

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICE-RECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POST-GRADO
POST-GRADO EN SISTEMAS DE LA CALIDAD

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO
Presentado para optar al título de:

ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE LA CALIDAD

Título:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN METROLÓGICA
PARA EL LABORATORIO DE MATERIALES I DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Realizado por: Borges De Rezende, Antonio Manuel

Profesor asesor: Figueredo, Norma



INDICE

CONTENIDO	PÁGINA
I. Planteamiento del problema	1
II. Justificación e importancia	3
III. Descripción de la Organización	4
IV. Codificación	9
V. Marco Teórico	10
VI. Ubicación	13
VII. Objetivos	15
VIII. Marco Metodológico	15
IX. Baldwin-Tate-Emery.	16
1. Preparación para el ensayo de compresión	17
2. Preparación para el ensayo de tracción	18
3. Preparación para el ensayo de flexión	19
4. Operación para la compresión	20
5. Operación para la tracción	22
6. Operación para la flexión	24
7. Mantenimiento	25
8. Frecuencia de Mantenimiento	30
9. Formatos	42
10. Flujograma	46
Fotos	47
X. Ibertest-CMP-150. Descripción	51
1. Preparación del equipo	51
2. Operación del equipo	52
3. Mantenimiento	54
4. Frecuencia de Mantenimiento	57
5. Anexos	58
A. Cálculos requeridos	58
B. Escala de trabajo	59
Fotos	60
XI. Métodos de Calibración	65
XII. Plan de Gestión de Calibración	66
1. Preparación del patrón y de la máquina	66
2. Durante la verificación	67
3. Formato: Programa de calibración de equipos	68
4. Formato: Programa de calibración de patrones	69
5. Formato: Resultado de calibraciones	70
XIII. Conclusiones y Recomendaciones	71
XIV. Referencias	72
Anexos: Documentos de ICC	

I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actual situación del país y el deseo de mejorar continuamente se han unido para que los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la [Universidad Católica Andrés Bello](#) tomaran la decisión de entrar en el mundo exclusivo de la Calidad en los Servicios que presta.

Se han tomado decisiones importantes como crear un Comité de Calidad, trabajar sobre la creación de procedimientos, la consulta a asesores externos, charlas de concientización al personal en general, así como otras actividades que están íntimamente ligadas con el tema de Calidad.

La tendencia que existe en vincular las actividades académicas con las empresariales se hace cada vez mayor, debido a las exigencias tecnológicas a las que están sometidos ambos sectores. Esto obliga, de cierta manera, a las universidades a conocer más de cerca el problema empresarial y a proponer soluciones que permitan el avance de estas grandes empresas.

Los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) tienen más de 20 años prestando servicios a diversas empresas del ramo de la construcción, metalmecánica, eléctrica, etc., entre las cuales podemos nombrar: VENMARCA, Inversiones Prosan, Concreto Friñano, entre otras.

Además de estas actividades, complementan la formación de los alumnos con sesiones prácticas en las que se aplican los conocimientos impartidos en las clases al planteamiento y solución de problemas de aparición frecuente.

El Laboratorio de Materiales I está dirigido a las prácticas en las áreas de Materiales de Construcción y Suelos. Desde hace varios años el uso didáctico de este Laboratorio se ha complementado con servicios de ensayos y pruebas a empresas, no solo del área metropolitana de Caracas, sino también del interior del país, representando ingresos adicionales a la Facultad de Ingeniería.

En la actualidad existen aproximadamente 17 Laboratorios en el país que ofrecen servicios similares o parcialmente similares y algunos de ellos tienen manuales de procedimientos, lo cual les da un paso adelante en materia de acreditación.

Mejorar los procesos de trabajo para satisfacer los, cada vez más exigentes, requerimientos de los clientes, se convierte en una necesidad para la supervivencia y la competitividad.

La implantación de un Sistema de la Calidad es una respuesta probada en Venezuela y en otros países en diversas empresas de otros ramos para mantenerse competitivos, siempre en busca de garantizar la satisfacción del cliente y mejorar los niveles de producción y venta del producto o servicio que se esté ofreciendo.

Los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la UCAB no escapan de esta realidad por lo que se hace estrictamente necesario la implantación de un Sistema de la Calidad que permita mejorar el servicio que reciben los clientes tanto a escala comercial como a escala académica y de esta forma abrir el camino que conduce a la acreditación de los ensayos y pruebas que en él se realizan.

En el último año el número de ensayos realizados en el Laboratorio de Materiales I está alrededor de 170 para un total de 38 clientes lo que da un promedio aproximado de ensayos por cliente de 4,5.

A escala nacional el número de clientes potenciales es cerca de 25 que, adicionados a los 38 antes mencionados, se tiene un total de 63, por lo tanto, los Laboratorios de Materiales I de la UCAB atendería al 60,32% de la población que requiere de los Servicios que allí se prestan.

En diversas oportunidades se ha planteado el interés, por parte del Coordinador de los Laboratorios y del jefe de Materiales I, que se tiene por la implantación de un Sistema de la Calidad y de esa forma poder acreditar los ensayos, debido, en parte, a que algunos clientes han comenzado a exigir la acreditación de los ensayos del Laboratorio que ellos solicitan.

Esto puede traer como consecuencia, si no se comienzan a tomar las medidas necesarias, que algunos clientes comiencen a solicitar los servicios de ensayos a Laboratorios acreditados.

Obtener la acreditación de ensayos mediante la implantación de un Sistema de la Calidad sería un factor importante para mantener y aumentar la cartera de clientes, mejorar el nivel académico y, por tanto, aumentar los ingresos por este concepto.

Es importante destacar que el competidor más cercano a los Laboratorios de la UCAB maneja alrededor del 30% de los clientes del mercado. Esta gran diferencia a favor de la UCAB, la cual maneja el 60,32% de los clientes del mercado, se debe a varias razones de las cuales se pueden destacar:

- a) Los costos por ensayo de cilindros de concreto son más económicos por parte de la UCAB .
- b) El respaldo que representa el buen prestigio de la Universidad Católica Andrés Bello.
- c) La atención personalizada que se tiene con los clientes sin mirar como o donde tenga que realizarse. Esta característica muy particular del personal que labora en los Laboratorios de la UCAB no la consiguen los clientes en otras empresas.

Este trabajo pretende ser una guía para dar otro paso importante en el camino que se ha decidido recorrer y es en el área de Metrología, donde lamentablemente aún estamos comenzando y donde los conocimientos en cuanto a la materia son bastante escasos.

De allí la importancia en la visión que se ha dado al presente, en la búsqueda constante de la excelencia y de esta forma satisfacer a plenitud a nuestros clientes.

II.- JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Una de las claves del éxito de una empresa reside en saber incrementar la productividad y para ello es preciso tener en cuenta el rendimiento total de la actividad productiva de los factores, y no solo la productividad del trabajo.

Las diferentes actividades para lograr un objetivo común (ya sea prestar un servicio o elaborar un producto) deben estar bien correlacionadas y seguir una secuencia lógica y además deben de estar de acuerdo con el planteamiento de la visión de la empresa.

Actualmente el Laboratorio de Materiales I de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello no cuenta con procedimientos escritos debidamente revisados y actualizados.

No todas las actividades son documentadas y aquellas que lo son, no cuentan con formatos adecuados que pasen por una estricta evaluación que permita medir si son ó no documentos que sirvan para registrar correctamente los resultados obtenidos en las pruebas que allí se realizan.

El diseño de un sistema de gestión metrológica, permitirá mejorar todos estos aspectos y por ende, los niveles de productividad.

Permitirá además reclutar nuevos clientes los cuales, con los ya existentes, podrán evaluar el sistema implantado o en proceso de implantación, logrando así una mejora continua del proceso. Cuanto será la mejora y cuales son los indicadores adecuados para medir dicha mejora, son precisamente algunos de los objetivos en el desarrollo de este trabajo.

Superar los porcentajes de ingreso por concepto de servicios externos prestados por los laboratorios de Ingeniería, es de vital importancia ya que este incremento permitirá exigir mejores equipos con tecnología más avanzada, más y mejor adiestramiento del personal, lograr que el laboratorio calibre sus propios instrumentos y equipos ya que los costos de las empresas que efectúan actualmente las calibraciones, se van incrementando en el tiempo.

Es importante añadir, que esta última actividad de calibración de equipos e instrumentos, abre la posibilidad de ofrecer este servicio a los clientes, además de que académicamente, el área de metrología tendría un recurso práctico que complementaría la formación de los estudiantes.

Además, el diseño de un sistema de gestión metrológica, asegurará que el proceso no dependa exclusivamente de las personas que ejecutan las tareas, sino del cumplimiento de los procedimientos estandarizados y adecuadamente documentados, es decir, el personal cambia, pero el proceso se debe mantener sin alteración en el tiempo, salvo mejoras que se

vayan generando por razones de exigencias de mercado, clientes u otros cambios en el entorno.

El éxito en la implantación del Sistema de la Calidad en el Laboratorio de Materiales I reflejado en la mejora de la productividad del mismo, permitirá que dicha aplicación sea extendida a los demás laboratorios incluso al Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (CIDI) y sentaría las bases para los laboratorios de la nueva escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones inaugurada en Octubre del 2001.

III.- DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

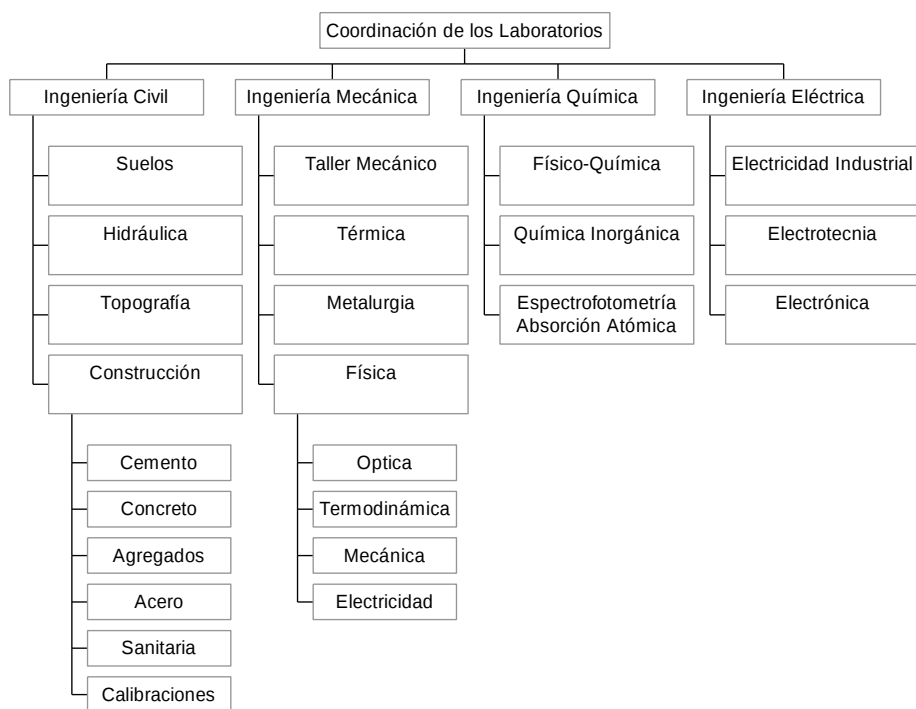
Los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello, además de cumplir funciones docentes, realizan investigaciones tecnológicas y trabajos de asesoría y consultoría para el sector industrial público o privado.

Desde hace varios años, el sector empresarial venezolano ha utilizado los servicios de estos laboratorios y han reconocido la capacidad técnica y la responsabilidad en la entrega de los trabajos realizados.

Estos Laboratorios han sido dotados con equipos que permiten realizar estudios, ensayos, mediciones, verificaciones, análisis y otras actividades que se requieran conocer las características de la calidad de producción en las áreas abiertas a la industria.

Para lograr y mantener todo esto se cuenta con profesionales y técnicos altamente calificados en sus respectivas especialidades y respaldados por una formación ética que los capacita para enfrentar cualquier tipo de eventualidad que se presente en el desempeño de sus labores.

A continuación se presenta la organización general de los Laboratorios:



Visión

Ser modelo para la enseñanza académica y ser referencia en la prestación de servicios como organización de excelencia.

Misión

Prestar servicio de apoyo en la formación de los estudiantes de Ingeniería, contribuir en los trabajos de investigación y realizar ensayos con la confiabilidad adecuada a solicitudes tanto internas como externas a la Universidad.

Objetivos

Objetivo General. Prestar un servicio de calidad que garantice la satisfacción de nuestros clientes, tanto académicos como del sector industrial, identificando de forma permanente sus necesidades, y cumpliendo con las normativas establecidas por los organismos autorizados.

Objetivos Específicos:

- Establecer programas adecuados de formación continua del personal.
- Mantenimiento y actualización continua de las instalaciones y equipos.
- Mantener una estructura organizativa flexible que se adapte a la dinámica del mercado.
- Generar programas de estrecha comunicación con los clientes tanto académicos como industriales.
- Establecer programas de verificación ensayos y procedimientos ínter - laboratorios.
- Fijar mecanismos que permitan la adecuada coordinación con la programación académica de cada una de las escuelas de la Facultad.
- Definir planes de comunicación y evaluación de proveedores.

Análisis del Presente.

En este sentido es conveniente evaluar el presente basándose en un análisis comparativo de fortalezas y debilidades.

Fortalezas.

- Personal de gran mística para el trabajo.
- Diversidad de Equipos
- Prestigio como institución académica.
- Tiempos de entrega adecuados.
- Apropiado clima laboral.
- Remuneraciones salariales adaptadas a la realidad.

Debilidades

- Obsolescencia de algunos equipos.
- Planes de entrenamiento deficientes
- Falta de planificación coordinada con el sector académico.
- Deficiente planificación y control de los procesos
- Ausencia de planes de inversión en equipos, infraestructura, recursos humanos.

- Infraestructura muy rígida, debido a su inflexibilidad en el crecimiento físico.

Planes a Largo Plazo

El proyecto actual de acreditación del laboratorio de materiales I (sección construcción) pretende servir como prueba piloto en lo que se refiere a la certificación de cada uno de los laboratorios de la Facultad. Para el año 2010 se pretende contar con toda una infraestructura de laboratorios que sirvan de referencia nacional en lo que a calidad se refiere.

POLÍTICA DE CALIDAD

Establecer y mantener un *Sistema de Calidad* forma parte de nuestro compromiso, garantizando de esta forma el cumplimiento de nuestra política. Para ello se ha de contar con los equipos adecuados que permitan realizar estudios, ensayos, mediciones, verificaciones, análisis y otras actividades que se requieran para conocer las características de la calidad de los productos de nuestros clientes y el desarrollo de trabajos prácticos y de investigación que incorporen al estudiante al cuerpo laboral, con un Recurso Humano altamente calificado en sus respectivas especialidades y respaldados por una formación ética.

Prestar un *Servicio de Calidad* que garantice la satisfacción de nuestros clientes, tanto a nivel académico como al sector industrial, cumpliendo con las normativas establecidas por los organismos autorizados, identificando en forma permanente sus necesidades.

El *Mejoramiento Continuo* de nuestro personal y del Sistema, garantiza la Calidad de nuestro servicio y el constante crecimiento y expansión en el mercado nacional.

Establecer y mantener un sistema de calidad forma parte de nuestro compromiso, contando con el apoyo de equipos y personal calificado.

Prestar un servicio que satisfaga a nuestros clientes en el plano académico e industrial de acuerdo a sus necesidades, cumpliendo con las normas establecidas.

El mejoramiento continuo del sistema garantiza la calidad del servicio.

Actualmente los equipos de Materiales I tienen un programa de calibraciones muy sencillo llevado a cabo por una empresa externa de nombre INGENIERÍA DE CONTROL DE CALIDAD ICC, C.A.

Esta empresa cuenta con la autorización del Servicio Nacional de Metrología bajo el número 056-90 en el área de fuerza.

Cuentan con patrones (celdas de carga) debidamente trazados por organismos internacionales, como es el caso del Centro Español de Metrología (C.E.M.), con la finalidad de ofrecer óptimas calibraciones a equipos como los siguientes:

- a) Prensas manuales
- b) Prensas eléctricas
- c) Máquinas universales de ensayos
- d) Máquinas de ensayos controladas automáticamente
- e) Anillos dinamométricos
- f) Máquinas pendulares
- g) Dinamómetros
- h) Penetrómetros
- i) Otros en el área de fuerza.

ICC cuenta con personal calificado para prestar el servicio de calibración y / o mantenimiento de los equipos antes mencionados.

Utilizan técnicas apropiadas basadas en Normas nacionales e internacionales, las cuales se mencionarán más adelante.

Crear un plan de auditoría para garantizar que todos los aspectos mencionados anteriormente se llevan a cabo y que de esta forma se puedan aceptar, por parte de los

clientes y de los organismos competentes, los resultados de los ensayos que se realizan en los Laboratorios de la UCAB, sería una tarea más sencilla que el implantar un sistema propio de metrología, dejando a la empresa ICC como un ente de trazabilidad además de los patrones secundarios y de los resultados de otros laboratorios en pruebas similares (repetibilidad).

A continuación se presentarán algunos aspectos importantes que se deben considerar, a mi modo de ver, para crear un sistema para el plan de gestión de metrología.

Estos aspectos son los siguientes:

- a) Sistema de codificación
- b) Definiciones de términos técnicos relativos con la calidad y la metrología
- c) Descripción de los equipos a incorporar en el plan.
- d) Método de ensayo de cada equipo
- e) Plan de Mantenimiento
- f) Método de calibración
- g) Formatos para registrar toda la información de resultados tanto de mantenimiento como de las calibraciones.
- h) Personal y materiales necesarios para la calibración.
- i) Acciones preventivas y correctivas.

IV.- CODIFICACIÓN

Para establecer un adecuado control de los equipos, herramientas y todos los activos que forman parte del sistema de los Laboratorios, se propone un esquema codificación que debe contener los siguientes aspectos:

- a) Especificación del área, si la unidad a codificar (equipo, herramienta, instrumento, etc.) pertenece al área de Materiales de Construcción se usa **MC**.
- b) Zona específica física del equipo. Estas zonas fueron numeradas según plano anexo.
- c) Estado actual del equipo. Esto se refiere a las revisiones y el año de la última revisión.

Bajo este sencillo esquema se puede asignar el código bajo el siguiente orden:

XX	XX-XX	XX	X
ÁREA	ZONA- UBICACIÓN	AÑO	REVISIÓN

Ejemplo:

La prensa **Baldwin** está ubicada en Materiales de construcción y es la máquina N° 1 de la zona y su primera revisión en el año 1999. Su código es:

MC – 0401 – 99 - 1

La prensa **Ibertest** es igual solo que es la máquina N° 2 de la misma zona. Su código es:

MC – 0402 – 99 - 1

V.- MARCO TEÓRICO

Es importante para la mejor comprensión de este trabajo, definir algunos conceptos los cuales son extraídos de la Norma COVENIN 10012-1-93, y que explican de alguna forma las expresiones y procedimientos utilizados en el presente documento.

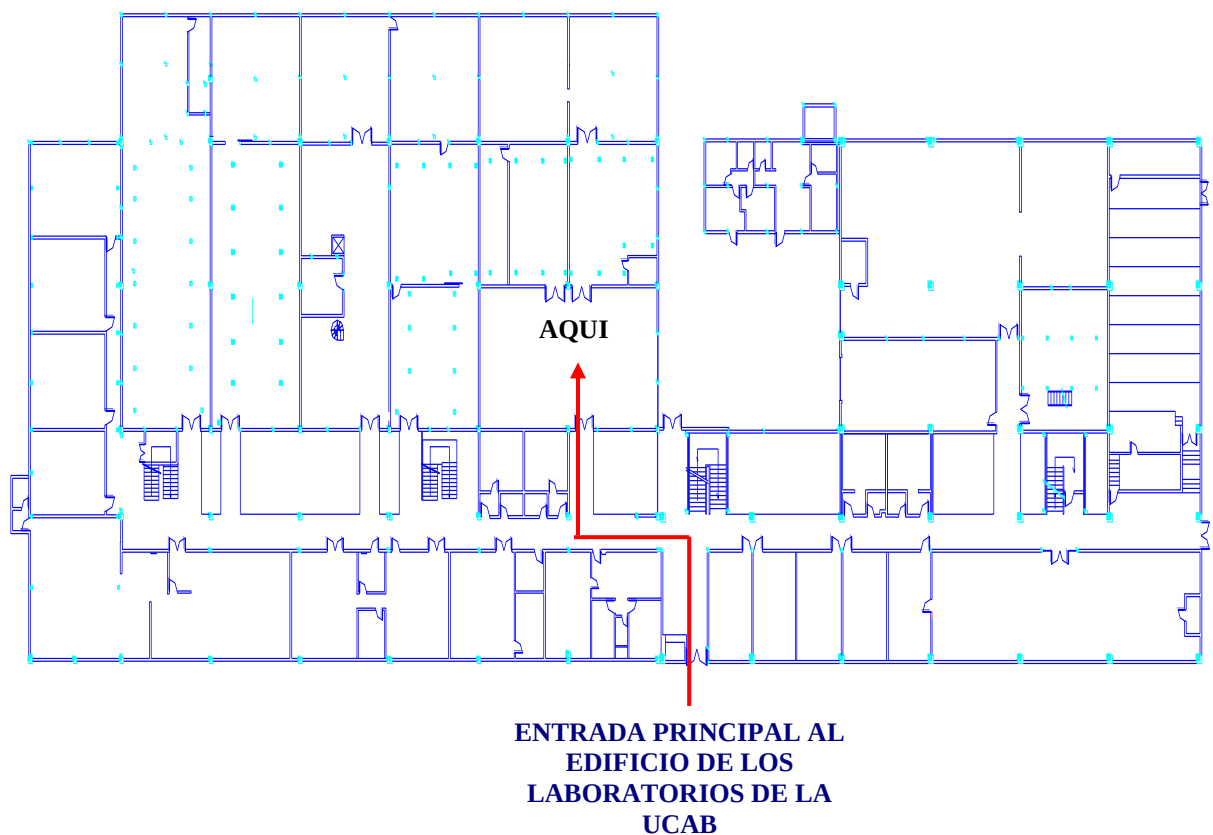
- 1) **CONFIRMACIÓN METROLÓGICA:** Conjunto de preparativos que se requieren para garantizar que una característica del equipo de medición se encuentre en condiciones de cumplimiento de los requisitos pertinentes al uso al cual está destinado.
- 2) **EQUIPO DE MEDICIÓN:** Cubre todos los instrumentos de medición, los patrones de medición, los materiales de referencia, los aparatos auxiliares y las instrucciones que sean necesarias para efectuar una medición. También incluye al equipo de medición utilizado para el desarrollo del ensayo y la inspección, así como el equipo utilizado en la calibración.
- 3) **MEDICIÓN:** El conjunto de actividades u operaciones que se realizan para determinar el valor de una cantidad.
- 4) **MAGNITUD DE MEDIDA:** Una cantidad sometida a medición.
- 5) **MAGNITUD INFLUYENTE:** Una característica que no es parte del objetivo final de la medición, pero que incide en el valor de la magnitud medida o en lo que indica el propio instrumento de medición.
- 6) **EXACTITUD DE LA MEDICIÓN:** Concordancia entre el resultado de una medición y el valor verdadero (convencional) de la magnitud medida.
- 7) **INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:** El resultado del estudio llevado a cabo para definir el rango dentro del cual se estima que estará el valor verdadero de una magnitud medida, generalmente basado sobre una probabilidad dada.

- 8) **ERROR (absoluto) DE LA MEDICIÓN:** El resultado de una medición menos el valor verdadero de la magnitud medida.
- 9) **CORRECCIÓN:** El valor que, sumado algebraicamente al resultado no corregido de una medición, compensa un error sistemático asumido.
- 10) **INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN:** Un dispositivo destinado a efectuar una medición, solo o en conjunto con un equipo que lo complementa.
- 11) **AJUSTE:** La actividad u operación destinada a colocar un instrumento de medición en un estado de funcionamiento libre de desvíos, de forma de adecuarlo para su uso.
- 12) **INTERVALO ESPECIFICADO DE MEDICIÓN:** Es el conjunto de valores correspondientes a una magnitud medida, para los cuales se espera que el error de un instrumento de medición esté dentro de los límites especificados.
- 13) **CONDICIONES DE REFERENCIA:** Condiciones de utilización para un instrumento de medición asignado para pruebas de desempeño o para asegurar la comparación válida entre los resultados de las mediciones.
- 14) **RESOLUCIÓN (de un dispositivo indicador):** Una expresión cuantitativa de la capacidad de un dispositivo indicador, para permitir la distinción adecuada entre los valores inmediatamente adyacentes de la cantidad indicada.
- 15) **ESTABILIDAD:** La capacidad de un instrumento de medición para mantener en forma constante sus características metrológicas.
- 16) **DESVIACIÓN:** La variación lenta durante el transcurso del tiempo, de una característica metrológica de un instrumento de medición.
- 17) **LÍMITES DEL ERROR PERMISIBLE (de un instrumento de medición):** Los valores extremos de un error permitido por las especificaciones, los reglamentos, etc., para un determinado instrumento de medición.
- 18) **PATRÓN (medición):** Una medida de material, un instrumento de medición, un material o sistema de referencia destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una cantidad, con el propósito de transmitirlos a otros instrumentos de medición mediante la comparación.
- 19) **MATERIAL DE REFERENCIA:** Un material o una sustancia que posee una o más propiedades suficientemente bien establecidas para usarlas en la calibración de un aparato, en la evaluación de un método de medición, o para asignar valores a materiales.

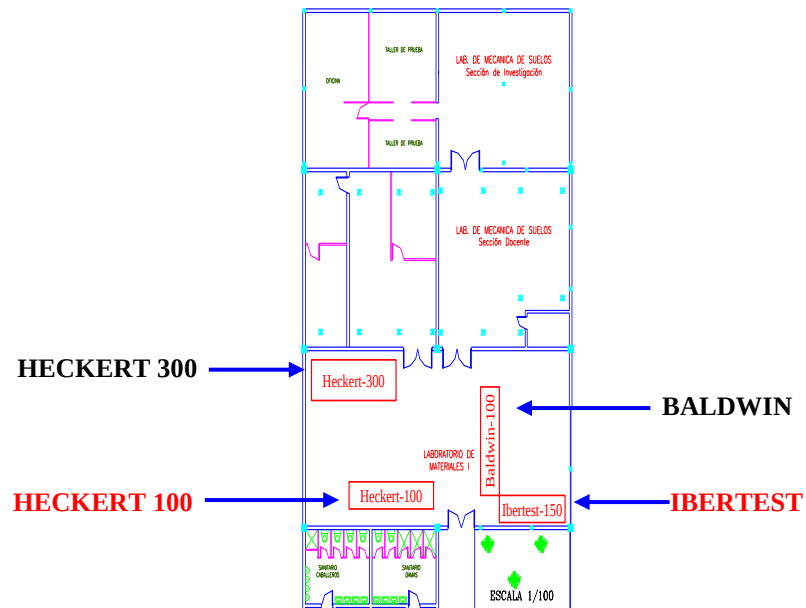
- 20) **PATRÓN INTERNACIONAL (medición):** Un patrón reconocido mediante un acuerdo internacional, con el propósito de usarlo internacionalmente como base para fijar el valor de todos los otros patrones de la magnitud pertinente.
- 21) **PATRÓN NACIONAL (medición):** Un patrón reconocido mediante una decisión nacional oficial, con el propósito de usarlo en un país como base para fijar el valor de todos los otros patrones de la magnitud pertinente.
- 22) **TRAZABILIDAD:** El atributo que tiene un resultado de una medición, por el cual dicho resultado se puede relacionar con patrones de medida adecuados, generalmente patrones nacionales o internacionales a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones.
- 23) **CALIBRACIÓN:** El conjunto de actividades u operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre valores indicados mediante un instrumento de medición o mediante un sistema de medición, o valores representados por una medida de material o un material de referencia, y los valores correspondientes de una magnitud dados por un patrón de referencia.
- 24) **AUDITORÍA (de calidad):** Un examen sistemático e independiente para determinar si las actividades de calidad y los resultados así relacionados cumplen con los acuerdos planificados y si estos arreglos se aplican en forma efectiva y son adecuados para alcanzar los objetivos trazados.
- 25) **REVISIÓN (sistema de calidad):** Una evaluación formal efectuada por la administración superior, acerca del desempeño y la adecuación del sistema de calidad en relación con la política de calidad y los nuevos objetivos resultantes de las circunstancias cambiantes.

VI. UBICACIÓN

Dentro del Edificio de los Laboratorios de la Universidad Católica Andrés Bello, el **Laboratorio de Suelos y Materiales de Construcción** se encuentra en la planta baja y en la posición que se indica a continuación:



DISTRIBUCIÓN DE LAS MÁQUINAS



De los equipos aquí señalados, se seleccionaron, para efectos de este trabajo, las prensas **BALDWIN – TATE – EMERY** de 100 toneladas y la **IBERTEST – CMP – 150** de 150 toneladas.

VII.- OBJETIVOS

3.1- OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Sistema de Gestión de Metrología en el Laboratorio de Materiales I de la Universidad Católica Andrés Bello

3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Diagnosticar la situación actual en cuanto a los Sistemas de metrología, formatos y preparación del personal en éste aspecto.
- b) Generar el plan de mantenimiento de los equipos que se van a estudiar para la generación del sistema de metrología
- c) Generar procesos y formatos para que se cumpla el flujo en cuanto a procesos de metrología se refiere.
- d) Redactar las recomendaciones necesarias para que el sistema propuesto pueda ser llevado a cabo en el menor tiempo posible

VIII.- MARCO METODOLÓGICO.

El tipo de investigación a través del cual desarrollará este trabajo es de campo ya que los datos se recogerán de la realidad.

El diseño de este trabajo se hará a través de la búsqueda de información en los manuales existentes , tanto de operación como de los equipos.

El instrumento que se utilizará será la entrevista al personal que opera continuamente los equipos del Laboratorio. Esto incluye al Coordinador y al Jefe del Laboratorio.

La muestra será el Laboratorio de Materiales I de la Facultad de Ingeniería de la UCAB y dentro del mismo los equipos IBERTEST CMP 150 y el equipo BALDWIN- TATE-EMERY, ya que el diseño del sistema de metrología , se hará extensiva a los demás equipos de dicho laboratorio y los equipos de los demás laboratorios de la UCAB.

Este sistema deberá ser traducidos de manera tal que, al ser manejado dentro de los indicadores, pueda dar información importante en cuanto al estado actual del laboratorio en cuanto a metrología se refiere.

Una vez finalizado el diseño del Sistema, se harán las recomendaciones de acuerdo a los logros y metas que se desean alcanzar.

IX.- BALDWIN-TATE-EMERY

La máquina de pruebas universales **BALDWIN-TATE-EMERY** de 100 Toneladas de capacidad, es una máquina tipo mesa, llamada así porque, como se verá mas adelante, la mesa de trabajo está adjunta y se mueve con pistón de presión.

Estructuralmente estas máquinas poseen dos componentes principales como son el indicador y gabinete de control y la estructura generadora de esfuerzos. La estructura es esencialmente igual para todas las máquinas, diferenciándose principalmente en el rango provisto. Las estructuras de esfuerzos pueden mostrar considerables diferencias, variando en el diseño y disposición de los elementos según la capacidad de la máquina, los tipos de pruebas a realizar y a la instalación de requerimientos y limitaciones.

En estas máquinas, el ensamblaje de fijación consiste en una base, la cual esta rígidamente sujeta al piso; y el cilindro, el cual esta integrado a la base.

El dispositivo de carga ensamblado consiste en un pistón de presión, el cual encaja dentro del cilindro; la mesa de trabajo sostiene al pistón; un par de columnas de compresión, erguidas sobre la mesa de trabajo y sostiene la cruceta fija superior.

La junta de pesada incluida en la cruceta base, en la base de la máquina, con la unidad de esmeril elevada en su centro; un par de columnas de tensión roscadas erguidas en los topes de la cruceta fija inferior, la cual pasa a través de la mesa y las cuales guían a la cruceta ajustable. Un motor eléctrico es usado para ubicar a esta cruceta en la posición que requiere cada prueba.

Una junta laminar sujeta a las columnas de tensión al cilindro fijo impidiendo así el movimiento lateral de las columnas, pero permitiendo estrictamente un ligero movimiento vertical el cual es necesario. Uno resortes de presión inicial en estas columnas, entre la junta laminar y la base, son los que sostienen la cruceta base en la posición y de este modo mantienen el datum en la unidad de esmeril.

Las probetas a tensar se ubican entre la cruceta superior y la cruceta ajustable, mientras que las de compresión se ubican entre la cruceta ajustable y la mesa de trabajo. En cualquiera de los casos todo movimiento es hacia arriba, presionando las muestras a compresión contra la cruceta ajustable o halando las muestras a tracción con la misma. La fuerza ejercida en la cruceta ajustable es transmitida a través de las columnas de tensión roscadas y la cruceta base hasta la unidad de esmeril.

Es importante resaltar que la cruceta ajustable no se mueve durante la prueba. Las columnas roscadas están para facilitar la ubicación de esta cruceta en la posición conveniente para posesionar a la muestra. Para ello esta cruceta está equipada con un motor eléctrico para este propósito La cruceta ajustable es usada en ocasiones como un “elevador” para mover la cruceta tensora a la deseada muesca en las columnas de compresión.

1. PREPARACIÓN DEL EQUIPO PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN.

Para la realización de las pruebas de compresión se requiere de las placas de presión (Ver figura N° 3). Si el último ensayo realizado fue el de tracción, es necesario desmontar las mordazas del cabezal ajustable, para luego proceder de la siguiente forma:

- ❖ Insertar la placa inferior de presión en el espacio provisto en el cabezal inferior (Ver Diagrama de la Máquina).
- ❖ Colocar la placa de presión superior sobre la placa de presión inferior.

- ❖ A continuación se puede proceder de dos formas:
 - Elevando el pistón basal (Ver Diagrama de la Máquina) ó
 - Bajando el cabezal intermedio ó ajustable.

Independientemente de la forma escogida, se debe efectuar dicha acción hasta lograr el ajuste perfecto de los salientes de la placa de presión superior en el cabezal ajustable.

- ❖ Colocar la placa sujetadora sobre el extremo superior del perno de sujeción; el cual debe sobresalir por la parte superior del cabezal intermedio.
- ❖ Fijar el perno.

De esta forma, la máquina está lista para efectuar pruebas de compresión.

2. PREPARACIÓN DEL EQUIPO PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE TRACCIÓN.

- ❖ Encender el sistema.
- ❖ Abrir la mordaza del cabezal superior
- ❖ Aflojar los pernos de fijación.
- ❖ Retirar media mordaza (conjunto formado por la placa guía y el par de abrazaderas).
- ❖ Retirar la otra media mordaza.
- ❖ Retirar el conjunto de abrazaderas (dos abrazaderas por cada media mordaza).
- ❖ Instalar las abrazaderas de acuerdo al diámetro de la probeta a ser instalada (Ver Figura N° 4)
- ❖ Proceder a instalar el conjunto de mordazas de la siguiente forma:
 - Colocar conjunto de mordazas
 - Ajustar pernos de fijación
 - Ajustar el sistema de mando hidráulico
 - Abrir y cerrar las mordazas repetidamente para lograr el ajuste de las mismas.

El ajuste de las mordazas de los cabezales superior e intermedio es completamente mecánica; de manera que el operario debe asegurarse de hacerlo correctamente para que en el caso de fallar, la muestra no sean expulsadas violentamente del cabezal.

Para el cabezal intermedio ó ajustable (Ver Diagrama del Equipo) se procede de la misma forma que para el cabezal superior.

De esta forma, la máquina está preparada para efectuar ensayos de tracción.

3. PREPARACIÓN DEL EQUIPO PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO DE FLEXIÓN.

- ❖ Verificar que no se encuentren instalados los dispositivos para otros ensayos; en caso de estar instalados desmontarlos.
- ❖ Despejar el área de trabajo
- ❖ Montar la viga de flexión (Ver figura N° 5) sobre el cabezal inferior, deslizándola entre las columnas (Ver figura N° 5) de tal manera que la viga ajuste en la apertura central de dicho cabezal.
- ❖ Girar la viga de flexión para que los agujeros de sujeción coincidan con los agujeros roscados del cabezal.
- ❖ Fijar la viga de flexión al cabezal mediante tornillos hexagonales.
- ❖ Aflojar los pernos de cierre de los bloques de flexión, introducirlos en la ranura correspondiente de la viga de flexión y ajustarlos nuevamente.
- ❖ Colocar la hoja de flexión superior entre los bloques de flexión. Se recomienda que los bloques de flexión estén colocados de manera tal que permitan ubicar la hoja de flexión en posición vertical entre ellos.
- ❖ A continuación se puede proceder de dos formas:
 - Elevando el pistón basal (Ver Diagrama de la Máquina) ó
 - Bajando el cabezal intermedio ó ajustable.

Independientemente de la forma escogida, se debe efectuar dicha acción hasta lograr el ajuste perfecto de los salientes de la placa de presión superior en el cabezal ajustable.

- ❖ Colocar la placa sujetadora sobre el extremo superior del perno de sujeción; el cual debe sobresalir por la parte superior del cabezal intermedio

- ❖ Fijar el perno.
- ❖ Ajustar los bloques de flexión en la posición deseada, de manera que se pueda colocar la muestra de acuerdo a los requerimientos del ensayo.
- ❖ Colocar el dispositivo de seguridad.

De esta manera, el equipo se encuentra preparado para realizar el ensayo de flexión.

4. OPERACIÓN DEL EQUIPO PARA EL ENSAYO DE COMPRESIÓN.

1. Pasar el breaker del tablero principal a la posición **“On”**.
2. Encender el pupitre de mando con la llave tubular.
3. Ajustar la máquina mediante la prueba piloto.
4. Pulsar botón de **“Start”** en el mando frontal del pupitre.
5. Abrir la válvula de descarga, que se encuentra en la parte frontal (hacia el lado izquierdo) del pupitre de mandos, haciéndola girar en sentido horario, para hacer fluir el aceite para lubricar el sistema motor- bomba de la máquina.
6. Pulsar **“Cero”** en el recuadro para la Fuerza del pupitre de mando.
7. Seleccionar la **“Escala”** en el recuadro para la Fuerza del pupitre de mando.
8. Cierre totalmente la válvula de descarga, haciéndola girar en sentido antihorario.
9. Abra la válvula de carga, (ubicada hacia la derecha de la parte frontal del pupitre de mandos), haciéndola girar en sentido horario, esto se hace para variar el flujo principal del aceite enviado por el grupo motor- bomba de tal forma que se alimente la unidad de prueba con el aceite necesario para un aumento de la fuerza necesaria para la prueba o ensayo.
10. Una vez realizada la preparación del equipo para el ensayo de compresión en los cabezales superior e inferior, colocar el material a ensayar en el interior del área de compresión, para ello si es necesario, se debe subir el cabezal intermedio, pulsando el botón **“↑”** en el recuadro Movimiento del Cabezal del pupitre de mando y se debe subir hasta que se puede introducir de manera fácil leste material a ensayar.

11. Antes de introducir el material a ensayar, tome las tapas retenedoras de compresión (las cuales ayudan a distribuir uniformemente la carga sobre todos los puntos de la superficie del material) coloque una de ellas sobre el plato inferior de presión, de manera que el mismo quede perfectamente alineado según las marcas de la placa. Todo esto con el propósito que el cilindro reciba una distribución de carga uniforme durante el ensayo.
12. Sobre esta tapa retenedora inferior, coloque el material a ensayar
13. Coloque la tapa retenedora restante sobre la parte superior del material a ensayar
14. Bajar el cabezal intermedio, pulsando el botón “↓” en el recuadro Movimiento del Cabezal del pupitre de mando; hasta que la hoja de compresión de la placa superior de presión toque al cilindro a ensayar.
15. Seleccionar la velocidad de ensayo entre cero (0) y uno (1), para poder vigilar la prueba.
16. Pulsar el botón “**Memoria**” del pupitre de mando, para poder disponer del valor final arrojado por la prueba.
17. Presionar el botón “**Marcha**” en el pupitre de mando.
18. Realizar la prueba
19. Durante la realización de la prueba se observará como varia el valor de la carga en la pantalla digital del módulo, cuando este valor permanezca mas o menos constante, cerrar rápidamente la válvula de carga, haciéndola girar en sentido antihorario.
20. Abrir la válvula de descarga, haciéndola girar en sentido horario.
21. Al terminar el ensayo, anotar el valor de carga, registrado por la pantalla digital del módulo.
22. Subir el cabezal intermedio para extraer el material ensayado, pulsando el botón “↑” en el recuadro Movimiento del Cabezal del pupitre de mando.

23. Despejar el área de compresión
24. Para realizar otro ensayo, regresar al paso N° 6.
25. Para finalizar el ensayo, apagar el pupitre de mando rotando la llave en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj.
26. Bajar el Breaker del tablero principal.

5. OPERACIÓN DEL EQUIPO PARA EL ENSAYO DE TRACCIÓN.

1. Pasar el breaker del tablero principal a la posición **“On”**.
2. Encender el pupitre de mando con la llave tubular.
3. Ajustar la máquina mediante la prueba piloto.
4. Pulsar botón de **“Start”** en el mando frontal del pupitre.
5. Abrir la válvula de descarga, que se encuentra en la parte frontal (hacia el lado izquierdo) del pupitre de mandos, haciéndola girar en sentido horario, para hacer fluir el aceite para lubricar el sistema motor- bomba de la máquina.
6. Pulsar **“Cero”** en el recuadro para la Fuerza del pupitre de mando.
7. Seleccionar la **“Escala”** en el recuadro para la Fuerza del pupitre de mando.
8. Cierre totalmente la válvula de descarga, haciéndola girar en sentido antihorario.
9. Abra la válvula de carga, (ubicada hacia la derecha de la parte frontal del pupitre de mandos), haciéndola girar en sentido horario, esto se hace para variar el flujo principal del aceite enviado por el grupo motor - bomba de tal forma que se alimente la unidad de prueba con el aceite necesario para un aumento de la fuerza necesaria para la prueba o ensayo.
10. Abrir manualmente, las mordazas superiores, con ayuda de una palanca en la parte superior izquierda del cruceta o cabezal fijo superior.
11. Verificar que la posición de las abrazaderas corresponda al diámetro de la probeta a ensayar, de lo contrario abrir aun mas..
12. Introducir la probeta entre las abrazaderas de la mordaza superior hasta que la misma llegue al tope del canal y mantener aguantada la probeta firmemente.

13. Cerrar las mordazas, en esta oportunidad girar la palanca en sentido antihorario.
14. Abrir manualmente, las mordazas inferiores, con ayuda de una palanca en la parte inferior del cruceta o cabezal ajustable o intermedio.
15. Subir el cabezal intermedio, pulsando el botón “↑” en el recuadro Movimiento del Cabezal del pupitre de mando. Se debe subir hasta que se introduzcan aproximadamente 10 cm. de la muestra en las mordazas del cabezal inferior. En caso de haber introducido la probeta más de lo necesario, bajar el cabezal inferior pulsando el botón “↓” en el recuadro Movimiento del Cabezal del pupitre de mando.
16. Cerrar fuertemente las mordazas.
17. Seleccionar la velocidad de ensayo entre cero (0) y uno (1), para poder vigilar la prueba.
18. Pulsar el botón “**Memoria**” del pupitre de mando, para poder disponer del valor final arrojado por la prueba.
19. Presionar el botón “**Marcha**” en el pupitre de mando.
20. Realizar la prueba
21. Durante la realización de la prueba se observará como varia el valor de la carga en la pantalla digital del módulo, cuando este valor permanezca mas o menos constante, cerrar rápidamente la válvula de carga, haciéndola girar en sentido antihorario.
22. Abrir la válvula de descarga, haciéndola girar en sentido horario.
23. Al terminar el ensayo, anotar el valor de carga, registrado por la pantalla digital del módulo.
24. Bajar el cabezal intermedio para extraer el material ensayado, pulsando el botón “↑” en el recuadro Movimiento del Cabezal del pupitre de mando.
25. Abrir las mordazas del cabezal intermedio para liberar al material ensayado
26. Repetir la misma operación pero ahora con el cabezal superior.
27. Despejar el área de tracción
28. Para realizar otro ensayo, regresar al paso N° 6.

29. Para finalizar el ensayo, apagar el pupitre de mando rotando la llave en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj.
30. Bajar el Breaker del tablero principal.

6. OPERACIÓN DEL EQUIPO PARA EL ENSAYO DE FLEXIÓN.

1. Pasar el breaker del tablero principal a la posición **“On”**.
2. Encender el pupitre de mando con la llave tubular.
3. Ajustar la máquina mediante la prueba piloto.
4. Pulsar botón de **“Start”** en el mando frontal del pupitre.
5. Abrir la válvula de descarga, que se encuentra en la parte frontal (hacia el lado izquierdo) del pupitre de mandos, haciéndola girar en sentido horario, para hacer fluir el aceite para lubricar el sistema motor-bomba de la máquina.
6. Pulsar **“Cero”** en el recuadro para la Fuerza del pupitre de mando.
7. Seleccionar la **“Escala”** en el recuadro para la Fuerza del pupitre de mando.
8. Cierre totalmente la válvula de descarga, haciéndola girar en sentido antihorario.
9. Abra la válvula de carga, (ubicada hacia la derecha de la parte frontal del pupitre de mandos), haciéndola girar en sentido horario, esto se hace para variar el flujo principal del aceite enviado por el grupo motor-bomba de tal forma que se alimente la unidad de prueba con el aceite necesario para un aumento de la fuerza necesaria para la prueba o ensayo.
10. Una vez realizado el montaje para el ensayo de flexión en los cabezales intermedio e inferior, proceda a colocar la muestra entre los bloques de flexión, colocado según los requerimientos de la prueba.
11. Ubicar en la parte inferior de la muestra el Instrumento medidor de la distancia vertical flectada (dial)
12. Bajar el cabezal intermedio, pulsando el botón **“↓”** en el recuadro Movimiento del Cabezal del pupitre de mando; hasta que la hoja de flexión toque la muestra a ensayar.

13. Seleccionar la velocidad de ensayo entre cero (0) y uno (1), para poder vigilar la prueba.
14. Pulsar el botón **“Memoria”** del pupitre de mando, para poder disponer del valor final arrojado por la prueba.
15. Presionar el botón **“Marcha”** en el pupitre de mando.
16. Realizar la prueba
17. Durante la realización de la prueba se observará como varia el valor de la carga en la pantalla digital del módulo, cuando este valor permanezca mas o menos constante, cerrar rápidamente la válvula de carga, haciéndola girar en sentido antihorario.
18. Abrir la válvula de descarga, haciéndola girar en sentido horario.
19. Subir el cabezal intermedio para extraer el material ensayado, pulsando el botón **“↑”** en el recuadro Movimiento del Cabezal del pupitre de mando.
20. Despejar el área de flexión.
21. Para realizar otro ensayo, regresar al paso N° 6.
22. Para finalizar el ensayo, apagar el pupitre de mando rotando la llave en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj.
23. Bajar el Breaker del tablero principal.

7. MANTENIMIENTO.

El mantenimiento preventivo de la máquina de ensayos BALDWIN (Capacidad 100 Toneladas) está constituido por las actividades que se mencionan a continuación:

1. Control del nivel de aceite.

- 1.1. En el tanque para las mordazas
- 1.2. En el tanque para el pistón basal

2. Cambio de aceite.

- 2.1. En el tanque para las mordazas
- 2.2. En el tanque para el pistón basal

3. Calibración de la máquina de ensayos.

4. Engrase general.

- 4.1. Engrase de las columnas

- 4.2. Engrase del tornillo sin fin
- 4.3. Engrase de las mordazas
- 4.4. Engrase de las placas de presión

5. Limpieza y lavado de las abrazaderas y de las placas de presión.

De acuerdo al mantenimiento realizado actualmente con relación al cambio de la correa del sistema motor - bomba y del sistema del eje del tornillo; el mismo es correctivo, es decir, se cambian cuando las mismas se rompen.

Control de aceite: La máquina debe tener suficiente volumen de aceite en el grupo motor - bomba, para que cuando el pistón de trabajo esté completamente afuera, el volumen se encuentre por encima del nivel mínimo que indica el visor del tanque de aceite. De la misma forma, cuando el pistón esta en la posición más baja, en el deposito

del grupo motor - bomba se tendrá mayor volumen de aceite que coincidirá aproximadamente con el máximo del nivel del visor del tanque de aceite. La caja de engranajes del motor tiene un tornillo de carga de aceite, un tornillo de rebosa de aceite y un tornillo purgador de aceite. Antes de la puesta en servicio debe verse si la caja de engranajes del motor reductor contiene la cantidad necesaria de aceite.

Cambio de aceite: Por condiciones de trabajo se recomienda cambiar el aceite por lo menos una vez al año, sin embargo cuando el uso de la máquina no es muy continuo, se debe revisar anualmente para verificar si es necesario el cambio de aceite. El orificio de salida del aceite estará sobre un lateral o bien en la parte trasera del grupo moto-bomba.

Por lo general al cabo de este periodo, se hace necesario, vaciar el aceite y sustituirlo por otro.

Calibración de la máquina de ensayo: Es recomendable efectuar la calibración de la máquina todos los años.

Engrase General: Con el uso del aceite o la grasa adecuada, se deben engrasar aquellos componentes sujetos a roce ó a una fuerte presión entre sus partes como son las columnas, el tornillo sin fin, las mordazas y las placas de presión. Para hacer este engrase se recomienda utilizar grasa para rodamientos, que contenga pasta de grafito.

Limpieza y lavado de las abrazaderas y las placas de presión: Con el fin de garantizar la disponibilidad permanente de la instalación es de suma importancia mantener limpiar todas las partes de la instalación. Eliminar inmediatamente todos los fragmentos y residuos, que se producen durante los ensayos de tracción en la máquina, al utilizarse la máquina ensayadora en forma ininterrumpida es necesario limpiar y examinar por lo menos una vez cada día las piezas de sujeción para probetas planas y para probetas redondas con cabezas cilíndricas. Al montar y desmontar estas piezas limpiar y examinar a la vez a fondo las aberturas de guía en los correspondientes cabezales transversales.

NOTA IMPORTANTE

PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE LIMPIEZA ES IMPRESCINDIBLE DESCONECTAR EL INTERRUPTOR PRINCIPAL

IX. 8. FRECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

Actividad	Tiempo	Observaciones
1. Control del nivel de aceite. 1.1. En el tanque para las mordazas 1.2. En el tanque para el pistón basal	Mensualmente	Al observar que la máquina trabaja de manera forzada, revisar el nivel del aceite tanto en el tanque para las mordazas como en el tanque para el pistón basal.
2. Cambio de aceite. 2.1.En el tanque para las mordazas 2.2.En el tanque para el pistón basal	Anualmente	A pesar que se debe cambiar el aceite anualmente, lo que se hace es agregar aceite, cada vez que haga falta, hasta llegar al nivel correspondiente; debido a que el proceso de desnaturalización del mismo es lento porque se emplea como fluido hidráulico y no está sujeto a cambios elevados de temperaturas. Las pérdidas que ocurren se deben a fugas en las mangueras y uniones. El aceite empleado es Hidralux 68
3. Calibración de la máquina de ensayos.	Anualmente	Esta calibración es realizada por la empresa Ingeniería de Control de Calidad (ICC C.A.) y en esta calibración también se revisa y regula el nivel de parada automático de la máquina.
4. Engrase general. 4.1. Engrase de las columnas 4.2. Engrase del tornillo sin fin 4.3. Engrase de las mordazas 4.4. Engrase de las placas de presión	Trimestralmente Trimestralmente Cada vez que se prepare el equipo para el ensayo de tracción Cada vez que se prepare el equipo para el ensayo de compresión	Antes de engrasar las columnas se deben limpiar con una estopa y kerosén, gasolina ó gasoil. Se engrasan con vaselina o un líquido anticorrosivo. El tornillo se engrasa con “Grasa Grafitada”; y se deben subir y bajar los cabezales para poder untar la grasa a lo largo de todo el tornillo. Antes de engrasar las mordazas se deben limpiar, para extraer los restos metálicos de piezas ensayadas en pruebas anteriores. Antes de engrasar las placas de presión se deben limpiar, para extraer los restos de cemento de piezas ensayadas en pruebas anteriores. Se engrasa con “Grasa Grafitada”

5. Limpieza y lavado de las abrazaderas y de las placas de presión.	Cada vez que se prepare el equipo para el ensayo de tracción y compresión respectivamente.	Se deben limpiar los componentes con agua jabonosa, para luego ser engrasados.
6. Cambio de la correa del sistema Moto – Bomba.	Cada vez que se rompe	El cambio de correa debería realizarse trimestralmente.
7. Cambio de la correa del sistema del eje del tornillo.	Cada vez que se rompe	El cambio de correa debería realizarse trimestralmente.

X. 9. FORMATOS.

- ❖ **Ficha Técnica del Equipo.** Permite controlar la frecuencia del mantenimiento del equipo de acuerdo a la actividad. Presenta la siguiente información:
 - ◆ **Trabajo ó Actividad:** Se debe especificar la actividad de mantenimiento en cuestión.
 - ◆ **Fecha de Culminación:** Se debe anotar la fecha en la cual fue culminada de forma satisfactoria la actividad de mantenimiento correspondiente para dicha fecha.
 - ◆ **Próxima Revisión:** Una vez conocida la frecuencia con la cual se debe realizar el mantenimiento preventivo, se establece la próxima fecha tentativa para realizar nuevamente la acción de mantenimiento; tomando como base la fecha de culminación de la actividad.
 - ◆ **Responsable:** Se indica la persona responsable de la actividad de mantenimiento.
 - ◆ **Observaciones:** Espacio opcional, para ser llenado en caso de haber algún otro comentario.

- ❖ **Ficha de Solicitud de Trabajos Internos.** Permite asignar las actividades de mantenimiento realizadas por el personal interno, a los diferentes técnicos del laboratorio; así como también especificar los materiales a emplear en la actividad correspondiente.
 - ◆ **Actividad a Realizar:** Una vez que se ha revisado la ficha técnica del equipo y se ha observado que para el día en cuestión corresponde una actividad de mantenimiento preventivo se debe llenar la ficha de solicitud de trabajos internos colocando en el espacio “Actividad a Realizar” el nombre de la acción de mantenimiento.
 - ◆ **Solicitado por:** Se debe especificar el nombre de la persona que solicita la realización de la actividad de mantenimiento.
 - ◆ **A Realizarse por:** Se debe especificar el nombre de la persona a quien se le delegó o asignó la realización de la actividad de mantenimiento.

- ◆ **Material Requerido:** Es un espacio que recuerda a los técnicos los materiales requeridos para cumplir con la labor de mantenimiento; como grasa, aceite, estopa, vaselina, jabón, etc.
 - ◆ **Fecha de la Solicitud:** Se define la fecha en la cual se designó el trabajo.
 - ◆ **Fecha de Culminación de la Actividad:** Especifica la fecha en la cual se terminó completamente y de manera satisfactoria el trabajo de mantenimiento.
 - ◆ **Revisado y Aceptado por:** Debe ser firmado por la persona encargada de supervisar la acción de mantenimiento, una vez que el trabajo se ha culminado satisfactoriamente.
 - ◆ **Observaciones:** Espacio opcional, para ser llenado en caso de haber algún otro comentario.
- ❖ **Ficha de Solicitud de Servicio Técnico para los Equipos.** Se emplea cuando alguno de los equipos requiere de servicio técnico; que por lo complejo y lo delicado, no puede ser realizado por el personal interno del laboratorio. La calibración es una de las actividades de mantenimiento que debe ser realizada por personal calificado; por lo cual se debe llenar esta ficha para solicitar el trabajo.
- ◆ **Dirigido a:** Se debe indicar el nombre de la persona (perteneciente a la Coordinación de los Laboratorios) encargada de solicitar el servicio por personal calificado externo.
 - ◆ **Servicio Solicitado:** Se debe especificar el tipo de servicio que se requiere; como por ejemplo, calibración, reparación, cambio de alguna pieza, etc.
 - ◆ **Fecha de la Solicitud:** Indica la fecha en la cual es solicitado el servicio por parte del personal encargado en el laboratorio.
 - ◆ **Equipo Involucrado:** Se debe aclarar para cual de los equipos es el servicio solicitado.
 - ◆ **Observaciones:** Espacio opcional, para ser llenado en caso de haber algún otro comentario.

- ◆ **Solicitado por:** Se debe escribir el nombre de la persona del laboratorio encargada de solicitar el servicio.
- ◆ **Aprobado por:** Se debe escribir el nombre de la persona perteneciente a la Coordinación de los Laboratorios, una vez que la solicitud del servicio es aprobada.
- ❖ **Ficha de Solicitud de Materiales para el Mantenimiento de los Equipos.** Se emplea cada vez que se requiera comprar algún material para realizar la acción de mantenimiento, ya sea porque no hay dicho material en existencia, o porque la cantidad en existencia no es suficiente.
- ◆ **Fecha:** Se debe indicar la fecha en la cual se realiza la solicitud.
- ◆ **Dirigido a:** Se debe indicar el nombre de la persona (perteneciente a la Coordinación de los Laboratorios) encargada de la solicitud o la compra de materiales.
- ◆ **Material Requerido:** Se debe especificar el material que se requiere para la acción de mantenimiento.
- ◆ **Existencia:** Se debe indicar la cantidad del material en cuestión que se encuentra
- ◆ **Cantidad Requerida:** Se debe especificar la cantidad que se requiere del material en cuestión para realizar el mantenimiento, sin incluir la cantidad en existencia.
- ◆ **Para ser usado en:** Se debe anotar la actividad de mantenimiento que requiere el uso de dicho material y el nombre del equipo al cual se le realizará la actividad de mantenimiento.
- ◆ **Observaciones:** Espacio opcional, para ser llenado en caso de haber algún otro comentario.
- ◆ **Solicitado por:** Se debe escribir el nombre de la persona del laboratorio encargada de la solicitud o compra de los materiales.
- ◆ **Aprobado por:** Se debe escribir el nombre de la persona perteneciente a la Coordinación de los Laboratorios, una vez que la solicitud de materiales es aprobada.

FORMATO DE LA FICHA DE SOLICITUD DE TRABAJOS INTERNOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

COORDINACIÓN DE LOS LABORATORIOS

[illegible]

FORMATO DE LA FICHA DE SOLICITUD DE SERVICIO TÉCNICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

COORDINACIÓN DE LOS LABORATORIOS

Dirigido a: _____

Solicitud de Servicio Técnico para los Equipos		
Tipo de Servicio Solicitado	Fecha de la Solicitud	Equipo Involucrado

Observaciones: _____

Solicitado por: _____

Aprobado por: _____

FORMATO DE LA FICHA PARA LA SOLICITUD DE MATERIALES.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO



FACULTAD DE INGENIERÍA

COORDINACIÓN DE LOS LABORATORIOS

Fecha: _____

Dirigido a: _____

Solicitud de Materiales para el Mantenimiento de los Equipos			
Material Requerido	Existencia Actual	Cantidad Requerida	Para ser usado en

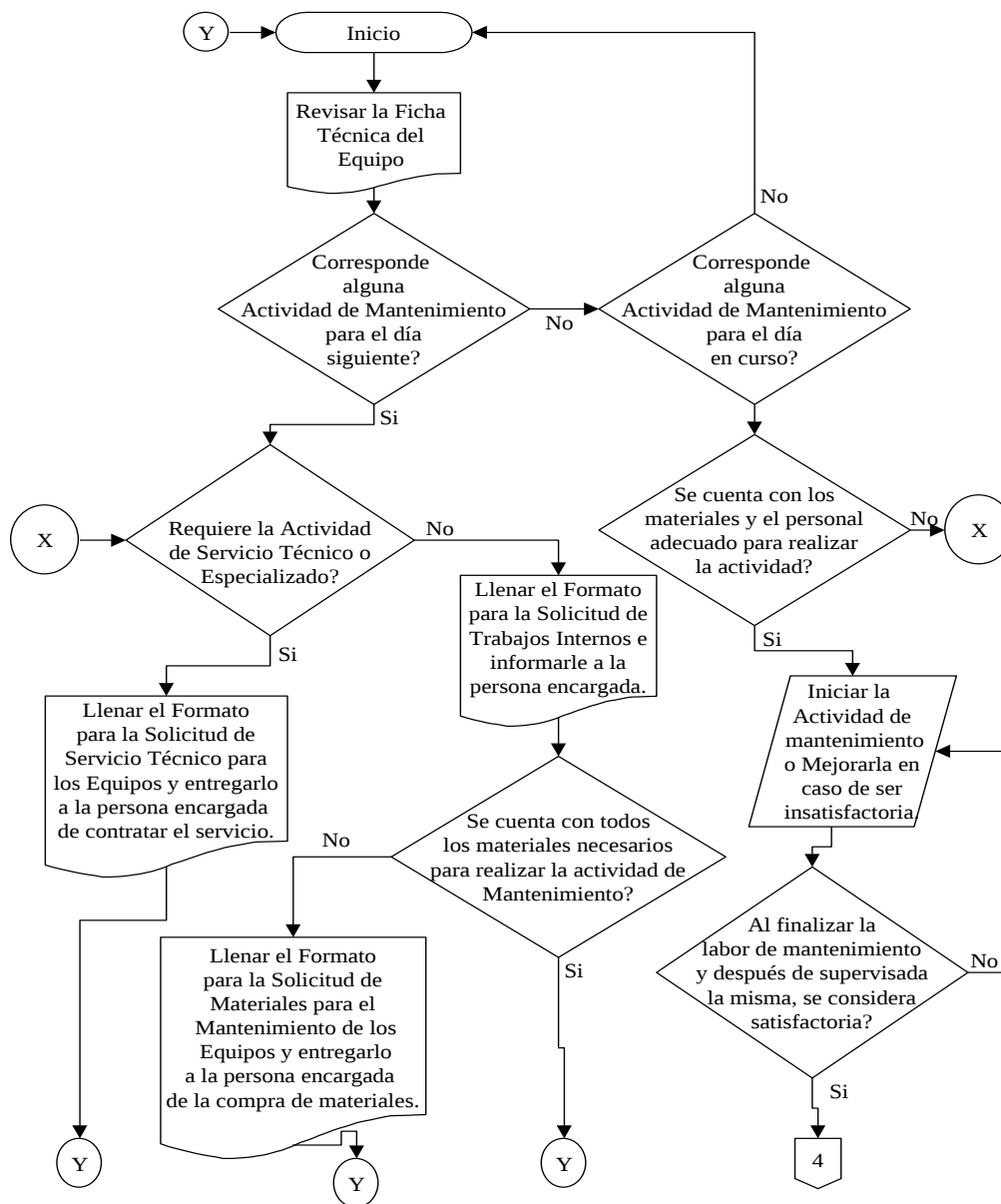
Observaciones: _____

Solicitado por: _____

Aprobado por: _____

10. FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO.

Diariamente, se debe cumplir con la siguiente rutina para realizar la labor de mantenimiento:



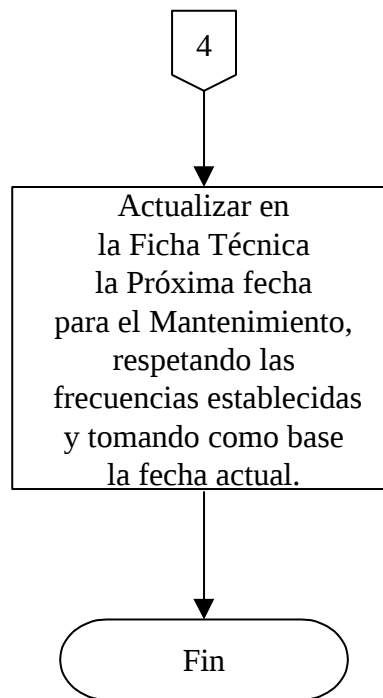


FIGURA 1. MÁQUINA BALDWIN TATE EMERY DE 100 TONELADAS

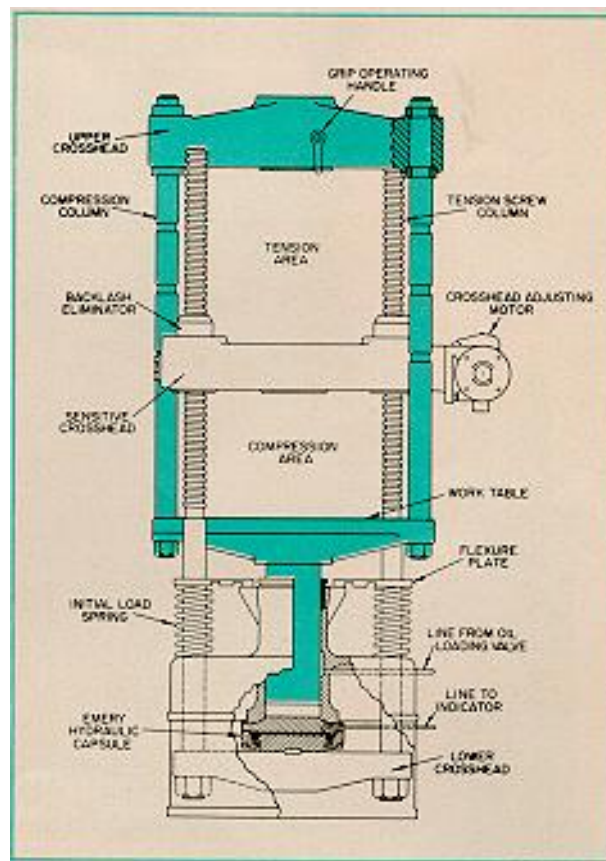


Figura N° 2. Esquma de la Máquina de ensayo BALDWIN-100



figura 3. Tapa retenedora

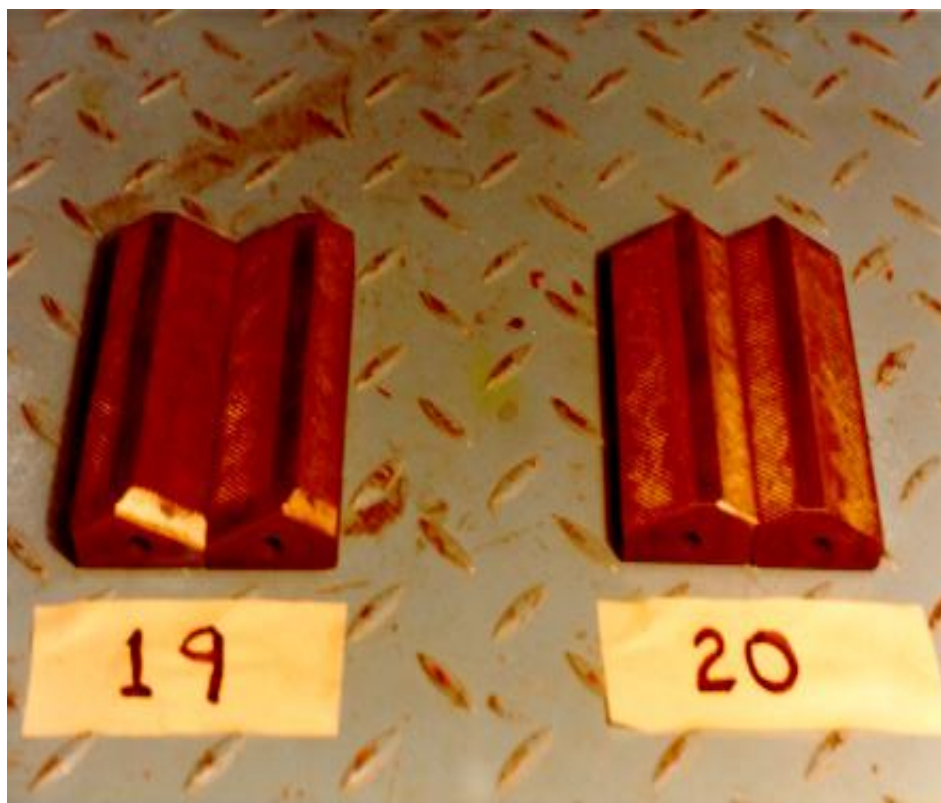


Figura N° 4. Mordazas del Cabezal Superior y las dos posibles posiciones (La Posición 19 es para probetas gruesas y la Posición 20 para probetas más delgadas).

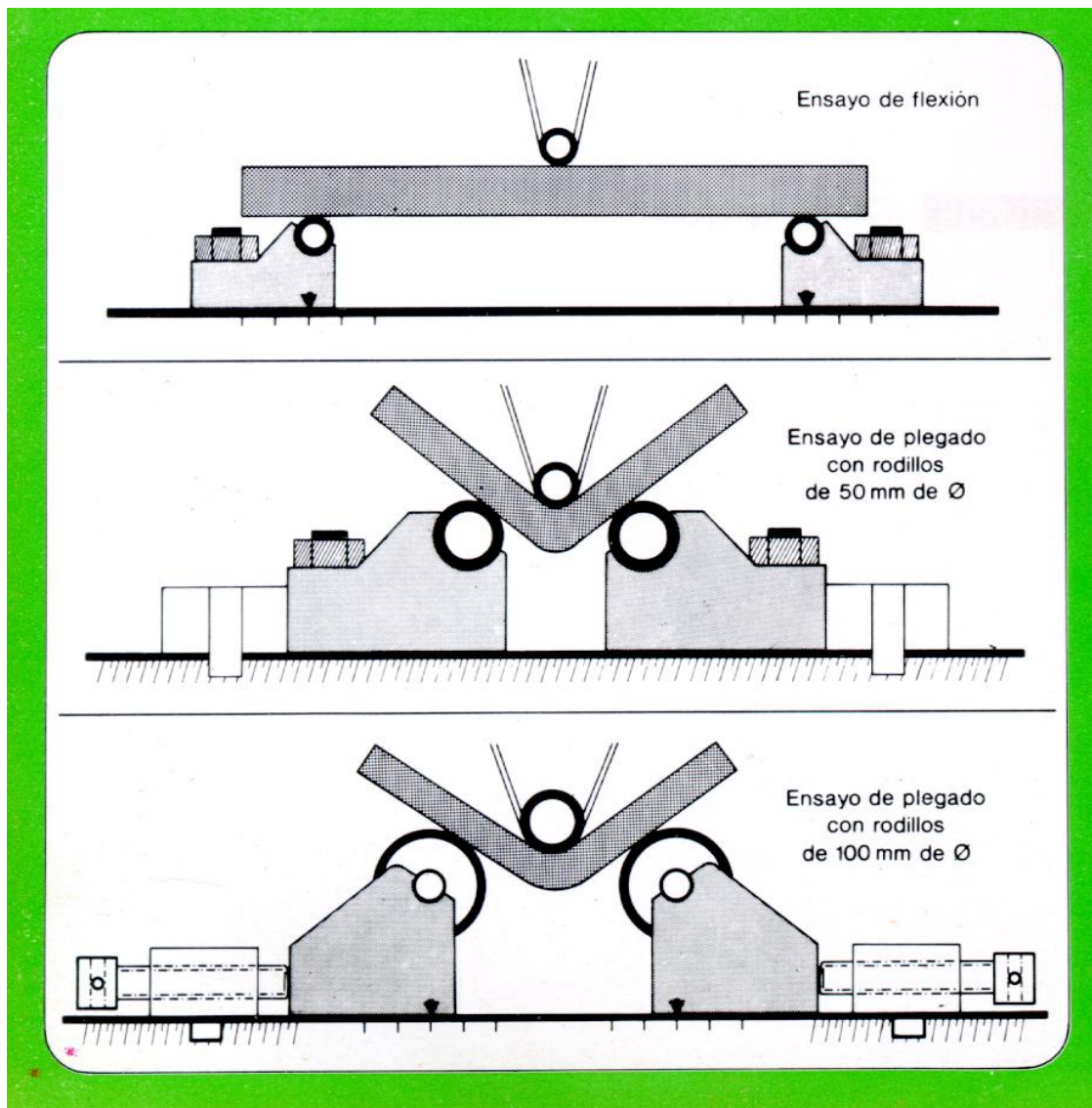


Figura N° 5. Esquema del Ensayo de Flexión.

X.- IBERTEST-CMP-150

Las máquinas de ensayos de construcción **IBERTEST**, están particularmente destinadas a ensayos de compresión de probetas cilíndricas y prismáticas de hormigón y cemento, ajustándose en cuanto a sus características de precisión y repetitibilidad a normas establecidas. Están formadas por un pupitre de mandos y un cuadro de ensayos. Los pupitres se usan para la medida y la producción de cargas en todos los tipos de máquinas CMP. Dentro del pupitre se encuentran el manómetro pendular, con pistón rectificado, y el freno hidráulico de reacción graduable, que protege el sistema de medida del retroceso del brazo de péndulo en el momento de rotura de la probeta. En el frontal del pupitre de mandos se encuentran los pulsadores luminosos de puesta en marcha y parada del grupo motor- bomba, así como los de subida y bajada del cabezal superior de la zona de ensayos. También en el interior el lateral izquierdo, se encuentran los dispositivos eléctricos de mando y protección.

La zona de ensayos está construida a base de dos sólidas columnas, unidas a un cabezal superior y otro inferior que forman el cuadro de ensayos. En el cabezal inferior está montado el pistón de accionamiento hidráulico, protegido contra el polvo. Sobre el pistón esta montada la placa de compresión inferior. La placa de compresión superior esta montada mediante asiento a al rótula. La zona de ensayos está unida al pupitre de mandos, mediante tuberías de presión, medida y descarga correspondientes.

1. PREPARACIÓN DEL EQUIPO.

1.- Se deben establecer los valores numéricos de las variables involucradas dentro de la operación de la máquina estas son: dimensiones del cilindro a ensayar; valor de la resistencia de la pieza, normalmente dado por el fabricante o suministrado por alguna norma; factor del esfuerzo a aplicar durante la operación de la máquina, establecido según normas de trabajo; posición del candenciómetro; valor de la carga a aplicar; velocidad de aplicación de la carga. Para conocer estos valores se requiere de una serie de cálculos.

2- Opcionalmente debe tomarse nota de los datos anteriores en un formato u hoja de trabajo, para tener un mejor manejo de los resultados durante la operación de la máquina.

3.- Establecer la escala de trabajo en el panel del candenciometro, ubicado en la parte frontal del pupitre de mandos de la máquina dependiendo de cual sea el valor de la carga a aplicar, así como del tipo de pieza a trabajar.

4. Graduar la máquina para que opere con la escala establecida, esto se hace con los péndulos de variación de escala, ubicados en la parte trasera del pupitre de mandos de la máquina, agregando discos (3) de 11,2 kg, 7,563 kg y 11,092 kg de peso cada uno, en el caso de la escala de (150.000 kg); (2) discos de 11,2 kg y 7,563 kg cada uno para la escala de (100.000 kg); dejando un solo disco (1) de 7,563 kg para la escala de (50.000 kg), y eliminando los discos móviles y dejando sólo el fijo de 1,2 kg aproximadamente para el caso de la escala de 15.000 kg; ya que a este nivel de escala, la máquina no requiere de péndulos externos, puede trabajar con su péndulo (disco) interno.

2. OPERACIÓN DEL EQUIPO.

1. - Encender la máquina usando el botón de encendido, (color verde) que se encuentra en la parte frontal (hacia el lado derecho) del pupitre de mandos de la máquina. (Ver anexos figura 6).
2. -Abrir la válvula de descarga, que se encuentra en la parte frontal (hacia el lado izquierdo) del pupitre de mando haciéndola girar en sentido horario (A), para hacer fluir el aceite para lubricar el sistema motor- bomba de la máquina.
3. - Verificar la calibración de la máquina con la perilla de calibración de las agujas guías (que se encuentra en la parte lateral izquierda del pupitre de operaciones de la máquina), haciéndola girar y observando que la aguja guía de color negro coincida con el cero de la escala.
4. -Ajustar la máquina mediante una prueba que siga los siguientes pasos:
 - 4.1. -Tome las tapas retenedoras de compresión. límpielas y coloque una de ellas en el cabezal inferior de la prensaDe una forma concéntrica al eje del cabezal superior.
 - 4.2. - Coloque la pieza a operar sobre la tapa retenedora.
 - 4.3. - Coloque la tapa retenedora restante sobre la parte superior de la pieza.

4.4. - Usando el botón inferior de los botones de manejo del cabezal superior, ubicados hacia la izquierda de la parte frontal del pupitre de mandos de la máquina. (Ver Anexos figura 6), baje el cabezal superior hasta que coincida con la pieza; pero sin ejercer presión sobre ella.

4.5. - Cierre la válvula de descarga, haciéndola girar en sentido antihorario (B).

4.6. - Abra la válvula de carga, ubicada hacia la derecha de la parte frontal del pupitre de mandos. (Ver anexos figura 6), haciéndola girar en sentido horario (A) para variar el flujo principal del aceite enviado por el grupo motor- bomba de tal forma que sé alimente la unidad de prueba con el aceite necesario para un aumento de la fuerza de ensayos o prueba. El exceso de aceite vuelve, sin presión al depósito del grupo motor- bomba. Al realizar esta operación con la válvula sé propiciará el movimiento ascendente del cabezal inferior para así comenzar a ejercer presión sobre la pieza a trabajar.

4.7. - Aumente un poco la velocidad de aplicación de la carga, haciendo girar levemente la válvula hacia el mismo sentido en que sé abrió.

4.8. - Verifique que las agujas indicadoras están girando a la misma velocidad del disco central del candenciómetro; es decir que la velocidad de aplicación de la carga sé mantiene constante. Para ello tome un punto base en la escala del disco del candenciometro y verifique que las agujas sé encuentran superpuestas en él. De lo contrario ajuste las velocidades de giro, haciendo girar la válvula de carga, como lo hizo en el paso 4.7.

NOTA: Esta verificación debe hacerse entre las dos (2) primeras divisiones de la escala que se trabaja. Después de estas divisiones, si existe alguna diferencia entre las velocidades de giro no se debe hacer ninguna operación para modificarlas.

4.9. - Aplique varias, sé recomienda tres (3) cargas leves para ir ajustando la máquina al trabajo (carga) que se quiere aplicar.

4.10. - Cierre la válvula de carga, haciéndola girar en sentido antihorario(B).

4.11. - Oprima el botón de color rojo, ubicado hacia derecha de la parte frontal del pupitre de mandos para parar la prueba.

4.12. - Usando el botón superior de los botones de manejo del cabezal superior, ubicados hacia la izquierda de la parte frontal del pupitre de mandos de la máquina,

suba el cabezal superior hasta obtener una altura considerable que le permita retirar la pieza de trabajo.

4.13. - Retire la tapa retenedora de la parte superior de la pieza.

4.14. - Retira la pieza de la tapa retenedora ubicada en el cabezal inferior de la prensa.

4.15. - Proceda a limpiar las tapas retenedoras y el cabezal inferior de la prensa si así fuese necesario.

5. - Proceda a colocar la pieza de interés de la misma forma como se indicó en los pasos para la prueba en el cabezal inferior de la prensa.

6. - Repita los procedimientos realizados en la prueba desde el 4.1 hasta el 4.8

NOTA: SE RECUERDA OMITIR EL PASO 4.9.

7. - Observe detenidamente la escala de trabajo del panel del candenciómetro y espere a encontrarse cerca del valor de carga que debe ser aplicado en la prueba, para abrir la válvula de descarga haciéndola girar en sentido horario (A), para así liberar el aceite y hacer que el sistema del pistón del cabezal inferior se detenga y para la prueba.

8. - Repita los pasos 4.10 al 4.14 realizados en la prueba.

3. MANTENIMIENTO DE EQUIPO.

El mantenimiento de una máquina **IBERTEST-CMP-150**, se limita, en lo referente al mantenimiento preventivo a controlar el nivel del aceite en el grupo motor- bomba, a cambiar periódicamente el mismo y a calibrarla. Además del engrase periódico de la rotula y otras partes de la máquina, lo que es sumamente necesario. Por otro lado el mantenimiento correctivo se aplica mayormente en los cambios de correas.

Se recomienda entonces seguir con el siguiente programa de mantenimiento:

1. - Control del nivel de aceite.
2. - Cambio de aceite.
3. - Calibración de la máquina de ensayos.
4. - Engrase general:

4.1 Engrase del cabezal superior donde se encuentra el tornillo sin fin.

4.2 Engrase de las columnas.

5.- Revisión y cambio de las correas:

5.1. Correa del sistema motor- bomba.

5.2. Correa del eje del tornillo sin fin.

6.-Revisión y Cambio de los anillos del pistón.

7.- Revisión y cambio de los resortes del sistema del cabezal superior.

A continuación se describe brevemente el desarrollo de cada una de las actividades anteriormente mencionadas.

Control de aceite: La máquina debe tener suficiente volumen de aceite en el grupo motor- bomba, para que cuando el pistón de trabajo este completamente salido, es decir al mas bajo nivel de aceite en el grupo, esté sin embargo por encima del mínimo que indica la varilla que se usa para medir el aceite. Así, también cuando el pistón esta en la posición mas baja, en el deposito del grupo motor- bomba se tendrá mayor volumen de aceite que coincidirá aproximadamente con el máximo del nivel de la varilla.

Cambio de aceite: Una vez chequeado el nivel de aceite existente en la máquina, así como la calidad del mismo, se debe tomar la decisión de cambiar o no el aceite. Para realizar el cambio del aceite, se debe ubicar el orificio del llenado de aceite del grupo motor- bomba, se encuentra junto al orificio que tiene la varilla de nivel. Este orificio está cerrado con un tornillo de cabeza hexagonal de 19 mm; el orificio de salida está ubicado en la parte trasera del grupo motor- bomba.

Calibración de la maquina de ensayos: Es recomendable efectuar la calibración de la máquina todos los años.

Engrase General: El cuerpo de rótula situado en la placa de compresión superior debe ser periódicamente desmontado, limpiado y engrasado. La rótula se desmonta por la parte superior del travesaño de la zona de ensayos. Sujutando la placa superior de ensayos, para que no gire, aflojar la tuerca que se encuentra en el espárrago hasta que toda la placa suelta quede libre. Entonces, aplicar el lubricante adecuado, a las caras macho y hembra de la rótula. El no mantener perfectamente engrasada la rótula, puede producir errores en los ensayos por gripamiento de la superficie de la misma.

Engrase del sistema del cabezal superior donde se encuentra el tornillo sin fin: Se lleva todo el tornillo sin fin a su posición más alta; es decir: donde se tenga la visión completa (hasta donde permita la máquina) del cuerpo del tornillo, se limpia con una estopa y luego se procede a agregarle "Grasa Grafitada" en todo el cuerpo del tornillo. Luego se

lleva el tornillo sin fin a su posición mas baja, esto se hace con la finalidad de distribuir de forma uniforme y compacta la grasa en el tornillo.

Engrase de las columnas de la prensa: Se debe hacer el desmontaje de las camisas protectoras de las columnas, para luego limpiarlas usando una estopa, y líquidos limpiantes como gasolina o kerosene. Finalmente se le debe agregar vaselina o líquido anticorrosivo.

Revisión y cambio de correas: Las correas del sistema motor- bomba y la del tornillo sin fin, forman parte de las piezas que tiene un mantenimiento correctivo dentro de la máquina. La primera se encuentra ubicada en la parte inferior trasera del pupitre de mandos, y la segunda en la parte superior trasera de la zona de ensayos Aunque son chequeadas mensualmente, (la del tornillo sin fin) y anualmente, (la del motor- bomba); las mismas son cambiadas sólo cuando se rompen.

Revisión y cambio de los anillos del pistón: Es realizado anualmente por la compañía de Ingeniería de Control de Calidad.

Revisión y cambio de los resortes del sistema de la rótula en el cabezal superior: El cabezal superior debe ser un cabezal flexible a movimientos, es decir debe ser rotativo para soportar la presión ejercida por el cilindro de prueba sobre él, y sobre todo el eje del tornillo a medida que se va aplicando la carga. La flexibilidad en el movimiento la adquiere en parte gracias a unos resortes, ubicados dentro de los pernos o travesaños que unen la placa de compresión a la rótula; estos resortes se revisan cada tres meses y se cambian cuando sea necesario.

4. FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO

ACTIVIDAD	TIEMPO	OBSERVACIÓN
Control del Nivel de aceite	Se realiza mensualmente	Si la máquina esta trabajando forzada, normalmente se mide el nivel de aceite
Cambio del aceite	Se realiza cuando es necesario	El aceite de la máquina no se cambia completamente, sino que se va agregando aceite nuevo a medida que el aceite viejo se va perdiendo. El fabricante recomienda que el aceite de la máquina se cambie una vez al año. La máquina requiere para su correcto funcionamiento de 20 litros de aceite.
Calibración de la máquina	Se realiza anualmente.	Es realizado por la empresa Ingeniería de Control de Calidad
Engrase del cabezal superior (Tornillo sin fin)	Se realiza cada tres meses	
Engrase de las columnas de la prensa	Se realiza cada tres meses	
Cambio de la correa del sistema motor-bomba	Cuando esta se daña	
Cambio de la correa del eje del tornillo sin fin	Cuando se daña	El fabricante recomienda que se cambie cada tres meses, ya que tiende a desgastarse y deteriorarse rápidamente
Cambio y revisión de los anillos del sistema del pistón	La revisión se realiza anualmente y el cambio, cuando sea necesario	Lo realiza la empresa Ingeniería de Control de Calidad

5. ANEXOS

A. Cálculos requeridos.

Cálculos requeridos para el funcionamiento de la máquina: Como se mencionó en el manual de operaciones del equipo, la operabilidad de la máquina requiere del conocimiento de ciertos parámetros, los cuales son calculados al detalle a continuación:

1. - Definir las dimensiones de la pieza a trabajar:

Diámetro	Longitud	Área

2. - Buscar el factor que determina la velocidad de la carga a aplicar, para ello se deben conocer los siguientes puntos:

2.1. - Factor de la velocidad del esfuerzo por área a tratar; este factor normalmente se encuentra tabulado en Normas de Trabajos (Normas de Ensayos de Compresión) o en algunos casos en el Manual del Fabricante.

2.2. -Área de la pieza.

Luego de conocer estos parámetros se procede a aplicar la fórmula que se indica a continuación, para determinar el factor de velocidad de aplicación de carga.

$$\text{Factor de aplicación} = \text{Área} \times \text{Factor de Norma de carga}$$

3.- Conocer la posición del candenciometro: Aquí se lleva a cabo un método de interpolación, una vez conocida la escala de trabajo y a partir de los siguientes datos suministrados por el fabricante:

Posición del Candenciometro	Tiempo que tardan los testigos (agujas indicadoras) en dar una vuelta
0	212
1	130
10	Valor máximo

Esto permite determinar cuál será la velocidad de aplicación de la carga sobre la pieza de trabajo. A continuación se muestra un ejemplo para explicar el procedimiento a realizar:

Ejemplo:

Trabajando una pieza con las siguientes dimensiones:

Diámetro	Longitud	Área

En la escala de 100.000 kg y usando un factor de norma igual a $(3 \pm 1 \text{ kg/cm}^2 / \text{seg})$, se calcula el factor de velocidad de aplicación de la carga:

$$\text{F.A.C} = () \times (3 \pm 1 \text{ kg/cm}^2 / \text{seg})$$

$$\text{F.A.C} = 530,1 \text{ kg/seg}$$

Tomando los dos primeros puntos de la tabla de datos suministrada por el fabricante, se calculan los siguientes valores:

$$V_1 = 100.000 \text{ kg} / 212 \text{ seg} = 471,70 \text{ kg/seg}$$

$$V_2 = 100.000 \text{ kg} / 130 \text{ seg} = 769,23 \text{ kg/seg}$$

A partir de estos valores, se realiza la interpolación del valor de F.A.C calculado anteriormente, de lo que se obtiene:

$$471,70 \text{ kg/seg} \Rightarrow N = 0$$

$$530,1 \text{ Kg/seg} \Rightarrow N = 0,5$$

$$769,23 \text{ Kg/seg} \Rightarrow N = 1$$

B. Escalas de trabajo.

La máquina de trabajo **IBERTEST - CMP-150** consta de cuatro escalas de trabajo, para cubrir la variedad de resistencias que puedan presentar las piezas que se someten a prueba. A continuación se presentan las escalas existentes en la máquina, indicando el valor de la división en cada una de ellas:

Escala	Valor de la división
15.000 Kg	25 Kg
50.000 Kg	100 Kg
100.000 Kg	200 Kg
150.000 Kg	250 Kg



Figura 1



Figura 2



Figura 3. Conjunto IBERTEST- CMP- 150



figura 7. Tapa retenedora



figura 8. Tapa retenedora colocada en el cabezal inferior

XI.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN

El método a utilizar para calibrar ambos equipos es el mismo ya que estas prensas trabajan bajo el mismo principio y requieren del mismo patrón, lo cual facilita en gran parte el proceso de calibración.

Las Técnicas a utilizar están basadas en Normas Nacionales e internacionales, las cuales son:

NOMBRE DE LA NORMA	PROCEDENCIA	CRITERIOS PARA SU USO
COVENIN 998 – 91 Método de verificación de equipos de ensayo	Venezolana	Es el equivalente a la norma americana ASTM E4 – 94 donde en forma muy genérica especifica el método de verificación y calibración para ciertos equipos y máquinas.
UNE 7-474-92 Parte 2 Norma Europea EN 10 002-2 Materiales Metálicos- Ensayos de tracción: Verificación del sistema de medición de Fuerza (carga) de la máquina de ensayo	Española	Por ser una de las normas más completas en este campo de trabajo, es de ella donde se deben basar determinados métodos operativos, como es el caso de la preparación de la máquina de acuerdo a su clase que logra ser determinada con los errores relativos de precisión, repetibilidad, reversibilidad, cero y resolución relativa. De esta manera cada máquina recibirá un proceso de calibración adecuado.
UNE 7-474-95 Parte 3 Norma Europea EN 10 002-3 Materiales Metálicos- Ensayos de tracción: Calibración de los instrumentos de medida de fuerza (carga) para la verificación de las máquinas de ensayo uniaxial.	Española	Esta norma nos muestra el método operativo para efectuar una calibración. Entre otros aspectos también nos señala los valores de los diferentes parámetros en función de la clase del instrumento de medida de fuerza.
NTC 4227 Máquinas de ensayo. Verificación de tensión, compresión y flexión.	Colombiana	Norma de apoyo
NTC 3761 Ensayo de tensión de materiales metálicos. Parte 2. Calibración del sistema de medición de fuerza de la máquina de ensayo de tensión.	Colombiana	Norma de apoyo

XII.- PLAN DE GESTIÓN DE CALIBRACIÓN

Según las normas, la ejecución práctica del proceso de calibración se debe realizar de acuerdo a guías que definen la forma de actuar con cada tipo de equipo.

Estas guías deben ser constituidas por instructivos de trabajo. En estos instructivos se deben tener en cuenta una serie de factores que determinan la fiabilidad y exactitud de las calibraciones tales como:

- a) Factores humanos
- b) Condiciones de trabajo
- c) Condiciones ambientales
- d) Métodos de calibración
- e) Equipamiento
- f) Trazabilidad de los patrones
- g) Manipulación de los artículos de calibración

Para una máquina de ensayo, en forma genérica, se deben seguir los siguientes pasos:

1- PREPARACIÓN DEL PATRÓN Y DE LA MÁQUINA A CALIBRAR.

- 1.1- Una vez determinado el método específico para realizar la calibración del equipo (en nuestro caso para máquinas de fuerza se recomienda el método de la Norma Española UNE 7-474-92 para la Baldwin y la Norma Española UNE 7-474-95 para la Baldwin y la Ibertest), se debe proceder a ubicar la celda patrón, según la capacidad de la máquina (100 toneladas la Baldwin y 150 toneladas la Ibertest). La trazabilidad de dichos patrones se debe mantener vigente (máximo tres años) y se recomienda hacerlo con los patrones primarios de España.
- 1.2- Definir claramente los puntos a medir y chequear la incertidumbre de la medición, clases de precisión del patrón y equipo a calibrar.
- 1.3- Buscar la estabilidad térmica del patrón y del equipo a calibrar.
- 1.4- Tomar las precauciones de seguridad que se requieren para las mediciones, como:
 - 1.4.1- Revisar de nivel de aceite del tanque hidráulico (nivel requerido)
 - 1.4.2- Revisar la manguera de alta presión (no presencia de fugas de aceite)
 - 1.4.3- Revisar el voltaje idóneo de la fuente de alimentación eléctrica (110 o 220 volt).

- 1.4.4- Cerciorarse que la conexión entre la celda de carga y el módulo patrón esté firme.
- 1.5- Prender el módulo patrón en un tiempo previo para su calentamiento.
- 1.6- La celda de carga seleccionada se debe colocar dentro de la zona de ensayo para ejecutar las lecturas a full escala.

2- DURANTE LA VERIFICACIÓN

- 2.1- Registrar la temperatura y la humedad correspondiente del lugar donde se encuentra instalada la máquina.
- 2.2- El técnico se debe asegurar que el instrumento de medida de fuerza esté montado y centrado de forma que permita una aplicación axial de la carga, con una posición inicial de 0°.
- 2.3- Al finalizar la toma de la primera serie, se debe proceder a ubicar el patrón en una posición de 90° siguiendo igualmente las indicaciones de las Normas antes mencionadas hasta obtener las cuatro (4) series, completando la calibración girando el patrón los ángulos restantes (180° y 270°).
- 2.4- Los valores prefijados entre el sistema de medición de las prensas (módulo) y el patrón de calibración, deben estar dentro del rango $\pm 1\%$ que es valor normativo y la clase de la máquina.
- 2.5- Una vez ejecutadas las mediciones, se debe proceder a la interpretación de los resultados. Se calcula el Error Absoluto y Relativo para verificar que el equipo cumple con la clase declarada, de acuerdo a la norma COVENIN 998, ASTM-E4 y la EN 10 002-3.
- 2.6- De obtener mediciones del equipo a calibrar fuera de las especificaciones, se debe informar al Coordinador de los Laboratorios para llevar a cabo el ajuste y toma de valores definitivos para la certificación de la calibración.

3.-FORMATOS

PROGRAMA DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS

	UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN DE LOS LABORATORIOS CALIBRACIÓN DE EQUIPOS														
EQUIPO	CÓDIGO	FRECUENCIA	FECHA												RESPONSABLE
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Baldwin	MC-0401-99-1	ANUAL			X										A. MANRIQUE
Ibertest	MC-O4O2-99-1	ANUAL			X				O						A. MANRIQUE
			</												

LEYENDA:

X: Calibraciones programadas

O: Calibraciones NO programadas (la frecuencia se sigue manteniendo anual pero cambia el mes)

NOTA: Las calibraciones no programadas se pueden presentar por varias razones como son:

- Exceso de uso del equipo
- Falla que llevó a un mantenimiento correctivo
- Mal uso del operario

PROGRAMA DE CALIBRACIÓN PARA PATRONES

	UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN DE LOS LABORATORIOS CALIBRACIÓN DE PATRONES														
PATRÓN	MÁQUINA CÓDIGO	FRECUENCIA	FECHA												RESPONSABLE
			E	F	M	A	M	J	J	A					
			S	O	N	D									
														</	

LEYENDA:

X: Calibración programada (cada tres años)
O: Calibración NO programada

FORMATOS PARA LA TOMA DE DATOS DE CALIBRACIÓN

	UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN DE LOS LABORATORIOS CALIBRACIÓN DE EQUIPOS
---	---

ESCALA CALIBRADA:

CARGA MÍNIMA:

RESOLUCIÓN DEL INSTRUMENTO:

SENTIDO DE LA FUERZA:

VALOR INICIAL DE CERO:

RESOLUCIÓN DEL PATRÓN:

CALIBRACIÓN N°:

EQUIPO:

CÓDIGO:

LECTURA DEL INSTRUMENTO kgf	LECTURAS DEL PATRÓN kgf				MEDIA kgf
	0°	90°	180°	270°	

ERRORES RELATIVOS DE CERO:

POLINOMIO DIRECTO:

POLINOMIO INVERSO:

ERRORES RELATIVOS DE REPETIBILIDAD

LECTURA INSTRUMENTO	ERROR DE REPETIBILIDAD	ERROR DE PRECISIÓN	RESOLUCIÓN RELATIVA	ERROR DE INTERPOLACIÓN	POLINOMIO

FECHA: ----- ELABORADO: ----- REVISADO: -----

-----APROBADO: -----

XIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) La Coordinación de los Laboratorios de la **UCAB** debe realizar un estudio de costos que le permita evaluar la posibilidad de efectuar sus propias calibraciones y dejar de utilizar un agente externo para tal fin, de acuerdo a la tendencia actual de que las empresas están optando por su propio sistema de calibración. Las guías que en este trabajo se marcan pueden seguirse y mejorarse para tal fin.
- 2) Los registros de los ensayos deben llevarse bajo un formato claramente establecido y que permita seguir con cada uno de los pasos que se señalan en los instructivos.
- 3) Se debe crear el manual de Calidad e incluir el plan de gestión de metrología (calibración), no solo para los equipos seleccionados en este trabajo, sino en todos aquellos posibles.
- 4) Se deben crear mecanismos de adiestramiento en materia de Metrología, contratar personas calificadas para las labores de calibración, verificación y ajuste de los equipos de medición y ensayo.
- 5) Se debe crear un programa de comparación de resultados con otros Laboratorios similares a fin de garantizar la repetibilidad de los resultados en ensayos comunes (este tema se toca en el trabajo aquí expuesto)
- 6) El programa de mantenimiento que aquí se propone hay que ponerlo en marcha y verificar su funcionabilidad de acuerdo a las exigencias de los equipos.
- 7) Se deben proponer charlas y conferencias en materia de Metrología, no solo al personal que labora directamente con los equipos e instrumentos involucrados en los ensayos, sino también al personal que gerencia las diferentes áreas de los Laboratorios.
- 8) La coordinación de los Laboratorios debería proponer a los Directores de las diferentes escuelas de Ingeniería, la inclusión en los programas de Control de Calidad el tema de Metrología y todas las implicaciones que están asociadas a ella.

XIV. REFERENCIAS

- 1) Norma COVENIN 10012-1-93. Gestión y Aseguramiento de la Calidad. Requisitos de Aseguramiento de la Calidad para equipos de medición. Parte 1: Sistema de confirmación de Metrología para equipos de medición.
- 2) Esquema General para la Calibración de instrumentos de medición. Prof. Norma Figueredo.
- 3) Plan de gestión del Sistema de confirmación metrológica. Prof. Norma Figueredo.
- 4) Comentario sobre la COVENIN – ISO 9001 / 9002. Documentos relativos a la confirmación metrológica.
- 5) Plan de Gestión de Calibración. Ingeniería de Control de Calidad, ICC C.A.
- 6) Archivos de la Coordinación de los Laboratorios.