lo mismo para la tripulación de un barco, ya que ellos tienen su propio sistema de purificación y no tienen opciones para elegir cual agua beber. Es un factor importante saber la calidad del agua, ya que puede influir en el gusto como en la salud de los tripulantes, si el agua no está correctamente purificada esta puede ocasionar enfermedades. Por lo tanto, hay límites permisibles en la calidad del agua para su uso y consumo que son normalmente postuladas por las normas oficiales internacionales.

Hay muchas embarcaciones que arriban en Manzanillo, estas no siempre tienen un lugar establecido para poder hacer los análisis necesarios y eso complica al embarque, por lo tal sería ideal tener un lugar donde poder realizar estos análisis. AmSpec cuenta con laboratorios para análisis de hidrocarburos, pero no se cuenta por completo para cumplir con los análisis respecto al agua, por lo tanto, este trabajo pretende conocer las normas aplicables para así poder hacer una relación con los análisis deficientes y faltantes.

1.6 ¿Cómo y cuándo se realizó?

El proyecto se llevó a cabo a partir del 02 de mayo al 02 de agosto del año 2019 en las instalaciones de Amspec de México en Manzanillo, Colima, México.

Actividad	Semanas														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Definición de tema y entrega de carta de aceptación	*	*													
Capítulo 1. Metodología de Investigación		*													
1. Título		*													
2. Objetivos		*													
3. Planteamiento del problema		*													
4. Justificación		*													
Capítulo 2. Información de la Empresa		*	*												
Marco Teórico			*												
Generalidades del agua			*												
Marco normativo para análisis de agua en embarcaciones			*												
Revisión y Calificación Parcial	*	*	*	*											
Desarrollo del proyecto					*	*	*	*							
1. Búsqueda de las normas aplicables					*		*	*	*						
2. Parámetros necesarios					*		*	*	*						
3. Profundización de la información					*	*	*	*							
4. Tabla con las normas aplicables					*	*	*	*							
5. Especificación de las pruebas					*	*	*	*							
6. Check list					*	*	*	*							
7. Aplicación					*	*	*	*							
8. Porcentaje					*	*	*	*							
Revisión y calificación parcial	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Conclusiones										*	*	*	*		
Recomendaciones										*	*	*	*		
Bibliografía	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Anexos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Formato final, revisión de ortografía, redacción y formato en general														*	
Entrega de Empastado														*	
Revisión y calificación parcial	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Cuadro 1.1: Cronograma de actividades.

1.7 Alcances y limitaciones

1.7.1 Alcances

Se pretende hacer análisis de agua a futuro, arraigándose a los análisis y a las normas aplicables correspondientes.

Hacer una gestión de los recursos necesarios para hacer los análisis.

Lograr una buena posición en el mercado.

1.7.2 Limitaciones

Se necesita el uso de normas ISO que actualmente no están compradas por la empresa.

CAPITULO 2

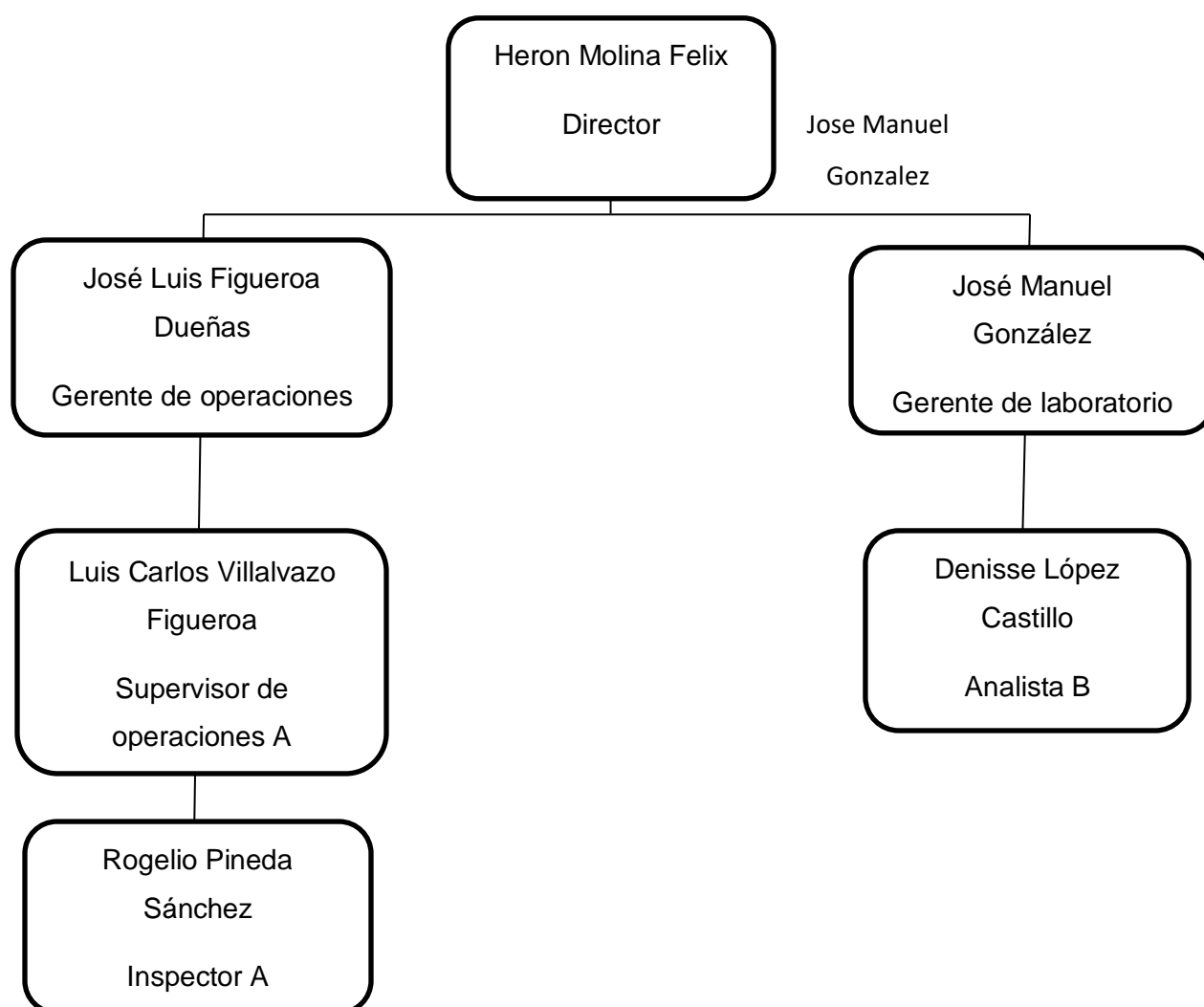


DATOS DE LA EMPRESA

2.1 Datos generales de la empresa

- AmSpec de México S.A de C.V., Estatuto Jurídico N°4, Colonia Burócrata, C.P. 28250, Manzanillo, Colima.
- Teléfono: +52 1 867 231 8184

2.2 Organigrama de la empresa



2.3 Quienes somos

AmSpec Services, LLC se dedica a proporcionar un servicio de calidad superior a las expectativas de nuestros clientes. La compañía y los empleados se esfuerzan para el más alto grado de rendimiento de calidad, que se logra a través de sistemas claros y bien documentados, formación adecuada, las calificaciones y experiencia de los empleados, y a través de la mejora continua de todas las operaciones en general. ´

Por más de treinta años, AmSpec Services, LLC ha analizado y cuantificado petróleo y productos petroquímicos en los EE.UU., el Caribe, América Latina y en todo el mundo de manera independiente y con precisión.

La compañía se enorgullece de anunciar que AmSpec de México está certificado para el ISO 9001: 2008 por DNV en el alcance de “Servicios de Inspección y Análisis de Petróleo Crudo, Petrolíferos, Petroquímicos, Químicos, Gases, Fertilizantes, Productos Agrícolas y Minerales.” Certificados de petróleo por la Federación Internacional de Agencias de Inspección (IFIA).

2. 4 Misión, visión y valores

2.4.1 Misión

Dar el mejor servicio de inspección, análisis y certificación en México para que nuestros clientes encuentren soluciones locales y globales a sus necesidades.

2.4.2 Visión

Ser la empresa de servicios de inspección, análisis y certificación con la marca más reconocida, la más confiable y la más rentable en México.

2.4.3 Valores

Integridad, confianza, imparcialidad, servicio oportuno e independencia.

2. 5 Política de calidad de AmSpec

AmSpec de México está comprometida con la mejor calidad en sus clases y en la búsqueda del 100% de la satisfacción de sus clientes y con la mejora continua.

Lo lograremos por el establecimiento de los siguientes principios y operaciones:

- Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes.
- Cumplir con los requerimientos reglamentarios y de la industria.
- Seguir los más altos estándares de profesionalismo e integridad.
- Mejora continua de la calidad.

Nuestra política de calidad está avalada por la dirección ejecutiva y está disponible para empleados de AmSpec y para todos los miembros de la industria, sean o no nuestros clientes directos.

Nuestro objetivo es garantizar la excelencia permanente y continua, activamente buscamos clientes y retroalimentaciones de la industria para utilizar esta información en establecer y supervisar nuestras metas y objetivos.

2.5.1 Objetivos de calidad de AmSpec

Objetivos de calidad de AmSpec relacionadas con la prestación de nuestros servicios:

- Cumplir con la expectativa y requisitos del cliente en base a la oportunidad en la entrega del reporte y factura final.
- Mantener al mínimo el número de trabajos no conformes.
- Mejorar continuamente el sistema de gestión de la calidad.
- Mantener a los clientes satisfechos.

2.6 Política de igualdad laboral y no discriminación de AmSpec de México

AmSpec de México trabaja como una familia, teniendo como valores principales, el respeto por las personas, la integridad moral y el reconocimiento de las libertades de toda índole.

La alta dirección de AmSpec se compromete en respetar, promover y garantizar la igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres, la no discriminación en el acceso al empleo y la prevención, atención y erradicación del acoso sexual y laboral, siempre en defensa de los derechos humanos.

AmSpec fomenta el respeto a la diversidad procurando un ambiente sano y condiciones de trabajo favorables que promueven la conciliación de la vida laboral y personal, a través del desarrollo de acciones afirmativas y/o en favor del personal en virtud de la igualdad laboral y no discriminación.

Es política de AmSpec asumir acciones que promuevan la igualdad laboral y no discriminación dentro y fuera de la organización con nuestros grupos de interés. Estas son de aplicación obligatoria para todo el personal sin distinción de origen étnico, racial o nacional, género, identidad y expresión de género, edad discapacidad, condición social y económica, condiciones de salud, embarazo, idioma, cultura, religión, opiniones, orientación sexual, estado civil o cualquier otra análoga.

Por lo que queda prohibido cualquier acto de violencia, maltrato y segregación de los miembros de AmSpec hacia el personal y entre el personal que se encuentre dentro de los centros de trabajo. Esta política complementa las pautas del código de ética de AmSpec, y del Reglamento Interno de Trabajo, los cuales son la referencia básica de comportamiento de sus colaboradores/as.

2.7 Mapa y ubicación de la empresa



Imagen 2.1: Mapa de la empresa.

CAPITULO 3



MARCO TEORICO

3.1 Generalidades del Agua

El agua es un elemento vital para nuestra vida diaria, es un líquido insípido, incoloro e inodoro. Se encuentra en tres estados; sólido, líquido y gaseoso, los cambios de estado ocurren cuando la temperatura varía, encontrando como estado sólido a -0°C , en estado líquido entre 0°C y 100°C , y en estado gaseoso a temperaturas de 100°C para adelante. Tres cuartas partes de la Tierra está formada por agua, aunque desafortunadamente no toda es tratable o fácil de tratar para el consumo humano, ya que el agua dulce es la que más fácil puede manipularse y solo del 100% existe un 2.5% de ella del cual casi el 70% está congelada en los polos, el 30% en acuíferos y humedad en el suelo y casi 1% se encuentra en ríos, caudales, arroyos, etc. (Hernández, 2013).

3.1.1 Agua para consumo humano

El agua apta para consumo humano es aquella que se emplea para beber, limpiar y cocinar alimentos, aseo personal, las tareas domésticas, etc. Para que un agua se considere adecuada para beber debe ser salubre, incolora e inodora.

Según la NOM-127-SSA1-1994 el agua para uso y consumo humano es aquella que no presenta contaminación ya sea química o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano.

3.1.2 Riesgos para la salud

El agua es un importante vehículo de transmisión de enfermedades en las embarcaciones. El abastecimiento de agua se realiza en el puerto, esta se diferencia notablemente del abastecimiento ordinario de agua en tierra, ya que su suministro de agua se hace a través de mangueras o desde gabarras o barcos cisterna, esto hace que haya una probabilidad de contaminación durante su traspaso al barco. La inspección y conservación de los sistemas de fontanería es un poco complicado debido a que sus tuberías son largas, complejas y se encuentran en un espacio reducido. A

causa de los malos diseños en los sistemas de almacenamiento de agua puede existir una contaminación en ella, es difícil impedir el deterioro de su calidad por los puntos ciegos que se generan al momento de limpiar.

3.1.2.1 Enfermedades transmitidas por el agua contaminada

Se pueden presentar muchas enfermedades debido al consumo de agua contaminada. En países en desarrollo es más usual que ocurran estas enfermedades debido a que los sistemas de sanidad son deficientes. El Sudeste de Asia y África es culpable de 8.5% y 7.7% del total de las muertes respectivamente. (OMS, 2006).

3.1.2.1.1 Diarrea

La diarrea es un indicio de infecciones bacterianas, virales y parasitarias normalmente contagiadas por el agua contaminada. De acuerdo a un estudio se evaluó en 1998 que mueren unas 2.2 millones de personas a causa de la diarrea, la mayoría por debajo de los 5 años de edad (OMS, 2000).

3.1.2.1.2 Arsenicosis

La arsenicosis es una enfermedad crónica obtenida por la exposición prolongada de arsénico en aguas contaminadas, el arsénico orgánico es menos peligroso para la salud que el inorgánico, este es considerablemente tóxico. La exposición crónica a altas concentraciones de arsénico se vincula con lesiones cutáneas, enfermedad vascular periférica, hipertensión, enfermedad del pie negro, y alto riesgo de cánceres (Universidad de Medicina de China, 2003). La OMS sugiere límites de 0.01 mg/L de arsénico en agua potable.

3.1.2.1.3 Fluorosis

El fluoruro ha jugado un papel muy importante para la prevención y control de la caries dental, no obstante investigaciones han resultado que el flúor a altas exposiciones puede crear un desgaste dental, que es caracterizado por motas o jaspeado en los dientes. Es importante detectar el primer efecto tóxico de exposición a flúor para ser

usado como predictor de fluorosis en dentición permanente y fluorosis esquelética. (Rodríguez, 2000).

3.1.2.1.4 Legionelosis

La legionelosis es una enfermedad causada por la bacteria *Legionella pneumophila* que es encontrada en el suelo y el agua, causando desde una ligera gripe hasta una neumonía grave, incluso mortal. En Australia, Europa y los Estados Unidos de América se detectan unos 10 a 15 casos por millón de habitantes. Los síntomas de la legionelosis son dolor de cabeza, fiebre, letargo, dolores musculares, diarrea y, en ocasiones tos sanguínea. (OMS, 2016).

3.1.2.1.5 Colera

El cólera es una enfermedad diarreica aguda causada por la infección de la bacteria *Vibrio cholerae*, esta es transmitida a través de la comida y el agua contaminada con dicha bacteria. La bacteria del cólera puede habitar en ríos salobres y aguas costeras. Los investigadores calculan que cada año hay en el mundo entre 1,3 y 4 millones de casos de cólera, y entre 21 000 y 143 000 defunciones por esta causa (Ali M, 2015).

3.1.2.1.6 Esquistosomiasis

La esquistosomiasis es una enfermedad parasitaria aguda y crónica causada por duelas sanguíneas (trematodos) del género *Schistosoma*. Se propaga al contaminar el agua dulce a través del excremento de personas infectadas, la persona es infectada cuando las larvas del parásito penetran en la piel durante el contacto con el agua contaminada. La esquistosomiasis intestinal produce dolor abdominal, diarrea y sangre en el excremento, la urogenital genera sangre en la orina. También es habitual en casos avanzados la fibrosis de la vejiga y los uréteres, así como las lesiones renales. (OMS, 2019).

3.1.3 Parámetros de calidad de agua

Es fundamental la vigilancia de la calidad del agua para su abastecimiento y consumo,

esta se establece comparando las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua con los parámetros establecidos ante las normas de calidad de agua.

Existen ciertos parámetros para poder calificar al agua como potable entre los que se encuentran:

3.1.3.1 Características microbiológicas

Son aquellas causadas por microorganismos que son nocivos para la salud, la contaminación microbiana es muy común en los caudales de agua debido a las lluvias, siendo recurrentes las enfermedades transmitidas a través del agua.

Para el recuento de microorganismos se utilizan específicamente los coliformes totales y fecales haciendo un cultivo para determinar el contenido de indicadores de contaminación. El análisis de la calidad microbiológica del agua puede realizarla tanto el proveedor, el personal responsable del cuidado o ambos. En algunos casos, puede ser deseable incorporar en los análisis microorganismos más resistentes, como bacteriófagos o esporas bacterianas.

3.1.3.1.1 Riesgos microbianos

Las enfermedades infecciosas que son causadas por agentes patógenos como lo son los virus, bacterias y los parásitos son los peligros para la salud que una persona puede obtener a través del agua potable.

3.1.3.1.2 Bacterias peligrosas en el agua potable

3.1.3.1.2.1 Salmonella

Bacteria anaerobia que contamina los alimentos, produciendo trastornos intestinales, es una de las cuatro principales causas de enfermedades diarreicas.

La salmonella puede estar presente en cantidades pequeñas, así que es importante un enriquecimiento previo para poder detectarla. (OMS, 2018).

3.1.3.1.2.2 E. Coli

Es un elemento importante la identificación de contaminación fecal en las aguas, ya que es un riesgo para la población estar expuesto a infecciones y enfermedades gastrointestinales. Puede haber una complicada interpretación de resultados, ya que no todas las bacterias son intestinales y algunas viven en la superficie y agua fresca.

La presencia de estos significa que debe haber algún fallo en el proceso, almacenamiento o distribución. (Mayo Clinic, 2018).

3.1.3.1.2.3 Legionella spp

Bacteria ambiental patógena que habita en el agua a temperaturas de entre 20°C y 30°C, sobrevive y prolifera parasitando protozoos libres o dentro de las biopelículas que se desarrollan en los sistemas de agua. Esta bacteria es capaz de causar infecciones en células humanas. *Legionella pneumophila* es el principal patógeno propagado a través del agua y produce el 90% de los casos de legionelosis (Lösch, 2016).

3.1.3.2 Características químicas

El valor de referencia es aquella concentración de un elemento que no tiene riesgos para la salud mayor al aceptable. En los contaminantes químicos (como el plomo y el nitrato) son estandarizados de tal modo que se proteja la salud de población vulnerable. Así que estos protegen a toda la población consumidora de agua. El proveedor de agua es el responsable de proporcionar efectivamente el agua, con su respectiva inocuidad y su calidad. Tiene el deber de cuidar la calidad, la inspección, el mantenimiento preventivo y las medidas correspondientes para seguir el control de calidad del agua.

3.1.3.3 Características físicas y organolépticas

Son aquellas que son captadas por medio de los sentidos. Entre estas características está el color, olor, sabor, aspecto, ph y la conductividad eléctrica.

El agua pura es inodora, incolora e insípida, no obstante, al mezclarse con sustancias orgánicas e inorgánicas puede cambiar de aspecto, sabor y olor.

3.1.3.4 Características radiactivas

La radioactividad es un fenómeno físico que se crea por el desequilibrio de protones y electrones haciéndolo más inestable, este desequilibrio se repara de forma natural liberando el excedente de los mismos. Para esto existe la radiación alfa que es cuando hace la liberación en forma de núcleos de helio y la radiación beta que es liberada mediante electrones o positrones.

Las características radioactivas son aquellas provenientes de presencia de elementos radioactivos. Puede encontrarse en peligro que el agua contenga sustancias radioactivas debido al crecimiento industrial y esto es un riesgo de salud que debe ser tratado inmediatamente ya que la exposición prolongada a dosis bajas o moderadas de radiación puede aumentar las probabilidades de contraer cáncer a largo plazo.

Los radionúclidos pueden tener diferentes orígenes como de los elementos radioactivos de origen natural, en desechos de establecimientos dedicados al reciclado de combustible nuclear, en objetos que hayan tomado radioactividad o simplemente en el piso contaminado por alguna catástrofe nuclear afectando fuentes de agua.

3.1.4 Sistema de purificación del agua.

Un sistema de potabilización se tiene que apegar a las leyes establecidas para hacer agua potable de calidad. El suministro de agua puede ser subterráneo (acuíferos) o superficial (ríos, lagos, arroyos, etc.) Las membranas para la purificación de agua se

clasificación por el tamaño de poro, en membranas delgadas de composite, utilizada en la osmosis inversa y nanofiltración no tienen poros: el soluto y el disolvente pasan por una película no porosa por difusión y no por convección.

3.1.4.1 Sistema de Purificación por Microfiltración

La microfiltración sirve para retirar partículas de 0.1 a 1 micras de soluto, cumpliendo como un pretratamiento del agua para posteriormente pasar a la nanofiltración u osmosis inversa. La microfiltración impide entrada de bacterias y protozoos, turbidez, macromoléculas, coloides, etc. Pero permite la entrada de elementos monovalentes como el sodio y el cloro, materia orgánica disuelta, pequeños coloides y virus. El filtro debe tener un previo tratamiento para prevenir el ensuciamiento del mismo. La ventaja de la microfiltración es que esta no necesita ejercer presión para hacer el proceso.

3.1.4.2 Sistema de Purificación por Ultrafiltración

Es un proceso físico de flujo cruzado que no rechaza iones, retiene las partículas superiores a la membrana, sus membranas tienen una retención de 0.1 micras hasta 0.01 micras. Los poros de las membranas de ultrafiltración son más cerradas que las de microfiltración, pero más abiertas que las de nanofiltración y osmosis inversa. Este sistema de purificación remueve materia orgánica mayor a 100 daltons, coloides, bacterias y virus. La ultrafiltración sirve principalmente para desalar el agua de mar y producir agua potable a bajo costo con membranas de poliéster sulfona. Este proceso es utilizado también como tratamiento previo a la osmosis inversa ya sea para ahorrar más, tener protección en las membranas de la OI o por la operación que es continua y automatizable.

3.1.5.3 Sistema de Purificación por Nanofiltración

La nanofiltración es un proceso de filtración por membranas ejecutadas bajo presión, esta membrana retiene solutos de bajo peso molecular de 10 a 100 Å, eliminando también iones divalentes como calcio, sulfato y magnesio (Beardsley, 1995), aunque tiene bajo rechazo en iones monovalentes como el sodio, potasio, bicarbonatos y

nitratos. Las membranas de nanofiltración tienen un permeado mejor en sales que las de la osmosis inversa a presiones más bajas.

3.1.5.4 Sistema de Purificación por Ósmosis Inversa.

La ósmosis inversa es el paso forzado de agua a través de una membrana en contra de la presión osmótica natural con el objeto de separar iones (CONAGUA, 2007), dejando los sólidos disueltos, materia orgánica, microorganismos, etc., la membrana funciona como una pared de separación selectiva. La transferencia de agua depende prácticamente de la concentración, la membrana y la presión ejercida. Este sistema de purificación es uno de los más importantes utilizados a nivel industrial, puede eliminar el 95%-99% de los sólidos disueltos totales y el 99% de todas las bacterias, proporcionando un agua pura y confiable (Escobedo, 2006), tiene una retención de partícula de 1 a 10 Å, pero la pureza del agua resultante depende de la pureza del agua de la fuente.

3.2 Marco normativo para análisis de agua en embarcaciones.

3.2.1 Normas

“Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que provee, para el uso común y repetitivo, reglas, directrices o características para actividades o, sus resultados dirigido a alcanzar el nivel óptimo de orden en un concepto dado” (ISO/IEC Guía 2:1996).

Las normas son reglas que imponen un deber de hacer las cosas con un fin determinado, dependiendo de la sociedad, creencias, etc. Las normas son hechas por gente con experiencia en los temas de las normas, ya sean asociaciones, reguladores, fabricantes, grandes empresarios, etc. Al hacer una empresa, se es responsable de saber y acatar las normas correspondientes de acuerdo a su producto/servicio. Si una

norma no es cumplida, puede haber consecuencias como el desacreditamiento de la empresa, sanciones, pérdida de clientes e incluso la prisión.

3.2.2 Normas de calidad

Son aquellas donde se encuentran los requerimientos utilizados para establecer la naturaleza de algún producto o servicio, deben ser cumplidas por las empresas correspondientes a sus productos. Estas dan a las organizaciones un certificado de calidad esencial al momento de implantar confianza en los clientes, causando un valor añadido para el consumidor ya que garantizan un producto/servicio con una mayor eficiencia y calidad.

3.2.2.1 Importancia de las normas de calidad

Las normas de calidad son fundamentales al momento de crecer en el mercado ya que ayudan a observar y mejorar la calidad del producto/servicio para que logre tener un mayor agrado hacia el cliente aumentando la demanda y la confianza como un proveedor fiable.

Estas normas optimizan las habilidades de la empresa para elaborar sus bienes y/o servicios satisfaciendo la demanda de los usuarios más exigentes y cumpliendo los objetivos de la empresa.

3.2.3 Normas para análisis de agua

Las normas para el análisis de agua se implantan para asegurar a la población una distribución de agua saludable y confiable, y así resguardar su salud. Estas normas muestran los parámetros máximos que puede tener el agua para calificarla como potable basándose en los niveles de toxicidad aceptables para los seres humanos y acuáticos con el objetivo de evitar problemas de salud debido a su consumo.

3.2.4 Métodos para la determinación de bacterias

3.2.4.1 ISO 6222:1999 Recuento de microorganismos cultivables en el agua.

Esta norma presenta el método para el recuento de microorganismos cultivables en el agua utilizando un medio de cultivo de agar con extracto de levadura (PCA sin glucosa) para el conteo de colonias en condiciones anaerobias con una temperatura de 36°C y 22°C. El cálculo se hace en unidades formadoras de colonias (u.f.c) por mililitro (ml) de la muestra, en cuanto al número de colonias formadas en el medio. (AENOR,1999).

3.2.4.2 ISO 9308-1: 2014 Enumeración de Escherichia coli (E. coli) y bacterias coliformes en agua.

Esta norma detalla el procedimiento para la enumeración de E. coli con el medio E. coli cromogénico dando como resultados positivos colonias azul oscuro y rosas rojizas. Este método puede aplicarse a cualquier tipo de agua menos a las aguas marinas, ya que se tiene que hacer una dilución 1 a 10 en agua estéril. (AENOR, 2014).

3.2.4.3 ISO 19250:2010. Calidad del agua. Método para la detección de Salmonella Spp.

Esta norma establece el procedimiento para la detección de bacterias de Salmonella Spp en muestras de agua para el consumo humano utilizando la base de agar cromogénica de Salmonella. Las colonias típicas son de color magenta y azul. (AENOR, 2013). La Salmonela puede presentarse en todo tipo de agua, tanto en residuales y potables, como en aguas dulces y subterráneas, etc. (Noticias química, 2010).

3.2.4.4 ISO 7899-2:2000 Calidad del agua. Detección y enumeración de enterococos intestinales. Parte 2: Método de filtración con membrana.

Esta norma marca el método para la detección y enumeración de enterococos intestinales utilizando el método de filtración con membrana trabajando con el medio Slanetz and Bartley con temperaturas de 36°C y 44°C. Se considera que las colonias típicas que muestran un color marrón-negro en el medio circundante dan reacciones positivas y se cuentan como Enterococos intestinal. (Sistemas Avanzados de Análisis, 2012).

3.2.4.5 ISO 14189:2017 Calidad del agua. Recuento de Clostridium perfringens. Método de filtración en membrana.

Esta norma trata sobre el recuento de Clostridium perfringens con el método de filtración en membrana utilizando el agar TSC (Triptosa-Cicloserina-Sulfito) y otros reactivos importantes para su crecimiento.

Se considera positivo un cambio de color a violáceo (rojo oscuro a marrón, según reactivo) en 3 – 4 minutos. Se hace el recuento de C. perfringens presuntivos y C. perfringens confirmados. (AENOR,2013).

3.2.4.6 ISO 16266:2008 Pseudomonas aeruginosa. Detección y enumeración por filtración de membrana.

Esta norma habla sobre la detección y enumeración de Pseudomonas aeruginosa utilizando un filtro de membrana de éster de celulosa de 45 µm y agar CN. Para el recuento contar todas las colonias que producen piocianina, o que sean oxidasa (+), fluorescentes bajo luz U.V. y productoras de amoníaco en Caldo Acetamida. (Sistemas Avanzados de Análisis, 2015).

3.2.4.7 ISO 19458:2006. Calidad del agua. Muestreo para análisis microbiológicos.

Esta norma muestra las pautas necesarias para el muestreo de agua para análisis microbiológicos, marcando el transporte, manipulación y conservación de las muestras hasta el comienzo del o los análisis correspondientes. Este método se centra en el muestreo para inspecciones microbiológicas. (AENOR, 2007).

3.2.4.8 ISO 7704:1985. Calidad del agua. Evaluación de filtros de membrana utilizados para análisis microbiológicos.

Este método señala la evaluación de los filtros de membrana que son usados para análisis microbiológica usando membranas de 0,45 µm. (Millipore Corporation, 2008).

3.2.4.9 ISO 8199:2018. Calidad del agua. Orientaciones generales para el recuento de microorganismos en cultivo.

Esta norma proporciona la orientación general sobre las manipulaciones que se hacen en medios de cultivos para hacer análisis microbiológicos en agua. Muestra en particular la preparación de muestras, los medios de cultivo, el equipamiento básico y cristalería. De igual manera explica las técnicas disponibles para la detección y recuento mediante cultivo, así como las pautas para determinar la mejor técnica a utilizar. (UNE,2019).

3.2.5 Métodos para análisis fisicoquímicos

3.2.5.1 D511-09, Métodos de prueba para la determinación de calcio y magnesio en el agua (Métodos A y B).

Esta norma muestra los métodos de prueba para la determinación de calcio y magnesio en el agua por medio de procedimiento de titulación complexométrica y de espectrometría de absorción atómica. Esta norma internacional se desarrolló de acuerdo con los principios reconocidos internacionalmente sobre la normalización establecidos en la Decisión sobre Principios para el Desarrollo de Normas, Guías y Recomendaciones Internacionales emitida por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) de la Organización Mundial del Comercio. (ASTM, 2014).

3.2.5.2 D1688-07, Métodos de prueba para la determinación de cobre en el agua (Métodos A y C).

Estos métodos de prueba contienen la determinación de cobre en el agua por medio de espectrofotometría de absorción atómica utilizando la absorción atómica directa, quelación-extracción y horno de grafito. Es posible determinar el cobre disuelto mediante filtración usando un filtro de membrana de 0,45 µm. (ASTM, 2017).

3.2.5.3 D2972-08, Métodos de prueba para la determinación de arsénico en el agua (Métodos B y C).

Esta norma cubre la determinación de arsénico en el agua, por medio de la absorción fotométrica y atómica del arsénico. Para esto se muestran 3 métodos de prueba; A: dietilditiocarbamato de plata, colorimétrico, B: Absorción atómica, generación de hidruro, C: Absorción atómica, horno de grafito.

3.2.5.4 D3559-08, Métodos de prueba para la determinación de plomo en el agua (Método D).

Se muestran los métodos de prueba para la determinación de plomo en el agua a través de espectrofotometría de absorción atómica y voltametría de extracción anódica de pulso diferencial. Se incluyen cuatro métodos de prueba; A: Absorción atómica,

directo, B: Absorción atómica, extracción de quelación, C: Voltametría de extracción anódica de impulsos diferenciales y D: Absorción atómica, horno de grafito. El método de prueba D ha utiliza más con éxito en diferentes aguas, comprendiendo el agua filtrada de grifo.

3.2.5.5 D3645-08, Métodos de prueba para la determinación de berilio en el agua (Método A y B).

Este método ayuda a la terminación de berilio recuperable total y disuelto en las aguas utilizando dos métodos de prueba. El método de prueba A se maneja con absorción atómica directa, el método B por absorción atómica con horno de grafito. El método B es más recomendable para el análisis de agua potable. (ASTM, 2015).

3.2.5.6 D3697-07, Método de prueba para la determinación de antimonio en el agua.

Esta norma presenta el método de prueba para la determinación de antimonio disuelto y total recuperable en agua por medio de espectroscopia de absorción atómica aplicable en el rango de 1 a 15 $\mu\text{g} / \text{L}$ de antimonio, pudiéndose extender el rango por una menor expansión de la escala o por dilución de la muestra. (ASTM, 2017).

3.2.5.7 D3859-08, Métodos de prueba para la determinación de selenio en el agua (Métodos A y B).

Mediante estos métodos se puede hacer la determinación de selenio disuelto y total recuperable en aguas, mediante los métodos A y B, absorción atómica con hidruro gaseoso AAS2, 3 1 a 20 $\mu\text{g} / \text{L}$ o con horno de grafito AAS 2 a 100 $\mu\text{g} / \text{L}$. Los rangos pueden ampliarse disminuyendo el tamaño de la muestra o diluyendo la muestra original, aunque las concentraciones mucho mayores que los limites superiores se

determinan mejor mediante la espectrofotometría de absorción atómica de llama. (ASTM, 2015).

3.2.5.8 D1253-08, Método de prueba para la determinación de cloro residual en el agua.

Esta norma muestra el método de prueba para la determinación de cloro residual en agua por valoración amperométrica directa, no está sujeto a interferencias comunes y es aplicable a la mayoría de las aguas. No obstante, unas aguas pueden producir una demanda de yodo, comúnmente a causa de materia orgánica, lo que causa que haya menos yodo disponible para la medición con este método de prueba. Así que es posible obtener una lectura de cloro falsamente bajas. (ASTM, 2014).

3.2.5.9 D516-07, Método de prueba para la determinación del ion sulfato en el agua.

Este método de prueba para la determinación del ion sulfato en el agua, esta prueba turbidimetría cubre un rango de 5 a 40 mg/ion de sulfato de Iof (SO_4^{--}). Se ha utilizado exitosamente con agua potable, subterránea y superficial. (ASTM, 2016).

3.2.5.10 D6581-08, Métodos de prueba para la determinación de bromatos, bromuros, cloratos y cloritos en el agua potable por medio de cromatografía iónica de exclusión (Métodos A y B).

Esta norma contiene los métodos de prueba múltiple para la determinación de los oxihaluros: clorito, bromato, clorato y bromuro, en agua cruda, agua potable y agua embotellada no carbonatada. Esto mediante cromatografía iónica con supresión química y electrolítica. Con estos métodos de prueba también pueden determinarse otros iones como el fluoruro, el cloruro, el nitrito, el nitrato, el fosfato y el sulfato. (ASTM, 2018).

CAPÍTULO 4



DESARROLLO DEL PROYECTO DE ESTADÍA

4.1 Búsqueda de las normas

1. Se llevó a cabo la investigación de las normas aplicables para el agua potable en embarcaciones, para ello fue necesario analizar las normas ISO y ASTM.

NORMAS	
ISO 11731: 2017	Calidad del agua. Recuento de Legionela.
ISO 19250: 2010	Calidad del agua. Método para la detección de Salmonella spp
ISO 7704: 1985	Calidad del agua. Evaluación de filtros de membrana utilizados para análisis microbiológicos.
ISO 8199: 2018	Calidad del agua. Orientaciones generales para el recuento de microorganismos en cultivo.
ISO 6222: 1999	Recuento de microorganismos cultivables en el agua.
ISO 9308-1: 2014	Enumeración de Escherichia coli (E. coli) y bacterias coliformes en agua.
ISO 7899-2 :2000	Calidad del agua. Detección y enumeración de enterococos intestinales. Parte 2: Método de filtración con membrana.
ISO 19458: 2006	Calidad del agua. Muestreo para análisis microbiológicos
ISO 5667-1	Guía para el diseño de los programas de muestreo y técnicas de muestreo
ISO 5667-2	Guía para las técnicas de muestreo
ISO 5667-3	Guía para la conservación y manipulación de las muestras de agua
ISO 14189:2017	Calidad del agua. Recuento de Clostridium perfringens. Método de filtración en membrana.
ISO 16266-2008	Pseudomonas aeruginosa. Detección y enumeración por filtración de membrana.
ASTM D511-09	Métodos de prueba para la determinación de calcio y magnesio en el agua (Métodos A y B)
ASTM D1688-07	Métodos de prueba para la determinación de cobre en el agua (Métodos A y C)
ASTM D2972-08	Métodos de prueba para la determinación de arsénico en el agua (Métodos B y C)
ASTM D3559-08	Métodos de prueba para la determinación de plomo en el agua (Método D)
ASTM D3645-08	Métodos de prueba para la determinación de berilio en el agua (Método B)

ASTM D3697-07	Método de prueba para la determinación de antimonio en el agua
ASTM D3859-08	Métodos de prueba para la determinación de selenio en el agua (Métodos A y B)
ASTM D1253-08	Método de prueba para la determinación de cloro residual en el agua
ASTM D516-07	Método de prueba para la determinación del ion sulfato en el agua

Tabla 4.1: Búsqueda de las normas.

4.2 Parámetros necesarios

- Según la investigación de las normas aplicables se buscaron los parámetros necesarios ante la ley para calificar al agua como potable

		Pruebas/análisis
PRUEBAS	MICRIOBIOLOGICAS	Muestreo para análisis microbiológicos Salmonella spp Evaluación de filtros de membrana Recuento de microorganismos en cultivo Rec. de microorganismos cultivables en el agua E. coli y bacterias coliformes Enterococos intestinales Legionela Clostridium perfringens Pseudomonas aeruginosa
	FISICOQUIMICAS	Calcio y Magnesio Cobre Arsénico Plomo Berilio Antimonio Selenio Cloro residual

		Ion sulfato
		Bromatos, bromuros, cloratos y cloritos

Tabla 4.2: Parámetros necesarios para análisis microbiológicos.

4.3 Clasificación de normas

3. Acorde a las dos tablas anteriores se hizo una clasificación detallando las pruebas necesarias con sus respectivas normas.

		NORMAS ESPECIFICAS	Pruebas/análisis
PRUEBAS	MICRIOBIOLOGICAS	ISO 19458:2006	Muestreo para análisis microbiológicos
		ISO 19250:2010	Salmonella spp
		ISO 7704:1985	Evaluación de filtros de membrana
		ISO 8199 :2018	Recuento de microorganismos en cultivo
		ISO 6222:1999	Rec. de microorganismos cultivables en el agua
		ISO 9308-1: 2014	E. coli y bacterias coliformes
		ISO 7899-2 :2000	Enterococos intestinales
		ISO 11731:2017	Legionela
		ISO 14189:2017	Clostridium perfringens
		ISO 16266-2008	Pseudomonas aeruginosa
	FISICOQUIMICAS	ASTM D511-09	Calcio y Magnesio
		ASTM D1688-07	Cobre
		ASTM D2972-08	Arsénico
		ASTM D3559-08	Plomo
		ASTM D3645-08	Berilio
		ASTM D3697-07	Antimonio
		ASTM D3859-08	Selenio
		ASTM D1253-08	Cloro residual
		ASTM D516-07	Ion sulfato
		ASTM D6581-08	Bromatos, bromuros, cloratos y cloritos

Tabla 4.3: Clasificación de las normas.

4.4 Cuantificación de recursos

4. Con el objetivo de saber el alcance de los análisis se hizo una cuantificación de equipos y materiales necesarios existentes y no existentes de acuerdo a las normas, separándolos en pruebas fisicoquímicas y microbiológicas.

4.4.1 Pruebas microbiológicas

Análisis	Pruebas microbiológicas			
	Equipo necesario existente	Equipo necesario no existente	Material y reactivos necesarios existentes	Material y reactivos necesarios no existentes
E. coli y bacterias coliformes		Autoclave	Agua destilada	E. coli cromogénico
		Incubadora	Pipeta	Caja Petri
			Embudo	Tubos de ensayo
			Gasas	Parrilla de calentamiento
			Matraz Erlenmeyer	Asa de siembra de platino
			Papel de filtro	Cinta Indicadora de Esterilización
			Pipetas Pasteur	Peptona
				Fosfato de hidrógeno de sodio
				Cloruro de sodio
				Dihidrógeno fosfato de potasio
				Laurilsulfato sódico
				Mezcla cromogénica
				Filtro de membrana
				P-fenil diamina
				Portaobjetos

Tabla 4.4 Parte 1: Recursos microbiológicos, E. Coli y bacterias coliformes.

Análisis	Equipo necesario existente	Pruebas microbiológicas		
		Equipo necesario no existente	Material y reactivos necesarios existentes	Material y reactivos necesarios no existentes
Microorganismos cultivables en el agua		Autoclave	Agua destilada	Agar para recuento en placa de agua (deshidratado)
		Incubadora		Agar con extracto de levadura (PCA sin glucosa) 10 x 100 ml
			Matraz Erlenmeyer	
				Agar con extracto de levadura (PCA sin glucosa) 10 x 200 ml
				Asa de siembra de platino
				Caja Petri Tubos de ensayo Peptona
				Cinta Indicadora de Esterilización
			Parrilla de calentamiento	
Enterococos intestinales		Autoclave	Agua destilada	Agar Bilis Esculina con Azida
		Incubadora	Matraz Erlenmeyer	Parrilla de calentamiento
				Asa de siembra de platino
				Caja Petri Tubos de ensayo Peptona
				Cinta Indicadora de Esterilización
			Filtro de membrana	

Tabla 4.4 Parte 2: Recursos microbiológicos, Microorganismos cultivables en el agua y Enterococos intestinales.

Análisis	Pruebas microbiológicas			
	Equipo necesario existente	Equipo necesario no existente	Material y reactivos necesarios existentes	Material y reactivos necesarios no existentes
Legionela		Autoclave Incubadora	Agua destilada Matraz Erlenmeyer	Parrilla de calentamiento Asa de siembra de platino Caja Petri Tubos de ensayo Peptona Cinta Indicadora de Esterilización Prueba de Legionella Látex Legionella BCYE Medium Legionella BCYE Agar sin cisteína. Legionella BYCE con antibióticos Legionella MWY Selective Medium Legionella GVPC Selective Medium Solución de tampón de ácido de Legionella Solución de Ringer ¼ tabletas de fuerza PBS salina tamponada con fosfato Agar sangre, Agar nutritivo o TSA
Salmonela spp		Autoclave Incubadora	Agua destilada Matraz Erlenmeyer	Agua de Peptona Tamponada Agua de Peptona Tamponada formulacion ISO Caldo RVS (Rappaport-Vassiliadis Peptona Soja) Parrilla de calentamiento Agar XLD Medio XLD Base de Agar Cromogenica de Salmonela Suplemento Selectivo de Salmonela Brilliance Salmonela Agar Agar nutritivo Agar triple azúcar hierro BD Urea Indol Lisina descarboxilasa Rapid One Panel Rapid Inoc Fluid Rapid Spot Indol Bactidrop Oxidasa

Tabla 4.4 Parte 3: Recursos microbiológicos, Legionela y Salmonela spp.

Análisis	Equipo necesario existente	Pruebas microbiológicas		
		Equipo necesario no existente	Material y reactivos necesarios existentes	Material y reactivos necesarios no existentes
Clostridium perfringens		Autoclave Incubadora	Agua destilada Matraz Erlenmeyer Papel de filtro	Parrilla de calentamiento Agar TSC (Tryptosa-Cicloserina-Sulfito) (base) T.S.C. Supplement (Perfringens T.S.C. Supplement) TSC Agar (Tryptose Sulfite Cycloserine Agar, Perfringens Agar) Perfringens Agar Base (TSC) AnaeroGen AnaeroJar Agar sangre Micropipeta Cubetas de espectrofotómetro Fotocolorímetro Fosfata acida Citrato sódico Pentanodiol α -naftil fostfato Fast Red TR Tartrato sódico Ácido acético
Pseudomonas aeruginosa		Autoclave Incubadora	Agua destilada Matraz Erlenmeyer	Filtro de membrana de éster de celulosa de 45 μ m Agar CN Base de Agar de <i>Pseudomonas</i> Suplemento selectivo para Pseudomonas CN Agar Cetrimida Agar nutritivo Tiras de detección de Oxidasa Caldo de acetamida Agar F para Pseudomonas Parrilla de calentamiento

Tabla 4.4 Parte 4: Recursos microbiológicos, Clostridium perfringens y Pseudomonas aeruginosa.

4.4.2 Pruebas fisicoquímicas

Pruebas fisicoquímicas				
Análisis	Equipo necesario existente	Equipo necesario no existente	Material y reactivos necesarios existentes	Material y reactivos necesarios no existentes
Cobre	Espectrofotómetro de absorción atómica		Ácido clorhídrico concentrado	Cobre electrolítico
	Lámpara de cátodo hueco de cobre Válvulas reductoras de presión		Ácido nítrico concentrado Ácido sulfúrico concentrado Oxidante (aire) Combustible (acetileno) Agua destilada Papel de filtro	Solución madre de cobre
Calcio y Magnesio		Conjunto de titulación Medidor de pH con escala mV expandida.	Papel de filtro Agua destilada	Cloruro de amonio Hidróxido de amonio Sal de magnesio de EDTA Purpurato de amonio Sacarosa Fluoresceína metileno ácido iminodiacético Timolftaleína Cloruro de potasio Solución de calcio, estándar o Carbonato de calcio y ácido clorhídrico Chrome Black T Solucion EDTA Clorhidrato de hidroxilamina Calcio/Magnesio Ferrocianuro de potasio Cianuro de sodio Hidróxido de sodio

Tabla 4.5 Parte 1: Recursos fisicoquímicos, Cobre, Calcio y Magnesio.

Análisis	Equipo necesario existente	Pruebas fisicoquímicas		
		Equipo necesario no existente	Material y reactivos necesarios existentes	Material y reactivos necesarios no existentes
Arsénico		Espectrofotómetro o Fotómetro de filtro Generador de arsina Depurador Absorbedor	Papel de filtro Ácido clorhídrico concentrado Ácido nítrico concentrado Ácido sulfúrico concentrado Agua destilada	Trióxido de arsénico Hidróxido de sodio Acetato de plomo Yoduro de potasio Dietilditiocarbamato de plata Piridina Cloruro de estaño sin arsénico Lata de musgo Zinc granular
Plomo	Espectrofotómetro de absorción atómica Válvulas reductoras de presión	Lámpara de cátodo hueco de plomo	Papel de filtro Ácido clorhídrico concentrado Ácido nítrico concentrado Oxidante (aire) Agua destilada Combustible (acetileno)	Nitrato de plomo
Berilio	Espectrofotómetro de absorción atómica Válvulas reductoras de presión	Lámpara de cátodo hueco de berilio	Ácido nítrico concentrado Ácido clorhídrico concentrado Agua destilada Papel de filtro Oxidante (aire) Combustible (acetileno)	Berilio metálico Carbonato de calcio Oxidante (óxido nítrico)

Tabla 4.5 Parte 2: Recursos fisicoquímicos, Arsénico, Plomo y Berilio.

Pruebas fisicoquímicas				
Análisis	Equipo necesario existente	Equipo necesario no existente	Material y reactivos necesarios existentes	Material y reactivos necesarios no existentes
Antimonio	Espectrofotómetro de absorción atómica	Lámpara de descarga sin electrodo de antimonio Grabador o lectura digital Analizador de vapor Stibine	Agua destilada Ácido clorhídrico concentrado Ácido nítrico concentrado Ácido sulfúrico concentrado Papel de filtro	Tartrato de antimonio y potasio Yoduro de potasio Borohidruro de sodio Hidróxido de sodio Cloruro de estaño Hidrógeno Nitrógeno
Selenio	Espectrofotómetro de absorción atómica Sistema de gas Tapón de goma de tres orificios Matraces de reacción	Lámpara de cátodo hueco de selenio Grabador Lectura digital Tubo de aireación de vidrio sinterizado Trampa de agua Jeringa hipodérmica	Agua destilada Ácido clorhídrico concentrado Ácido nítrico concentrado	Cloruro de calcio Naranja de metilo Permanganato de potasio Selenio elemental gris Borohidruro de sodio Hidróxido de sodio Argón o Nitrógeno Hidrógeno
Bromatos, bromuros, cloratos y cloritos		Aparato de cromatografía de iones Bomba de eluyente Válvula de inyección Columna analítica Dispositivo supresor Detector de conductividad Sistema de datos	Agua destilada Ácido sulfúrico concentrado	Carbonato de sodio Helio Etilendiamina Cartuchos de pretratamiento de muestras de SPE Bromato de sodio Bromuro de sodio Clorato de sodio Clorito de sodio

Tabla 4.5 Parte 3: Recursos fisicoquímicos, Antimonio, Selenio, bromatos, bromuros, cloratos y cloritos.

Análisis	Equipo necesario existente	Pruebas fisicoquímicas		
		Equipo necesario no existente	Material y reactivos necesarios existentes	Material y reactivos necesarios no existentes
Ion sulfato	Cronómetro Cuchara medidora	Fotómetro de filtro con un filtro violeta	Agua destilada	Cloruro de bario
		Nefelómetro o turbidímetro	Ácido clorhídrico concentrado	Etanol o isopropanol
		Espectrofotómetro	Papel de filtro	Glicerol
				Sulfato de sodio anhidro
Cloruro de sodio				
Cloro residual	Cristalería	Aparato de titulación amperométrica	Agua destilada	Trihidrato de acetato de sodio
			Ácido clorhídrico concentrado	Ácido acético glacial
				Fosfato de potasio monobásico
				Fosfato de sodio dibásico
				Biodato de potasio
				Oxido de fenilarsina
				Hidróxido de sodio
				Cloroformo
				Yoduro de potasio
				Bicarbonato de sodio

Tabla 4.5 Parte 4: Recursos fisicoquímicos, Ion sulfato y Cloro residual.

4.5 Ponderación

- Para cuantificar los análisis que pudieran realizarse se agregaron columnas para otorgar una ponderación del 1 al 5 de acuerdo en los 3 laboratorios de AmSpec.

Pruebas/análisis	Escala de apreciación del 1 al 5
Muestreo para análisis microbiológicos Salmonella spp Rec. de microorganismos cultivables en el agua E. coli y bacterias coliformes Enterococos intestinales Legionela Clostridium perfringens Pseudomonas aeruginosa Calcio y Magnesio Cobre Arsénico Plomo Berilio Antimonio Selenio Cloro residual Ion sulfato Bromatos, bromuros, cloratos y cloritos	

Tabla 4.6: Ponderación

Donde

- 0: No se tiene ningún equipo, material ni reactivo.
- 1: Se tiene al menos pocos equipos, materiales y/o reactivos necesarios.
- 2: Se tienen al menos casi la mitad de los equipos, materiales y reactivos necesarios.
- 3: Se tienen más de la mitad de los equipos y/o materiales y reactivos necesarios.
- 4. Se tiene la mayoría de los equipos y/o materiales y reactivos necesarios.
- 5. Se encuentran todos los equipos, materiales y reactivos precisos para el análisis.

4.6 Escala de apreciación

6. Se aplicó el análisis en cada uno de los laboratorios de AmSpec para saber la escala de aplicación alcanzables.

Pruebas/análisis	Escala de apreciación del 1 al 5
Muestreo para análisis microbiológicos	4.5
Salmonella spp	0.5
Rec. de microorganismos cultivables en el agua	0.5
E. coli y bacterias coliformes	1.5
Enterococos intestinales	0.5
Legionela	0.5
Clostridium perfringens	0.5
Pseudomonas aeruginosa	0.5
Calcio y Magnesio	0.5
Cobre	4.5
Arsénico	1.5
Plomo	4
Berilio	4
Antimonio	2.5
Selenio	2
Cloro residual	1
Ion sulfato	1.5
Bromatos, bromuros, cloratos y cloritos	0.5

Tabla 4.7: Escala de apreciación.

CAPITULO 5



CONCLUSIONES

5.1 Resultados

1. Se hizo el porcentaje aproximado de acuerdo a los resultados de alcance de aplicación

Pruebas/análisis	Porcentaje aprobado
Muestreo para análisis microbiológicos	90%
Salmonella spp	10%
Rec. de microorganismos cultivables en el agua	10%
E. coli y bacterias coliformes	30%
Enterococos intestinales	10%
Legionela	10%
Clostridium perfringens	10%
Pseudomonas aeruginosa	10%
Calcio y Magnesio	10%
Cobre	90%
Arsénico	30%
Plomo	80%
Berilio	80%
Antimonio	50%
Selenio	40%
Cloro residual	20%
Ion sulfato	30%
Bromatos, bromuros, cloratos y cloritos	10%

Tabla 5.1: Porcentajes aprobados.

También se realizó grafica representando el porcentaje obtenido de los análisis microbiológicos.

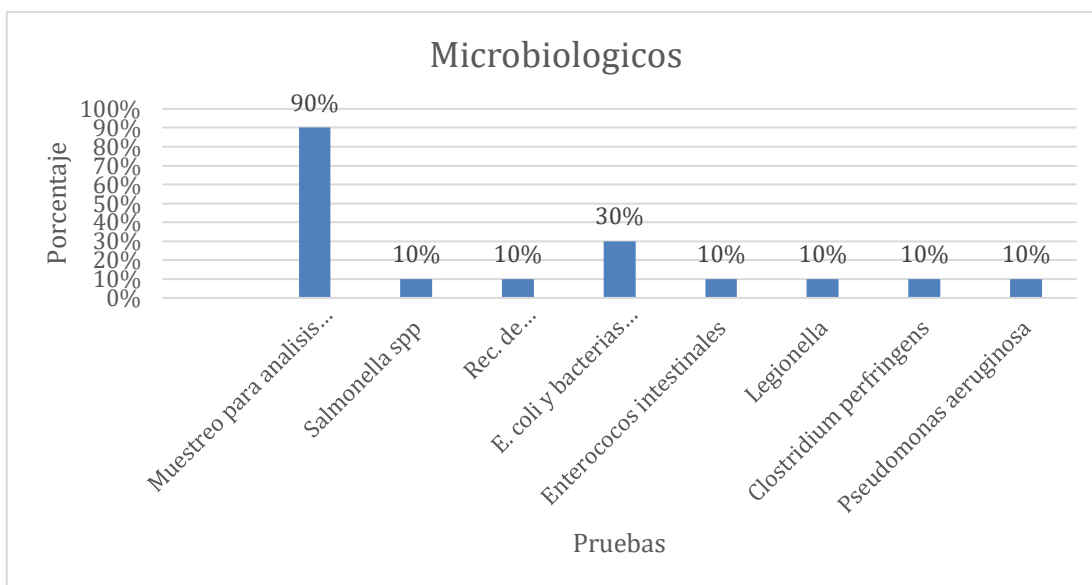


Gráfico 5.3: Porcentaje de análisis microbiológicos.

Se hizo una gráfica para representar el porcentaje obtenido de los análisis fisicoquímicos.

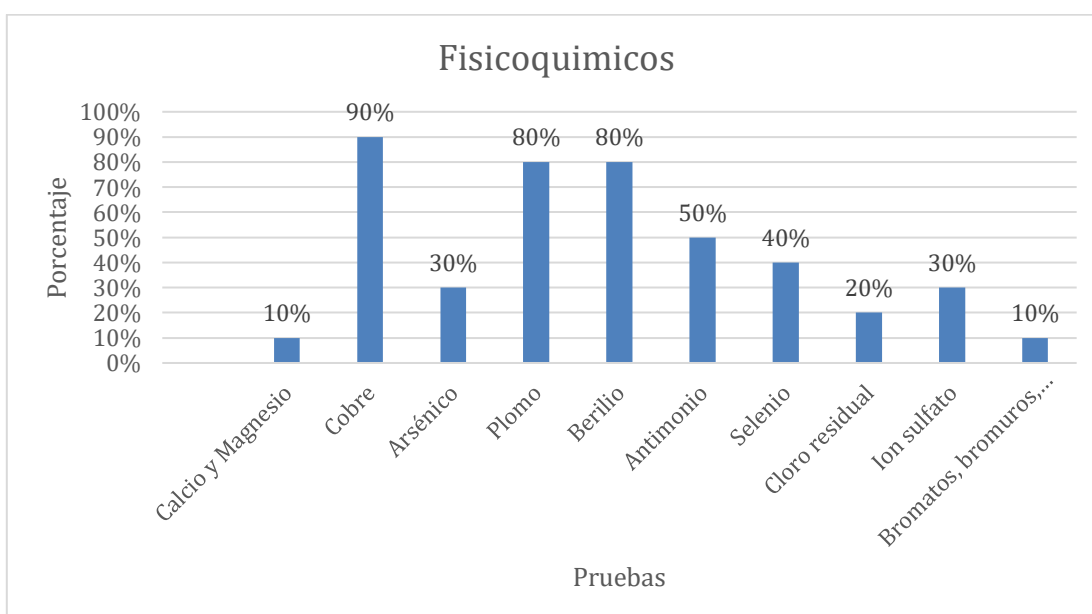


Gráfico 5.4: Porcentaje de análisis fisicoquímicos.

2. Se promedia el porcentaje alcanzable de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

5.1.1 Microbiológicos

Hubo una obtención de solo el 23% de probabilidad para las pruebas de acuerdo a los equipos, materiales y reactivos existentes.

Pruebas/análisis	Porcentaje aprobado
Muestreo para análisis microbiológicos	90%
Salmonella spp	10%
Rec. de microorganismos cultivables en el agua	10%
E. coli y bacterias coliformes	30%
Enterococos intestinales	10%
Legionela	10%
Clostridium perfringens	10%
Pseudomonas aeruginosa	10%
Promedio	23%

Tabla 5.2: Promedio de análisis microbiológicos.

5.1.2 Fisicoquímicos

Se obtuvo un 44% de probabilidad para hacer los análisis de acuerdo a los equipos, materiales y reactivos existentes.

Pruebas/análisis	Porcentaje aprobado
Calcio y Magnesio	10%
Cobre	90%
Arsénico	30%
Plomo	80%
Berilio	80%
Antimonio	50%
Selenio	40%
Cloro residual	20%
Ion sulfato	30%
Bromatos, bromuros, cloratos y cloritos	10%
Promedio	44%

Tabla 5.3: Promedio de análisis fisicoquímicos.

5.2 Observaciones

Un elemento clave para el encuentro de las normas aplicables fue buscar las organizaciones relacionadas con el control y manejo de las leyes marítimas encontrando a la Organización Marítima Internacional (OMI) facilitando el encuentro de los algunos análisis necesarios.

Como se puede observar en la tabla 4.4 para los análisis fisicoquímicos, se podría encontrar 1/3 de los equipos requeridos en las normas, lo que da una mayor oportunidad de cumplirse. En referencia a los materiales y reactivos se encuentra ¼ aproximadamente de ellos, obteniendo un promedio del 44% de alcance.

Hablando de los análisis microbiológicos, analizando la tabla 4.5 se puede ver que se tiene una gran deficiencia en cuanto a equipo principalmente, ya que no se cuenta con ningún equipo existente para estos análisis. En referencia a los materiales y reactivos la mayoría no son encontrados en ninguno de los 3 laboratorios presentes, ya que es

comprensible porque la empresa no se enfoca en ese giro. Esto nos da como resultado un promedio del 23% de alcance para poder realizar los análisis microbiológicos.

En total se obtuvo un promedio del 33.5% de alcance entre los análisis fisicoquímicos y los análisis microbiológicos, generando con esto un ingreso recuperable en un tiempo de mediano a largo plazo dependiendo la demanda de los análisis.

5.3 Conclusiones

El objetivo principal era conocer las normas que regían el agua potable de las embarcaciones, encontrando como resultado las normas internacionales ASTM e ISO demandando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos respectivamente, esto para hacer un registro y contabilizar la capacidad de probabilidad que se tiene para hacer los análisis en los laboratorios de AmSpec.

Mediante la investigación de los parámetros básicos para el agua potable de embarcaciones se hizo un análisis mediante tablas y graficas demostrando un 23% de probabilidad para hacer los análisis microbiológicos de acuerdo a los equipos, materiales y reactivos existentes en los laboratorios. Esto causa una incertidumbre en la posibilidad de poder completar la demanda de los recursos solicitados ya que generaría más gastos para la empresa no recuperables a corto plazo.

Respecto a las posibilidades de tener la capacidad de hacer análisis fisicoquímicos en AmSpec, se obtuvo un 44% de probabilidad teniendo un mayor alcance de realización ya que un 35% aproximadamente de estos análisis se hace por medio del espectrofotómetro de absorción atómica de llama, equipo que actualmente se tiene calibrado y en operación para análisis de metales en los combustibles marítimos solicitados a la empresa.

En cuanto a los gastos, serian recompensados en un tiempo de mediano a largo plazo ya que la demanda de estos análisis en el puerto de Manzanillo es continua y actualmente no existe ninguna empresa capaz de realizarlos, lo que generaría una probable clientela más fija ya que además se trabajaría bajo normas internacionales

certificadas lo que le da más confiabilidad al cliente.

De acuerdo a los resultados se tiene una mayor probabilidad de hacer los análisis fisicoquímicos que los microbiológicos, ya que los equipos y materiales faltantes son accesibles de una manera más fácil. Este proyecto podría ejecutarse entre 2 a 4 años aproximadamente completando todos los análisis programados, ya que conforme a las pruebas fisicoquímicos se podría solo añadir los equipos y materiales necesarios faltantes, pero para los análisis microbiológicos se necesitaría un nuevo lugar para equipar un laboratorio de microbiología completamente desde cero.

Al ejecutarse este proyecto otorga una gran fiabilidad para la empresa ya que sería la primera en hacer análisis de agua en embarcaciones en el puerto de Manzanillo, y la demanda es alta y continua.

Este trabajo servirá como guía para facilitar la información necesaria sobre los análisis de agua en embarcaciones, viendo las fortalezas y las debilidades de la empresa para considerar si el proyecto es factible o no con el propósito de poder aplicarlo.

5.4 Recomendaciones

Se recomienda hacer mayor énfasis en el capítulo 4, ya que los resultados mostrados en tablas y graficas hace una manera más práctica y sencilla de entender el material, facilitando la búsqueda, para próximos trabajos.

Es vital hacer una cotización de los recursos necesarios para hacer una relación con el tiempo de recuperación monetaria analizando la rentabilidad del proyecto.

Se podría comenzar a equipar aquellas pruebas donde se tiene un porcentaje de alcance mayor e ir descendiendo trabajando poco a poco con las siguientes.

5.5 Trabajos futuros

Es necesario realizar proyectos específicos para equipar los laboratorios para análisis fisicoquímicos ya que se cuenta con algunos equipos fundamentales para estas pruebas.

Con el objetivo de hacer una continuación de este trabajo, se pretende mejorar la investigación para un enriquecimiento mayor a la información, punteando algunos trabajos futuros:

1. Realizar un estudio de la demanda de análisis de agua en el puerto de Manzanillo, Colima.
2. Gestionar los recursos necesarios no existentes para hacer los análisis requeridos.

6.1 Bibliografía

Adamson, Lee. (2015). “El transporte marítimo: indispensable para el mundo”, seleccionado como lema del Día marítimo mundial de 2016. OMI. Recuperado de: <http://www.imo.org/es/MediaCentre/PressBriefings/Paginas/47-WMD-theme-2016.aspx>

AENOR. (2007). Extracto del documento une-en iso 19458. Madrid, España. Recuperado de: EXT_TqictMJHt9slh5IOz4uX.pdf

AENOR. (2014). Extracto del documento une-en iso 9308-2. Madrid, España. Recuperado de: EXT_nHUbLT04aBP9ry4UkX9B.pdf

ASTM. (2014). Standard Test Method for Residual Chlorine in Water. Designation: D1253 – 14. United States. DOI: 10.1520/D1253-14.

ASTM. (2014). Standard Test Methods for Calcium and Magnesium In Water. Designation: D511 – 14. United States. DOI: 10.1520/D0511-14.

ASTM. (2015). Standard Test Methods for Beryllium in Water. Designation: D3645 – 15. United States. DOI: 10.1520/D3645-15.

ASTM. (2015). Standard Test Methods for Lead in Water. Designation: D3559 – 15. United States. DOI: 10.1520/D3559-15.

ASTM. (2015). Standard Test Methods for Selenium in Water¹. Designation: D3859 – 15. United States. DOI: 10.1520/D3859-15.

ASTM. (2016). Standard Test Method for Sulfate Ion in Water. Designation: D516 – 16. United States. DOI: 10.1520/D0516-16.

ASTM. (2017). Standard Practice for Measuring Elements in Water by Flame Atomic Absorption Spectrophotometry. Designation: D4691 – 17. United States. DOI: 10.1520/D4691-17.

ASTM. (2017). Standard Test Method for Antimony in Water. Designation: D3697 – 17. United States. DOI: 10.1520/D3697-17.

ASTM. (2017). Standard Test Methods for Copper in Water. Designation: D1688 – 17. United States. DOI: 10.1520/ D1688-17.

ASTM. (2018). Standard Test Methods for Bromate, Bromide, Chlorate, and Chlorite in Drinking Water by Suppressed Ion Chromatography. Designation: D6581 – 18. United States. DOI: 10.1520/D6581-18.

ASTM. (2015). Standard Test Methods for Arsenic in Water. Designation: D2972 – 15. United States. DOI: 10.1520/D2972-15.

Castellanos, Javier. (2000). MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. México, D.F. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html>

Clauson, Doug (2014). Las normas de ASTM ayudan a satisfacer la necesidad de agua limpia. Lugar de publicación: ASTM INTERNATIONAL. Wynnewood, Pennsylvania. Recuperado de: https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF14/clausonwater_spjf14.html

Escobedo, Teresa. (2006). Evaluacion de los procesos de purificacion de una despachadora de agua potable en ciudad juarez. CULCyT. Núm. 13 (3). Recuperado de: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/522/501>

Jiménez, Marco. (2017). Transporte marítimo, tiempos tránsito. Recuperado de: <http://aprcargo.com.mx/transporte-maritimo-tiempos-transito/>

Manual de Normas de Calidad para Agua Potable. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1982.

OMI. (2016). Otras cuestiones de seguridad. Recuperado de: <http://www.imo.org/es/OurWork/Safety/SafetyTopics/Paginas/Default.aspx>

OMS. (2016). Legionelosis. Recuperado de <https://www.who.int/features/qa/legionnaires/es/>

OMS. (s.f.) Guías para la calidad del agua potable, PRIMER APÉNDICE A LA

TERCERA EDICIÓN. Volumen 1. Tercera edición.

SISTEMAS AVANZADOS DE ANALISIS. (2016). Recuento de enterococos intestinales por filtración por membrana. UNE-EN ISO 7899-2:2001. Valladolid. Tomo 1429, folio 218, inscripción 1ª, hoja VA-25213

Torres, Patricia. (2009). ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA EN FUENTES SUPERFICIALES UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. UNA REVISIÓN CRÍTICA. Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Colombia. vol. 8, No. 15 especial, pp. 79-94. Recuperado de: Dialnet-IndicesDeCalidadDeAguaEnFuentesSuperficialesUtiliz-4845739.pdf

Updated global burden of cholera in endemic countries. Ali M, Nelson AR, Lopez AL, Sack D. (2015). PLoS Negl Trop Dis 9(6) : e0003832. DOI: 10.1371/journal.pntd.0003832.

World Health Organization. (1992). WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. Recommendations. Volume 1.

7.1 Anexos

Glosario

Agente patógeno: Agente que puede ser causante de enfermedades como los hongos, virus y bacterias.

Jaspeado: Cosa u objeto que está salpicado con algo.

Salmonella: Bacteria anaerobia que contamina los alimentos, produciendo trastornos intestinales.

Presión hidrostática: Presión ejercida por el peso de un líquido en reposo sobre las paredes y el fondo del recipiente, es medida en unidades de presión.

Presión osmótica: Presión aplicada necesaria para impedir la osmosis.