



**Implementación de un banco de mantenimiento y prueba, para los procesos de las
válvulas de aislamiento de la empresa Incomag SAS**

Elaborado por:

Jose Miguel Santafe – Ingeniería Industrial

Tutor

Diana Paola Figueroa Hernández

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Proyecto de Grado Pregrado

Mayo, 2023

Bogotá, D.C.

Tabla de contenido

1. Resumen Ejecutivo	6
2. Abstract.....	7
3. Introducción.....	8
4. Objetivos.....	11
4.1 Objetivo General.....	11
4.2 Objetivos Específicos	11
5. Definición Del Problema	11
6. Justificación	14
7. Análisis de Requerimientos	19
8. Marco de referencia	26
8.1 Contexto internacional.....	26
9. Análisis de restricciones	30
9.1 Económica	30
9.2 Legales.....	31
9.3 Materiales	31
9.4 Alcance	31
9.5 Mano de obra	32
9.6 Restricciones por equipo.	32
10. Metodología.....	33

10.1 Enfoque.....	36
10.2 Diseño de la investigación.....	37
10.3 Alcance.	37
10.4 Definición de las variables	37
10.6 Evaluación de las soluciones.....	42
11. Costos	43
12. Conclusiones.....	44
Bibliografía.....	46
Anexos.....	52

Lista de Tablas

Tabla 1.Porcentaje de válvulas implicadas en accidentes.....	9
Tabla 2.Tipos de válvulas en la industria	10
Tabla 3.Lista de variables con su definición conceptual y operacional	38
Tabla 4.Comparación de trabajar con banco de mantenimiento y no tenerlo implementado.....,	41
Tabla 5.Relación De Costos Directos E Indirectos	43

Imágenes

Imagen 1. Conveniencia en un proceso	14
Imagen 2. Diseño de banco de trabajo	20
Imagen 3. Representación de la estructura con el ciclo PHVA	244
Imagen 4. Ficha técnica del banco de mantenimiento diseñado por Incomag	25
Imagen 5. Banco de trabajo para reparación y mantenimiento de válvulas	277
Imagen 6. Banco de pruebas eléctrico	28
Imagen 7. Banco de pruebas automatizado	28
Imagen 8. Banco de pruebas industriales	299
Imagen 9. Banco de prueba Híbrido	300
Imagen 10. Flujo grama del proceso de implementación de banco de mantenimiento	35

1. Resumen Ejecutivo

Se propone implementar un banco de mantenimiento y prueba para mitigar los riesgos y agilizar el proceso de mantenimiento, el equipo permitirá realizar una operación segura, ágil, mejorando el tiempo de mantenimiento, adicionalmente evita la pérdida de tiempo ocasionado por malas posiciones del personal que interviene en la manipulación de las válvulas y posibles lesiones; gracias a esta herramienta, las personas pueden tener mejor control del equipo, las herramientas de trabajo estarán disponibles y ordenadas, de modo que sean de fácil acceso dentro de la estructura del equipo.

Según ha señalado Morgas,(2014), controlar las fugas líquidas o de gas, requiere cumplir condiciones legales y de seguridad (ISO 15848-2), puesto que las fugas a la atmósfera sin importar su tamaño, pueden convertirse en accidentes delicados, parte de la función del personal es realizar seguimiento y control a las áreas de proceso con medición de atmósfera permanente, ya sea que se cumplan planes ambientales, industriales o legislativos de agencias como la de Protección Ambiental de los Estados Unidos, las regulaciones técnicas del control de la calidad, los lineamientos de la sociedad Estadounidense ASME, esto quiere decir que las válvulas están sujetas de cumplir requisitos definidos.

Por otro lado, la exposición de gas al exterior o una gota de aceite sin control puede causar daños al personal, al equipo o al medio ambiente, por consiguiente, es donde las personas deben estar muy atentas a reportar toda condición insegura, garantizando todas las normas de seguridad industrial requeridas por la organización.

2. Abstract.

It is proposed to implement a maintenance and test bench to reduce risks and expedite the maintenance process, the equipment will allow a safe, agile operation, improving maintenance time, additionally avoiding the loss of time, caused by bad positions of the personnel that intervenes in the manipulation of the Valves and possible injuries; Thanks to this tool, people can have better control of the equipment, the work tools will be localized and the equipment will be portable.

As pointed out (Mogas, 2014 p 12), controlling liquid or gas leaks requires compliance with legal and safety conditions (ISO 15848-2), leaks into the atmosphere regardless of their size, can become delicate accidents, make Monitoring and control are functions of the personnel who are in charge of a station or facility, whether environmental, industrial or legislative planes of agencies such as the Environmental Protection of the United States are fulfilled, the application of quality control techniques, the guidelines of the American society ASME, this means that the valves are subject to meet defined requirements.

On the other hand, the exposure of gas to the outside or an uncontrolled drop of oil can cause damage to personnel, equipment or the environment, therefore it is where people must be very attentive to report any unsafe condition, guaranteeing all standards. industrial security required by the organization.

3. Introducción.

Incomag SAS, es una empresa integral de servicios de ingeniería mecánica, eléctrica y civil con una experiencia de más de diez años, desarrollando actividades en el sector de hidrocarburos a nivel nacional, logrando posicionarse en el mercado con servicios de diseño, construcción y montaje, seguridad de procesos, RBI, Integridad, Qa/Qc, Pre y acondicionamiento de plantas y equipos, ofreciendo al área de gerencia de proyectos los servicios de outsourcing, además consultoría en el desarrollo de proyectos desde la generación de la oferta económica hasta la liquidación y cierre de este (Incomag 2022).

La empresa Incomag SAS reconoce la importancia de los bancos de trabajo como herramienta indispensable para los diferentes mantenimientos que se presenten dentro y fuera de la empresa; por consiguiente, la implementación de un banco de mantenimiento presentara una mayor productividad y seguridad en las personas. Los bancos de trabajo han sido de gran apoyo para el diagnóstico de fallas de las válvulas industriales, en ellos se pueden realizar evaluaciones y mantenimientos preventivos en busca de una mejora en la calidad de los equipos de cualquier organización.

Su diseño contará con la infraestructura adecuada, distribución de espacios y herramientas acordes para la manipulación de los diferentes tamaños de las válvulas de aislamiento, esta herramienta funcionará inicialmente en las instalaciones de la organización. El proceso de mantenimiento y pruebas, es uno de los más cuidadosos y de mayor aseguramiento para garantizar la eficacia de las intervenciones y mitigar las diferentes condiciones inseguras que se puedan manifestar relacionadas con posturas inadecuadas, manejo de cargas, manejo de presiones (psi) y atrapamientos por materiales, por lo tanto, es hacia este proceso donde se pretende encaminar las oportunidades de mejora.

Según Sabador (s.f.), las condiciones inseguras en la industria, que se pueden materializar dentro de las facilidades de producción, pueden ser debido a fallas en materiales por desgaste, errores humanos, organizativos por mal almacenamiento o ambientales por fugas no controladas.

El porcentaje más alto de accidentes causado por dispositivos de corte, corresponden a las válvulas manuales o automáticas, como se observa en la tabla 1 el porcentaje de fallas asignado a las válvulas de aislamiento es del 91%, una cifra alta si se compara con su

inmediatamente seguidora que es del 6%, este dato quiere decir, la importancia que se le debe dar a este tipo de válvulas, empezando por el mantenimiento, los reportes de falla y almacenamiento de material.

Tabla 1. *Porcentaje de válvulas implicadas en accidentes.*

VÁLVULAS MANUALES / AUTOMÁTICAS	91%
INDICADORES / REGULADORES	6%
VÁLVULAS DE DRENAJE / PURGA	2%
SALA DE CONTROL	1%

Nota. B, Sabador (s.f) adaptada de MHIDAS y MARS

La empresa Incomag SAS, realiza el proceso de arme y sellado de las válvulas de manera manual, situación que demanda manejo de cargas, montaje y desmontaje de elementos, ajuste y desajuste de pernos, posiciones inadecuadas, exposición a energías peligrosas (personas que por su rol tienen que entrar al área de prueba para verificar la presencia de fugas, en presencia de líneas con presión).

En la tabla 2 se observan los diferentes tipos de válvulas más usados en la industria, se dividen en dos tipos como se describen a continuación.

Tabla 2. Tipos de Válvulas en la industria

<i>Válvulas de aislamiento lineal</i>	<i>Válvulas de aislamiento rotatorias</i>
<i>Válvulas de Globo</i>	<i>Válvulas de Bola.</i>
<i>Válvulas de Compuerta.</i>	<i>Válvulas de Macho</i>
<i>Válvulas de Diafragma</i>	<i>Válvulas de Mariposa</i>
<i>Válvulas de Guillotina.</i>	

Nota. Elaboración propia

Para las operaciones realizadas en una facilidad de producción o cualquier otro proyecto donde se manejen válvulas de aislamiento, resultan fundamentales en procesos, a continuación, mencionaremos algunas funciones como aislar tanques de producción o de almacenaje, cerrar total o parcialmente la tubería, direccionar los fluidos o el gas, a un recipiente diferente de los tanques de almacenamiento de la facilidad de producción.

Según la investigación de Isover (s.f.), está demostrado que las válvulas no sólo ayudan reduciendo las fugas, también al ahorro energético y económico, incrementa la vida útil de los equipos, por consiguiente las válvulas de aislamiento favorecen a los equipos del daño por corrosión, la experiencia del manejo de válvulas en las estaciones de producción dice que tener un programa definido de mantenimiento alarga la vida útil de una válvula, estas son algunas razones de realizar y programar periódicamente las intervenciones de mantenimiento.

Con el proyecto de implementar un banco de mantenimiento y prueba, se puede obtener una disminución en los tiempos de mantenimiento, rotación de válvulas, generar más solicitudes de mantenimiento para la empresa Incomag SAS, apertura de más frentes de trabajo y la satisfacción del cliente, primero por asegurar su operación y segundo en el incremento de producción generado por el control de fugas.

¿Cómo mejorar la eficacia y seguridad durante la ejecución del proceso de mantenimiento de válvulas a través de la implementación de un banco de mantenimiento y prueba?

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Implementar un banco de mantenimiento y prueba que permita mitigar los riesgos asociados a posturas inadecuadas, manejo de cargas, manejo de presiones (psi), atrapamientos y aumentar la eficacia del proceso de mantenimiento de válvulas.

4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Construir un banco de mantenimiento y prueba para la empresa Incomag SAS que siga los lineamientos de diseño adaptado a las necesidades del personal que realiza el mantenimiento.
- ✓ Verificar que los materiales del banco de mantenimiento y prueba sean acordes a las normas API.
- ✓ Garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad industrial en procesos de mantenimiento y prueba de válvulas, con la implementación de una evaluación de riesgos.

5. Definición Del Problema

Debido a la expansión de la empresa y la demanda en mantenimiento de válvulas industriales, se hace necesario la implementación de un banco de trabajo que cuente con los parámetros requeridos para agilizar los procesos de mantenimiento, a la vez alcanzar un nivel eficiente de calidad, mitigar riesgos de la operación y disminuir tiempos de mantenimiento.

Al momento de realizar los mantenimientos, se presentan varias situaciones como son:

- a. Los riesgos generados por la operación.
- b. Pérdida de tiempo referido a las condiciones de operación.
- c. Probabilidad de fallas por error humano.
- d. Aumento de costos operacionales.

Por consiguiente, estas situaciones pueden generar la posibilidad de un accidente o lesión, por esta razón es de vital importancia contar con un equipo capaz de agilizar la ejecución de los mantenimientos, con las características de ser funcional y práctico.

El procedimiento de mantenimiento y prueba a las válvulas de aislamiento, cuenta con varios pasos específicos, donde mencionaremos como se interviene la válvula y los diferentes riesgos asociados al proceso.

1. Inspección visual.

Donde se realiza un reconocimiento del área y se identifican las condiciones inseguras

2. Verificación de funcionamiento.

En este paso se tiene que tener cuidado con las presiones atrapadas que puedan generar los equipos, las malas posturas del personal para realizar la maniobra de apertura y cierre de válvulas.

3. Desarmar, cambio de piezas y armar el cuerpo de las válvulas.

Esta tarea se cumple en áreas donde no brindan la maniobrabilidad del equipo, pudiendo ocasionar accidentes como: atrapamientos por caída de equipos, machucones o lesiones y las diferentes malas posiciones ergonómicas del personal.

4. Inspección por ultrasonido, líquidos penetrantes y partículas magnéticas cuando se requiera y sea determinado por la inspección visual.

La recomendación para ejecutar esta acción, es el uso indispensable de los elementos de protección personal adecuado para la operación (gafas, guantes y protectores respiratorios con el cartucho indicado para el producto químico)

5. Pruebas funcionales (pruebas de presión Hidrostática).

Para verificar sellos y fugas hacia el exterior, se realizan pruebas hidrostáticas, el riesgo más latente es dejar conexiones mal ajustadas y que estas pudiesen en algún momento liberarse y golpear a las personas, esto puede ocurrir por error humano.

6. Engrasé y recubrimiento.

El engrase se realizar inicialmente cuando se arma el equipo, luego de tenerla armada se procede con un inyector de grasa a conectar la grasera a la válvula e inyectar grasa hasta que retorne por alguno de sus testigos.

La implementación del banco de mantenimiento y prueba, aportara a las personas que intervienen en el proceso de la siguiente forma:

- Compromiso; cuando las personas están comprometidas, no lo hacen por dinero sino porque les nace, dicho de otro modo, viendo las mejoras implementadas por la organización ellos quieren ver el éxito de la compañía y dispuestos a esforzarse por el bien común. Por esta razón los valores y metas de las personas tiene que estar alineadas con los valores y metas de la organización. “Mejorar el nivel de compromiso es fácil, solo necesitas enfocarte en las cosas correctas” (Mugira, 2023).
- El valor por las personas; implementando mejoras en el trabajo y la seguridad, nace naturalmente el compromiso de cuidarse a sí mismo y a los demás
- El cuidado por medio ambiente; la mejora de herramientas genera un impacto positivo y profundo en las personas, mejorar la forma de trabajar en las actividades diarias beneficia al medio ambiente, ayuda a minimizar el consumo de agua, se disminuye el factor de error humano al tener que manipular bridas y válvulas que pudieran quedar mal ensambladas, provocando fugas de líquidos al exterior.
- Seguir procesos bajo el orden de procedimientos; con la ayuda que brinda la documentación y la información plasmada en esta, se pueden reconocer las diferentes normas que se aplique según corresponda.
- Comunicación asertiva; el trabajo en equipo es primordial para ejecutar cualquier proceso, en este caso asociar una buena comunicación entre los operarios garantiza el éxito de la operación.
- Actitud frente a los nuevos retos; indudablemente los cambios operacionales tienen gran influencia en las personas, se enfrentan a situaciones nuevas y a diferentes tipos de desarrollo operacional, es allí donde la actitud juega un papel primordial, la que hace mejores y diferentes personas, pensar en los beneficios para la operación y la seguridad del proceso son el inicio del cambio positivo.

A sabiendas de los beneficios y los aportes que puede generar una mejora en el proceso de mantenimiento se plantea el siguiente problema.

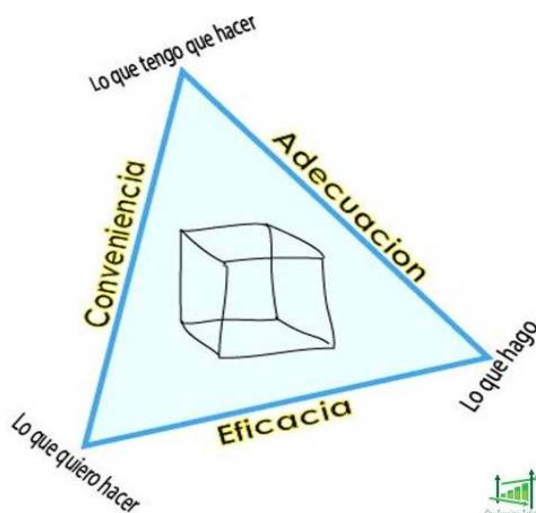
¿Cómo mejorar la eficacia y seguridad durante la ejecución del proceso de mantenimiento de válvulas a través de la implementación de un banco de mantenimiento y prueba?

6. Justificación

Para la organización es importante mantener la seguridad de sus procesos y los elevados estándares de calidad y servicio, en consecuencia, se piensa en la implementación de un banco de mantenimiento para mejorar el proceso. Los beneficios para las personas y demás actores que intervienen en la operación se verán reflejados con mejores condiciones de trabajo, herramientas acordes a la operación que favorecen su integridad, con estas mejoras se piensa lograr ser más eficientes y ágiles.

La conveniencia de este proyecto es la capacidad de aportar a un propósito, como se observa en la imagen 1, se expondrá la conveniencia de sus partes entre “lo que tengo que hacer” en beneficio de la operación y sus colaboradores y “lo que quiero hacer”, sería la eficacia que se obtendrá con la mejora del proceso, “lo que tengo que hacer”, una adecuación un banco de mantenimiento (Betancourt, 2015)

Imagen 1. Conveniencia en un proceso



Nota. Betancourt, (2015)

Con la implementación del banco de mantenimiento, Incomag SAS, busca mejorar sus procesos y dar mejores herramientas a sus colaboradores, con la información obtenida de otras empresas que han implementado esta herramienta, afirman que sus procesos se han mejorado un 50%. Se ha argumentado que, la relevancia social es el probable impacto a favor que tiene la implementación del banco de mantenimiento en el interior de la compañía (León, 2022), finalmente todo conlleva a mejorar las condiciones laborales, los esfuerzos físicos se minimizan y las lesiones por malas posiciones ergonómicas disminuyen, estas mejoras satisfacen las debilidades identificadas de manera técnica, sostenible y con evidencias comprobadas, como son la disminución de los reportes de incidentes.

Las implicaciones que tiene el proyecto, son todas aquellas dificultades que se puedan presentar desde el inicio, cuando se identifica un problema (de índole logístico, operacional, social o de costos) hasta la implementación de una solución (fallas en el proceso de implementación, incidentes) plantear cómo trabajar continuamente la conexión entre el objeto y el investigador, sujeto a los ideales de una comunidad más justa (Lorenzi, 2011).

Para este proyecto la implicación inicial que más afecta es el económico, en un comienzo la inversión por esta mejora tendrá un costo que ha sido presupuestado entre \$ 57.505.200,00 millones, teniendo en cuenta que ya se tienen varias herramientas en servicio, lo que más podría afectar al costo del proyecto es la inestabilidad de la moneda americana, ya que se usan materiales importados para garantizar la certificación de lo requerido por las normas (API RP 521 Guide for pressure Relieving and Depressuring Systems), para lo cual se toman precauciones con la compra adelantada de accesorios como válvulas y conexiones hidráulicas. De acuerdo con los costos especificados más adelante esta inversión se calcula recuperar en tres años, dependiendo la cantidad de válvulas facturadas en el mes los tiempos pueden disminuir y recuperar la inversión más rápido.

El valor teórico, será la contribución o el aporte que tendrá el proyecto a la industria, en este caso el valor teórico son los resultados finales que se pueden aplicar a otros proyectos similares o compartir con otras organizaciones para resolver dudas e inquietudes relacionado con bancos de mantenimiento (Browarski, 2020).

La implementación del banco de mantenimiento y prueba se realiza para cubrir una necesidad interna de la organización, su contribución primordial es la seguridad de las personas y el beneficio de tener mejores herramientas de trabajo, el aporte a la industria se vería reflejado

en información y soporte de diseño que se pueda brindar desde el interior de la organización, el beneficio para la organización se vería reflejado en un incremento de solicitudes de servicios y una mejor eficiencia en la calidad del producto entregado. Se calcula que se han dejado de percibir mensualmente alrededor de \$ 40.000.000 millones (datos obtenidos de Job Performance del cliente) por causa de insatisfacción del cliente, garantías y demoras en el servicio.

Por los aspectos que se mencionan anteriormente, la implementación de un banco de mantenimiento y prueba, es conveniente porque se genera compromiso con las personas que intervienen en la operación, facilita la manipulación de válvulas en el mantenimiento, se genera la facilidad de atender más solicitudes de mantenimiento debido a la disminución de tiempo en el servicio, el cliente notará el cambio con los resultados que se le entreguen, resaltando la innovación y calidad del servicio, generado por la implementación de nuevos y mejorados equipos.

Realizando los cálculos de mejora en la entrega de equipo, comparados con los anteriores y los datos obtenidos en las entrevistas, se puede concluir que, el crecimiento de la operación estará en un 40% inicialmente beneficiando a los empleados en factores de seguridad, calidad y ambiente laboral.

Estos aspectos pueden jugar un papel importante en la utilidad metodológica, con la investigación e implementación del banco de mantenimiento, se puede ayudar a crear una nueva herramienta, bien sea diseñada o mejorada dentro de la industria de mantenimiento de válvulas, es indudable el aporte que se brindaría, teniendo en cuenta la poca información que se encuentra con respecto al tema. Entender el proceso y compartir los aciertos y fallas en el desarrollo del proceso, son un aporte invaluable, para otros que piensen en mejorar sus procesos, apoyándose en la experiencia de Incomag SAS, por consiguiente, las compañías que se beneficien de la experiencia de Incomag SAS, tendrán una reducción de costos mínimo del 20% (compra de repuestos, maquinados y soldadura), logrando evitar gastos innecesarios a la hora de mejorar sus procesos.

La importancia de los mantenimientos en la industria en general resalta la existencia de ciertos criterios que se deben aplicar para prolongar el servicio de una válvula, tales son:

- ✓ Selección idónea de herramientas y equipos, según su aplicación.
- ✓ Montaje correcto, porque si se tiene que intervenir de nuevo, se tienen que tener herramientas a mano que agilicen el proceso.

- ✓ Mantenimiento constante, apoyados por equipos que faciliten y agilicen la intervención.

En el artículo de la empresa Chesterton (2018) comparten que la importancia de un correcto mantenimiento, ayuda al aumento de la confiabilidad, recursos y en el beneficio económico de la organización, las fallas en los equipos y su reemplazo puede generar altos costos, incidentes en el personal operativo, daño al medio ambiente y afectación a la reputación de las organizaciones.

Es importante mencionar a nivel de una estación de producción, el mantenimiento apropiado y habitual de una válvula para asegurar que no existan fugas externas y lo confirma la empresa Chesterton, cumplir con los requisitos de mantenimiento, seguridad, contribuye con la disminución de gases de efecto invernadero y a la vez a la disminución de probabilidad de accidentes.

Para obtener un óptimo funcionamiento en el mantenimiento de las válvulas intervenidas por Incomag SAS es primordial contar con equipos que mejoraran el rendimiento del recurso humano, el tiempo asignado a cada válvula y un proceso eficiente, capaz de anteponerse a las posibles fallas.

Según Mercado (2020), las compañías japonesas obtienen su éxito en aplicar altos estándares de calidad hacia sus productos y colaboradores, de modo que, la calidad total es una doctrina aplicada a todas las áreas de la organización, de esa manera se comprometen los procesos de mejora continua.

Con esta clase de proceso, se facilita observar un horizonte más claro, trabajando en busca de la excelencia y la renovación, esto quiere decir que los empresarios aumentan su competitividad, disminuyen los costos, guiando los esfuerzos a complacer las expectativas y necesidades de los clientes.

En este caso, la compañía Incomag SAS, pensando en sus trabajadores y la mejora de sus procesos, contribuye con la implementación de nuevas herramientas, trabajando en mejorar siguientes los siguientes pasos del proceso:

- ✓ Mejorar los tiempos de mantenimiento, se puede evidenciar con los reportes de entrega total a final de cada mes y el aumento de solicitudes de servicios.

- ✓ Mejorar los niveles de seguridad Industrial, donde los reportes de incapacidad se disminuyan.
- ✓ Preservar el medio ambiente, no tener derrames que afecten la fauna y flora del área donde se interviene.
- ✓ Evitar movilizaciones innecesarias de personal, se evidencia con el total de kilómetros recorridos en el mes.

Según ha señalado Calle (2017), la imagen corporativa es el activo más importante de la organización, de modo que, si los clientes, accionistas y proveedores observan una organización positiva, el nivel de confianza crece y se consolidan las relaciones comerciales.

Como lo mencionan anteriormente, la imagen corporativa se puede afectar por causas muy pequeñas, que si se dejan crecer pueden tener consecuencias en la imagen de la compañía, generando la quiebra de esta (pérdida total), razón por la cual se considera de vital importancia mantener una buena imagen y trabajar en brindar un excelente servicio.

El aseguramiento de la seguridad tiene un gran valor para minimizar riesgos generados por fallas en los procesos, la infraestructura y las personas, por si fuera poco, la posibilidad de ocurrir un acontecimiento externo con un alcance de mayor impacto en el público. Tener fallas en la ejecución del proceso de mantenimiento, puede impactar a la organización en su imagen corporativa.

Perder el control de un fluido o gas, por causa de una válvula, tiene grandes implicaciones a nivel ambiental, gubernamental y social. Las consecuencias ambientales pueden llegar a ser significativas, como son daño a la fauna, flora y fuentes hídricas, a nivel gubernamental están las sanciones, multas y posible cancelación de los contratos, en la parte social se verán afectadas las comunidades del área de influencia, con la pérdida de productos, zonas aisladas, desplazamientos y pérdidas de tierras productivas.

Según plantea Moreno (2006), los daños ambientales ocasionados por derrames de hidrocarburos son incalculables (ambiental, costos, reputación), según sus dimensiones, algunos de los incidentes más importantes los mencionaremos a continuación:

- ✓ “El buque petrolero Exxon Valdez en Alaska año 1998, se derramaron más de 11 millones de galones al mar” (Kinver, 2010)

- ✓ “Golfo de México año 2010 en donde se vertieron más de 13 millones de galones en el océano Atlántico” (BBC, 2014)

En Colombia los daños ambientales son superados, las características geográficas del país, diversidad de ríos, lagos áreas marinas, son altamente afectadas por cualquier derrame de crudo, proveniente de atentados terroristas a la infraestructura petrolera, dejando grandes daños a la fauna y flora, estos ecosistemas requieren de cientos de años para su recuperación, por esta razón Incomag trabaja en la mejora de sus procesos para evitar un daño generado por la intervención de sus servicios.

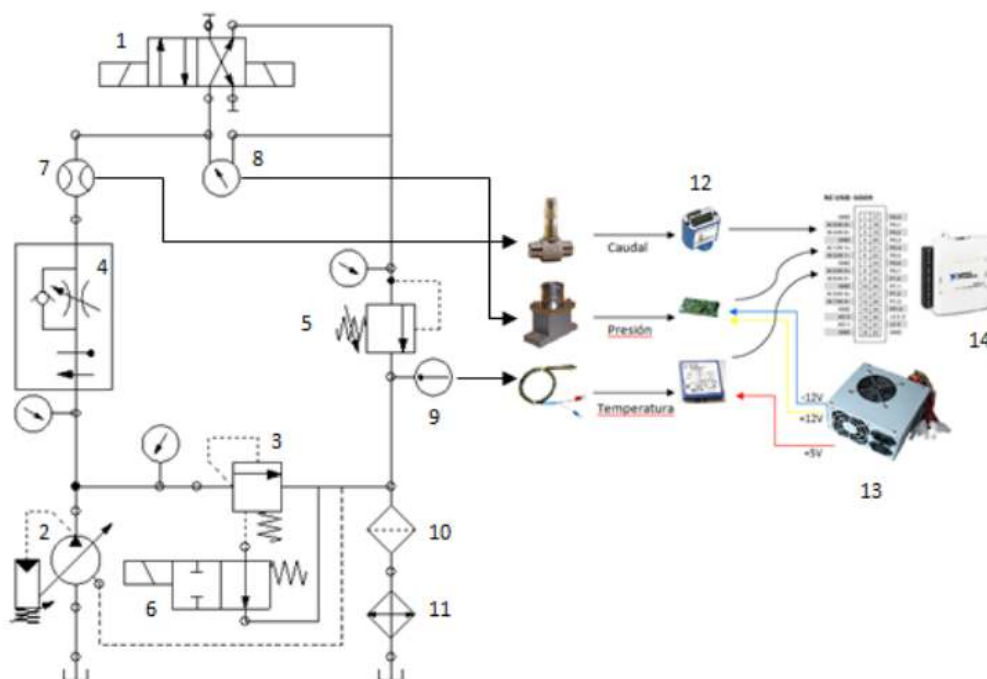
La utilidad de implementar el banco de mantenimiento y prueba, permitirá mitigar los riesgos (evaluaciones de riesgo) y aumentar la eficacia del proceso (Job performance), reflejado en los reportes de incapacidad generados por el personal mensualmente (Reporte de incidentes) y la eficacia se medirá con las de solicitudes mantenimiento y los reportes generados durante el mes.

7. Análisis de Requerimientos

La intención del proyecto es beneficiar a las personas involucradas en la operación, implementando un banco de mantenimiento, va a servir para mitigar los riesgos y aumentar la eficiencia del mantenimiento de válvulas, el equipo será utilizado por el especialista de válvulas, quien será la persona con las competencias requeridas para la manipulación de esta herramienta.

Para verificar los parámetros de diseño de este proyecto, se han realizado varias investigaciones en el mercado relacionado con bancos de mantenimiento y patentes. A continuación, se observa la imagen 2 donde se identifican sus características.

Imagen 2. Diseño de banco de trabajo



Nota: Diseño propio Incomag, (2023)

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| 1. Válvula direccional. | 8. Manómetro de presión diferencial |
| 2. Bomba hidráulica | 9. Manómetro indicador de presión |
| 3. Válvula de alivio. | 10. Filtro |
| 4. Válvula de simulación | 11. Intercambiador de calor |
| 5. Válvula reguladora | 12. Acondicionador de señal |
| 6. Venteo | 13. Cable 110 v |
| 7. Flujometro | 14. Registrador |

Sus características son.

- Fácil manejo.
- Paneles independientes.
- Se pueden realizar pruebas hidrostáticas a válvulas de 2" hasta 8"
- Agiliza la operación debido a que no hay necesidad de torquear las bridas.
- La movilización del equipo se puede realizar en vehículos de carga pequeños.
- La manipulación del equipo se puede realizar entre dos personas.

Se revisaron las patentes identificando que algunas tienen elementos similares a lo que se pretende con el presente proyecto, sin embargo, no cumplen a cabalidad con lo que espera la organización, específicamente hablando de la necesidad que tiene el proyecto, fueron útiles para el contexto que fueron considerados, pero específicamente no hay ninguna para las necesidades detectadas.

- ✓ Banco de pruebas que comprende un medio de ajuste de ángulo y procedimientos para someter a prueba un equipo de turbina eólica (España Patente nº ES2343267T3, 2007).
La invención comprende un medio de ajuste de ángulo y procedimientos para someter a prueba un equipo de turbina eólica, interviene una torre de turbina eólica cónica y una góndola de turbina eólica situada en la parte superior de la torre, un rotor de turbina eólica con varias aspas de turbina eólica se conecta a la góndola a través de un árbol de baja velocidad, que se extiende fuera de la parte frontal de la góndola. Este banco de trabajo disminuye los costos de mantenimiento, debido a la complejidad de intervenir las turbinas eólicas, los resultados obtenidos son positivos con respecto a la eficiencia y tiempo de intervención.
Este proyecto es útil para confirmar la utilidad de los bancos de trabajo y la reducción de necesidades, sin embargo, no hay ninguna otra similitud con el proyecto actual.

- ✓ Banco elevador para el mantenimiento y la reparación de vehículos ligeros (España Patente nº ES2734234T3, 2005).
La invención del siguiente banco elevador, se requiere para la reparación de vehículos ligeros, este banco también puede utilizarse en motos. Anteriormente se han desarrollado intentos por inventar bancos polivalentes, sin tener buenos resultados, para la siguiente invención se tendrán en cuenta varias modificaciones, entre las cuales esta mejorar la plataforma. Esta invención no tiene similitud con el proyecto actual.

- ✓ Banco de pruebas para un motor de turbina axial con aerogenerador vertical (*España Patente nº ES2774435T3, 2014*).
La invención se refiere a un banco de pruebas para un motor de turbina configurado para la recuperación de energía, el sistema recupera la energía cinética de una mezcla de

gases de combustión con aire que se mueve en el banco de pruebas y convierte esta energía cinética en electricidad por medio de un aerogenerador. Esta invención no tiene similitud con el proyecto actual.

- ✓ Unidad de rodamiento para un banco dinámico para probar un tren, especialmente (*España Patente n° ES2774435T3, 2015*).

La siguiente patente hace mención a la invención de un banco de pruebas para un metro automático, la invención se refiere a un banco de ensayo que simule el desplazamiento, la inercia del tren, el pilotaje y los frenos, puesta en marcha y paradas, controles de seguridad. Esta invención no tiene similitud con el proyecto actual.

- ✓ Repotenciación de un banco de pruebas de inyectores para vehículos a diésel CRDI para el laboratorio de inyección electrónica de la Escuela de Ingeniería.

El trabajo realizado con el banco de pruebas inicialmente fue potencializar su estructura para la calibración de inyectores de vehículos a Diésel aplicando nuevos parámetros de control para los sistemas electrónicos del banco con la finalidad de mejorar los conocimientos de los estudiantes sobre estos innovadores sistemas de inyección electrónica, a través de un diagnóstico técnico del banco se determinó que su funcionamiento es nulo debido a la falta y deterioro de componentes (Tigre & Villa, 2015). Esta invención no tiene ninguna similitud con el proyecto actual.

- ✓ Diseño, construcción e implementación de un banco de prueba para la caja de accesorios del motor j-85 del avión a 37-b de la fuerza aérea colombiana (Londoño & Mendez, 2014)

Debido a los continuos mantenimientos realizado a los motores de los aviones a -37-b y los riesgos que estos generan al manipular sus accesorios que resultan costosos, el personal de la fuerza aérea implementara un banco de mantenimiento que les ayudara a disminuir el tiempo de intervención, la manipulación de accesorios pesados y mejorar las condiciones del área de trabajo.

- ✓ Propuesta de mitigación de riesgo eléctrico en labores de instalación y mantenimiento de bancos de baterías, para sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) (Castillo & Lopez, 2020)

La propuesta de mitigación surge al riesgo que corren los técnicos en labores de instalación y mantenimiento de bancos de baterías y a las posibles causas que ocasionan los accidentes de tipo eléctrico en estas actividades.

Dentro de la búsqueda, se abordan las normas ICONTEC, buscando información al respecto de ensamble, fabricación o procesos de un banco de mantenimiento y prueba, que pudieran favorecer la implementación del banco de mantenimiento, el resultado fue negativo, no se encontraron normas técnicas que soporten al proyecto.

Continuando con la búsqueda de proyectos similares, que brinden conocimiento y soporte para el proyecto, se consulta la norma ISO 9001, donde se encuentran ítems interesantes que pueden soportar la ejecución del proyecto, se menciona lo más relevante a continuación.

- ✓ 0.3 Enfoque a procesos
- ✓ 0.3.2 Ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA).

Todo proceso que se desarrolle, implemente o mejore debe tener un plan de seguimiento y planeación, apoyado. Esto quiere decir:

El planear en la organización se inicia desde el diseño del banco de mantenimiento

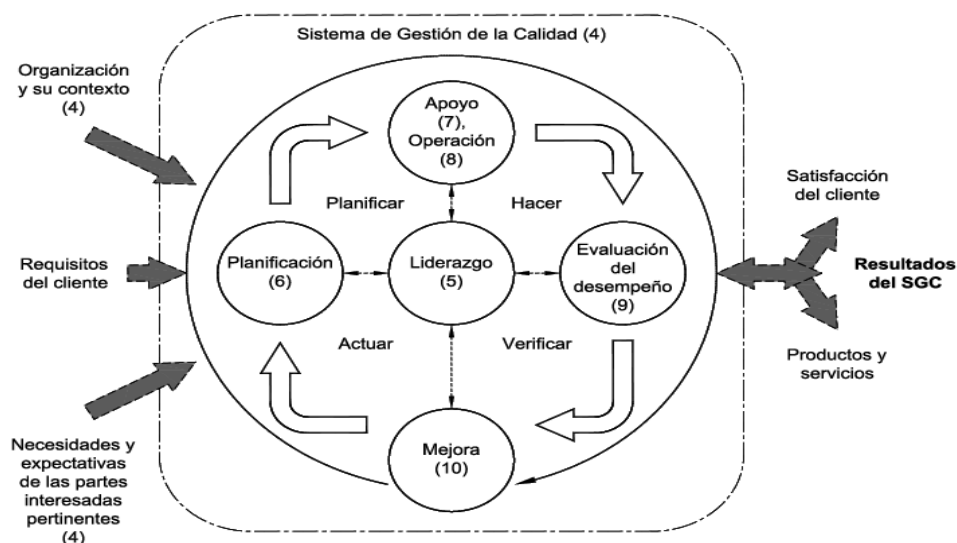
El hacer, es la parte donde se ejecuta la fabricación de las partes requeridas para la herramienta,

El verificar, es la responsabilidad que le corresponde al ingeniero encargado de supervisar como están quedando las piezas y se entreguen como la solicita el cliente.

El actuar, es el ensamble de las piezas, prueba de funcionalidad, corregir y entregar el producto.

En la Imagen 3 se desarrolla el ciclo PHVA y el capítulo al cual pertenece cada ciclo.

Imagen 3. Representación de la estructura con el ciclo PHVA



NOTA Los números entre paréntesis hacen referencia a los capítulos de esta Norma Internacional.

Nota: Norma ISO 9001:2015

- ✓ 8. Operación
- ✓ 8.1 Planificación y control operacional

Afecta a cualquier área de la organización que tenga operación de servicio, dicho de otro modo, cumplir los requisitos exigidos para cumplir sus servicios, clasificar los requisitos para los servicios, implantar los procesos, criterios de aceptación para sus servicios, establecer los recursos necesarios para sus servicios.

- ✓ 8.3 Diseño y desarrollo de los productos y servicios.
- ✓ 8.3.2 Planificación del diseño y desarrollo

Son los controles que determinan la organización con respecto a duración, complejidad, revisión, inspección y validación del diseño. Las autoridades responsables deben estar al tanto de los recursos para el desarrollo del diseño y la información soportada con documentos, requeridas para comprobar el cumplimiento de los requisitos.

- ✓ 8.3.4 Controles del diseño y desarrollo

En este ítem habla del aseguramiento del proyecto a desarrollar, se definen los resultados, se realizan los requisitos, se cumplen actividades de revisión para asegurar que el diseño y desarrollo se cumplan con lo requerido, realizar actividades de verificación para asegurar que los productos y servicios satisfacen el requerido, conservar la información documentada como soporte.

Otra norma en la que se soportará el proyecto será la norma API, las certificaciones de materiales y accesorios serán exigidas a los proveedores, para soportar la calidad de los materiales.

A continuación, se muestra en la imagen 4, de la ficha técnica del banco de trabajo diseñado por Incomag SAS (Véase el anexo 1).

Imagen 4. Ficha técnica del banco de mantenimiento diseñado por Incomag

FICHA TECNICA BANCO DE MANTENIMIENTO Y PRUEBA				Codigo			
Empresa	Incomag			Fecha			
Equipo	Banco de Mantenimiento y prueba		Ubicación	Base Yopal			
Fabricante	Propio		Seccion	Mantenimiento			
Que es un BMYP			Tag del Equipo				
Son paneles acondicionados con herramientas especiales para realizar un proceso específico							
Para que sirve							
Es una herramienta implementada para mejorar las condiciones operacionales y de seguridad de los colaboradores							
Características Generales							
Peso	80 Kg	Altura	1.50 mt	Ancho	0.70 cm	Largo	1.50 mt
Características Técnicas							
		Tag	Descripcion				
Manómetros			4"				
Manómetros			2"				
Manómetros			2"				
Bomba de alta			6k				
Bomba de baja			4k				
Valvulas de corte			1/2" Bola				
Valvulas cheke			1/2"				
Valvula Relase			1/4"				
Manguera de Prueba			1/4" 6K				
Manguera drenaje			1/4" 6K				
Brida			4 1/6" 6k				
Gato Hidraulico			20 T				
Mordazas			1/2"				
				Nota.Elaboracion Incomag SAS			

Nota. Diseño propio

Las características de los accesorios utilizados son las siguientes:

- a. **Manómetros:** Instrumentos indicadores para medir presión, puede ser análogo o digital, los tamaños varían según la posición inicial donde se instalen.
- b. **Bomba de prueba:** Herramienta con la capacidad de comprimir un fluido (agua) a una presión indicada que puede ser desde 1 Psi hasta 6000 psi o más.
- c. **Válvulas de corte:** Accesorios instalados en un circuito cerrado con la capacidad de abrir, cerrar o desviar el paso de un fluido, la medida de este accesorio será de ½". con rosca ordinaria npt de ½"
- d. **Válvula Release:** Accesorios instalados en un circuito cerrado, diseñados para drenar automáticamente la presión cuando esta llega a su máxima presión
- e. **Válvula anti-retorno:** Accesorios instalados en un circuito cerrado con la capacidad de contener los fluidos y evitar que retornen a la bomba.
- f. **Manguera:** Tubo flexible, generalmente es de caucho, su función es pasar un fluido a través de ella.
- g. **Brida:** Elemento de unión usado en válvulas, tuberías y tanques, tienen forma de disco o collarín, se conectan a accesorios como tubos que se unirán a otros tubos o válvulas.
- h. **Gato hidráulico:** Herramienta de función hidráulica utilizada para elevar objetos de máximo 20 Ton, su operación es manual a través de una palanca que transmite la energía a un pistón para ponerlo en funcionamiento.
- i. **Mordazas:** Sujetador metálico acondicionado para sujetar las bridas

8. Marco de referencia

8.1 Contexto internacional.

- Información exacta sobre los bancos de mantenimiento y prueba a nivel mundial no la hay, pero se sabe por la experiencia que brinda el medio, que las grandes empresas que fabricaban las válvulas de aislamiento, son quienes realizaban los mantenimientos y

suministraban los repuestos para estos equipos, como se observa en la Imagen 5, son ejemplos de banco de mantenimiento y prueba.

- Como menciona Miesa (2021), esta empresa fabrica diferentes clases de equipos a nivel industrial, como se ve en la imagen 5, adaptan muchos más servicios como, refrendadoras de bridas, rectificadoras portátiles para válvulas de asientos planos y asientos cónicos, bancos de pruebas para válvulas, abrasivos, lapeadores, equipos estacionarios para la reparación de válvulas, todo lo que ofrece esta empresa con un banco de mantenimiento de última tecnología, sale demasiado costoso para organizaciones pequeñas, la necesidad se puede cubrir con un equipo más modesto y acondicionado a las necesidades de la organización.

Imagen 5. Banco de trabajo para reparación y mantenimiento de válvulas



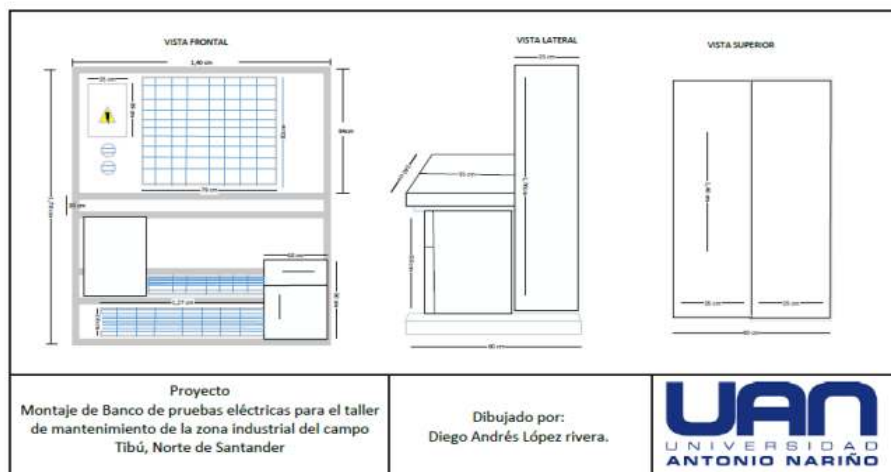
Nota: Tomado de Reparación y mantenimiento de válvulas, [Fotografía], Miesa (2021)

A medida que la tecnología fue avanzando, las personas que trabajaban en el sector se fueron capacitando y adquirieron la experiencia para crear empresa y otros realizaban el mantenimiento en otras compañías. Esta evolución fue creciendo en beneficio de las empresas que solicitaban el servicio de mantenimiento de válvulas, las personas se capacitaron y los costos por reparación fueron bajando, al realizar los mantenimientos con mano de obra local y equipos acondicionados a las necesidades.

- En la imagen 6, se observa un banco de prueba eléctrico, este hace parte de algunos bancos de mantenimiento y prueba que se han diseñado localmente para atender

los problemas internos de esta compañía, en específico las condiciones laborales de los técnicos (Lopez, 2022).

Imagen 6. Banco de pruebas eléctrico



Nota. Tomado de Montaje de banco de pruebas eléctricas, [Fotografía], López (2022)

- En la Imagen 7, se ve un banco de prueba automatizado para el control de gas para calibración de válvulas de seguridad, este proyecto de actualización lo realizó la empresa Ingeprocol, este equipo trabajaba con un sistema manual y fue actualizado mejorado quedando automatizado para agilizar el proceso de calibración (Rincon, Medina, & Sierra, 2007).

Imagen 7. Banco de pruebas automatizado



Nota. Tomado de banco de pruebas automatizado, [Fotografía], Rincon, Medina, & Sierra, (2007)

- En la Imagen 8 se muestra un banco de pruebas industriales, acondicionado por la empresa Reymon LTDA, para realizar trabajos en campo, esta necesidad la identificaron cuando fue requerido el servicio en campo y no fue posible atender por no contar con el equipo apropiado (Uribe, 2009)

Imagen 8. Banco de pruebas industriales



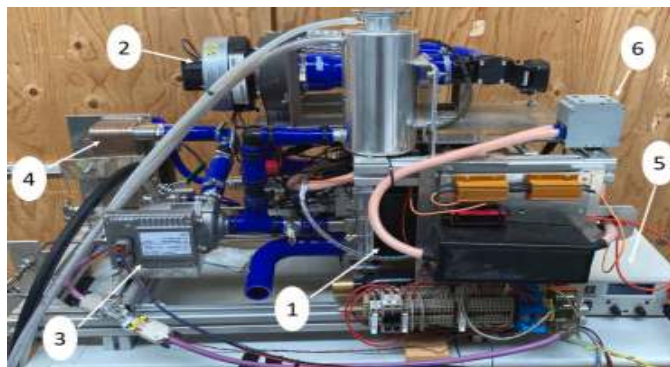
Nota. Tomado de Banco de pruebas industriales, [Fotografía], Uribe (2009)

- Como investigación de un caso externo, se encuentra la implementación de un banco de pruebas flexible, para la “Investigación de un sistema híbrido de pila de combustible con un nuevo enfoque de banco de pruebas modular para todos los sistemas de tren de potencia híbridos eléctricos”.

El caso es el siguiente, para reducir el impacto del efecto invernadero causado por la aviación, se implementa nueva tecnología como las celdas de combustible y los híbridos de batería. Para implementar un avión eléctrico híbrido, se requiere de un banco de prueba de laboratorio y acondicionado para realizar pruebas en un tren de potencia eléctricos híbridos directos con una celda de combustible y una batería emuladas.

Los resultados fueron un éxito, el diseño del banco de trabajo que se muestra en la imagen 9, comentan que el banco de prueba les agilizó bastante los tiempos (no mencionan en que porcentaje), el siguiente es el comentario textual que se reporta, “El sistema de prueba recién construido ahora puede predecir de manera confiable el comportamiento del sistema híbrido. Se pueden usar diferentes datos para la celda de combustible y la batería para probar varios sistemas híbridos” (Willch, y otros, 2022).

Imagen 9. Banco de prueba Híbrido



Nota. Tomado de Banco de prueba Híbrido, [Fotografía], Willch, y otros, (2022).

9. Análisis de restricciones

Para el análisis de las restricciones del proyecto se tomaron en cuenta diferentes aspectos, los cuales pueden llegar a limitar la implementación del banco de mantenimiento y prueba para válvulas de aislamiento.

9.1 Económica

La implementación del banco de mantenimiento y prueba se financiará con recursos propios de la organización Incomag SAS, los accesorios, las herramientas, válvulas de control, bombas de prueba y bridas, son herramientas importadas de EEUU a través de proveedores, al cambio de la moneda del día, lo que puede repercutir en generar sobrecostos en los materiales.

La inflación, el alza en los combustibles y la caída de las importaciones, son causa de los conflictos internacionales en la economía latinoamericana, la guerra entre Rusia y Ucrania ha llevado a cabo una baja en el crecimiento mundial, en Latinoamérica los países están sufriendo una mayor inflación producto de las alzas tanto en los precios de las energías y de los alimentos (Canto, 2022).

Lo menciona Canto (2022), la economía está por sus niveles más bajos, una estrategia como tal para controlar el valor volátil del dólar no la hay, el riesgo es que al comprar cuando son requeridos los materiales, por consiguiente, este valor puede ser bajo o alto, es la

incertidumbre de una economía inestable, sin embargo, se le dará manejo a través de los proveedores, solicitando 3 cotizaciones y escoger la más económica.

9.2 Legales

La norma ISO 9000 son recomendaciones internacionales para el aseguramiento de la calidad. El beneficio que le propone a este proyecto es brindar la orientación para asegurar la calidad de los accesorios y las características que deben tener para proporcionar un servicio de calidad (Karron 10, 2013).

Incomag SAS, exigirá la certificación de materiales a sus proveedores dando garantía y cumpliendo con los requerimientos y sugerencias que aplique la norma ISO, este aseguramiento permite administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios.

9.3 Materiales

Son herramientas fabricadas con materiales de aleación especial, no son fabricados en el país y la disponibilidad de estos materiales pueden verse afectados por la volatilidad del dólar, la disponibilidad y la situación de conflicto internacional.

Los accesorios y herramientas que tendrá el banco de mantenimiento, ya fueron cotizadas con anterioridad y verificado el stock en el área de influencia, por otro lado, se cuenta con tres proveedores de distribución nacional ubicados en Bogotá, quienes garantizan la disponibilidad inmediata por un mes de accesorios marca Swagelog, Abalok y Parker y garantizan la certificación del producto, siendo ellos distribuidores autorizados en Colombia de instrumentación en acero, estas empresas manejan un stock de máximos y mínimos, según el mercado que ellos manejan tiene un tope máximo de accesorios con respecto a las ventas en un tiempo determinado y lo mínimo de accesorios que maneja en ese mismo tiempo .

9.4 Alcance

La función del prototipo está limitada al mantenimiento de válvulas solamente, el banco de mantenimiento se implementa para cubrir una necesidad interna de la organización y asignado a un proyecto de 3 años, en caso tal que se dejase de prestar el servicio por parte de Incomag SAS, el banco de mantenimiento quedaría fuera de servicio y se vería en la necesidad de modificarlo para otra función semejante.

9.5 Mano de obra

Siendo un servicio especializado, al momento de adjudicarse más trabajo de mantenimiento de válvulas en otras zonas del país, no se contaría con el personal suficiente y calificado para cubrir este requerimiento.

Como estrategia es capacitar al personal nuevo que tenga habilidades y actitud para aprender, con la ayuda del personal más experimentado dentro de la organización se realizara un plan seguimiento y aprendizaje.

9.6 Restricciones por equipo.

Para comenzar se contará con una unidad de trabajo (banco de mantenimiento y prueba), asignada a un proyecto específico, para cubrir las otras demandas se necesitaría la implementación de más bancos de mantenimiento, se debe tener en cuenta que los equipos pueden fallar y requieren ser reparados, esto conllevaría a tener equipos fuera de servicio por un determinado tiempo.

Se ha contemplado la posibilidad que después de estar en marcha esta implementación, se pueda desarrollar un segundo banco de prueba, que pueda servir para soporta otras operaciones y hasta el mismo proyecto actual.

9.7 Salud y seguridad

Con la implementación de una herramienta nueva, la probabilidad de tener incidentes es media, a causa de desconocimiento del nuevo proceso relacionado con el mal manejo de cargas, posiciones incorrectas, lesiones causadas por las presiones hidrostáticas, conectar mal las conexiones hidráulicas y de aire, por consiguiente, se puede llegar a ver afectada la integridad de las personas.

Para mitigar estas condiciones se divulgará el procedimiento modificado para manejo del banco de trabajo, se dictarán inducciones presentando la nueva herramienta y por parte de Health, Safety y Environment (H.S.E), se realizarán capacitaciones relacionadas a las condiciones inseguras detectadas.

9.8 Medio ambiente

A pesar que no se tendrá incidencia directa con la captación de agua utilizada para realizar las pruebas a los equipos, el agua requerida será suministrada por la operadora, quien posee los permisos necesarios ante el ministerio de medio ambiente y las respectivas corporaciones locales, los residuos ocasionados por la ejecución de la operación, serán recolectados y dispuestos en la planta de tratamiento de residuos contaminados para su respectivo tratamiento, esta planta se encuentra dentro de las instalaciones de la facilidad.

El agua que se utiliza en las facilidades viene de un pozo profundo, hecho por la operadora para el beneficio propio, igualmente se cuenta con piscinas de almacenamiento con capacidad de 100.000 litros de agua, de modo que en esta piscina se recolectan aguas lluvias y las aguas tratadas, el tratamiento de esta agua se realiza en la planta de tratamiento.

La empresa Incomag SAS se registrará y respetará las normas adquiridas por la operadora ante los entes gubernamentales y acatará sus requerimientos como si fueran propios.

10. Metodología

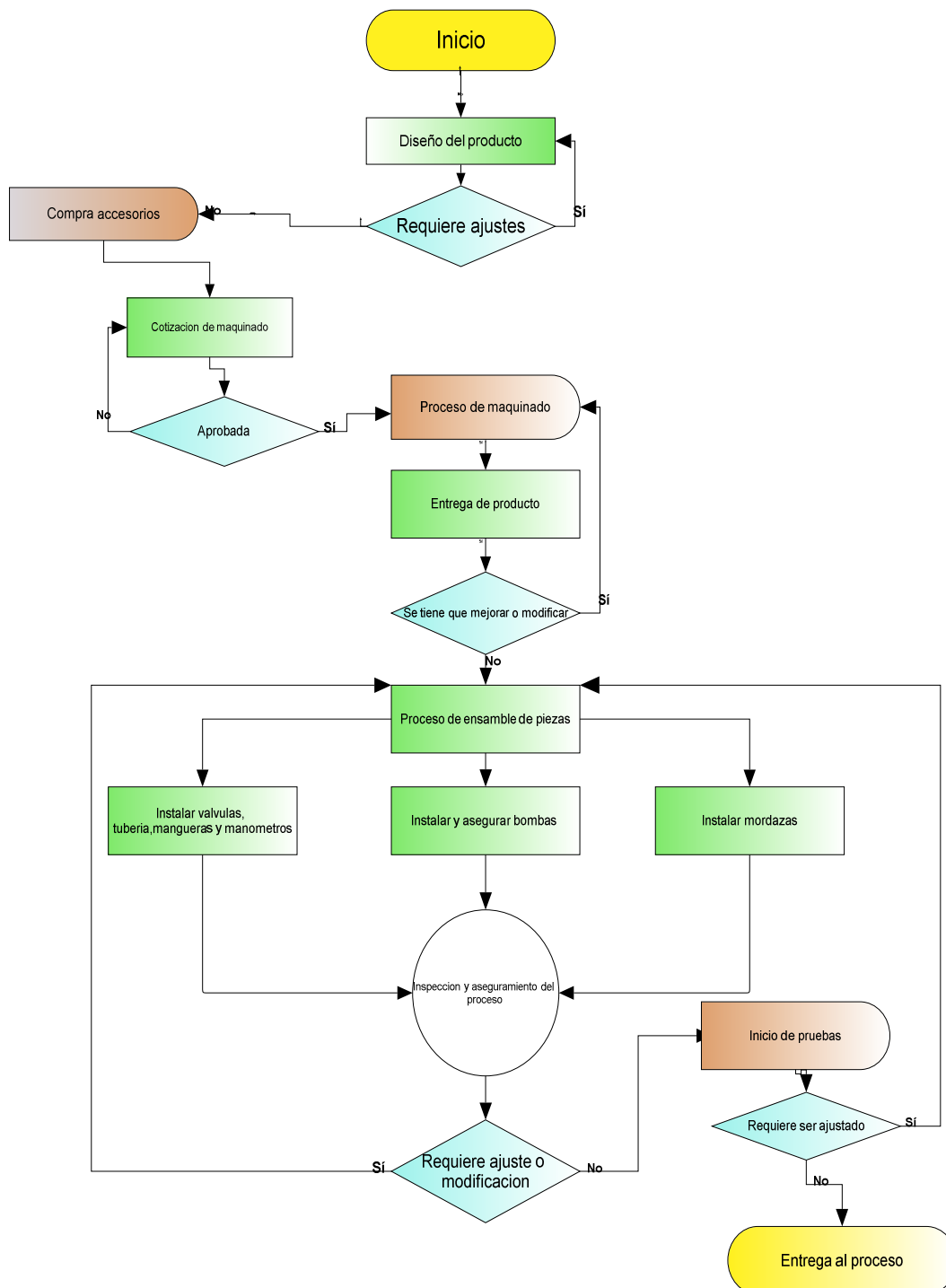
Primer objetivo, “Construir un banco de mantenimiento y prueba para la empresa Incomag SAS que siga los lineamientos de diseño adaptado las necesidades del personal que realiza el mantenimiento” Para identificar las necesidades del personal que realiza el mantenimiento, se realizara una entrevista semi estructurada que incluye las siguientes preguntas.

1. ¿Qué tan importante es para usted tener equipos acondicionados para una operación que le brinden mejoras en el proceso de mantenimiento?
2. ¿Cuáles son los aspectos más relevantes para tener un servicio de calidad?
3. Durante los procesos de mantenimiento ha detectado alguna condición insegura que le llame la atención.
4. Según su experiencia como describe los tiempos asignados al mantenimiento de válvulas.

5. Con la implementación de un banco de mantenimiento ¿piensa usted que se puede mejorar el proceso a todos los niveles de mantenimiento?
6. ¿Cuáles serían las ventajas de tener implementado un banco de mantenimiento?
7. ¿Cómo clasifica en orden de importancia las siguientes acciones?
8. Teniendo presente las válvulas fuera de servicio, clasifique de mayor a menor importancia los siguientes ítems
 - a) Tiempo de servicio
 - b) Eficiencia
 - c) Seguridad
 - d) Programa de mantenimiento
 - e) Almacenamiento
9. ¿Qué le gustaría que una empresa de servicios le pudiera brindaren el servicio?

Con los resultados obtenidos de la entrevistase procede a construir el prototipo siguiendo el proceso que se detalla en la imagen 10, diagrama de flujo

Imagen 10. Flujo grama del proceso de implementación de banco de mantenimiento



Nota. Diseño propio

Segundo objetivo “Verificar que los materiales del banco de mantenimiento y prueba sean acordes a las normas API”.

Todos los materiales en acero son adquiridos a través de proveedores certificados por la organización, ellos entregan la certificación del accesorio, donde debe venir legiblemente el nombre del fabricante, rating máximo de presión y máxima temperatura, tal como lo solicita la norma API 526.

La norma API 526 menciona la lista de materiales que serían válidos para ciertas presiones y temperaturas para diferentes diseños y tamaños de válvulas, por supuesto, el fluido del proceso tendría que ser considerado para una final selección de material.

Tercer objetivo “Garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad industrial en procesos de mantenimiento y prueba de válvulas, con la implementación de una evaluación de riesgos”.

Se diligenciará el formato de análisis de seguridad en el trabajo, perteneciente a la empresa Incomag SAS, de código ICMAG-GI-SST-FOR-001, que se encuentra en el anexo 2 (véase anexo 2), el cual se debe diligenciar en el momento en que se realice el mantenimiento o tenga que intervenir el banco de mantenimiento.

10.1 Enfoque

El enfoque que se ha identificado para el proyecto es el método cualitativo, se basa en la recolección de datos, encaminados a un problema social que se ha identificado alrededor de un proceso de mantenimiento, su principal fuente de información son los individuos, el método de entrevistas es la forma más ágil de obtener las respuestas de las personas especialistas en el tema, este tipo de investigación requiere que el investigador aprenda a conocer su entorno mientras reúne datos (Sampieri, 2014).

Seleccionar una serie de variables que permiten llegar a una conclusión, partiendo del conocimiento, específicamente desde el área de la ingeniería industrial. Se realizarán entrevistas para obtener resultados representativos, detallados y analizados.

El enfoque inicial de la entrevista consistirá en realizar preguntas de investigación relativas a la mejora del proceso con la implementación de un banco de mantenimiento y pruebas. Utilizando este método, se identifican las deficiencias y se generan las oportunidades

de mejora que se pueden implementar y verse reflejados en los procesos de mantenimiento de válvulas.

10.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación planteado para el desarrollo del estudio es de tipo no experimental (observar y anotar, sacar conclusiones), transversal (recolección de información en un solo momento), descriptivo (lo que pasa, recolecta los datos, busca las propiedades del objeto y se sacan conclusiones).

La unidad de estudio que se va manejar, es el personal involucrado en las operaciones de una facilidad de producción en la región del Casanare.

10.3 Alcance.

El estudio se centra en las deficiencias que rodean el proceso de mantenimiento de válvulas de aislamiento en las facilidades de producción en donde Incomag SAS presta sus servicios. La investigación pretende abordar las deficiencias en el proceso de mantenimiento que afectan la eficiencia, la calidad y la competitividad.

El estudio propone realizar entrevistas para identificar y garantizar las normas de seguridad que rodean la operación de mantenimiento, adicionalmente, con la ayuda de las respuestas obtenidas, se mejora el proceso de intervención de válvulas, adaptando las necesidades del personal.

10.4 Definición de las variables

La eficacia es el principal objetivo del proceso de mantenimiento. Para potenciar este aspecto es de vital importancia establecer variables relevantes para la investigación.

Como se observa en la Tabla 3, se relacionan las variables identificadas para este proyecto, estas variables ayudan a comprender el objetivo de la investigación y a identificar los problemas y oportunidades asociados al mantenimiento ineficaz y de baja calidad. Al presentar estas variables se puede identificar las necesidades del personal que interviene en el proceso.

Tabla 3. Lista de variables con su definición conceptual y operacional

<i>Variable</i>	<i>Definición Conceptual</i>	<i>Definición Operacional</i>	<i>Tipo de variable</i>
1. <i>¿Qué tan importante es para usted tener equipos acondicionados para una operación que le brinden mejoras en el proceso de mantenimiento?</i>	<p>Cualidades de un ambiente de trabajo, que son percibidas por las personas que componen la organización y que influyen sobre su conducta (Serrano, 2008).</p> <p>En la organización se debe tener contacto con varias personas indirecta y directamente que pueden influir en el resultado de un buen ambiente.</p>	Entrevistas a especialista que se encuentre en operación en cualquier empresa	Cualitativa / Politòmica / Nominal
2. <i>¿Cuáles son los aspectos más relevantes para tener un servicio de calidad?</i>	<p>Parámetros que ayudan a identificar, la satisfacción del cliente por los productos o servicios realizados por la organización.</p> <p>La satisfacción del cliente incluye todo lo que permita alcanzar un resultado al pagar por los servicios (Silva, 2021).</p>	Entrevistas a especialista que se encuentre en operación en cualquier empresa	Cualitativa / Politòmica / Ordinal
3. <i>Durante los procesos de mantenimiento ha detectado alguna condición insegura que le llame la atención</i>	<p>El trabajo en equipo es una labor que se lleva a cabo a través de un conjunto de integrantes que tienen un objetivo común, aunque cada uno desarrolle sus tareas de forma individual para conseguirlo (Peiro, 2023).</p> <p>La meta de la organización es tener personal integro, que brinde lo mejor de sí, y</p>	Entrevistas a especialista que se encuentre en operación en cualquier empresa	Cualitativa / Politòmica / Nominal

<p>4. Según su experiencia como describe los tiempos asignados al mantenimiento de válvulas</p>	<p>a la vez trabaje en grupo ayudando con las necesidades de sus compañeros.</p>		
	<p>Son métodos relevantes para el rendimiento de un sistema, el indicador más común para el control de mantenimiento. Se clasifica en frecuencia de los fallas y acciones de mantenimiento (Dhillon, 1999). La organización se preocupa por realizar un servicio de calidad, por consiguiente se piensa en implementar el banco de mantenimiento en beneficio de su personal.</p>	<p>Entrevistas a especialista que se encuentre en operación en cualquier empresa</p>	<p>Cualitativa / Politòmica / Nominal</p>
<p>5. Con la implementación de un banco de mantenimiento ¿piensa usted que se puede mejorar el proceso a todos los niveles de mantenimiento?</p>	<p>El trabajo en equipo es una labor que se lleva a cabo a través de un conjunto de integrantes que tienen un objetivo común, aunque cada uno desarrolle sus tareas de forma individual para conseguirlo (Peiro, 2023). La meta de la organización es tener personal integro, que brinde lo mejor de sí, y a la vez trabaje en grupo ayudando con las necesidades de sus compañeros.</p>	<p>Entrevistas a especialista que se encuentre en operación en cualquier empresa</p>	<p>Cualitativa / Politòmica / Ordinal</p>
<p>6. ¿Cuáles serían las ventajas de tener implementado un banco de mantenimiento?</p>	<p>La mitigación de riesgos es el proceso de aplicar controles para disminuir las condiciones inseguras, por consiguiente, se reduce el</p>	<p>Entrevistas a especialista que se encuentre en operación en cualquier empresa</p>	

	<p>impacto negativo o la probabilidad de que ocurra un evento puntual.</p> <p>Por consiguiente el riesgo sigue existiendo y seguimos expuestos a él (Escuela Europea de Excelencia, 2021).</p>		<p>Cualitativa /</p> <p>Politòmica /</p> <p>Ordinal</p>
<p>7. ¿Cómo clasifica en orden de importancia las siguientes acciones?</p> <p><i>*Seguridad del proceso.</i></p> <p><i>*Calidad del servicio.</i></p> <p><i>*Costos operacionales.</i></p> <p><i>*Mejoras en el proceso</i></p>	<p>La mitigación de riesgos es el proceso de aplicar controles para disminuir las condiciones inseguras, por consiguiente, se reduce el impacto negativo o la probabilidad de que ocurra un evento puntual.</p> <p>Por consiguiente el riesgo sigue existiendo y seguimos expuestos a él (Escuela Europea de Excelencia, 2021).</p>	<p>Entrevistas a especialista que se encuentre en operación en cualquier empresa</p>	<p>Cualitativa /</p> <p>Politòmica /</p> <p>Ordinal</p>
<p>8. Teniendo presente las válvulas fuera de servicio, clasifique de mayor a menor importancia los siguientes ítems</p> <p><i>*Tiempo de servicio</i></p> <p><i>*Eficiencia</i></p> <p><i>*Seguridad</i></p> <p><i>*Programa de mantenimiento</i></p> <p><i>*Almacenamiento</i></p>	<p>Cualidades de un ambiente de trabajo, que son percibidas por las personas que componen la organización y que influyen sobre su conducta (Serrano, 2008).</p> <p>En la organización se debe tener contacto con varias personas indirecta y directamente que pueden influir en el resultado de un buen ambiente.</p>	<p>Entrevistas a especialista que se encuentre en operación en cualquier empresa</p>	<p>Cualitativa /</p> <p>Politòmica /</p> <p>Ordinal</p>
<p>9. ¿Qué le gustaría que una empresa de servicios</p>	<p>Cualidades de un ambiente de trabajo, que son percibidas por las personas que componen la</p>	<p>Entrevistas a especialista que se encuentre en</p>	

<i>le pudiera brindaren el servicio?</i>	organización y que influyen sobre su conducta (Serrano, 2008). En la organización se debe tener contacto con varias personas indirecta y directamente que pueden influir en el resultado de un buen ambiente.	operación en cualquier empresa	Cualitativa / Politòmica / Nominal
--	--	--------------------------------	--

Nota. Elaboración propia

10.5 Comparar con hechos conocidos

Teniendo la oportunidad de conocer el punto de vista de las personas que laboran en este medio, se contó con la oportunidad de entrevistar al señor Sebastián Vargas, técnico en válvulas para la empresa Weatherford, quien muy gustosamente asedió a compartir sus experiencias al respecto de la pregunta relacionada con la implementación del banco de mantenimiento, a la pregunta ¿Qué tan importante es para usted tener equipos acondicionados para la operación que le brinden mejoras en el proceso de mantenimiento?, estas fueron sus opiniones:

Tabla 4. Comparación de trabajar con banco de mantenimiento y no tenerlo implementado

<i>Sin banco de mantenimiento (antes)</i>	<i>Con banco de mantenimiento (después)</i>
<i>El movimiento de cargas era de un lado a otro, debido al área donde se almacenaban las bridas.</i>	La movilización de bridas se reduce un 90%, debido a que se implementa una brida con varios tamaños de sello en una sola brida, la cantidad de sellos son 6 aproximadamente con igual número de bridas retiradas.
<i>El acceso a las áreas de prueba no estaban restringidas, debido a que el equipo era manual, las presiones se tenían que visualizar dentro del área de presión.</i>	Con la implementación del banco de mantenimiento se tiene un área cerrada y demarcada y con señales luminosas de advertencia, el control de la presión se registraba por medio de un PLC por consiguiente ya no se tiene acceso.

El tiempo destinado al mantenimiento de una válvula era de 8 horas, contando con todos los repuestos.

Con respecto a la seguridad, se tenían demasiadas condiciones inseguras, manejo de cargas, manejo de altas presiones, áreas restringidas y mal ambiente laboral.

Este tiempo se reduce a 6 horas, un 25% menos del tiempo total, el personal trabaja más cómodamente, el ajuste de bridas generaba demasiado tiempo, ya no se realiza. Trabajar con un banco de mantenimiento, se mitigan las condiciones inseguras, el estrés, las áreas de prueba son más seguras debido a sus limitaciones y demarcaciones, el manejo de cargas se reduce al no tener que movilizar ni ajustar bridas.

Nota: Elaboración propia

10.6 Evaluación de las soluciones.

Esta solución se puede llevar a cabo debido a que está acorde con cada una de las restricciones identificadas, adicional se ha contado con el apoyo de una persona experta en el tema que ha suministrado ideas a favor de la implementación del banco de mantenimiento.

Restricciones identificadas:

- a. **Económica:** Se cuenta con el respaldo de la organización, los sobrecostos se tienen identificados, con respaldo de una provisión mensual para eventos ocasionales.
- b. **Legal:** Los proveedores cuentan con las certificaciones de material (requerida por la norma API RP 520)
- c. **Materiales:** El proveedor maneja el sistema de inventario de máximos y mínimos lo cual garantiza el suministro de accesorios por un mes, según los movimientos internos de cada uno.
- d. **Alcance:** Teniendo en cuenta que el banco se está implementando para un contrato de 3 años, el uso será exclusivo para esta operación, llegado el momento que se encuentre fuera de servicio, se tiene pensado acondicionarlo para otra operación.
- e. **Mano de obra:** El personal se contrata teniendo en cuenta la prioridad por la región, en tal caso que no hubiera disponibilidad, se realizara una convocatoria abierta a través de las cajas de compensación.
- f. **Restricciones por equipo:** acondicionado por la cantidad de válvulas intervenidas, sin embargo, está abierta la opción de acondicionar más bancos de mantenimiento.

- g. **Salud y seguridad:** Dando cumplimiento a la norma ISO 11228 ergonomics manual handling, se tiene en cuenta el número de horas a trabajar que será de 8 horas, aplica para tareas de levantamiento y transporte de objetos de peso igual o superior a 3 Kg. Para el manejo de cargas no se tendrá en cuenta la altura de la mesa, la idea es dejarla baja para no levantar cargas por encima de la cintura y el manejo de bridas se suspende por la implementación del banco de trabajo, el movimiento de cargas repetitivas máxima será de una vez al día, las válvulas se subirán a la mesa con ayuda mecánica (diferencial).
- h. **Medio ambiente:** El agua residual se manejará con en el programa de manejo ambiental que tiene la empresa operadora.

11 Costos

El procedimiento utilizado para calcular los costos se basó en la solicitud directa de cotizaciones a los proveedores autorizados por la empresa, los supuestos que afectan al proyecto es el precio del dólar, los demás costos de personal y servicios son fijos.

Tabla 5. Relación De Costos Directos E Indirectos

PRODUCTO O SERVICIO		IMPLEMENTAR UN BANCO DE MANTENIMIENTO Y PRUEBA		
DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	UNIDADES	VALOR TOTAL	TIPO DE COSTO
Servicio de torno	\$ 250.000,00	3	\$ 750.000,00	Directo
Registrador de presión y temperatura digital	\$ 8.000.000,00	1	\$ 8.000.000,00	Directo
Manómetros de 2"	\$ 385.000,00	3	\$ 1.155.000,00	Directo
Manómetros de 4"	\$ 385.000,00	1	\$ 385.000,00	Directo
Control line 3/8"	\$ 650.000,00	1	\$ 650.000,00	Directo
Bomba de alta	\$ 14.500.000,00	1	\$ 14.500.000,00	Directo
Bomba de baja	\$ 8.300.000,00	1	\$ 8.300.000,00	Directo
Válvulas de corte	\$ 285.000,00	6	\$ 1.710.000,00	Directo
Válvulas cheke	\$ 356.000,00	1	\$ 356.000,00	Directo
Válvula Reléase	\$ 580.000,00	1	\$ 580.000,00	Directo
Manguera de Prueba x 1/4"	\$ 2.600.000,00	1	\$ 2.600.000,00	Directo
Manguera drenaje x 1/4"	\$ 450.000,00	1	\$ 450.000,00	Directo

Brida	\$ 1.500.000,00	1	\$ 1.500.000,00	Directo
Gato Hidráulico	\$ 850.000,00	1	\$ 850.000,00	Directo
Mordazas	\$ 650.000,00	3	\$ 1.950.000,00	Directo
Soldador	\$ 600.000,00	1	\$ 600.000,00	Indirecto
Auxiliar	\$ 300.000,00	1	\$ 300.000,00	Indirecto
Transporte	\$ 785.000,00	1	\$ 785.000,00	Indirecto
Consumibles y varios	\$ 2.500.000,00	1	\$ 2.500.000,00	Indirecto
Total costo			\$ 47.921.000,00	

Mantenimiento trimestral 5%	\$ 2.396.050,00
Costo mantenimiento anual	\$ 9.584.200,00
Total proyecto con retorno de inversión a 3 años	\$ 57.505.200,00
Tasa de retorno anual proyectada	\$ 19.168.400,00
Tasa interna de retorno mensual proyectada media	\$ 1.597.366,67

Nota. Elaboración propia

12 . Conclusiones

- ✓ Como resultado de las entrevistas se obtuvo que quienes se encuentran en contacto con los procesos de mantenimiento, presentan ciertas dificultades, de las cuales podemos mencionar la manipulación de cargas pesadas, la falta de herramientas adecuadas para la operación y la exposición a los diferentes riesgos de la operación, dichas dificultades se solventan de una manera u otra con el prototipo que se está implementando,
- ✓ Con respecto al primer objetivo se concluye que, las respuestas aportadas en la entrevista por la persona que trabaja en el medio, fue definitiva para lograr obtener el éxito de construir una herramienta que aportara a las necesidades del personal.
- ✓ Para el segundo objetivo, la organización seleccionó los proveedores que cumplieran con los requisitos exigidos por la norma API, tanto locales como nacionales, ellos garantizan el suministro de accesorios requeridos por un mes basados en el sistema

de inventarios de máximos y mínimos, la certificación del material se entrega al momento de realizar la compra.

- ✓ El tercer objetivo, durante la entrevista se mencionó la continua frecuencia de condiciones inseguras que se manifiestan en la operación, estas condiciones se mitigan con la implementación del prototipo del banco de mantenimiento, adicionalmente para soportar que los riesgos sean controlados y minimizados se debe diligenciar el formato de análisis de seguridad en el trabajo, perteneciente a la empresa Incomag SAS, de código ICMAG-GI-SST-FOR-00, cada vez que intervenga el banco de mantenimiento.
- ✓ La entrevista fue una buena decisión, se obtuvo información relevante para la implementación de la herramienta y se contó con una persona experta en el tema de manejo de bancos de trabajo, la mejor forma de proporcionarle valor a este proyecto es logrando tener el aporte de las personas que trabajan con este tipo de herramienta, de modo que, se pudo realizar una comparación con la ayuda de la persona entrevistada y poder concluir las fortalezas y debilidades de trabajar con y sin banco de trabajo, sus comentarios fueron de gran ayuda.

Otro aspecto a resaltar son las variables utilizadas para obtener información valiosa al momento de diseñar la herramienta, estas fueron: clima organizacional, satisfacción del cliente, trabajo en equipo, seguridad del proceso, dando como resultado el diseño de una herramienta confiable, segura y práctica.

Con respecto a las restricciones, se obtuvo buen manejo contando con el respaldo de la Gerencia del proyecto y compañeros del medio. El alcance fue identificado y proyectado a largo plazo, teniendo en cuenta el tiempo que esta herramienta estará en servicio y las posibilidades de darle otro uso en el momento de terminar el contrato de mantenimiento de válvulas, para el resto de restricciones no se presentaron inconvenientes.

- ✓ Las limitaciones del proyecto están identificadas en el banco de mantenimiento, siendo esta la única herramienta en la organización que brindará el soporte de las intervenciones, no dará margen de error, en caso tal de tener alguna falla, las consecuencias podrían ser graves económicamente y de reputación, por este motivo se ha programado a futuro diseñar otro banco de prueba para prevenir estos hechos.

Bibliografía

Arias, J. A. (sf). *Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación*. Yopal, Casanare, Colombia.: Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD.

BBC,(2014).Derrame del golfo de Mexico en cifras,

https://www.bbc.com/mundo/internacional/2010/06/100602_derrame_petroleo_bp_cifras_golfo_mexico_amab .

Betancourt, D. (16 de Julio de 2015). Obtenido de Control de calidad iso 9001:

<https://www.ingenioempresa.com/control-calidad-controlar-procesos/#:~:text=La%20conveniencia%20es%20la%20capacidad,la%20capacidad%20de%20cumplir%20objetivos>.

Browarski, J. (26 de Mayo de 2020). Obtenido de Metodología de la Investigación en Arte:

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://terciario.ememoa.esc.edu.ar/materialterciario/artes%20visuales/CUARTO%20A%3%91O/cuartosem4/Methodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20en%20Arte.%204%20a%3%B1o.%20justificacion%20de%20la

Calle, J. P. (06 de Octubre de 2017). Obtenido de 4 riesgos que pueden afectar la reputación de

tu empresa: <https://www.piranirisk.com/es/blog/4-riesgos-que-pueden-afectar-la-reputacion-de-su-empresa>

Canto, Á. d. (5 de Junio de 2022). Obtenido de Inflación, alza de combustibles y caída de

exportaciones: el efecto de los conflictos internacionales en la economía latinoamericana: <https://ellibero.cl/actualidad/inflacion-alza-de-combustibles-y-caida>

de-exportaciones-el-efecto-de-los-conflictos-internacionales-en-la-economia-latinoamericana/

Castillo, N., & Lopez, J. (2020). *Propuesta de mitigación del riesgo eléctrico en labores de instalación y mantenimiento de bancos de baterías, para sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS)*. Bogota:

Semillero de Investigación en Prevención del Riesgo Eléctrico

Programa de Ingeniería Eléctrica Universidad de La Salle. Obtenido de Propuesta de mitigación de riesgo eléctrico en labores de instalación y mantenimiento de bancos de baterías, para sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS): [https://patents.google.com/scholar/17798853874684510313?q=\(banco+de+mantenimiento\)&scholar&oq=banco+de+mantenimiento&page=5](https://patents.google.com/scholar/17798853874684510313?q=(banco+de+mantenimiento)&scholar&oq=banco+de+mantenimiento&page=5)

Chesterton. (24 de Julio de 2018). Obtenido de Mantenimiento a Válvulas, Esencial para Incrementar la Confiabilidad de los Equipos: <https://www.chesterton.com.mx/mantenimiento-a-valvulas-esencial-para-incrementar-la-confiabilidad-de-los-equipos/>

Decobert, F., Yannick, G., & Raymond Gautier, T. D. (2015). *España Patente n° ES2774435T3*. Obtenido de Unidad de rodamiento para un banco dinámico para probar un tren, especialmente un tren de metro automático, y banco que comprende dicha unidad: [https://patents.google.com/patent/ES2774435T3/es?q=\(banco+de+mantenimiento\)&scholar&oq=banco+de+mantenimiento&page=2](https://patents.google.com/patent/ES2774435T3/es?q=(banco+de+mantenimiento)&scholar&oq=banco+de+mantenimiento&page=2)

Dhillon. (1999). Obtenido de <https://www.fractal.com/es/que-es-la-disponibilidad-en-mantenimiento-y-como-calcularla>: <https://www.fractal.com/es/que-es-la-disponibilidad-en-mantenimiento-y-como-calcularla>

Escuela Europea de Excelencia. (01 de Junio de 2021). Obtenido de Mitigación de riesgos:

proceso de 3 pasos para hacer frente al riesgo:

[https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2021/06/mitigacion-de-riesgos-proceso-de-3-pasos-para-hacer-frente-al-](https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2021/06/mitigacion-de-riesgos-proceso-de-3-pasos-para-hacer-frente-al-riesgo/#:~:text=La%20mitigaci%C3%B3n%20de%20riesgos%20es%20el%20proceso%20de%20desarrollo%20de,y%20seguimos%20expuestos%20a%20%C3%A9l.)

[de-3-pasos-para-hacer-frente-al-](https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2021/06/mitigacion-de-riesgos-proceso-de-3-pasos-para-hacer-frente-al-riesgo/#:~:text=La%20mitigaci%C3%B3n%20de%20riesgos%20es%20el%20proceso%20de%20desarrollo%20de,y%20seguimos%20expuestos%20a%20%C3%A9l.)

[riesgo/#:~:text=La%20mitigaci%C3%B3n%20de%20riesgos%20es%20el%20proceso](https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2021/06/mitigacion-de-riesgos-proceso-de-3-pasos-para-hacer-frente-al-riesgo/#:~:text=La%20mitigaci%C3%B3n%20de%20riesgos%20es%20el%20proceso%20de%20desarrollo%20de,y%20seguimos%20expuestos%20a%20%C3%A9l.)

[%20de%20desarrollo%20de,y%20seguimos%20expuestos%20a%20%C3%A9l.](https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2021/06/mitigacion-de-riesgos-proceso-de-3-pasos-para-hacer-frente-al-riesgo/#:~:text=La%20mitigaci%C3%B3n%20de%20riesgos%20es%20el%20proceso%20de%20desarrollo%20de,y%20seguimos%20expuestos%20a%20%C3%A9l.)

Isover. (s.f.). Obtenido de La importancia del aislamiento de válvulas y bridas para mejorar la

eficiencia energética de las plantas industriales :

[https://news.asociacion3e.org/media/images/ckfinder/files/230110_%20Art%C3%AD](https://news.asociacion3e.org/media/images/ckfinder/files/230110_%20Art%C3%ADculo%20Aislamiento%20Industrial_V%C3%A1lvulas%20y%20bridas_Isover.pdf)

[culo%20Aislamiento%20Industrial_V%C3%A1lvulas%20y%20bridas_Isover.pdf](https://news.asociacion3e.org/media/images/ckfinder/files/230110_%20Art%C3%ADculo%20Aislamiento%20Industrial_V%C3%A1lvulas%20y%20bridas_Isover.pdf)

Jensens, J. B. (2007). *España Patente n° ES2343267T3*. Obtenido de Banco de pruebas que

comprende un medio de ajuste de ángulo y procedimientos para someter a prueba un

equipo de turbina eólica:

[https://patents.google.com/patent/ES2377841T3/es?q=\(banco+de+mantenimiento\)&sc](https://patents.google.com/patent/ES2377841T3/es?q=(banco+de+mantenimiento)&scrollar&oq=banco+de+mantenimiento&page=1)

[holar&oq=banco+de+mantenimiento&page=1](https://patents.google.com/patent/ES2377841T3/es?q=(banco+de+mantenimiento)&scrollar&oq=banco+de+mantenimiento&page=1)

Karron 10. (14 de Abril de 2013). Obtenido de Normas y estándares en proyectos de TI:

<https://karron10.wordpress.com/2013/04/14/normas-y-estandares-en-proyectos-de-ti-2/>

Kinver, M, (19 de Enero de 2010), Derrame del Exxon Valdez sigue en Alaska

https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/01/100114_0457_exxon

[_sigue_desastre_jrg](https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/01/100114_0457_exxon_sigue_desastre_jrg)

Lacroix, A., Meys, B., & Quac Hung, T. (2014). *España Patente n° ES2774435T3*. Obtenido de

Banco de pruebas para un motor de turbina axial con aerogenerador vertical:

[https://patents.google.com/?q=\(banco+de+mantenimiento\)&scholar&oq=banco+de+mantenimiento&page=2](https://patents.google.com/?q=(banco+de+mantenimiento)&scholar&oq=banco+de+mantenimiento&page=2)

León, P. V. (2022). Obtenido de Relevancia social y científica de las tesis de pregrado a través de una propuesta metodológica en las escuelas de ingeniería de sistemas e informática en la región sur de Perú: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4834#:~:text=La%20relevancia%20social%20es%20el,con%20base%20en%20evidencias%20veri%EF%AC%81cables.>

Londoño, C., & Mendez, D. (2014). *diseño, construcción e implementación de un banco de prueba para la caja de accesorios del motor j-85 del avión a 37-b de la fuerza aérea colombiana*. bogota: fundación universitaria los libertadores facultad de ingeniería ingeniería aeronáutica. Obtenido de Diseño, construcción e implementación de un banco de prueba para la caja de accesorios del motor j-85 del avión a 37-b de la fuerza aérea colombiana:

[https://patents.google.com/scholar/7212613933525591697?q=\(banco+de+mantenimiento\)&scholar&oq=banco+de+mantenimiento&page=5](https://patents.google.com/scholar/7212613933525591697?q=(banco+de+mantenimiento)&scholar&oq=banco+de+mantenimiento&page=5)

Lopez, D. (2022). Obtenido de Montaje de banco de pruebas electricas: <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/6738/4/2022DiegoAndr%C3%A9sL%C3%B3pezRivera.pdf>

Lorenzi, G. (2011). Obtenido de La implicacion en el acto de investigar: http://intersecciones.psi.uba.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=153:la-implicacion-en-el-acto-de-investigar-&catid=9:perspectivas&Itemid=1

- Marchand, J.-L. (2005). *España Patente n° ES2734234T3*. Obtenido de Banco elevador para el mantenimiento y la reparación de vehículos ligeros.: [https://patents.google.com/patent/ES2343267T3/es?q=\(banco+de+mantenimiento\)&sc_holar&oq=banco+de+mantenimiento&page=1](https://patents.google.com/patent/ES2343267T3/es?q=(banco+de+mantenimiento)&sc_holar&oq=banco+de+mantenimiento&page=1)
- Mercado, J. A. (2020). Obtenido de Pasos para el mejoramiento continuo: <https://www.gestiopolis.com/pasos-para-el-mejoramiento-continuo/>
- Miesa. (2021). Obtenido de Reparación y mantenimiento de válvulas: <https://www.miesa.com/productosunigrind>
- Mogas. (Julio de 2014 p 12). Obtenido de Válvulas para las industrias de petróleo y gas: [https://www.mogas.com/en-us/resources/media-centre/public/documents/brochures/brochure-valves-for-oil-gas-industries-\(es\)](https://www.mogas.com/en-us/resources/media-centre/public/documents/brochures/brochure-valves-for-oil-gas-industries-(es))
- Moreno, V. M. (2006). Obtenido de Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1846/2065>
- Peiro, R. (2023). Obtenido de Trabajo en Equipo: <https://economipedia.com/definiciones/trabajo-en-equipo.html>
- Rincon, O, Merida, R, & Sierra, F, (2007). Obtenido de Banco de pruebas automatizado para el control de gas de calibración para válvulas de seguridad: <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/40912.pdf>
- Sabador, B. R. (sf). Obtenido de Fallo de componentes: válvulas: https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_446.pdf/a866033b-e4f6-430c-891a-14954f96fa7a?version=1.1&t=1614698331018
- Serrano, P. O. (Julio de 2008). Obtenido de Estudio sobre clima y satisfacción laboral en una empresa comercializadora:

http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-350X2008000200017

Sierra, . D. (08 de Febrero de 2021). Obtenido de Qué son los indicadores de satisfacción del cliente: <https://www.zendesk.com.mx/blog/indicadores-de-satisfaccion-del-cliente-que-son/>

Silva, D. D. (08 de Febrero de 2021). Obtenido de Qué son los indicadores de satisfacción del cliente: <https://www.zendesk.com.mx/blog/indicadores-de-satisfaccion-del-cliente-que-son/>

Tigre, M., & Villa, N. (2015). *Repotenciación de un banco de pruebas de inyectores para vehículos a diesel CRDI para el laboratorio de inyección electrónica de la Escuela de Ingeniería Automotriz*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de Repotenciación de un banco de pruebas de inyectores para vehículos a diesel CRDI para el laboratorio de inyección electrónica de la Escuela de Ingeniería ...: [https://patents.google.com/scholar/1063906149352263360?q=\(banco+de+mantenimiento\)&scholar&oq=banco+de+mantenimiento&page=5](https://patents.google.com/scholar/1063906149352263360?q=(banco+de+mantenimiento)&scholar&oq=banco+de+mantenimiento&page=5)

Uribe, A. V. (2009). Obtenido de Diseño y construcción de un banco para pruebas en campo de válvulas industriales: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/659/digital_18397.pdf?sequence=1

Willch, C., Kallo, J., Bauer, C., Hoenicke, P., Schroter, J., Fonk, P., & Graf, T. (10 de Diciembre de 2022). Obtenido de Investigation of a fuel cell hybrid system with a new modular test bench approach for all electric hybrid power train systems: <https://www-sciencedirect-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/science/article/pii/S2352152X22019879#b17>

Anexos.

Anexo 1 Ficha técnica del banco de mantenimiento y prueba diseñado por Incomag SAS



FICHA TECNICA
PROYECTO DE GRAC

Anexo 2 Análisis de seguridad en el trabajo - AST



EVALUACION DE
RIESGOS 1.xlsx