



FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

Trabajo de Diploma

Título: Diseño de un dispositivo para calibrar y/o verificar cintas de medición y tecnologías de fabricación de sus componentes

Autora: Guiomara Nariño González.

Tutor: MSc. Ing. Juan Portuondo Moret.

2014

“Año 56 de la Revolución”

A close-up portrait of Fidel Castro, an elderly man with a grey beard and hair, wearing a green military-style jacket with a red star and yellow flowers on the lapel. He is looking slightly to the right with a thoughtful expression. The background is dark and out of focus.

Pensamiento.

“(...) El futuro de nuestra patria tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencias, tiene que ser un futuro de hombres de pensamiento porque precisamente es lo que más estamos sembrando; lo que más estamos sembrando son oportunidades a la inteligencia (...)”

Fidel Castro Ruz

Dedicatoria

DEDICATORIA

- *A la Revolución por permitirme la superación científica.*
- *A mi madre, por darme tanto apoyo a lo largo de mi carrera.*
- *A mi hija Yuriscel, flor de mi inspiración y razón de mi existencia.*
- *A todas las personas que me prestaron su ayuda incondicional.*

Agradecimientos

AGRADECIMIENTOS

- *A mi madre, pues sin su cariño, amor y ternura jamás hubiera sido capaz de llegar a este nivel de la carrera, por eso en este momento tan importante de mi vida, mi eterno agradecimiento para ti madrecita.*
- *A mi hija Yuriscel, motor impulsor y hombro de apoyo en mi vida.*
- *A mis esposo, ya que sin su apoyo incondicional no se hubiera logrado el objetivo de este trabajo.*
- *A mi tutor, por toda la ayuda brindada en cualquier momento necesitado.*
- *Al profesor MSc. Ing. Juan Prado Barroso por su apoyo incondicional.*
- *Al profesor MSc. Ing. Héctor Tomajón por su apoyo incondicional.*
- *A mi compañero de trabajo MSc. Ing. Julio Alberto Gavilán Yodú por su apoyo incondicional.*
- *A todos los profesores del Departamento de Manufactura y Materiales de la facultad de Ingeniería Mecánica en especial a los profesores MSc. Ing Rolando Carreres, MSc. Ing Rafael Chapnma Patterson, Ing. Jorge Félix Calzadilla Rosabal, por todas las ayudas brindada.*

- *A mis amigos y compañeros: Katia, Aralis, Jorge S, Leyvis, Walquidia, Geovanis, Liset, Alexis, Dagmaris, Corella, Hilda, Ana I, Juan C, Carmen M, Antolín, Fabar, Eris, Virgen G, Zulía, Yoandra, Mileidy, Pantoja, Reinier, Yela, Norge trabajador de la empresa de RETOMED y a Eloina por su amistad y apoyo incondicional.*
- *A mis fieles amigos de aula ya que siempre nos hemos apoyado a lo largo de la carrera.*
- *A todas las personas que de forma desinteresada contribuyeron al logro de los objetivos de este trabajo.*

A todos muchas gracias

Índice

INDICE

No	Contenido	Pág.
	Introducción.	1
1.0	Capítulo 1 Estado actual de análisis de las instalaciones y dispositivos para calibrar y/o verificar cintas de medicino y su proceso de manufactura.	5
1.1	Consideraciones metrológicas.	5
1.1.2	Caracterización del objeto de medición. Cinta de medición.	8
1.2	Reseña sobre las características constructivas y funcionamiento de los dispositivos de medición para la calibración y verificación de las cintas de medición.	10
1.2.3	Dispositivos existentes a nivel nacional.	10
1.2.4	Dispositivos existentes a nivel internacional.	11
1.2.5	Ventajas y desventajas de los dispositivos existentes.	15
1.3	Consideraciones generales sobre los procesos de manufactura.	16
1.3.1	Definiciones relacionadas con el proceso de manufactura y sus partes.	17
1.3.2	Clasificación de los procesos de manufactura.	18
1.3.3	Proceso tecnológico y sus elementos.	20
1.3.4	Diseño de procesos tecnológicos para la manufactura de piezas típicas.	21
1.4	Materiales recomendados para la fabricación de instrumento de medición.	21
1.4.1	Materiales de posible empleo alternativo para la fabricación de dispositivos de medición.	22
2.0	Capitulo 2: Diseño y tecnología para el proceso de fabricación de dispositivos para calibrar y/o verificar cintas de medición.	23
2.1	Consideraciones de diseño del dispositivo para calibrar y/o verificar cintas de medición.	23
2.1.2	Funcionamiento del dispositivo.	25
2.2	Material a utilizar para la fabricación de la bancada del dispositivo.	27
2.3	Cálculo del momento de inercia respecto al eje neutro x.	28
2.3.1	Cálculo de la flecha máxima.	31
2.4	Tecnología de fabricación.	32
2.4.1	Documentación tecnológica.	32

2.5.	Valoración técnica- económica.	44
2.6	Impacto al medio ambiente.	51
2.6.1.	Estrategia para eliminar y/o mitigar los principales problemas ambientales	53
	Conclusiones.	57
	Recomendaciones.	58
	Referencias bibliográficas.	59
	Anexos.	

Resumen

RESUMEN

En el presente trabajo de diploma se hace un estudio acerca de instalaciones y dispositivos para calibrar y/o verificar cintas de medición existentes en otros centros metrológicos, se hace con el objetivo de determinar la factibilidad para su implementación en el laboratorio de longitud y ángulo de la Oficina Territorial de Normalización, ya que en la misma no se cuenta con una instalación que pueda garantizar la trazabilidad de las cintas de medición en el territorio oriental. El estudio incluye la elaboración de los planos de piezas del dispositivo, con los datos correspondientes, la selección de los materiales a utilizar, los cálculos del diseño, utilizando el método de ecuaciones universales en la línea elástica de la viga. Asimismo se presentará la ruta tecnológica a seguir para la confección del dispositivo, utilizando las maquinarias existentes en los talleres de la empresa de RETOMED y se hará una valoración económica comparándose con los precios actuales en el mercado mundial.

Palabras claves: Diseño, Tecnología de fabricación, Dispositivo de calibración y/o verificación, Cintas de medición.

Abstract

Abstract

In the present diploma work it is made a study about facilities and devices to calibrate and/or to verify existing tapes of measurement in other metrológicos centers, takes control of the objective to determine the feasibility for its implementation in the laboratory of length and angle of the Territorial Office of Normalization, since in the same one it is not counted on an installation that can guarantee the trazabilidad of tapes of measurement in the Eastern territory. The study includes the elaboration of the planes of pieces of the device, with the corresponding data, the selection of the materials to use, the calculations of the design, using the method of universal equations in the elastic line of the beam. Also the technological route will appear to follow for the preparation of the device, using the existing machineries in the factories of the RETOMED company and an economic valuation will be done comparing itself with the present prices in the world-wide market.

Key words: Design, Technology of manufacture, Device of calibration and/or verification, Tapes of measurement.

Introducción

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el hombre comienza a desarrollar el concepto de mediciones, como una condición básica necesaria para el desarrollo de la ciencia, la técnica, la producción y los servicios.

El campo del conocimiento relacionado con las mediciones se denomina Metrología. Dicho de la manera más simple, **la metrología es la ciencia de las mediciones, se ocupa del estudio de las unidades, métodos e instrumentos de medición que garantizan la uniformidad y requerida exactitud de las mediciones.** [1]

Las mediciones son las principales fuentes de información de las propiedades y características de las materias prima, materiales y artículos de consumo y sobre todo de la eficiencia de los procesos tecnológicos. Sobre esta base se efectúa la contabilidad, corrección y perfeccionamiento técnico de todos los componentes de la producción; de aquí que la insuficiencia o falsedad de estas informaciones lleve a la desorganización de la producción y a cuantiosas pérdidas materiales y económicas, con la posible afectación al ser humano y el medio ambiente.[1] En el comercio interno e internacional, la metrología desempeña un papel fundamental para garantizar la trazabilidad de las mediciones, usando instrumentos de medición, que aseguren resultados confiables.

Para el desarrollo de este trabajo, se ha tomado como referencia la Oficina Territorial de Normalización (OTN), unidad presupuestada de subordinación nacional, adscrita al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), situada en la región oriental en la actual provincia de Santiago de Cuba, con una Unidad Territorial de Normalización en la provincia de Guantánamo. Esta entidad tiene como **Objeto Social, Misión y Visión** lo siguiente.

El objeto social está amparado por la resolución No. 313 de fecha 25 de Mayo de 2012, dictada por el Ministerio de Economía y Planificación, siendo el siguiente:

1. Brindar servicio de capacitación a las empresas y demás entidades en materia de normalización, metrología y calidad.
2. Ofertar servicios de verificación de instrumentos de medición.
3. Prestar servicios de calibración de instrumentos de medición a empresas.

4. Brindar servicios de consultas y efectuar la comercialización mayorista y minorista de normas y demás documentos especializados en normalización, metrología y calidad a empresas.
5. Organizar talleres y otros eventos en normalización, metrología y calidad a empresas mixtas.
6. Brindar servicios de auditores de tercera parte y expertos técnicos a solicitud de la Oficina Nacional de Normalización.
7. Brindar servicios de evaluadores a solicitud y en nombre del Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba.

Para cumplir con el objeto social se ha tomado como punto de partida fundamental el cumplimiento de la **Misión** de la organización, así como la **Visión** prevista a alcanzar.

Misión: Contribuir al mejoramiento de la calidad de la producción y los servicios, en función del crecimiento de la economía, así como de la calidad de vida de la población a través de la aplicación de la Política Estatal en materia de Normalización, Metrología y Calidad.

Visión: La OTN Santiago de Cuba es una organización líder en materia de Normalización, Metrología y Gestión de la calidad, su influencia coadyuva a la eficiencia y eficacia empresarial y a la continua elevación de la cultura de la calidad del pueblo. El resultado de sus acciones tiene una positiva incidencia en la economía de los territorios Santiago de Cuba y Guantánamo, en la inserción de esta en el mercado.

En el país contamos con 4 Oficinas como la de nuestra investigación, existiendo las bases de patrones con las que cuentan cada una de ellas y el nivel profesional de los técnicos, cada una cumpliendo su encargo estatal en los territorios.

Para el desempeño de sus funciones la OTN dispone de una estructura laboral con una fuerza humana especializada y de un proceso tecnológico con equipos generalmente importados del exterior (ex unión soviética).

Respecto a su estructura organizativa (ver anexo I) se destaca la vice dirección de metrología, a la cual se subordinan cuatro departamentos o áreas de trabajo. Uno de ellos es el laboratorio de longitud y ángulo, el cuál tiene como función garantizar la

trazabilidad de los equipos de mediciones lineales y angulares. En estos momentos el laboratorio no puede garantizar la trazabilidad de las cintas de medición del territorio oriental, por falta de un dispositivo o instalación de medición, que permita **apoyar, tensar y ajustar a cero** las cintas patrón y de trabajo.

Las cintas de medición deben de estar calibradas y/o verificadas ya que es de gran importancia garantizar la trazabilidad de ellas, dado a que sus respuestas no son estables, debido a múltiples y diferentes causas que pueden superar los valores de errores permisibles. Dentro de estas causas de variaciones se puede incluir el envejecimiento del equipo, deterioros, limpiezas inadecuadas.

Por todo lo anteriormente planteado, en este trabajo se propone como problema a resolver:

Problema: La inexistencia de un dispositivo para la verificación y calibración de cintas de medición, en el laboratorio de longitud y ángulo de la OTN de Santiago de Cuba.

Objeto de la investigación: Dispositivo para el apoyo, tensado, regulación del cero de la cintas de medición para el proceso de calibración y verificación.

Campo de acción de la investigación: El diseño y las tecnologías de fabricación de componentes.

Objetivo de la investigación: Proponer el diseño y las tecnologías de fabricación de partes componentes, de un dispositivo para la calibración de cintas de medición.

Hipótesis de la investigación: Si se logra diseñar un dispositivo para el apoyo, tensado y regulación del cero de las cintas de medición, con criterios técnico-económicos, se podrá realizar su manufactura, lo cual contribuirá al mejoramiento continuo de la calidad e incremento de los servicios del laboratorio.

Objetivos específicos de la investigación

Para validar la hipótesis y resolver el problema planteado se proponen las tareas siguientes:

1. Estudiar el estado actual de análisis acerca de las instalaciones y dispositivos para calibrar y/o verificar cintas de medición.
2. Proponer el diseño y tecnología de fabricación del dispositivo.
3. Proponer la ruta y carta tecnológica de algunas piezas componentes del dispositivo.
4. Realizar una valoración económica y medio ambiental.

Métodos empleados en la investigación

Métodos Teóricos.

- Análisis y síntesis de la información adquirida para conformar el marco teórico.

Métodos Empíricos

- Observación y medición de partes de dispositivos existentes
- Entrevista a técnicos que trabajan con dispositivos similares.

Métodos Matemáticos

- Cálculo de deformaciones en el dispositivo, cálculo relacionado con el proceso de manufactura y valoración económica.

Significación práctica de la investigación: La implementación del dispositivo para la calibración de cintas de medición permitirá incrementar la cantidad de servicios de verificación y/o calibración, así como, utilizar el dispositivo en las prácticas del proceso docente-educativo, para el buen desempeño del laboratorio de mediciones de longitud y ángulo.

La validación de esta hipótesis tendría repercusión positiva en los servicios, ya que de esta forma permitiría mantener estabilidad en la prestación de servicios, con mejores condiciones de explotación, garantizando la verificación y calibración de las cintas de medición.

Capítulo 1

CAPÍTULO 1

Estado actual de análisis de las instalaciones y dispositivos para calibrar y/o verificar cintas de medición y su proceso de manufactura.

En este capítulo se exponen los resultados y conclusiones, a partir de una actualizada revisión de la literatura, sobre el estado actual y fundamentos que sustentan teóricamente la temática, con el objetivo de correlacionar los aspectos tratados y precisar los objetivos y el diseño metodológico de la investigación.

1.1. Consideraciones metrológicas

La Medición es el conjunto de actos experimentales que tiene por objetivo determinar el valor de una magnitud específica u objeto de medición, denominado mensurando, de acuerdo a una serie de operaciones bien definidas. Entre estos actos experimentales pueden figurar operaciones con los medios técnicos y debe haber al menos un acto de observación, este proceso se caracteriza por la adquisición de datos, el tratamiento de los mismos y la expresión del resultado final. [2]

El resultado de una medición depende de tres elementos fundamentales: equipos e instalaciones, procedimientos y personal. Una medida no puede ser confiable si alguno de estos elementos no está presente de manera apropiada.

La Trazabilidad es la propiedad del resultado de una medición o de valor de un patrón, tal que éste pueda ser relacionado a referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas, esta propiedad permite que los resultados de mediciones de la misma magnitud sean comparables [2].

Los eslabones de la cadena ininterrumpida de comparaciones están constituidos de calibraciones o mediciones, por lo cual tienen incertidumbres de medición asociadas, cabe señalar que los valores de las incertidumbres aumentan en la medida que el eslabón se aleja más de la referencia determinada, origen de la cadena. El otro extremo de la cadena se encuentra en la medición que realiza el usuario.

Al comparar dos medidas, se consideran la diferencia de sus mejores estimados, representados por sus promedios corregidos por los errores pertinentes, la incertidumbre de cada medición y se aplican criterios estadísticos de equivalencia.

Los resultados de medición y los valores de los patrones se integran en una cadena llamada cadena de trazabilidad, que va desde una referencia, como los patrones nacionales hasta la medición en piso. (Figura 1.1)

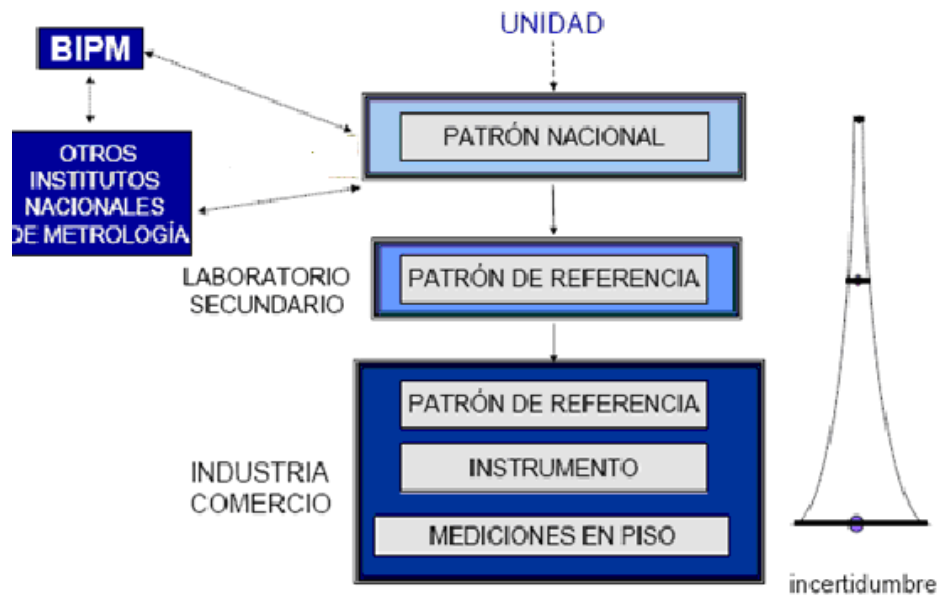


Figura1.1 Cadena de trazabilidad Adaptado de [3].

Las flechas que unen los patrones y las mediciones en piso representan las calibraciones correspondientes.

Patrón de referencia: Es aquel patrón de la más alta calidad metrológica disponible en el lugar dado o en una organización determinada, de la cual se derivan las mediciones realizadas en dicho lugar.

Patrón de trabajo: Es aquel patrón que se utiliza corrientemente para calibrar o controlar medidas materializadas, instrumentos de medida o materiales de referencia.

La calibración es la actividad por la cual se disemina la unidad desde su origen definitorio hasta las mediciones necesarias en el lugar de producción. Debe notarse que **la calibración consiste en encontrar la relación entre las indicaciones del instrumento y los valores del patrón**, no implica formalmente hacer ajuste alguno,

aunque es conveniente realizar los ajustes en los instrumentos al momento de calibrarlos con el propósito de facilitar su uso.

La **incertidumbre de medición** es el parámetro asociado al resultado de medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser razonablemente atribuidos al mensurando, es decir, es una forma de expresar de hecho de que para un mensurando y su resultado de medición, no hay un solo valor, sino un infinito número de valores dispersos alrededor del resultado de la medición [4].

Tiene sus causas en la imperfección de los elementos que intervienen en la medición, como ejemplos, la definición imperfecta del mensurando –magnitud sujeta a medición- contribuye a la incertidumbre de los resultados; las limitaciones del instrumento para mostrar toda la información que recaba, contribuye también a la incertidumbre.

Una descripción estadística incluye los promedios de las lecturas de las magnitudes que influyen en la medición, la varianza o la desviación estándar de tales lecturas, y en general información sobre la función de densidad distribución de probabilidad o sobre la función de distribución de probabilidad asociada a cada una de tales magnitudes.

Adicionalmente, es necesario desarrollar o aplicar un modelo de la medición para combinar apropiadamente los efectos de las distintas magnitudes en el mensurando. El proceso aceptado para estimar la incertidumbre de las medidas se encuentra en *Guide to the expression of the uncertainty in measurement, BIPM, Guía para la expresión de la incertidumbre en los resultados de las mediciones*.

Importancia de las mediciones

Toda la existencia del hombre está vinculada con los conceptos de número y medición, de los que dependen las más trascendentales decisiones, para su vida y para su actividad personal y social; al respecto **Lord Kelvin** expreso: **“Suelo decir, que cuando se puede medir aquello de que se habla y expresarlo en números, se sabe algo sobre ello, pero nuestro saber es deficiente e insatisfactorio, mientras no somos capaces de expresarlo en número, podemos estar en el comienzo, pero nuestro conceptos apenas habrían avanzado en el camino de la ciencia, y esto cualquiera que sea la materia de que se trate.”**

Una breve reflexión sobre lo anterior nos conduce a subrayar algunos aspectos, entre otros, que hacen evidente la importancia de las mediciones [5], ejemplos:

- Contribuir a la obtención de las evidencias científicas válidas para la credibilidad de los resultados de la investigación científica.
- Constituyen la base sobre la cual se fundamentan todas las transacciones comerciales.
- Son las principales fuentes de información sobre la eficiencia de los procesos tecnológicos, garantizando la optimización y calidad de los mismos.

1.1.2. Caracterización del objeto de medición. Cinta de medición.

Se denomina **instrumento de medición** a todo dispositivo destinado a realizar una medición, solo o en unión de otros dispositivos suplementarios, poseen una escala graduada que permite establecer la proporcionalidad entre la magnitud que deseamos medir y su correspondiente patrón. Los instrumentos de medición pueden ser agrupados para formar complejos sistemas e instalaciones de medición, que pueden ser diferentes en cuanto a: construcción, principio de funcionamiento y magnitudes que miden, también comprenden las medidas materializadas y transductores de medición [8]. Independientemente de sus construcciones, principios de funcionamiento y magnitudes que miden, a los instrumentos de medición les son comunes una serie de características metrológicas que debemos tomar en cuenta para poder juzgar si afectan de alguna manera las medidas que estamos realizando y poder determinar así mismo la veracidad de las anteriores.

La cinta medición es un instrumento de medición, con la particularidad de que está construida en chapa metálica flexible o una lámina de fibra de vidrio, dividida en unidades de medición (milímetros, centímetros, metros, etc.) y que se enrolla en espiral dentro de una carcasa metálica o de plástico, algunas de estas carcasas disponen de un sistema de freno o anclaje para impedir el enrollado automático de la cinta y mantener fija alguna medida precisa, de esta forma son utilizadas en medición de distancias, las más usadas son las de 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50 y 100 m.

Campo de aplicación de la cinta de medición

Se trata de instrumentos portátiles para medir longitudes con baja precisión y como su propio nombre lo indica consiste en cintas de mediciones flexibles con una escala graduada; suelen ser metálicas o de tejido muy resistente y de pequeño espesor, lo que les confiere flexibilidad [6]. En muchos casos el origen de la escala de trazos consiste en algún tope o anilla para facilitar su contacto o sujeción, lo cuál no afecta a los procesos de calibración.

Identificación de la cinta de medición

Para poder ser objeto de certificación oficial la cinta de medición flexible de trazos deben estar marcadas de forma permanente, con los siguientes datos como mínimo: Marca número de serie [7]. Siendo recomendable que incluyan además modelo, campo de medida, división de escala (figura 1.2). Si la cinta flexible de trazos a calibrar o verificar no lleva grabada la identificación mínima indicada, el Laboratorio de Calibración podrá exigir la grabación de un identificador apropiado como requisito para la emisión del Certificado Oficial de Calibración.

En la actualidad debido al amplio desarrollo que ha tenido el uso de la cinta de medición, son muy diversos los métodos que se emplean para la medición y caracterización de las misma. Además existen diversas instalaciones para realizar la calibración y/o verificación de la misma.



Figura 1.2. Identificación de la cinta de medición

1.2. Reseña sobre las características constructivas y funcionamiento de los dispositivos de medición para la calibración y verificación de las cintas de medición

Existen a nivel nacional e internacional numerosos equipos para realizar la calibración y verificación de la cinta de medición, modelos con tecnologías más desarrolladas que la existente en el país. A nivel nacional se cuenta con tres dispositivos, los cuales están contruidos con estructuras similares, pero diferenciados por su longitud.

1.2.3. Dispositivos existentes a nivel nacional

INIMET (Instituto Nacional de Investigación Metrológico Ciudad Habana). Este laboratorio posee un dispositivo de longitud hasta 1 m, está construido de acero inoxidable, el cuál garantiza la trazabilidad de las cintas de medición de todas longitudes, utilizando como patrón una cinta de una exactitud superior a la que se compara y el método empleado para realizar los servicios de calibración y verificación es el de comparación directa.



Figura 1.3. Dispositivo del INIMET (Habana)

OTN Villa Clara. Este laboratorio cuenta con un dispositivo que garantiza la trazabilidad a cintas de grandes longitudes, mayores de 10 m, está construido de acero inoxidable, utilizando como patrón una cinta de una exactitud superior a la que se compara y el método empleado para realizar los servicios de calibración y verificación es el de comparación directa.



Figura 1.4. Dispositivo OTN Villa Clara

OTN Holguín: Este laboratorio cuenta con un dispositivo el cuál garantiza la trazabilidad a cintas mayores de 5 m, está construido de acero inoxidable, utilizando como patrón una cinta de una exactitud superior a la que se compara y el método empleado para realizar los servicios de calibración y verificación es el de comparación directa.



Figura 1.5. Dispositivo OTN Holguín

1.2.4 Dispositivos a nivel internacional

Estos dispositivos en general incorporan un sistema de visión específico para el reconocimiento y tratamiento de imágenes. Los mismos permiten también la calibración de cintas de medición de alta exactitud. Ejemplo de ello se ilustra en las figuras 1,6 y 1.7.



Figura 1.6. Dispositivo con tubo óptico y un banco de calibración



Figura 1.7. Dispositivo con tubo óptico

Una versión más desarrollada de estos dispositivos se caracteriza por disponer de instalaciones automatizadas, cámaras Web, banco de calibración y un sistema láser de alta exactitud (Figura 1.8 y 1.9).



Figura 1.8. Acoplamiento de un sistema de visión de alta exactitud.



Figura 1.9. Instalación automatizada con cámaras Web.

Comprador de interferencia automático para la verificación de cinta de medición

El comparador automático de interferencia para la verificación de cinta de medición mediante longitudes de ondas, figura 1.10, forma parte del patrón nacional de unidades longitud. En este comprador longitudinal se coloca la cinta métrica que se verifica sobre un carro de medición deslázale. Sobre este se halla montado fijo un prisma triple que constituye un reflector de un interferómetro Michelson. La cantidad de banda de interferencia de una radiación monocromática, correspondiente al desplazamiento del carro de medición, es contada automáticamente e interpolada adicionalmente para elevar la resolución del equipo. El microscopio fotoeléctrico o para la ubicación de los

trazos está unido firmemente a la base del comparador y no posee ningún elemento vibrador, El comparador en sí está amortiguado con cojines de aire contra las vibraciones [8].

Las mediciones se realizan con un movimiento uniforme del carro de medición (método dinámico de medición mediante accionamiento neumohidraulico al pasar los trazos de la escala por el eje óptico del microscopio. La determinación de la posición de los trazos puede realizarse por dos variantes diferente. En dependencia de los métodos utilizados para la ubicación de los trazos se alcanza una resolución de hasta 800λ .

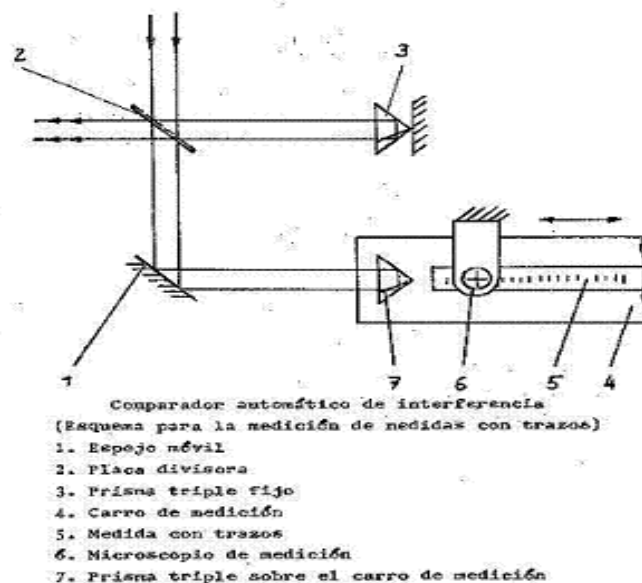


Figura 1.10. Comprador de interferencia automático para la verificación de cinta de Medición.

Del análisis realizado se constata que:

En general estos dispositivos para calibrar y/o verificar cinta de medición son un medio auxiliar de medición que incorporan en su principio de trabajo como método de medición mas adecuado el de comparación directa.

Es necesario disponer de una bancada longitudinal, metálica resistente a la corrosión, de gran longitud, que permita apoyar sobre él la cinta a calibrar y/o verificar en toda su longitud, disponiendo de elementos para la correcta medición, sujeción y tensión de las cintas.

En calidad de elemento de lectura se dispone de un microscopio ó un carro de medición que se desliza sobre la bancada que permite el enrase sobre los trazos, ligado a algún patrón de medida longitudinal, como puede ser una regla patrón, cinta patrón de trazos ó un láser de medida por desplazamientos.

Referente a las ventajas y desventajas de los dispositivos existentes a nivel nacional se señalan las siguientes:

1.2.5. Ventajas y desventajas de los dispositivos existentes

Ventaja de los dispositivos existentes a nivel nacional

- Son elementos auxiliares, fáciles de operar.
- Garantizan la calidad del proceso de calibración y /o verificación.
- Construcción menos costosa.
- Fácil de construir.

Desventajas de los dispositivos existentes a nivel Nacional

- No tienen la posibilidad de garantizar la trazabiidad a cintas de todas las longitudes.
- El ajuste de regulación de cero de estos dispositivos se realizan de forma manual, esto puede traer como consecuencia que el proceso se demore hasta lograr su ajuste.

Ventaja de los dispositivos existentes a nivel Internacional.

- Son mas sofisticado
- Las calibraciones y las verificaciones de las cintas son rápida y garantizan mayor exactitud en proceso de calibración y /o verificación.
- Tienen la posibilidad de garantizar la trazabiidad a cintas de todas las longitudes.

Desventajas de los dispositivos existentes a nivel Internacional.

- Construcción más costosa.

- Difícil de construir.
- Difícil de adquirir

1.3. Consideraciones generales sobre los procesos de manufactura

Construcción de Dispositivos.

El estudio para la fabricación de un dispositivo 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 dispositivo.

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 del dispositivo. [9]

Las **características principales** a las cuales hay que atenerse son las siguientes:

- Dimensiones de las piezas que se han de obtener.
- Grado de exactitud exigido.
- 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 desee producir.

1.3.1. Definiciones relacionadas con el proceso de manufactura y sus partes.

La calidad de un producto o servicio está relacionada íntimamente y de manera fundamental con la gestión que desarrolle la empresa encargada de producir o fabricar dicho producto o brindar un determinado servicio. [10]

Fabricar significa planificar un conjunto de actividades por medio de las cuales se obtiene a partir de una cantidad de material dada, un producto de mercado con una forma, tamaño, exactitud, precio y aspecto previamente determinados. [11]

Para ello son utilizados diferentes métodos o procesos de elaboración a los que les precede la preparación del material sin forma.

La manufactura es una actividad importante desde el punto de vista tecnológico económico e histórico. Como campo de estudio en el contexto moderno puede definirse de dos maneras diferentes: tecnológica y económica

Tecnológicamente es la aplicación de procesos físicos – químicos que alteran la geometría, las propiedades, o el aspecto de un determinado material para elaborar partes o productos terminados. Los procesos para la realización de la manufactura involucran una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual, tal como se describe en la figura 1.10. En este modelo general de las operaciones de proceso, el material entra en el proceso, la maquinaria y las herramientas aplican la energía para transformar el material objeto de tratamiento mecánico y la pieza sale del proceso. Como se ilustra en el modelo, la mayoría de las operaciones de producción producen desechos o desperdicios, ya sea como un aspecto natural del proceso (por ejemplo material removido en un proceso de maquinado) o en forma de ocasionales piezas defectuosas. Un objetivo para tener presente en la manufactura es la reducción del desperdicio en cualquiera de estas formas.

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 1.11.

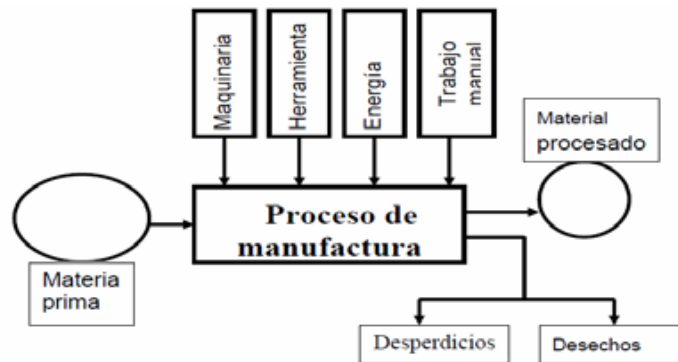


Figura 1.10: La manufactura definida como un proceso técnico

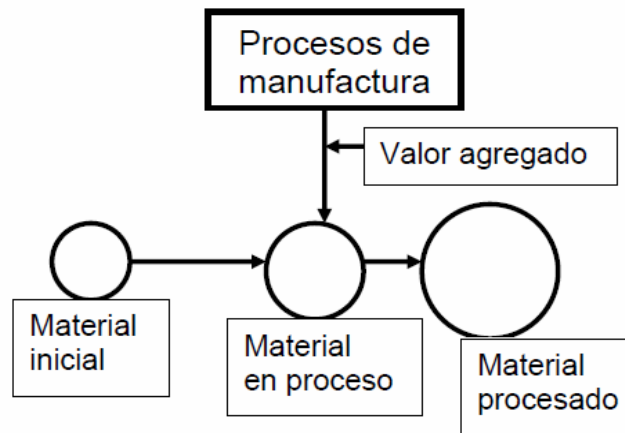


Figura 1.11: La manufactura definida como un proceso económico

1.3.2. Clasificación de los procesos de manufactura

Los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos básicos:

- a) Operaciones de proceso.
- b) Operaciones de ensamble.

Operación de proceso transforma una materia de trabajo de una etapa a otra más avanzada, que la sitúa cerca del estado final deseado para el producto. Esto le agrega valor al cambiar la geometría, las propiedades o la apariencia al material inicial. Por

ejemplo, las operaciones de proceso se ejecutan sobre piezas de trabajo, pero algunas de ellas se aplican también a artículos ensamblados.

Operación de ensamble une dos o más componentes para crear una nueva entidad llamada ensamble, subensamble o cualquiera otra manera que se refiera al proceso de unir (por ejemplo, a un ensamble soldado se le llama conjunto soldado). En la figura 1.8 se presenta una clasificación de procesos de manufactura, algunos de estos procesos tienen sus raíces en la antigüedad.

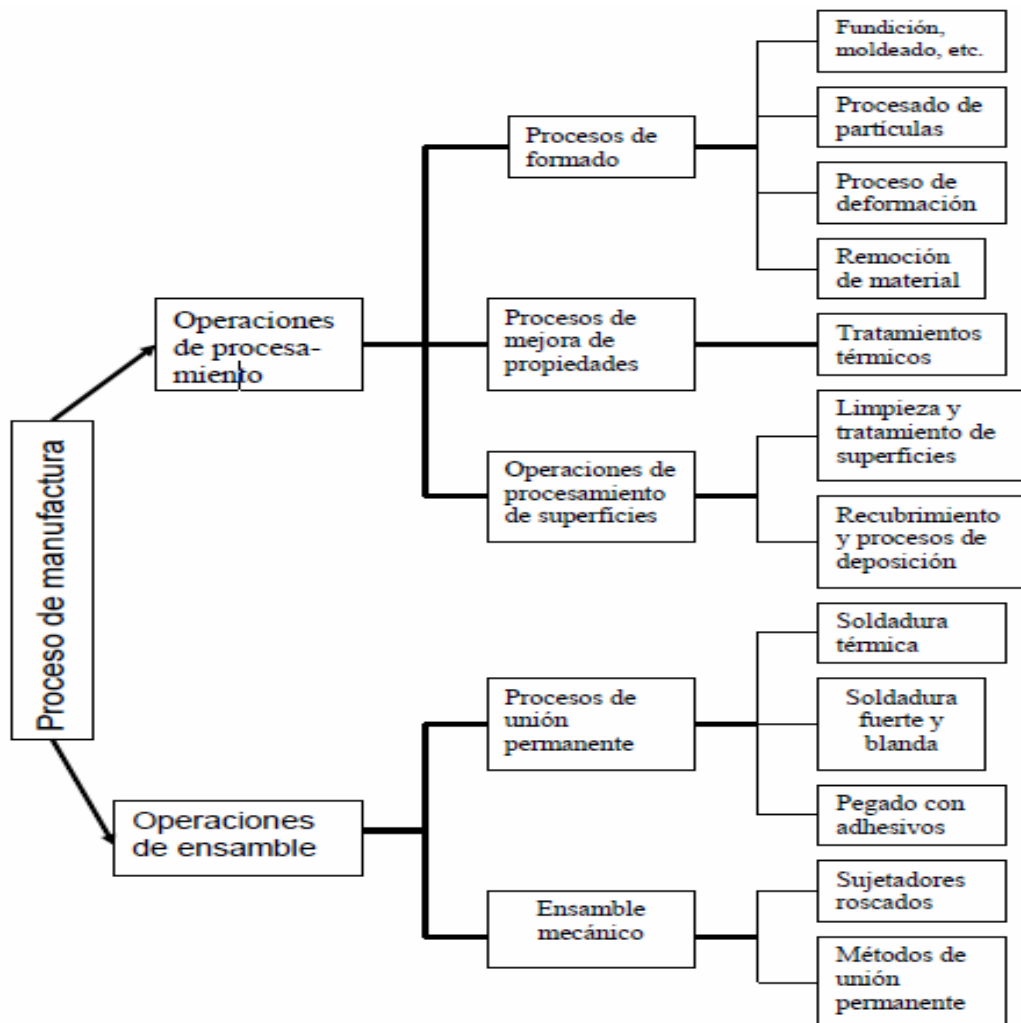


Fig. 1.12. Clasificación de los procesos de manufactura

1.3.3. Proceso tecnológico y sus elementos

Se interpreta por proceso tecnológico la parte del proceso de producción que contiene las acciones para transformar o determinar el estado de un objeto de trabajo [12]. El proceso tecnológico está relacionado con el cambio sucesivo de la forma, dimensiones y calidad de la superficie de la pieza en bruto, desde su llegada al puesto de trabajo hasta la obtención de la pieza acabada. El proceso tecnológico puede ser dividido de las formas siguientes:

1. Según el método de elaboración:

- a) Proceso tecnológico por maquinado o remoción de material.
- b) Proceso tecnológico por conformado.
- c) Proceso tecnológico por fundición.
- d) Proceso tecnológico por soldadura.
- e) Proceso tecnológico por tratamiento térmico.
- f) Proceso tecnológico de ensamble.

2. Según característica de los artículos por producir:

- a) Proceso tecnológico típico: es el proceso tecnológico de elaboración o reparación de un grupo de artículos, con características tecnológicas y de diseño diferente.
- b) Proceso tecnológico en grupo: es el proceso tecnológico de elaboración de un grupo de artículos de diferentes configuraciones, en condiciones concretas de producción y en puestos de trabajo especializados.
- c) Proceso tecnológico normalizado: es el proceso tecnológico establecido por una norma. Para que el proceso tecnológico pueda llevarse a efecto, son necesarios procesos auxiliares que no ocasionan cambios cualitativos en el objeto de trabajo. Por ejemplo, proceso de transporte de los materiales y piezas, proceso de almacenaje, proceso de embalaje, ensayo y otros.

1.3.4. Diseño de procesos tecnológicos para la manufactura de piezas típicas.

El diseño de los procesos tecnológicos para la manufactura de elementos de máquinas tiene como finalidad establecer el procedimiento más racional y económico, que garantice los requisitos técnicos exigidos a la pieza. El diseño de los nuevos procesos tecnológicos y el perfeccionamiento de los ya existentes deben basarse en determinados principios que garanticen la efectividad de la producción.

Principio técnico: el proceso tecnológico debe garantizar por completo los requisitos de ejecución del plan de producción y las condiciones técnicas en la preparación del artículo.

Principio económico: la fabricación del artículo debe llevarse a cabo con un consumo mínimo de trabajo y los menores costos de producción. La proyección de los procesos tecnológicos conduce a múltiples variantes de posibles soluciones que respondan todas a los requerimientos del principio técnico [12].

1.4. Materiales recomendados para la fabricación de instrumento de medición.

Los materiales utilizados en la construcción de instrumento de medición deben reunir ciertos requisitos, ya sea por características propias o mediante el mejoramiento de estas con un proceso de tratamiento térmico.

Los requisitos a cumplir para estos materiales son los siguientes:

- + Dureza: Para la resistencia al desgaste.
- + Estabilidad: Para que su tamaño y forma no cambien a lo largo de un cierto periodo de tiempo.
- + Resistencia a la corrosión y oxidación: Para facilitar su conservación.
- + Bajo coeficiente de dilatación lineal: para que no sea afectado mayormente por la transferencia del calor del medio.
- + Maquinabilidad: Deben ser fácilmente maquinables a la forma requerida y al grado de exactitud previsto, así como con el acabado superficial necesario.

Según [13] los aceros herramientas se dividen en cuatro categorías:

- + De baja templabilidad (principalmente al carbono)
- + De alta templabilidad (aleados)
- + Para matrices (troqueles)
- + Rápidos

1.4.1. Materiales de posible empleo alternativo para la fabricación de dispositivos de medición.

Para la fabricación de dispositivos para calibrar y/o verificar cinta de medición se emplean materiales de excelente resistencia a la corrosión, excelente factor de higiene y limpieza, buenas propiedades de conformación, los aceros que cumplen con estos requisitos son: AISI 304 L; AISI 304; HT grado+ C; AISI 305, annealed; AISI 304, HT grado B.

Capítulo 2

Capítulo 2: Diseño y tecnología para el proceso de fabricación del dispositivo para calibrar y/o verificar cintas de medición.

Partiendo del análisis efectuado en el capítulo I y teniendo en cuenta la importancia que representa para nuestro país el ahorro de divisas, en este capítulo se abordan una serie de consideraciones de diseño y tecnológicas que permiten implementar la fabricación unitaria de un dispositivo para realizar calibración y/o verificación de las cintas de medición destinado a la Oficina Territorial de Normalización de Santiago de Cuba

2.1. Consideraciones de diseño del dispositivo para calibrar y/o verificar cintas de medición

Sobre la base del estudio realizado a los dispositivos existentes en las diferentes OTN y a nivel internacional; así como teniendo presente las posibilidades reales para la materialización y las exigencias por parte de los clientes, se procede a diseñar un dispositivo que permita apoyar, tensar y ajustar a cero las cintas de todas longitudes, a diferencia de los existentes en el país.

Descripción y funcionamiento

Apoyado en el esquema de la instalación, mostrado en la figura 2.1 se describe el dispositivo y su principio de funcionamiento

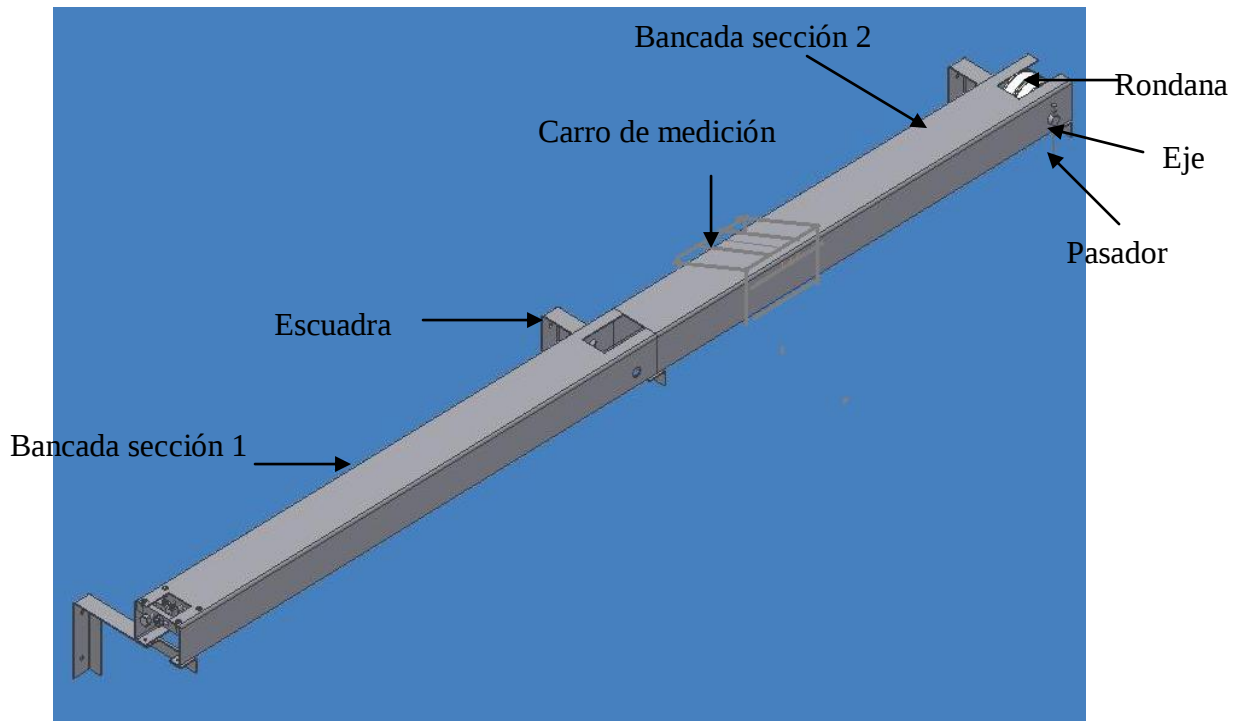


Figura 2.1. Dispositivo para calibrar y/o verificar cinta de medición

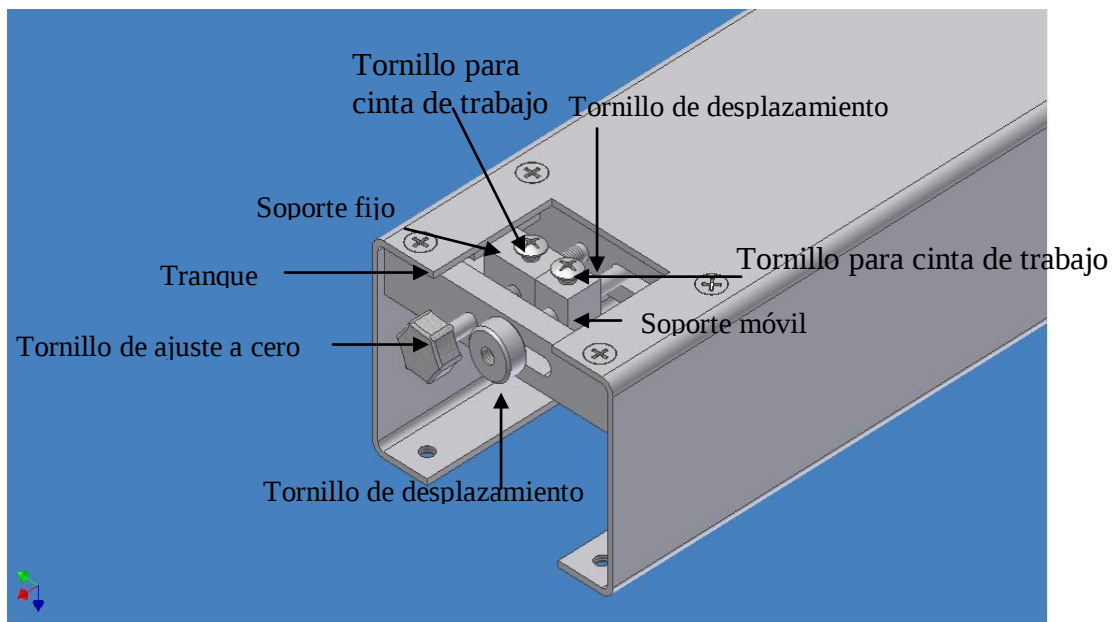
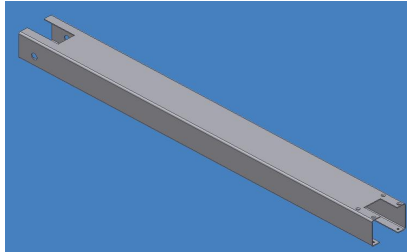
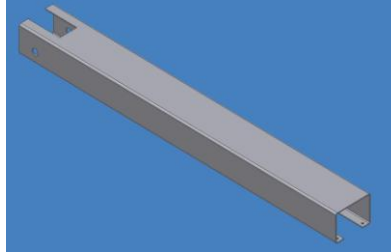


Figura 2.2. Partes principales de la bancada sección 1

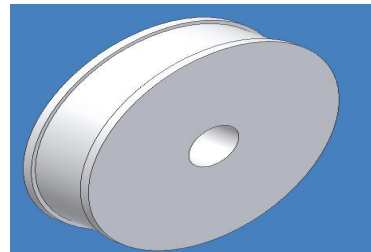
Grupo de piezas a fabricar y para realizar tecnología de fabricación.



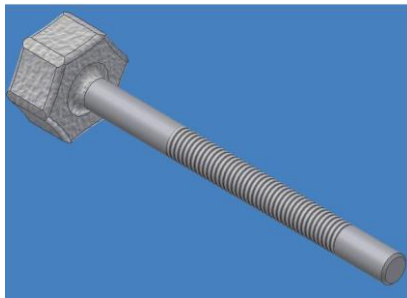
Bancada primera sección 1



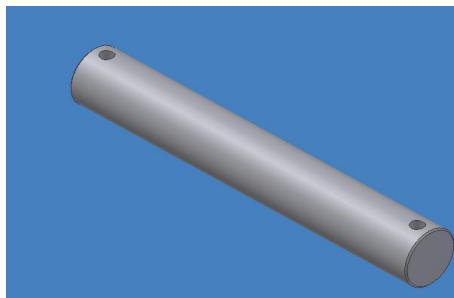
Bancada segunda sección 2



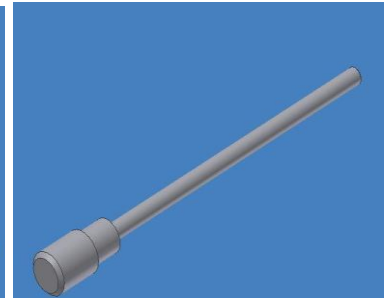
Rondana 3



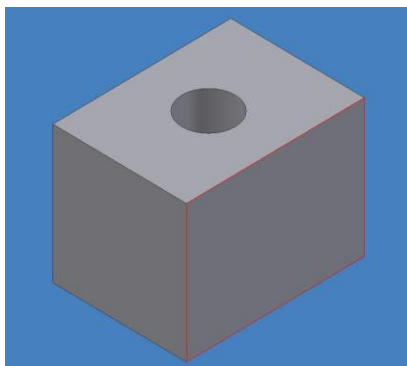
Tornillo para ajuste de cero 4



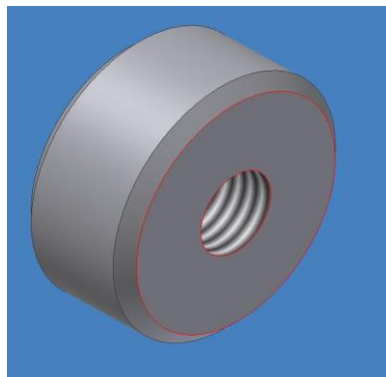
Eje 5



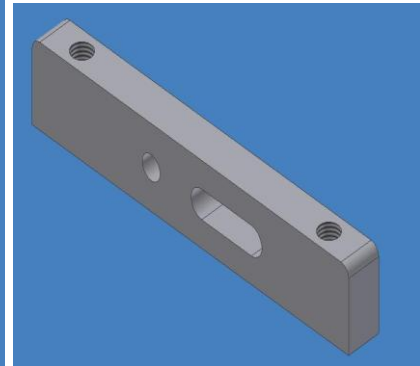
Pasador 6



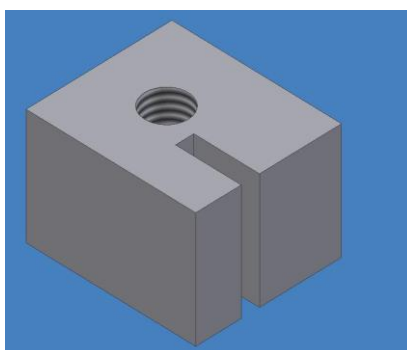
Soporte fijo 7



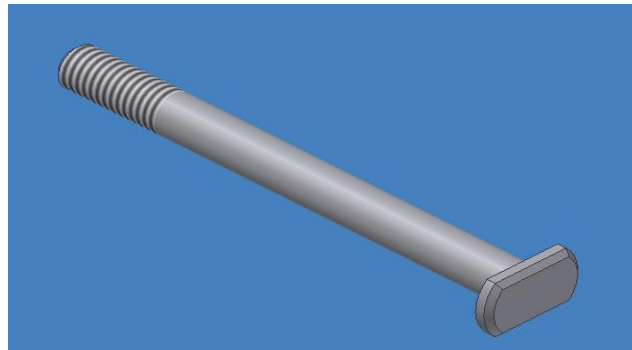
Tuerca 8



Tranque 9



Soporte móvil 10



Tornillo para el desplazamiento de la cinta 11

Figuras 2.3. Grupos de piezas a fabricar y para realizar tecnología de fabricación

Piezas a las cuales se les realizó el proceso tecnológico de fabricación.

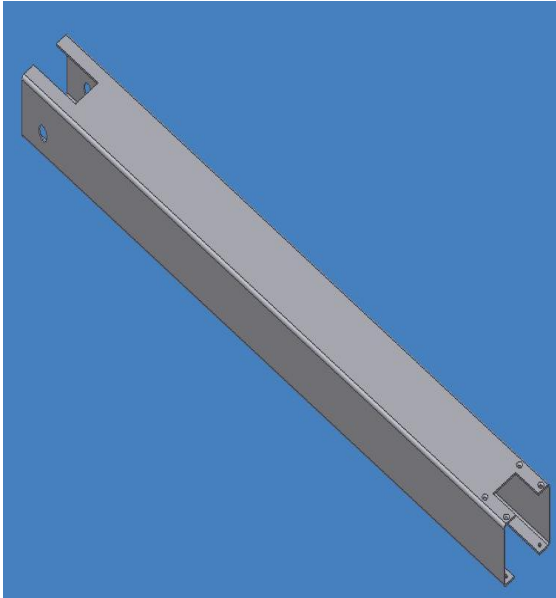


Figura 2.4. Bancada

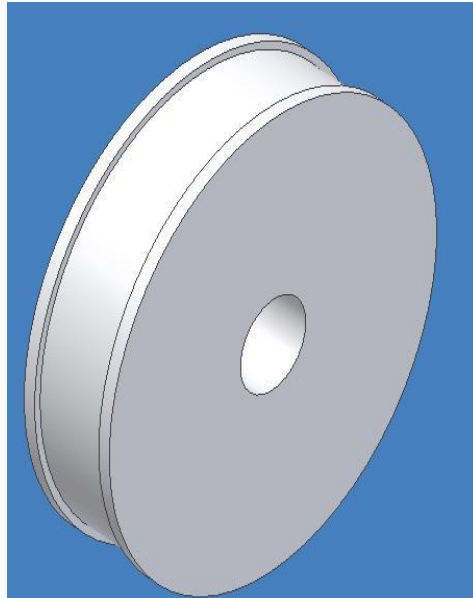


Figura 2.5 Rondana

Carro de medición, elemento agregado que compone el dispositivo.

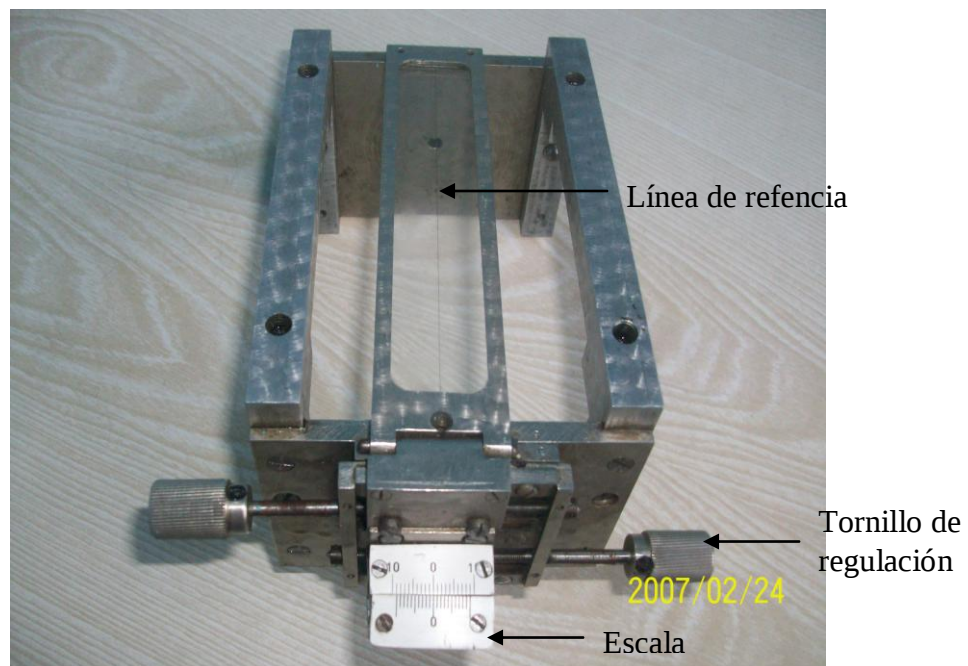


Figura 2.6. Carro de medición.

2.1.2. Funcionamiento del dispositivo

El funcionamiento de este dispositivo se basa en el principio Abbe, el cual consiste en que las medidas patrón y de trabajo (medida a comprobar) deben situarse en orden sucesivo, donde se colocan ambas cintas en posición horizontal, en la superficie superior de la bancada de tal forma que ambas estén bien unidas para facilitar su lectura, esto se logra a través del tornillo (11), se desenrollan hasta llegar a las rondanas (3), luego ambas pasan por la canales de cada rondana y en el extremo final de cada cinta se le aplica el peso correspondiente según NC: 593 :2009 ó fabricante, luego se procede al ajuste a cero el cual se logra con el Tornillo de ajuste a cero (4), por la bancada se desplaza un carro de medición, este presenta una línea de referencia la cual posee un valor de división de 0,1 mm, esta línea se colocará en el punto que se desea comprobar y se procede a su lectura [14].

Para el diseño del dispositivo para se utiliza como herramienta fundamental el programa profesional Invento .

Elemento agregado: En calidad de elemento agregado es indicado el siguiente (ver figura 2.6), el cual fue adquirido mediante otro centro metrológico.

➤ Carro de medición

2.2. Material a utilizar para la fabricación de la bancada del dispositivo

De acuerdo al estudio realizado en el capítulo 1 se escogió para la fabricación de la bancada del dispositivo como material un acero inoxidable AISI 304 L, la composición química, las propiedades mecánicas y las propiedades térmicas se muestran a continuación en las tablas 2.1, 2,2 y 2,3, su precio en el mercado internacional es de 2.75 EUR/kg. Se escogió este tipo de material porque la empresa (RETOMED) que elaborará este equipo solo cuenta con el mismo.

Tabla 2.1 Composición química del Acero inoxidable AISI 304L

Elemento aleantes	Composición química %
C (Carbón)	0 - 0.03
Cr (Cromo)	17.5 - 19
Fe (Hierro)	65.9 - 72.8
Mn (Manganeso)	0.5 - 2
Ni (Níquel)	9 - 12
P (Fósforo)	0 - 0.045
S (Azufre)	0 - 0.03
Si (Silicio)	0.2 - 1

Propiedades mecánicas.

Tabla 2.2 Propiedades mecánicas del Acero inoxidable AISI 304L

Propiedades	Valor %	Unidad de medida
Resistencia a la compresión	190 - 310	MPa
Elongación	30 - 60	-
Límite Elástico	190 - 310	MPa
Microdureza - Vickers	170 - 210	HV
Modulo de Rotura	190 - 310	-
Resistencia a la tracción	480 - 620	MPa
Modulo de Young's	191 - 205	GPa

Propiedades térmicas

Tabla 2.3 Propiedades térmicas del Acero inoxidable AISI 304L

Propiedades	Valor	Unidad de medida
Temperatura de Servicio (máx.)	750 - 925	°C
Temperatura de Servicio (mín.)	-273	°C

2.3. Cálculo del momento de inercia respecto al eje neutro x.

El eje neutro es el punto mas critico que posee el dispositivo (ver figura 2.9), ya que es donde se intercepta el eje de simetría de la rondana con el eje, para este cálculo se utilizó el método de ecuaciones universales en la línea elástica de la viga, donde tiene como limitación el hecho de poderse aplicar cuando la secciones de las vigas varían de manera continua a la carga [15].

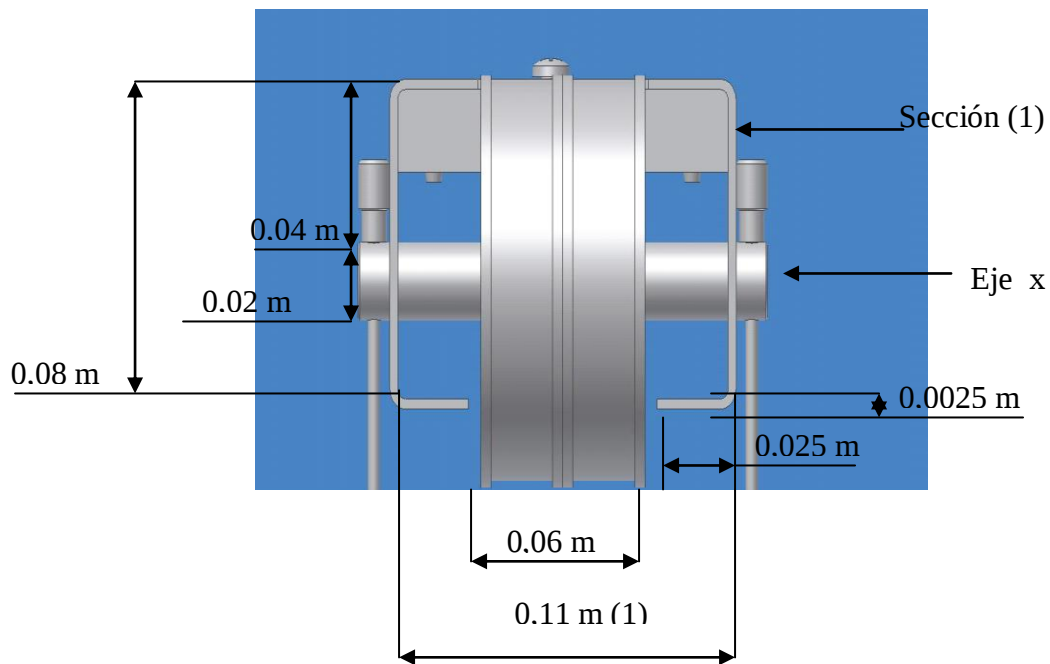


Figura 2.9 Punto crítico del dispositivo

Mínimo números de figuras geométricas que se pueden dividir la sección (1), para calcular el momento de inercia respecto al eje neutro x, se escogió esta sección porque es donde se aplica el peso máximo (Ver figura 2.10).

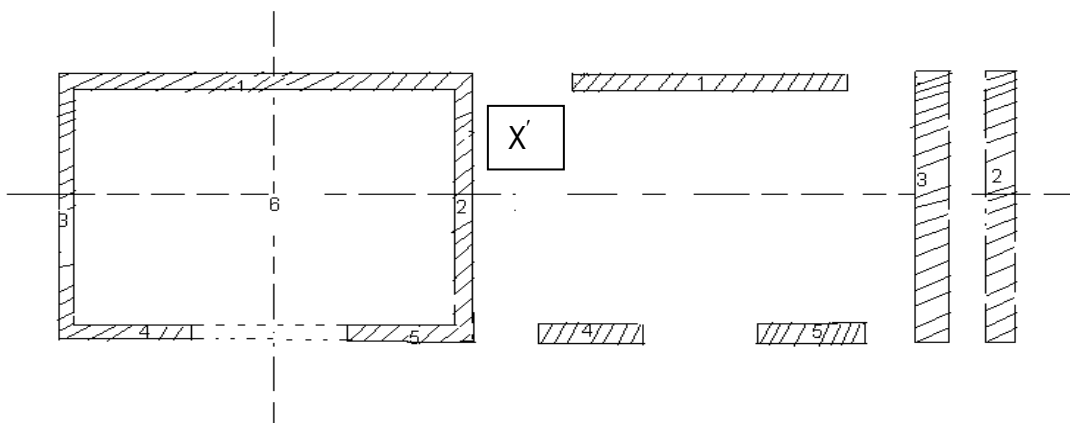


Figura 2.10. Mínimo números de figuras geométricas que se pueden dividir la sección

Momento de inercia respecto al eje neutro x

$$J_x = I_x^T = I_x^1 + I_x^2 + I_x^3 + I_x^4 + I_x^5 - I_x^6 - I_x^7$$

$$J_x^1 = \frac{1}{12} * b * h^3 = \frac{1}{12} (0,11) * (0,025)^3 = 176000.10^{-11} m^4$$

$$J_{x1}^2 = I_{x1}^3 = \frac{1}{12} * b * h^3 = \frac{1}{12} (0,0025) * (0,08)^3 = 10700.10^{-11}$$

$$J_{x1}^4 = I_{x1}^5 = \frac{1}{12} * b * h^3 = \frac{1}{12} (0,0025) * (0,025)^3 = 10000.10^{-11} m^4$$

$$J_{x1}^6 = \frac{1}{12} * b * h^3 = \frac{1}{12} (0,105) * (0,075)^3 = 369000.10^{-11} m^4$$

$$J_{x1}^7 = I_{x1}^7 = \frac{1}{12} * b * h^3 = \frac{1}{12} (0,06) * (0,0025)^3 = 24007,8.10^{-11} m^4$$

Sustituyendo

$$J_x = I_x^T = (176000 + 10700 + 10700 + 10000 + 10000) 10^{-11} (-36900.10^{-11} - 24007,8) 10^{-11}$$

$$J_x = 127592,2.10^{-11} m^4$$

Peso de la Plancha

$$P = e * \rho$$

$$P = 2,5 * 7,85 = 19,6 kg / m^2$$

Donde:

e: Espesor de la chapa = 2,5 mm

ρ: Peso específico del acero = 7,85 kg/m²

MF: Momento = - 96,5 N-m

$$A = l * a$$

$$A = 1,50 * 0,302 = 0,3473 m^2$$

Donde:

L: Longitud

a: Ancho

$$P_T = 19,6 kg / m^2 * 0,3473 m^2 = 6,8 kg = 68 N$$

2.3.1. Cálculo de la flecha máxima

En función de los apoyos, los parámetros conocidos y calculados de la bancada, se calcula mediante la ecuación universal de la línea elástica en vigas de sección uniforme, la flecha máxima para comprobar la rigidez de la bancada.

$$EJ_y = EJy_0 + EJ\theta_0 * Z + \sum \frac{M(Z-A)^2}{2} + \sum \frac{P(Z-B)^3}{6} + \sum \frac{q(Z-6)^4}{24}$$

$$EJ_y = \frac{-96,5(1,15-0)^2}{2} + \frac{118(1,15-0)^3}{6} - \frac{50(1,15-1,15)^3}{6} + \frac{59(1,15-0)^4}{24}$$

$$EJ_y = -\frac{96,5(1,15-0)^2}{2} + \frac{118(1,15-0)^3}{6} - \frac{50(1,15-1,15)^3}{6} + \frac{59(1,15-0)^4}{24} = -29,6 N.m^3$$

$$EJ_y = -29,6.10^6 N - cm^3$$

$$Y_{máx} = \frac{-29,6}{E_y} = \frac{-29,6.10^6 N - cm^3}{2.10^5 N/cm^2 * 127,6 cm^4} = -0,159 mm$$

Donde:

Modulo de elasticidad $E = 2.10^6 kgf/cm^2 = 2.10^5 N/cm^2$

Momento de inercia $J_x = 127592,2.10^{11} m^4 = 127592,2.10^{-3} = 127,6 cm^4$

Es válido acotar que se realizó el cálculo en el punto más crítico del dispositivo, aplicándole el peso máximo que puede soportar la cinta de 5 kg. Como se aprecia, la flecha es muy pequeña y no sobrepasa la normada que es de 0.20 mm según NC: 97-41:1983, por lo que se puede afirmar que la rigidez de la viga es adecuada para las cargas de trabajo.

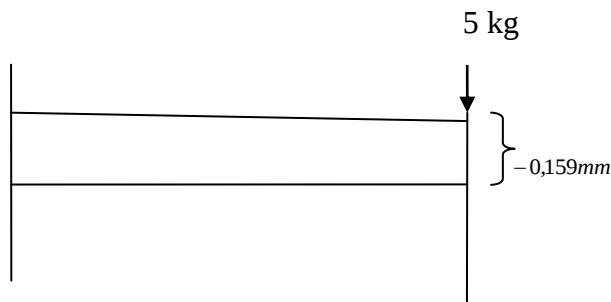


Figura 2.9 Variación del punto crítico cuando se le aplica la carga máxima

2.4. Tecnología de fabricación

A continuación se expone la documentación tecnológica de la bancada del dispositivo: cartas de ruta, cartas de operación, así como los cálculos de las normas de tiempo, la documentación tecnológica de algunos componentes del dispositivo, los planos de pieza se muestran en Anexo 2.

2.4.1. Documentación tecnológica

La documentación tecnológica es un conjunto de normas que establecen reglas y condiciones correlacionadas de la composición, forma, integración y circulación de los documentos tecnológicos empleados en la producción por todas las empresas de construcción de maquinaria la que se resume en dos formas fundamentales:

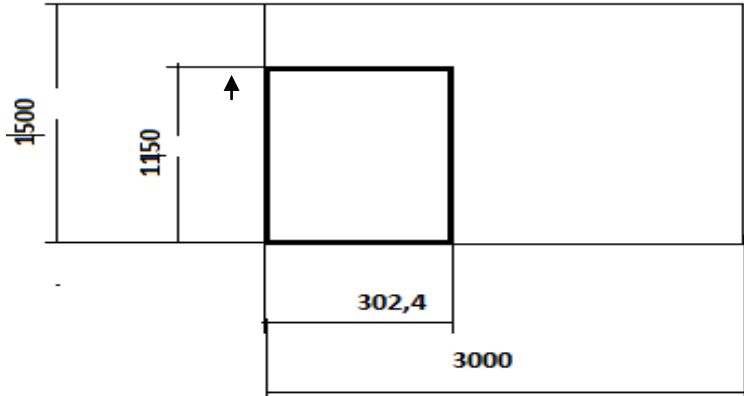
- La ruta tecnológica, donde se describen los métodos de trabajo o bien de los procesos tecnológicos de fabricación o de reparación de la pieza.
- La carta tecnológica, donde se describe el proceso tecnológico de fabricación de una pieza y de control de calidad del maquinado en todas las operaciones en la sucesión tecnológica.

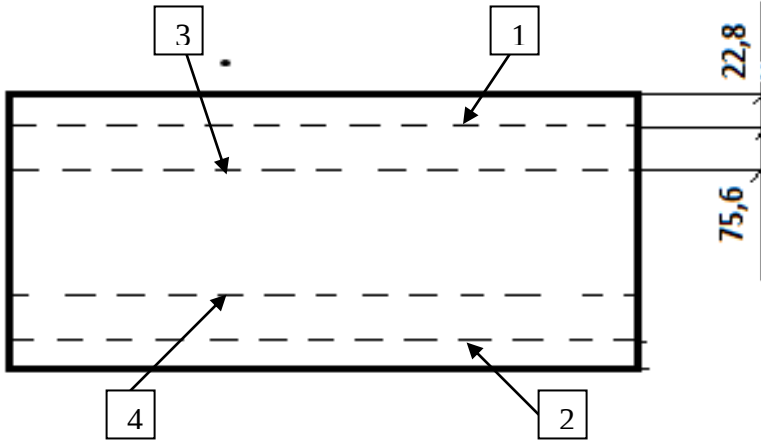
A continuación se mostrará la ruta tecnológica de algunos elementos para el diseño del dispositivo.

Ruta tecnológica para la confección de la Bancada

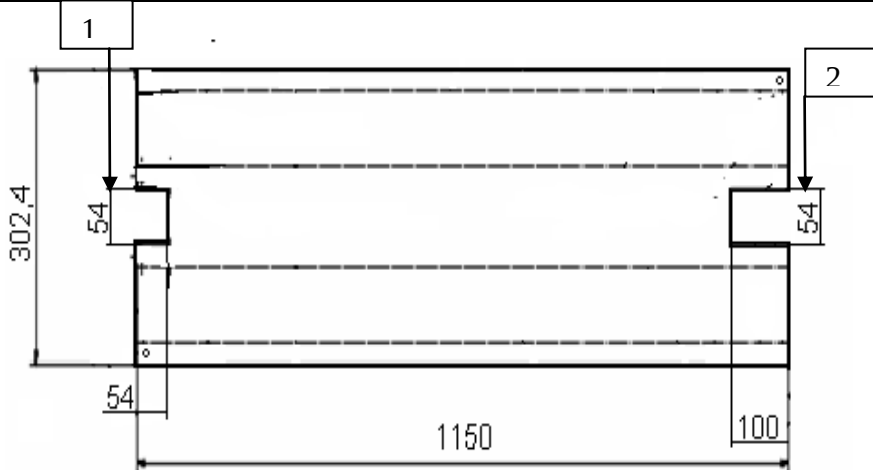
Grupo de manufactura Universidad de oriente		Carta ruta		Código de la pieza				Código de los documentos tecnológicos				
				Denominación de la pieza				Etapas de elaboración				
								DT				
				Pieza en bruto primaria								
Denominación y grado		Código	Unidad Medida	Masa Pieza	Código Tipo	Perfil y dimensiones	Cantidad	Masa	Unidad de normación	Norma de consumo	Coef. de aprov. del material	
AISI 304 L		-	kg	6.822			1	-				
Oper. 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
Cargo u oficio							Grupo escala salarial	Unidad, norma	Cuantía de salario	TU (min.)		
000	Corte		Cizalla modelo MEBUSA		Cinta de medición		Operador A	5	9	2.05		
005	Doblado		Dobladora modelo MEBUSA		Punzones, Matriz		Operador A	5	9	2.05		
010	Ajuste		Segueta Manual		Lima, Cincel, Martillo		Operador A	5	9	2.05		
015	Taladrado		Taladro de Columna.		Brocas Ø 6;11;20, dispositivo de madera		Operador A	5	9	2.05		

Carta tecnológica

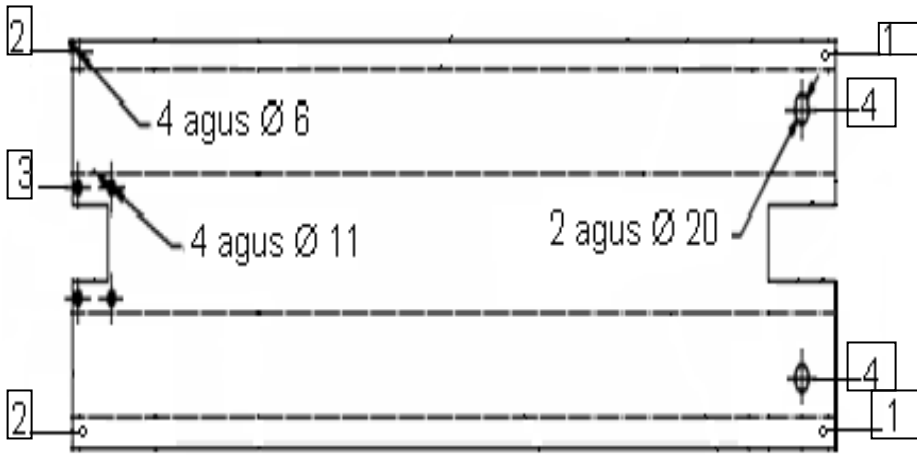
Croquis 					Número		Denominación de la operación						
					Taller	Sección				Operación			
					Conformado			000		Corte			
					Denominación y grado del material		Masa de la pieza		Pieza en bruto				
					Ac Inox AISI 304 L		6,822 kg		Perfil y dimensiones		Dureza	Masa	
									1150 mm x 302,4 mm				
					Cantidad de piezas que se elaboraran al mismo tiempo			Equipo Tecnológico, (Código, Denominación, No. de inventario)					
					1			Cizalla modelo MEBUSA					
					Utillaje tecnológico, código, denominación				Refrigerante				
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		
1	Montaje de la materia prima en la cizalla, formato de chapa 3000 mm x 1500 mm.				3000	1500							2
2	Trazar a la dimensión 302 mm x 1150 mm.			Cinta de medición, punta de trazar	302	1150							2
3	Corte parcial de la materia prima de 302 mm x 1500 mm		Cizalla modelo MEBUSA		302	1150	1	2,5	0,14	124	118	0.8	3
4	Montaje de la sección 302 mm x 1500 mm				302	1500							2
5	Corte de la sección 302 mm x 1500 a 302 mm x 1150 mm.		Cizalla modelo MEBUSA	Cinta de medición	302	1150	1	2,5	0,14	124	118	0.8	3

Croquis 					Número		Denominación de la operación								
					Taller	Sección	Operación								
					Conformado		005		Doblado						
					Denominación y grado del material		Masa de la pieza		Pieza en bruto						
					Ac Inox AISI 304 L		6,822 kg		Perfil y dimensiones		Dureza		Masa		
									1150 mm x 302,4 mm				9.0 kg		
					Cantidad de piezas que se elaboraran al mismo tiempo				Equipo Tecnológico, (Código, Denominación, No. de inventario)						
					1				Dobladora modelo MEBUSA						
Utillaje tecnológico, código, denominación						Refrigerante									
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		
1	Preparación de la máquina; montaje de punzón de 90° hasta 1170 mm; montaje de matriz desde 1170 mm; preparación de topes a 22, 8 mm.		Punzón y matriz	Cinta de medición, pie de rey											2
2	Doblar pestaña (1) a 25 mm (22,8)	Dobladora modelo MEBUSA	Punzón y matriz	pie de rey	2,5	22,8	1	11,4							3
3	Invertir pieza y doblar pestaña (2) a 25 mm (22,8).	Dobladora modelo MEBUSA	Punzón y matriz	pie de rey		22,8	1	11,4							3
4	Preparación de tope a 75,6 mm			pie de rey		75,6	1	37,5							3
5	Doblado de pestaña (3) a 80 mm (75,6 mm)	Dobladora modelo MEBUSA	Punzón y matriz	pie de rey		75,6	1	37,5							3

6	Invertir pieza y doblar pestaña (4 a 80 mm (75,6 mm)	Dobladora modelo MEBUSA	Punzón y matriz	pie de rey	75,6	1	37,5						4
7	Desmontar pieza		Llave										2

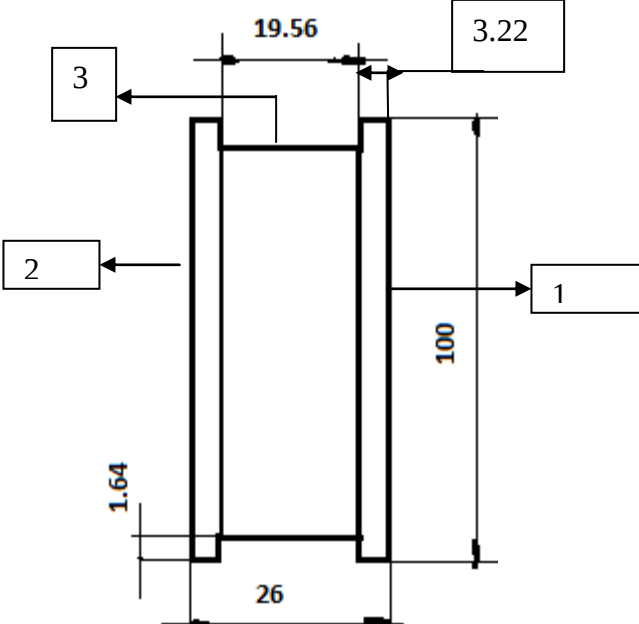
Croquis					Número		Denominación de la operación						
					Taller	Sección	Operación		Denominación de la operación				
					Máquinado		010		Ajuste corte de Ranura				
					Denominación y grado del material		Masa de la pieza		Pieza en bruto				
					Ac Inox AISI 304 L		6,822 kg		Perfil y dimensiones		Dureza	Masa	
									1150 mm x 302,4 mm			9.0 kg	
					Cantidad de piezas que se elaboraran al mismo tiempo			Equipo Tecnológico, (Código, Denominación, No. de inventario)					
					1			Segueta manual					
Utillaje tecnológico, código, denominación				Refrigerante									
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		
1	Trazado de las superficies a elaborar 54 mm x 54 mm y superficie 54 mm x 100 mm y trazar las posiciones de los agujeros de Ø 6, 11, 20 mm, granetear y garantizar sus respectivas posiciones.	Mármol de verificación, martillo, centra-punzón.		Pie de rey de altura.									8
2	Montaje y fijación de la bancada.	Mordaza		Pie de rey universal de 0 mm a 300 mm									3
3	Elaboración de la ranura (1) (posición horizontal).		Segueta manual.		54	54	52	1	0.06	213	67	2	4
4	Corte con cincel de la pestaña1 (posición vertical)	Martillo	cincel.		54	54	52	2,6					3

5	Ajuste de acabado		Lima										4
6	Invertir pieza y fijarla	Mordaza											2
7	Elaboración de la ranura (2).		Segueta manual		54	100	52	1	0.06	213	67	2	4
8	Corte con cincel de la pestaña 2 (posición vertical).	Martillo	Cincel		54	100	52	2,6					3
9	Ajuste de acabado		Lima										4
10	Desmontar pieza.												1

Croquis					Número		Sección		Operación		Denominación de la operación							
					Taller		Máquinado		015		Taladrado							
					Denominación y grado del material				Masa de la pieza				Pieza en bruto					
					Ac Inox AISI 304 L				6,822 kg				Perfil y dimensiones			Dureza		Masa
													150 mm x 302,4 mm					9.0 kg
					Cantidad de piezas que se elaboraran al mismo tiempo				Equipo Tecnológico, (Código, Denominación, No. de inventario)									
					1				Taladro de Columna.									
Utillaje tecnológico, código, denominación									Refrigerante									
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							
1	Montaje y fijación de la bancada.	Mordaza.											2					
2	Montaje de broca Ø 6 mm en el mandríl (mazorca)..	Llave											2					
3	Montaje de la pieza a usar, dispositivo de madera de 1150 mm x 105 mm y acoplarlo dentro de la pieza.	Dispositivo de madera y martillo		Pie de rey universal de 0 mm a 150 mm	105	1150 mm							4					
4	Taladrar 2 agujeros Ø 6 mm (pestaña 1)		Broca de Ø 6 mm		6	3	3	1	0,04	326	6	0,5	4					
5	Desmontar e invertir pieza.			Pie de rey universal de 0 mm a 150 mm									3					
6	Taladrar 2 agujeros Ø 6 mm (pestaña 2)		Broca de Ø 6 mm	Pie de rey de 0 mm a 150 mm	6	3	3	1	0,04	326	6	0,5	4					

7	Montar broca de Ø 11 mm y realizar avellanado de los 4 agujeros de Ø 6 mm alrededor de la ranura 54mm x 54 mm.		Broca de Ø 11 mm	Pie de rey universal de 0 mm a 150 mm	11	3	5,5	1	0,06	173	6	0,21	4
8	Desmontar broca de Ø 11 mm y montar broca de Ø 20 mm	Llave		Pie de rey universal de 0 mm a 150 mm	20								2
9	Girar la pieza a 90° sobre la longitud de 1150 mm.												2
10	Taladrar agujero de Ø 20 mm, avance completo hasta el otro lado de 120 mm.		Broca de Ø 20 mm	Pie de rey universal de 0 mm a 150 mm	20	124	10	1	0,10	95	6	4,5	3
11	Desmontar bancada.												1

Grupo de manufactura Universidad de oriente		Carta ruta											
				Denominación de la pieza				Etapas de elaboración					
								DT					
				Pieza en bruto primaria									
Denominación y grado	Código	Unidad Medida	Masa Pieza	Código Tipo	Perfil y dimensiones	Cantidad	Masa	Unidad de normación	Norma de consumo	Coef de aprov. del material			
Barra de Polyacrílico ACM	-	kg	0,175		Barra de Poliacrílico Ø 105 x 46 mm	1	1.05-						
Operación No.	Denominación y breve contenido de la operación tecnológica		Equipo tecnológico	Uillaje tecnológico. Herramienta, auxiliar.		Norma Rend.	Cant. Trab.	Cant. de piezas simultaneas	Tarifa Escala salarial (\$/h)		Volumen del lote	TPC	
						Cargo u oficio	Grupo escala salarial	Unidad, norma	Cuantía de salario			TU (min.)	
000	Corte		Segueta mecánica modelo SGK 300	Hoja de segueta, regla de medición, pie de rey		Operario A	5	1	2.05				
005	Torneado		Torno universal, C11 MT	Cuchilla de cilindrar, cuchilla de refrentar, broca, pie de rey		Operario A	5	1	2.05			<u>46,8</u> 97,8	

Croquis 					Número		Denominación de la operación							
					Taller	Sección	Operación							
					Maquinado									
					Denominación y grado del material		Masa de la pieza	Pieza en bruto						
					Barra de Poliacrílico		0,175	Perfil y dimensiones	Dureza	Masa				
										1,05				
					Cantidad de piezas que se elaboraran al mismo tiempo			Equipo Tecnológico, (Código, Denominación, No. de inventario)						
2			Torno universal, C11 MT											
Utillaje tecnológico, código, denominación							Refrigerante							
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					
1	Preparación y puesta en punto de la maquina	Llave	Sierra alternativa	Pie de rey universal	105	46							2	
2	Fija pieza en plato de tres mordazas	Llave											2	
3	Refrentar cara (1) a L = 5 mm		Cuchilla de refrentar P 18	Pie de rey universal	105	52,5	5	2	0,6	136,5	45	9,36	3	
4	Torneado de acabado de L= 5 mm hasta 19,56 mm		Cuchilla de cilindrar a 90°(derecha)	Pie de rey universal	105	22,78	1,64	1	0,6	136,5	45	9,36	3	
5	Torneado de acabado de L = 5 mm hasta 3,22 mm		Cuchilla de cilindrar 90°(izquierda)	Pie de rey universal	105	22,78	1,64	1	0,6	136,5	45	9,36	3	

6	Desmontar e invertir pieza												2
7	Refrentar cara (2) a L= 26 mm		Cuchilla de refrentar P 18	Pie de rey universal	105	52,5	15	5	0,6	136,5	45	9,36	3
8	Elaborar agujeros de centro.		Broca de centro Ø4 mm.	Pie de rey universal	4	5	--	1		120			2
9	Montar broca de Ø 20 mm en la contrapunta.	Llave.	Broca Ø20 mm	Pie de rey universal									2
10	Elaborar agujeros L = 46 mm		Broca Ø 20 mm	Pie de rey universal	105	-	28	1		120			2
11	Cilindrar hasta Ø100 mm		Cuchilla de cilindrar P10.	Pie de rey universal	100	26	5	2	0,6	136,5	45	9,36	3
12	Desmontar pieza terminada												2

2.5. Valoración técnica económica para la confección de la rondana parte componente del dispositivo para calibrar y/o verificar cintas de medición de acuerdo con las operaciones prevista.

Durante la confección de pieza o artículo es necesario incurrir en determinado gasto, esto son: El local, maquinaria empleada, energía consumida, herramienta de corte, dispositivo, personal de producción y dirección, materiales consumido y otros. Todo esto gasto deben de ser amortizados por la producción realizada. El costo final de la pieza deberá realizar tal función, además de la obtención de un beneficio adicional

La eficiencia técnica- económica de los procesos de maquinado de pieza se valora a través de los índices técnico-económicos siguientes.

1. Precio de costo de la pieza.
2. Norma de tiempo por unidad y de cálculo.
3. Tiempo principal de todas las operaciones.
4. Coeficiente de utilización de la maquinaria-herramienta.
5. Coeficiente de carga de maquinaria.
6. Grado de automatización de la producción.

El costo de la pieza es uno de los indicadores más valiosos para valorar la eficiencia del proceso productivo, este se calcula teniendo en cuenta: gastos en materiales de producción, gastos en salarios de los obreros de producción y lo gasto de amortización y mantenimiento.

Los gastos de materiales incluyen los costos de los materiales básicos, pieza en bruto, materias primas y los costos para materiales auxiliares.

En los gasto por amortización y mantenimiento entran los costos iniciales de maquinarias, edificios y herramientas, etcéteras y los gasto de mantenimiento: El desgaste de los medios de producción puede ser físico y moral. El desgaste físico es aquel que trae como resultado que los medios de trabajo, incluso lo que está en buen estado, resulta antieconómico debido a la aparición de otros más modernos y rentables.

En la construcción de maquinaria, al elaborar piezas en máquinas herramientas se determina la **norma de tiempo** para operaciones independiente o la norma elaboración de piezas (artículos) por unidad de tiempo (hora, turno). Para el caso objeto de estudio (Rondana) la norma de tiempo de la operación de torneado es mostrada a continuación, ver tabla (2.4 y 2.5).

Tabla 2.4. Determinación del tiempo principal y auxiliar para la operación del torneado.

No.	Contenido de los pasos	Tp min	Ta min
1	Preparación y puesta en punto de la maquina		2
2	Fija pieza en plato de tres mordazas		2
3	Refrentar cara (1) a L = 5 mm	9,36	3
4	Torneado de acabado de L= 5 mm hasta 19,56 mm	9,36	3
5	Torneado de acabado de L = 5 mm hasta 3,22 mm	9,36	3
6	Desmontar e invertir pieza		2
7	Refrentar cara (2) a L= 26 mm	9,36	3
8	Elaborar agujeros de centro.		2
9	Montar broca de Ø 20 mm en la contrapunta.		2
10	Elaborar agujero L = 46 mm		2
11	Cilindrar hasta Ø100 mm	9,36	3
12	Desmontar pieza terminada		2

Los demás componentes de la norma de tiempo se determinan por las siguientes expresiones.

Tabla 2.5. Componentes de la norma de tiempo para la operación del torneado

$T_p = 46,8 \text{ min}$	Tiempo principal
$T_a = 39 \text{ min}$	Tiempo auxiliar
$T_{op} = T_a + T_p = 85,8 \text{ min}$	Tiempo operativo
$T_{so} = 0,06 * T_{op} = 5,14 \text{ min}$	Tiempo de servicio organizativo
$T_{st} = 0,03 * T_{op} = 2,57 \text{ min}$	Tiempo de servicio técnico
$T_{rn} = 0,05 * T_{op} = 4,29 \text{ min}$	Tiempo de receso normado
$T_s = T_{so} + T_{st} = 7,71 \text{ min}$	Tiempo de servicio
$T_u = T_{op} + T_s + T_{rn} = 97,8 \text{ min}$	Tiempo unitario
$T_c = \frac{T_u + T_{pc}}{NP} = 137,8 \text{ min}$ NP 1	Tiempo de cálculo
TPC = 40	Tiempo preparación conclusivo

Donde:

- NP: Representa la cantidad de piezas a elaborar que en este caso se trata de una pieza unitaria.
- TPC: Tiempo preparativo conclusivo, que se recomienda para el torno un valor de 15 a 40 min.

Valoración económica del artículo.

Luego con la finalidad de seleccionar la variante más económica de las soluciones tecnológicas planteadas es necesario determinar el **costo de la rondana** por la expresión siguiente.

$$C = M + \sum_{i=1}^m S_o + \sum_{i=1}^m H_a \dots \dots \dots (2.1)$$

Donde:

- C: Costo de producción de la pieza (pesos)
- M: Gasto de materiales por unidad de producción (pieza en bruto)
- S_o Gasto en salario de los obreros de producción
- H_a: Gasto accesorio del taller

El gasto de materiales se puede determinar a través expresión.

$$M = G_1 * q_1 - G_2 * q_2 \dots \dots \dots (2.2)$$

Donde:

- M: gasto del material empleado en la pieza (pesos)
- G₁ y G₂: Masa del material de la pieza en bruto y masa de los desechos en kg.
- q₁ y q₂ Precio en pesos por kilogramo del material de la pieza en bruto y de los desechos, repetidamente.

$$q_1 = 1.44 \text{ CUC/kg}$$

q₂ = En este caso no se considera porque el taller no tiene una línea de producción definida.

$$M = 0,35 \text{ Kg} * 1,44 \text{ CUC / Kg} = 0,51 \text{ CUC}$$

Para determinar el segundo término de la ecuación que representa el gasto en salario para cualquier operación se calcula por la expresión siguiente.

$$S_o = \sum_{i=1}^m (T_{so} + T_{ca}) * \left(\frac{T_c}{60} \right) * K_{dr} * K_v * K_{ss} \dots\dots\dots (2.4)$$

Donde:

- T_{so} : Tarifa salarial del operario en \$/h
- T_{ca} : Tarifa por condiciones normales
- T_c : Tiempo por condiciones normales
- K_{dr} : Coeficiente que tienen en cuenta en descanso retribuido $K_{dr}= 1,090$
- K_v : Coeficiente que tiene en cuenta los pago complementario
- $K_v= 1+Z/100$ donde Z % de pagos complementarios $K_v= 1$
- K_{ss} : Coeficiente que tiene en cuenta seguridad social $K_{ss}=1,08$

Sustituyendo en la ecuación anterior tenemos que.

$$S_o = \sum_{i=1}^m (2,05 + 0) * \left(\frac{137,8}{60} \right) 1,09 * 1 * 1,08 = \$5,54 MN$$

Los gastos de amortización y mantenimiento (gasto de taller ó gasto de accesorio del taller) se pueden hallar por la formula siguiente.

$$H_a = \sum_{i=1}^m C_i \dots\dots\dots (2.5)$$

Donde:

- C_i = Corresponde a cada uno de los elemento que componen los gasto de amortización y mantenimiento.

La ecuación para determinar los gastos para amortizar la máquina universal es la que se muestra a continuación.

$$C_1 = \frac{1.1 * C_m * \alpha}{100 * 60 * F * \eta} T_c \dots\dots\dots (2.6)$$

Donde:

C_m : Costo inicial del torno = \$ 7000 CUC

F: Fondo de tiempo anual de trabajo de la máquina en hora = \$1700 CUC

η : Coeficiente de utilización de la máquina, para el tornos universales = 0.8-0,75

α : Coeficiente de amortización anual $\alpha= 10\%$ a 16%

T_c : Tiempo de calculo

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior tenemos.

$$C_1 = \frac{1,1 * 7000 * 12}{100 * 60 * 1700 * 0,8} 137,8 = \$1,56CUC$$

Los gastos por reparación de la máquina vendrán dado por.

$$C_2 = \frac{1,1 * C_m * \beta}{100 * 60 * F * \eta} * T_c \dots \dots \dots (2.7)$$

Donde:

- β : Norma media de los gasto por reparaciones, revisiones y comprobaciones, se toma de (4,5 a 5) coeficiente de descuento por reparación.

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior.

$$C_2 = \frac{1,1 * 7000 * 4,5}{100 * 60 * 1700 * 0,8} 137,8 = \$4,60CUC$$

Los gastos de amortización y mantenimiento de los dispositivos C_3 no se determinaron ya que para la confección de la pieza no se utilizaron dispositivos especiales.

Los gastos de amortización y mantenimiento de las herramientas de corte C_4 no se tuvieron en cuenta.

Los gastos de energía eléctrica vienen dado por.

$$C_5 = \frac{N_m * \varphi_m * T_p * C_{kw}}{0,88 * 60} \dots \dots \dots (2.8)$$

Donde:

- N_m = Potencia de los motores de la máquina (kW.), para el torno el valor es de 7,5 kw.
- φ_m =Coeficiente de carga del motor eléctrico, según potencia 0,5 a 1, se tomó el valor de 0,8
- C_{kw} : Costo en pesos por 1 kW/h de energía eléctrica y tiene un valor de 0,22 kW/h
- 0,88: Coeficiente que expresa la perdidas en redes y motores

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior.

$$C_5 = \frac{7,5 * 0,8 * 46,8 * 0,22}{0,88 * 60} = \$1,17CUC$$

El costo de la pieza se determina sustituyendo los valores en la ecuación.

$$C = \$7,84CUC + \$5,54MN$$

Como se puede apreciar el costo de la fabricación de la pieza tiene un valor de \$ 7,84 CUC y \$ 5,54 MN, podemos llegar a la conclusión que la pieza construida en nuestro taller tiene un valor inferior al propuesto en el mercado.

Valoración económica de servicio de verificación y/o calibración para la (OTN).

Se realizó a través del departamento de Aseguramiento Metrológico un levantamiento para tener un aproximado de cuantas cintas de medición se dejan de calibrar y/o verificar en el año, utilizando como tarifa de precio: Resolución P-30/2005 Ministerio de finanzas y precios obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 2.6. Valoración económica de servicio de verificación y/o calibración para la (OTN).

Rango de la cinta (m)	Tarifa MN	Tarifa USD	Cantidad de servicios aproximados en el Año	Importe MN	Importe USD
De 0 a 3	7,85	1,16	200	3925,00	580,00
De 3 a 10	38,24	5,67	400	15296,00	2268,00
Mayor de 10	62,84	9,32	400	25136	3728,00
Totales			1000	44357,00	6576,00

Valoración económica (clientes):

Se realizó una **valoración económica** por concepto de transportación de las cintas a verificar hacia otras provincias, por la no existencia del dispositivo en la OTN Santiago. Los valores obtenidos se muestran en la tabla 2.7.

Tabla 2.7. Valoración económica (clientes).

Destino	Kilometraje Ida regreso	Precio de gasolina USD	Precio de petróleo USD	Índice de Consumo aproximado 8 a 10 Lts	Importe total gasolina USD	Importe total petróleo MN
Santiago-Villa C	960	1,02	0,99	Para 8 L = 120 L	122,4	118,8
Santiago-C	1870	1,02	0,99	Para	2,38,42	231,41

Habana				8 L = 233,75 L		
Totales	3134	3,06	2,97	391,75	399,58	387,83

Como se puede apreciar esto implica un aumento en los gasto de los servicios de verificación para los clientes.

2.6. Impacto al medio ambiente en proceso de producción y servicios en el Laboratorio longitud y ángulo.

Durante el proceso de producción y servicios el Laboratorio de Magnitud longitud y ángulo, utiliza lubricantes y sólidos que generan residuos durante el proceso de producción y servicios que afectan al medio ambiente, como se muestra en la (Figura 2.11)



Figura 2.11 Lubricantes y sólidos que generan residuos durante el proceso de producción y servicios en el Laboratorio de Magnitud longitud y ángulo.

Residuos Generados.

Laboratorio de longitud y ángulo: En el proceso de producción de la prestación de los servicios, se generan residuos como, derrames de Alcohol, nafta, basura, vaselina técnica y paños, estos inciden en la Protección del Medio Ambiente.

Residuos generados en el área del Laboratorio de longitud y ángulo.

Residuos generados	Disposición
Desechos sólidos	Paños y papeles: 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. Documentos y hojas: Los sellos y certificados de verificación y/o calibración que traen los instrumentos que se van a comprobar se eliminan y se depositan en el cesto de basura, posteriormente a un tanque, luego son recogidos por comunales y son vertidos en los vertederos.
Residuos de Lubricantes	Vaselina técnica (petrolato): Es utilizado para la el mantenimiento y conservación de los instrumentos patrones y de trabajo, durante estos proceso se vierten en la mesa de trabajo en pequeñas proporciones cuando, estos se limpian con un paño y se depositan en el cesto de basura, posteriormente a un tanque, luego son recogidos por comunales y son vertidos en los vertederos.
Residuos solvente	Nafta: Es utilizado para eliminar las grasas de conservación ya vencida en los instrumentos patrones y de trabajo. Durante la limpieza este residuo es derramado en pequeñas proporciones al suelo y en la mesa de trabajo, siendo vertido al alcantarillado y luego a la Bahía santiaguera, no siendo reciclado, ni entregado a Cubalub. Alcohol: Es utilizado para eliminar las grasas de conservación ya vencida en los instrumentos patrones. 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.

Principales daños ecológicos

- Ocasiona daños al suelo, subsuelo, aguas 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.

Daños a la salud humana.

➤ Padecimientos dermatológicos, respiratorios o cancerígenos.

Sistema de gestión ambiental (SGA).

El sistema de gestión ambiental constituye un proceso dinámico y cíclico que permite a las empresas “planificar-hacer-verificar- actuar” 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.

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

1. Establecer un programa de acción que envuelva las principales vías y actores a mitigar y solucionar los problemas ambientales del Laboratorio.
2. Caracterizar las fuentes y focos contaminantes del Laboratorio y mantener actualizada esta información.
3. 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.
4. 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.
5. Garantizar el control y la información sistemática del cumplimiento de los programas, medidas y otras acciones encaminadas a la protección del medio ambiente.

6. Obtener resultados satisfactorios en las inspecciones ramales para la realización de diagnósticos.
7. Incrementar el aprovechamiento económico y racional de los subproductos para su reciclaje.
8. 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 producciones limpias en el Laboratorio.
9. Investigar y poner en práctica según las posibilidades, y métodos de avanzada para la depuración de residuales.

Conclusiones

Conclusiones

- 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.
- Ante la diversidad de ventajas y desventajas que presentan los dispositivos para la verificación de cintas existentes en el país y los modelos internacionales mas avanzados así como por su marcada influencia sobre el campo de aplicación de estos medios. Estas diferencias son consideradas como pilares fundamentales para la propuesta de diseño del dispositivo y de las tecnologías de fabricación de sus componentes.
- La revisión realizada deja ver que prácticamente no es común en nuestro territorio la fabricación de estos medios de medición.
- Las tecnologías para la fabricación de las distintas piezas del dispositivo, no requieren de la utilización de equipos ni utillajes especiales, basta con el empleo de los medios convencionales existentes en el territorio.
- El cálculo de costo de fabricación de la pieza aportó un valor de \$ 7,84 CUC y \$ 5,54 MN.

Recomendaciones

Recomendaciones

Debido a la importancia que reviste este trabajo para el uso en las mediciones que se realizan en el laboratorio de dimensional se recomiendan los siguientes aspectos:

- Realizar la construcción del dispositivo y su puesta en uso.
- Implementar la propuesta de fabricación del dispositivo para otras oficinas de normalización que no dispongan del mismo.
- Una vez concluida el dispositivo se debe realizar un procedimiento de calibración y/o verificación para el uso en el dispositivo, apoyándose a la NC: 593.2009.

Referencias Bibliográficas

Referencias bibliográficas

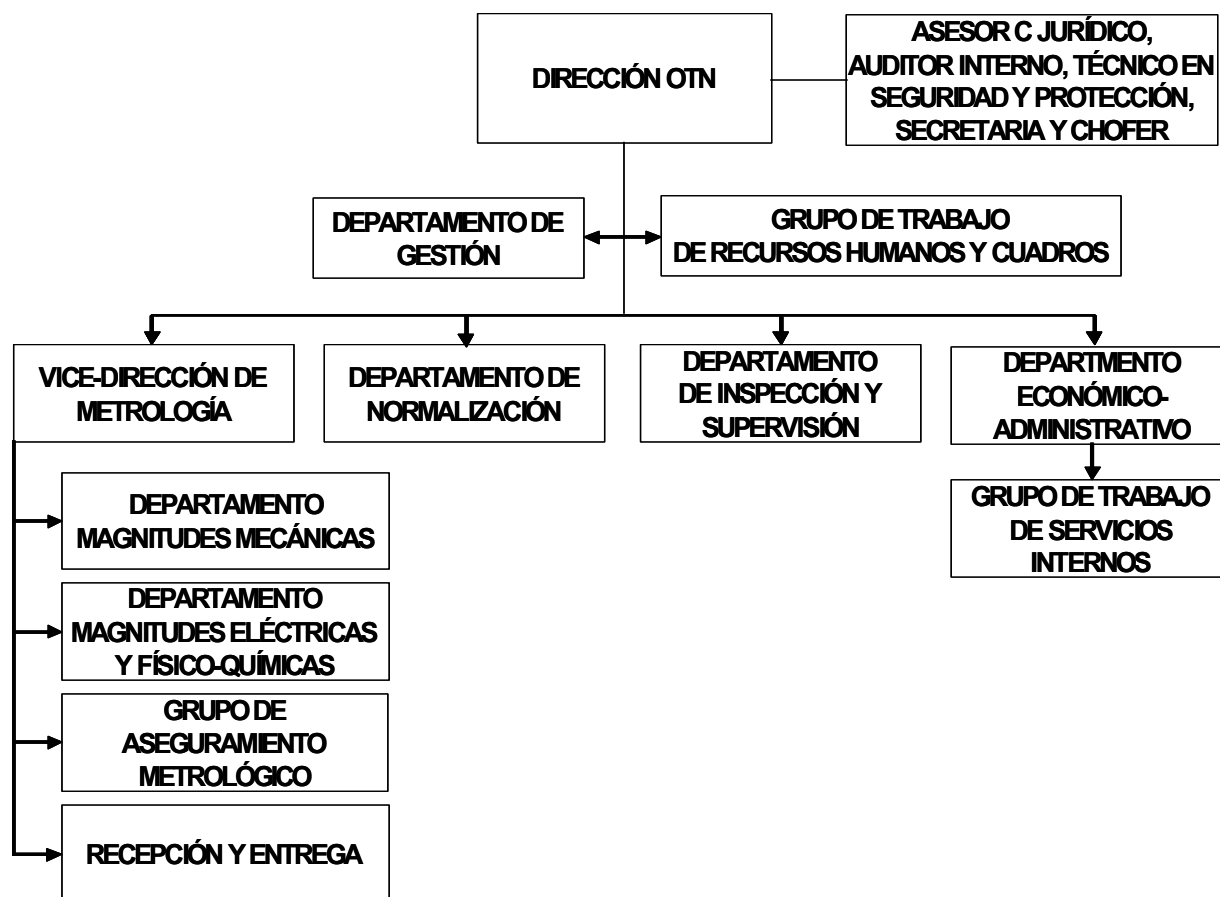
1. Ing. V. A Tarasévih. Ing. Carlos Molina Barrios Mediciones de Longitud y Angulo Editorial Pueblo y Educación, 1984.
2. Ing. V. A Tarasévih. Ing. Carlos Molina Barrios Mediciones de Longitud y Angulo Editorial Pueblo y Educación, 1984.
3. J. Lazos Martínez Rubén Mediciones confiables en la práctica de la ingeniería. Trabajo realizado por el Centro Nacional de Metrología. El Marqués, Qro, México, 31 de agosto de 2006.
4. Reyes Ponce Isabel, Hernández Leonard Alejandra R, Hernández Ruíz Alma Delia Metrología para la Vida Editorial Científico – Técnico La Habana, 2009.
5. [www.alphametrologia.com-laboratorio de metrología y calibraciones.htm](http://www.alphametrologia.com-laboratorio-de-metrologia-y-calibraciones.htm).
6. NC 03.01.09 Términos y definiciones.
7. Fauto del C. Hernández Sardiña Metrología Dimensiona Editorial ISPJAE Ciudad de la Habana, 1986.
8. Dr. Ing. Konran Herman Mediciones de Longitud y Angulo. Mediciones Ciudad Habana INIMET 1987.
9. A. Cuele, Samago J. García Gómez, O. Hernández Almeida. Ajuste Herramientista Editorial Pueblo y Educación, 1982.
10. ISO 9000.2000 Sistema de gestión de la Calidad.

11. Portuondo Paisan Yoel. Tesis Doctoral. Metodología para la consideración de la incertidumbre de la medición en la valoración y control de la calidad de los procesos de manufactura.
12. F. B. Y. M. A Procesos Tecnológicos en la Construcción de Maquinarias Santiago de Cuba: Editorial Oriente, 1986.
13. B, G. Sorokina, Bolochoy, A. B. Aceros para Construcción de Maquinarias. Editorial Mir (Maquinaria), Moscú. 1989, ISBN 5 – 217- 00509 – Aceros para la construcción.
14. NC: 593. Medidas de longitud con trazos.2009.
15. P. A STIOPIN Resistencia de Materiales Editorial Científico – Técnico Instituto del libro La Habana, 1975.

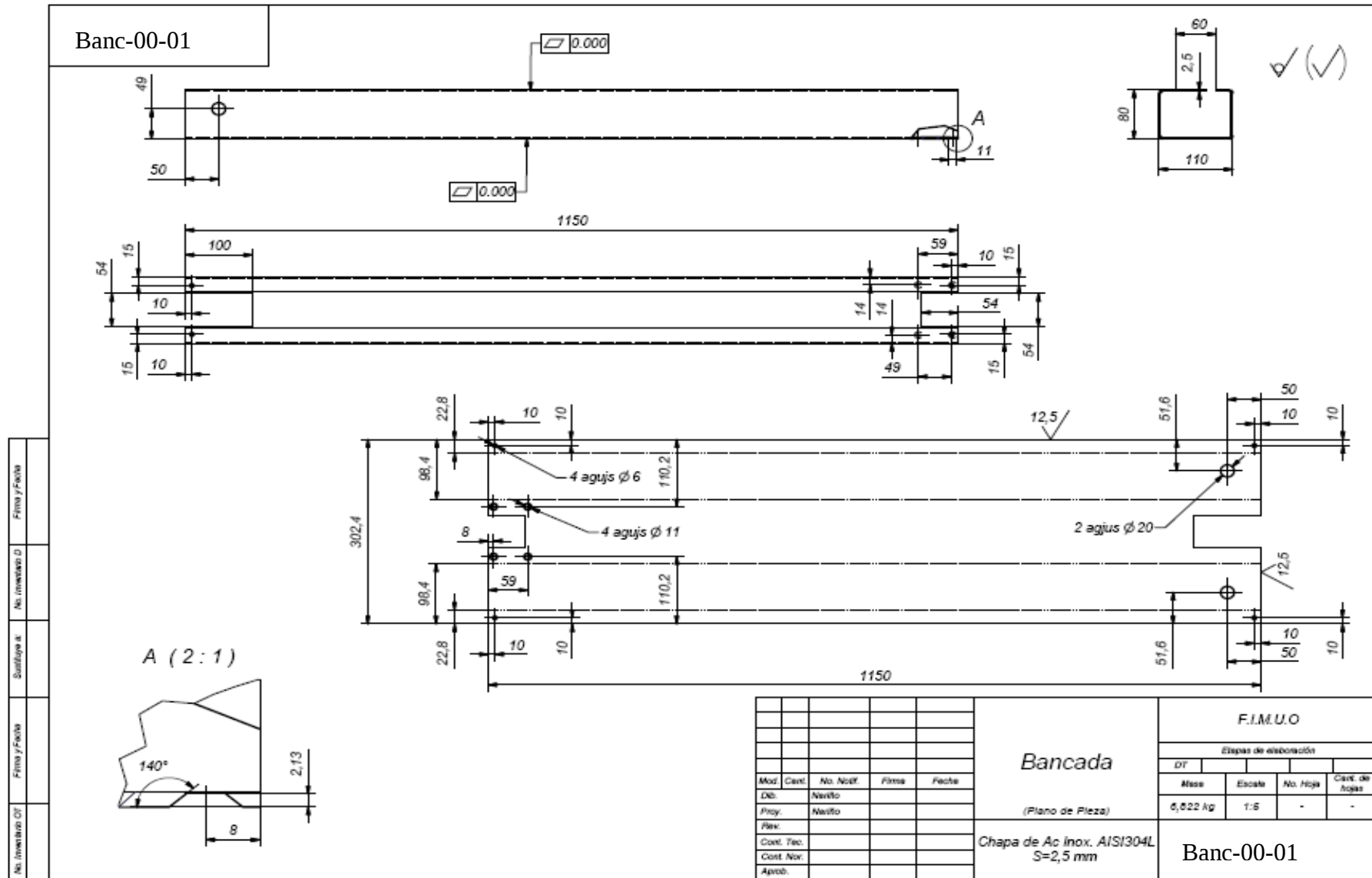
Anexos

ANEXO 1 Organigrama de la OTN Santiago de Cuba

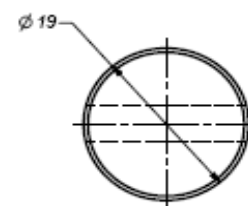
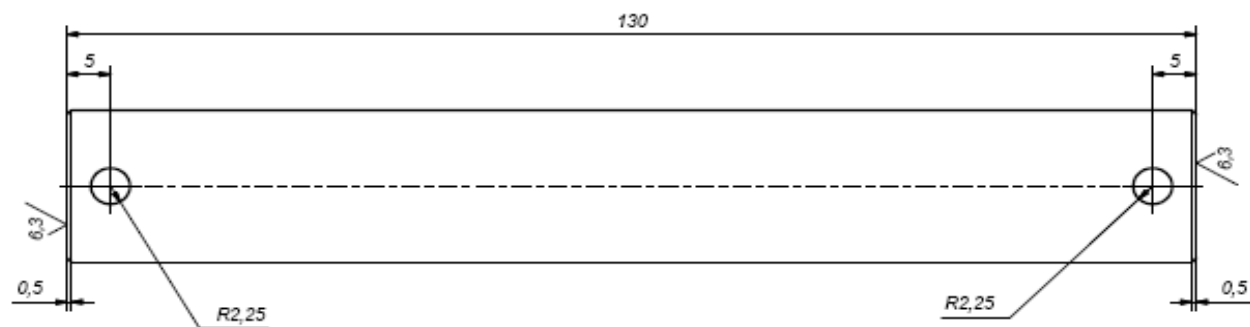
Organigrama de la OTN Santiago de Cuba



Anexo 2 Planos de las piezas que componen el dispositivo para calibrar y/o verificar cinta de medición



Ei- 01-02



No. Inventario D	Finis y Fecha
No. Inventario D	Finis y Fecha
No. Inventario D	Finis y Fecha
No. Inventario D	Finis y Fecha
No. Inventario D	Finis y Fecha

					F.I.M.U.O			
					Etapas de elaboración			
					DT			
					Masa	Escala	No. Hoja	Cant. de Hojas
					0,291 kg	2:1	-	-
					Ei-01-02			

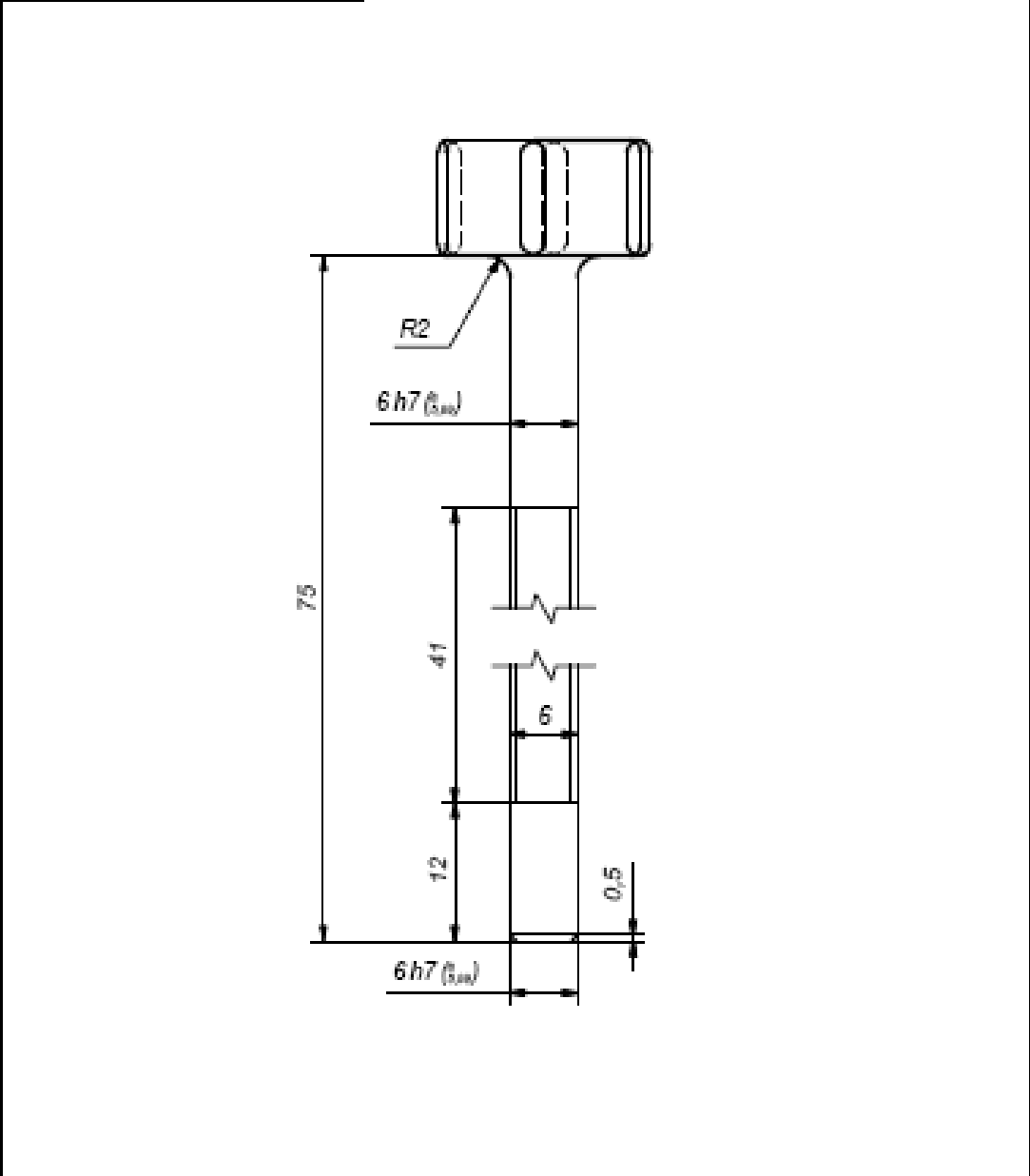
Eje
(Plano de Pieza)
Barra de Ac inox. ANSI 304L
(Ø19 x 140) mm

64

[illegible]

						Escuadra (Plano de Pieza)	U.O.F.I.M			
							Etapas de elaboración			
							DT			
							Masa	Escala	No. Hoja	Cant. d. Hojas
							0,482 kg	1:2	-	-
Mod.	Cont.	No. Nudo	Firma	Fecha		Chapa de Ac inox. AISI304L S=2,5 mm	Esc-03-04			
Dib.	Nuevo									
Proy.	Nuevo									
Rev.										
Cont. Tec.										
Cont. Nor.										
Aprob.										

Mani-05-06

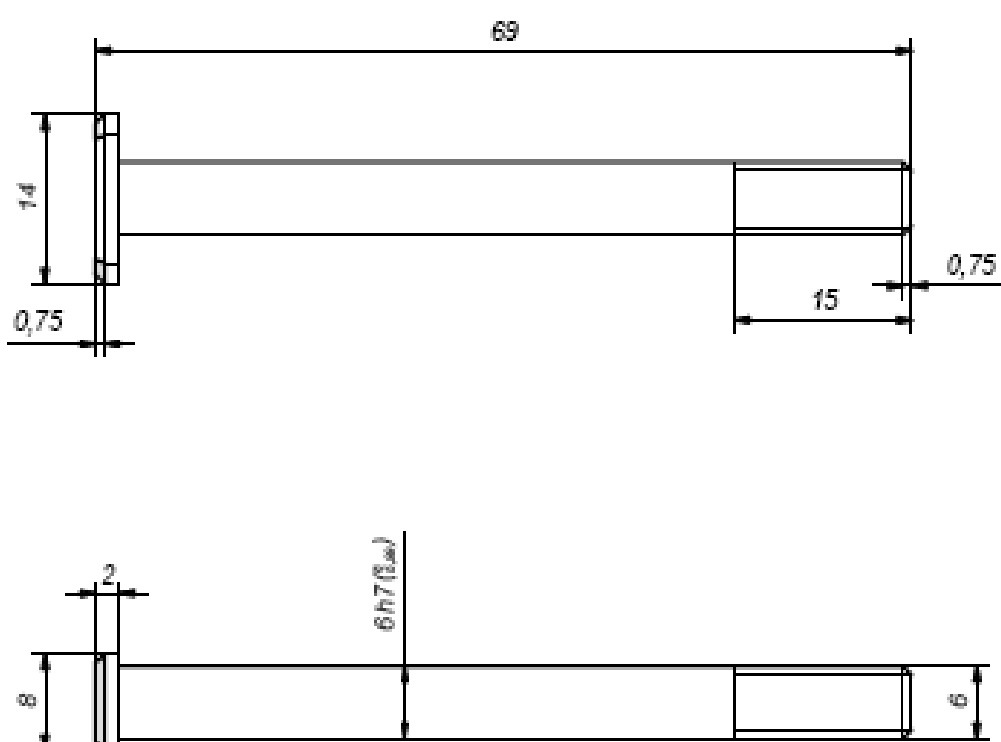


					Manilla (Plano de Pieza)	F.I.M.U.O			
						Etapas de elaboración			
						DT			
Mod.	Car.	Al.No.1E	Firma	Fecha		Masa	Escala	Hojas No.	Cant. de Hojas
Dib.	Guionista					0,039 kg	2:1		
Prop.	Guionista								
Rev.					Barra de Ac Inox. AISI 304L ($\varnothing$ 6 x 75) mm	Mani-05-06			
Cont.Tec.									
Cont.Nor.									
Aprob.									

[illegible]

Rond-07-08																																																																									
<table border="1"> <tr> <td>Firma y Fecha</td> <td></td> </tr> <tr> <td>No. inventario</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 unidades</td> <td></td> </tr> </table>	Firma y Fecha		No. inventario		5 unidades		<table border="1"> <tr> <td colspan="5">Firma y Fecha</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Mod.</td> <td>Cant.</td> <td>No. Notif.</td> <td>Firma</td> <td>Fecha</td> </tr> <tr> <td>Dis.</td> <td></td> <td>Quilomano</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Proy.</td> <td></td> <td>Quilomano</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rev.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cont. Tec.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cont. Nor.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aprob.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Firma y Fecha																														Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha	Dis.		Quilomano			Proy.		Quilomano			Rev.					Cont. Tec.					Cont. Nor.					Aprob.				
Firma y Fecha																																																																									
No. inventario																																																																									
5 unidades																																																																									
Firma y Fecha																																																																									
Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha																																																																					
Dis.		Quilomano																																																																							
Proy.		Quilomano																																																																							
Rev.																																																																									
Cont. Tec.																																																																									
Cont. Nor.																																																																									
Aprob.																																																																									
Rondana (Plano de Pieza) Barra de polyacrilico ACM (ϕ 100 x 26) mm		F.I.M.U.O Etapas de elaboración <table border="1"> <tr> <td>DT</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa</td> <td>Escala</td> <td>Hoja/No.</td> <td>Cant. de Hojas</td> </tr> <tr> <td>0,176 kg</td> <td>1:1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table> Rond-07-08		DT				Masa	Escala	Hoja/No.	Cant. de Hojas	0,176 kg	1:1	-	-																																																										
DT																																																																									
Masa	Escala	Hoja/No.	Cant. de Hojas																																																																						
0,176 kg	1:1	-	-																																																																						

70

Torn-10-11		6,3 ✓																																																													
																																																															
Firma y Fecha	No inventado	Dibujar	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Mod.</td> <td>Cont.</td> <td>No. Modif.</td> <td>Firma</td> <td>Fecha</td> </tr> <tr> <td>Dib.</td> <td></td> <td>Número</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Proy.</td> <td></td> <td>Número</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rev.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cont. Tec.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cont. Nor.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aprob.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																										Mod.	Cont.	No. Modif.	Firma	Fecha	Dib.		Número			Proy.		Número			Rev.					Cont. Tec.					Cont. Nor.					Aprob.				
Mod.	Cont.	No. Modif.	Firma	Fecha																																																											
Dib.		Número																																																													
Proy.		Número																																																													
Rev.																																																															
Cont. Tec.																																																															
Cont. Nor.																																																															
Aprob.																																																															
Tornillo 1 (Plano de Pieza) Barra de Ac Inox AISI 304L ($\varnothing$ 8 x 69) mm		F.I.M.U.O Etapas de elaboración <table border="1"> <tr> <td>DT</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa</td> <td>Escala</td> <td>Hoja No.</td> <td>Cont. de Hojas</td> </tr> <tr> <td>0,017 kg</td> <td>2:1</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		DT				Masa	Escala	Hoja No.	Cont. de Hojas	0,017 kg	2:1																																																		
DT																																																															
Masa	Escala	Hoja No.	Cont. de Hojas																																																												
0,017 kg	2:1																																																														
Mostrar el DT		Torn-10-11																																																													

Tran-11-12		6,3																																																								
Firma y Fecha	Revisado	Dibujante	Firma y Fecha <table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Mod.</td> <td>Cond.</td> <td>No. Notif.</td> <td>Firma</td> <td>Fecha</td> </tr> <tr> <td>Dib.</td> <td></td> <td>Revisado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Proj.</td> <td></td> <td>Revisado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rev.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cont. Tec.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cont. Nor.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aprob.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																					Mod.	Cond.	No. Notif.	Firma	Fecha	Dib.		Revisado			Proj.		Revisado			Rev.					Cont. Tec.					Cont. Nor.					Aprob.				
Mod.	Cond.	No. Notif.	Firma	Fecha																																																						
Dib.		Revisado																																																								
Proj.		Revisado																																																								
Rev.																																																										
Cont. Tec.																																																										
Cont. Nor.																																																										
Aprob.																																																										
Tranque (Piano de Pieza)		F.I.M.U.O Etapas de elaboración <table border="1"> <tr> <td>DT</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Masa</td> <td>Escala</td> <td>Hoja No.</td> <td>Cont. de Hojas</td> </tr> <tr> <td>0,145 kg</td> <td>1:1</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		DT				Masa	Escala	Hoja No.	Cont. de Hojas	0,145 kg	1:1																																													
DT																																																										
Masa	Escala	Hoja No.	Cont. de Hojas																																																							
0,145 kg	1:1																																																									
Barra de Ac Inox. AISI 304L (105 x 20 x 10) mm		Tran-11-12																																																								

