



Trabajo de Diploma

**Título: Recuperación del Manómetro Patrón de Pistón y Pesas
MP- 600 Clase exactitud 0,05 modelo TY 50.764 – 90**

Autor: Jorge Sardiña Pérez.

Tutor: MSc. Ing. Juan Portuondo Moret.

*Santiago de Cuba, 2014
"Año 56 de la Revolución"*

Pensamiento



Agradecimientos

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A mi madre, pues sin su cariño, amor, ternura, inteligencia y entrega jamás hubiera sido capaz de culminar esta carrera, por eso en este momento tan importante de mi vida, mi eterno agradecimiento para ti madrecita.
- ❖ A mis abuelos, motor impulsor y hombro de apoyo en este momento.
- ❖ A mis tutores: MSc. Ing. Juan Portuondo Moret y Ing. Eduardo S. Pérez Fuentes, ya que sin su apoyo incondicional no se hubiera logrado el objetivo del trabajo.
- ❖ A los profesores: Ing. Jorge Félix Calzadilla Rosabal, MSc. Ing. Carlos Héctor Tamajón Reyes y los demás de la asignatura manufactura de los materiales, por toda la ayuda brindada en cualquier momento necesitado.
- ❖ A mis amigos y compañeros, como Walquidia, Guiomara, Carmen De La Cruz, Corella, Aralis, Liset, Katia, Juan Carlos, Yenny, Miladis, Nitza, Hilda, Erick, Julio Gavilán, Leonelis, Leyvis, Aleixis, Yanne, Eloina, Vítico, Fabal, Reynier, Pedro, Pasarín, Ernesto, Ángel Luís y Alberto Aranguren por ser consecuentes y brindarme su amistad incondicional.
- ❖ A todas las personas que de una forma u otra hicieron posible la culminación de este trabajo.
- ❖ A nuestro Centro de Trabajo por la ayuda y cooperación prestada.

Dedicatoria

Dedicatoria.

- ❖ A mi madre, flor de mi inspiración y razón de mi existencia.
- ❖ A mis hermanos Willian y Víctor, por darme tanto apoyo a lo largo de mi carrera.
- ❖ A mis Abuelos Nelsa y Eduardo por su apoyo incondicional.
- ❖ A nuestra invencible “ Revolución Cubana”

Resumen

RESUMEN

En el trabajo se propone la recuperación del equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesas MP- 600 Clase de exactitud 0,05, modelo TY 50.764 - 90, de la Oficina Territorial de Normalización de Santiago de Cuba. Este equipo con tecnología Rusa de más de 12 años de explotación, es único, y no tiene sustitución por lo que logrando su recuperación es de mucha importancia , esto conlleva a garantizar el estado de aptitud de los instrumentos manómetros patrones de deformación elástica los cuales a su vez son calibrados, logrando una trazabilidad de las mediciones .

En el trabajo se realiza el cálculo y la propuesta de la tecnología de fabricación del vástago de la bomba manual adaptado a las necesidades de trabajo, reflejándose en el informe los cálculos de proyección del elemento diseñado con su respectiva documentación tecnológica y los cálculos del costo de producción.

Palabras Claves: Tecnología, Recuperación, Equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesas MP- 600 Clase de exactitud 0,05.

Abstract

Abstract

In work s and it proposes the recovery of the equipment Pressure gauge Pattern of Piston and Weights MP - 600 Class of exactitude 0.05, model TY 50,764 - 90, from I to Territorial Office of Normalization of Santiago of Cuba. This equipment with Russian technology of more than 12 years of operation, is unique, and it does not have substitution reason why obtaining its recovery it is of much importance, is to entails to guarantee the state of aptitude of ins trumentos pressure gauges patterns of elastic deformation which are calibrated as well, obtaining a trazabilidad of the measurements .

In the work it is made the calculation and the proposal of the technology of manufacture of the piston rod of the manual pump adapted to the work necessities, being reflected in report l you calculations of projection of the designed element with its respective technological documentation and the calculations of the production cost.

Key words: Technology, Recovery, Equipment Pressure gauge Pattern of Piston and Weights MP - 600 Class of exactitude 0,05.

Índice

INDICE

		Pág.
	Introducción	1
Capítulo 1	Fundamentos Teóricos y Estudio de los Manómetro Patrón de Pistón y Pesas.	5
1.1	Consideraciones metrológicas	5
1.2	Unidades de Medida Magnitud de Presión.	7
1.3	Manómetro de Pistón y Pesas. Generalidades.	10
1.4	Particularidades sobre métodos de recuperación.	15
1.5	Tecnologías típicas empleadas en la recuperación de piezas o componentes.	16
1.6	Consideraciones generales sobre los procesos manufactura.	17
	Introducción.	19
Capítulo 2	Consideraciones para la implementación de la Tecnología de Diseño y Fabricación del vástago de la bomba manual.	19
2.1	Descripción y Funcionamiento.	19
2.2	Análisis del fallo en el Vástago.	20
2.3	Criterios de selección del material para la fabricación del vástago de la bomba manual del equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesa MP - 600.	22
2.4	Cálculo fuerza máxima axial producida en el vástago.	24
2.5	Cálculo tensión máxima producida en el vástago (σ) (τ).	28
2.6	Tecnología de fabricación del vástago de la bomba manual.	29
2.7	Tratamientos térmicos	37
2.8	Valoración económica y medio ambiental.	40
2.9	Impacto al medio ambiente en proceso de prestación de servicios en el Laboratorio de Magnitud Presión.	45
	Conclusiones.	
	Recomendaciones.	
	Bibliografías.	
	Anexo.	

Introducción

INTRODUCCIÓN

La aplicación, utilización y desarrollo de la Metrología como Ciencia de las Mediciones está indisolublemente vinculado al desarrollo económico y social del país, es una causa y a su vez una consecuencia del progreso científico técnico.

El amplio uso de la Magnitud Presión hace que las mediciones de la misma formen parte de la vida cotidiana, del proceso de trabajo de producción, de la prestación de servicios, etc. y en la medida que se realicen de forma confiable, precisa y segura, contribuyen al aumento de la eficiencia económica y de la calidad.

De ahí la utilización de los mas diversos instrumentos para la obtención de dichos resultados. Estos aparejados al progreso científico - técnico van siendo cada vez mas exactos y confiables y con un sistema de unidades tal que conlleva a la utilización de un lenguaje común y que es el llamado Sistema Internacional de Unidades (SIU).

En el mundo existen organismos encargados de difundir y custodiar esta cultura metrológica, tales como, la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), la Organización Internacional de Normalización (ISO) y otros; a raíz de ello cada país crea sus propios órganos rectores, que colaboran con estas instituciones y adoptan o crean las Normas Nacionales.

La Oficina Nacional de Normalización de la Republica de Cuba (ONN), es la entidad encargada de coordinar esta actividad y para ello cuenta con una red de delegaciones territoriales, encargadas de implementar la aplicación de las Normas y regulaciones adoptadas por el país y tienen entre sus funciones principales, garantizar, a través de instrumentos patrones trazables, la calibración de los instrumentos de medición empleados en la industria, los servicios y las investigaciones del territorio.

En la Oficina Territorial de Normalización de Santiago de Cuba (OTN), responsable de determinar e implantar las Normas y regulaciones adoptadas por el país, existe un laboratorio el cual tiene como función garantizar la trazabilidad de los equipos de medición de presión. En estos momentos el laboratorio no puede garantizar la trazabilidad de los manómetros patrones de deformación elástica con intervalo de

medición hasta 60 MPa del territorio oriental por falta del Equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesa MP – 600 Clase: 0,05. La calibración de los manómetros patrones de deformación elástica es una práctica bastante común de la metrología legal y se hace por comparación directa. Por todo lo anteriormente planteado, se justifica la necesidad que tiene el Laboratorio de Mediciones de Presión de recuperar el Equipos Manómetro Patrón de Pistón y Pesas (MP-600) Clase de exactitud 0,05. Este equipo garantizará la operación para la verificación y/o calibración de Instrumentos patrones y de trabajo, además la misma abarca un gran rango de presión. Es por esto que esta investigación propone resolver como:

Problema: La necesidad de disponer de un equipo que pueda brindar los servicios de verificación y/o calibración de los Manómetros de deformación elástica.

El objetivo de la investigación: Recuperar el equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesas (MP-600).

Objeto de la investigación: Vástago de la Bomba Manual del equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesas MP-600 Clase de exactitud 0,05.

Campo de acción de la investigación: Diseño y tecnología de fabricación del Vástago de la Bomba Manual.

Hipótesis de la investigación: Si se logra efectuar un correcto diseño, evaluando condiciones de explotación, material seleccionado y otros contextos, y se propone la tecnología de fabricación del vástago de la Bomba Manual, se puede contribuir con la recuperación y la puesta en funcionamiento del equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesas MP-600 Clase exactitud 0,05.

Tareas de la Investigación:

Para dar cumplimiento al objetivo del trabajo se proponen las tareas siguientes:

1. Revisar el estado del arte sobre los equipo Manómetro Patrón Pistón y Pesa.
2. Realizar el análisis del objeto y el campo de acción de la investigación.
3. Diseñar el Vástago de la Bomba Manual del equipo Manómetro Patrón Pistón y Pesa MP – 600 Clase exactitud 0,05.
4. Elaborar el plano del Vástago de la Bomba Manual del equipo Manómetro Patrón Pistón y Pesa MP – 600.
5. Elaborar la ruta y cartas tecnológicas para la fabricación de la pieza.
6. Realizar la valoración económica y medio ambiental de la propuesta.

Métodos utilizados para la investigación.

Métodos Teóricos.

- Análisis y síntesis en el procesamiento de la información para conformar el marco teórico de la investigación.
- Método Histórico – Lógico, reseña histórica y análisis de documentos.

Métodos Empíricos:

- Observación y diagnóstico, mediante criterios de mecánicos, tecnólogos y operarios

Aportes (Teóricos- Prácticos) de la investigación: Es la implementación de la tecnología de fabricación del vástago de la Bomba Manual, el cual puede contribuir con la puesta en funcionamiento del equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesas MP-600 con Clase exactitud 0,05 utilizando el método de Maquinado, a partir del estudio de las características del material.

Aportes

Significación práctica de la investigación:

La propuesta de la tecnología de fabricación del vástago de la Bomba Manual del equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesas MP-600 con Clase exactitud 0,05

Social

Incremento de la cantidad de los servicios de verificación y/o calibración, así como, utilizar la instalación en las prácticas del proceso docente-educativo para el buen desempeño del laboratorio de Magnitud de Presión.

La tesis está conformada por un resumen, introducción, dos capítulos, conclusiones y recomendaciones. El trabajo incluye además la bibliografía y anexos.

Capítulo 1

Capítulo 1: Fundamentos Teóricos y Estudio de los Manómetro Patrón de Pistón y Pesas.

1.1. Consideraciones Metrológicas.

¿Imagina usted un mundo sin medidas? ¿Imagina un mundo donde no puedan saberse con precisión la temperatura, el tiempo, el peso, el volumen, la distancia, la fuerza? ¿Imagina de qué tamaño sería el caos si no fuera posible medir la presión arterial o la fiebre, las tallas de ropa, las dosis de medicamentos, los ingredientes de cualquier receta, la sincronía de los semáforos, o la cantidad de combustible que precisa un avión? [1]

1.1.1 Metrología.

Ciencia de las mediciones y sus aplicaciones. La metrología incluye todos los aspectos teóricos y prácticos de las mediciones, cualesquiera que sean su incertidumbre de medida y su campo de aplicación.

1.1.2 Importancia de las mediciones.

Las mediciones son las principales fuentes de información sobre la eficiencia de los procesos tecnológicos. Las mediciones constituyen la base sobre la cual se fundamentan todas las transacciones comerciales. Las mediciones desempeñan un papel decisivo en la salud y en la protección del medio ambiente. Las mediciones coadyuvan a la obtención de las evidencias científicas válidas para la credibilidad de los resultados de la investigación científica. [1]

1.1.3 Ramas de la Metrología.

La metrología es una sola, pero en dependencia de su campo de aplicación se identifican tres ramas: [1]

1.1.4 Metrología Científica: Brinda las bases para las mediciones, asegura trazabilidad consistente al Sistema Internacional de Unidades. Incluye el desarrollo y conservación de los patrones de las magnitudes de unidades de medidas. Investigaciones para el desarrollo complejo de las mediciones y tecnologías de mediciones de alto desarrollo, tecnologías de punta. Aplicaciones y métodos que garanticen la trazabilidad de las mediciones, que incluyen la ínter comparación de patrones.

1.1.5 Metrología Industrial (Calibración y trazabilidad): Trata de las mediciones realizadas para aplicaciones específicas por ejemplo en magnitudes físicas como tiempo, masa, longitud. Atiende lo relacionado con las mediciones y sus resultados en el control de la calidad de producciones y procesos.

1.1.6 Metrología Legal: Se ocupa de las obligaciones técnicas y requisitos legales para asegurar la garantía pública; esto es, asegurar la exactitud de los resultados de la medición porque es interés del Estado garantizar la calidad de la misma.

Otros conceptos de interés

Calibración: Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación. [2]

Verificación: La verificación constituye un medio para comprobar que las desviaciones entre los valores indicados por un instrumento de medición y los correspondientes valores conocidos de una magnitud física medida son menores que el error máximo permitido definido en norma para la utilización del instrumento. El

resultado de la verificación permite decidir si el instrumento se declara apto o no para su uso. [2]

1.2. Unidades de Medida Magnitud de Presión.

Para medir la presión se utilizan diferentes unidades, según el sistema de unidades que se emplea. [3]

Se puede decir que la primera unidad de medida de la presión surgió del experimento físico realizado por Torricelli, el cual midió la presión de la atmósfera terrestre, de ahí que esta unidad se le denominara atmósfera.

Sin embargo la presión atmosférica varía según el tiempo y el lugar y además el peso específico del líquido utilizado depende de la fuerza de gravedad y ésta también es variable para diferentes puntos de la tierra. Esto hace necesario establecer condiciones precisas surgiendo la llamada atmósfera física que condiciona la presión equilibrada de la columna de mercurio a una altura de 76,0 cm. sobre el área horizontal, una temperatura de 0 °C y una aceleración de la gravedad de 9,80665 m/s². Con estas condiciones el mercurio posee un peso específico igual a 13595,1 kgf / cm³ (13,5951 gf / cm³).

Generalmente esta atmósfera física no se utiliza, en su lugar se emplea la atmósfera técnica o sencillamente atmósfera y que no es más que la acción de la fuerza de un kilogramo repartida uniformemente sobre el área de un centímetro cuadrado (1 kgf/ cm²).

Si se quiere llevar la atmósfera técnica al equivalente en atmósfera física se tiene que:

Hay que determinar que altura (h) debe tener la columna de mercurio para que su peso sea de 1kgf (1000 gf).

Es decir:

$$\begin{array}{ccc} \text{Presión} & \text{Altura} & \text{Peso específico.} \\ & \text{del líquido} & \text{del líquido} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 1 \text{ kg/ cm}^2 & = h \text{ (cm.)} * & \text{Pe (gf/ cm}^3\text{)}. \end{array}$$

Entonces despejando h , llevando kg a g y sustituyendo el valor del Peso específico del Hg.

Obtenemos:

$$h = 73,556 \text{ cm.}$$

De donde la relación entre atmósfera física y atmósfera técnica será:

$$76 / 73,556 = 1,0332$$

Frecuentemente para medir la presión se utiliza un líquido de menor peso, como el agua la cual a 4°C y la fuerza gravitacional señalada, posee un peso específico de 1000 kgf/m^3 . Entonces, la columna de agua que tenga peso de 1 kg y un área de 1 cm^2 debe tener una altura de 1000 cm . (10^4 mm). Por tanto 1 mm de la columna de agua se corresponde con 1 kg/cm^2 .

Desde el año 1964 se introdujo el Sistema Internacional de Unidades (SI). Como unidad fundamental de presión se tomó la expresada por la fuerza que ejerce un Newton uniformemente distribuido sobre la superficie de 1 m^2 ($1\text{N}/\text{m}^2$.) Esta unidad lleva el nombre de Pascal y se designa por Pa.

Recordemos que un Newton es la fuerza que actúa sobre la masa de 1kg comunicándole una aceleración de 1m/s^2 . En el caso del kgf esta aceleración es la gravitacional, por lo que la relación entre el Newton y el kgf es:

$$\begin{array}{l} \text{N} = 1 \text{ kg} * 1 \text{ m} / \text{s}^2 \\ \text{kgf} = 1\text{kg} * 9,80665 \text{ m} / \text{s}^2 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} \text{N} = (1/ 9,80665) \text{ kgf} \\ \text{N} = 0,1019 \text{ kgf} \end{array}$$

Por cuanto el Pa es una magnitud muy pequeña por lo que se utilizan sus múltiplos fundamentalmente el kPa y el MPa, además se admiten en la técnica utilizar algunas unidades de medida tales como:

$$\text{kgf} / \text{cm}^2, \text{kgf} / \text{m}^2, \text{mmHg}, \text{mmHO}^2.$$

$$\text{Así como también el bar} = 10^5 \text{ N} / \text{m}^2$$

1.2.1 Clases de exactitud.

También según la exactitud de estos instrumentos existe la clasificación en instrumentos patrones e instrumentos de trabajo.

1.2.2 Instrumento de medición: Dispositivo destinado para ser usado en hacer mediciones, sólo o en unión de otros instrumentos o de dispositivos.

1.2.3 Patrón por definición es:

Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, materializar o reproducir una unidad o más valores de magnitud para servir de referencia.

Fundamentalmente se tratará de las clases de exactitud de los Manómetros Patrones de Pistón y Pesas que se poseen (0,05), las clases de exactitud de los manómetros patrones de deformación elástica (desde 0,1 hasta 0,6) y las clases de los instrumentos de trabajo (desde 1 hasta 4). Esto queda establecido en el Esquema de Jerarquía.

1.2.4 Esquemas de Jerarquía

El Esquema de Jerarquía es un modelo que contiene los datos más recomendados para la selección de patrones a diferentes niveles con el objetivo de reducir los errores en cadenas de calibración de los instrumentos.

Cada magnitud debe poseer su Esquema de Jerarquía, el cual se compone de una parte descriptiva y de uno o más diagramas de bloque, de manera que en el mismo se exponga como es la cadena de trazabilidad desde los instrumentos patrones de mayor exactitud hasta los instrumentos de trabajo o instrumentos comunes. La confección de éste se realiza por niveles y en cada nivel deben aparecer los

instrumentos según su exactitud e intervalo de medición. La confección de los mismos está regulada por un documento oficial.

Los valores de Incertidumbre de los instrumentos patrones en cada nivel, la periodicidad de calibración y el lugar donde se ejecuta ésta, deben aparecer en este documento, ya sea en la parte descriptiva o en el diagrama de bloque.

1.3. Manómetros de Pistón y Pesas. Generalidades.

El funcionamiento de este manómetro se basa en el Principio de Pascal donde:

“Las presiones se transmiten en el seno de un líquido de manera igual en todas las direcciones y obran perpendicularmente a las paredes del recipiente”.

La característica peculiar de los Manómetros de Pistón y Pesas en su gran precisión y además la misma abarca un gran rango de presión. Esto permite utilizar este tipo de manómetros fundamentalmente como patrones.

La utilización de los manómetros de pistón y pesas para medir la presión en los lugares de trabajo, se dificulta por cuanto el proceso de fijación del platillo de la pesa es bastante largo y la presión, mientras tanto, puede variar, lo que impide la utilización de dicho manómetro en la práctica. [3]

Solamente en algunos casos aislados el Manómetro de Pistón y Pesas puede utilizarse para la medición directa de la presión, en las condiciones de laboratorio, cuando se dispone de suficiente tiempo para utilizar dicho manómetro y la presión medida se mantiene constante durante largo tiempo y, finalmente, cuando se requiere gran precisión en la medición. Dichas tareas y condiciones sólo existen en el proceso de las investigaciones científicas.

Existen numerosos modelos de Manómetro Patrón de Pistón y Pesas para la verificación y/o calibración de los instrumentos de medición, ejemplo de ellos se ilustran en las siguientes figuras:

INIMET (Instituto nacional de Investigación Metrológico) Este cuenta con un Manómetro Patrón de Pistón y Pesas Ver figura 1.1 y 1.2 Patrones Nacional de Presión.



Figura 1.1 se muestra un ejemplo de un Manómetro Patrón de Pistón y Pesas (50 kPa a 2 000 kPa) Clase: 0,02.



Figura 1.2 se muestra un ejemplo de un Manómetro Patrón de Pistón y Pesas (0,5 MPa a 20 MPa) Clase: 0,02.

1.3.1 Características Técnicas del Equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesa MP- 600.

Este equipo Modelo TY 50.764 - 90, fabricado en 2001, Nacionalidad Rusa, tiene un peso aproximado de 40kg.

- Limite máximo de medición MPa (kgf/cm²) 60 (600)
- Límite mínimo de medición MPa (kgf/cm²) 1 (10)
- Área nominal del pistón cm² (0,05)
- Presión del pistón solo kgf/cm² (10)
- Presión del pistón con una carga MPa – (1)
- Medida de la instalación (mm)

Largo – 690, **Ancho** – 475, **Altura** - 450.

- Masa del manómetro en kgf/cm² sin carga no más de 27
- Líquido de trabajo ----- aceite
- Volumen del líquido (cm²) 400
- Error permisible intervalo de 1 hasta 6 MPa (de 10 hasta 60 kgf/cm²) el por ciento inicial del intervalo básico $\pm 0,05$.
- El Intervalo de 6 hasta 60 MPa (60 a 600 kgf/cm²) por ciento de la presión medida $\pm 0,05$.

1.3.2 Componentes y principio de funcionamiento.

Manómetro se compone:

Por columna del pistón, sistema de la presión y las masas que son las siguientes partes básicas:

- Pareja pistón.
- Sistema guía que recibe la carga.

La pareja se compone del pistón y del cilindro ajustado en el mismo, el sistema guía su función no permite que el pistón no reciba fuerza lateral y la prensa que llena o extrae el líquido de trabajo de manera que sirve para mantener el pistón del manómetro en la posición de trabajo mientras fluye el líquido por la holgura entre el cilindro y el pistón.

La presión que existe en el sistema debajo del pistón del manómetro puede determinarse por la fórmula:

$$P = \frac{G}{S} \quad (\text{kgf} / \text{cm}^2)$$

Donde:

G Peso de las pesas, del pistón y del plato receptor.

S Área del pistón.

Para que el manómetro de pistón y pesas permita medir la presión con gran precisión, es indispensable que la cantidad de líquido que fluye entre el pistón y el cilindro sea tan escasa que permita que el pistón baje a una velocidad reducida, por ello la holgura entre uno y otro es muy pequeña.

El funcionamiento correcto del manómetro de pistón y pesas puede garantizar sólo cuando entre el pistón y el cilindro no se produce fricción seca, pues ella disminuye bruscamente la precisión del aparato, lo que impide su utilización. Por eso el líquido de trabajo que influye a través del pistón y el cilindro debe tener también propiedades lubricantes.

El líquido debe estar uniformemente distribuido por toda la holgura, esto se garantiza haciendo girar el pistón en el cilindro de (30 r.p.m. a 120 r.p.m.).

El sistema que produce la presión es la base (1), prensa (2), nicle del cilindro (3) embudo con filtro (recipiente 4) 4 patas de sujeción (5), la bomba (6), unión de la superficie de trabajo (7) y llave de cierre (8).

Este equipo se muestra en la Fig. 1.3 y 1.4.

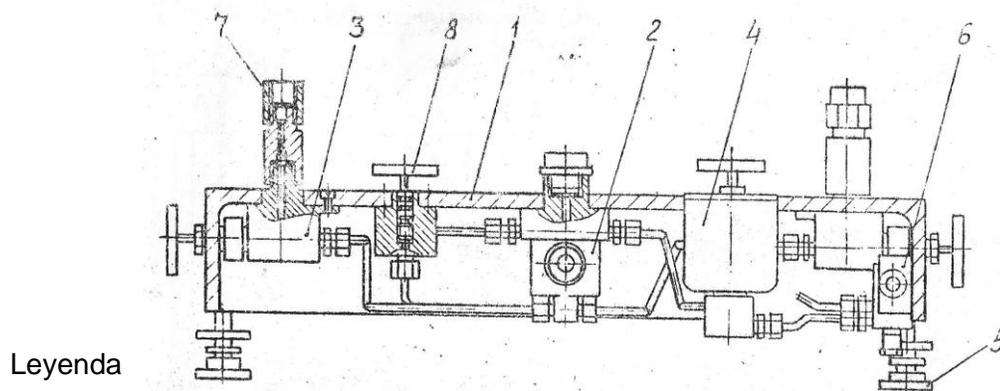


Figura: 1.3 Esquema Manómetro de Pistón y Pesas MP - 600



Figura: 1.4 Manómetro de Pistón y Pesas MP - 600

1.4 Particularidades sobre métodos de recuperación.

La elevación de la eficiencia en la producción se convierte en la vía principal para asegurar el desarrollo económico; ya que es una necesidad objetiva de nuestro país, que adquiere mayor relieve en condiciones del encarecimiento y agotamiento progresivo de importantes recursos básicos en la economía mundial, consiste en producir más y mejor con menos, utilizando de manera óptima los recursos disponibles para la economía.

Otra vía que permite dar solución a los requerimientos planteados anteriormente es la política de fabricación y recuperación de piezas de repuesto, que se lleva a cabo en nuestro país.

La recuperación es un proceso de producción sobre un artículo o pieza recuperable mediante el cual se obtienen parámetros que permitan nuevamente su explotación.

Una pieza recuperable es aquella que después de defectada se determina que reúne las condiciones que posibilitan el restablecimiento de sus parámetros permisibles a través de un proceso de reparación o restauración.

La reparación es el proceso de recuperación que nos permite obtener en las superficies defectuosas los parámetros permisibles para un nuevo ciclo de explotación sin aporte de material como acción fundamental. Por su parte la restauración es el proceso de recuperación que permite restablecer los parámetros permisibles de las superficies defectuosas para un nuevo ciclo de explotación mediante el aporte de un material. [4]

1.4.1 Requisitos para la recuperación.

- Que la pieza que se vaya a recuperar haya perdido sus parámetros permisibles de trabajo.

- Que exista un proceso tecnológico que si se aplica se garantice la devolución de sus parámetros nominales o permisibles que posibilite reintegrarla a un nuevo ciclo de explotación.

- Hacer de esta producción un hecho económicamente ventajoso.
- Garantizar que la calidad y durabilidad de la pieza recuperada sea al menos igual a la de la pieza nueva. [4]

1.5 Tecnologías típicas empleadas en la recuperación de piezas o componentes.

Entre las tecnologías utilizadas en la recuperación de piezas o componentes se pueden distinguir las siguientes:

- Maquinado y elaboración mecánica de taller.
- Deformación plástica.
- Tratamientos térmicos.
- Reparación de piezas.

1.5.1 Método de recuperación por maquinado y elaboración mecánica de taller.

El proceso de maquinado tiene aplicaciones únicas, en especial para materiales difíciles de maquinar y para partes con perfiles internos y externos complicados.

1.5.2 Método por tratamiento térmico.

Es el ejemplo más común de mejora de propiedades; modifica microestructuras y por tanto, produce una variedad de propiedades mecánicas que son importantes en la manufactura como una mejor formabilidad y de maquinabilidad.

Estas propiedades también acrecientan el desempeño en servicio de los metales cuando se usan en componentes de máquinas.

1.6 Consideraciones generales sobre los procesos manufactura.

El estudio para la recuperación del Equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesa MP- 600 requiere de una serie de conocimientos teóricos imprescindibles si se quiere proceder con éxito en la proyección de las distintas unidades que han de servir para la fabricación de determinadas piezas. En segundo lugar, surge la necesidad de internarse en el dominio del campo constructivo y determinar las posibles deficiencias de construcción con el fin de evitar el desecho del equipo.

La atención debe concentrarse en los factores esenciales que puedan orientar hacia una solución o indicar el camino más correcto y eficaz. Estos factores son:

- Características de las piezas que se han de obtener.
- Las características de las piezas que se necesitan elaborar ejercen una influencia determinante cuando se procede a la elección del sistema constructivo de la pieza.
- Las características principales a las cuales hay que atenerse son las siguientes:
 1. Dimensiones de las piezas que se han de obtener.
 2. Grado de exactitud exigido.
 3. Materiales que constituyen la pieza.

Cantidad de piezas que se han de producir. Este factor, unido al primero, nos indica el camino que se ha de seguir cuando se plantea la proyección de un dispositivo, puesto que la construcción de este se relaciona directamente con el número de piezas que se deseas producir.

La manufactura casi siempre se lleva a cabo como resultado de una sucesión de procesos. El punto clave es que la manufactura agrega valor al material original, cambiando su forma o propiedades, o al combinarlo con otros materiales que han sido alterados en forma similar. El material original se vuelve más valioso mediante

las operaciones de manufactura que se ejecutan sobre el mismo. Cuando una pieza en bruto, laminada o forjada se somete a operaciones de remoción de material se le agrega valor, al igual que después de una operación de temple. Cuando el material en bruto se moldea en un complejo artículo se convierte en un producto más valioso como lo muestra la figura 1.5.

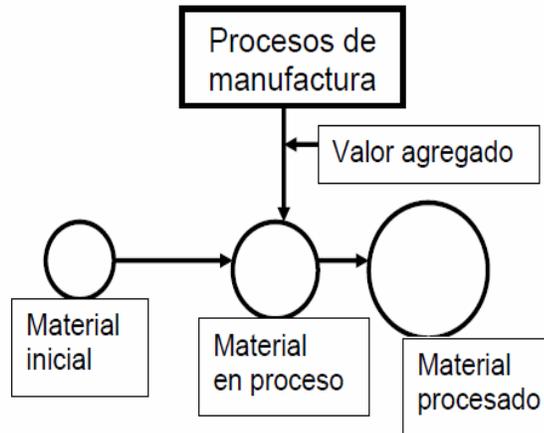


Figura: 1.5 Proceso de manufactura.

Capítulo 2

Capítulo 2: Consideraciones para la implementación de la Tecnología de Diseño y Fabricación del vástago de la bomba manual.

Introducción

Según lo explicado en el capítulo 1, la selección del método de recuperación para el agregado del equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesa MP – 600 esta condicionada por la rotura del vástago de la bomba manual . Lo anterior nos obliga a disponer de métodos para la puesta en funcionamiento del mismo.

Teniendo en cuenta la importancia que representa este equipo patrón en el laboratorio de la magnitud de Presión perteneciente a la Oficina Territorial de Normalización, se aborda una serie de consideraciones de diseño y tecnología que permite implementar la fabricación unitaria del vástago de la bomba manual del equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesa MP – 600.

2.1 Descripción y Funcionamiento.

Apoyado en el esquema 2.1 de la instalación, se describe a continuación el funcionamiento del vástago de la bomba manual.

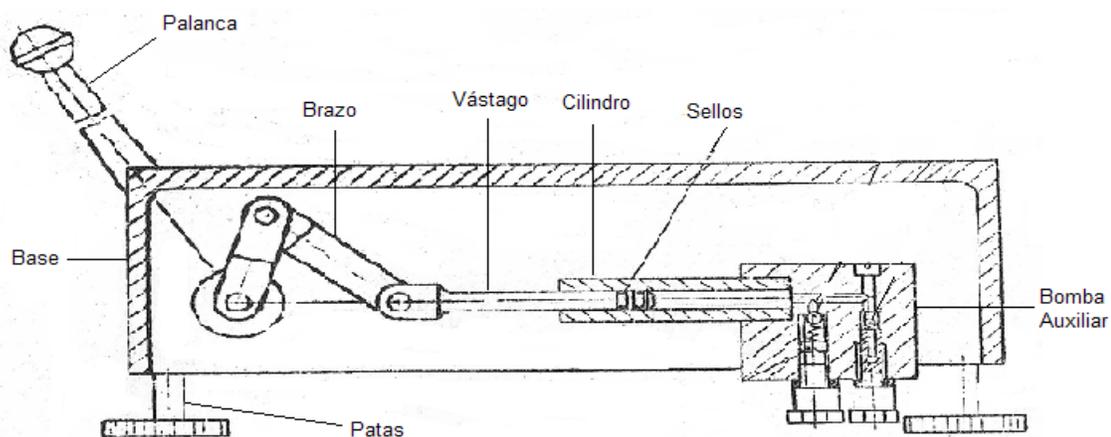


Figura 2.1 Esquema del equipo

Funcionamiento

Es impulsar el aceite por el cilindro hacia el sistema hidráulico del equipo, a través de su conducto va hacia la prensa que esta acoplada al Manómetro Patrón de Pistón y Pesas y a las uniones de los manómetros de deformación elástica a comprobar.

2.2 Análisis del fallo en el Vástago.

El operario por decisión propia invirtió el recorrido de la palanca de la bomba manual de su posición original, provocando que el vástago se saliera del cilindro y al iniciar nuevamente la operación ocurre una flexión en la parte de la ranura que es el área de menor diámetro, causando la paralización del equipo. **[5]**

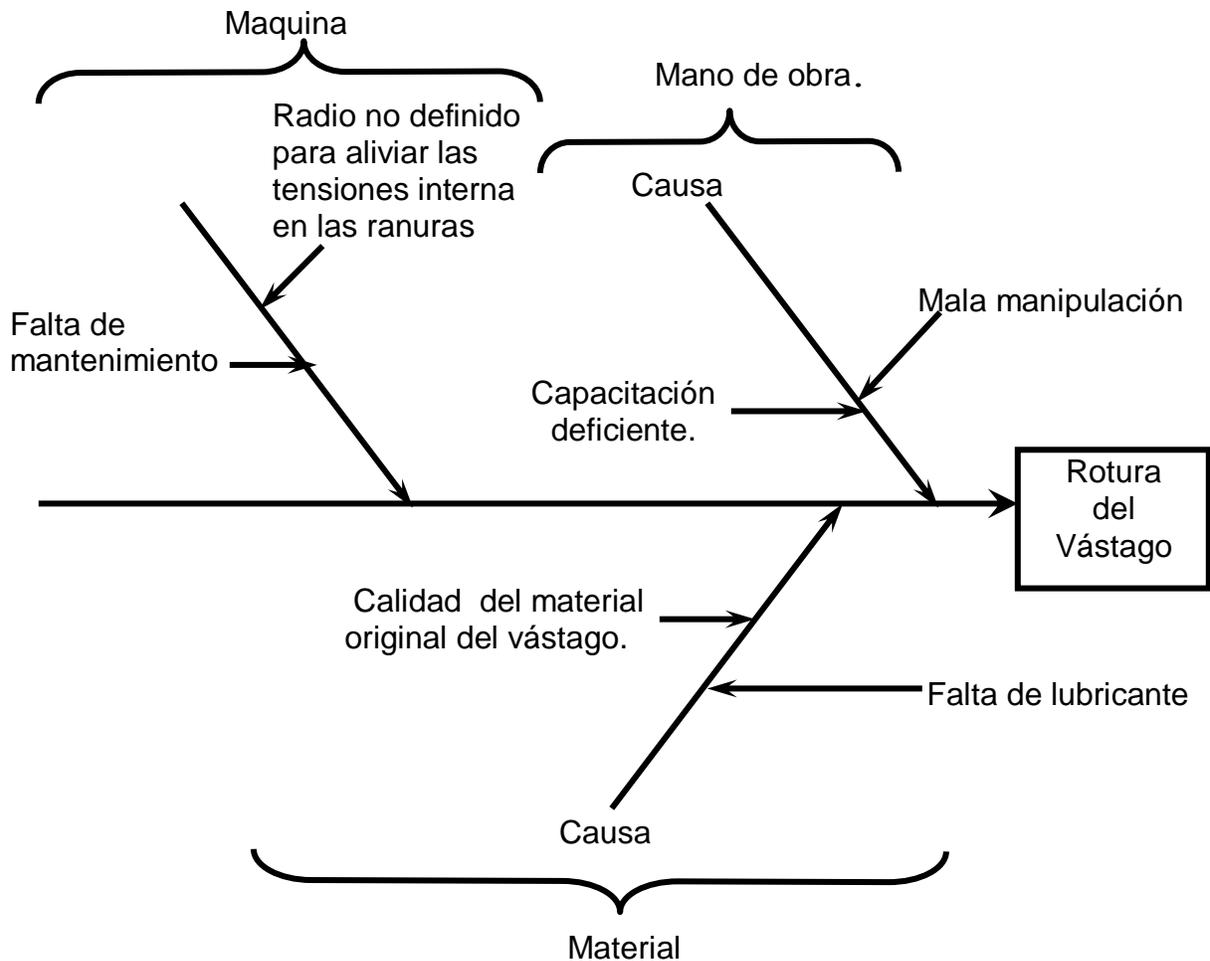
2.2.1 Diagrama causas - efectos.

Para la elaboración del diagrama causas - efectos se realizó la técnica tormenta de ideas.

Causas:

1. Problema: Rotura del vástago.
2. Mano de obra: Mala manipulación, capacitación deficiente.
3. Materiales: Falta de lubricante, material original del vástago.
4. Maquina: Falta de mantenimiento, radio no definido para aliviar las tensiones interna en las ranuras de la pieza.

Diagrama causas y efectos.



Como se muestran en la figura 2.2 y 2.3 el vástago en su estado normal y con la rotura del mismo.



Figura 2.2 Vástago de la Bomba Manual en estado original.



Figura 2.3 Vástago de la Bomba Manual con la rotura.

2.3 Criterios de selección del material para la fabricación del vástago de la bomba manual del equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesa MP - 600.

En el laboratorio de ciencias de los materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Oriente se le realizó el ensayo metalográfico al vástago de la bomba manual. Se seleccionó una muestra del vástago para el análisis metalográfico con dimensiones de 10 x 10 mm aproximadamente, tal como se muestra en la figura 2.4.

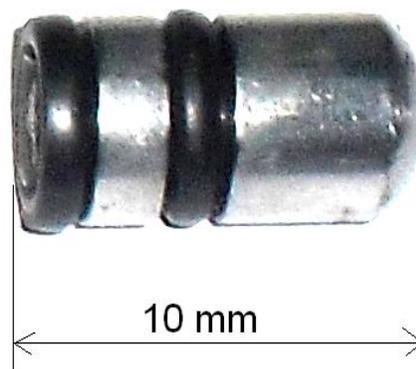


Figura: 2.4 Dimensión de la muestra.

La evaluación de los resultados estuvo comprendida en la observación microestructural de la muestra seleccionada, observándose forma, textura, tamaño de los granos, cantidad de perlita y ferrita, tal como se muestra en la figura 2.5 y el porcentaje de carbono comprendido entre un 40 y 50 % , con tamaños de granos entre 6 y 7 en la parte superior, red hexagonal ideal correspondiente al tamaño de grano medio del número 6 y 7 de la escala ASTM de 32 a 64 granos por pulgada cuadrada en la parte inferior, patrón ASTM número 6 entre 24 y 48 granos por pulgada cuadrada a 100 x de aumento y ASTM número 7 entre 48 y 96 granos por pulgada cuadrada a 100 x de aumento. [6]

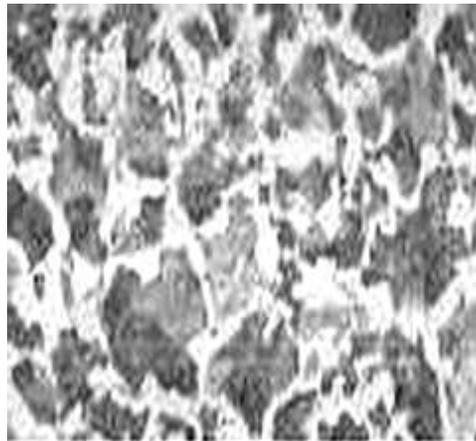


Figura 2.5 Estructura metalográfica del material original del vástago.

Por los resultados antes mencionado del material original, y teniendo en cuenta el contenido de carbono aproximadamente entre 40 – 50 %, podemos predecir que estamos en presencia de un material muy similar al AISI 1040.

Como propuesta de materiales similares al original cumpliendo con las normas de fabricación se pueden emplear los siguientes aceros: AISI 1045 o AISI 1050. De acuerdo a lo antes planteado se selecciono para la fabricación del vástago:

Acero: AISI 1045. Sus propiedades mecánicas y composición químicas se muestra en la siguiente tabla 2.1.

Tabla 2.1 Propiedades mecánicas de los materiales seleccionados.

AISI	Límite de rotura		Límite de fluencia		Elongación %	Reducción de área, %	Dureza HB
	MPa	Ksi	MPa	Ksi			
1045	620.5	90.0	413.7	60.0	25.0	50.0	201
	589.5	85.5	374.0	54.3	28.0	54.9	170
	518.8	75.3	353.4	51.3	30.2	57.2	149

2.4 Cálculo fuerza máxima axial producida en el vástago.

En este capítulo se hace un análisis del mecanismo Biela - Manivela para obtener la fuerza axial, las tensiones producidas en el vástago, y los cálculos de diseño para proponer un material que resista a los esfuerzos a que está sometido dicho elemento.

Para el análisis del mecanismo, se tuvo que asumir el esfuerzo necesario para el desplazamiento de la palanca. Según investigaciones realizadas, se determinó que el hombre promedio puede ejercer una fuerza de 300 N sobre una palanca y a partir de este valor se realizó el cálculo de la fuerza generada a partir del accionamiento de la misma. Ver figura: 2.1 esquema del equipo que aparecen representados todos los elementos que componen el mecanismo de Biela - Manivela, siendo el objeto de estudio el vástago. [7]

Presión máxima producida en el vástago.

$$P_{\text{máx}} = 10 \text{ MPa} = 10 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

Fórmula de la fuerza máxima axial en el vástago.

$$F = P_{\text{máx}} \cdot A \qquad A = \pi \cdot r^2 \qquad \text{Ecuación (2.1)}$$

$$F = 10 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} \cdot [(0,01 \text{ m})^2 \cdot \pi] \text{ m}^2 \qquad A = \pi \cdot (0,01 \text{ m})^2$$

$$F = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ MN}$$

$$F = 3,14 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$F = 3140 \text{ N.}$$

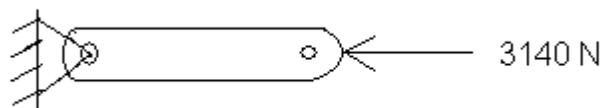


Figura: 2.6 Fuerza máxima axial.

Asumiendo la fuerza promedio de un operario:

$$F_{\text{operario}} = 300 \text{ N}$$

$$L_{\text{brazo}} = 0.207 \text{ m}$$

$$\text{Ecuación (2.2)}$$

$$M_t = L \cdot F$$

$$M_t = 207 \cdot 10^{-3} \cdot 300$$

$$M_t = 62,1 \text{ N.m}$$

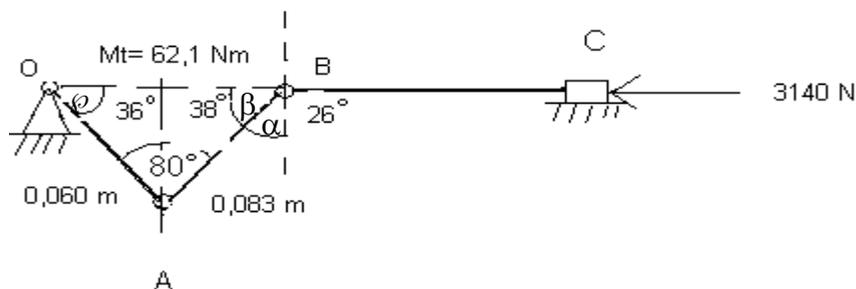


Figura: 2.7 Representación gráfica del mecanismo.

$$\text{sen } 36^\circ = \frac{AD}{0,06}$$

Ecuación (2.3)

$$AD = 0,06 \cdot \text{sen } 36^\circ$$

$$AD = 0,034.$$

$$\frac{OD}{0,06} = \text{cos } 36^\circ$$

$$OD = 0,06 \cdot \text{cos } 36^\circ$$

$$OD = 0,048.$$

2.4.1 Diagrama de cuerpo libre representadas en las figuras 2.10 y 2.11 posición invertida

DCL 1

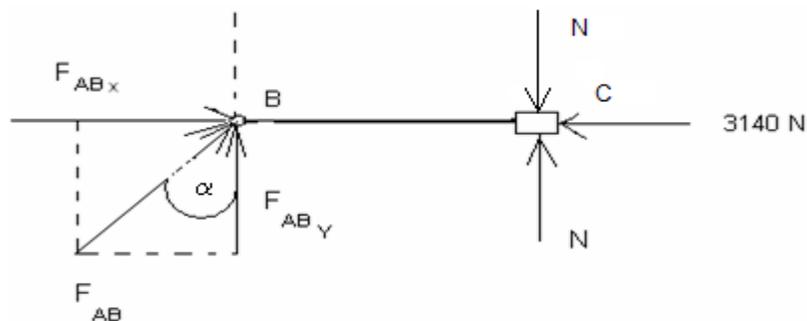


Figura: 2.8 Diagrama de cuerpo para hallar (F_{AB}).

DCL 2

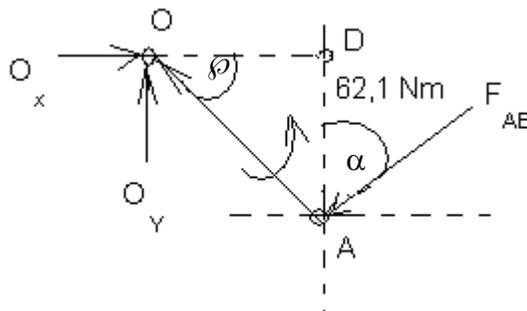


Figura: 2.9 Diagrama de cuerpo para halla (N)

Trabajando en M2:

$$\Sigma M_O = 0 \quad \curvearrowright +$$

$$F_{AB} \cos \alpha \cdot OD + F_{AB} \operatorname{sen} \alpha \cdot AD \quad \text{Ecuación (2.4)}$$

$$-62 = 0$$

$$F_{AB} (\cos \alpha \cdot OD + \operatorname{sen} \alpha \cdot AD) = 62$$

$$F_{AB} = \left(\frac{62}{(\cos \alpha \cdot OD + \operatorname{sen} \alpha \cdot AD)} \right)$$

$$F_{AB} = \frac{62}{(\cos 26^\circ \cdot 0,048 + \operatorname{sen} 26^\circ \cdot 0,034)}$$

$$F_{AB} = \frac{62}{(0,898 \cdot 0,048 + 0,438 \cdot 0,034)}$$

$$F_{AB} = \frac{62}{0,057996}$$

$$F_{AB} = 1069,03 \text{ N.}$$

Trabajando en M1:

$$\Sigma F_Y = 0 \quad \uparrow +$$

$$F_{AB} \cos \alpha + N = 0 \quad \text{Ecuación (2.5)}$$

$$N = - F_{AB} \cos \alpha \quad \downarrow$$

$$N = - 1069,03 \cdot 0,898$$

$$N = - 959,99 \text{ N.}$$

2.5 Cálculo tensión máxima producida en el vástago (σ) (τ).

$$\sigma = \frac{(Mf)}{W_x} \quad \text{Ecuación (2.6)}$$

$$W_x \approx 0,1 d^3$$

$$W_x \approx 0,1(0,005m)^3$$

$$W_x \approx 1,25 \cdot 10^{-8} m^3$$

$$Mf_{\text{máx}} = F_{AB} \cos \alpha \cdot 0,104 m$$

$$Mf_{\text{máx}} = 1069,03 N \cdot 0,898 \cdot 0,104 m$$

$$Mf_{\text{máx}} = 99,84 N.m.$$

$$\sigma = \frac{(Mf)}{W_x} \quad \text{Ecuación (2.7)}$$

$$\sigma = \frac{99,84 \text{ N} \cdot \cancel{m}}{1,25 \cdot 10^{-8} \cancel{m^3}} \text{ m}^2$$

$$\sigma = 79,87 \cdot 10^8 Pa = 79,87 \cdot 10^2 = 7987 MPa$$

$$\sigma \geq \text{Fluencia } (\sigma_f)$$

$$7987 MPa \geq 784 MPa.$$

Como se puede apreciar la tensión que se genera es aproximadamente 100 veces mayor que la permisible, lo que demuestra que el vástago, al invertirse la posición del mecanismo para accionar sobre el mismo y el cilindro, falla por flexión.

De lo anterior la necesidad de respetar las condiciones de explotación y diseño de los equipos así como la importancia de analizar a profundidad los modos de fallo de los elementos de máquinas y equipos en general. **[8]**

2.6 Tecnología de fabricación del vástago de la bomba manual.

Este vástago presenta en su conformación dos ranuras donde se acoplan los sellos que ajustan al cilindro para evitar retorno del líquido y garantizar una Hermeticidad correcta, aspectos característicos en estos sistemas hidráulicos que se utilizan en el equipo Manómetro Patrón de Pistón y Pesas MP-600, objeto de estudio.

Para la fabricación de la pieza se confecciona una ruta tecnológica donde se nombran todas las máquinas utilizadas, el utillaje, equipo tecnológico, cargo y la escala salarial de cada operario, también se confecciona la secuencia tecnológica para las diferentes operaciones, detallando todo el proceso. [9]

2.6.1 Cálculo de las operaciones para el proceso tecnológico.

Se realizaron los correspondientes cálculos, para determinar en cada operación los tiempos que se emplearan en el proceso tecnológico para la propuesta de fabricación del vástago de la bomba manual, resultados que se muestran en la tabla 2.2. [10]

Tabla 2.2 Resultados de los tiempos por operaciones.

Operación de Torneado	Cálculo Tecnológico
$T_p = 3,87 \text{ min.}$	$T_s = T_{so} + T_{st} = 0,26 + 0,154 = 0,42 \text{ min}$
$T_a = 1,25 \text{ min}$	$T_u = T_{op} + T_s + T_{rn} = 5,84 \text{ min}$
$T_{op} = T_a + T_p = 5,16 \text{ min}$	$T_c = T_u + T_{pc}/N_p$ $T_{pc} = (15 - 30) \text{ min} = 25 \text{ min}$ $N_p = 1$ $T_c = 30,84 \text{ min}$
$T_{st} = 0,03 \times T_{op} = 0,154 \text{ min}$	
$T_{so} = 0,05 \times T_{op} = 0,26 \text{ min}$	
$T_{rn} = 0,05 \times T_{op} = 0,26 \text{ min}$	
Operación de Fresado	Cálculo Tecnológico
$T_p = 1,87 \text{ min.}$	$T_s = T_{so} + T_{st} = 0,13 + 0,223 = 0,353 \text{ min}$
$T_a = 1,35 \text{ min}$	$T_u = T_{op} + T_s + T_{rn} = 4,85 \text{ min}$
$T_{op} = T_a + T_p = 4,25 \text{ min}$	$T_c = T_u + T_{pc}/N_p$ $T_{pc} = (45 - 60) \text{ min} = 45 \text{ min}$ $N_p = 1$ $T_c = 69,85 \text{ min}$
$T_{st} = 0,03 \times T_{op} = 0,13 \text{ min}$	
$T_{so} = 0,05 \times T_{op} = 0,223 \text{ min}$	
$T_{rn} = 0,05 \times T_{op} = 0,224 \text{ min}$	
Operación de Rectificado	Cálculo Tecnológico
$T_p = 2,37 \text{ min.}$	$T_s = T_{so} + T_{st} = 0,12 + 0,19 = 0,31 \text{ min}$
$T_a = 1,5 \text{ min}$	$T_u = T_{op} + T_s + T_{rn} = 4,37 \text{ min}$
$T_{op} = T_a + T_p = 3,87 \text{ min}$	$T_c = T_u + T_{pc}/N_p$ $T_{pc} = (10 - 30) \text{ min} = 20 \text{ min}$ $N_p = 1$ $T_c = 24,37 \text{ min}$
$T_{st} = 0,03 \times T_{op} = 0,12 \text{ min}$	
$T_{so} = 0,05 \times T_{op} = 0,19 \text{ min}$	
$T_{rn} = 0,05 \times T_{op} = 0,19 \text{ min}$	
Operación de Tratamiento Térmico	Cálculo Tecnológico
$T_p = 13,68 \text{ min.}$	$T_s = T_{so} + T_{st} = 3,42 + 2,05 = 5,47 \text{ min}$
$T_a = 54,7 \text{ min}$	$T_u = T_{op} + T_s + T_{rn} = 77,27 \text{ min}$
$T_{op} = T_a + T_p = 68,38 \text{ min}$	$T_c = T_u + T_{pc}/N_p$ $T_{pc} = (5 - 15) \text{ min} = 7 \text{ min}$ $N_p = 1$ $T_c = 84,27 \text{ min}$
$T_{st} = 0,03 \times T_{op} = 2,05 \text{ min}$	
$T_{so} = 0,05 \times T_{op} = 3,42 \text{ min}$	
$T_{rn} = 0,05 \times T_{op} = 3,42 \text{ min}$	

Los resultados anteriores se tuvieron en cuenta para la elaboración de la ruta y las cartas tecnológicas por operaciones como se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 2.3 Carta de Ruta

Grupo de manufactura Universidad de oriente.		Carta de Ruta		Código de la pieza				Código de los documentos tecnológicos					
				VAST- 00 -01									
				Denominación de la pieza				Etapas de elaboración					
				Vástago de la Bomba Manual				DT					
Material				Pieza en bruto primaria									
Denominación y grado	Código	Unidad Medida	Masa Pieza	Código Tipo	Perfil y dimensiones	Cantidad	Masa (kg)	Unidad de normación	Norma de consumo	Coef. De aprov. Del material			
AISI 1045	-	kg.	0.392	VAST-00 -01	Ø 18 x 104	1	0.283	1	-	-			
Operación No.	Denominación y breve contenido de la operación tecnológica	Equipo tecnológico	Utillaje tecnológico. Herramienta, auxiliar.	Norma Rend.	Cant. Trab.	Cant. De piezas simultaneas	Tarifa Escala salarial (\$/h)	Volumen del lote	TPC (min.)	TU (min.)			
				Cargo u oficio	Grupo escala salarial	Unidad, norma	Cuantía de salario						
005	Torneado. Refrentar, cilindrar de desbaste y acabado, ranurar ,desbaste, acabado	Torno de cilindrar y roscar modelo C11MT	Plato de 3 garras, llave, cuchillas de cilindrar, refrentar y tronzar, Pie de Rey	Oper. B	VII	1	1,96	1	25	5,84			
010	Fresado, se va ranurar la cabeza del vástago y taladrar perpendicular a la ranura	Modelo 676	Cabezal divisor, plato de tres garras, llave, disco de sierra, Pie de Rey.	Oper. B	VII	1	1,96	1	45	2,74			
015	Tratamiento térmico. Temple y revenido	Horno de cámara modelo CHOR 1625	Tenazas, guantes, gafas, recipiente, instrumento de medición.	Oper. A	VIII	1	2,18	1	7	77,27			
020	Rectificado Retificar exterior dos escalones cilíndricos	Rectificadora cilíndrica modelo 315	Plato de 3 garras, Mandril, perro de arrastre, Micrometro exterior.	Oper. B	VII	1	1,96	1	15	4,37			

Tabla 2.6 Carta de Operación Tecnológica Tratamiento Térmico.

Croquis					Número : 3				Denominación de la operación					
					Taller	Sección	Operación			Denominación de la operación				
					Maquinado	-	015 Tratamiento Térmico.			Tratamiento Térmico				
					Denominación y grado del material			Masa de la pieza		Pieza en bruto				
					Acero AISI 1045			0,239 kg		Perfil y dimensiones	Dureza	Masa		
										∅ 104 x 18	48 - 53 56 - 58	0,243 kg		
Cantidad de piezas que se elaboraran al mismo tiempo					Equipo Tecnológico, (Código, Denominación, No. de inventario)									
1					Horno CHOR 1625 de Cámara N = 10 kW η = 75 %									
Utillaje tecnológico, código, denominación			Tenazas, guantes, petos, recipientes, instrumental de dureza y gafas.		Operario		Refrigerante							
					Mecánico A		Agua y aceite							
No. Paso tecnológico	Contenido del paso tecnológico	Herramienta y medio			Dimensiones calculadas		a	i	Regímenes de corte			TP	TA	
		Auxiliar	De corte	De medición	Diámetro (mm)	Longitud (mm)			S	n	V			
01	Preparación del horno, introducción de la pieza.	Guantes y tenaza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	
02	Tratamiento Térmico (temple completo)	Temple	-	840 – 860 °C	-	-	-	-	-	-	-	32,39	-	
03	Preparación del horno, introducción de la pieza.	Guantes y tenaza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6	
04	Tratamiento de revenido	Revenido	-	650 – 670 °C	-	-	-	-	-	-	-	36	-	
05	Desmontar la pieza	Guantes y tenaza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	
Totales		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68,39	9,10	

2.7 Tratamientos térmicos.

Se puede realizar un termomejorado, que consiste en dar un temple completo a la pieza, para aumentar las propiedades de resistencia al desgaste y un revenido para aliviar las tensiones internas de la pieza alto a 600 °C, lográndose alcanzar una dureza requerida de 41 – 44 HRC, una vez realizado el tratamiento térmico su estructura quedará tal como se muestra en la figura 2.10 y 2.11. [11]

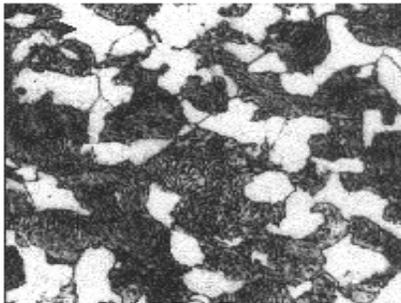


Fig.2.10 AISI 1045 antes del Tratamiento.

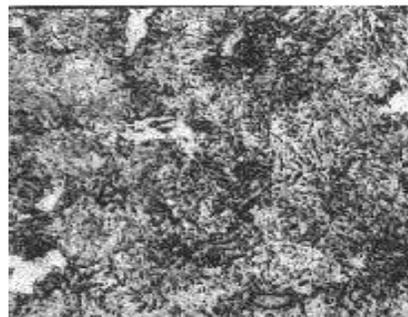


Fig.2.11 AISI 1045 luego del Tratamiento.

2. 7.1 Cálculo del tratamiento térmico.

Se realizó el cálculo del tratamiento térmico con el objetivo de aumentar las propiedades mecánicas del material. Calcular el tiempo de permanencia, tiempo de calentamiento y el tiempo total que se le dará a la pieza, así como el modo de enfriamiento en las diferentes etapas del proceso. Se utilizó metodología según Martínez.

T_{TT} - Tiempo total del tratamiento térmico.

T_p - Tiempo de permanencia.

H- Dimensión de la pieza (la menor dimensión de la pieza).

T_c - Temperatura de calentamiento.

T_T - Tiempo del temple.

2.7.2 Cálculo del tiempo del temple.

Ecuación (2.8)

$$T_T = 1,4 \cdot H$$

$$T_T = 1,4 \cdot 18,0$$

$$T_T = 25,2 \text{ min.}$$

2.7.3 Cálculo del tiempo de permanencia para el temple.

$$T_P = \frac{1}{4} \cdot T_C$$

$$T_P = \frac{1}{4} \cdot 25,2$$

Ecuación (2.9)

$$T_P = 6,3 \text{ min.}$$

2.7.4 Cálculo del tiempo total del temple.

$$T_T = T_C + T_P$$

$$T_T = 25,2 + 6,3$$

Ecuación (2.10)

$$T_T = 31,5 \text{ min.}$$

Temperatura de calentamiento de 815 °C.

Enfriamiento en aceite.

2.7.5 Cálculo del tiempo para el revenido.

$$T_r = 1,6 \cdot H$$

$$T_r = 1,6 \cdot 18,0 \quad \text{Ecuación (2.11)}$$

$$T_r = 28,8 \text{ min.}$$

2.7.6 Cálculo del tiempo de permanencia para el revenido.

$$T_p = \frac{1}{4} \cdot T_c$$

$$T_p = \frac{1}{4} \cdot 28,8 \quad \text{Ecuación (2.12)}$$

$$T_p = 7,2 \text{ min.}$$

2.7.7 Cálculo del tiempo total del revenido.

$$T_T = T_c + T_p$$

$$T_T = 28,8 + 7,2 \quad \text{Ecuación (2.13)}$$

$$T_T = 36 \text{ min.}$$

Temperatura de calentamiento de 600 °C

Enfriamiento en agua.

Cálculo del tiempo total del tratamiento térmico.

$$T_{TT} = T_T + T_r$$

$$T_{TT} = 31,5 + 36$$

Ecuación (2.14)

$$T_{TT} = 67,5 \text{ min.}$$

2.8 Valoración económica y medio ambiental.

En este punto se realiza una valoración económica para determinar el costo de fabricación de la pieza, el análisis del consumo de energía utilizada y las medidas a tomar para minimizar daños al medio ambiente.

Glosario de Términos

C - Costo de la pieza

CkW - Costo del kW/h

Ta - Tiempo auxiliar.

Tp - Tiempo principal.

Top - Tiempo operativo.

Tso - Tiempo de servicio organizativo.

Tst - Tiempo de servicio técnico.

Trn - Tiempo de receso normado.

Ts - Tiempo de servicio.

Tu - Tiempo unitario.

Tc - Tiempo de cálculo.

Tpc - Tiempo de preparación y conclusión.

Np - Número de piezas.

So - Salario de obreros.

Ha - Gasto de amortización y mantenimiento.

μ - Gasto de material.

G1 - Masa de la pieza en bruto.

G2 - Masa de los desechos.

Kss - Coeficiente de seguridad social.

C₁ - Gasto para amortizar la máquina herramientas.

C₄ - Gasto de amortización y mantenimiento de Herramientas utilizadas.

C₃ - Gasto de amortización y mantenimiento de dispositivos.

C₂ - Gasto por reparación y mantenimiento.

C₅ - Gasto por consumo de energía eléctrica.

α - Coeficiente de amortización de la máquina.

C_m - Costo inicial de las máquinas.

F - Fondo de tiempo anual de trabajo de las máquinas.

B - Gasto por reparación.

Φm - Coeficiente de utilización de la máquina.

Nm - Potencia del motor.

n - Número de piezas.

TSo - Tarifa de salario del operario.

TCa - Tarifa por condiciones anormales.

TC - Tiempo de cálculo.

Kdr - Coeficiente de descanso retribuido.

G' - Masa de la pieza.
 q_1 - Precio del material en bruto.
 q_2 - Precio de los desechos.
 d - Diámetro del material en bruto
 L - Longitud.
 γ - Peso específico del material

K_v - Coeficiente de pagos complementarios.

2.8.1 Valoración económica.

Cálculo del costo total de fabricación, donde se tuvieron en cuenta varios indicadores como son:

2.8.2 Cálculo del costo material.

$$C = M + S_b + S_c + S_s + E$$

Ecuación (2.15)

C: Costo total.

M: Gasto de material.

S_b : Salario básico.

S_c : Salario complementario.

S_s : Aporte a la seguridad social.

E: Consumo de energía.

Datos:

Consumo de material por kilogramos, la pieza en bruto tiene un peso de 0,392 kg

Precio ACINOX del material en moneda libremente convertible 0,86 \$ / kg .CUC.

Precio de material en moneda nacional 2,85 \$ / kg. CUP.

Tabla 2.8 Determinación del gasto de amortización y mantenimiento

Gasto para amortizar las máquinas herramientas utilizadas.	Gasto por reparación y mantenimiento.	Gasto por consumo de energía eléctrica.
$C_1 = \frac{1,1 \cdot \alpha \cdot C_m}{100 \cdot 60 \cdot F \cdot \eta} \cdot T_c$	$C_2 = \frac{1,1 \cdot B \cdot C_m}{100 \cdot 60 \cdot F \cdot \eta} \cdot T_c$	$C_5 = \frac{N_m \cdot \varphi_m \cdot C_{kW}}{0,88 \cdot 60} \cdot T_c$
$\alpha = (10 - 16\%) = 14\%$ $\eta_{\text{Torno}} = 0,27$ $\eta_{\text{Fresadora}} = 0,49$ $\eta_{\text{Horno}} = 0,54$ $\eta_{\text{Rectificadora}} = 0,33$ $C_1 = \$ 1,63$	$B = (4,5 - 5\%) = 5\%$ $C_{m \text{ Torno}} = \$ 0,12$ $C_{m \text{ Fresadora}} = \$ 0,36$ $C_{m \text{ Horno}} = \$ 0,15$ $C_{m \text{ Rectificadora}} = \$ 0,16$ $C_2 = \$ 0,79$	$\varphi_m = (0,5 - 1) = 0,7$ $N_{m \text{ Torno}} = 0,079 \text{ kW}$ $N_{m \text{ Fresadora}} = 0,142 \text{ kW}$ $N_{m \text{ Horno}} = 0,68 \text{ kW}$ $N_{m \text{ Rectificadora}} = 0,02 \text{ kW}$ $C_{kW} = 0,20$ $C_5 = \$ 0,92$

Nota: C_2 y C_4 , se asumirán nulos.

$$H_a = C_1 + C_2 + C_5$$

Ecuación (2.16)

$$H_a = \$ 3,34$$

2.8.3 Cálculo del gasto material.

$$M = \text{Consumo}(kg) \text{ precio}(\$ / kg)$$

$$M = 0,392 \text{ kg} (0,86 \text{ CUC} + 2,85 \$ / kg)$$

Ecuación (2.17)

$$M = 0,34 \text{ CUC} + 1,12 \text{ CUP}$$

2.8.4 Cálculo del salario básico.

Para realizar este cálculo se utiliza los tiempos de cada operación de maquinado, multiplicado por la tarifa de los operarios en (\$/h) obtenemos el costo por pesos y la sumatoria de todos los costos nos da el salario básico, como se muestra en la Tabla 2.8.

Tabla 2. 8 Salario básico.

No.	Operario	Tiempo (h)	Tarifa del Operario (\$/h)	Costo (\$)
005	Torneado	0,52	1,96	1,02
010	Fresado	1,16	1,96	2,27
015	Tratamiento Térmico	1,40	2,18	3,01
020	Rectificado	0,41	1,96	0,80
Total				\$ 7,10

2.8.5 Cálculo salario básico.

$$S_b = \sum \text{costos}$$

$$S_b = \$ 7,10$$

Ecuación (2.18)

2.8.6 Cálculo salario complementario.

$$S_c = 0,15 \cdot S_b$$

$$S_c = 0,15 \cdot 7,10$$

$$S_c = \$ 1,1$$

Ecuación (2.19)

2.8.7 Cálculo aporte a la seguridad social.

$$S_s = 0,125 (S_b + S_c)$$

$$S_s = 0,125 (7,10 + 1,1)$$

$$S_s = \$ 8,20$$

Ecuación (2.20)

2.8.8 Cálculo consumo de energía.

Utilizando el tiempo en horas en cada operaciones de maquinado, multiplicado por la potencia de los motores eléctricos de las máquinas herramientas, obtenemos el consumo de energía en (kW – h), véase en la Tabla 2.9

Tabla 2.9 Consumo de energía.

No.	Operación	Tiempo (h)	Potencia (kW.)	Consumo (kW – h)	Tarifa de pago (\$kW-h)	Costo (\$)
1	Torneado	0,64	7,5	4,8	0,20	0,96
2	Fresado	2,69	5,5	14,80	0,20	2,96
3	Tratamiento térmico	0,78	15	11,70	0,20	2,34
4	Rectificado	0,16	3,5	0,56	0,20	0,11
	Total			31,86		6,37

Sustituyendo en la (Ecuación)

$$C = M + S_b + S_c + S_s + E$$

$$C = 1,12 + 7,10 + 1,1 + 7,62 + 8,20 + 0,34 \text{ CUC}$$

$$C = 25,14 \text{ CUP} + 0,34 \text{ CUC}$$

Ecuación (2.21)

Después de realizar los cálculos correspondientes la pieza tiene un costo de fabricación \$ 25,14 CUP y 0,34 CUC.

2.9 Impacto al medio ambiente en proceso de prestación de servicios en el Laboratorio de Magnitud Presión.

2.9.1 Residuos Generados.

Durante el proceso de prestación de los servicios de Metrología en el Laboratorio de Magnitud Presión, se utilizan lubricantes, líquidos y sólidos que generan residuos durante el proceso que afectan al medio ambiente, como se muestra en la figura 2.12 y 2.13. [12]



Figura 2.12 Lubricantes, líquidos y sólidos que generan residuos durante el proceso de producción y servicios en el Laboratorio de Magnitud Presión.



Figura 2.13 Residuos como derrame de agua, basura, aceites y Keroseno que inciden en la Protección del Medio Ambiente en el Laboratorio magnitud Presión.

Tabla 2.10 Residuos generados en el área del Laboratorio Magnitud de Presión.

Residuos generados	Disposición
Desechos Líquidos	<p>Agua: El agua es utilizada en la comprobación de los instrumentos de medición de los equipos de oxicorte, depositadas en una cámara separadora con el objetivo de no contaminar el instrumento de medición con aceite, debido a la función que realiza el mismo y la reacción química que se produce entre el aceite y el botellón de oxígeno. El derrame de agua en este el proceso se vierte en el suelo contaminada con residuos de aceite que se encuentran en el sistema hidráulico, no fluyendo a través de canales a trampas con sus rejillas, parando a alcantarillados y luego a la bahía santiaguera, no siendo recuperado.</p>
Desechos sólidos	<p>La estopa, paño y papeles: La estopa y los paños se utilizan para la limpieza de los instrumentos de medición a comprobar, se depositan en el cesto de la basura, posteriormente se almacena en un tanque, que luego comunales lo recogen y lo vierten en los vertederos.</p> <p>Documentos y hojas: Los sellos de verificación que traen los instrumentos que están vencido se quitan y juntos a los documentos de certificaciones y otros que se rechazan o forman parte de su caducación, se depositan en los cestos de basura, posteriormente a un tanque y luego son recogido por comunales y son vertido en los vertederos.</p>

<p>Residuos de Lubricantes</p>	<p>Aceites: Es utilizado en el cambio en el sistema hidráulico, por baja viscosidad del mismo. Estos se vierten al suelo en pequeñas proporciones por la presión aplicada a los instrumento donde quedan residuos, rotura ó salideros que causan estos problemas. Los cambios de aceites son recogidos en depósitos y luego por ser poca proporción se vierten a los alcantarillados, no siendo reciclado y entregado a Cubalub.</p> <p>Keroseno: Es utilizado para el mantenimiento de los conductos instalado en el sistema hidráulico y lavado de los agregados que compone el equipo. Durante la limpieza este residuo es derramado en pequeñas proporciones al suelo, siendo vertido al alcantarillado y luego a la Bahía santiaguera, no siendo reciclado, ni entregado a Cubalub.</p>
--------------------------------	--

Los procesos de servicios son contaminantes del medio ambiente por los desechos sólidos, líquidos y de lubricantes que se generan, los cuales son reciclables. La deposición de estos desechos líquidos, lubricantes y sólidos por periodos prolongados en el suelo adiciona a estos óxidos metálicos que contaminan el suelo y el subsuelo, por lo que se deben tomar medidas adicionales durante los procesos de servicios, transporte y almacenaje.

Los aceites más empleados en el sistema hidráulico del equipo es el aceite Multi A y Resino con una concentración que depende del material. Los aceites y líquidos, tanto convencionales como los llamados ecológicos, no son reciclables al ciento por ciento y en la mayoría de los casos van a parar a las redes de aguas albañales. Constituyen contaminantes poderosos del suelo y el subsuelo, y durante el proceso de producción se generan neblinas que se depositan sobre la piel y pasan a vías respiratorias de los operarios. Se debe aclarar que un galón de aceite es capaz de contaminar una tonelada de agua.

2.9.2 Principales daños ecológicos

- Ocasiona daños al suelo, subsuelo, agua fluviales y subterráneos entre otros.
- Alrededor del 30 % de la cantidad total de emulsión se fuga con las partes elaboradas, con la neblina o se evapora depositándose en los medios que se encuentran en los alrededores del proceso.
- La emulsión tiene que cambiarse regularmente debido a pérdidas por salpicaduras, derrame o por los mecanismos antes mencionados.
- La emulsión usada tiene que ser almacenada en depósito que eviten la contaminación.

2.9.3 Daños a la salud humana.

- Padecimientos dermatológicos, respiratorios o cancerígenos.

2.9.4 Sistema de gestión ambiental (SGA).

El sistema de gestión ambiental (SGA) constituye un proceso dinámico y cíclico que permite a las empresas “planificar-hacer-verificar- actuar” (PHVA) para la mejorar su desempeño ambiental; sin embargo este laboratorio aplica irregularmente este sistema, aunque los trabajadores conocen de la resolución emitida por el CITMA, adoptándose estrategias y medidas para disminuir el impacto medioambiental.

2.9.5 Estrategia para eliminar y/o mitigar los principales problemas ambientales presentes en el Laboratorio Magnitud Presión de Santiago de Cuba y perfeccionar la Gestión Ambiental.

- Establecer un programa de acción que envuelva las principales vías y actores a mitigar y solucionar los problemas ambientales del Laboratorio.

- Caracterizar las fuentes y focos contaminantes del Laboratorio y mantener actualizada esta información.
- Elaborar programas a corto, mediano y largo plazo para la solución de los problemas ambientales, en correspondencia con un grado de contaminación que provoca, la prioridad, importancia y disponibilidad de recursos para su ejecución.
- Solucionar a corto y mediano plazo los trabajos previstos en el programa para eliminar o mitigar las incidencias contaminantes del Laboratorio que vierte a la cuenca de Yarayó.
- Garantizar el control y la información sistemática del cumplimiento de los programas, medidas y otras acciones encaminadas a la protección del medio ambiente.
- Obtener resultados satisfactorios en las inspecciones ramales para la realización de diagnósticos.
- Incrementar el aprovechamiento económico y racional de los subproductos para su reciclaje.
- Asegurar que en las nuevas inversiones y programas de redimensionamiento industrial estén incluidas tecnologías para el tratamiento eficiente de los residuales que reduzcan, al mínimo la contaminación ambiental y conduzcan a la implantación de prestación de los servicios limpios en el Laboratorio.
- Investigar y poner en práctica según las posibilidades, y métodos de avanzada para la depuración de residuales.

2.9.6 Evaluación del impacto ambiental.

El área de Laboratorio tiene conocimiento de la Resolución 52/2010 sobre la Protección del Medio ambiente, cumplen de forma gradual con las indicaciones emitidas por el CITMA, elaborando plan de medidas y exigiendo el cumplimiento para garantizar la protección al medio ambiente y disminuir los efectos negativos que generan los procesos de producción por las materias primas utilizadas para la prestación de los servicios en busca del desarrollo de la sociedad industrial, medidas que se muestra en la tabla 2.5. También existen factores externos en la tecnología de los equipos, por sus años de explotación encontrándose en condiciones técnicas desfavorables para mantener una disponibilidad del 100% por el deterioro de algunas piezas y la carencia de piezas de repuestos.

La bahía santiaguera, suministra valiosos bienes y servicios por sus recursos costeros, siendo de gran importancia para el desarrollo de la ciudad y para su recuperación, teniendo condiciones que garantizan el desarrollo económico y social de la provincia mediante los planes nacionales que traza el país. Esta bahía no está ajena al deterioro de la calidad de sus aguas, a las alteraciones naturales de los ecosistemas marinos y al agotamiento de los recursos pesqueros, causados por la descarga de aguas residuales de las industrias y fluviales que transportan y concentran cantidades de contaminantes en la bahía, pudiéndose tomar como crítica que:

- El Laboratorio de Magnitud Presión facilita a la contaminación, ya que sus líquidos se vierten al suelo, no son recogidos y no se le da el tratamiento para evitar su contaminación.

- Algunos sólidos que se generan no son reciclados.

En el Laboratorio no existe un plan de manejo de productos químicos y desechos peligrosos elaborado bajo la resolución 136/2009 porque en el mismo no se utilizan estos productos, por tanto no tiene objetivo establecer el procedimiento a seguir en su implementación, teniendo en cuenta las regulaciones ambientales vigentes, en este se describen las actividades que se desarrollan en el proceso de prestación de los servicios.

2.9.7 Propuestas para solucionar impactos medio ambientales.

- 1.- Solicitar plan de inversión para la construcción de trampas con rejillas para los residuos que genera en el Laboratorio.
- 2.- Implementar talleres y curso para crear una cultura sobre los impactos ambientales y sus efectos.
- 3.- A través del movimiento del Forum y ANIR, con las ideas proyectar soluciones que minimicen la contaminación de los residuos que se vierten al suelo.

2.9.8 Plan de medidas para minimizar el impacto ambiental en el Laboratorio que se muestra en la tabla 2.11

Tabla 2.11 Plan de medidas para minimizar el impacto ambiental en el Laboratorio.

No.	Medidas	Responsable	Cumplimiento
1	Clasificar y almacenar los residuos sólidos y líquido en el área destinado para luego efectuar su gestión de entrega a las entidades correspondientes garantizando su reciclaje y envíos a materia prima.	Jefe de Departamento	Cada vez que se realice los servicios
2	Evitar el vertimiento de los desechos sólidos y líquidos al suelo	Técnicos	Diario
3	Crear trampas para las recogidas de los derrame de Aceite, Keroseno y líquidos	Directora	Julio - Octubre
4	Crear un sistema de limpieza para minimizar el derrame de la basura y papeles al suelo.	Auxiliar de limpieza	Diario

CONCLUSIONES

Después de haber realizado este trabajo podemos concluir que:

- Los materiales revisados han permitido formar el cuadro teórico referencial del presente trabajo que sirvió de base para definir que procedimientos y vías han de emplearse para lograr el objetivo del trabajo.
- Los objetivos del trabajo fueron cumplidos.
- La tecnología elaborada y su implementación permitirá llevar a cabo el proceso de recuperación de la bomba del manómetro patrón de pistón y pesas. MP-600 Clase exactitud 0,05.
- Como resultado de la puesta en servicio del equipo se prevén cambios en la calidad de los mismos y un considerable ahorro por concepto de sustitución de importaciones.
- Se evidenció que en laboratorio de la magnitud de presión se generan residuos líquidos (lubricantes) y sólidos (estopa, paño y papeles) que inciden en pequeñas proporción al medio ambiente, se estableció un procedimiento a seguir en su implementación, teniendo en cuenta las regulaciones ambientales vigentes.

RECOMENDACIONES

- Que se implemente la tecnología de fabricación del vástago de la bomba manual la cual permita el uso del Manómetro Patrón de Pistón y Pesas MP - 600.
- Cumplir rigurosamente con el sistema de mantenimiento establecido por el laboratorio, emplear el lubricante adecuado y realizar el cambio cuando este lo requiera.
- Convocar a la Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores (ANIR y BTJ) y otras organizaciones a continuar con la actividad de recuperación en aras de disminuir las problemáticas del banco de problemas de la oficina.

BIBLIOGRAFÍA

1. Isabel Reyes Ponce, Alejandra Hernández Leonard, Alma Delia Hernández Ruiz, Metrología para la vida – Editorial Científico Técnica.
2. NC OIML V2: 2012 vocabulario internacional de metrología – conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM). (OIML V2. 2010, IDT).
3. Dulce Maria Rivero, Herverto Alpía Cruz, Iraida Betancourt – Medición de Presion J.P. Puente, N.S.Pugashov.
4. Lago Barrio, M.: Proceso tecnológico para la recuperación de los elementos de presición. Tesis de Grado, UCLV, 1997-1998.
5. Morales Ruiz, Armando A. Manual de Mantenimiento y Reparación de Equipos Industriales, Editorial Pueblo y Educación, 1980.
6. Guliáev A. P. Metalografía, Tomo 1 y 2, Editorial MIR. Moscú.
7. Stiopin, P. A. Resistencia de Materiales, Editorial Pueblo y Educación MIR 1979.
8. Reshetov, D. Elementos de máquinas, Editorial Pueblo y Educación, 1975.
9. Morales Ruiz, Armando A. Manual de Mantenimiento y Reparación de Equipos Industriales, Editorial Pueblo y Educación, 1980.
10. Casillas, A. L. Máquinas. Cálculos de taller. Edición Hispano americana, 1981.
11. Martínez Pérez, Francisco e Ing. Gordón Cintra, Jorge. Teoría y Tecnología del Tratamiento Térmico, Editorial Pueblo y Educación, 1985.
12. NC ISO 14001: 2004 Sistema de Gestión de Medio Ambiental. Requisito con orientación para su uso.
13. Programa Profesional para diseño mecánico (INVENTO).
14. Rodríguez H. O., Lic. Pérez Herrera, Mercedes Lic. Fernández López, Guillermo, Ing. Pérez Leiva, Margarita y Ing. García Leiva, Jorge. Manual de trabajos prácticos de dibujo aplicado, Editorial Pueblo y Educación, 1986.

ORGANIGRAMA DE LA OTN SANTIAGO DE CUBA

Anexo 2

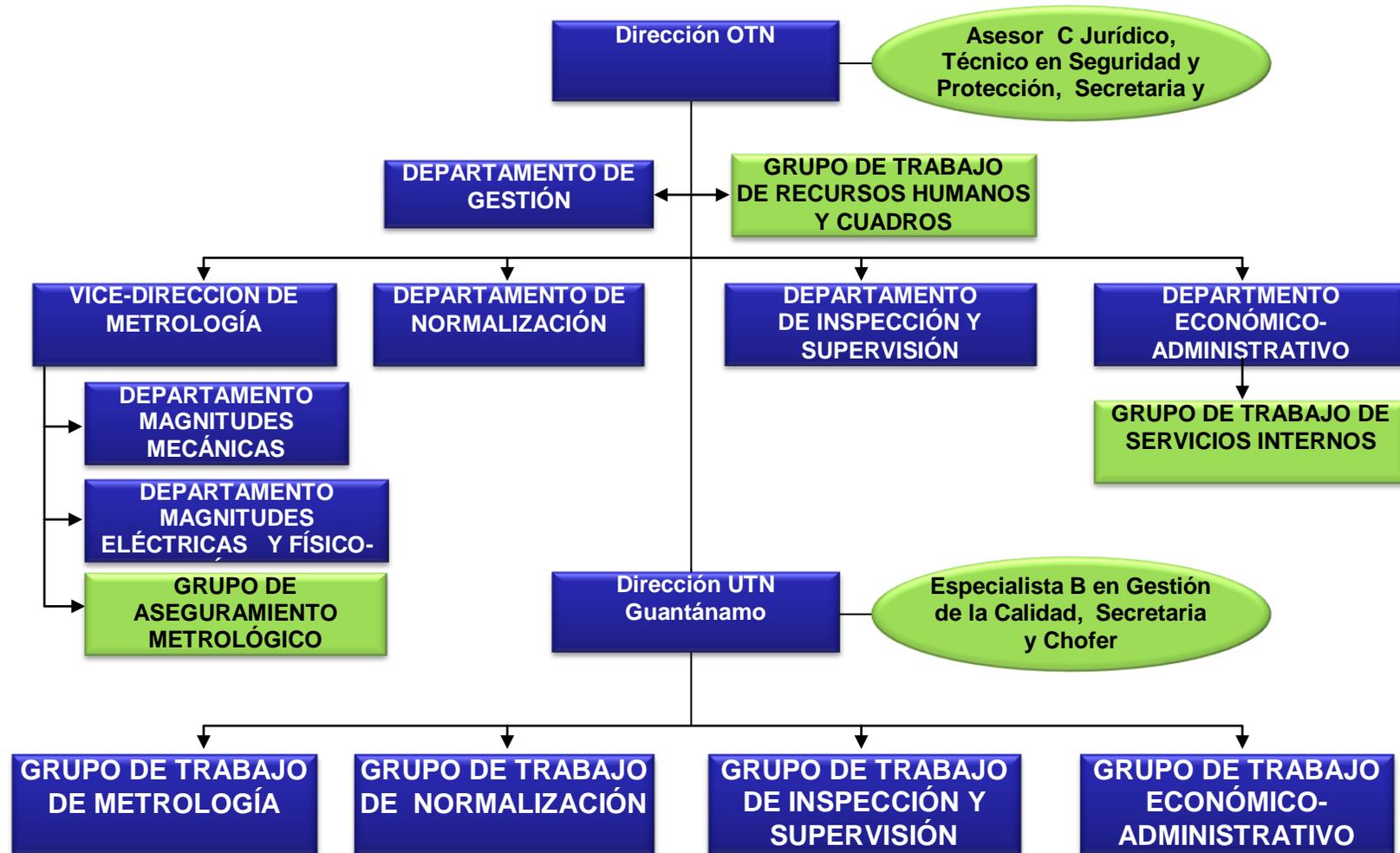


Diagrama de flujo de la Oficina Territorial de Normalización Santiago de Cuba.

Anexo 3

