

Análisis de la gestión de inventarios para analizador de gas dióxido de azufre SO₂

“T100 marca Teledyne api”

Edwin Alfredo Suarez Gómez
William Erasmo Rey Pinto

Programa de Especialización en Gerencia de Mantenimiento
Dirección de posgrados
Universidad ECCI
Bogotá-Colombia
Octubre 3 de 2019

**Trabajo presentado para optar al título de Especialistas en Gerencia de
Mantenimiento**

Proponentes

Edwin Alfredo Suarez Gómez
William Erasmo Rey Pinto

Asesor

Ing. Miguel Ángel Urián Tinoco

Especialización en Gerencia de Mantenimiento
Universidad ECCI
Facultad de Postgrados

La correspondencia relacionada con este documento deberá ser enviada a:
edwina.suarezg@ecc.edu.co, williame.reyp@ecc.edu.co

Contenido

1	Título de la investigación	13
2	Problema de la investigación.....	13
2.1	Descripción del problema.....	13
2.2	Planteamiento del problema.....	14
2.3	Sistematización del problema.....	14
3	Objetivo de la investigación	14
3.1	Objetivo General	14
3.2	Objetivos específicos.....	15
4	Justificación y delimitación	15
4.1	Justificación.....	15
4.2	Delimitación	16
4.3	Limitaciones	16
5	Marco Conceptual.....	17
5.1	Estado del arte	17
5.1.1	Estado del arte nacional	17
5.1.2	Estado del arte internacional.....	21
5.2	Marco teórico	25
5.2.1	Inventario.....	26
5.2.1	<i>Inventario de repuestos</i>	31
5.2.2	Almacenamiento	34
5.2.3	Conceptos generales.....	36
5.2.4	Logística.....	37
5.2.5	Mantenimiento preventivo y correctivo.....	38
5.2.6	Analizador de dióxido de azufre (so ₂).....	39
5.2.7	Características del analizador Modelo T100.....	40
5.3	Marco legal.....	41
6	Marco metodológico.....	45
6.1	Recolección de información.....	45
6.1.1	Tipo de investigación.....	45
6.1.2	Fuentes de obtención de la información	46
6.1.3	Herramientas	46
6.1.4	Metodología	47

6.1.5	Recopilación de la información	47
6.2	Análisis de la información.....	54
6.3	Propuestas de la solución	59
7	Impactos esperados o alcanzados	60
8	Análisis financiero.....	61
9	Conclusiones y recomendaciones.....	62
9.1	Conclusiones	62
9.2	Recomendaciones.....	63
9.3	Prospección	64
10.	Bibliografía.....	64

Página De Aceptación

Firma Director de Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Dedicatoria

Este trabajo lo dedicamos a nuestras familias que con la gran bendición de Dios hemos podido sacar adelante, hemos podido realizar un trabajo en equipo para dar los resultados esperados de nosotros como profesionales en entrenamiento, dedicamos todo nuestro tiempo y esfuerzo para sacar adelante estos resultados en donde el tiempo en familia fue sacrificado y el amor y la paciencia son bien recompensados.

Agradecimientos

Agradecemos inmensamente a ti Dios por tu amor, bendición y protección, en tu enorme misericordia nos permitiste llegar sanos y salvos a nuestros hogares luego de cada jornada extenuante de trabajo y estudio, nos permitiste tener el aprendizaje de profesores como de compañeros para aumentar nuestros conocimientos y ser mejores profesionales para brindar a nuestras familias una mejor calidad de vida y hacer que se sientan orgullosos de nuestro desempeño. Gracias a nuestras familias que fueron las primeras en sacrificar su tiempo para permitirnos dedicarlo a nuestras actividades académicas. Gracias a los profesores por compartir su conocimiento que más que una labor es una pasión y don que tienen para con cada una de las personas que pasan por las aulas de clase. Gracias a los compañeros por el tiempo y entrega en cada una de las actividades que se debieron realizar para obtener los trabajos solicitados.

Introducción

Este trabajo de grado pretende mostrar el panorama del estado de cómo se encuentra el almacenamiento y el manejo de los repuestos para el analizador de SO₂ de marca Teledyne Api modelo T100 que compone la red de estaciones de calidad de aire de la Corporación autónoma Regional de Cundinamarca CAR y así poder mejorar en método que se lleva a cabo en el manejo de los repuestos, ya que a la fecha no se cuenta con un proceso dichamente estructurado, al igual que no se cuenta con personal específicamente designado para esta labor lo que hace que se presenten demoras e incertidumbre en el proceso de los mantenimientos del instrumento al no contar con un inventario claro.

El objeto de este trabajo es brindar una propuesta de solución en la gestión del inventario de repuestos del analizador T100 de SO₂ basándose en la información recolectada ya que es primordial el análisis de la misma ya que permitirá reducir tiempos y optimizar el proceso de entrega de repuestos para mantenimiento.

Como objetivo específico se pretende determinar que metodologías son aplicables para este caso, y poder establecer un aplicativo para el manejo del inventario.

Resumen

En el desarrollo del proyecto se emplea la investigación histórica ya que basados en fuentes y acontecimientos históricos sobre la gestión de inventarios, se puede describir y emplear la metodología adecuada respecto al tipo de inventario que se desea establecer; en este caso el inventario de repuestos, el cual es aplicable para el entorno de la gestión de los mismos y cumple con las condiciones necesarias para la aplicación de la metodología ABC, mediante el análisis de información, la rotación de entradas y salidas de repuestos; el estudio de implementación de cambios recientes, la mejora continua con el análisis y priorización de problemas, lo que permite tener una visión clara del estado de las existencias de los repuestos y así tener claro que es realmente necesario tener en stock.

Así mismo permite tener claro que repuestos se deben adquirir con en mayor proporción y poder optimizar el recurso económico destinado a la adquisición de los repuestos, lo que permite generar la propuesta de mejora y adquisición de un aplicativo para el manejo de inventarios.

Palabras Clave: inventario, entradas y salidas, metodología ABC, stock.

Abstract

In the development of the project, historical research is used since, based on historical sources and events on inventory management, the appropriate methodology can be described and used regarding the type of inventory to be established; in this case, the inventory of spare parts, which is applicable to the management environment of the same and meets the necessary conditions for the application of the ABC methodology, through the analysis of information, the rotation of inputs and outputs of spare parts; the study of implementation of recent changes, continuous improvement with the analysis and prioritization of problems, which allows to have a

clear vision of the status of the spare parts stock and thus be clear that it is really necessary to have them in stock.

Likewise, it allows to be clear about which spare parts should be acquired in a greater proportion and to be able to optimize the economic resource destined to the acquisition of spare parts, which allows generating the proposal for improvement and acquisition of an application for inventory management.

Keywords: inventory, inputs and outputs, ABC methodology, stock.

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Construyendo un nivel de inventario de repuesto óptimo	33
Ilustración 2. Mapa de proceso de la gestión de almacenes	35
Ilustración 3. Lista de Repuestos Solicitados	50
Ilustración 4. Formato de Toma Actividades.....	51
Ilustración 5. Obsoletos	55
Ilustración 6. Análisis ABC	56
Ilustración 7. Gráficas ABC.....	57
Ilustración 8. Pareto	58
Ilustración 9. Compras vs Inventario	58
Ilustración 10. Forms Microsoft 365	60

Contenido de tablas

Tabla 1 Marco legal, (2020)	26
Tabla 2 Marco legal, (2020)	38
Tabla 3 Tipos de investigación, (2020)	43
Tabla 4 Reporte de mantenimiento, (2020)	51

1 Título de la investigación

Análisis de la gestión de inventarios para analizador de gas dióxido de azufre SO₂ modelo T100 marca Teledyne api.

2 Problema de la investigación

2.1 Descripción del problema

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca es una institución de carácter estatal al igual que las demás corporaciones tienen por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como el cumplimiento y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el ministerio del medio ambiente. (Car, 2018)

Por lo que es necesario que los instrumentos y equipos de medición de los contaminantes que monitorea la CAR deben ser confiables y trazables de acuerdo a las normas que rigen el país, por tanto, es imperioso tenerlos en óptimas condiciones para que los datos reportados sean confiables, lo que hace relevante que los repuestos o consumibles destinados para la prestación de los mantenimientos se encuentren disponibles en el momento de necesitarlos. La matriz de monitoreo de calidad del aire perteneciente a la Dirección de laboratorio investigación e innovación ambiental (DLIA) de la CAR se encarga de la red de monitoreo de calidad de aire y lo que compete sobre la misma. En el ejercicio de las actividades de mantenimiento se han venido presentando retrasos e inconvenientes, debido a la poca organización de los repuestos de equipos primordiales en las estaciones de monitoreo como lo es el equipo para medición de Dióxido de azufre (SO₂) Marca Teledyne Api modelo T100 lo que genera que el personal

encargado de los mantenimientos tarda un tiempo en promedio de 2 horas para establecer cuáles son los repuestos o consumibles con los que en realidad cuenta y en caso de no haber existencia se realiza el procedimiento de búsqueda de equipos que ya no estén en uso para retirar el repuesto, en caso de no haberlo encontrado se debe hacer una reparación que tarda jornadas laborales. La compra de los repuestos se hace una vez al año basado en una licitación. Los repuestos no tienen control de almacén por lo que no se tiene certeza de las cantidades igualmente no hay un encargado de los mismos lo que genera retrasos en los mantenimientos.

2.2 Planteamiento del problema.

¿Cómo gestionar de manera adecuada los repuestos para el activo del analizador SO₂ marca Teledyne api evitando el desabastecimiento de componentes críticos?

2.3 Sistematización del problema.

¿En la actualidad cómo se hace el alistamiento de los repuestos para los mantenimientos?

¿La cantidad y calidad de los repuestos que se compran anualmente son realmente las adecuadas?

¿Cómo se manejará el control de stock de los repuestos y qué persona se encargará de manejar el sistema para generar las alertas pertinentes?

3 Objetivo de la investigación

3.1 Objetivo General

Generar una propuesta para la gestión de los repuestos del analizador de gas de dióxido de azufre SO₂ modelo T100 marca Teledyne api basado en una toma de información en el almacén y la información de la compra.

3.2 Objetivos específicos.

Identificar el método de gestión actual de los repuestos para el analizador modelo T100 marca Teledyne api tomando como base la información del almacén y los requerimientos de compra.

Determinar cuáles metodologías son aplicables para el control de inventarios en el caso propuesto de acuerdo al análisis de los datos obtenidos.

Proponer un aplicativo para el manejo de inventario y la adquisición del mismo basado en la información de rotación de los repuestos y su criticidad.

4 Justificación y delimitación

4.1 Justificación

En la actualidad la gran mayoría de empresas cuenta con un control de inventarios para ejercer la vigilancia de los activos; adicional a lo anterior este puede contribuir con la rentabilidad de las empresas, ayuda tener conocimiento de las existencias; y con esto determinar qué se debería adquirir y de que se puede disponer o dar de baja. De una forma más puntual los inventarios de repuestos destinados al mantenimiento de activos generan un plan organizado para controlar lo que se debe adquirir y mantener almacenado. Por lo que se ha identificado que la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca en su seccional del laboratorio, aún no cuenta con un sistema óptimo para realizar el inventario destinado al mantenimiento de sus activos, por lo que se hace necesario controlar los activos destinados al mantenimiento ya que la inversión que se hace en este tipo de repuestos e insumos es alta y de no ejercer el debido control

de los mismos este puede llegar a generar un impacto negativo en las finanzas de la corporación y a los presupuestos que se destinan año a año para la adquisición de dichos repuestos.

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca cuenta con diferentes artículos considerados como repuestos y consumibles con diferentes características y tipologías, los cuales no se han categorizado ni clasificado de una manera adecuada, lo que hace que no se pueda clasificar ni identificar de una forma precisa qué artículo le genera mayor o menor costo al tenerlo en stock.

Al analizar el control de inventarios con el que cuenta la Corporación se deduce que este afectaría el proceso del mantenimiento del analizador T100 ya que no se cuenta con un inventario detallado hasta el momento, lo que puede generar paros en la operación de los equipos en caso de no contar con el repuesto necesario,

4.2 Delimitación

La generación de la base de datos para realizar el inventario se hará en la sede de la dirección del laboratorio e innovación ambiental de la Car ubicada en el parque industrial santo domingo, manzana C Bodega 13, en el municipio de Mosquera.

La ejecución del análisis de gestión de inventario tendrá una fecha de inicio a partir del 06 de agosto de 2019 hasta junio de 2020.

4.3 Limitaciones

No se ha destinado un presupuesto en el que se pueda invertir en un aplicativo para poder realizar la recopilación de datos de inventario por lo que se debe dar uso de la herramienta de Excel para realizar esta tarea de forma manual.

Solamente se podrá acceder al predio donde se encuentra la información a analizar en las fechas que lo determine el director del laboratorio bajo una visita supervisada por lo que no se podrá tener libre acceso y los investigadores dependerán de la disponibilidad de la información hasta donde lo disponga la Car, además que el tiempo será limitado en cada visita.

El traslado al sitio donde se encuentra la información para realizar el análisis del inventario esta fuera de la ciudad de Bogotá lo que genera tiempos de traslados entre 2 a 3 horas dependiendo el tráfico de ciudad de Bogotá ya que el laboratorio de la Car se encuentra en el municipio de Mosquera (Cundinamarca) y reduciendo la cantidad de visitas a realizar para el análisis de inventario, la inversión económica corre por cuenta de los proponentes.

5 Marco Conceptual

5.1 Estado del arte

5.1.1 Estado del arte nacional

5.1.1.1 Implementación de un sistema de gestión de inventarios en Melexa S.A

En el año 2013 Yuly Andrea Castañeda Ramírez y Diego Alexander Silva Vargas del programa de ingeniería industrial de la universidad libre realizaron el trabajo de grado titulado implementación de un sistema de gestión de inventarios en Melexa S.A “El stock es una provisión de artículos en espera de su utilización posterior con el objetivo de disponer: De la cantidad necesaria, en el momento oportuno, en el lugar preciso, con el mínimo costo” (Castañeda Ramirez & Silva Vargas, 2013). El trabajo citado aporta para este proyecto el concepto de una forma útil y oportuna de manejar el stock de repuestos.

5.1.1.2 Diseño de un sistema de gestión para el control de inventario en la empresa electrónica Frank “R”. “Determinación de los focos problemáticos

En el año 2016 Neyffee Johanna Ramírez Mena y Katerine Ramos Maury del programa de administración de empresas de la universidad de Cartagena realizaron el trabajo de grado titulado diseño de un sistema de gestión para el control de inventario en la empresa electrónica Frank “R”. “Determinación de los focos problemáticos. Una vez finalizado el diagnostico de cada variable del ciclo logístico, se puede inducir que las variables de detección, requisición, almacenamiento, manejo y control de los productos en el inventario, existen algunos problemas que llevan como consecuencia que el sistema en estudio no cumpla.” (Ramírez Mena & Ramos Maury, 2016). El trabajo citado aporta para para este proyecto como determinar e identificar la problemática de las diferentes variables que implica crear un inventario de repuestos.

5.1.1.3 Implementación de un sistema de inventarios en FD Filtros y Repuestos Ltda

En el año 2012 Daisy Yessenia Ávila Ávila y Daniel Alberto Becerra Rodríguez del programa de ingeniería industrial de la universidad libre realizaron el trabajo de grado titulado implementación de un sistema de inventarios en FD Filtros Y Repuestos Ltda.

“Sistema de Gestión de Inventario”. Para determinar el sistema de gestión de inventario adecuado es necesario tener como punto de referencia la clasificación realizada anteriormente y el análisis del área en su estado actual.” (Ávila Ávila & Becerra Rodríguez, 2012)

El trabajo citado ayuda a poder identificar como seleccionar de forma adecuada la gestión del inventario.

5.1.1.4 Mejoramiento de la gestión de repuesto para el mantenimiento de los equipos de la gerencia regional del Magdalena medio Ecopetrol S.A – corporación Cima.

En 2013 Lina Marcela León Galeano de la Universidad Industrial de Santander realiza el trabajo de grado titulado: Mejoramiento de la gestión de repuesto para el mantenimiento de los equipos de la gerencia regional del Magdalena medio Ecopetrol S.A – corporación Cima “Nivel de servicio e Inventario de seguridad: Son aquellas existencias que se utilizan para prevenir faltantes debido a variaciones inesperadas de la demanda. El nivel de servicio es porcentaje de tiempo en que el artículo se encontrará en existencias cuando se solicite” (León Galeano, 2013)

El aporte de este trabajo ayuda a poder reconocer el tipo de repuesto o suministro que se debe tener en cuenta para tener almacenado dependiendo a la demanda del mismo en caso de ser necesario.

5.1.1.5 Actualizar, automatizar y controlar el área de inventarios de equipos de servicio de la empresa Servisound Producciones

En año 2011 de la universidad autónoma de occidente realizo el trabajo de grado titulado, “Actualizar, automatizar y controlar el área de inventarios de equipos de servicio de la empresa Servisound Producciones Ubicada en Cali Valle para lograr implementar una eficiente administración operativa y una ventaja competitiva” (Valencia Ospina , 2011)

Una de las metodologías que utilizadas de esta Tesis fue el manejo de inventarios por el método PEPS (Primeras Entradas Primeras Salidas). Este trabajo aporta mucho ya que se podría implementar esta forma de rotación del stock de repuesto que se tiene actual que se tienen en la empresa para el mantenimiento del analizador de “Dióxido de azufre T100” mejorando la disponibilidad de este equipo para las rutinas de trabajo que se le tienen asignadas

5.1.1.6 Gestión Plan de Mejoramiento para la Administración de los Inventarios Físicos de Equipos, Herramientas y Repuestos de Mantenimiento Mecánico del Almacén en la Empresa Termotasajero Uno S.A E.S. P del Municipio de San Cayetano.

En el año 2018 German Eduardo Jacome Duarte realizo el trabajo de grado titulado: Gestión Plan de Mejoramiento para la Administración de los Inventarios Físicos de Equipos, Herramientas y Repuestos de Mantenimiento Mecánico del Almacén en la Empresa Termotasajero Uno S.A E.S. p del Municipio de San Cayetano. (Jacome Duarte, 2018)

Este trabajo puede ser muy útil ya que el autor lo enfoco en encontrar las falencias en el proceso de manejo de inventario y herramientas para el mantenimiento buscando dar una solución a través de la identificación del mejor tipo de inventario a manejar en esta empresa, como lo son los inventarios puntuales y que se realizan sobre determinado periodo de tiempo, para así poder identificar las principales causas en los errores cometidos y brindar una mejor y oportuna respuesta al momento de querer identificar con que se cuenta en el almacén de repuestos para mantenimiento de equipos, por lo que puede ayudar a enfocar de manera correcta a dar buena gestión y rotación a los repuestos, sabiendo identificar los riesgos de tener o no stock de repuestos, dependiendo del costo y la necesidad de los mismos.

5.1.1.7 Gestión de Gestión de inventarios MRO Finanzas para Mantenedores.

En el año 2014 realizo la ponencia Gestión de inventarios MRO Finanzas para Mantenedores, Mantenimiento para Financieros en una conferencia realizada por Aciem. El objetivo principal de la gestión de inventarios MRO es “Garantizar el suministro oportuno de materiales con demanda variable, para la ejecución del mantenimiento al mínimo costo” el cual

va muy enfocado a los objetivos que buscamos realizando esta investigación. (Rodríguez R, 2014).

El documento citado habla de cómo manejar estratégicamente el inventario de repuestos de cualquier Activo de los procesos de producción de una compañía, para que este no se nos convierta en un gasto innecesario y por el contrario se vuelva en una inversión que minimiza el riesgo de pérdidas o costos potenciales, lo que nos puede llegar a ser muy útil al momento de realizar el análisis de datos del analizador.

5.1.2 Estado del arte internacional

5.1.2.1 Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para la empresa Femarpe Cia.Ltda.

En el año 2015 Jessica Carolina Loja Guarango de la universidad politécnica salesiana de Ecuador realizo el trabajo de grado titulado propuesta de un sistema de gestión de inventarios para la empresa Femarpe Cia.Ltda. “Técnicas para control de inventarios, Sistema ABC, Las 5 S japonesas, Clasificación SEIRI: separar innecesarios, orden, limpieza” (Loja Guarango , 2015)

El trabajo citado nos brinda diferentes técnicas para el control de inventarios las cuales nos pueden ser útiles al momento de realizar la gestión del inventario.

5.1.2.2 Diseño de un sistema de gestión de inventario de piezas de repuesto en un servicio postventa de ascensores.

En 2017 Luis Cabello Gómez en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla, realizo el trabajo de grado titulado: Diseño de un sistema de gestión de

inventario de piezas de repuesto en un servicio postventa de ascensores. “Para determinar la criticidad del conjunto de los componentes de una unidad o equipo, se utiliza una matriz de ocurrencia por severidad del fallo mejor conocida como matriz de criticidad. La matriz tiene un código de colores que permite identificar el riesgo relacionado con los valores” (Cabello Gómez, 2017).

El trabajo que se cita nos ayuda a utilizar la herramienta de la matriz de criticidad y así poder identificar que repuestos son los más necesarios dentro del proceso del mantenimiento del equipo.

5.1.2.3 Propuesta de Mejora para la gestión de inventarios de sociedad repuestos España limitada.

En el año 2016 Alex Andrés Nail Gallardo de la universidad austral de Chile, realizó el trabajo de grado titulado: Propuesta de Mejora para la gestión de inventarios de sociedad repuestos España limitada. “Clasificación de Productos: La clasificación de los productos debe realizarse para minimizar los esfuerzos y costos de implementar un modelo de inventario, y a la vez maximizar los resultados de éste.” (Nail Gallardo, 2016)

El aporte de este trabajo nos ayuda a tener una visión de selección adecuada para la clasificación de los diferentes productos o repuestos que se deben mantener en stock.

5.1.2.4 Evaluación del control interno al área de inventario de la empresa JG repuestos industriales de la ciudad de Guayaquil.

En el año 2015 Ingrid Tatiana Flores Vera y Andrea del Pilar Rojas Tinoco realizaron el trabajo de grado titulado: Evaluación del control interno al área de inventario de la empresa JG repuestos industriales de la ciudad de Guayaquil. Recolección de la información: Técnicas,

observación, encuestas, narrativa, instrumentos, cuestionarios, flujogramas. (Flores Vera & Rojas Tinoco, 2015).

Este trabajo citado nos brinda una guía de cuáles son los mejores canales para poder acceder a la información requerida para la realización del este proyecto y lograr identificar las limitaciones de la adquisición de la información

5.1.2.5 *Análisis de la gestión de inventarios de la empresa Creazioni S. A*

En el año 2017 Edgar Alberto Solsol Hidalgo elaboro la tesis titulada: Análisis de la gestión de inventarios de la empresa Creazioni S. A. de la ciudad de iquitos, periodo 2011 - 2015 en la cual plantea como objetivo general está enfocada a analizar la gestión de inventarios de la empresa Creazioni S.A., ubicada en la ciudad de Iquitos, en el periodo 2011 – 2015, habiéndose detectado problemas recurrentes en el manejo de inventario al no contar con un sistema adecuado de control, reflejándose posteriormente en los resultados de operación (Solsol Hidalgo, 2017)

Este trabajo nos muestra propuestas para mejorar el manejo de los inventarios por lo que las tendremos en cuenta al momento de realizar nuestro análisis para darle un mejor uso al stock de repuestos del analizador de “Dióxido de Azufre T100” las cuales serían: Adquirir o desarrollar un software adecuado y moderno para el control de inventarios Capacitar al personal encargado de manejar el stock de repuestos para que mantenga las cantidades óptimas y necesarias para el mantenimiento de nuestro equipo. Identificar de manera efectiva los ítems de mayor rotación y demanda.

5.1.2.6 *Propuesta de Mejora del Proceso de Aprovisionamiento de Materiales Consumibles y Suministros en una Empresa de Servicios Petroleros.*

En el año 2016 los ingenieros Enzo Crosato Diaz, Adán Allyosha Obregón Jáuregui y Andrés Soriano Valdivia realizaron el trabajo de investigación titulado “Propuesta de Mejora del

Proceso de Aprovisionamiento de Materiales Consumibles y Suministros en una Empresa de Servicios Petroleros” (Crosato Diaz, Obregón Jáuregui, & Soriano Valdivia, 2016) .

Esta tesis la podemos tener como guía para nuestro trabajo ya que los autores se enfocan en analizar materiales en los cuales se pueden gestionar y aplicar estrategias de abastecimiento, clasificados como críticos y no críticos, así la empresa los ha categorizado en función de la operación donde se tiene muy en cuenta el tiempo de abastecimiento dependiendo de donde se encuentren localizados los proveedores.

5.1.2.7 Diseño e Implementación de un Sistema de Inventarios, Aplicando Simulación Montecarlo, en una Empresa de Servicios Petroleros.

En el año 2011 el ingeniero Roberto Montenegro López elaboro el trabajo de grado titulado: “Diseño e Implementación de un Sistema de Inventarios, Aplicando Simulación Montecarlo, en una Empresa de Servicios Petroleros” (Montenegro López, 2011)

Esta tesis tiene como fundamento explicar los tipos de inventarios que se pueden encontrar en cualquier empresa de producción y nos explica detalladamente donde debemos aplicar cada inventario, esto es de gran ayuda para enfocarnos en el tipo de análisis que debemos de realizar para la gestión del inventario del “anализador de gas dióxido de azufre T100” que se va a utilizar; en este caso y según lo que nos indica este documento se podría aplicar el inventario de suministros de mantenimiento, reparación y operación.

5.1.2.8 Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para un distribuidor mayorista de equipos electrónicos e informáticos.

En el año 2018 Marcos Alfonso Aguilar Arana de la universidad peruana de ciencias aplicadas realizo la tesis de grado titulada: Propuesta de un sistema de gestión de inventarios para un distribuidor mayorista de equipos electrónicos e informáticos. (Aguilar Arana, 2018)

Esta tesis nos puede ser útil ya que ilustra de que se trata una cadena de suministros además explica cómo se pueden clasificar las compras adquiridas para repuestos de inventario, por otra parte, nos muestra métodos de control de inventarios como lo son el método ABC.

5.2 Marco teórico

Esta propuesta sirve como ayuda referencial y como fundamento teórico para las bases del análisis de la gestión de inventarios para analizador de gas dióxido de azufre SO₂, aquí se encuentra todo lo relacionado con el inventario dentro de una organización, así como los fundamentos teóricos y conceptuales, de diseño e implementación de cada uno de los modelos y de las aplicaciones que sirven de herramienta para la solución de problemas como los que se enfrenta esta organización

Actualmente la administración de los inventarios dentro de las compañías se ha vuelto un tema estratégico, decisiones como las de mantener bajos los inventarios para optimizar las finanzas, o, altos enfocados a la producción, siempre genera una polémica en la toma de decisiones para determinar cuál es la mejor opción.

Y es que muchas veces el simple hecho de mencionar inventarios, se los reconoce como nocivos para la empresa, por lo cual se imponen límites rígidos en los inventarios de materia prima, piezas y producción en proceso, que conlleva a una no administración de recursos, sino más bien a un desgaste operativo por mantener los niveles que se piensan óptimos.

Se sabe de antemano que toda entidad manufacturera y de servicios cuenta en un momento dado con inventarios que dependiendo de su naturaleza llegan a ser clasificados. Los más mencionados son los inventarios de materia prima y de productos terminados que se relacionan con el solo hecho de escucharlos, pero: ¿qué tanto afecta para la empresa el tener o no

tener inventarios?

En la actualidad para el mundo financiero es muy importante determinar cuál es la cantidad más óptima para invertir en un inventario, para el Gerente de Producción su interés será el que se cubra la materia prima necesaria para la producción en el momento en que esta va a ser procesada, y para los agentes de venta el saber que cuentan con unidades suficientes para cubrir su demanda y cualquier eventualidad que pueda aumentar las utilidades de la empresa, y para esta conocer de qué manera puede disminuir sus costos por tener inventarios que cubran todas estas características.

El objetivo central de todo departamento de gestión de mantenimiento es garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos físicos, esto se hace por medio de dos tipos de mantenimientos, que son los mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos, el fin de los preventivos es evitar los daños por el desgaste normal del activo disminuyendo los tiempos de parada y minimizar las pérdidas asociadas al tiempo muerto. El correctivo es la reparación de los daños presentados en el activo que no se previeron o no se evitaron pero que se presentan y efectúan un paro del equipo y una afectación a los resultados esperados en la operación. Las compañías necesitan aprovisionarse de bienes e insumos para el desarrollo óptimo de sus actividades.

Durante el desarrollo de este trabajo se encontrarán la descripción la cual permite identificar el objetivo primordial de esta propuesta y ofrece pautas para dicha identificación; así mismo proporciona definiciones y términos necesarios para esta investigación.

5.2.1 Inventario.

La definición lingüística según la Real Academia Española determina es;

“Del lat. inventarium.1. m. Asiento de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad, hecho con orden y precisión”. (Española, Real Academia, 2018).

“El inventario se define como el volumen de materiales, partes o bienes que se reciben el cual es mayor que el volumen de los mismos que se distribuye, el inventario se agota cuando la distribución es mayor que la recepción de materiales”. (Lee J. Krajewski, 2000), de acuerdo a los autores se puede decir que la existencia de los bienes que se almacenen es destinada para cierta operación, por lo que su flujo y rotación dependerá de sus ventas.

El inventario, al igual que la empresa, presenta un tamaño, volumen, estructura y representación, está muy ligado a las funciones de aprovisionamiento y distribución de la empresa. Dichas funciones forman parte de la acción logística implantada y desarrollada en la empresa. (Cruz Fernández, 2017)

Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa. Refieren además que tener estos inventarios disponibles puede costar, al año, entre 20% y 40% de su valor. Por lo tanto, administrar cuidadosamente los niveles de inventario tiene un buen sentido económico. (Ballou, 2004)

(Jiménez Aristizabal & Fernández Guzman, 2017), define que los inventarios se obtienen para la venta, en cumplimiento del giro de los negocios, es importante considerar que los responsables de bodega deben mantener stock suficiente para la comercialización y cumplimiento de clientes.

5.2.1.1 Origen del inventario.

El inventario nace junto con la noción de propiedad privada, y puede remontarse a las primeras sociedades humanas, en donde podemos encontrar la noción del almacenamiento y acumulación de bienes como alimentos, granos, animales y subproductos, (Cantu, 2000)

Los inventarios en la antigüedad han estado de manera poco consiente dentro de las actividades del ser humano, se cree que “Los inventarios, hasta principios del siglo pasado, fueron analizados con criterio estrictamente contable, es decir únicamente utilizando registros de entradas y salidas, cuyo objetivo principal era estar informado sobre fugas o pérdidas por malos manejos”. (AulaFacil, 2019)

Desde tiempos inmemorables, los egipcios y demás pueblos de la antigüedad, acostumbraban almacenar grandes cantidades de alimentos para ser utilizados en los tiempos de sequía o de calamidades. Es así como surge o nace el problema de los inventarios, como una forma de hacer frente a los periodos de escasez, que le aseguraran la subsistencia de la vida y el desarrollo de sus actividades normales, a las sociedades de antaño. (Amaya & Ceballos, 2012).

La necesidad de sobrevivir con los recursos que se tenían, proporcionar, ahorrar, distribuirlos, fue lo que generó la existencia de los inventarios, saber que se tenía, que se tiene y que se necesitará en un futuro, sigue siendo la misma estructura usada en todas las organizaciones comerciales y de servicios. “La correcta, mala o inadecuada administración permitirá a la empresa mantener el control oportunamente, así como también conocer al final del periodo contable un estado confiable de la situación económica de la empresa” (Amaya & Ceballos, 2012).

La gestión de la administración del inventario ha ido evolucionando con los años y abarca varias teorías y técnicas en su desarrollo histórico, así como también con el paso del tiempo, ha tenido nuevos enfoques dependiendo las necesidades de las familias y las organizaciones.

Década	Características
Años 70	<p>Mantener un inventario suficiente con el fin de no parar ningún proceso ni agotar un producto terminado.</p> <p>Se tenían altos márgenes de rentabilidad y se justifica tener altos niveles de inventario, con dos elementos a favor: * altos índices de inflación y * restricción a las importaciones</p>
Años 80	<p>Se pensaba en tener un inventario suficiente e imprimirle cierta dinámica.</p> <p>Se empezó a hablar de flujo de inventarios.</p> <p>Ya se calculaba el índice de rotación de inventarios (ventas (consumo)/valor inventario promedio) y posteriormente la velocidad del inventario.</p> <p>Incluso, se llegó a estudiar la forma de tener cero inventarios</p>
Años 90	<p>se compra con más facilidad y los índices de inflación son bajos.</p> <p>Algunas empresas se aceleraron e incrementaron sus niveles de inventarios.</p>

Se acrecentó el problema que hoy tienen muchas organizaciones: excesos de inventarios.

Actualidad

Mayor conciencia de lo que cuesta comprar para almacenar.

Nadie quiere cargar con los costos de almacenamiento del inventario.

Las empresas se preparan para recibir las mercancías con el fin de pasarlas rápidamente a los eslabones siguientes es en la cadena.

Tabla 1. Evolución de inventario

5.2.1.2 Tipo y clasificación de inventarios.

De acuerdo con (Velasategui Ruiz, 2011) existen varios tipos de inventarios, los cuales tiene como propósito fundamental proveer la metodología necesaria para un correcto manejo de los productos necesarios, para el continuo y regular desenvolvimiento de las operaciones de una empresa, es decir, el control de inventario tiene un papel vital para el funcionamiento acorde y coherente dentro del proceso de compra y de esta forma afrontar la demanda. (Velasategui Ruiz, 2011)

Para llevar a cabo la propuesta académica de este proyecto donde se tiene como objetivo, sugerir una forma de llevar el control de los repuestos para el analizador de gas dióxido de azufre SO₂ modelo T100 marca Teledyneap basado en una aplicación en Excel, se tendrá en cuenta la siguiente clasificación del inventario dependiendo las características o necesidades.

5.2.1.2.1 *Según el momento.*

Inventario inicial: "...es el que representa el valor de la existencia de mercancías aproximadamente en la fecha donde empezó el período contable", Se realiza al empezar las operaciones del negocio o empresa (Díaz Yamberla, 2019)

Inventario final: ..." Se realiza al finalizar el periodo, es la cantidad de productos que la empresa tiene en realidad en almacenamiento lo que permitirá conocer la situación patrimonial al iniciar el nuevo periodo". (Díaz Yamberla, 2019)

5.2.1.2.2 *Según la periodicidad.*

a. inventario intermitente: "Es aquel que se realiza varias veces al año y se lo puede solicitar por diferentes motivos". (Díaz Yamberla, 2019)

b. inventario perpetuo: "Es el que se realiza de forma continua la verificación de las existencias realizando un registro de forma detallada donde se describe los importes en unidades monetarias y las físicas". (Díaz Yamberla, 2019)

5.2.1.2.3 *Según la forma.*

Inventario de repuestos.

Es tradicional encontrar que la mayoría de investigaciones y estudios realizados sobre inventarios de materias primas y productos terminados, se demuestra que esta clasificación es demasiado amplia, lo cual en el momento de llevar a cabo un inventario no se obtenga en el resultado esperado, esto permite especificar propiamente al inventario de repuestos de manera individual.

“Se compone de existencias de mantenimiento y herramientas necesarias para llevar a cabo sus necesidades. Los repuestos son aquellos activos físicos que hacen parte de los inventarios para el soporte de las operaciones de la empresa” (León Galeano, 2013, págs. 58,59).

Es necesario tener en cuenta el concepto de repuesto, que se puede determinar cómo; “...pieza que se utiliza para remplazar aquellas piezas originales de las máquinas que se utilizan en el proceso productivo y que han sufrido una avería. (Cruz Fernández, 2017).

La gestión de los inventarios de repuestos en su mayoría de administraciones se lleva de manera empírica y basada con en la experiencia o percepción, dejando como resultado posibles fallas, requerimientos innecesarios, acumulación o déficit de material, repuestos asignados sin uso, o muchas veces stock de repuestos obsoletos, vencidos o defectuosos.

Según, Daniel Ortiz, los elementos claves para una optimización de inventarios, según la imagen deben estar alineados con las políticas de la empresa, los sistemas de gestión, la gerencia de activos, los modelos de procesos y la organización y modelo de liderazgo. (Plata, 2017)

Construyendo un nivel de inventarios de repuestos óptimo



Ilustración 1. Construyendo un nivel de inventario de repuesto óptimo

Fuente: (Plata, 2017)

Según función.

- inventario físico: según (Cruz Fernández, 2017), es una herramienta fundamental que se utiliza para que las entidades puedan visualizar las necesidades de los productos y solicitar las cantidades de artículos a los proveedores de acuerdo a requerimientos, el inventario físico consiste en contar las unidades que existen en ese momento en su almacén con todas las características para esto se puede utilizar códigos, barra de lectura, lectura de placas.

5.2.1.3 *Sistemas de inventarios.*

Conjunto de políticas y controles que regulan los niveles de inventarios y determinan que niveles deben mantener. El objetivo final de cualquier sistema de inventarios es dar respuesta a ¿qué cantidad de artículos deben pedirse? Y ¿cuánto debe pedirse? (León Galeano, 2013)

El sistema es responsable de pedir y recibir bienes: determinar el tiempo para colocar el pedido y seguir el rastro de lo que se ha pedido, de cuanto se ha pedido, y de quien lo ha pedido. El sistema también debe dar seguimiento, para responder a preguntas como: ¿Recibió el pedido el proveedor? ¿Ya se envió? ¿Están correctas las fechas? ¿Se han establecido los procedimientos para reordenar o devolver mercancía no deseada? (Saldarriaga, 2017)

En el proceso de inventariar participan ejecutivos, empresarios y personal contable, cuyas funciones consisten, respectivamente, en planear y realizar el inventario, tomar decisiones relativas a la inversión que se va a hacer en él y controlar la forma en que se efectúa la relación de los bienes de la empresa. (Cantu, 2000)

Lo que hay que recordar sobre el control del inventario es que su objetivo es encontrar un equilibrio entre demasiadas y muy pocas existencias. Si tiene demasiadas herramientas y repuestos disponibles, está desperdiciando fondos de la empresa que podrían utilizarse mejor en otras partes. (Christiansen, 2019).

5.2.2 Almacenamiento

Implica la identificación, ubicación o disposición, así como la custodia de todos los ítems del almacén, cumpliendo con los requisitos exigibles al material, para mantenerlo en condiciones adecuadas hasta el momento en que sea retirado para el uso. Las instalaciones,

equipos y técnicas para el almacenamiento varían mucho según la naturaleza de los materiales que se van a manejar. Las características del material como tamaño, peso, durabilidad, tiempo en estantería y tamaño de los lotes son factores a tomar en cuenta para el diseño de un sistema de almacenamiento.

La gestión de almacenes se define como el proceso de la función logística que trata la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén hasta el punto de consumo de cualquier material – materias primas, semielaborados, terminados, así como el tratamiento e información de los datos generados (Federación Colombiana de Logística, 2017).

El mapa de proceso de la gestión de almacenes está compuesto por dos ejes transversales que representan los procesos principales – Planificación y Organización y Manejo de la información – y tres subprocesos que componen la gestión de actividades y que abarca la recepción, el almacén y el movimiento.

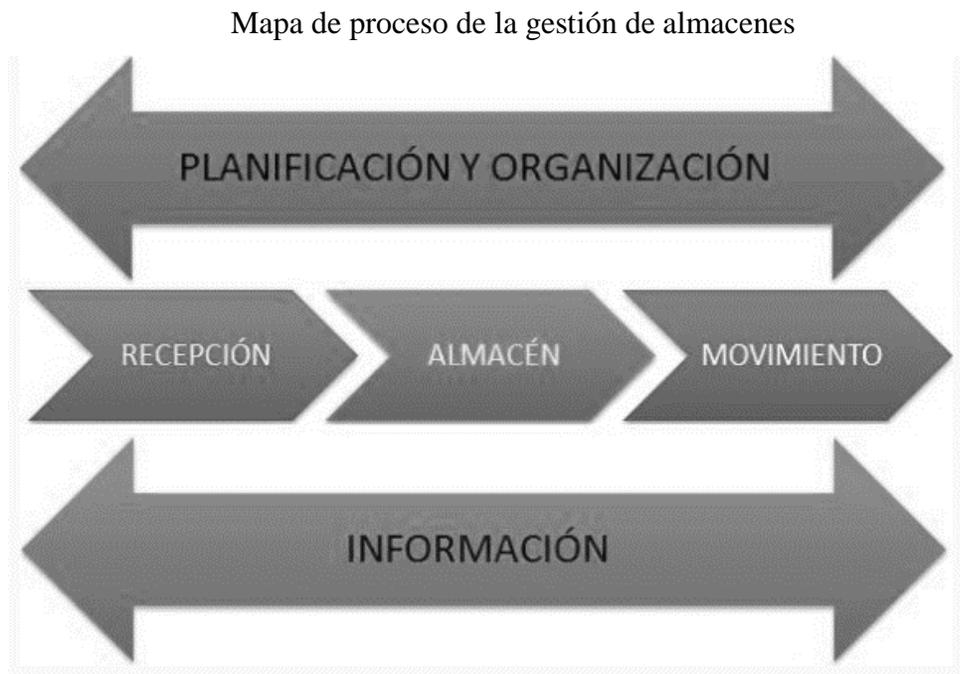


Ilustración 2. Mapa de proceso de la gestión de almacenes

Fuente: (Federación Colombiana de Logística, 2017)

5.2.3 Conceptos generales.

5.2.3.1 *Stock activo o normal*

Es aquel tipo de stock que está previsto para hacer frente a una demanda normal de producto, de manera que es aquel que sabemos casi con toda seguridad que va a salir del almacén para ser vendido. Si los proveedores llegan a tiempo y enviamos en el producto a nuestros clientes a su debido tiempo, es cuando podemos hablar de stock activo. (Navarro, 2015)

5.2.3.2 *Sobre stock*

Es una situación que se presenta cuando el nivel de materiales, bienes, productos, artículos, subproductos o materiales recuperados que están en poder de una empresa, supera excesivamente los índices de demanda, lo cual provoca un evidente desajuste en las dinámicas de producción del negocio. (OBS Business School, 2018)

5.2.3.3 *Demanda*

El término demanda, se refiere a la cantidad de bienes o servicios que se solicitan o se desean en un determinado mercado de una economía a un precio específico. Oferta, hace referencia a la cantidad de bienes, productos o servicios que se ofrecen en un mercado bajo unas determinadas condiciones (Red cultural del Banco de la República de Colombia, 2019)

5.2.3.4 *Oferta*

El precio es una de las condiciones fundamentales que determina el nivel de oferta de un determinado bien en un mercado. La relación entre el precio de un bien y la cantidad ofrecida de éste se puede ver gráficamente a través de la curva de oferta. La forma típica de

esta curva se presenta a continuación. (Red cultural del Banco de la República de Colombia, 2019)

5.2.3.5 Existencias.

“Lo que hay que recordar sobre el control del inventario es que su objetivo es encontrar un equilibrio entre demasiadas y muy pocas existencias “ (Christiansen, 2019)

5.2.3.6 Cadena de suministro

Es el conjunto de procesos para posicionar e intercambiar materiales, servicios, productos semiterminados, productos terminados, operaciones de pos-acabado logístico. La selección de proveedores, combinada con los clientes, crea el núcleo de la cadena de suministro de una empresa (Ávila Ávila & Becerra Rodríguez, 2012)

5.2.4 Logística

Definición de Martín Christopher, la logística es el proceso de administrar estratégicamente el movimiento y almacenaje de los materiales, partes y producto terminado desde el proveedor a través de la empresa hasta el cliente

5.2.4.1 Flujo logístico

Define las entradas de materiales de un sistema como también las salidas del mismo, estos flujos son constituidos por la cadena de operaciones de transformación, industrializado y de almacenamiento. (Martinez, 2017).

5.2.4.2 Cadena logística

Maneja la producción de un producto o servicio que va a ser entregado a un cliente en el tiempo indicado, con alta calidad con el fin de cumplir los requisitos del cliente. (Umb, 2017).

5.2.4.3 Cargas de transporte

Se puede definir como el conjunto de bienes y/o mercancías que facilita su rápida movilización (Sena, 2017).

5.2.4.4 Diagrama de flujo

Es la secuencia gráfica de un proceso representados por símbolos y unión entre sí a través de flechas que contienen una breve descripción de cada una de las etapas del proceso. (Maneme, 2017).

5.2.4.5 Proceso

Conjunto de actividades enlazadas entre sí, que partiendo de una o más entradas los transforma generando una salida. (Aiteco, 2017).

5.2.5 Mantenimiento preventivo y correctivo

5.2.5.1 Mantenimiento correctivo

La definición según una empresa Tecsa con la experiencia en el gremio es “El mantenimiento correctivo es una actividad que se lleva a cabo para reparar el daño encontrado durante el mantenimiento preventivo. En general, no se trata de un conjunto de acciones planificadas, ya que se realiza cuando un componente ha sido dañado. Su objetivo es restaurar la confiabilidad del sistema y devolverlo a su estado original” (TECSA, 2018)

5.2.5.2 *Mantenimiento preventivo*

La definición según la compañía Enatec “El mantenimiento preventivo es aquél que nos permite disminuir el riesgo de daño o pérdida de los equipos. Este plan de mantenimiento consiste en revisar los servidores de forma periódica para evitar fallos que puedan generarse por desgaste, por uso o por el paso de los años.

Este tipo de mantenimiento sugiere, en la mayoría de los casos, que las actividades o la producción del negocio se detenga para poder analizar en profundidad el funcionamiento de ordenadores, equipos y maquinarias. Por esta razón, es importante tener un plan de mantenimiento preventivo distribuido correctamente en el tiempo.” (EINATEC, 2019)

5.2.6 *Analizador de dióxido de azufre (so2).*

El analizador de gas T100 es una solución para determinar la concentración dióxido de azufre (SO₂) de forma automática y en tiempo real, este gas se encuentra en el medio ambiente como resultado principal de procesos industriales, metales mecánicos, mineros, de combustión y quema de carbón en centrales eléctricas, lo que causa una contaminación significativa al medio ambiente, la infraestructura y perjudica la salud humana.

En concentraciones altas este gas se convierte nocivo. El Dióxido de Azufre puede causar daños respiratorios, así como disminuir la visibilidad, generar alteraciones psíquicas, provocar paro cardíaco y afectaciones a la piel, este gas que no es inflamable y se compone de un átomo de azufre y dos de oxígeno, tiene la capacidad de oxidarse a SO₃ que al reaccionar con el agua puede formar ácido sulfúrico uno de los componentes de la lluvia ácida (H₂SO₄),

El Dióxido de Azufre (SO₂) es un gas incoloro, que se encuentra en el aire en estado gaseoso o disuelto en las gotas de agua en suspensión en la atmósfera. Es irritante para los ojos,

las mucosas y las vías respiratorias. Las principales fuentes de emisión son por combustión de sustancias que contengan azufre, calefacciones, quemadores industriales que emplean carbón y gas óleo y vehículos a diésel. Es una sustancia con aplicaciones en la industria química, además, se produce en procesos industriales de combustión. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam, 2017)

Por todo lo anterior es sumamente necesario realizar mediciones de dióxido de azufre y hacer requerimiento para que se implementen proyectos de monitoreo de la calidad del aire, ya que es uno de los 6 contaminantes a medir según criterio de la U.S. EPA. Uno de los equipos analizadores de Dióxido de Azufre (SO₂) es el monitor de masa modelo T640 PM.

Este es el próximo avance en monitores de partículas ambientales. El T640 ofrece una resolución de tiempo de 1 minuto o mejor con una sensibilidad y precisión excepcionales. El instrumento requiere muy poco mantenimiento y no requiere medios de muestra para un costo mínimo de operación. API Model T640 con la opción 640X es un monitor total en tiempo real, continuo de la materia en partículas (P.M.) que utiliza la espectrometría ligera dispersada para la medida (Copyright Teledyne Technologies Incorporated, 2019).

5.2.7 Características del analizador Modelo T100

Las características de su analizador de dióxido de azufre fluorescente UV T100 incluyen:

- Interfaz gráfica de usuario LCD con pantalla táctil capacitiva
- Rangos, 0-50 ppb a 0-20,000 ppb, seleccionable por el usuario.
- Rangos duales y rango automático.
- Aprobado por la EPA de EE. UU.

- Control por microprocesador para versatilidad.
- Software multitarea para permitir la visualización de variables de prueba mientras se opera.
- Autocomprobación continua con alarmas
- Puertos bidireccionales USB, RS-232 y 10 / 100Base-T Ethernet para operación remota (opcional RS-485)
- Puertos USB en el panel frontal para dispositivos periféricos.
- Salidas de estado digitales para indicar la condición de funcionamiento del instrumento.
- Filtrado de señal adaptable para optimizar el tiempo de respuesta.
- Compensación de temperatura y presión.
- Registro de datos internos con promedios múltiples de 1 minuto a 365 días.
- Orificios de flujo críticos para proporcionar estabilidad de flujo.

5.3 Marco legal

Tabla 2 Marco legal

NORMA	NUMERAL	OBSERVACIÓN
D.R. 2649 de 1993 Superintendencia financiera	Art. 63 – Inventarios	Los inventarios representan bienes corporales destinados a la venta en el curso normal de los negocios, así como aquellos que se hallen en proceso de producción o que se utilizarán o consumirán en la producción de otros que van a ser vendidos. (super intendencia financiera, 1993)
D.R. 410 de 1971	Código de Comercio – Art. 450. Inc. 3º	Los inventarios se avaluarán de acuerdo con los métodos permitidos por la legislación fiscal.

1989	D.R. 624 de	Estatuto Tributario Nacional- Art. 65. PAR. Incs. 1º, 2º y 3º – Uniformidad en el método para la valoración de inventarios.	El método que se utilice para la valoración de los inventarios, de acuerdo con las normas de contabilidad generalmente aceptadas, deberá aplicarse en la contabilidad de manera uniforme, durante todo el año gravable, debiendo reflejarse en cualquier momento del período en la determinación del inventario y el costo de ventas. El valor del inventario detallado de las existencias al final del ejercicio, antes de descontar cualquier provisión para su protección, debe coincidir con el total registrado en los libros de contabilidad y en la declaración de renta. (ministerio de comercio industria y turismo, 1989)
1989	D.R. 624 de	Estatuto Tributario Nacional - Art. 62 Sistema para establecer el costo de los activos movibles enajenados.	“El costo de la enajenación de los activos movibles debe establecerse con base en alguno de los siguientes sistemas: 1. El juego de inventarios. 2. El de inventarios permanentes o continuos. 3. Cualquier otro sistema de reconocido valor técnico dentro de las prácticas contables, autorizados por Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales. (ministerio de comercio industria y turismo, 1989)
1975	D.R. 187 de	Art. 27 – Sistema de inventario periódico o juegos de inventarios	“Cuando el costo de lo vendido se determine por el sistema de juego de inventarios, no deben incluirse: 1. Las mercancías en tránsito. En caso de que se realicen ventas de tales mercancías, dichas ventas y sus costos provisionales se contabilizarán como diferidos. La utilidad o pérdida fiscal se determinará e incluirá en la renta del año en que se haga la liquidación completa y exacta del correspondiente costo. 2. Las mercancías recibidas en consignación”. (ministerio de hacienda , 1975)

D.R. 187 de 1975	Art. 29 – Registro de inventarios permanentes.	En el sistema de inventarios permanentes o continuos, el costo se contabilizará en las tarjetas señaladas en el artículo siguiente, en el momento de realizarse la venta, de conformidad con las disposiciones del presente decreto. El costo de lo vendido se tomará de dichos inventarios. (ministerio de hacienda , 1975)
RESOLUCION 2254 de 2017	Art. 2- Ministerio de Medio Ambiente	Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio. En la Tabla número 1 se establecen los niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes criterio que regirán a partir del primero de enero del año 2018. (Ideam, 2017)
RESOLUCION 2154 de 2010	Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire 7.2.5.2.	Verificación de la calibración de los analizadores de calidad del aire. (Ideam, 2017)
Norma técnica colombiana	NTC-ISO 10012 MEDIO AMBIENTE 6.3.2	ORIENTACIÓN: las condiciones ambientales que afectan a los resultados de las mediciones pueden incluir la temperatura, velocidad de cambio de la temperatura, la humedad la vibración, la iluminación, las vibraciones, el control del polvo, las interferencias electromagnéticas, y otros factores. Normalmente los fabricantes de equipos proporcionan especificaciones dando límites de medición, cargas máximas, y limitaciones de las condiciones ambientales para el uso del correcto equipo. (Ideam, 2017)
Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire	6.2.1.2. Determinación de óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno	Figura 11. Pasos previos en la realización de un muestreo de SO ₂ y NO _x . (Ideam, 2017)
Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire	7.2.1.2. Analizador de óxidos de azufre (SO _x)	Principio de Operación: Fluorescencia Ultravioleta. Este método está basado en la energía de luz discreta descargada o fluorescencia característica de la molécula de dióxido de azufre SO ₂ cuando es irradiada con luz ultravioleta. Esta luz

fluorescente está también en la región ultravioleta (UV) del espectro, aunque a una longitud de onda distinta que la radiación incidental. (Ideam, 2017)

Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire	7.2.5.1. Revisión de los analizadores de calidad del aire, C. Revisión del analizador de dióxido de azufre (SO ₂)	Verificar las conexiones eléctricas y neumáticas del analizador, así mismo es necesario verificar el nivel de flujo y el funcionamiento de la bomba. Revisar que el analizador se encuentre prendido y en modo de muestreo y no presente señales de alarma. Así mismo se debe revisar el dato en la pantalla con el fin de ver posibles variaciones en el mismo. Realizar un diagnóstico general del mismo, verificando los diversos parámetros de diagnóstico que se muestran en pantalla. Dichos parámetros deben encontrarse dentro de los rangos recomendados por el fabricante. Por último, y antes de continuar con otros analizadores y/o sensores, es muy importante verificar el dato mostrado en la pantalla del analizador contra el dato registrado por el datalogger, dicha verificación puede ayudar a identificar fallas internas, fallas de conexión o de transmisión, o fallas de configuración. (Ideam, 2017)
Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire	7.2.5.2. Verificación de la calibración de los analizadores de calidad del aire. A.	Se recomienda emplear un cilindro de una mezcla gaseosa de concentración conocida y con certificado de composición bajo trazabilidad NIST30. Esto permite asegurar que la mezcla utilizada tenga una concentración exacta y por lo tanto asegura la precisión y exactitud del proceso de calibración. A continuación, se indica el procedimiento que se debe seguir para realizar la calibración. (Ideam, 2017)

6 Marco metodológico

6.1 Recolección de información

6.1.1 Tipo de investigación

De acuerdo con la tabla 1, el tipo de investigación que aplica para este proyecto es Estudio de caso, ya que se analiza el manejo de los repuestos de un equipo de varios que maneja la compañía para su gestión.

Tabla 3: Tipos de investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERISTICAS
● Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
● Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
● Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
● Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
● Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos.
● Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
● Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
● Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
● Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

Fuente: Guía de presentación y entrega de trabajos de grado Universidad ECCI, septiembre de 2019.

6.1.2 Fuentes de obtención de la información

6.1.2.1 Fuentes primarias

Por medio de la jefatura de obtiene la información de la licitación y la orden de compra de repuestos que se genera para la máquina en el mes de enero del 2019. Se obtiene el manual de la máquina que es generado por el fabricante. El integrante el Ingeniero Edwin Suarez quien labora en la compañía nos aporta la información del manejo de inventarios y la forma de compra de los repuestos ya que él hace parte del equipo técnico para la ejecución y planeación de los mantenimientos.

6.1.2.2 Fuentes secundarias.

Tenemos como fuentes secundarias el análisis de inventarios ABC, nos basamos en el proyecto de grado que traemos a referencia (Galeano, 2013) es un proyecto que brinda tiene una similitud en el método de investigación a este proyecto, con la diferencia que allí está enfocado para la empresa ECOPETROL y nosotros lo hacemos para el analizador de gases. Tenemos como segunda fuente el diagrama Pareto donde podemos determinar valores importantes de nuestra investigación.

6.1.3 Herramientas

Análisis de inventarios ABC

Pareto.

Clasificación de repuestos por criticidad para la máquina.

6.1.4 Metodología

Para desarrollar el objetivo #1 “Conocer el proceso del manejo de repuestos” se pide la información al personal técnico y la jefatura, al igual que la ayuda del Ingeniero Edwin Suarez quien es la persona de confianza y contacto permanente en la compañía.

Para el objetivo #2 “Conocer el inventario y rotación de repuestos” se solicitó permiso a la jefatura el ingreso del Ingeniero Edwin Suarez al almacén para obtener el inventario actual de los repuestos y se compara con la orden de compra suministrada por la jefatura y de allí se determina los repuestos usados en los mantenimientos

Para el objetivo #3 “Proponer soluciones en manejo de inventario y proceso de compras” se hace el análisis de inventario ABC, Pareto y Criticidad de repuestos, con los datos obtenidos se brinda una opción en Excel para ingreso de información de entradas y salidas de los repuestos, tener el listado de repuestos de baja rotación que podrían pasar a obsoletos y reducir los costos de almacenamiento.

6.1.5 Recopilación de la información

Actualmente se hace la licitación con un listado de posibles repuestos a usar en el transcurso del año para los mantenimientos del analizador de gases. No se cuenta con un registro de salidas y entradas de los repuestos de la bodega y uso de los mismos en los mantenimientos, no hay un histórico de repuestos ya que en las planillas de los mantenimientos va enfocados a los resultados que obtiene la máquina en su operación. Actualmente los técnicos bajo su conocimiento brindan la información a la jefatura de los posibles repuestos a usar en el transcurso del año, es un riesgo que se asume al no tener claro que repuestos se pueden realmente necesitar en los mantenimientos y se deben hacer intercambios de elementos entre máquinas para poner en marcha el analizador.

En la ilustración 3 se presenta el listado de los repuestos solicitados y que fueron ofertados por el proveedor elegido en la licitación.

GRUPO 1. EQUIPOS Y ELEMENTOS ESTACIONES CALIDAD AIRE.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1	<p>SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS - DATALOGGER</p> <p>Marca: Envitech</p> <p>Ref. ENDS-INTL</p> <p>El datalogger propuesto posee las siguientes especificaciones: Adquisición de datos basado en PC, Computador Industrial CPU G840 2.8GHZ, GA-Z68_-DS3 Ultra Durable MB, Chasis Industrial con 2048 MB DDR RAM 1,333Mhz, Disco Duro de 500GB 7200 SATA 16MB, DVD/RW SATA, tarjeta de Red 10/100/1000, PCIE 1024MB SVGA , 1 puerto RS232, 1 puerto Paralelo, 2 puertos USB frontales, 8 puertos USB traseros, fuente de poder de 300w/, 2 Slot's PCI, Windows XP Pro Embebido OEM, Mouse Logitech y teclado pequeño, modem мoкka, plan de datos un año de operación, monitor, licencia Windows, licencia antivirus, translator y manual de operación. Incluye Modem externo Mокka.</p>	6	38.076.000	228.456.000
2	<p>Estación Meteorológica Marca Met One Instruments. Incluye sensores para medición de velocidad y dirección del viento 034B, sensor de temperatura y humedad relativa 083E-1-35, escudo de radiación solar 073B, sensor para medición presión barométrica 092, sensor para medición radiación solar 096-1, medidor de precipitación 382, accesorios de instalación y kit de cables de conexión sensores al datalogger con Mástil telescópico de 10 metros Longitud.</p>	1	59.617.818	59.617.818
3	<p><u>CABINA - SHELTER AMBIENTAL FIJA PARA PROTECCION EXTERIORES.</u></p> <p>SHELTER EN ALUMINIO ESTRUCTURAL.</p> <p>Tubería de aluminio estructural Importado cumpliendo con la norma internacional (ASTM, ANSI, ASME)</p> <ul style="list-style-type: none"> - MEDIDAS: Profundidad: 1.40 (Medidas Internas); Ancho: 1.50; Alto: 1.90 - BASE: Tubería en aluminio rectangular 2x6x1/8 6063T52 - ESTRUCTURA: Tubería en aluminio cuadrada 2x2x1/4 6061T6 - PISO: Lamina de Madera triplex pizzano de 18 mm impermeabilizado - FORRO: Externo: Lamina de aluminio lisa; Techo Interno: Lamina aluminio lisa; Techo Externo: Lamina aluminio alfajor - PUERTA: Cuatro (4) puertas de acceso laterales con su respectivo empaque, Dos (2) Chapas de seguridad cerrojo sencillo, Cuatro Manijas - PINTURA: Pintura wash primer y poliuretano blanco externo y techo interno - ACCESORIOS: Cuatro (4) Grilletes de amarre o cárcamos, Una (1) escalera acceso techo , Un (1) soporte de anclaje aire acondicionado. <p>De igual forma la cabina Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> *UPS 3KVA *Acondicionamiento Shelter *Rack dos cuerpos *Sistema Eléctrico *Aire Acondicionado - 9000BTU 110 voltios *Deslizadores (Pares) *Toma de Muestra Manifol *Teflón y Racores 	5	84.256.098	421.280.490

4	<p>CABINA AMBIENTAL incluye: Con las siguientes características: Dimensiones: Largo 80 cm x 60 cm Ancho x 120 cm Alto Piso/Techo/Lados: Lamina de aluminio de 1mm y lado lamina de 1.5 mm pintada en blanco Puertas: 1 delantera con chapa de seguridad y empaque 1/2 trasera con chapa de seguridad Otros accesorios: 4 entradas de aire para instalación de extintores y salidas de aire. Ángulos de aluminio de 1 1/4 x 1/8 Tubo rectangular de 4" x 1/2 UPS ON LINE 2 KVA, Adecuación Interna, Deslizadores Pares, Sistema Eléctrico, Switch de 8 puertos, Sistema Entrada de muestra, Mástil de 3 metros, extractor de siete pulgadas, racores.</p>	0	23.622.222	-
5	<p>CABINA AMBIENTAL incluye: Elaboración de Shelter en lamina aluminio, con las siguientes características -Dimensiones: Largo 90 cm x 100 cm Ancho x 150 cm Alto -Capacidad: 300 Kilos -Piso/Techo/Lados: Lamina de aluminio (alfajor) de 3mm y lado lamina de 1,5 mm pintada en blanco -Puertas: 1 delantera con chapa de seguridad y empaque 1 trasera con chapa de seguridad y empaque -Otros accesorios: 4 grilletes en techo para levantamiento con grúa, 1 soporte de aire acondicionado externo en ángulo de aluminio -Escalera en puerta trasera para acceso a techo y forro interno en lamina de aluminio de 1,5 mm Aire Acondicionado 12000 BTU, UPS ON LINE 3 KVA, Adecuación Interna, Rack de 2 cuerpos Piso Techo y tapas laterales, Sistema Eléctrico, Sistema Entrada de muestra, Mástil Telescópico 10 mt con Bomba Manual (Opcional).</p>	0	53.292.458	-
6	Analizador Automático Para Gases NO/NO2/NOx Marca Teledyne API Modelo T200. Incluye aprobación US-EPA, Rack Montura y válvulas cero y span.	13	75.355.799	979.625.387
7	Analizador Automático Para Gases SO2 Marca Teledyne API Modelo T100. Incluye aprobación US-EPA, Rack Montura y válvulas cero y span.	8	72.937.875	583.503.000
8	Monitor Automático de partículas PM2.5 Debe contar con aprobación US-EPA o referente Europeo (especificar en la propuesta) debe entregar mediciones continuas, en tiempo real, con alta resolución, respuesta rápida, de baja potencia, y de fácil operación, pantalla táctil a color y de alta resistencia. El equipo debe incluir los accesorios que garanticen el óptimo funcionamiento.	1	182.856.028	182.856.028
9	Monitor Automático de partículas PM10 Debe contar con aprobación US-EPA o referente Europeo (especificar en la propuesta) debe entregar mediciones continuas, en tiempo real, con alta resolución, respuesta rápida, de baja potencia, y de fácil operación, pantalla táctil a color y de alta resistencia. El equipo debe incluir los accesorios que garanticen el óptimo funcionamiento.	2	182.856.028	365.712.056
10	Consumibles para un (1) año de operación incluye, 120 filtros de teflón, 3 filtros sinterizados, 3 O-ring flujo, 1 Kit Reconstrucción Bombas, 1 filtro DFU, recarga de cilindro gas.	3	12.381.042	37.143.126

11	Cilindro de un metro cubico con gas de calibración incluye mezcla SO2/NO2/NO/NOX, Cilindro, regulador y conexiones. Trazables NIST, incertidumbre no mayor al 2%.	4	7.310.417	29.241.668
12	Modem GPRS	6		-
13	Antena Yagui	6		-
14	Calibrador portatil dinámico para analizadores de precisión. Debe incluir generador de ozono, GPT y fotometro, debe venir de fabrica con un sistema transportable tipo maleta con ruedas para facilitar su movilidad y su peso debe ser inferior a 26 Kg. Debe contar con puertos Rs232, Ethernet y USB.	1		-
14	Generador de Aire Cero Portátil. Fuente portatil, totalmente autonomo de pureza de aire cero para los calibradores de dilución. El equipo debe incluir un sensor de punto de rocío, los depuradores para eliminar SO2, NO, NO2, O3 y H2S, mas depuradores de alto rendimiento para eliminar el CO y los Hidrocarburos. El equipo debe tener un tiempo maximo de estabilización de 40 minutosy debe venir de fabrica con sistema trasportable tipo maleta.	1		-
15	UPS de 10 KVA de doble conversion con transformador de aislamiento, tarjeta de red, by pass y ampliación en el tiempo de automonia en baterias. Compatible con equipos para la estación. Incluye integración.	4		-
SUBTOTAL				2.887.435.573
IVA				N.A
TOTAL				2.887.435.573

Ilustración 3. Lista de Repuestos Solicitados

El listado de los mantenimientos realizados no fue suministrado con detalle debido a que es información confidencial de la compañía, pero nos suministraron un archivo con la imagen de cómo se lleva el control, nuestra perspectiva es un archivo plano con poca información que nos pueda ayudar para nuestra investigación. A continuación, en la ilustración 4 se presenta una panorámica del archivo.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
CONSECUTIVOS MANTENIMIENTOS, VERIFICACION Y/O CALIBRACION DE EQUIPOS CALIDAD DEL AIRE												
X0001,YZ												
X	Consecutivo mantenimietno, verificación y/o calibración											
A	Estaciones Automatica											
M	Estaciones Manuales											
O	Olores											
0001	0001 a 000n numero de consecutivo por visita a estación											
Y	Dos ultimos digitos del año de la visita											
Z	Parámetro											
PARA LLENAR	PO R DEFECTO			PARA LLENAR				PARA SELECCIONAR OPCION				
Z PARAMETRO												
0001,YSO2	Consecutivo parámetro SO2	0001,YPM10	Consecutivo parámetro PM10		0001,YUPS	Consecutivo UPS			0001,XSO2/NO2	Consecutivo SO2/NO2		
0001,YNO2	Consecutivo parámetro NO2	0001,YPM2.5	Consecutivo parámetro PM2.5		0001,XAA	Consecutivo parámetro aire acondicionado			0001,XMT	Meteoreologicas		
							ACTIVIDAD					
CONSECUTIVO	FECHA INICIAL	FECHA FINAL	NUMERO ESTACION	ESTACION	PARAMETRO	EQUIPO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
A0577,19SO2	2019-09-02	2019-09-02		Estación No. 13: Colegio Manas Cajca	SO2	TELEDYNE / T100 / SERIE: 2839	1. Verificación de estado físico del instrumento 2. Verificación de alarmas 3. Cambio de filtro particuladas 4. Registro de Funciones TEST antes de calibración 5. Calibración Zero y SPAM 6. Calibración Precisión 7. Registro de Funciones TEST despues de calibración 8. Descarga de datos: Verificación de descarga de datos, Borrar memoria 9. Verificación de estado físico de instrumento.					
N O P Q												
0001,XNH3 Consecutivo NH3 0001,XTRS Consecutivo TRS												
0001,XSH Consecutivo SHELTER 0001,XH2S Consecutivo H2S												
TIPO DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES MTO. CORRECTIVO	REALIZARON	OBSERVACIONES									
PREVENTIVO	SE REEMPLAZA PMT, SE REALIZA LIMPIEZA DE CAMARA Y SE REEMPLAZA DESECANTE	EDWIN SUAREZ	VISITA VERIFICACION ESTACION EQUIPO PRESENTA ALARMA DE PMT TEMP Y SE SOLICIONA LA FALLA DE OPTIC TEST, SE DEJA EN OBSERVACION, VERIFICACION DE OPERACION PROXIMA VISITA									

Ilustración 4. Formato de Toma Actividades

Fecha	Base	ID	Descripción	Ref	Repuesto
4/01/2019	SIBATE	165	se encuentra equipo con flujos bajos de muestreo fuera del rango de aceptación de operación por lo que se reemplazan orificios críticos y sus orings, se limpia línea neumática y manifold, se deja equipo operando correctamente	40800	Orificio Crítico 12 mm
4/02/2019	COGUA	64	Se encuentra equipo alarma de lectura de UV lamp con valor de 4mV, se verifica la lampara y se observa que esta fundida, por lo que se determina realizar el reemplazo de la lampara y el kit que lo compone	IT000236	Lámpara UV + Kit
8/01/2019	MOCHE	65	se encuentra equipo con alarma de realay board se realiza las verificaciones de voltajes de salida de alimentación de la tarjeta, presenta falla en la salida de 12 Vdc y 5Vdc por lo que se realiza el remplazo de la tarjeta se deja el equipo encendido y operando para estabilización se debe realizar calibración en siguiente visita.	5230200	Tarjeta de Relés PCA
1/01/2019	ZIPAQUIRA	66	Se encuentra equipo con lectura de UV lamp de 1014, por debajo de los límites de aceptación para la correcta operación, se verifica lampara, presenta deterioro, se le manipula por medio del potenciómetro de aumento de señal de la lampara y no muestra cambio en la lectura por lo que se determina realizar el reemplazo de la lampara y el kit que lo compone	IT000236	Lámpara UV + Kit
3/11/2018	CAJICA	839	se encuentra analizador alarmado por flujo de muestreo con lectura de 1,4 cc/m, se inspecciona la bomba de succión y se encuentra trabada, no genera flujo por lo que se reemplaza, se verifica nuevamente el equipo y queda operando correctamente	0510200	Bomba interna 115 VAC
0/04/2019	SOPO	164	Al comenzar con la calibración del instrumento se verificó el flujo con el patrón que registra 604 cc/m, pero la lectura del instrumento es de 116 cc/m por lo que	0030100	Tarjeta Flujo Presión PCA

			revisa la tarjeta del sensor de flujo y No está operando bien por lo que se reemplaza		
1/03/2019	ZIPAQ UIRA	66	se retiró el equipo de la estación por falla en aire acondicionado, presenta alarma en reley board, tarjeta pmt, por lo que se reemplazan, además del Kit del cooler	4523 0200 , 4180 0400 , KITO 0009 5	Tarjeta de Relés PCA, PCA PMT Preamplificadora, AKIT COOLER
2/09/2019	CAJICA	839	Se reemplaza pmt y soket, se realiza limpieza de camara y se reemplaza desecante	1630 000, 4931 0100 , 1808 0000	HVPS INSULATOR GASKET, PCA Drive PMT, AKIT, DESSICANT BAGGIES
0/06/2019	MOC HUEL O	65	Se encuentra analizador con flujos de muestra bajos de verifica la bomba y no genera un flujo optimo se le realiza mantenimiento y se le reemplaza kit de bomba, queda operando en óptimas condiciones	U000 0022	Kit de reconstrucción Bomba
6/04/2019	DLIA MOS QUERA	836	Se reemplaza lente óptico y filtro del pmt	7000 00, 2720 000	LENS, PMT, Filtro óptico para PMT
2/07/2019	SOPO	164	Se realiza cambio de kit de reconstrucción de la bomba interna	U000 0022	Kit de reconstrucción Bomba
6/08/2019	COGUA	64	Se reemplaza bomba interna por falla, no arranca estando alimentada, se deja operando el equipo correctamente	0510 200	Bomba interna 115 VAC

Tabla 4. Reporte de mantenimiento

En la tabla anterior vemos el listado de los repuestos usados por parte de uno de los técnicos en sus cronogramas de mantenimiento durante el año 2019, todos los repuestos fueron usados en el mismo modelo de equipo el cual se está analizando en este documento.

6.2 Análisis de la información

En la ilustración 5 OBSOLETOS, se asignaron colores con los que se determinan los 3 niveles de rotación de los repuestos sobre el analizador. En el color Azul se encuentra la información de los repuestos que no tienen inventario en este momento y que con seguridad se deben adquirir para no entorpecer los mantenimientos o se deba hacer maniobras adicionales que pueden retrasar el mantenimiento o afectar el activo, éstos repuestos tendrían un costo de 67'853.152 COP si se compra de a una unidad por cada uno, son en total 16 referencias repuestos que representan el 47% del total de referencias y el 12% del total repuestos comprados.

También se encuentran los repuestos de color Verde menta los cuales son los de media rotación y tienen una baja probabilidad de ser requeridos en lo que resta del año 2019, pero que tienen una gran posibilidad de quedar sin ser usados hasta el próximo año, éstos repuestos representan el 21% de las referencias y el 20% del total de los repuestos comprados, están valorizados por 43'368.216 COP.

Por último, encontramos los repuestos de baja rotación por un valor de 23'729.302 COP, son los repuestos de color Rosa y que son los que a la fecha no han rotado y tienen una alta probabilidad de continuar así el próximo año, éstos repuestos representan el 26% de las referencias y el 7% de la cantidad total de repuestos comprados. Estos repuestos son vitales para los equipos, pero tienen un alto valor y por ello se adquirieron en una menor cantidad.

Se cuenta con unos repuestos ya obsoletos que aún se mantienen en el almacén, éstos repuestos fueron debido a un cambio de referencia del analizador de gases pero que no se contemplaron para darles un uso adicional o mirar su homologación en otros equipos, a la fecha éstos repuestos tienen un valor de 9'340.140. COP en cantidad son 24 unidades en 5 referencias.

Hay un caso especial con un repuesto que la hoja se encuentra de color Purpura, éste repuesto se le realizó una compra inicial de 1 unidad y aparecieron 5 unidades. Debido al no tener un histórico del manejo de repuestos no se tiene información si éste repuesto sea de la compra de otro activo y que se pueda hacer uso en éste o que sea un repuesto de baja rotación y que tenga un saldo del año anterior. Con esta eventualidad se observa la importancia de tener el control de los repuestos comprados y usados para poder tener la cantidad y los repuestos correctos para el sostenimiento de los activos.

PARTE NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD ACTUAL	CANTIDAD USADA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	
18080000	AKIT DESSICANT BAGGIES (12) 1	10	N/A	\$ 32.000,00	\$ 320.000,00	
RL0000015	RELEVOS	2	N/A	\$ 542.000,00	\$ 1.084.000,00	\$ 9.340.140,00
OR0000016	ORING, UV LENS	6	N/A	\$ 19.630,00	\$ 117.780,00	
11630000	HVPS INSULATOR GASKET (KB)	4	N/A	\$ 479.700,00	\$ 1.918.800,00	
40030101	PCA, FLOW/PRESSURE	2	N/A	\$ 2.949.780,00	\$ 5.899.560,00	
50510200	Bomba interna 115 VAC	0	7	\$ 8.100.000	\$ -	\$ 56.700.000
13400000	CD, PMT	0	7	\$ 7.551.628	\$ -	\$ 52.861.396
41020000	Convertidor de Moly	0	7	\$ 6.530.931	\$ -	\$ 45.716.517
45230200	Tarjeta de Relés PCA	0	7	\$ 5.809.535	\$ -	\$ 40.666.745
P0000022	Kit de reconstrucción Bomba	0	7	\$ 418.000	\$ -	\$ 2.926.000
FL000003	Filtro DFU	0	7	\$ 192.500	\$ -	\$ 1.347.500
58021100	Mother Board	0	1	\$ 10.636.744	\$ -	\$ 10.636.744
35710000	Scrubber de SO2	0	2	\$ 9.500.930	\$ -	\$ 19.001.860
41800400	PCA PMT Preamplificadora	0	1	\$ 5.256.976	\$ -	\$ 5.256.976
52400000	UV Lamp Optical Bench	0	1	\$ 2.716.745	\$ -	\$ 2.716.745
49310100	PCA Drive PMT Nuevo 075880000	0	1	\$ 2.632.326	\$ -	\$ 2.632.326
P0000021	Kit de reconstrucción Bomba	0	1	\$ 418.000	\$ -	\$ 418.000
32900000	ASSY, THERMISTOR	0	1	\$ 368.372	\$ -	\$ 368.372
KIT000236	Lámpara UV + Kit	1	6	\$ 6.047.442	\$ 6.047.442,00	
9690100	Filtros de partículas	1	8	\$ 30.698	\$ 30.698,00	
26900000	LENS, UV	1	4	\$ 1.642.325	\$ 1.642.325,00	ALTA ROTACION
40030800	Tarjeta PCA Flujo Presión	1	0	\$ 6.868.605	\$ 6.868.605,00	
67900000	LCD Modulo Touchscreen	1	0	\$ 3.499.534	\$ 3.499.534,00	
55560000	Valvula 5" Lead	1	0	\$ 3.215.581	\$ 3.215.581,00	
55560100	valvula 9" Lead	1	0	\$ 3.215.581	\$ 3.215.581,00	22%
66970000	PCA INT LCDE	1	0	\$ 2.747.441	\$ 2.747.441,00	ROTACION BAJA
FL0000012	Scrubber de Ozono	1	0	\$ 2.724.419	\$ 2.724.419,00	
1760400	Control de flujo 800cc	1	0	\$ 966.977	\$ 966.977,00	
941000	Orificio Crítico 13 mm	1	0	\$ 283.954	\$ 283.954,00	
13140000	Assy Cooler Fan	1	0	\$ 207.210	\$ 207.210,00	
40030100	Tarjeta Flujo Presión PCA	2	5	\$ 6.573.256	\$ 13.046.512,00	
27000000	LENS, PMT	2	3	\$ 1.980.000	\$ 3.960.000,00	
61930000	DRIVER PCA UV 079390000 Nueva Parte	3	4	\$ 4.366.745	\$ 13.100.235,00	ROTACION MEDIA
KIT000095	AKIT COOLER	3	4	\$ 2.908.605	\$ 8.725.815,00	
940800	Orificio Crítico 12 mm	3	4	\$ 283.954	\$ 851.862,00	41%
OR0000001	O-Ring control de flujo	3	4	\$ 30.698	\$ 92.094,00	
27200000	Filtro óptico para PMT	4	3	\$ 897.907	\$ 3.591.628,00	
13390000	ASSY, KICKER	5	4	\$ 2.233.256	\$ 11.166.280,00	
13390001	Kicker	5	2	\$ 2.233.256	\$ 11.166.280,00	
					\$ 106.490.608,00	

Ilustración 5. Obsoletos

En la información obtenida y que se clasificó, fueron determinados los repuestos para su clasificación en el análisis de inventario ABC, se realizan 3 gráficas las cuales se encuentran en la ilustración 7 Gráficas ABC, allí están las gráficas de la compra, inventario actual y rotación de repuestos hasta el mes de septiembre. Encontramos en la ilustración 6 Análisis ABC; ya clasificada la información por el sistema ABC basado en el consumo de repuestos a través del año 2019. Como no se cuenta con la información de las fechas retiradas de los repuestos no es posible con la información disponible hacer un detalle de consumo de los repuestos en los mantenimientos.

PARTE NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD USADA	VALOR UNITARIO	CANTIDAD COMPRADA	CANTIDAD ACTUAL	COSTO ROTACION	% COSTO
9690100	Filtros de partículas	8	\$ 30.698	9	1	\$ 245.584	0,07%
50510200	Bomba interna I15 VAC	7	\$ 8.100.000	7	0	\$ 56.700.000	15,73%
13400000	CD, PMT	7	\$ 7.551.628	7	0	\$ 52.861.396	14,67%
41020000	Convertidor de Moly	7	\$ 6.530.931	7	0	\$ 45.716.517	12,68%
45230200	Tarjeta de Relés PCA	7	\$ 5.809.535	7	0	\$ 40.666.745	11,28%
PU000022	Kit de reconstrucción Bomba	7	\$ 418.000	7	0	\$ 2.926.000	0,81%
FLO00003	Filtro DFU	7	\$ 192.500	7	0	\$ 1.347.500	0,37%
KIT000236	Lámpara UV + Kit	6	\$ 6.047.442	7	1	\$ 36.284.652	10,07%
40030100	Tarjeta Flujo Presión PCA	5	\$ 6.523.256	7	2	\$ 32.616.280	9,05%
2690000	LENS, UV	4	\$ 1.642.325	5	1	\$ 6.569.300	1,82%
61930000	DRIVER PCA UV 079390000 Nueva Parte	4	\$ 4.366.745	7	3	\$ 17.466.980	4,85%
KIT000095	AKIT COOLER	4	\$ 2.908.605	7	3	\$ 11.634.420	3,23%
940800	Orificio Crítico 12 mm	4	\$ 283.954	7	3	\$ 1.135.816	0,32%
OR0000001	O-Ring control de flujo	4	\$ 30.698	7	3	\$ 122.792	0,03%
2700000	LENS, PMT	3	\$ 1.980.000	5	2	\$ 5.940.000	1,65%
2720000	Filtro óptico para PMT	3	\$ 897.907	7	4	\$ 2.693.721	0,75%
35710000	Scrubber de SO2	2	\$ 9.500.930	2	0	\$ 19.001.860	5,27%
13390001	Kicker	2	\$ 2.233.256	7	5	\$ 4.466.512	1,24%
58021100	Mother Board	1	\$ 10.636.744	1	0	\$ 10.636.744	2,95%
41800400	PCA PMT Preamplificadora	1	\$ 5.256.976	1	0	\$ 5.256.976	1,46%
52400000	UV Lamp Optical Bench	1	\$ 2.716.745	1	0	\$ 2.716.745	0,75%
49310100	PCA Drive PMT Nuevo 075880000	1	\$ 2.632.326	1	0	\$ 2.632.326	0,73%
PU000021	Kit de reconstrucción Bomba	1	\$ 418.000	1	0	\$ 418.000	0,12%
3290000	ASSY, THERMISTOR	1	\$ 368.372	1	0	\$ 368.372	0,10%
40030800	Tarjeta PCA Flujo Presión	0	\$ 6.868.605	1	1	\$ -	0,00%
67900000	LCD Modulo Touchscreen	0	\$ 3.499.534	1	1	\$ -	0,00%
55560000	Valvula 5" Lead	0	\$ 3.215.581	1	1	\$ -	0,00%
55560100	valvula 9" Lead	0	\$ 3.215.581	1	1	\$ -	0,00%
66970000	PCA INT LCBE	0	\$ 2.747.441	1	1	\$ -	0,00%
FLO000012	Scrubber de Ozono	0	\$ 2.724.419	1	1	\$ -	0,00%
1760400	Control de flujo 800cc	0	\$ 966.977	1	1	\$ -	0,00%
941000	Orificio Crítico 13 mm	0	\$ 283.954	1	1	\$ -	0,00%
13140000	Assy Cooler Fan	0	\$ 207.210	1	1	\$ -	0,00%

Ilustración 6. Análisis ABC

PARTE NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD USADA	VALOR UNITARIO	CANTIDAD COMPRADA	CANTIDAD ACTUAL	COSTO ROTACION	% COSTO
50510200	Bomba interna I15 VAC	7	\$ 8.100.000	7	0	\$ 56.700.000	15,73%
13400000	CD, PMT	7	\$ 7.551.628	7	0	\$ 52.861.396	14,67%
41020000	Convertidor de Maly	7	\$ 6.530.931	7	0	\$ 45.716.517	12,68%
45230200	Tarjeta de Relés PCA	7	\$ 5.809.535	7	0	\$ 40.666.745	11,28%
KT1000236	Lámpara UV + Kit	6	\$ 6.047.442	7	1	\$ 36.284.652	10,07%
40030100	Tarjeta Flujo Presión PCA	5	\$ 6.523.256	7	2	\$ 32.616.280	9,05%
35710000	Scrubber de SO2	2	\$ 9.500.930	2	0	\$ 19.001.860	5,27%
61930000	DRIVER PCA UV 079390000 Nueva Parte	4	\$ 4.366.745	7	3	\$ 17.466.980	4,85%
KT1000095	AKIT COOLER	4	\$ 2.908.605	7	3	\$ 11.634.420	3,23%
58021100	Mother Board	1	\$ 10.636.744	1	0	\$ 10.636.744	2,95%
26900000	LENS, UV	4	\$ 1.642.325	5	1	\$ 6.569.300	1,82%
27000000	LENS, PMT	3	\$ 1.980.000	5	2	\$ 5.940.000	1,65%
41800400	PCA PMT Preamplificadora	1	\$ 5.256.976	1	0	\$ 5.256.976	1,46%
13390001	Kicker	2	\$ 2.233.256	7	5	\$ 4.466.512	1,24%
PU0000022	Kit de reconstrucción Bomba	7	\$ 418.000	7	0	\$ 2.926.000	0,81%
52400000	UV Lamp Optical Bench	1	\$ 2.716.745	1	0	\$ 2.716.745	0,75%
27200000	Filtro óptico para PMT	3	\$ 897.907	7	4	\$ 2.693.721	0,75%
49310100	PCA Drive PMT Nuevo 075880000	1	\$ 2.632.326	1	0	\$ 2.632.326	0,73%
FL000003	Filtro DFU	7	\$ 192.500	7	0	\$ 1.347.500	0,37%
940800	Orificio Crítico 12 mm	4	\$ 283.954	7	3	\$ 1.135.816	0,32%
PU0000021	Kit de reconstrucción Bomba	1	\$ 418.000	1	0	\$ 418.000	0,12%
32900000	ASSY, THERMISTOR	1	\$ 368.372	1	0	\$ 368.372	0,10%
9690100	Filtros de partículas	8	\$ 30.698	9	1	\$ 245.584	0,07%
OR0000001	O-Ring control de flujo	4	\$ 30.698	7	3	\$ 122.792	0,03%
40030800	Tarjeta PCA Flujo Presión	0	\$ 6.868.605	1	1	\$ -	0,00%
67900000	LCD Modulo Touchscreen	0	\$ 3.499.534	1	1	\$ -	0,00%
55560000	Valvula 5" Lead	0	\$ 3.215.581	1	1	\$ -	0,00%
55560100	valvula 9" Lead	0	\$ 3.215.581	1	1	\$ -	0,00%
66970000	PCA INT LCDE	0	\$ 2.747.441	1	1	\$ -	0,00%
FL0000012	Scrubber de Ozono	0	\$ 2.724.419	1	1	\$ -	0,00%
1760400	Control de flujo 800cc	0	\$ 966.977	1	1	\$ -	0,00%
941000	Orificio Crítico 13 mm	0	\$ 283.954	1	1	\$ -	0,00%
13140000	Assy Cooler Fan	0	\$ 207.210	1	1	\$ -	0,00%

83,60%

16,40%

Ilustración 8. Pareto

En la ilustración 9 se puede muestra la información de las compras vs inventario, al detallar el análisis de la información obtenemos los repuestos obsoletos, análisis ABC, Pareto respecto a la información del inventario.

PARTE NUMERO	DESCRIPCION	DETALLE DE COMPRA					INVENTARIO ACTUAL						
		CANTIDAD	% X CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	% SOBRE COSTO TOTAL	VALOR TOTAL	% SOBRE COSTO TOTAL	CANTIDAD	% X CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	% SOBRE COSTO TOTAL	VALOR TOTAL	% SOBRE COSTO TOTAL
61930000	DRIVER PCA UV 079390000 Nueva Parte	7	5,19%	\$ 4.366.745	0,97%	\$ 30.547.215	6,81%	3	7,14%	\$ 4.366.745	4,49%	\$ 13.100.235	13,46%
40030100	Tarjeta Flujo Presión PCA	7	5,19%	\$ 6.523.256	1,45%	\$ 45.662.792	10,18%	2	4,76%	\$ 6.523.256	6,71%	\$ 13.046.512	13,43%
13390001	Kicker	7	5,19%	\$ 2.233.256	0,50%	\$ 15.632.792	3,48%	5	11,90%	\$ 2.233.256	2,30%	\$ 11.166.280	11,49%
13390000	ASSY, KICKER	1	0,74%	\$ 2.233.255	0,50%	\$ 2.233.255	0,50%	5	11,90%	\$ 2.233.255	2,30%	\$ 11.166.275	11,49%
KT1000095	AKIT COOLER	7	5,19%	\$ 2.908.605	0,65%	\$ 20.360.235	4,54%	3	7,14%	\$ 2.908.605	2,99%	\$ 8.728.815	8,98%
40030800	Tarjeta PCA Flujo Presión	1	0,74%	\$ 6.868.605	1,53%	\$ 6.868.605	1,53%	1	2,38%	\$ 6.868.605	7,07%	\$ 6.868.605	7,07%
KT1000236	Lámpara UV + Kit	7	5,19%	\$ 6.047.442	1,35%	\$ 42.332.094	9,44%	1	2,38%	\$ 6.047.442	6,22%	\$ 6.047.442	6,22%
27000000	LENS, PMT	5	3,70%	\$ 1.980.000	0,44%	\$ 9.900.000	2,21%	2	4,76%	\$ 1.980.000	2,04%	\$ 3.960.000	4,08%
27200000	Filtro óptico para PMT	7	5,19%	\$ 897.907	0,20%	\$ 6.285.349	1,40%	4	9,52%	\$ 897.907	0,92%	\$ 3.591.628	3,70%
67900000	LCD Modulo Touchscreen	1	0,74%	\$ 3.499.534	0,78%	\$ 3.499.534	0,78%	1	2,38%	\$ 3.499.534	3,60%	\$ 3.499.534	3,60%
55560000	Valvula 5" Lead	1	0,74%	\$ 3.215.581	0,72%	\$ 3.215.581	0,72%	1	2,38%	\$ 3.215.581	3,31%	\$ 3.215.581	3,31%
55560100	Valvula 9" Lead	1	0,74%	\$ 3.215.581	0,72%	\$ 3.215.581	0,72%	1	2,38%	\$ 3.215.581	3,31%	\$ 3.215.581	3,31%
66970000	PCA INT LCDE	1	0,74%	\$ 2.747.441	0,61%	\$ 2.747.441	0,61%	1	2,38%	\$ 2.747.441	2,83%	\$ 2.747.441	2,83%
FL0000012	Scrubber de Ozono	1	0,74%	\$ 2.724.419	0,61%	\$ 2.724.419	0,61%	1	2,38%	\$ 2.724.419	2,80%	\$ 2.724.419	2,80%
26900000	LENS, UV	5	3,70%	\$ 1.642.325	0,37%	\$ 8.211.625	1,83%	1	2,38%	\$ 1.642.325	1,69%	\$ 1.642.325	1,69%
1760400	Control de flujo 800cc	1	0,74%	\$ 966.977	0,22%	\$ 966.977	0,22%	1	2,38%	\$ 966.977	1,00%	\$ 966.977	1,00%
940800	Orificio Crítico 12 mm	7	5,19%	\$ 283.954	0,06%	\$ 1.987.678	0,44%	3	7,14%	\$ 283.954	0,29%	\$ 851.862	0,88%
941000	Orificio Crítico 13 mm	1	0,74%	\$ 283.954	0,06%	\$ 283.954	0,06%	1	2,38%	\$ 283.954	0,29%	\$ 283.954	0,29%
13140000	Assy Cooler Fan	1	0,74%	\$ 207.210	0,05%	\$ 207.210	0,05%	1	2,38%	\$ 207.210	0,21%	\$ 207.210	0,21%
OR0000001	O-Ring control de flujo	7	5,19%	\$ 30.698	0,01%	\$ 214.886	0,05%	3	7,14%	\$ 30.698	0,03%	\$ 92.094	0,09%
9690100	Filtros de partículas	9	6,67%	\$ 30.698	0,01%	\$ 276.282	0,06%	1	2,38%	\$ 30.698	0,03%	\$ 30.698	0,03%
58021100	Mother Board	1	0,74%	\$ 10.636.744	2,37%	\$ 10.636.744	2,37%	0	0,00%	\$ 10.636.744	10,95%	\$ -	0,00%
35710000	Scrubber de SO2	2	1,48%	\$ 9.500.930	2,12%	\$ 19.001.860	4,24%	0	0,00%	\$ 9.500.930	9,78%	\$ -	0,00%
50510200	Bomba interna I15 VAC	7	5,19%	\$ 8.100.000	1,81%	\$ 56.700.000	12,54%	0	0,00%	\$ 8.100.000	8,34%	\$ -	0,00%
13400000	CD, PMT	7	5,19%	\$ 7.551.628	1,68%	\$ 52.861.396	11,78%	0	0,00%	\$ 7.551.628	7,77%	\$ -	0,00%
41020000	Convertidor de Maly	7	5,19%	\$ 6.530.931	1,46%	\$ 45.716.517	10,19%	0	0,00%	\$ 6.530.931	6,72%	\$ -	0,00%
45230200	Tarjeta de Relés PCA	7	5,19%	\$ 5.809.535	1,29%	\$ 40.666.745	9,06%	0	0,00%	\$ 5.809.535	5,98%	\$ -	0,00%
41800400	PCA PMT Preamplificadora	1	0,74%	\$ 5.256.976	1,17%	\$ 5.256.976	1,17%	0	0,00%	\$ 5.256.976	5,41%	\$ -	0,00%
52400000	UV Lamp Optical Bench	1	0,74%	\$ 2.716.745	0,61%	\$ 2.716.745	0,61%	0	0,00%	\$ 2.716.745	2,80%	\$ -	0,00%
49310100	PCA Drive PMT Nuevo 075880000	1	0,74%	\$ 2.632.326	0,59%	\$ 2.632.326	0,59%	0	0,00%	\$ 2.632.326	2,71%	\$ -	0,00%
PU0000022	Kit de reconstrucción Bomba	7	5,19%	\$ 418.000	0,09%	\$ 2.926.000	0,65%	0	0,00%	\$ 418.000	0,43%	\$ -	0,00%
PU0000021	Kit de reconstrucción Bomba	1	0,74%	\$ 418.000	0,09%	\$ 418.000	0,09%	0	0,00%	\$ 418.000	0,43%	\$ -	0,00%
32900000	ASSY, THERMISTOR	1	0,74%	\$ 368.372	0,08%	\$ 368.372	0,08%	0	0,00%	\$ 368.372	0,38%	\$ -	0,00%
FL000003	Filtro DFU	7	5,19%	\$ 192.500	0,04%	\$ 1.347.500	0,30%	0	0,00%	\$ 192.500	0,20%	\$ -	0,00%

Ilustración 9. Compras vs Inventario

Basado en la poca información obtenida con respecto a los tiempos de paro de los equipos y los tiempos de puesta a punto no se tiene un número exacto del tiempo ahorrado en la prestación de los mantenimientos, pero la información dada verbalmente por los técnicos es que se ha reducido hasta un tiempo de 1 hora en la búsqueda de los repuestos para el alistamiento previo a la salida a campo.

6.3 Propuestas de la solución

Se propone la implementación de un sistema de control de salidas y entradas de repuestos a partir del análisis realizado en este trabajo de investigación, y así poder llevar un control detallado de los repuestos para simplificar y optimizar los mantenimientos, las compras y evitar adquirir repuestos innecesarios que terminen en pérdidas financieras. Inicialmente se puede llevar un control en Excel en donde se lleve la información de los repuestos que ingresan con la información de la orden de compra, fecha, cantidad, descripción, y ubicación en donde se va almacenar, esto con el fin de mirar a futuro la implementación de un programa más robusto tales como tabware, proteus software, eco gestor, ampro entre muchos otros programas que sirven para el propósito de gestión de inventarios de repuestos para mantenimiento. Antes de realizar la compra de repuesto del año 2021 se debería hacer un inventario para el mes de diciembre y comparar con la información brindada por el personal técnico para comprar más repuestos de alta rotación y comprar los necesarios de alto costo y baja rotación.

Capacitar al personal técnico para el ingreso de la información en cada mantenimiento y ligar la información de los repuestos a los mantenimientos ejecutados. La solución oportuna es un archivo en Excel o con la herramienta Forms de Microsoft 365, que permite tener acceso a un

formulario por medio de un link y diligenciar la información desde el móvil y quedar registrado en una base en Excel. Esta capacitación tomaría alrededor de 2 horas.

Al implementar plantilla para el registro de mantenimientos se puede anclar con el sistema de registro de inventarios, con el fin de poder analizar mejor la información de los mantenimientos y repuestos a usar. Una idea general de la versatilidad en el uso de la herramienta se ve a continuación en la ilustración.



Ilustración 10. Forms Microsoft 365

7 Impactos esperados o alcanzados

Se espera que para enero del 2021 tener la cantidad de repuestos necesarios para el mantenimiento del analizador donde los de alta rotación se tengan a la mano y se puedan controlar.

Optimizar los tiempos de respuesta de los mantenimientos preventivos programados y poder estandarizar tiempos a las diferentes actividades que se generan a partir de los mismos.

Se espera minimizar la cantidad de tiempo que técnicos de mantenimiento y contratistas invierten en las funciones administrativas del mantenimiento, estableciendo procesos estándar de resolución de conflictos, de manera que, al surgir las fallas e incidencias, sean atendidas y superadas rápidamente.

Establecer una base de datos confiable de comportamientos, fallas y anomalías de los parámetros de operación del instrumento a partir de los mantenimientos realizados y lecciones aprendidas.

Para enero del 2021 no tener ningún repuesto obsoleto de equipos fuera de operación y poder tener el inventario con las cantidades correctas para los mantenimientos del año.

Ahorro de un 9% de la compra de los repuestos del 2020 con respecto al año 2019, eso con la correcta compra de los repuestos al analizar los repuestos en el inventario de diciembre del 2019. Esto se verá en la compra de los repuestos de baja rotación que año tras año aún se compran sin tener en cuenta la cantidad de los repuestos aún en el almacén.

Con el control de inventario tener un mejor desarrollo en una auditoría y mejoras de calidad en la presentación de las licitaciones.

8 Análisis financiero

Antes de comenzar con el análisis obtenido y posibles retornos de inversión, cabe aclarar que este documento brindará la información de una de las posibilidades que puede tener la compañía para organizar su inventario y evitar posibles paros en la operación del activo ya mencionado.

El 22% es la representación de los repuestos de baja rotación que al finalizar el 2019 aún están en inventario pero que al iniciar el 2020 se compran de igual manera, que si lo ponemos en contexto de la compra no se requieren adquirir. Lo cual se puede representar en un ahorro al comparar 2020 vs 2019.

Costo de implementación: Como se propuso inicialmente es un archivo en Excel para inclusión de la información en una base, éste archivo que es de una herramienta office y de libre uso tendría un valor de 1'200.000. COP

Costo de capacitación: El costo de capacitar al personal técnico que va a llevar el registro del uso de repuestos (1 persona) tendría el costo de 150.000 COP por hora. Se estima que con una capacitación de 16 horas se dejaría a la persona capacitada, para un total de 2'400.000.

Si se hace uso de la fórmula de ROI, retorno de la inversión se obtiene el valor del beneficio obtenido.

$$ROI = \frac{\text{beneficio obtenido} - \text{inversión}}{\text{inversión}} * 100$$

$$ROI = \frac{23.729.302 - 3.600.000}{3.600.000} * 100$$

$$ROI = 559\%$$

9 Conclusiones y recomendaciones

9.1 Conclusiones

Una de las consecuencias de no llevar un control de repuestos es generar una compra ineficiente de los mismos, lo cual en el tiempo se refleja como una pérdida de dinero. Se obtiene con la información de repuestos de baja rotación que nuevamente se compran y de repuestos

obsoletos que aún se encuentran en inventario y los equipos están fuera del inventario de operación.

La compañía está interesada en la información del panorama actual para tomar soluciones prontas, esto se obtiene con la ayuda del inventario realizado manualmente y de manera presencial en el depósito donde se almacenan los repuestos.

Al realizar el inventario de los repuestos físicos en el depósito donde se almacenan, se logra obtener la información deseada y el panorama real, la asignación de un equipo de 5 personas para el inventario y un tiempo de 32 horas laborales permitió tener la información exacta de los repuestos, se realizó un listado de repuestos en físico y traspasados de manejo digital.

La información de los técnicos para la compra de los repuestos no está mal pero tampoco es la mejor, con la información de la rotación de repuestos y el inventario actual se puede reflejar el amplio conocimiento de manejo del equipo, pero la falencia del debido registro de información.

9.2 Recomendaciones

Con los repuestos obsoletos se pueden donar a una institución académica o de investigación para obtener un beneficio que se refleja en los impuestos empresariales anuales.

Implementación de archivo para entradas y salidas de repuestos a más tardar el mes de noviembre 2019; para que en el mes de enero se pueda ingresar la información de los repuestos adquiridos en el nuevo año 2020.

Hacer inventario de los repuestos para el mes de diciembre y así tener las cantidades correctas para realizar la compra de los repuestos en el mes de enero 2020

9.3 Prospección

En el país se cuentan con varias compañías que tienen la misma prestación de los servicios y que aún no han implementado programas para el control de inventario de repuestos en el área de mantenimiento, este panorama encontrado puede incentivar a las otras compañías para hacer la misma actividad y tener presente el estado real de los repuestos en sus depósitos. Ha futuro se puede tener como base los resultados encontrados cómo un ejemplo a no seguir por no tener un control de los repuestos lo cual genera pérdidas económicas.

10. Bibliografía

- ACEIM. (7 de Octubre de 2014). *ISSUU*. Recuperado el Septiembre de 2019, de Memorias conferencias:
https://issuu.com/memorias_conferencias_aciem/docs/memorias_conf_07_oct_2014
- Aguilar Arana, M. A. (4 de 10 de 2018). *repositorioacademico.upc.edu.pe*. Recuperado el 6 de 11 de 2019, de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625126>
- Aiteco. (04 de Diciembre de 2017). *Proceso*. Obtenido de Proceso: <https://www.aiteco.com/que-es-un-proceso/>
- Amaya, M., & Ceballos, M. J. (2012). *ESTRUCTURACIÓN Y REGISTRO CONTABLE DE LOS INVENTARIOS PARA*. Obtenido de dspace.ucuenca.edu.ec:
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1355/1/tcon652.pdf>

- AulaFacil. (2019). *Marco Histórico: Origen y evolución de la gestión de stock*. Obtenido de <https://www.aulafacil.com/cursos/organizacion/gestion-de-stock/marco-historico-origen-y-evolucion-de-la-gestion-de-stock-120078>
- Ávila Ávila , D. Y., & Becerra Rodríguez, D. A. (2012). *repository.unilibre.edu.co*. Recuperado el 31 de 10 de 2019, de [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9385/Proyecto%20de%20grado%20\(2\).pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9385/Proyecto%20de%20grado%20(2).pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ballou, R. H. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro, 5ta Edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Cabello Gómez, L. (2017). *bibing.us.es*. Recuperado el 5 de 11 de 2019, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/71016/fichero/1016-CABELLO.pdf>
- Cantu, A. (2000). *ENFOQUES PRACTICOS PARA PLANEACION Y CONTROL DE INVENTARIOS*. TRILLAS.
- Car. (2018). *www.car.gov.co*. Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/5>
- Castañeda Ramirez, Y. A., & Silva Vargas, D. A. (2013). *repository.unilibre.edu.co*. Recuperado el 31 de 10 de 2019, de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9430/DOCUMENTO%20FINA L.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Christiansen, B. (2019). *Reliabiltyweb.com*. Obtenido de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/no-part-left-behind-4-simple-rules-for-efficient-inventory-management>
- Copyright Teledyne Technologies Incorporated. (2019). *TELEDYNEAPI*. Obtenido de <http://www.teledyne-api.com/products/particulate-instruments/t640&prev=search>

Crosato Diaz, E., Obregón Jáuregui, A. A., & Soriano Valdivia, A. (2016). *repositorio.up.edu.pe*.

Recuperado el 7 de 11 de 2019, de

http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1209/Enzo_Tesis_maestria_2016.pdf?sequence=1

Cruz Fernández, A. (2017). *Gestión de inventarios. COML0210*. Málaga: IC Editorial.

Díaz Yamberla, N. S. (2019). *ANÁLISIS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA MULTILANA*. IBARRA: UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES.

Diaz, E. C., Jáuregui, A. A., & Valdivia, A. S. (2016). *Repositorio Institucional*. Recuperado el Septiembre de 2019, de Universidad del Pacífico:

http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1209/Enzo_Tesis_maestria_2016.pdf?sequence=1

EINATEC. (SEPTIEMBRE de 2019). *EINATEC*. Obtenido de

<https://einatec.com/mantenimiento-preventivo/>

Española, Real Academia. (2018). *Diccionario de la lengua española*.

Federación Colombiana de Logística. (2017). *FEDELOG*. Obtenido de

<https://fedelog.org/cadena-logistica/almacenamiento/>

Flores Vera , I. T., & Rojas Tinoco, A. D. (2015). *dspace.ups.edu.ec*. Recuperado el 5 de 11 de 2019, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10006/1/UPS-GT001158.pdf>

Galeano, L. M. (2013). *Universidad Industrial de Santander*. Recuperado el Septiembre de 2019, de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/147245.pdf>

Hidalgo, E. A. (2017). *Repositorio Institucional Digital*. Recuperado el Septiembre de 2019, de Universidad Nacional de la Amazonia Peruana:

http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5446/Edgar_Tesis_Maestria_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ideam. (2017). *www.ideam.gov.co*. Obtenido de

[www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/Protocolo para el Monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.pdf/6b2f53c8-6a8d-4f3d-b210-011a45f3ee88](http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/Protocolo%20para%20el%20Monitoreo%20y%20seguimiento%20de%20la%20calidad%20del%20aire.pdf/6b2f53c8-6a8d-4f3d-b210-011a45f3ee88)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam. (2017).

IDEAM.GOV.CO. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/24155/125494/31-93+HM+Concentraci%C3%B3n+de+SO2+3+FI.pdf/602513a3-187b-400c-9259-dc1ae23f3139#:~:text=La%20citada%20resoluci%C3%B3n%20establece%20que,%CE%BCg%2Fm3%20en%20tres%20horas.>

Jacome Duarte, G. E. (2018). *repository.unilibre.edu.co*. Recuperado el 7 de 11 de 2019, de

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11694/PLAN%20DE%20MEJORAMIENTO%20PARA%20LA%20ADMINISTRACI%C3%93N%20DE%20LOS%20INVENTARIOS%20F%C3%8DSICOS%20DE%20EQUIPOS,%20HERRAMIENTAS%20Y%20REPUESTOS%20DE%20MANTENIMIENTO%20MEC%C3%81NICO%20DEL%20>

Jiménez Aristizabal, C., & Fernández Guzman, Y. (2017). *Diseño de los Procedimientos de*

Control Interno. Cali: Universidad Javeriana.

Lee J. Krajewski, L. P. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Pearson

Educación,.

León Galeano, L. M. (2013). *tangara.uis.edu.co*. Recuperado el 1 de 11 de 2019, de

<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/147245.pdf>

- Loja Guarango , J. C. (2015). *dspace.ups.edu.ec*. Recuperado el 5 de 11 de 2019, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7805/1/UPS-CT004654.pdf>
- Lokad. (Febreo). analisis inventario ABC. En Lokad. [https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)](https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario)).
- López, R. M. (Febrero de 2011). *Repositorio Digital*. Recuperado el Septiembre de 2019, de Secretaria de educación superior, ciencia, tecnología e innovación: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/114/1/Dise%C3%B1o%20e%20implementaci%C3%B3n%20de%20un%20sistema.pdf>
- Maneme, L. M. (04 de Diciembre de 2017). *Universidad Catalunya*. Obtenido de Universidad Catalunya: <http://www.luismiguelmanene.com/2011/07/28/los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/>
- Martinez, R. V. (04 de Diciembre de 2017). *Scribd*. Obtenido de Flujo de Materiales Tema 4 de Plantas Industriales : <https://es.scribd.com/doc/102194808/Flujo-de-Materiales-Tema-4-de-Plantas-Industriales-2do-Corte>
- ministerio de comercio industria y turismo. (1989). <https://www.mincit.gov.co>. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-misionales/facilitacion-del-comercio-y-defensa-comercial/decretos/1967-1990/decreto-624-de-1989-2.aspx>
- ministerio de hacienda . (02 de febrero de 1975). *actualicese.com*. Obtenido de actualicese.com/decreto-187-de-08-02-1975/
- Montenegro López, R. (2011). *academia.edu*. Recuperado el 31 de 10 de 2019, de ESCUELA_POLITÉCNICA_NACIONAL_FACULTAD_DE_INGENIERÍA_QUÍMICA_Y_AGROINDUSTRIA_DISEÑO_E_IMPLEMENTACIÓN_DE_UN_SISTEMA_DE

_INVENTARIOS_APLICANDO_SIMULACIÓN_MONTECARLO_EN_UNA_EMPR
ESA_DE_SERVICIOS_PETROLEROS

Nail Gallardo, A. A. (2016). *cybertesis.uach.cl*. Recuperado el 5 de 11 de 2019, de

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/bpmfcin156p/doc/bpmfcin156p.pdf>

Navarro, X. (09 de 04 de 2015). *DEUSTO FORMACIÓN*. Obtenido de

<https://www.deustoformacion.com/blog/empresa/que-es-gestion-stocks-concepto-que-hay-que-conocer-bien>

OBS Business School. (2018). *obs.edu.com*. Obtenido de [https://www.obs-edu.com/int/blog-](https://www.obs-edu.com/int/blog-investigacion/operaciones/sobrestock-cinco-problemas-que-debes-gestionar)

[investigacion/operaciones/sobrestock-cinco-problemas-que-debes-gestionar](https://www.obs-edu.com/int/blog-investigacion/operaciones/sobrestock-cinco-problemas-que-debes-gestionar)

Ospina, D. M. (Enero de 2011). *Repositorio Educativo Digital*. Recuperado el Septiembre de

2019, de Universidad Autonoma de Occidente:

<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/1574/1/TAD00703.pdf>

Plata, D. O. (2017). *Gestión del Inventario de Repuestos*. Bogotá: Daniel Ortiz Plata.

Ramírez Mena, N. J., & Ramos Maury, K. (2016). *repositorio.unicartagena.edu.co*. Recuperado

el 31 de 10 de 2019, de

<http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/3989/1/TESIS%20DE%20GRADO%20DISE%20C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20GESTI%20C3%93N%20PARA%20EL%20CONTROL%20DE%20INVENTARIO%20EN%20LA%20EMPRESA%20ELECTR%20C3%93NICA%20FRANK%20R.pdf>

Red cultural del Banco de la República de Colombia. (2019). *Banrepultural*. Obtenido de

https://enciclopedia.banrepultural.org/index.php/Oferta_y_demanda

Rodríguez R, C. A. (7 de 10 de 2014). *issuu.com*. Recuperado el 2019 de 10 de 31, de

https://issuu.com/memorias_conferencias_aciem/docs/memorias_conf_07_oct_2014

Saldarriaga, D. L. (2017). *Academia. edu*. Obtenido de Modelo de acciones:

https://www.academia.edu/9651362/Parte_II_Modelos_de_Stocks_Por

Sena. (04 de 12 de 2017). *Caracterización de la carga*. Obtenido de Caracterización de la carga:

https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/822205_1_VIRTUAL/Objetos_de_Aprendizaje/Interactivos/ADA7/descargables/ADA_1.pdf

Solsol Hidalgo, E. A. (11 de 12 de 2017). *repositorio.unapiquitos.edu.pe*. Recuperado el 7 de 11 de 2019, de

http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5446/Edgar_Tesis_Maestria_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

superintendencia financiera. (1993). *www.superintendenciafinanciera.gov.co*. Obtenido de

https://www.google.com/search?rlz=1C1CHBD_esCO844CO844&sxsrf=ALeKk00eO2sUM6zGIx4tj-13zv_I2qKTdg%3A1613609285107&ei=RbktYOGBBsKz5gLQuZDgBQ&q=d.r.+2649+de+1993+art.+63+Superintendencia+financiera&oq=d.r.+2649+de+1993+art.+63+Superintendencia+financiera&gs_l

TECSA. (18 de SEPTIEMBRE de 2018). *TECSA*. Obtenido de

<https://www.tecsagro.com.mx/blog/mantenimiento-correctivo/>

Umb. (04 de Diciembre de 2017). *Identificación de proveedores*. Obtenido de Cadena Logística:

http://virtualnet2.umb.edu.co/virtualnet/archivos/open.php/125/2eabe_2037/TGPC002037/mod1/profundizacion_tema1_m1.html

Valencia Ospina , D. M. (2011). *red.uao.edu.co*. Recuperado el 31 de 10 de 2019, de

<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/1574/1/TAD00703.pdf>

Velastegui Ruiz, L. S. (2011). *repositorio.ute.edu.ec*. Obtenido de

http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5520/1/45428_1.pdf