



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2261>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de investigación

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

Management and planning of maintenance in floating dock valves based on their environment

Gerenciamento e planejamento de manutenção em válvulas de doca flutuante com base em seu ambiente

Marcelo Alejandro Holguín-Castro ^I
mholguin4985@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7315-249X>

Grether Lucia Real-Pérez ^{II}
grether.real@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4792-6217>

Correspondencia: mholguin4985@utm.edu.ec

***Recibido:** 10 de julio 2021 ***Aceptado:** 04 de agosto de 2021 * **Publicado:** 31 de agosto 2021

- I. Estudiante de la Maestría en Mantenimiento Industrial, Mención Gestión Eficiente del Mantenimiento, Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Docente de la Carrera de Mecánica de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

La presente investigación se desarrolla dentro de una estructura naval que pertenece al grupo de diques puesta en seco ubicado en la ciudad de Jaramijó, su construcción data del año 1950. El dique para su operación requiere de varios sistemas vitales, entre los principales tenemos: sistema eléctrico, sistema de contraincendios, sistema de lastrado y descarga, el trabajo se enfocó en el sistema de lastrado y descarga, el cual consta de 48 válvulas tipo compuerta con dimensiones entre 8" y 12" con un peso aproximado de 50Kg, estas válvulas están distribuidas en 06 cuartos de bombeo y son de gran importancia para llevar a cabo las maniobras de varado y desvarado de buques en el dique flotante, dichos elementos están ubicados en espacios confinados de alto riesgo. Se concluyó que al aplicar los métodos de espacios confinados y estudio EWA (Ergonomic Workplace Analysis), permitieron la disminución de tiempos sin descuidar la ergonomía del ambiente laboral, adicional a estos métodos se implementó una aplicación digital, denominada App. Floating Drydock, para la organización adecuada de los procesos de mantenimiento. Estos análisis permiten el desarrollo dinámico de las actividades de mantenimiento industrial, evitando los contratiempos y cuidando sobre todo la integridad de los operadores o personal del área en mención, generando un buen ambiente de trabajo y el alcance de metas trazadas por parte de la organización.

Palabras claves: Sistema de lastrado; descarga; espacios confinados; ergonomía; mantenimiento industrial.

Abstract

This research is developed within a naval structure that belongs to the group of dry docks located in the city of Jaramijó, its construction dates from 1950. The dock for its operation requires several vital systems, among the main ones we have: system electrical, firefighting system, ballasting and unloading system, the work focused on the ballasting and unloading system, which consists of 48 gate type valves with dimensions between 8 "and 12" with an approximate weight of 50Kg, these valves are distributed in 06 pumping rooms and are of great importance to carry out the maneuvers of stranding and stranding ships in the floating dock, these elements are located in high-risk confined spaces. It was concluded that by applying the confined space methods and the EWA study (Ergonomic Workplace Analysis), they allowed the reduction of times without neglecting the ergonomics of the work environment, in addition to these methods a digital application, called App. Floating Drydock, was implemented for the proper organization of maintenance processes. These analyzes allow the

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

dynamic development of industrial maintenance activities, avoiding setbacks and taking care, above all, of the integrity of the operators or personnel in the area in question, generating a good work environment and the achievement of goals set by the organization.

Keywords: Ballast system; download; confined spaces; ergonomics; industrial maintenance.

Resumo

Esta pesquisa é desenvolvida dentro de uma estrutura naval pertencente ao grupo de docas secas do município de Jaramijó, sua construção data de 1950. O cais para seu funcionamento requer diversos sistemas vitais, dentre os principais temos: sistema elétrico, combate a incêndio sistema, sistema de lastro e descarga, a obra focada no sistema de lastro e descarga, que consiste em 48 válvulas tipo gaveta com dimensões entre 8” e 12” com peso aproximado de 50Kg, essas válvulas estão distribuídas em 06 salas de bombeamento e são de grande importância para a realização das manobras de encalhe e encalhe de navios na doca flutuante, estes elementos estão localizados em espaços confinados de alto risco. Concluiu-se que, aplicando os métodos de espaço confinado e o estudo EWA (Ergonomic Workplace Analysis), eles permitiram a redução dos tempos sem descuidar da ergonomia do ambiente de trabalho, além desses métodos um aplicativo digital, denominado App. Floating Drydock, foi implementado para a adequada organização dos processos de manutenção. Estas análises permitem o desenvolvimento dinâmico das atividades de manutenção industrial, evitando contratempos e zelando, sobretudo, pela integridade dos operadores ou pessoal da área em causa, gerando um bom ambiente de trabalho e cumprimento dos objetivos traçados pela organização.

Palavras-chave: Sistema de lastro; download; espaços confinados; ergonomia; manutenção industrial.

Introducción

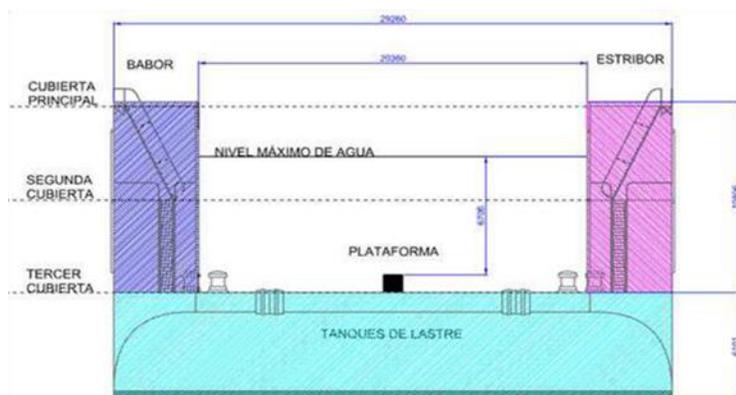
En la actualidad, la gran mayoría de empresas públicas o privadas se esmeran por desarrollar mecanismos de mejora de procesos como la calidad y el ciclo de mejora continua, y el aprovechar sus beneficios para la maximización y optimización de recursos que les concede alcanzar sus objetivos, además, incremento de la competitividad a nivel mundial en manufactura y fabricación conlleva a que muchas de estas organizaciones quieran mantener ventajas en lo concerniente a costos, calidad y tiempos de trabajo. Esto ha dado un peso científico y profesional extra a la gestión del mantenimiento y por siguiente la importancia de esta, por el rol que juega en aportar a la producción

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

general de las organizaciones, (Luxhøj, Riis, & Thorsteinsson, 1997). La correcta organización, planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento son proyecciones que siempre dependerán de un capital suficiente, por lo tanto, la comunicación y correlación de actividades entre gerencia y mantenimiento son vitales para alcanzar las metas de la organización. Actualmente muchas organizaciones están en la búsqueda de instrumentos que permitan obtener una mejor optimización de sus procesos; por ende, se enfrentan a desafíos gerenciales en la búsqueda por garantizar la optimización del uso de los recursos, realizando un mayor control sobre todos sus procesos y la toma de decisiones. (Bello, 2017)

El estudio se centra en una estructura naval que pertenece al grupo de Dique Puesta en Seco, en este caso será de un dique flotante que está a 1.8 millas de la costa en la ciudad de Jaramijó. Consta de 120 m de eslora y 27 m de manga, con 04 niveles o cubiertas como se muestra en la Figura 1. En este dique se realizan trabajos de mantenimiento naval a diferentes tipos de embarcaciones.

Figura 1: Secciones y cubiertas del dique.



Fuente: Autor de la investigación

El trabajo se enfocó en el sistema de lastrado y descarga, el cual consta de 48 válvulas tipo compuerta con dimensiones entre 8” y 12” con un peso aproximado de 50Kg. Estas válvulas están distribuidas en 06 cuartos de bombeo y son de vital importancia para llevar a cabo las maniobras de varado y desvarado de buques en el dique flotante.

En el presente estudio se planteó organizar, planificar y mejorar el proceso de actividades de mantenimiento en las válvulas de un dique flotante, ordenando y orientando al operador el modo de realizar las operaciones, recalando pérdidas excesivas de tiempo asociadas al desconocimiento de normativas y procesos en los espacios confinados en la que está ubicada el área de válvulas, así mismo

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

actividades que pueden eliminarse al implementar herramientas y métodos específicos observados en el proceso, se puede corregir y mejorar estas actividades.

Las mejoras en la gestión del proceso de mantenimiento de válvulas permitieron el control del tiempo, la conservación eficiente de los recursos y, en caso de ser necesario, la contratación de personal adicional en el área según el tipo de planificación de mantenimiento, en muchos casos este tipo de trabajos se realizan y pueden ser subcontratado. Uno de los objetivos a conseguir a la hora de realizar el estudio de gestión de mantenimiento es completar las actividades en el menor tiempo posible, con el fin de realizar un mantenimiento completo de las válvulas para obtener un historial de cada una de las válvulas con el fin de planificar el mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo se refiere a que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerles una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que se presente la falla; esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales. (Vargas Pérez, 2004)

Metodología

La presente investigación es no experimental de campo, de índole transversal, de tipo bibliográfico, descriptivo y exploratorio. Se obtuvieron datos relevantes a partir de visitas técnicas al dique con la colaboración del personal de las áreas que están inmersas en el estudio.

El muestreo utilizado es no probabilístico por conveniencia, utilizando para el estudio la población de dos cuartos que tienen en total 16 válvulas de las 48 existente por la similitud de los cuartos de bombas y válvulas pertenecientes al sistema de lastrado del dique flotante ciudad de Paita. La similitud de los procesos es un punto importante, que permite hacer el estudio sin mayores variantes, tomando como muestra estos dos grupos de válvulas (cuartos) que serían cuarto 1 y 3, situados en estribor del dique, puesto que los recursos económicos y humanos serían elevados si se analizaran todas las válvulas, adicional a esto el tiempo de implementación del estudio se extendería. El trabajo investigativo fue efectuado en el periodo de 4 meses siendo este enero hasta mayo del 2021, tiempo en el que se concluyó la investigación.

Método y análisis de espacios confinado

Según (Alarcón Chang, 2018), las normas OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Assessment Series); un espacio confinado tiene una apertura de entrada y salida ilimitada, es lo suficiente grande para el trabajador y no está designado para la ocupación de trabajo continuo, los

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

espacios confinados incluyen, bodega, subterráneo, tanque, recipiente de almacenamiento, pozos silos, bodega de servicio subterráneo y tubería de distribución.

En la siguiente Tabla 1, se detallan los niveles tolerables y peligrosos en espacios confinados, los valores que se muestran son estandarizados considerando una revisión al Art. 56.- Trabajos sometidos a presión atmosférica variable, del ministerio de trabajo y empleo de Ecuador y las normas internacionales (BOSEAN, 2013).

Tabla 1: Valores recomendados de espacios confinados

EVALUACION DE ESPACIOS CONFINADOS	
23.5 %	Nivel máximo de seguridad (OSHA)
21.0 %	Oxígeno en el aire (20.954%)
19.5 %	Nivel inferior (OSHA, NIOSH)
17.0 %	Se afecta el juicio
16.0 %	Primeros síntomas de Anoxia
16-12 %	Respiración/pulso elevado
14-10%	Fatiga, dificultad en respirar
< 6 %	Convulsiones, sofoco, para la respiración y el corazón por unos minutos después
3-5 %	Tiempo de vida: 3 a 5 minutos

Fuente: Enfermería USAR Urban search & rescue, s.f.

Método EWA

Por otro lado, el método EWA (Ergonomics Workplace Analysis) también es una herramienta que permite hacerse una idea de la situación en un lugar de trabajo. En particular, su propósito es crear lugares de trabajo y tareas seguros, saludables y productivos; Se basa en: fisiología del trabajo, biomecánica del trabajo, psicología de la información, higiene del trabajo y modelo socio-técnico de organización del trabajo. (EWA, L. R. F. A. NTP 451).

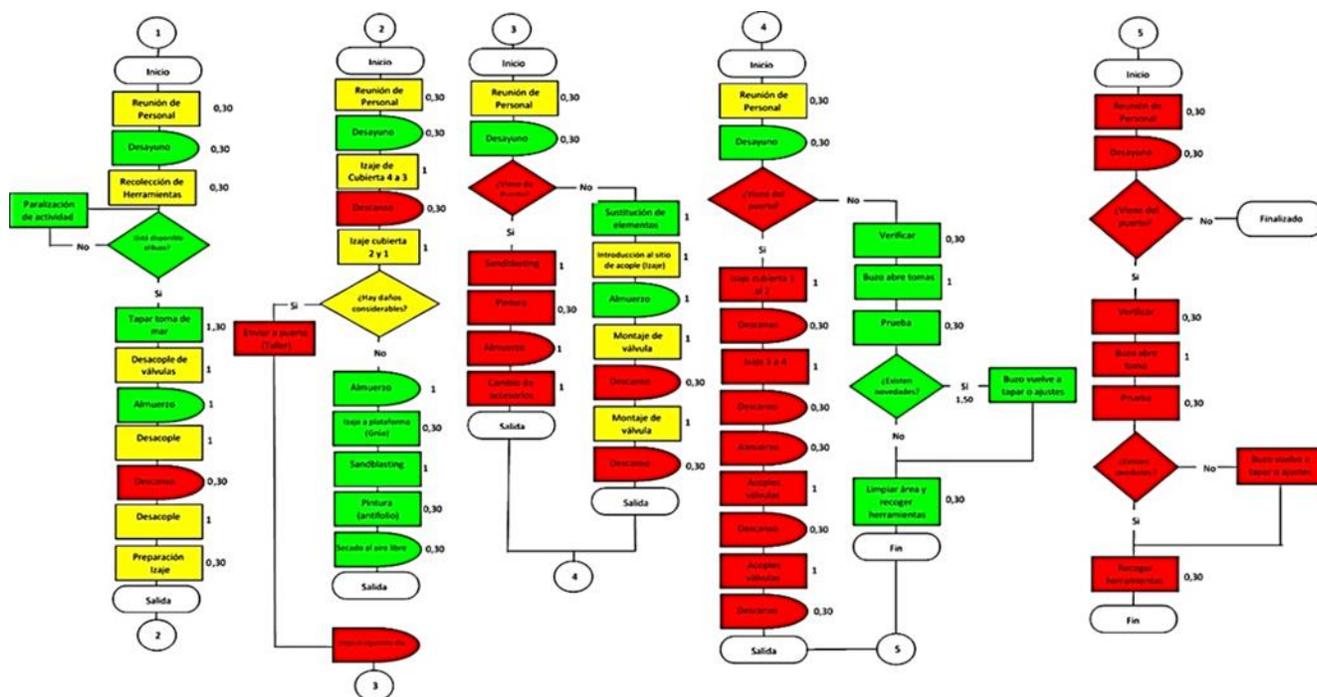
Y para conocer la valoración del trabajo por parte de los empleados del centro se utilizó el método ergonómico EWA, que consiste en una herramienta mixta para analizar las condiciones de trabajo, valorando 14 puntos por el evaluador y el trabajador. El analista cuestiona al trabajador y clasifica su calificación subjetiva como buena (++), adecuada (+), mala (-) o muy mala (-) y el evaluador como muy buena (1), buena (2), mediocre (3), mala (4) o muy mala (5). (EWA, L. R. F. A. NTP 451).

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

Fase 1. Análisis del proceso situación actual

Para esta fase se utilizará el diagrama AS IS, mediante la diagramación del proceso donde se observará cada una de las actividades que se realizan en el mantenimiento de válvulas.

Figura 2: Análisis crítico de la situación actual



Fuente: Autor de la investigación

El esquema del estado actual del proceso de mantenimiento de las válvulas del dique flotante "Ciudad de Paita" debe reducirse para aprovechar al máximo la jornada laboral y evitar actividades innecesarias. Las implementaciones propuestas también permiten reducir estos retrasos. En el diagrama de situación real se marcaron en rojo las actividades o medidas que se pueden eliminar, en amarillo las que se pueden mejorar y marcados con verde las que no se pueden cambiar porque son parte natural del proceso.

Fase 2. Análisis crítico del proceso

Para el desarrollo de estudio y encontrar uno de los objetivos principales, es preciso, analizar los tiempos innecesarios que se proyectaron en la etapa anterior, eliminando las siguientes actividades:

- Descansos excesivos (espacios confinados)
- Restauración de equipos evitando envíos de piezas a puerto (1 día)
- Mejoras en tiempos de aprendizaje.

- Disminución en tiempos de desacople de válvulas

Fase 3. Implementación de métodos

La empresa cuenta con un detector de gases marca BOSEAN, modelo BH 4S, con certificación ISO9001:2008, como se puede observar en la Figura 3, este dispositivo mide 4 gases a la vez, son: oxígeno (O₂), gases explosivos, sulfuro de hidrógeno (H₂S), monóxido de carbono (CO), (BOSEAN, 2013) que al momento de la investigación no estaba implementado, solo por recomendaciones trabajaban una hora y descansaban hasta media hora. Se realizó un estudio en los tanques para verificar su situación y si ameritaba algún tipo de ventilación adicional, para crear un entorno seguro para los operarios.

Figura 3: Equipo de medición



Fuente: Autor de la investigación

Las recolecciones se realizaron en la cubierta 4, donde se desmontaron y montaron las válvulas, se detectó con el comprobador la medida de oxígeno del 20.1%, como lo muestra la figura 4 realizado en tres salas diferentes durante una semana, las recolecciones se realizaron por la mañana y tarde, se observó una ligera variación en la oxigenación, pero no de consideración, cómo se puede observar en los resultados transcritos en la Tabla 2.

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

Figura 4: Medición de oxigenación en el sitio



Fuente: Autor de la investigación

Tabla 2: Medida aleatoria de espacios confinados

Cuartos	Medida	Observaciones	Hora	Fecha
1	20,1%	Mañana	9 AM	26/04/2021
2	20,0%	Tarde	3 PM	27/04/2021
3	20,2%	Tarde	2 PM	28/04/2021
4	20,3%	Mañana	10 AM	29/04/2021
5	20,1%	Mañana	9 AM	30/04/2021
6	20,1%	Mañana	9 AM	03/05/2021
6	20,1%	Tarde	4 PM	04/05/2021
5	20,1%	Tarde	3PM	05/05/2021
4	20,2%	Tarde	3PM	06/05/2021
3	20,1%	Mañana	9 AM	07/05/2021
2	20,1%	Mañana	9AM	10/05/2021
1	20,0%	Tarde	3 PM	11/05/2021

Fuente: Autor de la investigación

En el análisis expuesto en la tabla 3 realizado por el autor y el jefe de operaciones, se puede comprobar las diferentes falencias del ambiente de trabajo y su manejo de cargas a los que pueden estar sometidos los colaboradores, que con el tiempo pueden tener traumas lumbares, esto se determinó con la encuesta del método EWA.

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

Por lo tanto, se determina levantamiento excesivo de carga en el izaje de las válvulas situadas en los cuartos de bombeo.

Tabla 3: Valoraciones estudio EWA.

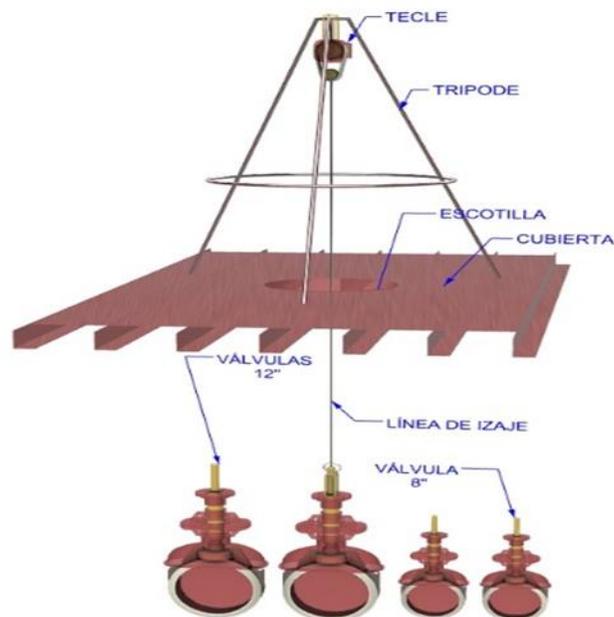
Acciones/Labores	Valoración del analista	Valoración del trabajador
1. Puesto de trabajo	1	++
2. Actividad física general	3	-
3. Levantamiento (cargas)	4	-
4. Posturas y movimientos	2	-
5. Riesgo de accidentes	2	+
6. Contenido de trabajo	1	++
7. Autonomía del trabajador	1	++
8. Comunicación del trabajador	1	++
9. Toma de decisiones	2	+
10. Repetitividad del trabajo	2	+
11. Atención	1	++
12. Iluminación	1	++
13. Ambiente térmico	2	+
14. Ruido	1	++

Fuente: Autor de la investigación

Para el desarrollo de las propuestas **Fase 3. Propuestas de mejoras protocolo de espacios confinados, manejo de cargas y aplicación de APP. Floating Drydock** metodológicas, se evidenció las principales falencias, pérdidas de tiempo por no emplear el equipo existente para determinar la oxigenación del área de trabajo, este debe ser manipulado por parte del jefe de seguridad. El empleo de un trípode de izaje para elevar las cargas desde el interior de los tanques, como se observa en la Figura 4, ayudaría cuidando la integridad del personal, así mismo la disminución de tiempo, recordando que esta propuesta es determinada por la encuesta del estudio EWA.

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

Figura 5: Implementación de izaje.



Fuente: Autor de la investigación

La restauración del torno, Figura 6, ubicado en el taller del dique disminuye hasta 1 día y medio de trabajo. Por último, se propone una Aplicación digital denominada APP. Floating Drydock, que permitirá organizar cada uno de los procesos que están inmiscuidos en el mantenimiento de válvulas pertenecientes al sistema de lastrado y descarga.

Figura 6: Torno de dique.

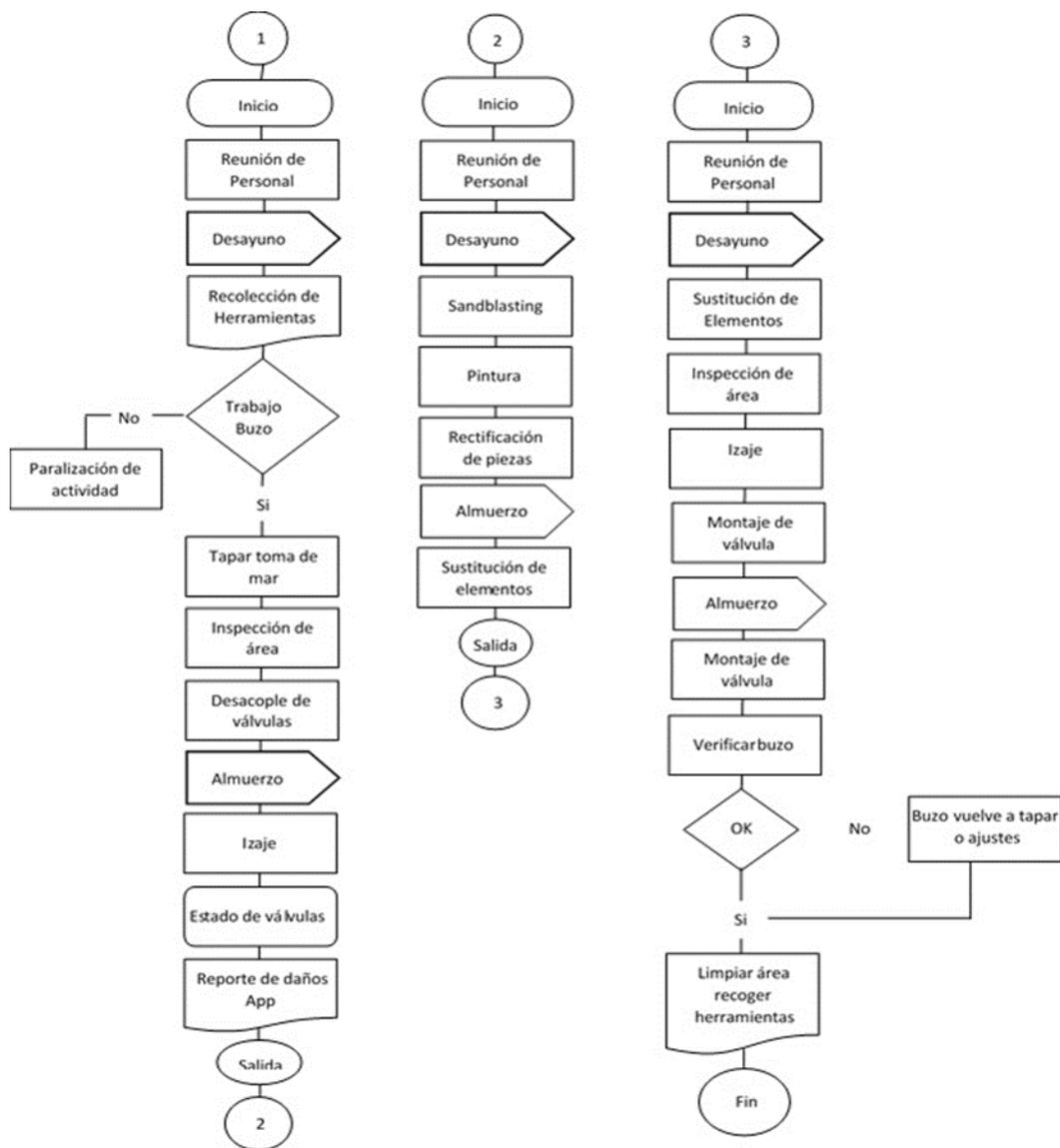


Fuente: Autor de la investigación

Resultados

Se propone un nuevo proceso como se muestra en la Figura 6, donde se eliminan actividades innecesarias y riesgosas, con la implementación del análisis de cada actividad se reveló una serie de deficiencias que provocan retrasos, así como la falta de estudios e implementación de ciertos equipos y herramientas que aumentan significativamente el factor tiempo imperante en el proceso de mantenimiento de las válvulas.

Figura 7: Diagrama del proceso propuesto.



Fuente: Autor de la investigación

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

En el resultado según estudios de análisis propuestos e implementaciones de equipos se eliminaría el 40% de actividades innecesarias, también el sistema de izaje permitiría extraer un gran número de válvulas sin afectar al personal por motivo de fatigas musculares o estrés laboral.

Discusión

Las mediciones de las atmósferas peligrosas siempre deben hacerse en el siguiente orden: porcentaje de oxígeno, inflamable y tóxico. El porcentaje de oxígeno no debe ser inferior al 19,5%. Si no es factible mantener este nivel con aporte de aire fresco, deberá realizarse el trabajo con equipos respiratorios semiautónomos o autónomos, según el caso. La misma recomendación aplica para las concentraciones de sustancias tóxicas que exceden su TLV's., (Acosta, 2011).

Hay millones de aplicaciones en el mercado que se ejecutan en sistemas operativos móviles, de escritorio y de navegador.

El estudio EWA permite estimar mediante la una encuesta el grado ergonómico que puede tener un ambiente laboral, por parte del consultor y los encargados del área a fin de tener un resultado favorable hacia las personas inmersas en el área. Es necesario aplicar medidas propuestas para mitigar el riesgo y llevarlo al nivel más bajo que sea posible, con el objetivo de disminuir la prevalencia de los problemas de salud que son consecuencia directa de la exposición al levantamiento manual de carga, (Morales Sigcho, 2015).

Encontrar una aplicación 100% adaptada a las necesidades de un área específica no es una tarea fácil. La solución radica en desarrollar aplicaciones específicas para el cliente. En este caso en particular, la App. está enfocada en el mantenimiento del sistema de válvulas flotantes para el dique seco de la ciudad de Jaramijó en Ecuador, pero la aplicación está adaptada a todas las actividades operativas del sector industrial.

Esta aplicación permite al usuario acceder a una base de datos, ingresar, cambiar y eliminar información de su teléfono móvil. La aplicación cuenta con opciones variables que, entre muchas otras funciones, facilitan la organización de la información, la elaboración automática de informes y la realización de análisis estadísticos.

Conclusión

Según los resultados encontrados se concluye que la organización y planificación de los procesos, permite determinar falencias que merman en gran medida las proyecciones y son estas las que no permiten el desarrollo dinámico de las actividades. La caracterización de las actividades, posibilita la mejor comprensión de estas tareas, así mismo el entorno donde se desarrolla el estudio investigativo guía el camino a la consecución de los objetivos, además, los métodos aplicados permitieron la disminución de tiempos sin descuidar la ergonomía del ambiente laboral, las implementaciones propuestas le darían ese plus necesario al estudio, permitiendo concluir con una viable aplicación.

Recomendaciones

A pesar de que los operarios tienen su EPP adecuado, se debe tomar las debidas precauciones del caso ante posibles molestias debido al peso que manejan, logrando de esta manera un mejor desarrollo de las actividades sin olvidar el objetivo ergonómico en relación a los operadores.

El desarrollo de planes de mantenimiento y protección contra el deterioro de los diversos sistemas para reducir costos elevados.

La formación del personal operativo es fundamental y debe ser constante como parte del impulso de la empresa por crecer, evitando riesgos y aumentando la productividad en las tareas a realizar.

La implementación de nuevas tecnologías en los estudios realizados es fundamental para el óptimo funcionamiento de este tipo de equipos industriales, cuidando lo más importante dentro de una empresa la integridad de sus colaboradores.

Referencias

1. Acosta, D. (2011). Análisis de Riesgos en Espacios Confinados. SIGWEB.
2. Alarcón Chang, C. (2018). IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
3. Ardila Marín, J., Ardila Marín, M., Rodríguez Gaviria, D., & Hincapié Zuluaga, D. (2016). LA GERENCIA DEL MANTENIMIENTO: UNA REVISIÓN. Dimensión Empresarial.
4. Bello, A. (Mayo de 2017). Sistema Integral de Indicadores de Gestión como Alternativa de Control en la Gerencia de Mantenimiento PDVSA-PETROMONAGAS. Venezuela: Universidad Fermín Toro.

Gestión y planificación de mantenimientos en válvulas de dique flotante en base a su entorno

5. BOSEAN. (2013). BOSEAN. Obtenido de https://www.bosean.net/products/BH-4S_portable_multi-gas_detector.html
6. Enfermería USAR Urban search & rescue. (s.f.). Obtenido de Riesgos atmosféricos en espacios confinados: <https://enfermeriadeescombros.com/2016/10/10/riesgos-atmosfericos-en-espacios-confinados/>
7. EWA, L. R. F. A. NTP 451. (s.f.). Evaluación de las condiciones de trabajo: métodos generales.
8. Luxhøj, J., Riis, J., & Thorsteinsson, U. (1997). Trends and Perspectives in Industrial. Journal of Manufacturing Systems.
9. Morales Sigcho, D. D. (Julio de 2015). Identificación, Evaluación y Propuesta de Medidas de Control del Riesgo Ergonómico Biomecánico por Levantamiento de Cargas en el Proceso de Preparación en el Área de Bodega de LOGINET CIA.LTDA. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.
10. Vargas Pérez, W. U. (Junio de 2004). Programa de Mantenimiento para la Maquinaria Pesada de la Zona Vial 11, de Caminos, en el Departamento de Izabal. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

©2021 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).