



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"**

"NORMALIZACION DE LAS PRUEBAS MECANICAS QUE PUEDEN EFECTUARSE CON LOS EQUIPOS CON QUE CUENTA LA ENEP ARAGON"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
ALFREDO CERVANTES BRAVO
MARIO ALFONSO CERDA COSIO

SAN JUAN DE ARAGON, EDO. DE MEX.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo tiene como fines fundamentales, fijar las bases para el funcionamiento del equipo de la Enep. Aragón con el objeto de realizar pruebas mecánicas, así como el acreditamiento del laboratorio ante la D.G.N., con el fin de establecer la relación Enep. Industria.

Se pretende establecer procedimientos de fabricación de las probetas con las máquinas-herramienta existentes en la Enep Aragón. Además, establecer un reglamento que rija el funcionamiento del laboratorio, tanto en equipo como en organización. Se requiero inventariar el equipo de pruebas, máquinas-herramienta, portaherramientas, herramientas, así como los accesorios que fueran necesarios para la fabricación de probetas con el fin de sugerir la adquisición de equipo y herramientas en caso de que el existente no fuera suficiente para tal fin.

Este trabajo consta de cuatro capítulos. En el primero de ellos, cimentamos las bases técnicas fundamentales que se refieren a la definición de propiedades mecánicas de los materiales, así como las relaciones directas e indirectas que existen entre ellas. Además de algunos términos técnicos utilizados en los diagramas de esfuerzo-deformación, también se esbozan los ensayos mecánicos en forma breve, describiéndose el principio fundamental de operación de la máquina de ensaye; así como las dimensiones estandar de las probetas.

En el capítulo II, hacemos un análisis de las normas existentes. El capítulo III, lo dividimos en dos partes. La primera de ellas trata el estudio de la factibilidad de realizar las probetas de ensaye con el equipo con que se cuenta, y en la segunda par-

te se describe el procedimiento general a seguir, para el acreditamiento del laboratorio de pruebas mecánicas.

En el capítulo IV, hacemos un análisis de los resultados del trabajo de campo elaborado en la fase anterior.

Finalmente, en base a la discusión de todo lo anterior, hicimos una evaluación obteniendo así las conclusiones generales.

I N D I C E

	PAG.
CAPITULO I. JUSTIFICACION TEORICA	
I.1. PROPIEDADES MECANICAS DE LOS - MATERIALES	I - II
I.2. ENSAYE DE MATERIALES	II - 81
CAPITULO II. ANALISIS DE LAS NORMAS EXISTENTES	
II.1. ESTUDIO SOBRE LA APLICACION DE LAS NORMAS EN LA INDUSTRIA NA- CIONAL.	82 - 83
II.2. RELACION DE CATALOGOS EXTRANJE- ROS EXISTENTES EN LA BIBLIOTE- CA DE LA D.G.N.	84 - 88
II.3. RELACION DE NORMAS ASTM.	88 - 100
II.4. RELACION DE NORMAS OFICIALES - MEXICANAS PARA PRUEBAS MECANI- CAS.	88 - 100
CAPITULO III. TRABAJO DE CAMPO.	
III.1. FACTIBILIDAD DE FABRICAR PRO- BETAS DE ENSAYE CON EL EQUIPO DE LA ENEP ARAGON	101 - 102
III.2. ESTUDIO DE LAS MAQUINAS DE EN- SAYE DE LA ENEP ARAGON	102 - 104
III.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ACREDI- TAMIENTO DEL LABORATORIO DE - PRUEBAS MECANICAS DE LA ENEP- ARAGON	104 - 108
CAPITULO IV. ANALISIS DE RESULTADOS	
IV.1. DE LA FACTIBILIDAD DE FABRICAR LAS PROBETAS CON EL EQUIPO DE- LA ENEP ARAGON.	109 - 110
IV.2. DEL ESTUDIO DE LAS MAQUINAS DE ENSAYE DE LA ENEP ARAGON	110 - 118
IV.3. REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL LABORATORIO DE PRUEBAS MECANI- CAS DE LA ENEP ARAGON PARA QUE SEA ACREDITADO.	119 - 145.
CONCLUSIONES	146 - 150
APENDICE	151 - 200
BIBLIOGRAFIA	201 - 205

CAPITULO I JUSTIFICACION TEORICA

I.1. PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES.

En este capitulo nos apoyamos en las referencias bibliográficas de cuatro autores de diferente nacionalidad: HARMER E. DAVIS. - (E.E.U.U.); CALVO RODES, RAFAEL. (ESPAÑA); TWEEDDALE, T. (FRANCIA); y MORLEY D. ARTHUR (INGLATERRA). Con el fin de hacer una crítica a los mismos en cuanto a sus definiciones.

En algunos casos, no mencionamos todas las opiniones, por considerar que la definición dada por alguno de ellos era la más completa o estaban definidas de la misma forma.

HARMER E. DAVIS (1). Define a las propiedades mecánicas como - aquellas que tienen relación directa con el comportamiento elástico o plástico que presenta un material sujeto a fuerzas externas aplicadas.

CALVO RODES, RAFAEL. (2). Nos dice que las propiedades mecánicas permiten juzgar la aptitud de un metal para su utilización, con el objeto de soportar esfuerzos sin deformarse ni romperse, (como material de resistencia) y para sufrir deformaciones sin rotura en operaciones de conformación, forja, extruido, etc.

TWEEDDALE, T. (3). Define las propiedades mecánicas como aquellas que determinan la capacidad de un material para transmitir, sostener o soportar cargas aplicadas mecánicamente sin que se produzca deformación incontrolada o rotura inesperada.

La importancia del conocimiento de las propiedades mecánicas, -

es muy grande, ya que al efectuar un proceso de conformación - de un metal, (cualquiera que este sea) es necesario estar familiarizado con el comportamiento de este al ser sometido a esfuerzos (de tracción, compresión, flexión, etc.) de cualquier naturaleza y ver los efectos que estos producen en su estructura.

La forma general de poder determinar las propiedades mecánicas de los materiales, es por medio del llamado "Ensaye mecánico".

Podemos apreciar que las definiciones coinciden en su contenido, aunque la terminología usada por cada uno de los autores es diferente.

Para facilitar el estudio de las propiedades mecánicas y ver la relación que existe entre ellas y además, para estudiar los ensayos mecánicos, que son los que nos sirven para determinarlas, es necesario hacer una clasificación de las mismas.

1.1.1. CLASIFICACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS.

HARMER. (1) Dice, que las propiedades mecánicas fundamentales - son: la resistencia, la rigidez, la elasticidad, la plasticidad y la capacidad energética. Generalmente, la resistencia de un material se cuantifica por el esfuerzo, según el cual se efectúa una condición limitativa específica. "Las principales condiciones limitativas o criterios de falla son la terminación de la acción elástica y la ruptura". Dentro de esta propiedad podemos considerar a la dureza, "usualmente indicada por la resistencia a la penetración o a la abrasión en la superficie de un material".

La rigidez tiene que ver con la cantidad de deformación que ocurre en un cuerpo al aplicarle una carga; dentro del rango de comportamiento elástico del material es decir, la rigidez se -

mide por la magnitud que tenga el módulo de elasticidad.

"La elasticidad (más no el módulo de elasticidad) se refiere a la capacidad de un material para deformarse no permanentemente al retirar el esfuerzo".

La plasticidad. Es la capacidad de un material para deformarse sin que ocurra la ruptura. Dentro de esta propiedad tenemos a la ductilidad y a la maleabilidad.

"La capacidad energética en el rango de la acción elástica se denomina resiliencia; y la energía requerida para romper un material se toma como una medida de su tenacidad.

CALVO (2). Nos dice que las propiedades mecánicas se clasifican en su más amplio sentido en propiedades que afectan a la capacidad de resistencia con que se opone el metal a su deformación o rotura que comprendemos bajo la denominación general de resistencia y en las que se expresa su capacidad para sufrir deformación antes de lograr su rotura, que comprendemos en el término de deformabilidad.

De las dos clasificaciones anteriores creemos que la primera de ellas define más ampliamente los términos referentes a cada una de las propiedades mecánicas.

En la definición de la resistencia, ambas coinciden en una diferenciación entre resistencia a la deformación y la resistencia a la rotura.

HARMER (1). Considera dos condiciones limitativas o criterios de falla que son: la terminación de la acción elástica que corresponde a la resistencia de deformación y la ruptura que corresponde a la resistencia a la rotura.

En la clasificación que hace CALVO (2), la deformabilidad engloba a las propiedades de plasticidad y elasticidad. Tomadas por HARMER (1) como fundamentales.

Consideramos que para estudiar las propiedades, es más conveniente que estas sean manejadas por separado, es decir, estamos de acuerdo con la clasificación de HARMER (1).

Según CALVO (2), la propiedad "rigidez" no la considera en su clasificación; al contrario de HARMER (1), que la define como fundamental.

En cuanto a la capacidad energética que es una propiedad fundamental, según HARMER (1). CALVO (2) la maneja como tenacidad.

Respecto a la resiliencia, CALVO (2) no hace mención alguna, a diferencia de HARMER (1). La cual incluye dentro de la propiedad fundamental de capacidad energética.

Consultando otras referencias bibliográficas, encontramos que los autores no hacen una clasificación explícita de dichas propiedades mecánicas, aunque sí las relacionan (algunas) entre sí.

I.1.2 DEFINICIONES

Resistencia. Según HARMER (1); esta se refiere a la energía que se requiere para hacer fallar un material y se le puede medir por la cantidad de trabajo por volumen unitario requerida para hacer fallar bajo carga estática a un material, llamado módulo de resistencia y se le representa en el diagrama esfuerzo deformación completo por el área inferior a él.

Para los materiales dúctiles, una medida aproximada de resistencia se toma como el producto de la resistencia última (punto de

falla) y el alargamiento al cual se le denomina número de mérito.

En los ensayos de materiales bajo carga monoaxial son muchos los criterios de la resistencia o falla elástica que son utilizados; estos son: el límite elástico, el límite proporcional y la resistencia a la cedencia.

El límite elástico. Es el mayor esfuerzo que puede soportar un material sin que ocurra deformación plástica al removerse el es fuerzo.

El límite proporcional. Es el mayor esfuerzo que puede soportar un material sin desviarse de la proporcionalidad rectilínea entre el esfuerzo y la deformación (Ley de Hooke).

Resistencia a la cedencia. En el acero suave (dúctil) exhibe un punto de cedencia definido, el cual se define como el esfuerzo en el que ocurre un gran aumento de deformación sin incremento de esfuerzo.

Resistencia última. Es el esfuerzo máximo que un material puede soportar. Se mide en base a la máxima carga aplicada a la pieza de ensaye y las dimensiones originales de la sección transversal del espécimen.

Resistencia a la tensión. Es el máximo esfuerzo de tensión que un material soporta; y en la práctica, es el máximo esfuerzo so portado por una probeta durante el curso de carga hasta la fa-lla.

Resistencia a la compresión. Es el máximo esfuerzo de compresión que una probeta de ensaye es capaz de soportar.

Dureza. La cual es una medida de la resistencia a la penetración superficial o a la abrasión. Puede, en terminos generales, considerarse como una función del esfuerzo requerido para producir algún tipo especificado de "Deformación" superficial.

La resistencia también está involucrada, cuando se somete a un material a la acción de cargas repetidas (esfuerzos) hasta causar la falla. El límite de resistencia o resistencia a la fatiga, es el máximo esfuerzo que puede aplicarse a un material un número indefinido de veces sin causar la falla. "Para los aceros ordinarios, el límite de resistencia bajo flexión alternada es de aproximadamente la mitad de la resistencia a la tensión".

Rígidez. Según HARMER (1). Esta tiene que ver con la deformabilidad relativa de un material bajo carga y es medida por la velocidad del esfuerzo con respecto a la deformación.

Se dice que entre mayor es el esfuerzo requerido para deformar un material, más rigidez tiene.

Bajo un esfuerzo simple dentro del rango proporcional, la razón entre el esfuerzo y la deformación correspondiente es denominada módulo de elasticidad y a este módulo se le toma como valor de rigidez.

Al término rigidez, se le conoce como antónimo de flexibilidad, siendo este función de las dimensiones y la forma de un cuerpo, así como de las características de un material.

Elasticidad. Es aquella propiedad en que las deformaciones causadas por el esfuerzo desaparecen al ser removido este; es decir al ser retirada la carga aplicada, el material recobra sus características originales.

Plasticidad. Nos dice MORLEY (4), que un material es perfectamente plástico si conserva totalmente la deformación producida por un esfuerzo, después de la desaparición del mismo.

Define HARMER (1), a la plasticidad, como aquella propiedad que permite al material sobrellevar deformación permanente sin que sobrevenga la ruptura.

La plasticidad, es definida por CALVO (2), como antónimo de fragilidad, es decir la aptitud del metal a romperse sin deformación previa.

Ductilidad. Según MORLEY (4), la define como aquella propiedad que tiene un material que permite estirarlo hasta que su sección sea muy pequeña. Durante la extensión dúctil, los cuerpos presentan por lo general cierto grado de elasticidad ligado con una proporción considerable de plasticidad. A la falta de ductilidad se le llama fragilidad.

A la ductilidad, HARMER (1). La define como aquella propiedad que tiene un material que le permite ser estirado a un grado considerable antes de romperse y simultáneamente sostener una carga apreciable.

Ductibilidad, * es lo que CALVO (2) define como una acepción de la deformabilidad que nos expresa, la cantidad de deformación plástica que es capaz de sufrir el material antes de la rotura. Este término es aplicado cuando la deformación es producida como consecuencia de un esfuerzo de tracción aplicado.

Según HARMER (1), las medidas de ductilidad usuales son el porcentaje de elongación y la reducción del área en el ensayo de -

* Al final de este tema, hacemos referencia al término ductibilidad, pues lo hemos venido manejando como ductilidad.

tensión, aunque ocasionalmente también se determina por medio del ensayo de doblado en frío.

La maleabilidad es definida por MORLEY (4), como una propiedad muy semejante a la ductilidad y la expresa como aquella propiedad que permite al material ser abatido o laminado hasta convertirlo en planchas.

Los materiales maleables, HARMER (1). Los define como aquellos que pueden ser martillados para formar láminas delgadas sin fractura, esta propiedad depende tanto de la suavidad y plasticidad del metal.

La maleabilidad es definida por CALVO (2), como aquella deformación producida por esfuerzos de compresión, como en el martillado, laminado, etc.

La maleabilidad, según TWEEDDALE (3), no es una propiedad sencilla de investigar, como lo es la ductibilidad puesto que entran en juego muchos factores como: a) La forma y aspecto de las caras en contacto de la maquinaria deformadora, puede lograr producir las características de flujo que se desean. Las condiciones diferirán de la compresión uniforme sencilla y podrán por tanto, originar diferentes tendencias de fractura, b) La respuesta al flujo es modificada por la naturaleza de la fuerza deformadora, puesto que la misma energía puede equivaler, bien a una fuerza grande con pequeña velocidad de deformación o bien a una fuerza pequeña a una elevada velocidad de deformación. La variable velocidad puede tener influencia muy marcada en la incidencia de la rotura.

Si tomamos en cuenta los factores anteriores involucrados, puede observarse que la maleabilidad es una de las propiedades más difícil de evaluar, tan es así que actualmente no hay una máquina de ensaye que nos permita determinarla. (En la mayoría de los casos, se determina indirectamente mediante la correlación de otras propiedades).

La resiliencia, según MORLEY (4). Es la facultad que tiene un cuerpo deformado de actuar como un resorte al cesar las fuerzas que producen la deformación, aunque también hablando en términos técnicos es la cantidad de energía devuelta por el cuerpo deformado. Dentro del límite elástico, el valor de esta energía es igual al producto de la mitad de la carga por el alargamiento.

La resiliencia, la define HARMER (1), como la cantidad de energía absorbida al esforzar un material hasta el límite elástico, o la cantidad de energía que puede ser recobrada cuando el esfuerzo es liberado del límite elástico. La energía almacenada por unidad de volumen en el límite elástico es el módulo de resiliencia.

El módulo de resiliencia, es la cantidad máxima de energía por unidad de volumen que se puede absorber elásticamente sin producir deformación plástica o rotura.

La tenacidad según HARMER (1). Es la propiedad de un material en relación con el trabajo requerido para causar la ruptura. Nos dice, que depende fundamentalmente de la ductilidad y la resistencia y que parece ser independiente del tipo de carga aplicada.

Sobre el rango de los aceros de alto y mediano carbono, la tenacidad relativa determinada en ensayos de impacto y estáticos de probetas de tensión (no ranuradas) simples, parece ser más o menos la misma, aunque el trabajo real requerido para causar la ruptura bajo cargas de impacto, asciende probablemente a un 25% más que el trabajo obtenido del diagrama de esfuerzo - deformación estático usual.

La tenacidad es expresada por CALVO (3), como el trabajo que

desarrolla un metal en su proceso de deformación hasta llegar a la rotura; nos dice que la tenacidad puede ser elástica, plástica o total, según la deformación admisible sea elástica, plástica o incluso la rotura. Además, dice que un metal frágil el cual al no poderse deformar plásticamente no puede ser tenaz, y al menor impacto se desarrolla inmediatamente la rotura. De ahí nace una errónea consideración que se tiene que los materiales frágiles son débiles, confundiendo la resistencia con la tenacidad, que aunque están relacionadas estas dos propiedades, expresan a su vez fenómenos distintos.

La tenacidad, la define TWEEDDALE (3), como la resistencia al choque y dice que es la resistencia de un material a romperse bajo condiciones específicas de velocidad elevada de carga uniformemente aplicada.

Harmer, maneja los términos de resiliencia y tenacidad dentro de la capacidad energética.

En la definición de rigidez, consideramos la de Harmer, pues creemos que es la más completa e involucra a los dados por los otros autores.

Calvo, no da una definición de plasticidad, simplemente la maneja como antónimo de fragilidad. Mientras que Morley y Harmer sí las definen y ambas coinciden.

En cuanto a la definición de ductilidad, los autores coinciden, aunque Calvo la considera como ductibilidad.

Harmer, Calvo y Morley dan una definición muy parecida de maleabilidad y TWEEDDALE la estudia más a fondo, pero dice que esta depende de muchos factores y que para ello es muy difícil de evaluar, ya que no existe una máquina que permita determinarla.

En cuanto a la resiliencia, son dos las definiciones que consideramos como representativas, las de Morley y Harmer (ambas coinciden).

Harmer dice que la tenacidad depende de la ductilidad y de la resistencia, además que es aparentemente independiente de la carga aplicada.

Calvo coincide en cuanto a la definición dada por Harmer, pero además nos dice que la tenacidad puede ser elástica, plástica o total, según las deformaciones admisibles sean elástica, plástica o incluso la rotura. Además considera la tenacidad como antónimo de fragilidad; hace referencia a una errónea consideración que ocurre frecuentemente, que es la de considerar a los materiales frágiles como débiles, confundiendo con ello, la resistencia con la tenacidad. Que si bien es cierto están relacionadas pero son dos propiedades distintas. En cambio TWEEDDALE, nombra a la tenacidad como resistencia al choque relacionándola con la velocidad de la carga aplicada.

1.2 ENSAYE DE MATERIALES.

Según HARMER (1). Considera de gran importancia el conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales y que es necesario someterlos a pruebas mecánicas para tener un conocimiento amplio de las mismas; tres son los objetivos que se persiguen al efectuar las pruebas mecánicas en los materiales:

(1) Obtener información rutinaria de la calidad de un producto-ensaye comercial o de control; (2) recopilar información nueva o mejor acerca de materiales ya conocidos o desarrollar nuevos materiales - investigación de materiales y labor de desarrollo; (3) obtener medidas exactas de las propiedades fundamentales o constantes físicas - medición científica.

"Los propósitos comunes de la investigación de materiales son:"

- (1) Ampliar la información (documentación) de los materiales - conocidos.
- (2) Investigar las propiedades de nuevos materiales.
- (3) Normalización de la calidad o de los procedimientos de ensaye.

La meta del llamado ensaye científico, es la recopilación de información ordenada y confiable acerca de las propiedades fundamentales y útiles de los materiales, con el objeto de suministrar datos suficientes para el análisis del comportamiento es--tructural y el diseño eficiente.

El ensaye involucra el conocimiento de un procedimiento más o - menos establecido y que los resultados (límites) generalmente están definidos.

Los ensayos se pueden realizar tanto en el laboratorio, como - en el campo. Pero debido a las condiciones de trabajo difíciles o azarosas, la interferencia, las limitaciones de tiempo y las condiciones climáticas variables hacen necesario evitar recu- -rrir frecuentemente a los ensayos de laboratorio, aunque en los ensayos de campo no se obtiene la precisión que es posible en - el laboratorio.

Con respecto al método general de abordar el problema e inter-pretar los resultados, es deseable distinguir entre (1) ensayos en estructuras, miembros o partes de tamaño natural; (2) Ensa-ayos en modelos de estructuras, miembros o partes; (3) Ensayos - en probetas extraídas de las partes acabadas; (4) Ensayos en - muestras de materiales naturales o transformados. El ensaye, - esta relacionado con la realización física de las operaciones - (ensayos) para cuantificar las propiedades de ciertos materia-les.

En un ensayo, lo que se busca, no es determinar las propiedades con el fin de obtener algunos valores que nos definan el comportamiento del material, sino que, se busca obtener medidas, indicaciones o manifestaciones de las propiedades descubiertas en el ensayo bajo cierto número de circunstancias. Las medidas obtenidas dependen de las condiciones en que fue efectuado el ensayo, en las cuales están incluidas la forma en que se prepara y se toma la muestra del material, así como también los procedimientos utilizados particularmente al efectuar el ensayo.

Un ensayo puede tener significado en cualquiera de las dos formas siguientes: (1) Determinación de una propiedad que sea básica y representativa, para que los resultados obtenidos sean directamente utilizados en el diseño. (2) El ensayo sirve para la identificación de los materiales, que por medio de la experiencia se ha comprobado que arrojan un desempeño satisfactorio.

El ensayo ideal deberá ser significativo, confiable, reproducible, de precisión conocida y económico.

1.2.1. PROBLEMAS DE MUESTREO

Nos dice TWEEDDALE (3), que de las grandes cantidades de materiales, notablemente metales, que son producidas anualmente es lógico pensar que sólo una pequeña proporción puede someterse a la investigación de sus propiedades mecánicas. El objeto de producir el material en cantidad, es para ser empleado industrialmente y no para ensayarlo, (destruirlo) de modo que el método de procedimiento debe ser, seleccionar una muestra representativa del material que pueda someterse a un programa limitado de ensayos, con objeto de fijar las propiedades típicas probables del material.

I.2.2. GEOMETRIA Y TAMANO DE LAS PROBETAS.

El tamaño y la forma de una probeta estan regidos por varios factores:

- a) Las condiciones de tensión en una probeta son con frecuencia difíciles de controlar efectivamente. La forma y las proporciones de las probetas influyen considerablemente en la distribución de tensiones, cualquiera que sea el tipo de tensión que se produzca. Cosas como radios de sección, exactitud de la alineación de las caras de carga, precisión y acabado de las secciones de medida, todas ellas se han de considerar - además de la geometría y forma. A medida que el tamaño de la probeta disminuye, la precisión del mecanizado tiene que aumentar para asegurar una uniformidad proporcional.
- b) El cambio de forma de una probeta durante el ensayo puede influir en el diseño básico de la probeta, si del ensayo realizado ha de captarse la mayor información exacta.
- c) La facilidad de reproductividad de las condiciones de ensayo. Esta ligada con la exactitud del mecanizado, su control y - con la medida efectiva del comportamiento del material en el ensayo.
- d) El costo del ensayo. Es siempre un factor muy importante. - Por ejemplo, para un ensayo que requiere mucha exactitud, - puede necesitarse una probeta grande, lo cual trae consigo - la utilización de máquinas y dispositivos de ensaye también grandes, además que el material empleado en la probeta, como es mucho implica grandes costos, de manera que un gasto tan alto puede aconsejar el empleo de probetas más pequeñas y - aceptar con ello resultados poco menos exactos.

1.2.3. TIPOS DE ENSAYE MECANICOS.

Según las consideraciones de HARMER (1); para aproximar las condiciones en que un material debe comportarse en servicio, se requiere de un cierto número de procedimientos de ensayo, y los tipos principales son:

- (1) Las relaciones con la forma en que la carga se aplica.
- (2) Aquellos que tienen que ver con la condición del material.
- (3) Los relacionados con la condición ambiental durante el progreso del ensayo.

En relación al primero, son tres los factores involucrados, la clase de esfuerzo inducido, la velocidad de aplicación de la carga y la frecuencia de aplicación de la carga. En el ensayo mecánico hay cinco tipos primarios de carga: de tensión, compresión, corte directo, torsión y flexión.

En los dos primeros se aplica una carga axial a la probeta para obtener una distribución uniforme de esfuerzos en la sección transversal crítica. En los ensayos de corte directo, lo que se busca es la obtención de una distribución uniforme de esfuerzo, la cual nunca se satisface en la práctica, ya que como se sabe, los esfuerzos cortantes se desarrollan dentro del cuerpo y debido a los esfuerzos incidentes establecidos por los dispositivos de sujeción. En los ensayos de flexión, tanto la tensión como la compresión están involucrados y los efectos compuestos son los que se estudian.

Con respecto a la frecuencia de aplicación de carga, los ensayos generalmente son clasificados en tres grupos. Si la carga se aplica en un tiempo relativamente corto, pero lento, en relación con la rapidez del ensayo, este es llamado estático. Y pueden realizarse en periodos que comprenden desde varios minutos,

hasta algunas horas. Si por el contrario, la carga es aplicada muy rápido de modo que el efecto de la inercia y el elemento tiempo quedan involucrados, reciben el nombre de ensayos dinámicos; en el caso especial en que la carga es aplicada súbitamente, el ensayo es llamado de impacto. Si la carga es sostenida durante mucho tiempo (meses y aun años), el ensayo es denominado como de larga duración.

Con respecto al número de veces que la carga es aplicada, los ensayos se clasifican en la siguiente forma: Ensayos, en los cuales la carga es aplicada solamente una vez; y aquellos en que la carga es aplicada muchas veces. La categoría de ensayos más importante de este grupo es la de resistencia o deformación, cuyo fin es la determinación del límite de resistencia o deformación de un material.

Además de las condiciones de carga se deben considerar también las del material y las ambientales en el momento de efectuar el ensayo. Dependiendo de la temperatura a la cual los ensayos se efectúan, los ensayos se pueden clasificar en: (1) aquellos que se realizan a temperaturas atmosféricas o locales normales; (2) los que se realizan a temperaturas muy bajas (como el ensayo de fracturabilidad) y (3) los ensayos que se realizan a temperaturas elevadas.

1.2.4. ENSAYOS ESTÁTICOS DE TENSION Y COMPRESION

Los términos ensayo de tensión y ensayo de compresión, se usan refiriéndose a ensayos, en los cuales una probeta preparada de antemano, es sometida a una carga monoaxial que crece gradualmente (estática) hasta que ocurra la falla. En un ensayo de tensión simple, la prueba se realiza sujetando los dos extremos opuestos del material por medio de mordazas o dispositivos de sujeción y durante el ensayo, los dos extremos tienen la tenden

cia a separarse. En un ensayo de compresión, la probeta se somete a la aplicación de una carga en los extremos, la cual produce una acción de aplastamiento. En un ensayo de tensión, la probeta se alarga en dirección paralela a la carga aplicada. Y en una de compresión la probeta se acorta. La prueba ya sea de tensión o de compresión, requiere que la resultante de la carga - coincida con el eje longitudinal de la probeta.

Las probetas son cilíndricas o prismáticas y de sección transversal constante en el tronco donde se efectuaran las mediciones. Los de compresión respecto a su longitud debe ser tal que evitemos el flambéo que debido a la acción columnar pueda originarse al accionar la carga.

Los ensayos estáticos de tensión y compresión, son los más utilizados y son los más simples de realizar dentro de los ensayos mecánicos. Cuando se utilizan probetas de forma y dimensiones adecuadas, estos ensayos se acercan mas a la evaluación de las propiedades mecánicas fundamentales del diseño especificado, - que dió origen a la cuantificación de ellas. Estos ensayos, además, implican la normalización de las probetas respecto a un tamaño, forma y método de preparación y los procedimientos de ensaye.

La utilización del ensayo de tensión en contraposición al de - compresión es en gran parte determinado según la aplicación a - que esté destinado el material. Los metales por ejemplo, exhiben por lo general una tenacidad relativamente alta por lo que resisten mas eficientemente cargas tensivas. Es comunmente empleado en la mayoría de los metales y aleaciones no ferrosas, - fundiciones, laminados y forjados.

El ensaye de compresión es utilizado en aquellos materiales en que su resistencia a la tensión es baja en comparación con sus-

resistencias a la compresión. Algunas de las piezas de tamaño real sobre las cuales se realiza este tipo de ensayo son: tubería de hierro fundido y concreto, pilares compuestos, pedestales, columnas y secciones murales.

Algunas de las piezas de tamaño real, sobre las cuales se realizan ensayos de tensión son: barras tensoras, cadena para anclas, ganchos para anclas, palancas y articulaciones remachadas y soldadas.

1.2.5. EL ENSAYO DE TENSION.

Requerimientos para probetas de tensión. Las probetas para tensión se hacen de una gran variedad de formas, así para los metales, si una pieza de un grosor suficiente puede obtenerse de tal forma que sea de fácil mecanizado, usualmente se utiliza una probeta redonda; en cambio para láminas y placas se utilizan probetas planas. La parte central es de sección menor que en los extremos, esto es con el objeto de que la falla del material ocurra en donde los esfuerzos ejercidos no se vean afectados por los dispositivos de sujeción. La nomenclatura típica para cualquier probeta de tensión se muestra en la figura 1. En ella se muestra el tramo de calibración que es donde se efectúan las mediciones de alargamiento.

La forma de los extremos depende del material a ensayar y deber ser tal que ajuste correctamente en los dispositivos de sujeción. Los extremos de las probetas redondas pueden ser simples-roscado y cabezados. Los primeros deben de ser de una longitudinal que puedan ser ajustados a algún tipo de mordaza uniforme. En cambio las probetas rectangulares se hacen con extremos simples, los cuales pueden ser cabeceados o contener un orificio para presionar en el con un perno y así efectuar la fijación de la probeta. La relación entre el diámetro o ancho del extremo y

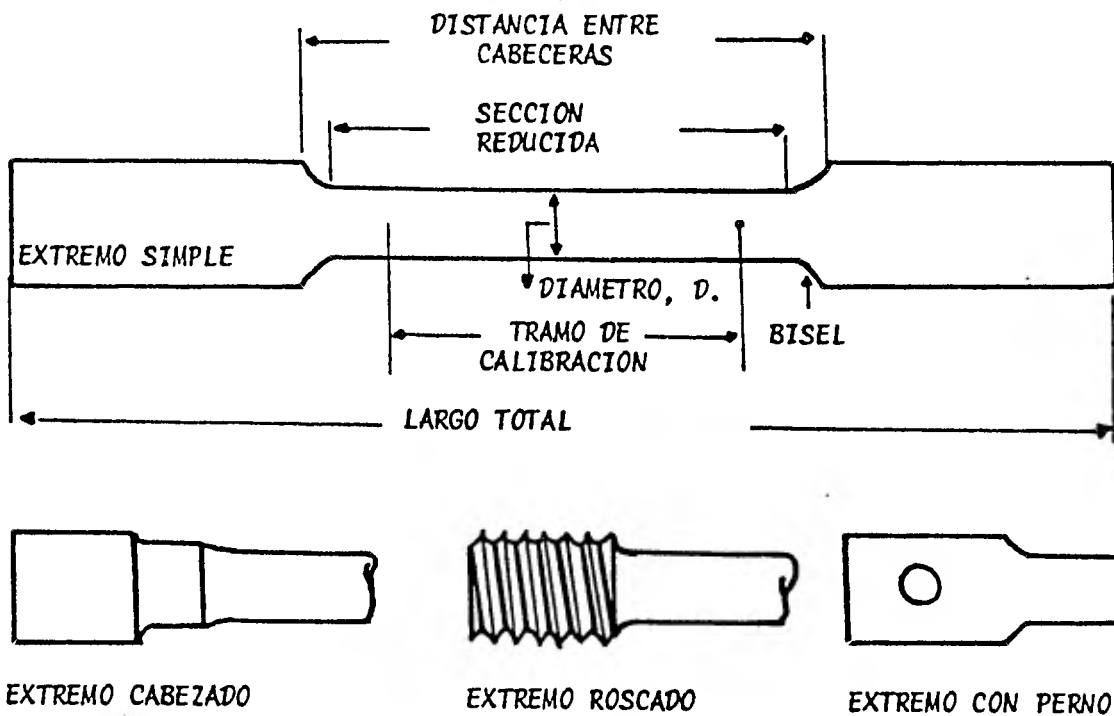


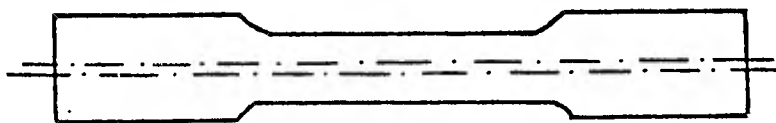
FIG. 1. PROBETA TIPICA DE TENSION.

el diámetro o ancho de la sección producida se determina generalmente por la experiencia; aunque para materiales frágiles, es necesario que tengan extremos suficientemente grandes con el fin de evitar la falla que se produce por la combinación del esfuerzo axial (tensión) y los debidos a la acción de agarre de las mordazas. La transición que existe en el extremo de la sección reducida, realizada por medio de un bicel es con el fin de reducir la concentración de esfuerzos debida al cambio brusco de sección y para los materiales frágiles esto es de extrema importancia.

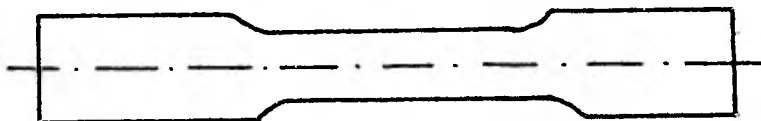
Con el fin de obtener una distribución uniforme de esfuerzo a través de las secciones críticas la porción reducida de la pro-

beta se hace generalmente con los lados paralelos a todo lo largo, aunque hay algunas que se hacen con un desvío gradual en ambos lados de la sección reducida hasta el tramo central.

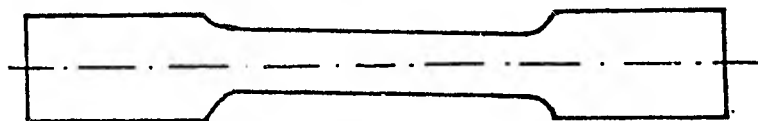
Una probeta debe ser simétrica con respecto a un eje imaginario longitudinal a todo lo largo de ella, esto es con el fin de que al estar aplicando la carga, no se flexione. En la figura 2, se dan algunos ejemplos, en los cuales las probetas planas fueron mal mecanizadas.



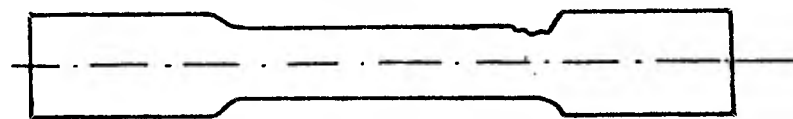
(a) Los ejes de la sección reducida y los extremos paralelos, pero no coinciden.



(c) Dos lados de la sección reducida no son simétricos.



(b) Los ejes de la sección reducida y los extremos no coinciden.



(d) Angostamiento debido a la incrustación de la cortadura.

Fig. 2 DEFECTOS COMUNES DE LAS PROBETAS PLANAS.

La longitud de la sección reducida esta en función del material a ensayar y las mediciones que se tengan que efectuar, así para los metales dúctiles, en los cuales la elongación o la reducción de área tenga que cuantificarse, la longitud debe ser tal que permita una ruptura normal, es decir, la extracción no debe ser inhibida por la masa de los extremos. Para aquellos materiales dúctiles en los que el alargamiento es muy poco y no se necesita cuantificar y para aquellos que la fractura es plana, la longitud de la sección reducida es relativamente corta.

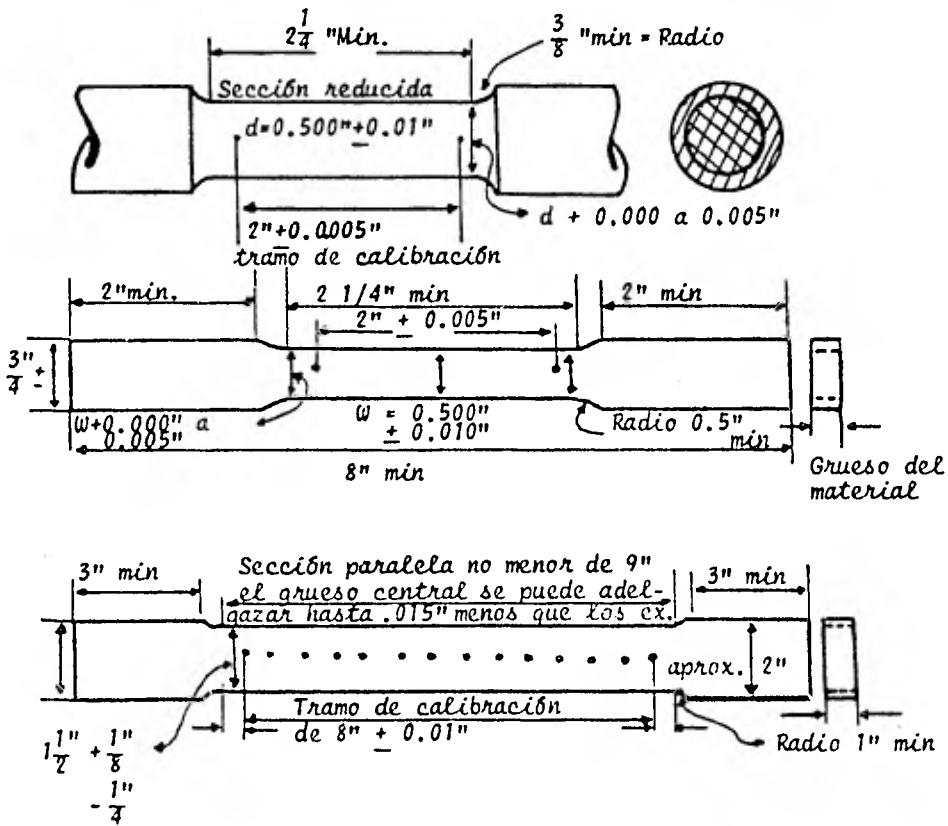
El tramo de calibración debe ser siempre un poco menor a la distancia que existe entre las cabeceras, pero la experiencia con respecto a la relación entre estos dos tramos nos ha señalado que no es uniforme. Si las mediciones se han de realizar por medio de un extensómetro, se busca que el tramo calibrado sea más corto que la distancia entre las cabeceras. Los puntos extremos del tramo calibrado deben de ser equidistantes del centro de la sección reducida. Se ha establecido a través de muchos ensayos que el alargamiento es prácticamente constante para probetas de varios tamaños. (Si las probetas son geoméricamente similares) como sabemos, el porcentaje de alargamiento en una probeta de metal dúctil de diámetro dado, depende de la longitud calibrada y es a lo largo de ella donde se toman las mediciones. Para las probetas cilíndricas de metales dúctiles, la (ASTM E8) exige un tramo de calibración de cuatro veces el diámetro. Para las probetas mayores de metal ferroso, varias especificaciones de la ASTM (ASTM A7), (ASTM A15) utilizan una longitud calibrada y algún grueso o diámetro como base y el efecto de los diferentes gruesos o diámetros se toma en cuenta por medio de deducciones de alargamiento permisible, de acuerdo con una regla estipulada.

1.2.6. PROBETAS ESTANDAR

Pueden observarse en las figuras 3, 4 y 5 las dimensiones de va

rias piezas de ensayo normalizadas y con las tolerancias permisibles.

NOTA: El tramo de calibración, la sección paralela o adelgazada y los biseles seran como se indican, pero los extremos pueden ser de cualquier forma para ajustar en los sujetadores de la máquina de ensaye, de tal manera que la carga sea oxial, con un adelgazamiento gradual desde los extremos de la sección reducida hasta el extremo central.



a) Probeta redonda-estándar con tramo de calibración.

b) Probeta rectangular estándar con tramo calibrado de 2" para ensaye de metales en forma de placa, lámina, etc. con grueso de .005" a 5/8".

c) Probeta rectangular estándar con tramo de calibración de 8" para ensaye de metales en forma de placa, lámina, etc. con grueso de 3" a 5/8" o más.

FIG. 3 FORMAS NORMALIZADAS SEGUN LA ASTM DE PROBETAS PARA ENSAYOS DE TENSION DE METAL DUCTIL - - (ASTME 8).

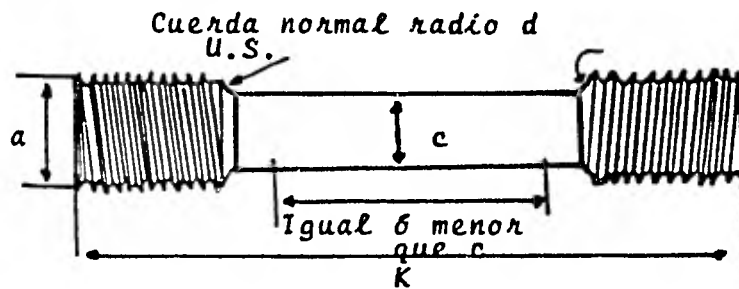


FIGURA 4. PROBETA REDONDA PARA ENSAYOS DE TENSION ASTM ESTANDAR PARA HIERRO FUNDIDO (ASTME 8, A48).

Dimensiones de Probetas, plg.

Dimensión	Probeta A	Probeta B	Probeta C
a	$3/4$	$1\ 1/8$	$1\ 7/8$
c	0.500	0.750	1.25
d , mín	1.00	1.00	2.00
k , mín	3.75	400	$6\ 3/8$

La probeta de tensión redonda para metales dúctiles ASTM estándar es mostrada en la Figura 3a. Con frecuencia se hace de 0.505 pulg. de diámetro para tener un área seccional exactamente de 0.200 pulg². Se pueden utilizar probetas más reducidas, siempre y cuando el tramo calibrado sea de cuatro veces el diámetro de la probeta. Si se adelgaza, la diferencia de diámetro de la probeta entre los extremos y el centro de calibración no deberá de exceder de 1% aproximadamente. Las probetas tomadas de placa y secciones planas se muestran en las figuras 3b y 3c.

La forma de la probeta ASTM estándar para el hierro fundido se muestra en la figura 4. Se usan tres tamaños, cuyas principales

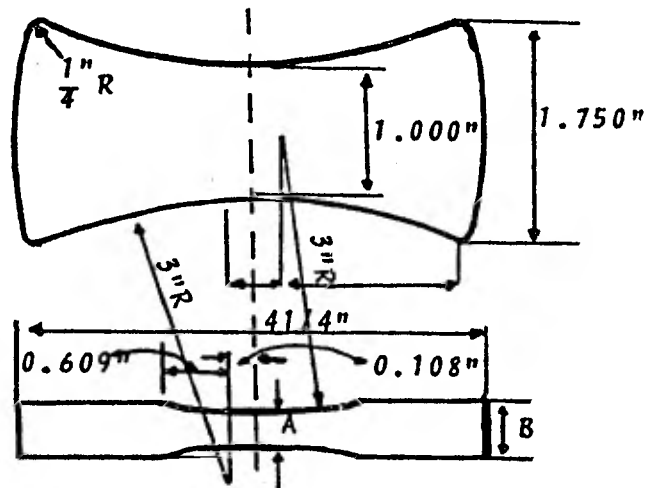


FIG. 5 PROBETA ASTM PARA ENSAYO DE TENSION DE MATERIALES ELECTRICOS AISLANTES-MOLDEADOS (ASTMD 651).

Dimensiones, plg.

A B

Para especificaciones de 1/8 plg. 0.125 0.250

Para especificaciones de 1/4 plg. 0.250 0.375

NOTA: Para permitir el uso de un sólo molde - para todos los compuestos de moldeo, las siguientes variaciones dimensionales - (de la probeta) admisibles:

Para compuestos de moldeo caliente + 5%

Para compuestos de moldeo frío + 10%

dimensiones estan indicadas.

Las probetas provenientes de barras, varillas o alambres por lo regular tienen el área seccional completa del producto que representa. Cuando resulte práctico, el tramo de calibración debe tener cuatro veces el diámetro de la probeta, aunque para tamaños de 1/4" y menores, el tramo de calibración es de 10". Los tubos pequeños (de 1" o menores) se ensayan a pleno diámetro. - Se insertan tapones metálicos de ajuste apretado, en los extremos a una profundidad tal que puedan ser sujetados, no pudiendo

exceder los tapones una longitud tal que ella, llegue a donde se efectúa la medición (ASTME 8). Para los tubos mayores que no pueden ensayarse a diámetro (sección) pleno, las probetas longitudinales se cortan siendo de menor uso las transversales (ASTMA 106).

1.2.7. DISPOSITIVOS DE MONTAJE

Su función es la de transmitir la carga desde los puntos de la máquina de ensayo hasta la probeta. Requieriéndose que la carga aplicada sea transmitida axialmente a la probeta lo cual implica que los centros de acción estén alineados al principio y durante la prueba; de tal forma que no produzcan flexión o torsión por la acción, o una falla en la acción de las mordazas; además, que estas tienen que estar diseñadas de tal forma que soporten las cargas aplicadas y no se aflojen durante la operación. Las mordazas, ilustradas en la figura 6, son un tipo común de dispositivo de montaje.

Las mordazas de tipo cuña se usan por lo general para materiales frágiles, porque la acción presionante de ellas tiende a causar la falla en o cerca de las mordazas. Las caras de las mordazas son estriadas y asperas, con el fin de reducir el deslizamiento; para las probetas planas, estas son también planas, y para las cilíndricas son en V de tamaño adecuado. El ajuste se realiza con los alineadores, de modo que el eje de la probeta coincida con el centro de los puentes de la máquina de ensayo y así las mordazas queden ubicadas adecuadamente en la cabeza.

1.28. REALIZACION DE ENSAYOS

En el ensayo comercial de tensión de los metales, las propiedades que generalmente son determinadas, se refieren a la resis-

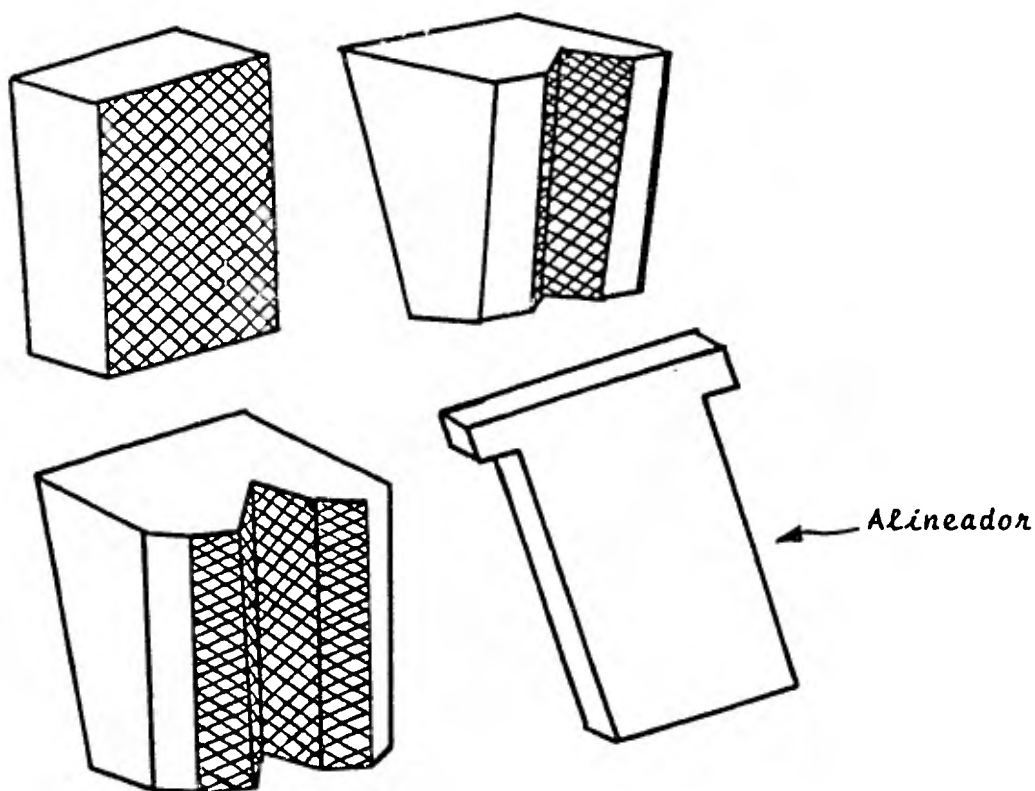


FIG. 6 MORDAZAS CUNEIFORMES PARA ENSAYOS DE TENSION DE METALES.

tencia a la cedencia (punto de cedencia en los metales dúctiles) la resistencia a la tensión, la ductilidad (el alargamiento y la reducción del área seccional), y el tipo de fractura. En estudios más completos, se determina la relación entre el esfuerzo y la deformación, el módulo de elasticidad y otras propiedades mecánicas.

Antes de la aplicación de las cargas, las probetas tienen que medirse. En el caso más simple se mide solamente el diámetro o el ancho y el espesor de la sección crítica.

Las dimensiones seccionales transversales de las probetas metálicas deberán ser medidas con una precisión del 0.5% y para pequeños diámetros y láminas delgadas, la precisión será hasta-

de 0.001 pulg. En las probetas cilíndricas, las mediciones se harán sobre dos diámetros por lo menos.

Cuando se han de hacer mediciones de alargamiento, la longitud-calibrada será marcada con un punzón de centros, pero cuando sea un metal muy frágil la longitud calibrada debe marcarse con rayas finas. Tanto el punzonado, como el rayado deberán hacerse muy ligeros de tal forma que no causen daños al metal y con ello no alteren los resultados.

Antes de usar una máquina de ensaye por vez primera, el operador deberá tener amplio conocimiento sobre sus controles, sus velocidades; la acción del mecanismo de carga y el valor de las graduaciones del indicador de carga; deberá cuidarse que el dispositivo de carga indique cero, y si no es así, proceder al ajuste, además deberá tenerse en cuenta que los dispositivos de sujeción estén en la posición adecuada y con el alineamiento requerido antes de proceder a montar la probeta.

En cuanto a la velocidad de ensaye, está no deberá ser mayor que aquella a la cual las lecturas en general puedan computarse con el grado de exactitud deseado. Si la velocidad de ensaye en un determinado momento puede afectar las propiedades del material, el ritmo de la deformación de la probeta, deberá quedar dentro de los límites definidos. Los métodos para especificar las velocidades de ensaye varían.

Un número de recomendaciones para velocidades de ensaye han sido hechas y retiradas de las normas de la ASTM para metales. En la Tabla 1, se muestra como una guía general varios requerimientos de la ASTM sobre la velocidad del ensaye en tensión.

TABLA 1

Material de ensaye	Referencia de la ASTM	Máxima velocidad del puente - plg/min.		Velocidad y carga
		A la cedencia	A la resistencia última.	
Materiales metálicos productos de acero.	E 8 A 370	Tramo de calibración de - 0.062 por plg.	Tramo de calibración de 0.5 por plg.	Máximo de - 1000 $\frac{\text{KIAS}}{\text{plg}^2}$
Hierro fundido gris	A 48		0.125 sobre - 15 $\frac{\text{KIPS}}{\text{plg}^2}$	A la cedencia.
Plásticos	D 638	Velocidad de viaje especificado de mordazas cuneliformes de propulsión motorizada.		2.9 - 3.1 $\frac{\text{lb}}{\text{seg.}}$
Huleduro	D 530	0.05	0.20 - 0.25	
Hule suave vulcanizado	D 412		20 \pm 1	
madera	D 143		0.05	
Paralelamente a la fibra.			0.10	
Perpendicularmente a la fibra.				
Briquetas de mortero de cemento	C 190			600 \pm 25 $\frac{\text{lb}}{\text{min.}}$

1.2.9 OBSERVACIONES DE ENSAYO

Se registran en forma apropiada y separada antes de iniciarlo, se deben de anotar la identificación de las marcas, las dimensiones originales y finales de la probeta, las cargas críticas y las deformaciones correspondientes. Se deben anotar además las características de la fractura y la presencia de algunos defectos, se anota la rapidez del ensayo y se calculan las deformaciones, esfuerzos, porcentaje de elongación y reducción de área en base a las dimensiones originales. La reducción de área se calcula como la diferencia entre el área de la sección transversal más pequeña (al ocurrir la ruptura) y el área seccional original.

1.2.10 EL ENSAYO DE COMPRESION

REQUERIMIENTOS PARA PROBETAS DE COMPRESION. Las probetas de sección circular en el ensayo de compresión son las más utilizadas, aunque, también se utilizan las de sección cuadrada o rectangular; en cuanto a la relación de la longitud y el diámetro de una probeta de compresión se sugiere un límite superior práctico de 1 a 10. A medida que la longitud de la probeta disminuye, el efecto de la restricción friccional en los extremos se torna sumamente importante. Una relación comunmente empleada entre longitud y diámetro es de 2 ó más, aunque la relación entre la altura y el diámetro es distinta según el material a ensayar.

El tamaño real de la probeta dependerá del material a ensayar, del tipo de mediciones a realizar y además del aparato de ensayo de que se dispone.

I.2.11 PROBETAS ESTANDAR

Las probetas para ensayos de compresión de materiales metálicos recomendados por la ASTM (ASTM E9) se muestran en la figura 7. Las probetas cortas son para usarse con metales antifricción, -- las de longitud mediana son de uso general y las largas para -- determinar el módulo de elasticidad.

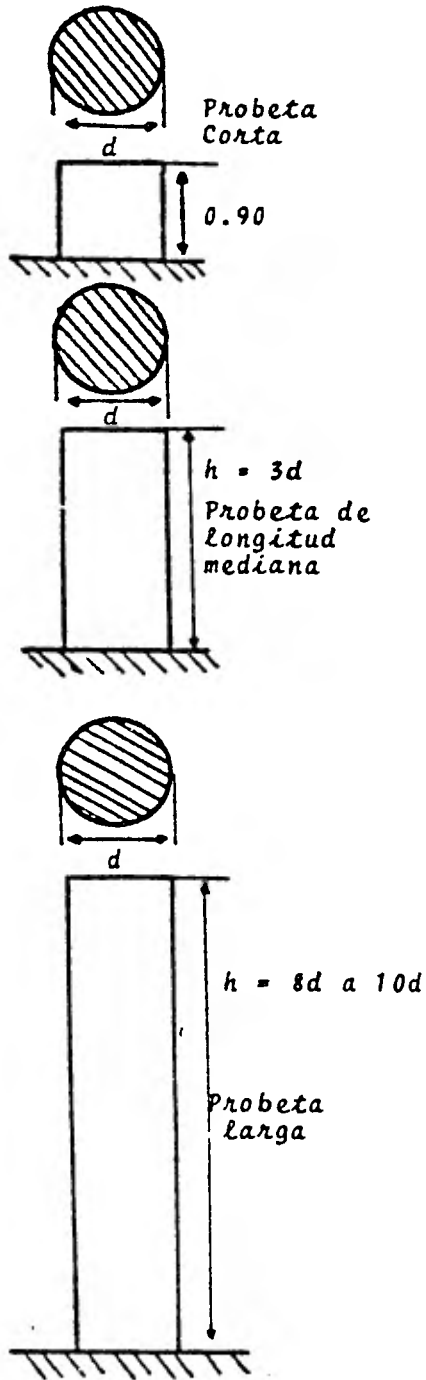
Para el concreto, las probetas estándar son cilindros con una altura doble a lo que mide el diámetro (norma ASTM C31). Es práctica común utilizar cilindros de 3 x 6" para concretos con agregados hasta de 3/4", y para los que tienen agregados de 6" se usan cilindros de 18 x 36".

Los cubos se usan por lo general en Inglaterra y Europa; en Inglaterra el cubo es de 6" y es el más común.

DIMENSIONES SUGERIDAS PARA LAS PROBETAS

TIPO	DIAMETRO (d, plg)	ALTURA (h, plg)
CORTO	$1\frac{1}{8}$	1
	$1\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
Longitud mediana	0.798	2 $\frac{3}{8}$
	1	3
	$1\frac{1}{8}$	$3\frac{3}{8}$
	<hr/>	<hr/>
LARGA	0.798	6 $\frac{3}{8}$
	1 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{2}$

NOTA: Los diámetros deben hacerse dentro de + 0.01 plg de las dimensiones indicadas.



Además, hay que tener en cuenta que las funciones entre el diámetro y la altura de las probetas de compresión fueron determinadas con el fin de evitar el pandeo de ellas al ser aplicada la carga y con ello errores en las lecturas.

CANAS Y BLOQUES DE APOYO

Los extremos de las probetas de compresión deben ser planas para no causar concentraciones de esfuerzos y deberán ser perpendiculares al eje de la pieza, para no causar flexión.

Las superficies de los extremos de las probetas metálicas pueden maquinarse planas y en ángulo recto con el eje; al asentar las placas de remate, deberá cuidarse la perpendicularidad entre las superficies de apoyo y el eje de la probeta. Es deseable que el material de cabeceo tenga un módulo de elasticidad y uno de resistencia, cuando menos igual al del material de la probeta.

Las placas sencillas de apoyo o remate deben llevar superficies maquinadas, planas y paralelas. El material de la placa de apoyo será más

Fig. 7 Las probetas para ensayos de compresión de materiales metálicos de formas no similiares (ASTM E9)

duro y fuerte que el de la probeta (ASTM C39 y C 192). Generalmente un extremo de la probeta deberá apoyarse en un bloque o dado esféricamente asentado. El objeto del bloque es con el fin de corregir una falta de paralelismo probable entre el puente de la máquina y la cara extrema de la probeta. Lo más recomendable es que este bloque de apoyo esféricamente asentado este en la parte superior de la probeta; en algunas condiciones de ensayo este bloque de apoyo puede omitirse pero en algunas pueden requerirse dos de tales bloques, el diámetro del bloque deberá ser igual o ligeramente mayor al de la probeta.

1.2.12 REALIZACION DE LOS ENSAYOS

La única propiedad que es determinada en este tipo de ensayo, es la resistencia a la compresión.

Las dimensiones deberán de determinarse con una precisión apropiada. Para metales será hasta de .001 de pulgada.

En las probetas cilíndricas, las mediciones se harán en dos diámetros cuando menos. Deberá tenerse mucho cuidado para lograr el centrado y alineamiento de la probeta y la de los bloques de apoyo en la máquina de ensaye.

En un ensayo de compresión, una distribución de esfuerzos absolutamente uniformes nunca se alcanza, por lo que es recomendable para encontrar el límite proporcional, medir las deformaciones a lo largo de tres líneas de calibración con 120° de separación alrededor de una pieza cilíndrica.

1.2.13 OBSERVACIONES DE ENSAYO

La identificación, las dimensiones, las cargas críticas, las -

TABLA 2
 VARIOS REQUERIMIENTOS DE LA ASTM SOBRE LA VELOCIDAD
 DE ENSAYO DE COMPRESION

Material Probado	Referencia	Máxima Velocidad del puente plg/mln.	Velocidad de carga Lb/plg ² /seg	Tiempo para aplicar la - segunda mitad de la carga seg
Materiales metálicos	E9-33 T			
De 1 a 3 plg. de largo	-----	0.05		
De 3 plg ó más	-----	0.10		
Concreto	C 39	0.05	20 - 50	
Mortero	C 109	-----	-----	20 - 80
Madera	D 143			
Paralela a la fibra	-----	0.024		
Perpendicular a la fibra	C 67	-----	-----	60 - 120

Otro ensaye importante que cabe mencionar, es el de compresión de resortes que cae dentro de los ensayos especiales.

lecturas compresométricas, el tipo de falla incluyendo los croquis, etc. Se registran de acuerdo con el tipo de ensayo y la extensión de los datos requerida.

La velocidad de ensayo tiene un efecto perfectamente definido sobre la resistencia a la compresión, aunque este efecto es -- muy pequeño dentro de los rangos de velocidad usados en el ensayo ordinario.

El módulo de elasticidad también parece aumentar con la velocidad de carga, aunque la mayoría de los autores, han atribuido este efecto a la reducción del creep durante el ensayo.

1.2.14 ENSAYOS DE FLEXION

OBJETO Y APLICABILIDAD DE LOS ENSAYOS DE FLEXION. La mayor parte de las estructuras y máquinas, poseen miembros cuya función fundamental es la de resistir cargas que causan la flexión. -- Ejemplo de ello son la vigas, los ganchos, placas, lozas y las columnas bajo cargas descentradas. El diseño de dichas estructuras, se basa en las propiedades de tensión, compresión y esfuerzo cortante con uso apropiado en las fórmulas de tensión. El ensayo de flexión puede servir como un medio directo para cuantificar el comportamiento de elementos que esten bajo cargas de flexión y fundamentalmente para la determinación de los límites de estabilidad estructural de las vigas de varios tamaños y formas.

Estos ensayos en vigas se hacen con el fin de evaluar la resistencia y la tiesura a la flexión, aunque algunas veces se hacen para determinar la distribución de esfuerzos; además se -- utilizan para determinar las propiedades mecánicas de resiliencia y tenacidad.

La designación general de resistencia incluye: El límite proporcional, la resistencia de cedencia y el módulo de ruptura. Estos se determinan con la finalidad de establecer con factores de reducción apropiados, esfuerzos flexionantes admisibles con el fin de utilizarse en el diseño.

Los ensayos de flexión se realizan en aparatos simples y baratos. Debido a que las deflexiones obtenidas en este tipo de ensayo, equivalen en la mayoría de las veces a las deformaciones obtenidas en un ensayo de tensión. Para la obtención de las propiedades de la tenacidad y la resiliencia son utilizados instrumentos de menor sensibilidad y por ende más baratos que los empleados en los ensayos de tensión. Por ello, este tipo de ensayo es utilizado como control de materiales frágiles y específicamente para el hierro fundido y el concreto. Aunque es inadecuado obviamente para cuantificar la resistencia última de los materiales dúctiles.

Para el alambre y láminas metálicas se usa el ensayo simple de flexión como una medida arbitraria de la flexibilidad relativa. Para barras de refuerzo en el concreto, un ensayo de doblado en frío se realiza para determinar si puede o no doblarse bruscamente sin fracturarse.

1.2.15 PRÓBETAS PARA ENSAYOS DE FLEXIÓN.

La probeta no debe ser demasiado corta con respecto al peralte de la viga y viceversa, si se desea la falla por esfuerzo constante, el claro no deberá ser muy largo. Los valores de $L = 6d$ a $L = 12d$; en el que L es el largo del claro y d es igual al peralte.

Aunque se utilicen vigas de la más variada forma para ensayos--

especiales y de investigación, se usan las probetas normales - para el ensaye rutinario y de control de un número de materiales comunes tales como hierro fundido, concreto, el ladrillo y las maderas.

Dimensiones nominales, plg.	Sección que controla los vaciados, plg.		Distancia en tre los apo- yos, plg.
	Diámetro	Longitud	
0.50 ó menos	0.875	15	12
0.51 a 1.00	1.20	21	18
1.01 ó más	2.00	27	24

Basada en la ASTM A 48.

Las probetas de hierro fundido son cilíndricas, vaciadas por se- parado, pero en moldes de arena de las mismas condiciones y to- mados del mismo crisol de los vaciados que representa.

En la tabla anterior, se dan tres tamaños comunes para barras - de ensayo de hierro fundido para ensayos de flexión.

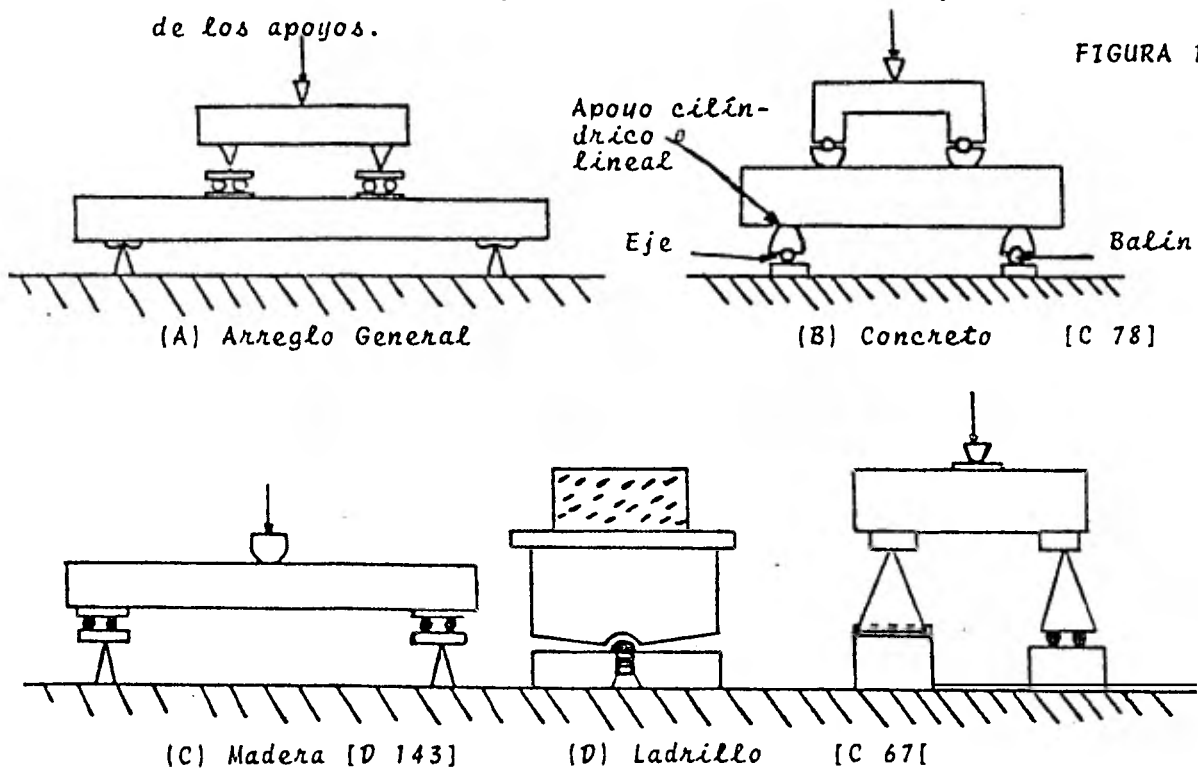
1.2.16 APARATOS PARA ENSAYOS DE FLEXION

Los principales requerimientos de los bloques de apoyo y carga- para ensayos de vigas son: (1) Tener una forma tal que permita- el uso de un claro largo definido y conocido. (2) Las áreas de- contacto con el material ensayado deben de ser tales que no ha- ya gran concentración de esfuerzos. (3) Debe haber un margen - para el ajuste longitudinal de la posición de los apoyos. (4)- También debe haber un margen para ajuste lateral rotativo para- acomodar las vigas que tengan un ligero torcimiento. (5) El -- arreglo de las partes debe tener estabilidad bajo carga.

En la fig. 1 se muestran los arreglos de apoyo representativos principales.

Muchos ensayos de flexión se realizan en máquinas universales, - con los apoyos colocados sobre la base y el bloque de carga sujetado al cabezal móvil, aunque para los ensayos de control de materiales como fundición de hierro y el cemento por lo general, se usan máquinas especiales de operación manual.

Los aparatos para medir la deflexión deben tener un diseño tal que los aplastamientos en los apoyos, el asentamiento de los -- apoyos, la deformación de los bloques de apoyo y carga o de las partes de la máquina no traigan consigo errores en los resultados. Una forma de evitar esos errores es midiendo las deflexiones con referencia a puntos situados sobre el eje neutro arriba de los apoyos.



Los arreglos típicos se muestran en la figura 2.

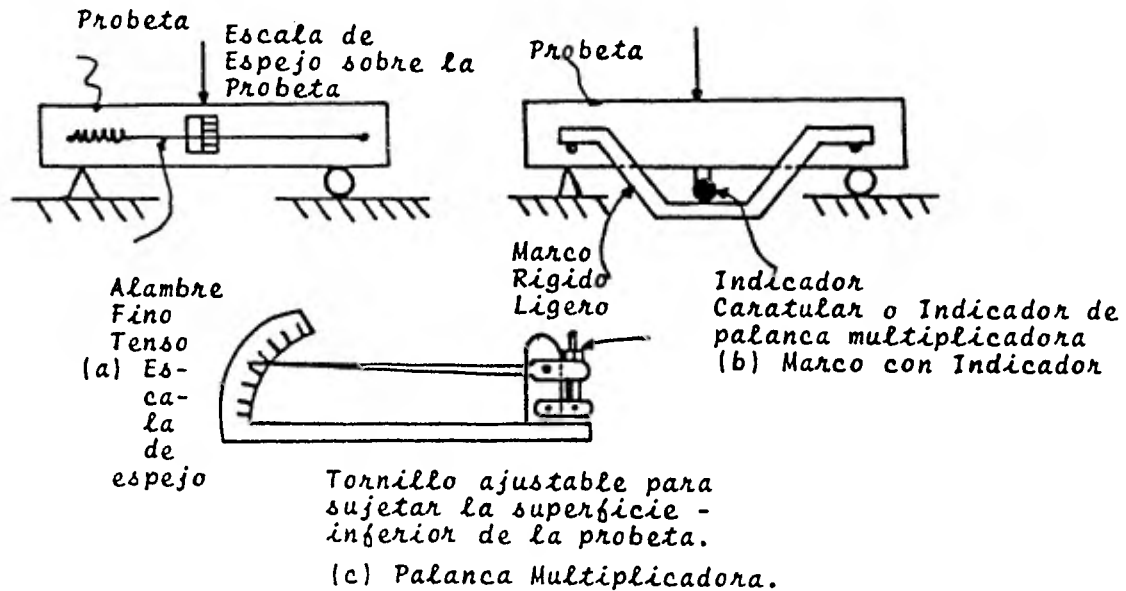


Figura 2. Dispositivos para medir la deflexión (esquemáticos).

En general, las deflexiones dentro del límite proporcional se leerán cuando menos 0.01 de la deflexión en el límite proporcional; para deflexiones mayores deben leerse hasta cuando menos 0.01 de la deflexión al ocurrir la ruptura.

Los deflectómetros deben tener un diseño tal que no sufran daño al fracturarse la pieza o tener el cuidado (precaución) para que sean retirados antes de la ruptura.

1.2.17 REALIZACION DE LOS ENSAYOS DE FLEXION EN LAS VIGAS

El módulo de ruptura; que es el objetivo del ensayo, se determi

na de la carga cuando ocurre esta, y además de las dimensiones de la pieza. Las dimensiones de las probetas de hierro se miden con una aproximación de .001 de pulg y los de madera y concreto hasta con una aproximación de .01 de pulg. los bloques de apoyo se indican con una exactitud de .2% del largo del claro.- El montaje de apoyos y probetas debe colocarse centrada en la máquina de ensayo y debe de efectuarse una revisión con el fin de asegurar el perfecto alineamiento para su buen funcionamiento; asimismo, los deflectómetros y los deformímetros deben colocarse con mucho cuidado y checar que operen en forma satisfactoria, además deberán estar ajustados según el rango en que operan.

Para barras de flexión de hierro fundido, la velocidad de aplicación de carga debe ser tal que la ruptura ocurra en no menos de 15 seg. para las barras que tienen .875 de diámetro, un tiempo de 20 seg. para las de 1.20 pulg. y 40 seg para las de 2 - - pulg. de diámetro (ASTM A48).

1.2.18 OBSERVACIONES DEL ENSAYO

En cuanto a las observaciones y registros en los ensayos de flexión, podemos decir, que en esencia son muy similares a los que se realizan en los ensayos de tensión y compresión.

Al computar el módulo de elasticidad de los datos de carga y de deflexión el procedimiento mas simple es el trazado de su diagrama y de la pendiente del diagrama obtenida. Computar las cargas y la deflexión para su sustitución en la fórmula de deflexión pertinente.

1.2.19 ENSAYO DE DOBLADO PARA METALES

Este tipo de ensayos se utilizan para la obtención de un índice

de ductilidad. Consiste esencialmente en doblar una barra a un ángulo grande y anotar si ocurre o no agrietamiento. La severidad del ensayo se varía usando varios pernos de diferente tamaño, alrededor de los cuales se efectúa el doblado. Los ensayos de doblado en frío son requeridos en las especificaciones de muchos aceros, particularmente en aquellos de forma de varilla y placa, por ejemplo, barras para refuerzo de el concreto (ASTMA A15, A16), acero para remaches (ASTM A141), acero estructural (ASTMA 7), placa de acero para recipientes de presión (ASTM A285). etc.

Los ensayos de doblado se utilizan a veces para determinar la ductilidad para tipos particulares de servicio, o bien para detectar la pérdida de ductilidad que se efectúa en ciertos tratamientos.

Este tipo de ensayo se utiliza también para ensayos de ductilidad en la soldadura. El ángulo especificado de doblado y el tamaño del perno, alrededor del cual la pieza se dobla sin sufrir grieta, depende tanto del grado del metal como del servicio al que vaya a estar sometido. En la tabla siguiente se muestran los requerimientos de los ensayos de doblado para barras de refuerzo para concreto.

No. de designación de la barra.	Barras Sencillas			Barras Deformadas		
	Grado estructural	Grado intermedio	Grado duro	Grado estructural	Grado intermedio	Grado duro
Menor de 6	180°	180°	180°	180°	90°	90°
6, 7, 8	d=t	d=2t	d=4t	d=2t	d=3t	d=4t
9, 10, 11	180°	90°	90°	180°	90°	90°
	d=2	d=2t	d=4t	d=4t	d=4t	d=5t
	180°	90°	90°	180°	90°	90°
	d=t	d=2t	d=4t	d=4t	d=5t	d=6t

NOTA: d = diámetro del perno alrededor del cual la probeta se dobla
t = diámetro de la probeta. Basado en la ASTM A15.

NOTA: d =diámetro del perno alrededor del cual la probeta se dobla
 t =diámetro de la probeta

Basado en la ASTM a 15

Los aspectos esenciales de los dos tipos de aparato para doblado en frío se muestran, esquemáticamente en la figura 3. En la máquina Olsen el ángulo de doblado puede medirse.

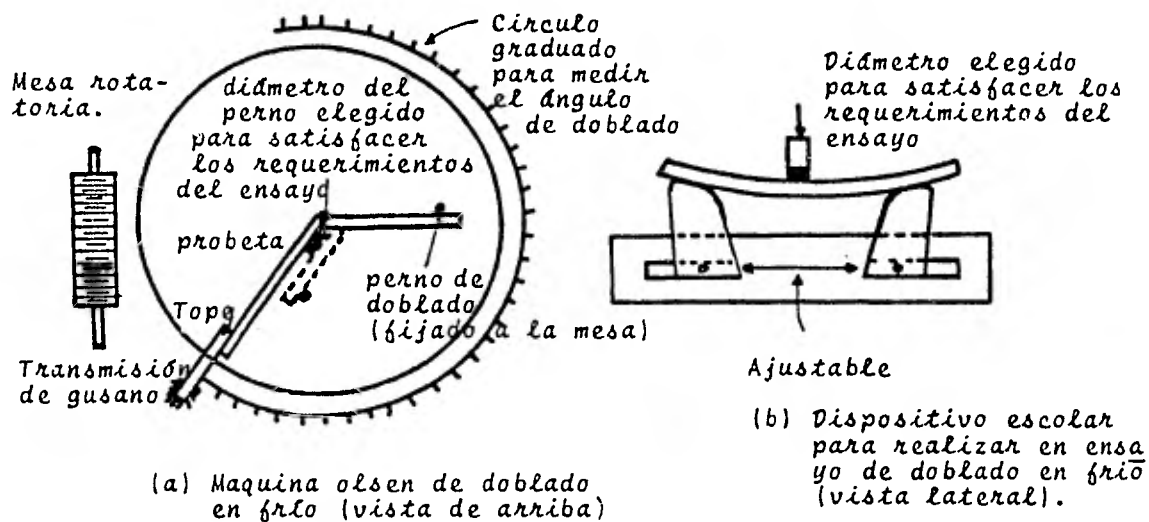


Figura 3. Aparato de ensayo para doblado en frío (diagramático).

1.2.20 LA RIGIDEZ EN FLEXION

En los ensayos de doblado de algunos materiales, como el alambre (ASTM F113) y los plásticos (ASTM D747), la ASTM especifica que tanto el momento flexionante como el ángulo de flexión tendrán que ser observados. Como el ángulo posee componente tanto elástica como plástica, el verdadero módulo elástico no puede calcularse directamente del ensayo, aunque si obtenemos uno apa

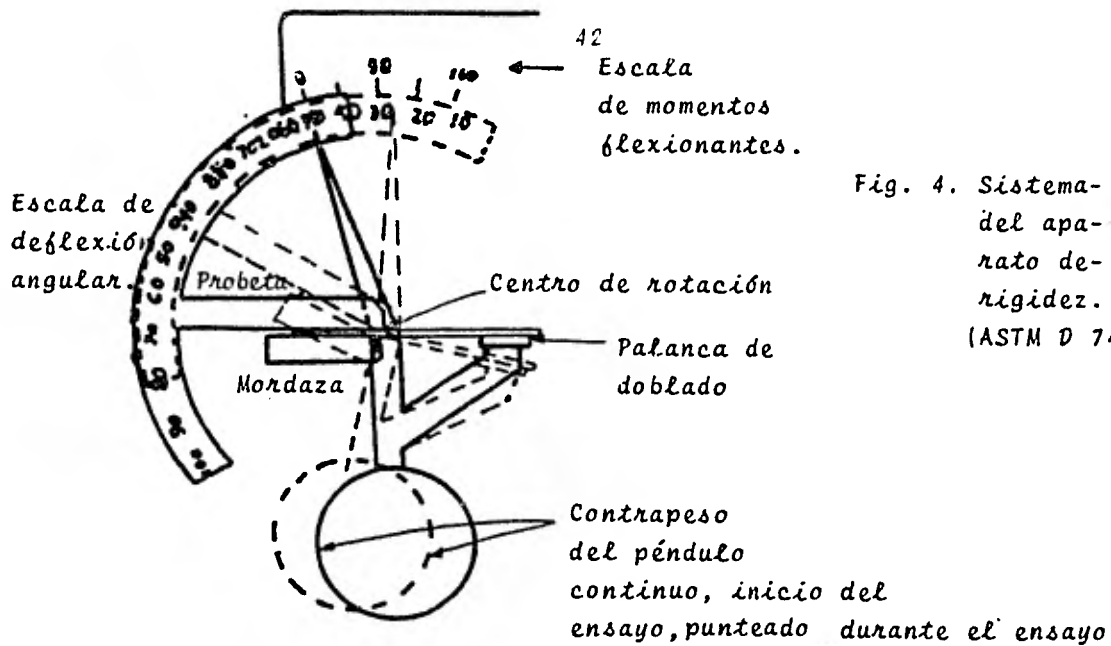


Fig. 4. Sistema del aparato de rigidez. (ASTM D 747)

rente, el cual se define como la rigidez del material en flexión y la ecuación que lo define es:

$$E = \frac{M L}{3 I \phi}$$

Donde E: rigidez en flexión Lb/in²

M = momento flexionante in-Lb

L = largo del claro

I = momento de inercia de la prob.- pulg⁴

ϕ = deflexión angular radianes

La figura 4 muestra un arreglo para obtener simultáneamente el momento y el ángulo de doblado de la probeta. En el transcurso del ensayo, la mordaza que sujeta a la probeta gira por medio de un motor, y el momento se mide por el sistema del péndulo.

I.2.21 ENSAYOS DE DUREZA

OBJETO Y APLICABILIDAD DE LOS ENSAYOS. Los ensayos de dureza son los que tienen mayor aplicación comercial en los metales, y los resultados de estos, son utilizados con los fines siguientes:

CLASIFICACION DE LOS ENSAYOS DE DUREZA

Elemento o Herramienta Activo	Línea de acción de aplicador de cargas	Carga fija; Identación o desgaste por frotamiento.		Identación o desgaste por frotamiento fijo; carga variable	
		estática	dinámica	estática	dinámica
Dos probetas presionadas una contra otra	Normal a la probeta	Réaumer (1722)			
Herramienta de material más duro que la probeta.	Normal a la superficie de la probeta.	Brinell (1900) Rockwell (1920) Vickers (1925) Knoop (Tukou) (1939)	Escleroscopio shore (1906) Balleutime cloudburst schmidt varios ensayos de abrasión, por ejemplo, de tipo de chorro con arena.	Monotron herramienta para la prueba de dureza.	
	Paralela a la superficie de la probeta.	esclerómetro Marteu (1889) esclerómetro bier baum péndulo Herbert (1923) Ensayos de maquinabilidad (de cortadura o perforación) varios ensayos de desgaste o abrasión.		Esclerómetro Allcut y Turcier (1887) varios ensayos cualitativos de rayado - dureza - mohs (1822)	

(1) La similitud entre los materiales se pueden graduar de acuerdo con la dureza. El grado de dureza elegido depende de la experiencia previa con materiales bajo el servicio dado y no de ningún significado intrínseco de los números de dureza. Debe observarse que un número de dureza en el diseño no puede utilizarse directamente como la resistencia a la tensión. (2) El nivel de calidad de los materiales o productos usualmente se controla mediante este tipo de ensayos. Estos pueden aplicarse con el fin de evaluar que tan uniforme es la muestra de un material o la de los resultados de un tratamiento térmico o el endurecimiento superficial. (3) Los ensayos simples de dureza nos pueden servir para controlar la uniformidad de la resistencia a la tensión y nos indica, si son necesarios ensayos más completos a este respecto. La mayoría de las operaciones que se llaman ensayos de dureza pueden clasificarse como se muestra en la tabla anterior.

I.2.22 SISTEMAS DE ENSAYO DE DUREZA

Los sistemas de ensayo de dureza se agrupan en ensayos de huella estática y ensayos de huella dinámica.

Una huella estática es un ensayo de penetración, que es realizado por medio de una carga "muerta" o estática.

Un ensayo de huella dinámico es el que se realiza, bajo una carga dinámica, que por lo general adopta la forma de un choque de una carga que cae libremente o martillo de un péndulo que gira.

La medición se efectúa por la energía que queda indicada en el percutor después del choque. Una desventaja con este sistema es que materiales como la goma presentan valores muy altos, ya que lo que se mide realmente no es su dureza absoluta sino su recuperación elástica.

I.2.23 PREPARACION DE LA SUPERFICIE PARA LOS ENSAYOS DE DUREZA

La cara de ensayo del espécimen deberá estar con perfecta alineación perpendicular al mecanismo de penetración, aunque en algunos sistemas esta previsto un cierto desalineamiento que no afecta notoriamente a los resultados pero siempre se buscará para la obtención de datos más veraces, cuidar de este alineamiento. El acabado superficial en el área sometida a ensayo deberá estar controlada en base a: a) Tamaño de la huella b) Método empleado de medida. Cuanto menor sea el tamaño de la huella, mejor deberá ser la preparación de la superficie, ya que con eso se obtendrá una buena precisión en la medición. En los sistemas de lectura directa (Rockweel por ejemplo) la superficie no necesita ser tan buena como la que se necesita en los demás sistemas.

Si se ha de usar un microscopio de reflexión para la medición de la huella se requerirá pulir la superficie hasta un acabado relativamente fino; esto es, para que la observación y la medición no se dificulte. Otro cuidado que es muy importante considerarlo al realizar cualquier ensayo de dureza, es que se deberá mantener inmóvil el espécimen durante el ensayo, para evitar la distorsión de la huella y con ello una medición errónea de las dimensiones de ella.

La idea fundamental de que la dureza se cuantifica por la resistencia a la penetración, sirve como base a una gran variedad de instrumentos y sistemas. El penetrador que puede ser de bola, cono o una pirámide simple o truncada por lo general se fabrican de acero o diamante.

Los ensayos del tipo de penetración y rebote, como son muy simples en su aplicación, son los más empleados para el control de calidad para los metales y además como son de bajo costo, re-

quieren de poca experiencia para ser operadas y no son ensayos de dureza destructivos.

Los ensayos de dureza más utilizados en la industria son sin lugar a dudas, el sistema Brinell y el Rockwell, aunque últimamente como se ha extendido la utilización del acero endurecido ha traído como consecuencia la introducción de otros sistemas como: el Escleroscopio Shore y las máquinas Vickers, monotrón, Rockwell

- Superficial y Herbert. Asimismo, como es necesario medir la dureza de materiales muy delgados y de piezas muy pequeñas - así como los gradientes de dureza en intervalos muy pequeños, lo anterior ha conducido al desarrollo de los ensayos conocidos con el nombre de ensayos de microdureza (Knoop por ejemplo).

Los ensayos de abrasión o desgaste han encontrado aplicación a materiales como el pavimento y un número de esos ensayos han sido normalizados, aunque también son aplicables a los metales, - para concretos y ladrillos.

Para una clasificación cualitativa de los materiales sobre un amplio rango, el tipo de ensayo más aplicado es el de rayado; - en este sistema la escala fue establecida arbitrariamente en términos de varios materiales de uso común, cada uno de los cuales raya el material con el número de dureza inmediato inferior

RANGO DE DUREZA PARA CARGAS NORMALIZADAS DE BRINELL

Diámetro de la bola mm	Carga Kg	Rango recomendado de dureza de Brinell
10	3000	96 a 600
10	1500	48 a 300
10	500	16 a 100

(escala mineralógica o de mohs).

1.2.24 ENSAYOS ESTATICOS DE DUREZA CONTRA LA IDENTACION

Ensayo de dureza Brinell. Este fue uno de los primeros sistemas establecido y aun se sigue utilizando.

Este ensayo consiste en oprimir o presionar una bola de acero - endurecida contra un espécimen que ha sido previamente preparado. De acuerdo con las especificaciones de la ASTM (ASTME 10) - estipula el uso de una bola de 10 mm y una carga de 3000 kg, para los metales duros, 1500 kg para los metales intermedios y - 500 kg (o aun, 100 kg. para materiales suaves), como se muestra en la Tabla anterior.

Para este sistema existen varios tipos de máquinas en las que es posible realizar ensayos de dureza. Las cuales tienen diferencias en cuanto a:

(1) El método de aplicación de la carga; las cuales pueden ser: Presión de aceite, tornillos impulsados por engranes, de pesas con palancas y el sistema de carga con muelles. (2) Método de operación: manual y de fuerza motriz. (3) Método de medición de la carga: de pistón con pesas, calibrador bourdon, dinamómetro y de pesas con palanca; (4) Tamaño grande, usadas por lo general en el laboratorio y pequeña o portátil.

El ensayo Brinell puede realizarse en una pequeña máquina Universal de ensaye mediante un adaptador para sujetar la bola, - así como de máquinas especiales diseñadas básicamente para este propósito. Para ensayos de productos metálicos de lámina delgada como cartuchos, se utiliza un dispositivo de pinzas de operación manual, el cual utiliza una bola 3/64" y un resorte de 22-Lb de presión. La probeta en la que se realice la prueba de du-

reza, se coloca encima del yunque y se eleva hasta que toque al penetrador esférico. La carga se aplica bombeando aceite al cilindro principal, el cual hace que el émbolo baje y con ello se efectue la presión de la bola sobre la probeta.

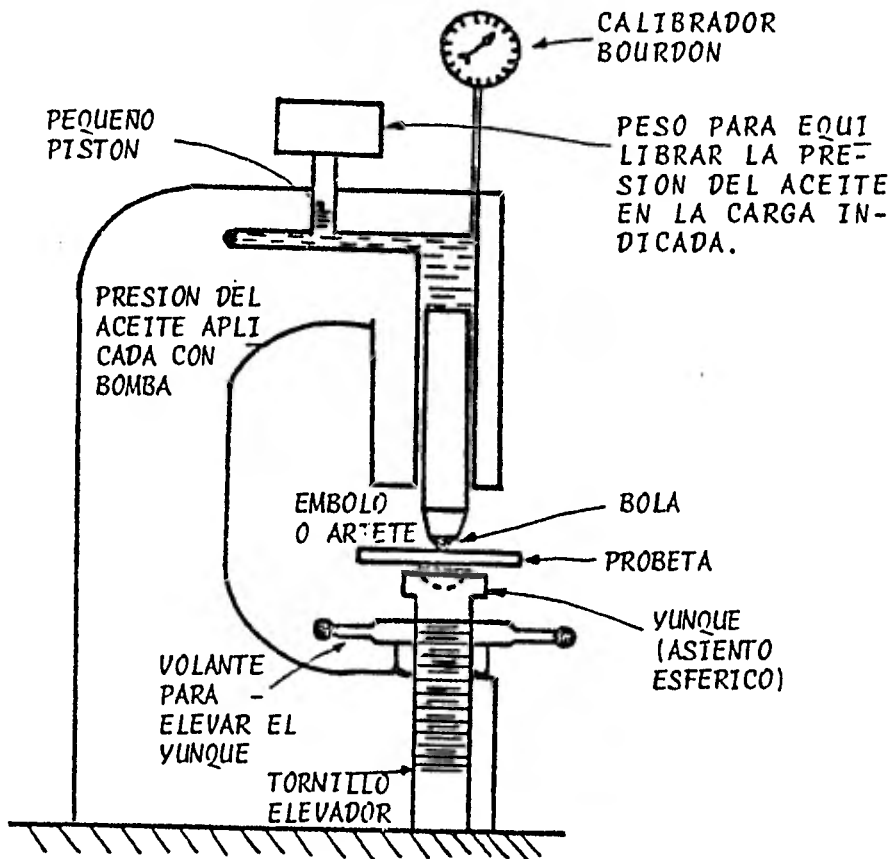


FIG. 5 ASPECTO DE LA MAQUINA BRINELL DE TIPO HIDRAULICO.

El calibrador-bourdon se usa para dar una indicación --- aproximada de la carga.

Se requiere - que la bola es - te dentro de - .01 mm del diámetro nominal - de 10 mm. Se - requiere que - la bola no acu - se un cambio - permanente de - diámetro de - más de .01 mm - por ello es - que frecuentemente para los ensayos de ace - ros muy duros - esa bola sea - de carburo de - Tungsteno.

En el ensayo normal el diámetro del penetrador se mide en un microscopio micrométrico que lleva una escla que tiene divisiones de 0.1 mm y las mediciones se hacen por estimación, hasta cuando menos .02 mm, esa escla es transparente y grabada en el - campo Visual

I.2.25 PROCEDIMIENTO DE BRINELL.

Para realizar un ensayo la probeta deberá ser plana y bien pálida, con el fin de efectuar la medición de la huella con precisión. Para algunos materiales, la huella no queda definida convenientemente, aun cuando se haya hecho un buen pálido de la probeta. Para aumentar esa definición de borde de la huella la ASTM recomienda la utilización de una lámpara móvil, para con ella se contraste la luz y la sombra realce el borde de la huella; de tal forma que se pueda efectuar la medición.

Se sugiere que en el ensayo normal, el mantenimiento de la carga sea; para metales duros, de 15 seg. y 30 seg. para los suaves.

Después de ese intervalo de tiempo se remueve la carga y se efectúa la medición de la huella hasta 0.02 mm más cercano con el microscopio.

Si la deformación debida a la penetración de la bola se extiende hasta la superficie inferior u opuesta, el tamaño de la huella será mayor para unos materiales y menor para otros que para una probeta más gruesa del mismo material. La ASTM especifica que no deben aparecer marcas de la huella en la superficie opuesta a la que se realizó el ensayo y además el grueso de la probeta deberá ser 10 veces mayor que la profundidad de la huella. En la tabla siguiente se especifican los grosores de las probetas Brinell en relación a una dureza mínima (ASTME 10).

En este ensayo de dureza, siempre se debe evitar la realización de pruebas cerca del borde de la probeta, pues la huella sería demasiado grande y asimétrica. También se debe evitar hacerla cerca de una huella anterior pues pueden resultar dos casos; que sea muy grande debido a la ausencia de material, propiciada

por la huella anterior, o bien muy pequeña debido al endurecimiento causado por el corrimiento de material resultante de la indentación anterior. Por lo que se recomienda efectuar los ensayos en las probetas a una distancia igual o mayor que 2 1/2 veces el diámetro de la huella respecto al borde de la probeta o respecto a una huella anterior.

Si las propiedades de una probeta plana en compresión no son uniformes, la huella resultante es no circular. En este caso, la dureza Brinell se determina promediando cuatro resultados de

Espesor de la probeta, plg.	Mínima dureza según Brinell para la cual un ensayo de Brinell puede ofrecer seguridad.		
	Carga de 500 kg	Carga de 1500 kg	Carga de 3000 kg
1/16	100	301	602
1/8	50	150	301
3/16	33	100	201
1/4	25	75	150
5/16	20	60	120
3/8	17	50	100

DE ASTM E 10

prueba realizados a 45° de separación entre ellas.

Con frecuencia se requiere realizar la medición del número Brinell sobre una superficie curva y si consideramos que el material tiene propiedades uniformes, este tendrá un lindero circular a menos que la curvatura sea constante en todas direcciones.

nes. Siempre que el radio de la probeta no sea menor de 1 pulg., el diámetro de la huella se tomará como el promedio del máximo y mínimo obtenido. El número de dureza Brinell NDB está dado por la siguiente relación:

$$NDB = \frac{\text{Carga sobre la bola}}{\text{Área indentada}} = \frac{P}{\frac{D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Si P es la carga aplicada en kg

D diámetro de la bola de acero en mm.

d diámetro de la huella en mm

En la práctica los números de Brinell correspondientes a un diámetro de huella dado y observado, se pueden determinar directamente en tablas. Así para aceros ordinarios, los números de dureza Brinell con una carga de 3000 kg varían entre 100 y 500; - los aceros estructurales con mediano carbón varían entre 130 y 160; para aceros especiales muy duros varían entre 800 y 900, - pero se recomienda que para durezas mayores a los 630 NDB este método sea sustituido por otro sistema. Algunas veces, cuando se requiere ensayar probetas delgadas es necesario que la bola de 10 mm de diámetro sea sustituida por otra más pequeña, pero para que las pruebas realizadas se consideren dentro de las normales, se debe cumplir que la relación entre la carga aplicada y el diámetro D de la bola en mm sea siempre la misma que para los ensayos normales.

Donde $\frac{P}{D^2}$ = 30 para carga de 3000 kg y bola de 10 mm
 = 15 para carga de 1500 kg y bola de 10 mm
 = 5 para carga de 500 kg y bola de 10 mm

Como las indentaciones realizadas con bolas de tamaños y cargas diferentes no son similares geométricamente se recomienda que la magnitud de la carga y el tamaño de la bola se especifiquen-

junto con el número de dureza, siempre y cuando la carga de 3000 kg y la bola de 10 mm no hayan sido usadas.

Para ensayar materiales de dureza superior a 400 NDB debe revisarse la bola con frecuencia para cerciorarse de que no este distorcionada (para evitar errores). Para materiales con dureza superior a los 450 NDB se deberán utilizar bolas más duras que el acero. Las de carburo son utilizadas hasta materiales que tienen una dureza de 630 NDB.

Al citar los números superiores a 200 NDB, el material de fabricación de la bola deberá indicarse ya que los resultados dependen de este.

1.2.26 CALIBRACION DE LOS APARATOS BRINELL.

El dispositivo de medición de carga se pueden calibrar por medio de pesas y palancas de comprobación, por medio de un dispositivo de calibración elástico, o bien haciendo una serie de pruebas con materiales de diferente dureza y comparando los resultados obtenidos con una segunda serie de pruebas realizadas en una máquina de ensaye normalizada, y una bola de ensayo normalizada. Según la ASTM, Para que una medición sea aceptable para ser usada en un rango de carga dado, su dispositivo de medición deberá tener como máximo un error de 1%.

El tamaño y la uniformidad de la bola, se verifican por medio de un calibrador micrométrico de exactitud adecuada. El microscopio Brinell se revisa por comparación de sus lecturas con una escala normalizada y el error no debe exceder en todo el rango a 0.02 mm.

EL ENSAYO ROCKWELL

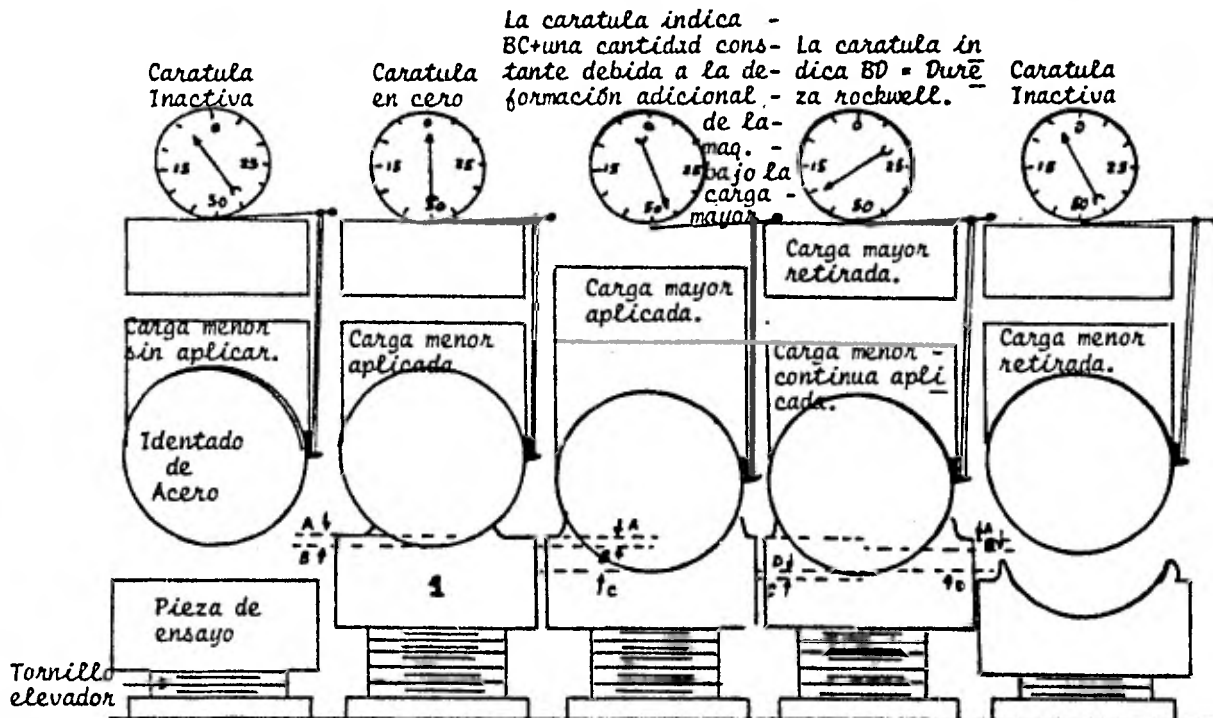
El número de dureza Rockwell, es una función del grado en que -

penetra el indentador en la pieza de ensayo y es resultado de la aplicación de una carga estática dada. En este sistema se utilizan varias cargas y tipos de penetradores que dependen de las condiciones de ensayo que se requieren. Se aplica a materiales que rebasan el límite superior del sistema Brinell (630). El procedimiento se sigue de acuerdo a lo expresado en la norma (ASTME 18); el ensayo en una máquina en la que la carga es accionada por medio de un sistema de pesas y palancas.

El penetrador puede ser de bola de acero o con cono de diamante que tiene una punta redondeada ligeramente. La dureza es indicada en una carátula graduada, la cual nos representa un número arbitrario que está inversamente relacionado con la magnitud de profundidad de la huella. La operación de la máquina se esboza en la figura 5. Primeramente se aplica una precarga de 10 kg la cual hace que se efectúe una penetración inicial que se realiza en el material con el fin de fijar la posición. La carátula se sitúa en la parte superior del encendido y se aplica la carga principal. Esa carga es usualmente de 60 ó 100 kg cuando se usa una bola de acero como penetrador y a veces también se utiliza una de 150 kg cuando es empleado el cono de diamante. El penetrador esférico está dado en diámetros de 1/16", 1/8", 1/4" y 1/2". El más usual es el de 1/16" y los tres más grandes son los utilizados para materiales suaves.

Después de que la carga principal se aplica y retira, se toma la lectura de la dureza mientras la carga menor permanece en posición. No existe ningún valor de dureza Rockwell designado para un sólo número porque resulta necesario indicar el penetrador y la carga que se utilizó, por lo tanto, en la letra de prefijo se emplea para designar las condiciones de ensayo como se muestra en la Tabla I.

La carátula tiene dos grupos de números, uno en rojo y otro en-



La pieza de ensayo es colocada en la maq.

1. La pieza de ensayo tiene ahora una base firme debida a la carga menor.

Se hace girar la rueda, su-
biendo la pieza contra el penetrador es-
ferico hasta el indice de la caratula in-
dica cero. Es-
ta aplica la
carga menor.

Se aprieta la manivela, aplicando la carga mayor.

Se hace girar la manivela re-
tirando la carga mayor, pero dejando la carga menor aplicada.

Se hace girar la rueda, bajando la pieza de ensayo.

AB = Profundidad de huella hecho por la carga menor.

AC = Profundidad de huella hecho por la carga menor y mayor combinadas.

DC = Recuperación elástica al remover la carga mayor y no pasa al # de dureza

BD = Diferencia de la profundidad de las huellas = # Rockwell.

FIG. 5 PROCEDIMIENTO PARA USAR EL APARATO DE DUREZA ROCKWELL.

negro, los cuales difieren en 30 números de dureza. Estos nos indican la escala B ó C. Las cuales son las más utilizadas.

La escala B es para ensayar materiales de dureza intermedia tales como el acero bajo y mediano carbono en condiciones de templado, esta escala es de 0-100.

La escala C, es la más usada para materiales duros (más de B - 100). Los materiales más duros son aproximadamente C70. El rango útil de esta escala es de C20 hacia arriba.

I.2.27 PROCEDIMIENTO DE ROCKWELL

La superficie de ensayo debe ser plana y estar libre de escama, películas de óxido, grasas y materia extraña que pueda afectar los resultados. Las superficies aceitados arrojan lecturas ligeramente bajas, esto es por la fricción reducida en el penetrador.

La superficie del fondo debe estar limpia para evitar con ello errores en los resultados.

Para materiales muy duros, el espesor de la probeta deberá ser aproximadamente de 0.10 pulg. (ASTME 18). Todos los ensayos de dureza deben realizarse sobre un solo espesor de material.

El número de dureza determinado para una superficie curva es erróneo debido a la forma de la superficie. Las correcciones para pruebas de dureza realizadas a probetas cilíndricas que tengan diámetros desde 1/4 hasta 1 1/2" se dan en la ASTME 18 (Que se agregan a las lect. obten.)

La velocidad y el tiempo de aplicación de la carga principal se deben de establecer y respetar. El amortiguador se debe ajustar de tal forma que la palanca operadora dure de 4 a 5 segun-

aos en completar su viaje sin ninguna probeta en la máquina y - con esta ajustada para aplicar una carga de 100 kg. Se especifica un intervalo de aplicación de la carga principal, de no más de 10 segundos.

I. ESCALAS Y LETRAS DE PREFIJO DE LA DUREZA ROCKWELL*

Símbolo escala y letra de prefijo.	Penetrador.	Carga mayor kg	Numerales caratulares	aplicaciones típicas de las escalas
BT	Grupo uno T bola de 1/16 plg.	100	rojo	Aleaciones de cobre, aceros suaves, aleaciones de aluminio, -- hierro maleable.
CT	Cono de diamante.	150	negro	Acero, hierro fundido duro, hierro maleable perlítico, acero de alto endurecimiento superficial.
A	Grupo dos cono de diamante.	60	negro	Carburos cementados, acero delgado, acero de bajo endurecimiento superficial.
D	Cono de diamante.	100	negro	Acero delgado, acero de endurecimiento superficial mediano.
E	Bola de 1/8 plg.	100	rojo	Hierro fundido, aleaciones de aluminio y magnesio, metales para rodamientos.
F	Bola de 1/16 plg.	60	rojo	Aleaciones de cobre templado láminas metálicas delgadas y blandas.
G	Bola de 1/16"	150	rojo	Bronce fosforado, cobre al berilio, hierro maleable.
H	Bola de 1/8"	60	rojo	Aluminio, plomo, cinc
K	Bola de 1/8"	150	rojo	Materiales para rodamientos y otros materiales muy delgados y/o suaves. Usese la bola más pequeña y la carga más pesada que no arroje esfuerzo del yunque. * Basado en la ASTM E 18 + Escalas y penetradores comúnmente usados.
L	Grupo tres bola de 1/4"	60	rojo	
M	Bola de 1/4"	100	rojo	
P	Bola de 1/4"	150	rojo	
R	Bola de 1/2"	60	rojo	
S	Bola de 1/2"	100	rojo	
V	Bola de 1/2"	150	rojo	

1.2.28 CALIBRADO DEL APARATO DE DUREZA ROCKWELL.

Se utilizan bloques patrón, los cuales hay en existencia para todos los rangos de dureza, el error máximo permisible no debe exceder dos números de dureza.

APARATO DE DUREZA SUPERFICIAL ROCKWELL. Tiene el mismo principio que el Rockwell, pero utiliza cargas ligeras y su sistema de medición de profundidad es más sensitivo. Utiliza una precarga de 3 Kg, y las Cargas mayores son de 15, 30 y 45 Kg. Se utiliza para probar acero vitrurado, hojas para afeitar, trabajo ligeramente carburizado y lámina de latón, bronce y acero.

En la Tabla II se encuentran las escalas Rockwell de dureza superficial.

Carga mayor kg	SIMBOLOS ESCALARES				
	Escala N, con no de diamante.	Escala T, bola de 1/16-plg.	Escala W, bola de 1/8-plg.	Escala X, bola de 1/4-plg.	Escala Y, bola de 1/2-plg.
15	15 N	15 T	15 W	15 X	15 Y
30	30 N	30 T	30 W	30 X	30 Y
45	45 N	45 T	45 W	45 X	45 Y

BASADA EN LA ASTM E 18

1.2.29 APARATO DE DUREZA VICKERS.

Muy similar a la Brinell; el penetrador es una pirámide de base cuadrada, en la que el ángulo, las caras opuestas es de 136° (ASTM E 92). La carga varía de 5 a 120 kg en incrementos de 5 kg. La probeta se coloca en el yunque y se eleva mediante un tornillo hasta acercarla a la punta del penetrador. Accionando la palanca de marcha, un brazo de carga con relación de 20 a 1 se abre y la carga es lentamente aplicada al penetrador y luego retirada. Consta de un microscopio sobre la probeta, el cual mide la diagonal de la huella cuadrada hasta .001 mm.

La máquina también se arregla para realizar ensayos con penetradores de bola de 1 y 2 mm. Una ventaja con este sistema es -- que se facilita grandemente, la medición de la huella.

La expresión que determina el número de dureza Vickers (NDV) es td dada por $\frac{1.8544F}{D^2}$ donde: D es la long, de la diagonal medi da en mm.

F carga aplicada en Kg.

1.2.30 ENSAYOS DE MICRODUREZA

Son dos los sistemas importantes de ensayo de microdureza: uno es el de pirámide de diamante y otro es el método de dureza al rayado.

La huella de pirámide es la más común y utiliza dos de los sistemas siguientes: (a) El sistema de diamante (Vickers); (b) El de pirámide de diamante de base rómbica o Knoop, siendo el más preciso este último.

Los principios fundamentales del ensayo de microdureza con penetrador Vickers son, que las cargas se miden en gramos. Cuentan con un microscopio óptico, el cual es capaz de dar mayor ampli ficación y mayor precisión de medida de la huella. La ampli ficación necesaria debe estar comprendida entre X250 y X2000, de acuerdo con la naturaleza de la microestructura y la carga del penetrador. La carga que mayor aplicación tiene es la de 100 - grs; en donde la precisión de medida requerida deberá ser de -- .0001 mm en muchos casos y puede ser tan alta como .001 mm para un trabajo particular. Algunos microscopios llevan el tipo nor malizado de platino y otros utilizan el tipo inverso, pero todos llevan un sistema indicador eléctrico para mostrar cuando - la carga determinada previamente está en el penetrador, hay algunos en que la carga y descarga es completamente automática.

Referente al ensayo de dureza Knoop, la carga varia de unos pocos gramos, hasta un Kg aplicada durante 15 segundos. La fórmula que nos permite determinar el número de dureza Knoop, es:

$$NDK = \frac{10 F}{l^2 \times 7.028}$$

F es la carga en Kg.
l se mide en mm y es la longitud de la huella.

Existen muchos métodos de dureza de los cuales se han descrito unos cuantos, puesto que ellos son los más importantes. -- Sin embargo, hay otros métodos que son de interés histórico o general, razón por la que fueron mencionados anteriormente, y entre ellos está el monótono, el mohs (de rayadura) y el de péndulo - o Herbert, entre otros.

ENSAYO DE IMPACTO

El ensayo de impacto ideal, sería aquel en el cual toda la energía de un golpe se transmitiría a la probeta. Lo cual nunca ocurre, ya que siempre se pierde energía por fricción, por deformación de los apoyos y la masa de golpeo, y por vibración de varias partes de la máquina de ensayo. Los valores particulares obtenidos de un ensayo de impacto dependen mucho de la forma de la probeta usada. Cada tipo de ensayo de impacto posee su propio campo de uso especializado y de su aplicabilidad.

Los ensayos de impacto más comúnmente utilizados son los de -- CHARPY e IZOD, aunque en la tabla III se agrupan varios de los ensayos de impacto existentes.

CLASIFICACION Y RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE IMPACTO

Medio para aplicar el Impacto	Tipo de Carga	ENSAYOS DE UN SOLO IMPACTO				ENSAYOS DE IMPACTO REPETIDOS IMPACTO DE MAGNITUD CONSTANTE				IMPACTOS DE MAGNITUD CRECIENTE			
		Máquina	Capacidad máxima Pie - Lb	Máxima velocidad de impacto Pies por seg.	Ref*	Máquina	Capacidad máxima Pie - Lb	Máxima velocidad de impacto pies por seg.	Ref*	Máquina	Capacidad máxima ft - Lbs.	Máxima velocidad de impacto ft/seg.	Ref*
Martillo de Caída Recta	Flexión	Hatt-Turner Fremont	3200 440	21 29	D143 0	Krupp-Stancon	0.48	2.5	101.870	Area Hatt-tur army or- chiance - (Hierro fundido)	50 000 3 200	40 21	4 0,801 871
	Tensión	Olsen, Guiltina - Calif. Inst. Tech.	3500 - - ---	21 - - - - - - - -	0 826 823								
	Compresión	Olsen - Calif. Int. Tech.	3500 - -	21 - - - -	0 827					Page	13	14	03
Péndulo Oscilante	Flexión	Charpy Izod Russell (Hierro fundido, Oxford)	2-240 2-260 500 -----	11-17 11-17 11 -----	O,R,W O,R,W 870 803	Heisler	50	11	0	Heisler	50	11	0
	Tensión	Charpy - Modificada o Izod.	250	11-17	O,R								
Volante Rotatorio	Corriente	Headam	400	16	0								
	Flexión	Guillemy	430	29	101								
	Tensión	Hann - Haskell Calif. Inst. Tech.	--- ---	1000 ----	821 823								
	Tensión	Carpenter	>158	----	W, 850								

NOTA: Se producen otras máquinas de impacto, principalmente variaciones de las mencionadas arriba. Veanse los catálogos de los fabricantes.

* Referencias: en el cual se puede encontrar la descripción, las letras sencillas se refieren a los catálogos de los fabricantes: O = Olsen, R = Riehle, W = Wiedemann-Baldwin.

+ American Railway engineering association.

Ordinariamente, los ensayos Charpy e Izod se realizan sobre pequeñas probetas ranuradas quebradas en flexión. En el Charpy la probeta es apoyada como una viga simple y en el Izod se apoya en boladiza. En estos tipos de ensayo, una gran parte de la energía absorbida se acumula en una región adjunta a la ranura y con frecuencia se induce un tipo de fractura quebradiza.

Los procedimientos para los ensayos de Charpy e Izod, en cuestión de la aplicación a los metales han sido nacionalizados (ASTMB 23) y la especificación de los límites de las resistencias al impacto se ha realizado para productos tales como: motores de avión engranes de transmisión, aletas para turbinas, muchos tipos de forjados, tubos y placas de acero para prestar servicio a temperaturas bajas.

1.2.31 ASPECTOS GENERALES DE LAS MAQUINAS DE IMPACTO

Los aspectos principales de una máquina de impacto, pendular y de un solo impacto son: (1) una masa móvil que es capaz de causar la ruptura de la probeta colocada en su camino debido a la energía cinética que lleva, (2) Un yunque y un apoyo que es donde se sitúa la probeta para recibir el impacto y (3) Un dispositivo para medir la energía residual de la masa móvil después de fracturarse la probeta. El péndulo debe estar colocado de tal forma que caiga en un plano vertical, de tal manera que no sufra desviación o restricciones laterales en su caída, y los rodamientos deben tener muy poca fricción. El mecanismo de liberación no debe afectar el movimiento libre del rodamiento del péndulo.

El péndulo debe ser suficientemente fuerte, con el fin de que las vibraciones que ocurren en la operación no tengan efecto sobre los resultados. El yunque deberá ser pesado en relación con la energía de impacto, con el fin de que no haya pérdidas

de energía. El dispositivo para apoyar la probeta deberá sujetarse en la posición antes del instante del impacto.

1.2.32 EL ENSAYO DE CHARPY

Puede ser adquirida la máquina de tipo Charpy, en una gran variedad de tamaños. Un tamaño usual es el que posee una capacidad de aproximadamente 220 Pie-LBS. que es para metales y de 4 pie-LB., para plásticos en la Fig. 6 se muestra un diseño común de este tipo de máquina, que esta basada en los requerimientos de la ASTM E 23.

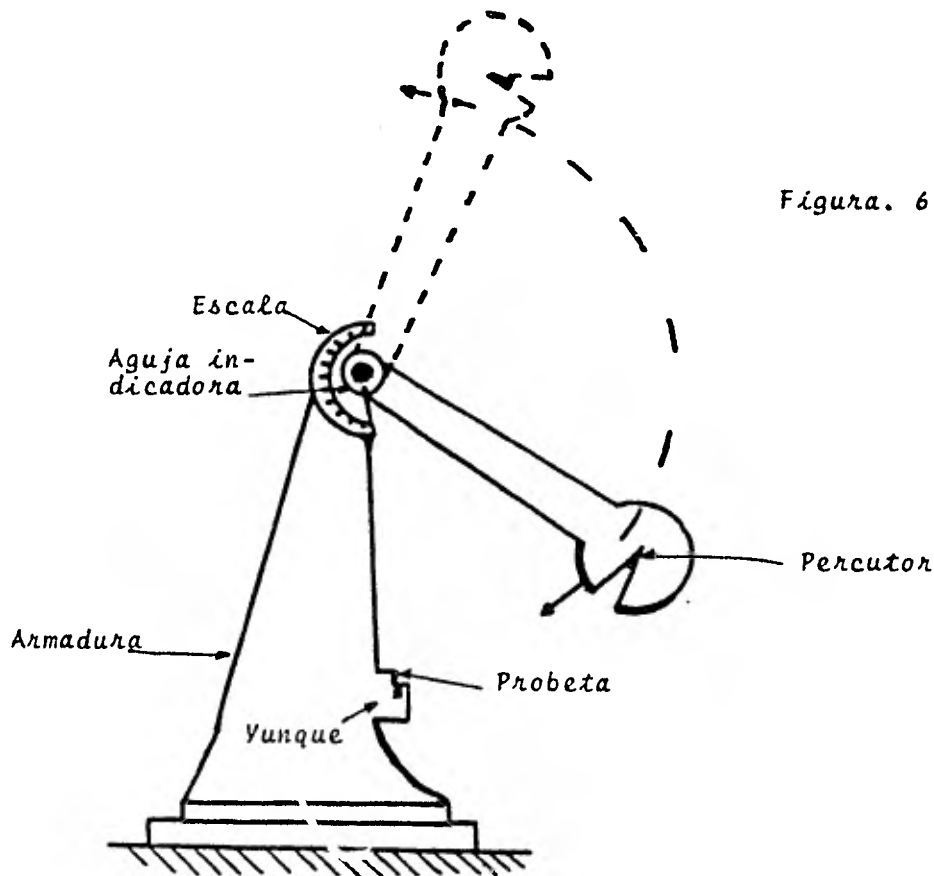


Figura. 6. Diagrama de la máquina de Impacto de Charpy.

El péndulo consiste en una barra relativamente ligera, aunque rígida, o sección I, en el extremo de la cual hay un pesado disco, está suspendido el péndulo por rodamientos de bálines y se balancea, hasta la mitad de la distancia entre dos postes verticales. El percutor es ligeramente redondeado y debe alinearse de tal forma que se efectúe el contacto con la probeta contra su peralte total en el instante del impacto.

La probeta estándar para ensayos de flexión, es una pieza de 10 x 10 x 55 mm ranurada (ASTME 23). Otros tamaños se usan en casos especiales. En la figura 7 se muestran varias probetas tipo Charpy, junto con sus especificaciones.

El péndulo es elevado hasta su posición más alta y es sostenido en esa posición por un tope ajustado con el fin de dar una altura de caída constante para todos los ensayos luego se le suelta y permite caer y fracturar la probeta.

En su movimiento ascendente el péndulo lleva el indicador de fricción sobre una escala semicircular graduada en Grados o Pie-18. La energía requerida para fracturar la probeta es una función del ángulo de elevación. El peso de péndulo, la posición del centro de gravedad y la altura de la caída contados a partir del centro de gravedad.

La máquina deberá construirse de tal forma que el ancho entre los yunques no disminuya en la dirección en que se mueve el péndulo. Para los ensayos de Impacto de Tensión, una probeta es sujeta al borde posterior del péndulo y cuando cae este, un martillo en forma de bloque que se encuentra fijo al extremo, se proyecta sobre la probeta y golpea dos yunques extendidos, la fractura de la probeta se efectúa cuando el péndulo pasa a través de los dos yunques. Las probetas de tensión pueden ser sencillas o llevar una ranura circunferencial. Un tipo de pro-

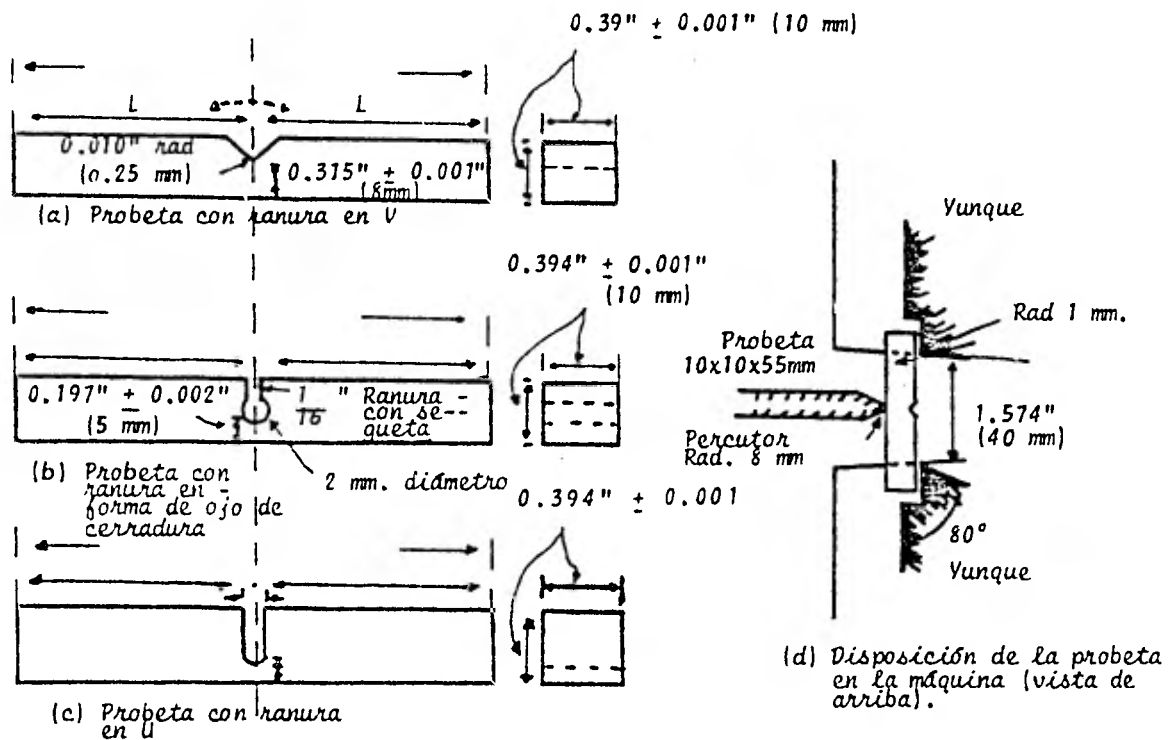


Figura. 7 Probetas de Charpy

beta sencillo tiene un diámetro de 6 mm; una probeta ranurada tiene un diámetro correspondiente de 10 mm, excepto en el arranque de la ranura que tiene un mm de ancho y 2 mm de profundidad, proporcionando un diámetro neto de 6 mm para el primer tipo. Este tipo de ensayo es muy poco usual comercialmente, ya que no ha sido normalizado.

1.2.35 MAQUINA IZOD

Las máquinas IZOD de ensayo a impacto, se fabrican de una capacidad muy variada, pero la más común es la de 120 ft-Lb. El péndulo consiste en un martillo montado en el extremo de un elemento relativamente ligero, en la parte superior está montado en chumaceras de bolas en un poste atornillado a un zoclo de hierro fundido. El péndulo golpea la probeta, la cual se sujeta -

en voladizo vertical de 10 x 10 mm de sección y 75 mm de largo y lleva una ranura normal de 45° con una profundidad de 2 mm. - La elevación angular del péndulo después de la fractura de la probeta se indica en una escala graduada (que corresponde a la energía para fracturar la probeta) con un indicador de función.

1.2.34 ENSAYOS A LA FATIGA

ALCANCE Y APLICABILIDAD DE LOS ENSAYOS A LA FATIGA

Muchos ensayos de varios tipos han sido utilizados, con el fin de acumular información acerca de los límites de resistencia de muchos metales. Los datos obtenidos nos dan confiabilidad, y constituyen parte básica de un diseño satisfactorio. Ningún ensayo de fatiga ha sido normalizado por la ASTM, aunque algunas máquinas, probetas y procedimientos son de uso común.

Son varios los tipos de ensayo para determinar el límite de resistencia de un material, pero el más usual es el que emplea una carga flexionante completamente invertida sobre probetas de viga rotatorias, calculándose el máximo esfuerzo por medio de la fórmula de flexión simple.

Cuando se utilizan probetas escopladas o ranuradas, se ha observado que los límites de resistencia están relacionados con los esfuerzos máximos concentrados (reales) desarrollados, los ensayos de carga repetidas son utilizados generalmente para evaluar factores de concentración de esfuerzos. Cuando se utilizan probetas adecuadamente preparadas y con buen acabado, sin cambios de acción abruptos, los resultados obtenidos son concordantes.

También existen datos que tornan posible la estimación de la resistencia a la fatiga por cargas de torsión y axiales.

Debido a las incertidumbres del análisis de esfuerzos resulta muy laborioso y a la vez difícil aplicar los resultados de los ensayos de fatiga en probetas pequeñas al diseño de partes y montajes complicados. Para la obtención de unidades en cargas repetidas, los ensayos de fatiga se han realizado en un número de clases de probetas de tamaño natural, sobre todo en juntas remachadas, ejes y en juntas soldadas. Un ensayo a la fatiga no debe de usarse como un ensayo de inspección o como un ensayo de control de calidad, ya que el tiempo y esfuerzo empleado para recopilar los datos es alto.

MAQUINAS PARA ENSAYO A LA FATIGA

Las máquinas donde se realizan ensayos a la fatiga en ciclos de esfuerzos repetidos o invertidos se clasifican de acuerdo con el tipo de esfuerzos que producen.

1. Máquinas para ciclos de esfuerzo axial (Tensión y compresión).
2. Máquinas para ciclos de esf. flexionante.
3. " " " " cortantes torsionales
4. Máquinas universales para esf. axial, de flexión, o de corte torsional o combinaciones de ellos.

Toda Máquina de este tipo debe ir provista por un medio para aplicar la carga y medirla. Además de un contador que registre el número de ciclos aplicado y algún dispositivo que, automáticamente desembrague el contador cuando la probeta se fracture o se rompa.

Las máquinas para aplicar esfuerzos flexionantes son las más usuales, y se usan generalmente para la investigación. En la mayoría de los casos son de viga rotatoria. Para esta máquina una probeta es asida en sus extremos por medio de sujetadores especiales y cargada través de dos rodamientos separados del

centro del claro. Se aplican cargas iguales a estos dos rodamientos por medio de masas que originan un aumento flexionante-uniforme en la probeta entre los dos rodamientos de carga. Para la aplicación de ciclos de esfuerzos se gira la probeta por medio de un motor; como las fibras superiores de la viga girada están siempre en compresión, mientras las inferiores están en tensión, resulta aparente que un ciclo completo de esfuerzo invertido en todas las fibras se producen durante cada revolución.

Son dos los tipos de máquinas de ensaye las de uso común, una de ellas tiene una probeta volada y la carga se aplica en el extremo libre. La probeta se hace girar mientras se aplica una carga gravitacional en su extremo. En el otro tipo, un rodamiento en el extremo libre, lleva la carga desde un resorte compresor que actúa en un plano normal al eje longitudinal de la probeta; así el segundo se flexiona, y como el resorte gira en su derredor se producen ciclos de esfuerzo invertido. Otros tipos de máquinas de ensaye a la fatiga son de uso universal, llevan un cabezal estacionario o placa fija y una placa o base vibratoria. La base vibratoria provoca un movimiento o fuerza controlado por la probeta; si se ejerce axialmente se producen esfuerzos tensivos y compresivos. Empleando aditamentos especiales, se pueden reproducir esfuerzos torsionantes y flexionantes.

Procedimiento general: Para determinar el límite de resistencia de un metal, se requiere preparar un número de probetas similares que sean representativas del material. En la fig. 8 se muestra una probeta típica utilizada en los ensayos de flexión.

La probeta primera se ensaya a un esfuerzo relativamente alto de modo que la falla ocurra con un corto número de aplicaciones de esfuerzo.

Las demás probetas se ensayan luego, cada una a un esfuerzo más bajo. El número de repeticiones requeridos para producir la falla aumenta según el esfuerzo disminuye. Las probetas a las que se les ha aplicado esfuerzo inferior al límite de resisten-

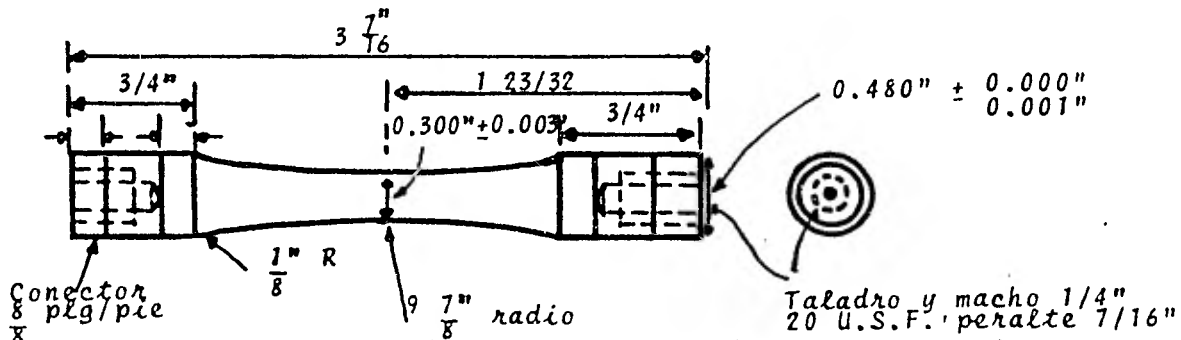


Figura. 8 Probeta de viga rotatorio (del metals Handbook, american Society for metals, cleveland, OH10, 1948).

cia no fallarán. (Lo mencionado anteriormente se hace con el objeto de disminuir el tiempo en la realización de las pruebas).

Los resultados de los ensayos se registran en diagramas, en que los esfuerzos son las ordenadas y los números de ciclos de esfuerzo hasta la fractura son las abscisas y son denominados. -- Diagramas SN. Generalmente se trazan en papel semilogarítmico. Para todos los materiales ferrosos ensayados, y para la mayoría de los no ferrosos, los diagramas SN son horizontales, tan aproximadamente como puedan determinarse, para valores de N que varían desde 1 millón hasta 50 millones de ciclos, indicando así un bien definido límite de resistencia.

La resistencia a la fatiga de los metales varía de acuerdo con la composición, la estructura granular, el tratamiento térmico y el maquinado.

1.2.35 MAQUINAS DE ENSAYE

Son dos las partes importantes de una máquina de ensaye: (1) - Un medio para aplicar la carga a una probeta (2) Un medio para - - equilibrar y medir esa carga aplicada. Estas dos partes pueden estar integradas o separadas según el diseño de la máquina. - - Aparte de estos dos aspectos básicos, hay una gran variedad de accesorios, tales como dispositivos para agarrar o apoyar la probeta, la unidad de fuerza, los controles, los registros, los indicadores de velocidad y amortiguadores de retroceso o choque.

Según los medios para aplicar la carga, las máquinas de ensaye pueden ser "de engrane y tornillo" o "mecánicas". Cuando la carga se aplica por medio de un gato o prensa hidráulica, el dispositivo es llamado "máquina hidráulica. La fuerza puede - proveerse o aplicarse originalmente o por medio de una máquina motriz o (algunas veces por un motor eléctrico) a una bomba o una cadena de engranes, dependiendo del diseño de la máquina y su capacidad.

En su diseño, las máquinas de ensayo pueden ser utilizadas sólo para la realización de alguna de las pruebas mecánicas como por ejemplo la máquina de tensión, diseñada para ensayar cadenas y alambres; y otras diseñadas para ensayos compresivos únicamente. La máquina de ensayo universal tiene un diseño tal que es posible realizar en ella las pruebas de tensión, compresión y flexión. Aunque también hay máquinas especiales para realizar ensayos para tensión, dureza impacto, resistencia, flexión en - - frío, etc. (Las cuales han sido descritas tanto su funcionamiento como operación de las más importantes cuando se indicaron - - cada uno de los ensayos).

Resulta ventajoso tener la probeta muchas veces en posición horizontal, como al ensayar cadenas o probetas largas de cable de

alambre. Para ensayar columnas, las máquinas verticales son preferibles.

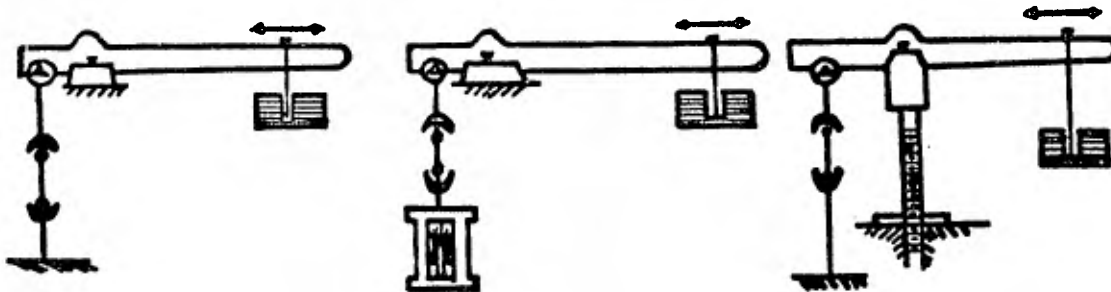
Todos los aspectos anteriores, así como el tipo del mecanismo - indicador de carga y el tamaño o la capacidad, sirven para clasificar a una máquina de ensaye. Excepto por el uso directo de pesas, en su forma elemental (y más antigua) la máquina de ensaye consistía en una palanca simple, la cual se usaba tanto para aplicar la carga como para medirla. (fig 9a)

En una máquina de este tipo, su desventaja consistía en que se carecía de medios para compensar la deformación de la probeta - y el movimiento de las partes de la máquina, para vencer esa -- desventaja un nuevo diseño surgió, el cual consistía en un medio para cargar y otro para pesar (figuras 9b y 9c).

En la fig. (9b), la carga es mostrada para su aplicación hidráulica, mientras que en la fig. 9c se emplea un medio mecánico.

Dos tipos principales de máquinas universales motorizadas son - las de uso más común: (1) las máquinas de engrane y tornillo -- con dispositivos de pesaje de palancas múltiples y contrapeso - móvil o péndulo o con dispositivos electrónicos con medición -- de cargas. (2) Las máquinas hidráulicas, las cuales en los tipos más precisos utilizan la cápsula Emery y un tubo de bourdon modificado, o un tubo de bourdon en combinación con un resorte-isoelástico o un dispositivo electrónico, para medir e indicar la carga.

En una máquina mecánica, ordinariamente la carga es - - - aplicada a una probeta por medio de un "puente móvil" (fig. 10). En el caso de una probeta de tensión, la carga es soportada por un "puente fijo", el cual puede ubicarse en varias posiciones.



(a) Máquina de tipo Musschenbrock

(b) Máquina de tipo Wicksteed

(c) Máquina de tipo Wade

Fig. 9 Tipos Antiguos de Máquinas de Esaye

En un ensayo compresivo, o flexión transversal, la carga se soporta en la mesa de trabajo. En las máquinas de engrane y tornillo el tipo de palancas el puente fijo o la mesa transmiten la carga al sistema de pesaje de palancas compuestas. En una máquina hidráulica, la carga es ordinariamente aplicada por medio del movimiento del pistón del sistema hidráulico, el cual está conectado a la mesa de la máquina, o a un puente móvil.

El mecanismo de medición de carga puede originarse en las porciones fijas o en las móviles de las máquinas.

Las capacidades de las máquinas de engrane de tornillo son generalmente, menores de 300,000 ó 400,000 Lbs, aunque hay una construida con una capacidad de 3,000,000 de Lbs. La dificultad para proveer pivotes de cuchillas los cuales soportan toda la carga desarrollada por la máquina, restringe el tamaño de las que utilizan palancas para medir la carga.

La máquina con engrane y tornillos de tipo de palanca, de capacidad ordinaria (de 30,000 a 300,000Lb), puede lograrse que sea sensitiva y exacta, aunque tiene una desventaja que es la de requerir una gran área de piso y produce ruido y vibración. La máquina hidráulica tiene capacidades muy grandes, la más grande

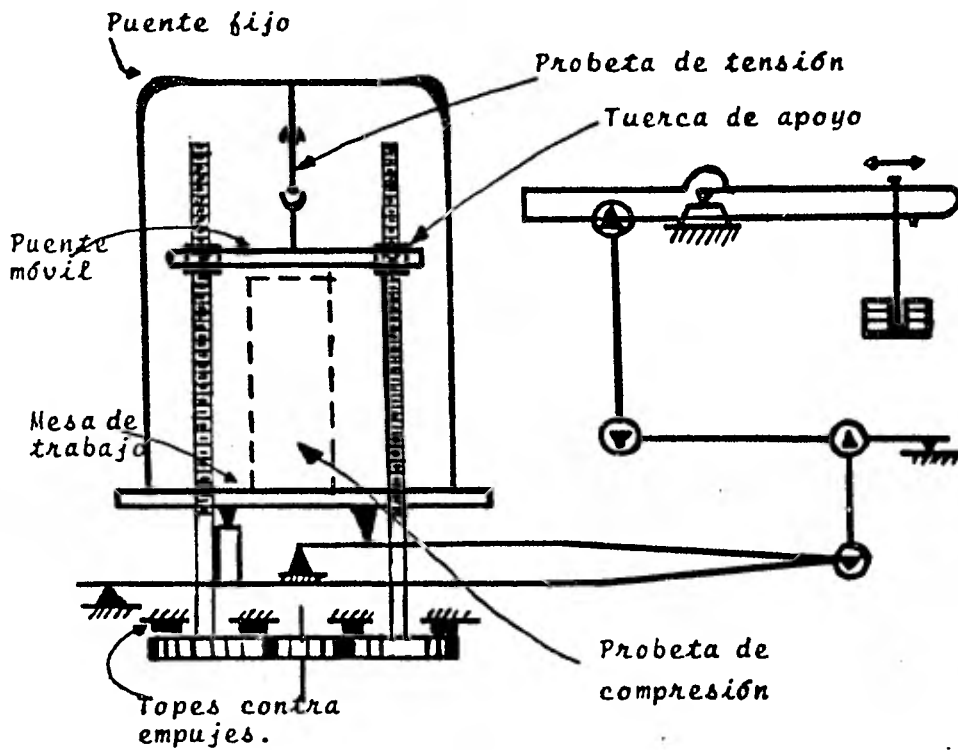


Figura 10.

Diagrama esquemático de una máquina de ensayo con engrane y tornillo.

El puente móvil siempre desciende durante el ensayo.

para compresión es la de 10,000,000 de Lb de la NATIONAL BUREAU OF STANDARDS.

Un número de máquinas universales con el rango desde 1 millón - hasta 5 millones de Lbs, está en uso. En la máquina hidráulica moderna, la carga se aplica rápida y fácilmente con poco ruido o vibración y con un buen control del ritmo de carga. Las máquinas hidráulicas más baratas que cesan la presión en el cilindro como una indicación de la carga, es aplicada a las probetas, pueden resultar susceptibles a inexactitudes mayores, pero las que utilizan la cápsula de Emery son muy exactas. Los costos de las máquinas hidráulicas y de las de engrane y tornillo son equiparables.

REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LA MAQUINA DE ENSAYE UNIVERSAL

1. La exactitud que se requiera debe ser igual en todo el rango de carga; por lo general se requiere que los errores - - sean menores al 1%, pero 0.5% ó menos es deseable.
2. Sensitividad a los cambios ligeros de carga.
3. Alineamiento perfecto de las mordazas del puente
4. No deben de oscilar, torcerse o moverse lateralmente los - puentes móviles.
5. La aplicación de la carga deberá ser uniforme, controlable y capaz de alcanzar un considerable rango de velocidades.
6. Debe estar exenta de vibraciones excesivas.
7. El mecanismo de retroceso debe ser de un diseño tal que pueda absorber la energía de ruptura de las probetas que se -- rompen súbitamente con el fin de evitar daños a la máquina al ser cargada a toda su capacidad.
8. Debe ser fácil de manipular y ajustar rápidamente y debe - permitir colocar fácilmente las probetas y los deforantme-- tros.

Los registradores de esfuerzo deformación antográficos o semiau-- tográficos, son utilizados en las máquinas de ensaye. Los dispositivos de sujeción, dados de apoyo, montaje y los soportes - para las probetas fueron descritos en los tipos de ensaye son - mostrados en la fig. 11.

1.2.36 MAQUINAS HIDRAULICAS

Los aspectos principales de dos tipos de máquinas hidráulicas -

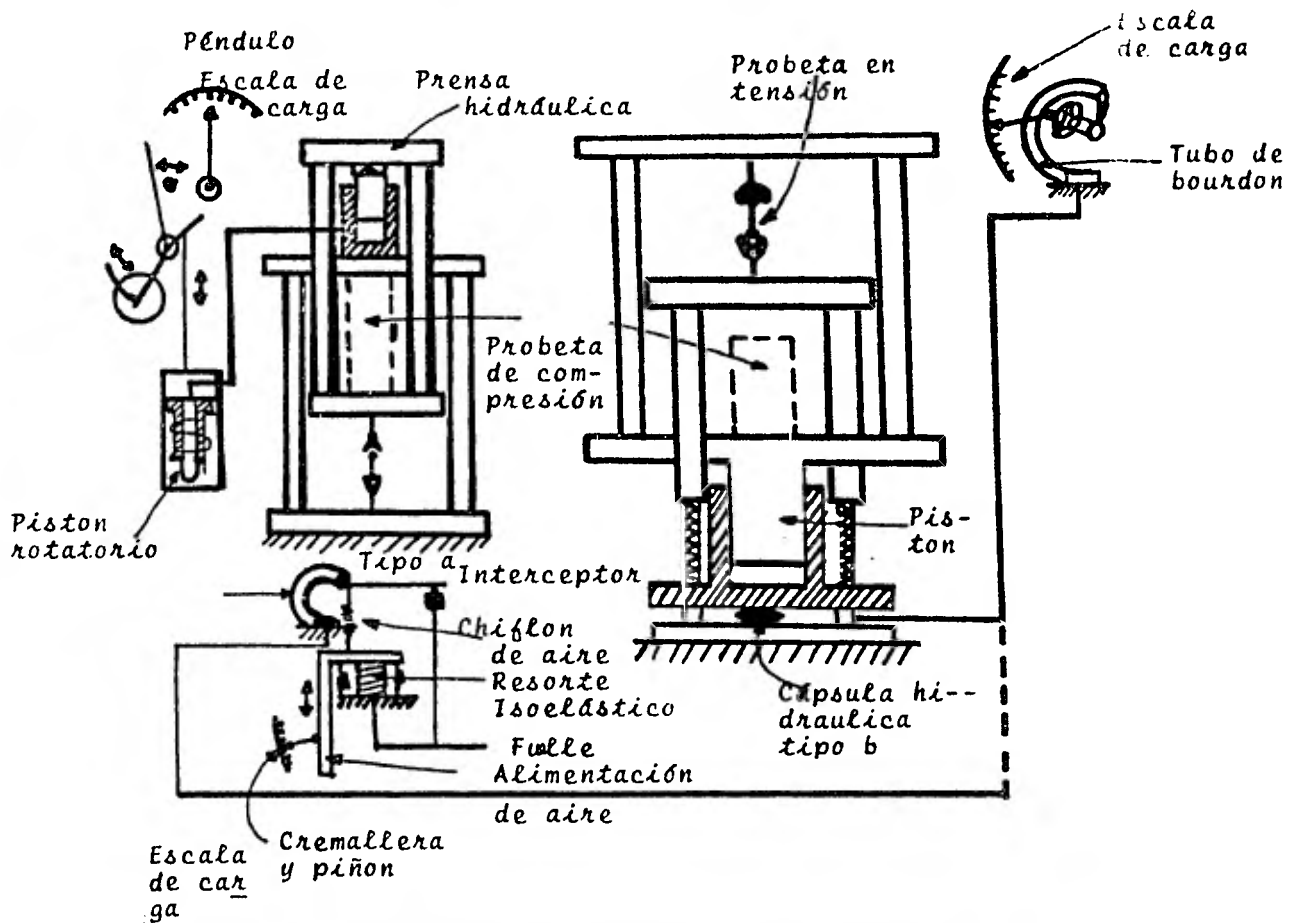


Figura 11. Aspectos esenciales de dos tipos de máquinas de ensaye hidráulicas.

En el tipo A, la carga es aplicada por una prensa hidráulica y es medida por la presión que se desarrolla dentro del cilindro hidráulico. El pistón principal, se ajusta y se empalma con mucho cuidado; para reducir la fricción del pequeño pistón usado en el sistema de medición, el segundo de ellos se gira durante la operación.

La carga es medida por un dispositivo pendular, aunque en algunas máquinas en sustitución de este utilizan el tubo de bourdon.

En las máquinas tipo B, la carga se aplica por una prensa hidráulica que es independiente al sistema de medición, el cual se acciona por una cápsula hidráulica. En algunas máquinas, el uso directo del tubo de bourdon es reemplazado por un mecanismo operando según el método "Nulo", indicado a la derecha de la -- fig. 11. En este método, un ligero movimiento del extremo del tubo de bourdon hace que se intercepte con un chiflón de aire, -- lo cual permite que sea liberada la presión del fuelle, entonces los resortes que se encuentran a los lados de este, lo -- aplastan y alargan el resorte isoelástico (de módulo constante), el cual está unido al extremo del tubo de bourdon. Este movimiento restaura al interceptor sobre el chiflón de aire a su posición original y acciona la manecilla sobre la balanza de carga.

Este método contraresta la desventaja del tubo de bourdon ordinario, al saber que no arroja una relación rectilínea entre -- la presión y el movimiento del extremo. En algunas máquinas -- grandes por lo general, la cápsula hidráulica se localiza en el puente móvil.

En las máquinas de capacidad pequeña o moderada, la energía de retroceso se absorbe por medio de cojinetes de hule y en las -- grandes se usan cilindros de retroceso, la mayoría de las máquinas hidráulicas tienen dos o más caratulas indicadoras de -- cargas para servicio a rangos o llevan una caratula con una máscara que puede girar para exponer grupos diferentes de cifras -- y así una misma caratula sirve para varios rangos de carga.

1.2.37 AJUSTE DE LA VELOCIDAD

Los mecanismos propulsores para la máquina de engrane y tornillo por lo general se hace que accione el puente a 4 o más velo

idades. Las diversas velocidades pueden obtenerse por medio del uso selectivo de diferentes razones de engranaje de varias velocidades de motor fijas y propulsiones electrónicamente controladas que permitan el uso de cualquier velocidad de ensayo deseada. La mayoría de las máquinas hidráulicas modernas, cualquier velocidad de aplicación de carga se obtiene por medio del uso de una velocidad de bombeo apropiada o un ajuste valvular que controle el flujo de aceite de la bomba al cilindro de carga. La velocidad de carga es controlada por medio de un brazo o disco regulador auxiliar que se encuentra en la caratula indicadora de carga; para aplicar la velocidad deseada, el operador deberá ajustar el regulador con el fin de que funcione a la velocidad dada y luego los controles del motor o de la bomba para lograr que el indicador de carga se ciña al regulador.

1.2.38 CALIBRACION DE LA MAQUINA DE ENSAYE UNIVERSAL

Tres métodos son los de uso común: (1) el uso de pesas solas, - (2) uso de palancas y pesas. (3) uso de dispositivos de calibración elásticos (ASTM E4).

Cuando se utilizan, las pesas normalizadas, estas nos representan un medio de calibración simple. La pesa usual es la de 50-Lbs con una exactitud de .01 Lb o menor a la norma conocida. Son utilizadas para máquinas de ensaye de tipo vertical que acciona el mecanismo de medición mediante una presión descendente sobre la mesa. Su uso está restringido por el espacio disponible sobre la mesa y el número de pesas usándose por lo general 1000 Lbs. (20 pesas de 50 Lbs).

El rango de aplicación puede ampliarse utilizando un par de palancas con una razón de palanqueo (generalmente) de 10 a 1, de modo que 20 pesas arrojan una carga efectiva de 10000 Lbs. (fig 12). Para calibrar las máquinas de ensaye horizontal, palancas

angulares de manivela son utilizadas a veces.

El método de calibración más simple y común para las máquinas de mayor capacidad consiste en el uso de un dispositivo de calibración elástico, consta de un miembro o miembros de metal elástico, combinado con un dispositivo indicador de deformación bajo carga. Los hay de dos tipos: (1) Una barra de acero junto con un deformímetro acoplado, (2) Un anillo de calibración, el cual es un aro o anillo de acero combinado con algún tipo de indicador de deflexión. Los anillos de calibración, tienen capacidades hasta de 300,000 Lb, y las barras de compresión hasta de 3,000,000 Lbs, las cuales están equipadas con calibradores de deformación electrónica. Cuando se quiere calibrar máquinas hay grandes de compresión, varios anillos o barras de calibración pueden utilizarse en forma paralela.

Requerimientos de un dispositivo de calibración elástica (ASTM-E 74). (1) su construcción deberá ser tal que no resulte afectada la exactitud por el manejo y la transportación y que las partes con mayor riesgo de daño puedan removerse y reemplazarse sin afectar su exactitud.

(2) Estará provisto de conexiones o portacojinetes con construcción tal que al ser utilizado el dispositivo no resulte afectada la exactitud por imperfecciones en las conexiones o los portacojinetes.

(3) Debe calibrarse en combinación con el deformímetro que haya de usar con él, y el deformímetro deberá usarse en el mismo rango que la cubierta por la calibración.

Debe distinguirse entre calibrar una máquina de ensaye o el procedimiento para determinar la magnitud del error en las cargas indicadas y lo que la ASTM (ASTM E4) llama la verificación de -

las máquinas de ensaye. La verificación se realiza para detectar si los errores quedan o no dentro de una amplitud admisible especificada de antemano, e implica la certificación de que -- una máquina de ensaye cumple con los requisitos de exactitud establecida. "La variación permisible" o máximo error admisible de carga indicada de una máquina de ensaye, es de 1%. El-

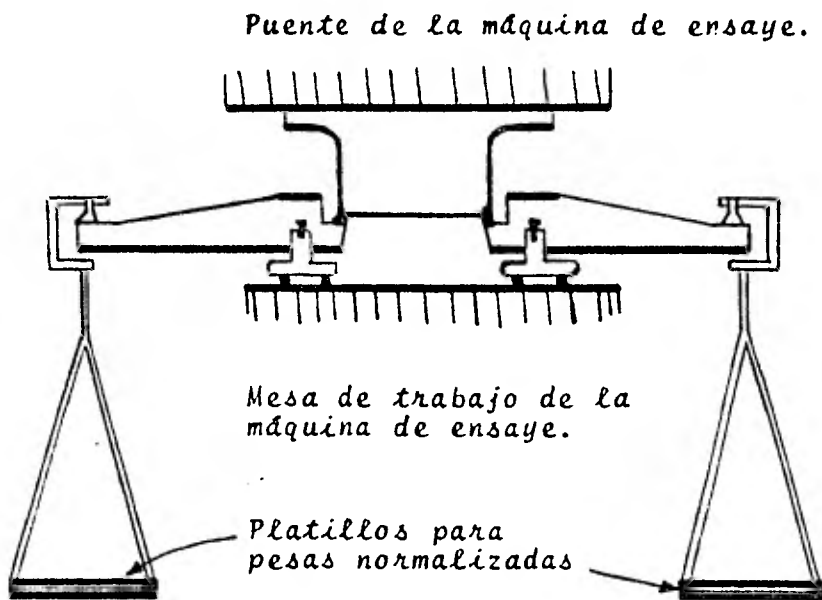


Fig. 12 Palancas de comprobación (ASTM E 4)

"rango con el fin de que la amplitud de las cargas indicadas, - para la cual la máquina da resultados dentro de la variación -- permisible especificada. El rango de carga admisible, debe consignarse en cualquier certificado de verificación (ASTM E4).

El ajuste de máquinas que lleva una pesa equilibrante o un péndulo se realiza por la combinación de estos elementos. Para -- las máquinas hidráulicas que llevan un resorte isoelástico, el -- ajuste se logra combinando su largo efectivo; para aquellas provistas de un calibrador de cargas simples en el tubo de bourdon, el ajuste se realiza en el enlace del calibrador.

Los cambios de temperatura no afectan la exactitud de una máquina mecánica, pero si ligeramente son afectadas las máquinas - - hidráulicas que utilizan un tubo de bourdon. Sin embargo, para los cambios de temperatura normales, los errores así introducidos, por lo general, son menores al .1%

De la bibliografía consultada y de algunos folletos; obtuvimos una relación de fabricantes de máquinas de ensaye y es la que damos a continuación:

- 1). Baldwin - Lima - Hamilton, Philadelphia 42, Pa.
- 2). Riehle Testing Machines, East Moline, I 11.
- 3). Tinins Olsen Testing Machine Co. Eillow Grove, Pa.
- 4). Young Testing Machine Co., Bryn Mawr, Pa.
- 5). National Forge and Ordance Co, Irvine, Pa.
- 6). Steil City Testing Machines, Inc. Detroit 21, Mich.
- 7). Scott Testers, Inc. Providence, R.I.
- 8). Testing Machines, Inc. New York 23, N.Y.
- 9). Wilson Mechanical Instrument Division, New York, 17, N.Y.
- 10). Sperry Products, Inc. Danbury, Conn.
- 11). Central Scientific Co., Chicago 13, I 11.
- 12). Fisher Scientific Co., Pittssburgh 19, Pa.
- 13). Morehouse Machine Co., York, Pa.
- 14). Wiedemann Machine Co., King of Prussia, Pa.

1.2.39 ZONAS DE EXTRACCION DE LAS PROBETAS

Como no fué posible obtener información relacionada con la zona de extracción de las probetas. Nuestro punto de vista en relación a esto, se basa en referencias recopiladas de la bibliografía

fía que consultamos y la describimos a continuación:

De los objetivos que se persiguen al efectuar las pruebas mecánicas en los materiales (mencionadas anteriormente), podemos tomarlos como base para definir la zona de extracción de las probetas. Cuando se quiere obtener información rutinaria de la calidad de un producto (ensaye comercial o de control), los ensayes en los materiales se realizan por muestreo, en los que se toma en cuenta las dimensiones de los productos evaluados, algunas veces se requiere probar íntegramente el producto. Pero en otras debido a las dimensiones, es necesario probar una parte de él (zonas críticas).

Cuando se requiere recopilar nueva información o mejorar la que se tiene acerca de materiales ya conocidos o desarrollar nuevos materiales (Investigación de materiales y labor de desarrollo) u obtener medidas exactas de las propiedades fundamentales o constantes físicas (medición científica), las probetas se fabrica a partir de materiales brutos en el número y tamaño (especificaciones de las normas), que la magnitud e importancia del ensaye lo requiera.

En el caso de que las dimensiones del producto sean tales, que, no sea posible realizarle las pruebas mecánicas requeridas; ya sea en la fabricación de un nuevo diseño o para el control de calidad de productos ya elaborados, se hace un análisis de esfuerzos con el fin de determinar los puntos críticos y se localizan las zonas de extracción de las probetas.

FABRICACION DE PROBETAS

En la bibliografía que consultamos, no se hace referencia al tipo de maquinaria donde se deban fabricar las probetas. Nosotros pensamos que, la razón de ello es debido a que varios pro-

cedimientos (máquinas - Herramienta) de fabricación que se pueden utilizar y este será de acuerdo al criterio del laboratorio de pruebas, ya que la importancia no radica en como fabricarlas sino, en que deben cumplir con las especificaciones (dimensión y acabado) de las normas.

Dentro de la bibliografía encontramos manuales de procedimiento para calibración de una máquina de ensaye y de un deformímetro.

Sin embargo se presenta la dificultad de que requieren la presencia de un instructor o asesor. Presentamos estos documentos en el apéndice 10.

CAPITULO II

ANALISIS DE LAS NORMAS EXISTENTES

Este capítulo, tiene como fin complementar el marco teórico, - que es base fundamental para el desarrollo de las etapas subsecuentes que forman parte del presente estudio.

En un principio, pensamos que la aplicación de las normas en la industria Nacional era de carácter obligatorio, sin embargo nos percatamos posteriormente de que no es así. Ya que las normas se encuentran a disposición de quienes las soliciten en la - - - D.G.N. (esto es voluntariamente).

El presente análisis, lo realizamos con el objeto de determinar que tipo de industria (pequeña, mediana o grande) las aplica, y además, para conocer las diferencias y similitudes que hay entre las distintas normas que maneja la biblioteca de la D.G.N.

II.1 ESTUDIO SOBRE LA APLICACION DE LAS NORMAS EN LA INDUSTRIA NACIONAL

Por medio de entrevistas realizadas al personal de la D.G.N. y a algunos integrantes del comité de la industria metal mecánica (sección pruebas mecánicas), así como de la revisión de los catálogos extranjeros de normas existentes en el acervo de la biblioteca de la D.G.N., obtuvimos como resultado lo siguiente:

En cuanto a la aplicabilidad de las normas en la industria nacional, no se tiene recopilada información alguna (cuando menos en forma ordenada y sistemática), sobre que industrias (pequeña, mediana o grande) las aplican.

En el comité de la industria metal-mecánica, algunos ingenieros nos dieron su opinión en cuanto a lo mencionado anteriormente. Y nos comentaron que, en realidad el uso de las normas en la pequeña industria es nulo, ya que, debido al capital que manejan y a los altos costos que estas tienen no se justifican su adquisición. En cuanto a la mediana y gran industria, nos dijeron que solamente las aplican en un 20% o 30%, debido a: la falta de conocimiento de la existencia de catálogos (en algunos casos), altos costos de estas, o bien, que no hay una existencia por parte de los consumidores de productos industriales (que estos sean fabricados según las normas).

Algo que consideramos importante mencionar, es que, existe la confusión entre norma y especificación. Pues la norma está relacionada directamente con la materia prima (propiedades mecánicas); y la especificación nos indica las características físicas que debe tener un producto determinado.

Cabe mencionar que, el comentario anterior está argumentado, en que, la mayoría de las industrias utilizan las especificaciones para elaborar sus productos, pero, no se cercioran de que si la materia prima cumple o no con las normas, lo cual repercute notoriamente en la calidad de ellos.

A continuación, damos una relación de los catálogos extranjeros de normas existentes en el acervo de la biblioteca de la D.G.N.

II. 2 RELACION DE LOS CATALOGOS EXTRANJEROS, EXISTENTES EN EL ACERVO DE LA BIBLIOTECA DE LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS. ORDENADOS ALFA-NUMERICAMENTE.

ORDEN ALFA-NUMERICO	PAIS	AÑO	IDIOMA	SIGLAS
A - 1	AFRICA DEL SUR	1982	INGLES	SABS
A - 2	ALEMANIA	1982	ALEMAN	DIN
A - 3	ALEMANIA	1984	ALEMAN	DIN
A - 4	ALEMANIA	1981	INGLES	DIN
A - 5	ALEMANIA SUP.	1981	ALEMAN	DIN
A - 6	ALEMANIA SUP.	1981	ALEMAN	DIN
A - 7	ALEMANIA SUP.	1981	ALEMAN	DIN
A - 8	ALEMANIA SUP.	1981	ALEMAN	DIN
A - 9	ALEMANIA SUP.	1981	ALEMAN	DIN
A - 10	ARGENTINA	1978	ESPAÑOL	IRAM
A - 11	ARGENTINA	1980	ESPAÑOL	COPANT
A - 12	ARGENTINA	1280	ESPAÑOL	COPANT
A - 13	AUSTRIA	1981	ALEMAN	ONORM
A - 14	AUSTRALIA	1980	INGLES	SAA
B - 15	BELGICA	1981-82	FRANCES	IBN
B - 16	BOLIVIA	1978	ESPAÑOL	DGNT
B - 17	BRASIL	1981	PORTUGUES	ABNT
B - 18	BULGARIA	1976	BULGARO	BDG
C - 19	CANADA	1979	INGLES	CSA
C - 20	CHECOESLOVAQUIA	1982	CHECO	CSN
C - 21	CHECOESLOVAQUIA	1982	CHECO	CSN
C - 22	CHILE	1979	ESPAÑOL	ICONTEC
C - 23	COLOMBIA	1979	ESPAÑOL	ICONTEC
C - 24	COLOMBIA SUP.	1980	ESPAÑOL	ICONTEC
C - 25	CUBA	1978	ESPAÑOL	NC

ORDEN ALFA-NUMERICO	PAIS	AÑO	IDIOMA	SIGLAS
C - 26	CUBA	1978	ESPAÑOL	NC
C - 27	CHINA	1981	INGLES	CAS
C - 28	CHINA	1981	INGLES	CAS
D - 29	DINAMARCA	1982	INGLES	DS
D - 30	DINAMARCA SUPL.	1981	INGLES	DS
E - 31	ECUADOR	1982	ESPAÑOL	INEN
E - 32	EGIPTO	1982	INGLES	EOS
E - 33	ESPAÑA	1979	ESPAÑOL (IRANOR)UNE	
E - 34	ESPAÑA	1979	ESPAÑOL (IRANOR)UNE	
E - 35	E.E.U.U.	1981	INGLES	ANSI
E - 36	E.E.U.U.	1982	INGLES	ANSI
E - 37	ETIOPIA	1975	INGLES	ESI
F - 38	FINLANDIA	1980	INGLES	SFS
F - 39	FRANCIA	1979	FRANCES	AFNOR
F - 40	FRANCIA	1982	FRANCES	UTE
G - 41	GUATEMALA	1979	ESPAÑOL	ICAITI
G - 42	GRECIA	1981	GRIEGO	ELOT
H - 43	HOLANDA	1975	HOLANDES	NNI
H - 44	HUNGRIA	1980	HUNGARO	MSZH
I - 45	INDIA	1980	INGLES	ISI
I - 46	INGLATERRA	1982	INGLES	BSI
I - 47	INGLATERRA	1982	INGLES	BSI
I - 48	IRAN	1977-78	INGLES	ISIRI
I - 49	IRAQ	1978	INGLES	(COSQC)IOS
I - 50	IRLANDA	1977	INGLES	(II RS IRISH-

ORDEN ALFA-NUMERICO	PAIS	ANO	IDIOMA	SIGLAS
I - 51	ISRAEL	1981	INGLES	SII
I - 52	ITALIA	1979	ITALIANO	UNI
I - 53	ITALIA SUP.	1980	ITALIANO	UNI
J - 53 BIS	JAMAICA	1981	INGLES	
J - 54	JAPON	1982	INGLES	JIS
K - 55	KOREA	1981	INGLES	ESK
K - 56	KENIA	1980	INGLES	KBS
M - 57	MALASIA	1981	INGLES	SIRIM
M - 58	MARRUECOS	1981	FRANCES	SNIMA
N - 59	NORUEGA	1982	INGLES	NS
N - 60	NUEVA ZALANDA	1981	INGLES	SANZS
P - 61	PANAMA	1979	ESPAÑOL	COPA
P - 62	PARAGUAY	1973	ESPAÑOL	NP
P - 63	PERU	1975	ESPAÑOL	ITINTEC
P - 64	PERU	1975	ESPAÑOL	ITINTEC
P - 65	PERU	1975	ESPAÑOL	ITINTEC
P - 66	POLONIA	1974	POLAKO	PKNIM
P - 67	PORTUGAL	1981	PORTUGUES	DGQ
R - 68	RUMANIA	1979	RUMANO	SRS
S - 69	SUECIA	1981	SUECO/INGLES	SIS
S - 70	SUECIA SUP.	1981	SUECO/INGLES	SIS
S - 71	SUIZA	1982	INGLES/FRANCES	IEC
S - 72	SUIZA	1982	INGLES/FRANCES	IEC
S - 73	SUIZA	1982	INGLES/FRANCES	ISO
S - 74	SUIZA	1982	INGLES/FRANCES	ISO
S - 74 BIS	SUIZA	1982	FRANCES	SNV
T - 75	TAILANDIA	1982	INGLES	TISI

ORDEN ALFA-NUMERICO	PAIS	ANO	IDIOMA	SIGLAS
T - 76	TAILANDIA	1982	INGLES	TISI
T - 77	TURQUIA	1976	INGLES	TSE
U - 78	URUGUAY	1976	ESPAÑOL	UNIT
U - 79	URSS	1978	RUSO (GOST)	ROC
V - 80	VENEZUELA	1980	ESPAÑOL	COVENIN
V - 81	VENEZUELA	1980	ESPAÑOL	COVENIN
Y - 82	YUGOSLAVIA	1980	YUGOSLAVO (SZS)	JUS

De la relación anterior, las normas que son más utilizadas son: las ANSI, entre las cuales están las ASTM que son aplicadas por lo general en la industria metal-mecánica; automotriz, máquinas herramienta, etc.

Las normas DIN, en varias ramas industriales; entre ellas, la industria automotriz.

Las AFNOR, que son aplicadas en un 100 % en la industria del transporte. S.T.C. (Metro).

Las normas ISO, que son de aplicación Internacional en México - por ejemplo en la C.F.E.

Las JIS, utilizadas en la industria electrónica y automotriz entre otras, etc.

Hay que considerar, que todas las normas mencionadas contienen a las relacionadas con pruebas mecánicas; que son aplicadas a los materiales. Pero su diferencia, radica en que algunas son más estrictas en la ostensión de las propiedades mecánicas de los materiales (en la forma de evaluarlas), así como en sus métodos de ensayo. Pero todas tienen básicamente el mismo fin. Como una comprobación de lo anterior, y considerando que las normas ASTM son las de mayor aplicación en la industria nacional (en cuanto a pruebas mecánicas se refiere). A continuación hacemos un análisis comparativo entre las normas NOM y las ASTM.

Para ello consultamos los catálogos de la D.G.N. y efectuamos la traducción de los títulos de las normas de la ASTM e hicimos una selección de estas y de las NOM, y las clasificamos por temas en relación con las pruebas mecánicas.

En el siguiente cuadro, damos la relación de las normas ASTM y NOM, y su clasificación correspondiente.

II.3 Clasificación ASTM	TITULOS (Tema)	- II.4 Clasificación NOM
	<u>Prueba de comprensión</u>	
A256-46 (1976)	Prueba de comprensión de hierro colado	
E382-42 (1978)	Prueba para determinar la resistencia de comprensión de bolas de mineral de hierro.	
E209-65 (1975)	Recomendaciones prácticas para pruebas de comprensión de materiales metálicos a elevadas temperaturas con índice rápido de calentamiento e índice de deformación.	
E9-77	Prueba de comprensión de materiales metálicos a temperatura ambiente.	
B331-79	Prueba uniaxial de compresibilidad de metales compactos.	
B485-76	Prueba de comprensión diametral de carburo cemento.	

Prueba de Tensión

A283-79	Esfuerzo de tensión bajo e intermedio para acero al carbón en lámina y barras.	
E466-76	Recomendaciones prácticas para prueba axial de amplitud constante de materiales metálicos.	
E231-69 (1975)	Determinación estática de los módulos de young de metales a bajas y altas temperaturas	
E292-78	Recomendaciones prácticas para la conducción de pruebas por ruptura de corte para materiales.	
E338-81	Muesca aguda para prueba de tensión de materiales de lámina de alta resistencia.	
E345-81	Prueba tensión de laminilla metálica.	
E8-81	Prueba de tensión de materiales metálicos	B-310-1977
E111-62/1978)	Prueba para determinar el módulo de young a temperatura ambiente.	B-29-1971

- E132-61 (1979) Prueba para determinar la relación de Poisson a temperatura ambiente.
- E150-64 (1975) Recomendaciones prácticas para la conducción de la prueba de tensión Creep y Creep-ruptura de materiales bajo condiciones de calentamiento y cortos tiempos.
- E151-64 (1975) Recomendaciones prácticas para pruebas de tensión de materiales a elevadas temperaturas con rápido calentamiento y convencional o rápido índice de deformación.
- B528-76 Prueba de ruptura transversal en especímenes de metales sinterizados.
- B557-81 Prueba de tensión en aluminio colado y magnesio aleado.
- B378-65 (1980) Prueba de ruptura transversal de metales sinterizados y fricción de metal con material.

- B79-70a(1980) Prueba de rigidez de alambre - desnudo circular y rectangular de cobre para fabricación de -- alambre magneto.
- A720-75(1980) Prueba de ductilidad de hojas - de acero no orientadas.
- A721-75(1980) Ductilidad en láminas de acero-orientadas.
- A770-80 Prueba de tensión por medio del espesor de placas de acero para aplicaciones especiales.
- B208-81 Prueba de tensión de especme-- nes de base de cobre y fundi--- ción colada.
- A223-56(1978) Pruebas de módulos de elasticidad para metales de termostato.
- E647-81 Prueba de esfuerzo de tensión - exponente de endurecimiento - - (N valores) de laminado de mate^{riales} metálicos.
- E740-80 Prueba de fractura con ruptura- superficial de tensión en espe- cimenes

E796-81	Prueba de ductilidad de hojas - metálicas.	
A370-80	Método de prueba de tracción -- para acero.	B-117-1964
*	Método de prueba de alambre de- acero para resortes.	B-315-1969

Prueba de Impacto

A327-72	Prueba de impacto de hierro co- lado.	
E23-81	Muescado de barras de materia-- les metálicos para pruebas de - impacto.	B-121-1964
A673-77	Procedimientos para pruebas de- impacto de estructuras de acero.	
*	Método de prueba de impacto pa- ra materiales metálicos	B-120-1977

Pruebas de Doble y Flexión

E190-80	Prueba de doble guiado de sol- dura para determinar su ducti-- lidad.	D-16-1977
---------	---	-----------

E290-80	Prueba para determinar la ductilidad de materiales metalicos en doslez semiguado.	B-51-1972
B490-68(1980)	Prueba de ductilidad por doslado micromético de lectro depósitos.	
B489-68(1979)	Prueba de ductilidad por doslado de metales recubiertos.	
*	Método de prueba para la flexión estática para fundición gris (prueba de carga transversal)	B-3-1971
*	Método de prueba de doslado libre para ductilidad de soldaduras.	B-5-1972
*	Método de prueba para doblado de acero	B-113-1964
*	Método de prueba de deslado para tubos de acero de sección circular.	B-128-1964

Pruebas de dureza

E384-73(1979)	Pruebas de microdureza de materiales.
---------------	---------------------------------------

- E448-72(1977) *Recomendaciones prácticas para pruebas de dureza escleroscópica de materiales metálicos.*
- E10-78 *Prueba de dureza Brinell de -- materiales metálicos.* B-116-1969
- E18-79 *Prueba de dureza Rockwell y -- Rockwell superficial de materiales metálicos.* B-119-1975
- E92-72(1977) *Prueba de dureza Vickers de materiales metálicos.* B-118-1974
- E103-61(1979) *Hendidura rápida en pruebas de dureza de materiales metálicos.* B-26-1972
- E110-61(1977) *Prueba de dureza de hendidura - de materiales metálicos por proyectores de dureza portátiles.* B-313-1971
- E140-79 *Tabla de conversión de dureza - estándar para metales (relaciones entre dureza Brinell, dureza Vickers, dureza Rockwell, -- dureza Rockwell superficial y -- dureza Knoop).*
- B578-80 *Medición de Microdureza de recubrimientos con galvanizado.*

- B578-80 *Medición de microdureza de recubrimientos con galvanizado --*
- B294-76 *Pruebas de dureza de carburo cementado.*
- B347-64 (1980) *Prueba de dureza en materiales sinterizados por fricción material con metal.*
- B277-78 *Prueba de dureza para materiales para contactos eléctricos.*
- Aluminio y sus aleaciones - -*
 - determinación de la dureza --
 Brinell. W-14-1979

Prueba de Torsión

- B428-65 *Prueba de torsión en tubo de cobre y aleación de cobre y --*
 aleación de cobre rectangular y
 redondo
- E558-75 *Prueba de torsión para alambre.*

Otras

- A370-77 *Pruebas mecánicas de productos de acero, métodos y definiciones.* B-172-1970

- E6-81 Métodos de pruebas mecánicas, -
definición de términos relacio-
nados. B-309-1971
- E21-79 Recomendación práctica para - -
pruebas de materiales metálicos
a elevada temperatura.
- A719-75 (1980) Prueba del factor de laminación
para materiales magnéticos.
- E548-79 Recomendaciones prácticas para-
criterios genéricos para usar
se en la evaluación de pruebas-
y agencias de inspección.
- E177-71 (1980) Recomendaciones prácticas para-
el uso de los términos preci-
sión y exactitud aplicados a la
medición de una propiedad.
- E251-67 (1980) Prueba para determinar las ca-
racterísticos de rendimiento de
garantía de resistencia de de-
formación de las mercaderías.
- E329-77 - Recomendaciones prácticas pa-
ra la inspección y agencias -
de prueba para concreto, ace-
ro y materiales bituminosos -
usados en la construcción.

- E83-67(1980) - Calibración de los instrumentos para medición y verificación de carga en las máquinas de prueba.
- E616-81 - Prueba de fractura y terminología relativa.
- E643-78 - Prueba de deformación de materiales metálicos conduciendo una esfera de acero.
- E813-81 Prueba de medición de fractura.
- E467-76 Recomendaciones prácticas para la verificación de amplitudes dinámicas de cargas en una máquina de pruebas de fatiga de carga axial.
- E468-76 Recomendaciones prácticas para la presentación de resultados de prueba de fatiga de amplitud constante para materiales metálicos.
- E513-74(1980) Definición de términos relacionados con pruebas de ciclo de fatiga de baja amplitud-constante.
- E206-72(1979) Definición de términos relacionados a las pruebas de fatiga y al análisis estático de los datos de fatiga.

De las normas analizadas, puede observarse que mientras en la ASTM manejan 6, relacionadas con la prueba de compresión; en los NOM no hay ninguna.

En relación a las pruebas de tensión, en la ASTM aparecen 24 normas, mientras que en las NOM son 4 únicamente.

En cuanto a las pruebas de Impacto, en la ASTM se manejan 3 normas, mientras que en las NOM son 2.

En pruebas de flexión la ASTM maneja 4 y en las NOM aparecen 6.

En pruebas de dureza, la ASTM tiene 12 y los NOM manejan 6.

En pruebas de torsión, la ASTM especifica 2 y en las NOM no aparece ninguna.

Con respecto a normas de otro tipo, en la ASTM aparecen 16 mientras que en las NOM son 2 únicamente.

Nota: *La presencia de este símbolo se puede deber a las siguientes causas:

- 1) Al descuido por parte nuestra (al recopilarlas, ya que están en inglés las normas ASTM) razón por la que no fuerdn incluidas.
- 2) Que la Nom no tomó como base la ASTM.

Del análisis anterior y de las entrevistas realizadas al personal de la D.G.N. y a los miembros del comité de la industria metal-mecánica obtuvimos como resultado la siguiente información:

Las normas que se manejan en México (NOM) en comparación con las normas (ASTM) son esencialmente las mismas, tomando en consideración que las aplicadas en la industria nacional son meno-

res, en cantidad, ya que nuestro desarrollo tecnológico es inferior al de otros países (desarrollados) y además, hay que tener en cuenta que las normas son modificadas, con el fin de adaptarlas a las necesidades nacionales.

Por otro lado, nos abstuvimos de realizar un análisis similar - al anterior con otras normas, tales como las DIN, UNI, ISO, - - etc. debido a que los ingenieros encargados de la traducción y manejo de las misas, nos comunicaron que estas son tomadas como base para la formulación de las normas nacionales.

CAPITULO III TRABAJO DE CAMPO

Este capítulo lo dividimos en dos partes. En la primera de ellas hacemos un estudio con el fin de determinar la factibilidad de fabricar las probetas para pruebas mecánicas de: dobléz (flexión), impacto, fatiga y dureza, con el equipo de la ENEP-ARAGON. Además, analizamos las máquinas de ensayo relacionadas con este tipo de pruebas.

En la segunda parte, realizamos un estudio con el objeto de conocer el procedimiento, así como los requisitos necesarios para acreditar el laboratorio de pruebas mecánicas de la escuela.

III.1 FACTIBILIDAD DE FABRICAR PROBETAS DE ENSAYE CON EL EQUIPO DE LA ENEP-ARAGON

Para el desarrollo de este tema, planteamos como objetivos los siguientes:

1. Análisis de la problemática en la fabricación de probetas planas y cilíndricas para pruebas de tensión.
2. Estudio de las máquinas-herramienta, para determinar en cuales de ellas es posible obtener la precisión y acabado especificados por la norma B-172-1970.
3. Fabricación de probetas planas y cilíndricas, para pruebas de tensión tomando como base a la norma B-172-1970.

Considerando los objetivos anteriores, hicimos un análisis so-

bre las prácticas de fabricación de probetas planas y cilíndricas, realizadas por los alumnos de ciencia de materiales II.

Dicho análisis se llevo a cabo, mediante la observación directa en el desarrollo de las prácticas, así como la consideración de los comentarios de los alumnos y las recomendaciones dadas por los técnicos académicos.

Para la fabricación de probetas, se formaron tres equipos de trabajo, con el fin de hacer uso de las máquinas-herramienta en forma simultánea. Para determinar de esta manera la rapidez de fabricación de unas con respecto a otras (en el caso de las probetas planas), es decir, a cada uno de los equipos se le asignó una máquina, o sea que, el primer equipo de trabajo en el torno (fabricación de probetas cilíndricas); el segundo en la fresadora (fabricación de probetas planas); y el tercero en el cepillo (fabricación de probetas planas). A cada uno de estos grupos de trabajo, le fue encomendada la fabricación de tres probetas, con el fin de ser ensayadas posteriormente en la máquina universal.

En otra sesión, se llevó a cabo la fabricación de probetas planas para la prueba de doblado, tomando como referencia dos materiales diferentes (aluminio y acero), considerando las especificaciones de la norma B-51-1972. En cuanto a las probetas de fatiga e impacto, realizamos un estudio con la ayuda de los técnicos académicos, con el fin de determinar la factibilidad de fabricación de estas, tomando como base las dimensiones, precisión y acabado de las muestras patrón, proporcionadas por los fabricantes de las máquinas.

III.2 ESTUDIO DE LAS MAQUINAS DE ENSAYE DE LA ENEP-ARAGON

Iniciamos el estudio de las máquinas de ensaye, considerando -

primeramente a la máquina universal de pruebas mecánicas Tinius Olsen modelo L-60, la cual tiene una capacidad de 60,000-Kg con posibilidad de variar la escala en tres rangos menores. En la que se pueden realizar las pruebas de tensión, compresión, flexión y dobléz en diferentes materiales.

Hicimos un inventario de los accesorios o dispositivos con los que cuenta la máquina, con el fin de saber, si son suficientes para la realización de las pruebas mecánicas, teniendo en consideración los diferentes tamaños de probetas que son especificadas por la norma. B - 172 - 1970*.

Solicitamos el manual de la máquina universal al encargado del laboratorio, para realizar su traducción, con el fin de recopilar la información relacionada con la operación, cuidado y mantenimiento de la misma. Posteriormente, adquirimos el manual de la máquina de fatiga giratoria HSM.19, e hicimos la traducción de este, con el objeto de considerar las sugerencias de los fabricantes para el buen funcionamiento de la misma. Y -- además estudiar las recomendaciones relacionadas con las pruebas de fatiga.

Determinamos las dimensiones, así como la calidad de acabado de las muestras proporcionadas por el fabricante, pues en el manual no están especificados.

Hicimos la traducción del manual de la máquina de impacto para metales H 10, con el propósito de obtener algunas sugerencias en cuanto a su instalación, operación y cuidado.

(*) Se manejan los métodos de prueba generales para tensión, dobléz (flexión), impacto y dureza.

Por último, en cuanto a las máquinas probadoras de dureza, - podemos decir, que son tres con las que cuenta el laboratorio - y son:

Un probador de dureza Brinell - Vickers
 Un probador de dureza Rockwell con escalas B y C
 Un probador de microdureza tipo Vickers.

De todos los equipos analizados, se hacen recomendaciones en - el capítulo IV.

III.3 PROCEDIMIENTO PARA EL ACREDITAMIENTO DEL LABORATORIO DE PRUEBAS MECANICAS DE LA ENEP - ARAGON.

Con el fin de obtener información sobre los requisitos que debe reunir un laboratorio para que sea acreditado, nos dirigimos a la D.G.N. Donde nos comunicaron la existencia del - - SINALP, el cual es un organismo de naturaleza mixta, oficial y privada para la coordinación de pruebas y medidas efectuadas a los productos fabricados en México, dando oportunidad a través del registro voluntario de laboratorios operados por individuos u organizaciones como: Cooperativas, Compañías, Instituciones, comisiones y gobierno. Y que además está incorporado a la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, y está adscrito a la Dirección general de normas, quien tiene la responsabilidad de coordinarlo a través del departamento de fomento al control de calidad, y dentro de éste, la oficina de acreditamiento de laboratorio de pruebas como responsable directo.

El sistema fue creado por decreto, publicado en el diario oficial de la federación el 21 de abril de 1980 y sus bases de -- operación el 6 de octubre de 1980 (apendice 1). Es una organización no lucrativa, sus ingresos y recursos provienen del presupuesto de la nación, y por el pago de gastos derivados de --

los servicios otorgados por los comités de cada rama específica.

Este sistema, fué creado principalmente, con el fin de impulsar la calidad de la producción nacional. Para que de esta manera los productos elaborados en México, puedan tener competitividad a nivel internacional.

Está constituido por la D.G.N, los laboratorios de pruebas acreditados, y los comités de acreditamiento de laboratorios de pruebas; uno por cada rama específica, quienes fungen como instrumentos autónomos de apoyo y consulta para la D.G.N. que es la entidad que otorga el acreditamiento a los laboratorios que han cumplido con los requisitos estipulados por el comité respectivo.

Estos comités por rama específica, están constituidos a su vez por secciones que coordinan los campos de pruebas que se consideren necesarios para un laboratorio de esa rama, mediante sus diferentes grupos de trabajo. Tanto el comité, como las secciones correspondientes cuentan con la participación activa de los siguientes sectores: Productor, consumidor y usuarios de servicios de laboratorios y de interés general.

Las actividades técnicas del sistema están bajo la coordinación de los comités de acreditamiento de laboratorios de pruebas establecidos, los que son directamente responsables ante la D.G.N.

Cada comité controla las actividades del sistema en una de las ramas específicas en las que los laboratorios están registrados.

Los comités se forman inicialmente, a través de una selección-

de expertos reconocidos como tales en las secciones correspondientes a cada rama. Los miembros se eligen a través de los organismos, empresas, instituciones, etc. quienes señalan a -- aquellos que puedan representarlos con propiedad.

Los comités de acreditamiento están autorizados por la D.G.N. -- para desarrollar las actividades técnicas; entre las más impor -- tantes, figura la de evaluar laboratorios nominados para regis -- tro y reportar los resultados de la evaluación a la D.G.N.

Los comités cuentan para realizar la operación de evaluación -- de laboratorios, con equipo de asesores especialistas llamados normalizadores. Quienes visitan el laboratorio solicitante a -- fin de apreciar lo adecuado de sus instalaciones, equipos y -- procedimientos de trabajo. Evalúan también la organización -- administrativa y la capacidad técnica del personal. Ellos co -- laboran con la D.G.N. en programas de capacitación como exper -- tos en ciertas pruebas específicas.

Los laboratorios pueden ser acreditados y registrados en cual -- quiera de las siguientes ramas específicas, que están consti -- tuidas a su vez por las secciones que coordinan el campo de -- pruebas que sean necesario.

COMITE	SECCION
1. Industria de la Construcción	a) Concreto
	a) Eléctrica
2. Industria eléctrica y electróni -- ca.	b) Electrónica
	c) Telecomunicaciones.
3. Industria metal-mecánica	a) Pruebas mecánicas

4. *Industria textil y del vestido*
 - a) *Lana*
 - b) *Sintéticos*
 - c) *Algodón*
 - d) *Confección*

5. *Industria química*
 - a) *Petróleo y derivados*
 - b) *Minerales-metales*
 - c) *Artículos para limpieza*
 - d) *Pinturas y solventes*
 - e) *Plásticos y adhesivos*
 - f) *Química básica*
 - g) *Química farmacéutica*

6. *Industria envase y embalaje*
 - a) *Plástico*
 - b) *Vidrio*
 - c) *Metales*
 - d) *Textiles*
 - e) *Papel y cartón*
 - f) *Madera*
 - g) *Transporte y distribución*

7. *Industria alimentaria*
 - a) *Cárnicos*
 - b) *Lácteos*
 - c) *Frutas y hortalizas*
 - d) *Confitería*
 - e) *Bebidas*
 - f) *Alimentos balanceados*
 - g) *Pezca*
 - h) *Cereales y oleaginosas*

8. Metrología

- a) Electricidad y magnetismo
- b) Mecánica
- c) Química
- d) Óptica
- e) Acústica
- f) Calor
- g) Tiempo y frecuencia
- h) Otras áreas no relacionadas.

CAPITULO IV
ANALISIS DE RESULTADOS

En base al trabajo de campo realizado; sobre la factibilidad de fabricar probetas; del estudio de las máquinas de ensaye de la-ENEP - ARAGON; del procedimiento y requisitos necesarios para el acreditamiento del laboratorio de pruebas mecánicas de la escuela, hacemos el análisis siguiente:

IV.1 DE LA FACTIBILIDAD DE FABRICAR PROBETAS CON EL EQUIPO DE LA ENEP - ARAGON.

En cuanto a la fabricación de probetas cilindricas, podemos decir que, como no se utilizaron las personas indicadas, es decir, fueron los alumnos de ciencia de materiales II quienes realizaron dichas probetas. Surgieron varios problemas, debido a que no fueron capacitados técnicamente para tal fin.

Considerando, que las probetas de sección circular fueron fabricadas en el torno South Bend Lathe inc, detectamos los siguientes:

1. No se pudo obtener el radio en la sección reducida, debido a que la herramienta de corte no fue diseñada correctamente.
2. No se obtuvo un buen acabado, debido al mal diseño de la herramienta, además, no se utilizó alta velocidad de corte y poco avance, que es lo recomendado para obtener un buen acabado.

Es posible eliminar los problemas surgidos, si la persona que-

se destine a la fabricación de las probetas, ha sido previamente sometida a un entrenamiento especial. Además, hay que considerar, que contamos con el torno PINACHO; el cual, por su versatilidad y potencia evita problemas de vibración cuando se trabaje con materiales muy duros, y el volumen de producción de este, es mayor.

En cuanto a los probetas planas, se pueden fabricar, tanto en la fresadora, como en el cepillo; ya que se cuenta con las herramientas de corte y accesorios. Aunque el estado de ellos, no es el recomendable, pues están deterioradas y desgastadas debido al tiempo y mal uso que han tenido.

Lo que pudimos observar, es que, no se deben fabricar probetas en forma individual, ya que existen problemas de pandeo y vibración, acarreado con ello un mal acabado. Recomendamos que; el proceso para la fabricación de las probetas en la fresadora y en el cepillo, sea en conjunto (varias probetas a la vez). Ya que la rigidez que presentan, evitan el pandeo y vibración, además, que se ahorra tiempo en la producción.

Consideramos, que, las probetas deberán ser fabricadas por personal previamente entrenado para ello.

Una observación que cabe mencionar, es que, ninguna de las máquinas se encuentra anclada y además que no tienen cimentación, ni se ha verificado su nivelación. Los cuales son factores muy importantes en toda máquina.

IV. 2 ESTUDIO DE LAS MAQUINAS DE ENSAYE DE LA ENEP - ARAGON

Los dispositivos ó accesorios con que se cuenta para la máquina universal, son:

Un registrador modelo 51

Un extensómetro electrónico tipo S, para capacidad de 0.16 - 2.54.

Un compresómetro de 6" X 12"

Un defleómetro mecánico: IN 111776, DNG. 3-8-792.

Sugerimos la adquisición de los siguientes, para poder realizar las pruebas mecánicas especificadas por la norma - - - B - 172 - 1970*.

Extensómetros que se ajusten a las longitudes calibradas, según las especificaciones de la norma. Ya que no hay ninguno que se apegue a esta.

Agarradores de especímenes estándar.

Herramienta para prueba de curvado en frío

Mordazas de cuña

Revestimientos para mordazas de cuña

Insertos lima

Mordazas de autoalineamiento tipo K

NOTA: Los cuatro últimos aditamentos, pueden ser fabricados en la escuela. Con el apoyo de alumnos de servicio social ó de los técnicos académicos.

Según las observaciones, que se hicieron durante el desarrollo de las prácticas, se visualizaron algunos errores que se tienen, en relación con las recomendaciones de la Tinus Olsen.

A continuación se enuncian las recomendaciones, y posteriormente hacemos algunos comentarios sobre los errores observados:

1. La máquina debe tener una ubicación permanente, y está se debe encontrar en una área donde no haya vibraciones, la atmósfera debe de estar libre de polvo, de ácidos y de vapor, para evitar con ello la corrosión o falsos contactos eléctricos. Además, la máquina debe de estar localizada en un espacio suficiente (mínimo 1.20 mts. por lado, y la parte de atrás), para trabajo, espacio de calibración y servicio; y tiene que estar bien cimentada y nivelada. - - (Apéndice 3).

Sin embargo, pudimos observar que, la máquina se encuentra en un lugar donde la atmósfera no está libre de polvo ni humedad. Además, está sujeta a vibraciones, debido a la presencia de -- equipo cercano a ella. La máquina, tampoco tiene el espacio -- mínimo recomendado y alrededor de ella siempre hay material, -- que se utiliza en las prácticas de construcción (arena, grava, cemento, etc.).

También se nos informó, que no se ha tenido el cuidado de verificar su nivelación, ni el paralelismo entre el cabezal inferior y la superficie de la mesa: Que son claves para la obtención de resultados confiables.

2. Se recomienda trabajar, con un rango mayor a la carga que se vaya a aplicar, ya que, si no es así puede resultar dañado el sistema de medición de carga de la máquina.
3. Es recomendable, tener un programa de mantenimiento preventivo para los sistemas: eléctrico, mecánico e hidráulico de la máquina.

De lo que nos pudimos percatar, es que, la máquina no tiene -- ningún tipo de mantenimiento; ya que no se ha establecido una lubricación periódica (apéndice 8). Además de que, siempre se

encuentra en muy malas condiciones (cubierta de materiales ensayados por ejemplo) y no se impregna de una película de aceite anticorrosivo, como se recomienda que se haga, en los periodos en que está no es operada.

4. Es necesario que se tenga un dispositivo protector, alrededor del espécimen o de la máquina, durante el desarrollo de las pruebas para evitar daños al operador, ó al personal que esté en el área de trabajo.

Consideramos importante, tomar en cuenta esta recomendación, ya que, actualmente no se tiene ningún dispositivo de protección.

5. Se requiere, que sea colocado sobre la mesa, un material que proteja contra posibles impactos de especímenes caídos durante las pruebas de tensión.

Lo que se puede ver, es que, la mesa está maltratada en su superficie, debido a que no se tiene la protección recomendada.

6. Es necesario, que el sistema indicador de carga sea calibrado, en menos de un año ó cada vez, que los resultados sean sospechosos. Asimismo, los extensómetros, compresómetros y deflexómetros, deben ser calibrados periódicamente. Sin olvidar que este servicio es de gran importancia para la máquina.

Platicando con el encargado de laboratorio, nos enteramos, de que la máquina, el sistema indicador de carga, y los otros componentes, no han tenido este servicio.

7. Se recomienda, que tanto las mordazas en "V", como las planas sean utilizadas en forma apropiada; es decir, las -

mordazas tipo "V" deben usarse para sujetar probetas de sección redonda y las mordazas planas, para sujetar probetas planas con el fin de no deteriorarlas.

Lo anterior, no ha sido considerado, ya que las mordazas se --- han utilizado en forma inadecuada. Pues pudimos observar que, - por ejemplo; las mordazas en "V" se usan para sujetar probetas- planas y otras veces se sujetan las probetas con una mordaza en "V" y una plana.

8. Es necesario, que, siempre que se vaya a probar un material se fabriquen probetas siguiendo las especificaciones de las normas. Con el fin de proteger las mordazas y los extensómetros.

Esta recomendación se deberá de respetar, ya que en las prácticas que realizan los alumnos de construcción trabajan con el material en bruto (varillas, alambrones, etc.) y esto afecta notoriamente a las mordazas y extensómetros.

9. Se recomienda que los extensómetros sean soportados durante la prueba, para evitar que sean dañados por una posible caída al fallar el material en forma imprevista, y siempre retirarlo antes de que ocurra la falla.

Lo que en realidad se hace, al realizar una prueba, es retirar el extensómetro antes de que ocurra la ruptura del material, y como no se tiene un dispositivo de sujeción para el extensómetro, se corre el riesgo de dañarlo si no se conoce el tiempo en que ocurrirá la fractura.

MAQUINA GIRATORIA DE FATIGA HSM. 19

Este equipo, es de reciente adquisición y aún no ha sido insta-

lado.

El aparato consiste de una ménsula que gira a 2850 r.p.m. con un aparato eléctrico directo de 2:1 de paso alto, revoluciona- considerando una reducción por medio de un engranaje de 1:50, - la carga es aplicada a la ménsula directamente. Esta tiene -- una abertura, en la cual se puede insertar el espécimen de -- prueba. A menudo se usa un espécimen de sección transversal, - donde el esfuerzo es más grande que en el resto de la ménsula.

El aparato, es suministrado con espécimen completo estándar, - con un orificio de 4 mm de diámetro para que ensamble correcta mente cuando el diámetro mínimo es de 125.7 mm desde la carga- hasta el fin de la ménsula. El sistema de rango de carga tie- ne un contador de peso diseñado para eliminar el efecto del -- mismo sobre la ménsula.

Un micro switch, sensa la deflexión en el extremo de la ménsu- la; cuando ocurre la fractura, el switch corta la energía eléc- trica suministrada al motor.

INSTALACION Y CUIDADOS

El aparato deberá ser montado en una placa pesada de acero y - estar diseñada para que sobresalga la orilla del banco o del - pedestal, en el cual esta colocado. Además deberá estar aisla do con caucho para minimizar el efecto de carga de choque con- otros aparatos.

La máquina deberá estar localizada, donde no esté expuesta a - polvo y humedad. Además de evitar, que personas no autorizado tenga acceso a ella, para prevenir daños por imprudencia.

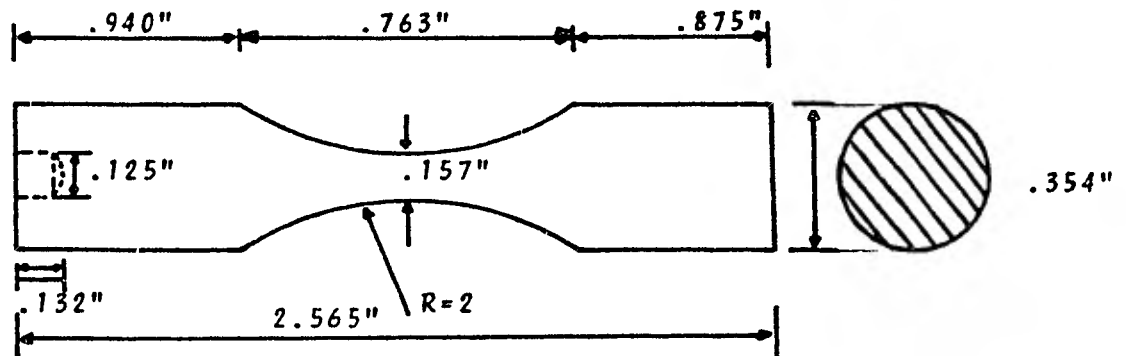
ACCESORIOS

HSM. 1901 Máquina giratoria de fatiga

HSM. 1902 Especímenes típicos estándar, acero dulce o alea- - ciones de aluminio.

HSM. 19 W Pesas de 30 NW.

HAC. 1 M 57 mm. diámetro calibre 12 mm, graduado 0.01 mm.



MAQUINA DE IMPACTO BALANCEADA H. 10

Este equipo es de reciente adquisición, y aún no ha sido instalado.

La máquina tiene una altura (espacio de trabajo) de 840 mm, un ancho de 870 mm y profundidad de 190 mm, y un peso neto de 18-Kg. Consta de dos martinetes oscilantes (péndulos), que trabajan en movimiento contrario y que están pivoteados en cojinetes de bolas, en un eje que se encuentra montado en la parte superior de la armadura, hecha de alta aleación.

La caída del martinete externo y del oculto, golpean la pieza simultáneamente en el punto más bajo de su viaje, y cuando no está operando la máquina, los martinetes enclavan en el fondo de la armadura; mediante una clavija y un perno de bloqueo -- son fijados.

En la parte superior, tiene un dispositivo de seguridad (se encuentra en el disparador percutor). El martinete interno -- tiene un registrador de resorte cargado con una muesca, en el que la muestra es insertada, cuidando que quede centrada en la máquina. La muestra, en el martinete interno es golpeada en el punto más bajo de la oscilación.

Está provista de tres discos circulares graduados, calibrados en S.I de 0-65 NM ó joules, en el sistema métrico de 0-6.6 Kg-m y en el sistema inglés de 0-48 pies - Lb.

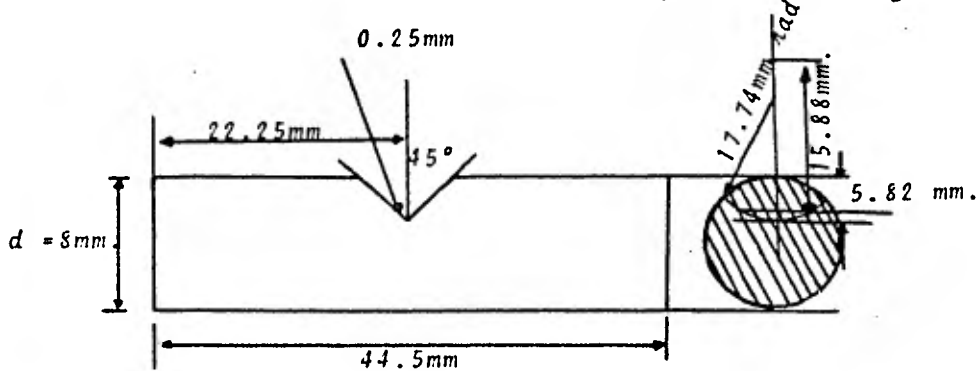
La máquina no necesita un sitio permanente; debe ser atornillada en una plataforma rígida, y no requiere de cimentación de concreto. Usa pequeñas muestras de sección circular de 8mm (0.325 pulg) de diámetro por 44.5 mm (1.75 pulg) de longitud. Las muestras pueden ser fabricadas de partes pequeñas y componentes o de materiales puros, mecanizadas a su tamaño y muestreadas posteriormente.

El entable firme y el nivelado es lo más importante, para obtener precisión y seguridad en los resultados.

Para evitar accidentes, los martinets están provistos de un cerrojo de seguridad en el disparador.

Antes de realizar una prueba, se debe recheckar el nivelado de la máquina y cerciorarse de que no haya obstáculos en la trayectoria de los martinets.

Es importante, que no se dejen los martinets elevados si no se va a realizar otra prueba. La máquina se debe guardar -



siempre limpia, además de fijarla con los dispositivos de protección y fuera del alcance de personal no autorizado.

La recalibración, estará en función de las pruebas que se realicen (apéndice 3).

MAQUINAS DE DUREZA

En cuanto a las máquinas de dureza, se puede decir que; no se dispone de un programa de calibración. Pues no ha sido verificada desde su adquisición, y lo que se ha hecho únicamente, es checar la exactitud de los resultados en las pruebas realizadas tomando como base los bloques patrón con que cuenta cada una de ellas.

Estas máquinas, no tienen un lugar establecido, pues no están ancladas; nosotros creemos, que esto se debe a que el laboratorio de pruebas mecánicas no ha sido integrado, debido a que no se cuenta con instalaciones destinadas para tal fin. Y están expuestas a que los alumnos las desajusten al cureosear con ellas, pues están en sitios sin protección. Nosotros proponemos, que se lleve a cabo la integración del laboratorio de pruebas mecánicas en la forma siguiente:

1. Que se asigne un lugar, que reúna las condiciones de: espacio, medio ambiente, iluminación, etc. para dicho laboratorio.
2. Que todo el equipo relacionado con las pruebas mecánicas se distribuya de tal manera, que se encuentre en el mismo local.
3. Que se elabore un plan de organización y funcionamiento para el mismo.

NOTA: Como un apoyo para llevar a cabo la integración del laboratorio de pruebas mecánicas, recomendamos consultar la información relacionada con el acreditamiento de los laboratorios de pruebas, que damos a continuación.

ACREDITAMIENTO DEL LABORATORIO DE PRUEBAS MECANICAS

Uno de los objetivos que se busca con este trabajo, es el de establecer la relación ENEP - INDUSTRIA; iniciandose con el servicio de ensayos mecánicos. Para que esto sea posible, en primera instancia se debe realizar un estudio de los requerimientos y procedimientos para el acreditamiento del laboratorio de pruebas.

"DEFINICION DE REQUISITOS TECNICOS"

Para obtener la certificación de un laboratorio se debe cumplir con varios requisitos técnicos, ya que esto implica que los resultados obtenidos tengan validez nacional e internacional.

A. DIAGRAMAS DE FLUJO

A.1 Descripción de puestos y actividades de cada uno de ellos; - todo esto implica la elaboración de manuales administrativos, mencionando las áreas de responsabilidad y relaciones de organización entre la dirección y los diferentes departamentos del laboratorio.

B. Personal. El personal que trabaje en un laboratorio de certificación debe estar perfectamente capacitado.

B.1 Jefes deben tener:

B.1.1 Respaldo académico

B.1.2 Capacidad técnica

B.1.3 Actualización

B.1.4 Estricto control sobre los trabajos que se efectúan bajo su responsabilidad

B.1.5 Registro por escrito de dicho control (fecha, nombre del responsable, estado actual, día, estado del informe final)

B.2 Investigadores y técnicos deben tener:

- B.2.1 Respaldo académico
- B.2.2 Capacidad técnica
- B.2.3 Adiestramiento constante
- B.2.4 Constancia de su capacidad
- B.2.5 Registro de su trabajo diario
- B.2.6 Ropa apropiada para el desempeño de su trabajo
- B.2.7 Revisión médica periódica
- B.3 Programas de entrenamiento del personal, con evaluaciones periódicas, con alguna de las siguientes alternativas:
 - B.3.1 Exámen escrito
 - B.3.2 Después de 2 meses de trabajo hacer una evaluación (esto se aplica a análisis de rutina).
- C. MUESTRAS. Se debe tener un control de muestras por medio de un registro con los siguientes datos:
 - C.1 Fecha de recepción de la muestra
 - C.2 Identificación numérica de la muestra (clave interna)
 - C.3 Identificación del lote muestreado.
 - C.4 Fecha del muestreo
 - C.5 Condiciones en que se recibe en el laboratorio
 - C.6 Protección adecuada de las muestras para evitar alteraciones
 - C.7 Criterios de aceptación de las muestras
 - C.8 Especificar que las muestras se guardarán los 90 días naturales siguientes a la fecha del informe final, para posteriores aclaraciones.

D. MUESTREO: Los métodos de muestreo y el tamaño de muestra - serán definidos y aplicados según el tamaño de muestra, forma del empaque y almacenamiento, teniendo en cuenta si la muestra es:

D.1 A granel

D.2 Envasada

D.3 Los envases empacados en caja

D.4 En sacos o costales

D.5 Forma de la estiba

E. ELABORACION DE MANUALES DE PROCEDIMIENTO

Donde se indique los pasos a seguir desde que una muestra se recibe en el laboratorio y hasta que se evite un informe final de certificación.

F. ELABORACION DE MANUALES DE METODOS ANALITICOS

(Conforme a producto) cada ensayo deberá contener los siguientes puntos:

F.1 Título

F.2 Objetivo

F.3 Campo de aplicación

F.4 Documentos conexos a consultarse

F.5 Generalidades

F.6 Requisitos de equipo

F.7 Requisitos de materiales (material de vidrio, reactivos)

F.8 Procedimientos a seguir

- F.9 Condiciones ambientales
- F.10 Fórmulas de cálculo para resultados
- F.11 Interpretación de resultados
- F.12 Índices de reproducibilidad de resultados
- F.13 Requisitos que debe satisfacer la muestra
- F.14 Bibliografía

Los métodos deben estar vigentes y ser distribuidos a los técnicos de laboratorio.

G. DEBE EXISTIR UN REGISTRO DE METODOS DE CERTIFICACION QUE SE VAN A APLICAR

- G.1 Especificación. Incluye el método de análisis y los procedimientos a seguir para comparar los resultados obtenidos, y si se cumplen.
- G.2 Especificación normalizada. Precisa cualitativa y cuantitativamente los requisitos que debe cumplir un producto.

H. EQUIPO, REQUERIMIENTOS E INSTALACIONES

- H.1 Tener las instalaciones y equipo para efectuar los análisis y registros de mantenimiento.
- H.2 Mantener las instalaciones y equipo en buen estado, y así sus registros (reparaciones, servicios, etc)
- H.3 Usar las instalaciones y equipo sólo para su propósito
- H.4 Que tengan instrucciones de mantenimiento disponibles (manuales de mantenimiento)
- H.5 Que el mantenimiento lo realice personal calificado

- H.6 Mantener condiciones ambientales requeridas cuando sea necesario, y verificarlas (con termómetro, calibradores, etc)
- H.7 Tener el servicio necesario para aire, gases, electricidad agua, etc., y asegurar la calidad de estos servicios.
- H.8 Identificación del equipo: nombre, No. de serie, requerimientos de electricidad, aplicación, etc.
- H.9 Mantener buen cuidado, limpieza, luz apropiada, etc.
- H.10 Calibrar el equipo nuevo antes de usarlo
- H.11 Recalibrar el equipo en servicio a intervalos regulares
- H.12 Checar el equipo entre recalibraciones cuando se requiera
- H.13 No usar equipo dudoso
- H.14 Tener registros de calibración, recalibración y chequeo de servicios
- H.15 Usar materiales de referencia para propósitos de calibración solamente
- H.16 Tener estándares y materiales de referencia calibrados por un laboratorio competente
- H.17 Controlar el acceso al área de pruebas
- H.18 Implementar medidas de seguridad
- H.19 Tener manuales para el manejo y calibración de los equipos, en lugares visibles en el área de trabajo

I. MEDIO AMBIENTE

- I.1 Las áreas de trabajo deberán tener libre acceso
- I.2 El área de trabajo para el personal deberá ser mínimo de 2 m^2 /persona, para que tengan libertad de movimiento

- I.3 El equipo analítico deberá tener área suficiente según las necesidades de cada equipo, para facilitar el trabajo y -- evitar riesgos.
- I.4 Los servicios deberán estar instalados apropiadamente y -- cumplir con los requerimientos de seguridad.
- I.5 Extractores de aire funcionando adecuadamente
- I.6 Aire acondicionado en las áreas donde se requiera.
- I.7 Buena ventilación en el área donde se destilen disolventes orgánicos.
- I.8 Luz suficiente en el área de trabajo
- J. RECURSOS. Se deben tener registros de los recursos con que cuenta el laboratorio, desde lugar de trabajo, material de vidrio, equipo, reactivos, instalaciones, etc.
- K. CONTROL DE CALIDAD INTERNO. Debe existir un programa de control de calidad interno para comprobar resultados, en -- una sección independiente; el coeficiente de variación debe ser de 2 - 3%
- L. INFORMES DE CERTIFICACION. La elaboración del informe final deberá contener la siguiente información:
 - L.1 Nombre y dirección del laboratorio (papel membretado)
 - L.2 Fecha
 - L.3 Referencia (de Dirección técnica, número progresivo)
 - L.4 Datos del solicitante

- L.4.1 Nombre de la persona física
- L.4.2 Cargo
- L.4.3 Empresa
- L.4.4 Dirección
- L.4.5 Población, país
- L.5 Datos de la muestra:
 - L.5.1 Descripción e identificación de la muestra
 - L.5.2 Fecha de recepción de la muestra
 - L.5.3 Identificación de la especificación de prueba, método y proceso
 - L.5.4 Preparación de la muestra para su análisis
- L.6 Texto con informe de resultados
 - L.6.1 Presentar los resultados y métodos de referencia en forma tabular.
 - L.6.2 Especificaciones que debe cumplir el producto; mencionando si está dentro o fuera de las mismas.
 - L.6.3 Observaciones (significado de los resultados)
 - L.6.4 Anexar recibo por el costo del análisis, en base a una -tarifa pre - establecida.
 - L.6.5 Debe estar firmado por el Director técnico y el jefe de -Departamento.
 - L.6.6 Cada informe debe tener la clave del analista, persona -- que lo autorizó, y de la mecanógrafa, para disminuir errores.

M. REGISTRO DE SERVICIOS QUE SE OFRECEN AL PUBLICO

N. BIBLIOGRAFIA ACTUALIZADA

O. SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

- 0.1 La seguridad debe estar controlada y vigilada por un comité responsable.
- 0.2 Equipo de protección personal.
- 0.3 Ventilación, sistemas de extracción etc.
- 0.4 Extinguidores de diferentes tipos en áreas accesibles.
- 0.5 Técnicas de manejo de reactivos químicos peligrosos (destilaciones, control de peróxidos en éter, oxidantes de alta energía, HClO_4 y ClO_4^-)
- 0.6 Conocimientos de los diferentes agentes tóxicos que se manejan (metales pesados, isocianatos, etc.) y una guía de límites de exposición ambiental.
- 0.7 En caso de tener sustancias radioactivas, se requiere equipo de protección, manejo seguro de radioisótopos, y diseño adecuado del área radioactiva
- 0.8 Peligros eléctricos y mecánicos. Equipo: conectado a tierra, voltaje adecuado según los requerimientos, a prueba de explosión. Reguladores de presión para cilindros de diferentes gases.
- 0.9 Código de color en las líneas de los dos diferentes servicios del laboratorio.
- 0.10 Peligros biológicos. Prevención de infecciones y manejo adecuado de técnicas microbiológicas comunes.

- 0. 11 Consideraciones de diseño para seguridad en el laboratorio.
- 0. 12 Elaborar un programa de prácticas contra incendios para el personal del laboratorio.

P. GARANTIZAR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS

Es necesario que el personal del laboratorio, se comprometa moral y legalmente para asegurar la confidencialidad de los resultados obtenidos (TABLA I Apéndice 6)

PROCEDIMIENTO

- a) El laboratorio de pruebas que desee ser acreditado, deberá solicitarlo por escrito, indicando la rama específica a la que pertenece y el tipo de pruebas que realiza (apéndice 5).
- b) Deberá acompañar a su solicitud los siguientes documentos:
 - b.1 Los que acrediten su personalidad jurídica.
 - b.2 Los que prueben que esté constituido conforme a las leyes mexicanas.
 - b.3 Los que demuestren que tiene como mínimo un año de estar operando en el país.
 - b.4 La declaratoria del compromiso de cumplir con lo dispuesto en el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de abril de 1980 (apéndice 1); que establece el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas, en las Bases de Operación del Sistema, y en las Bases de Operación de su rama específica.
 - b.5 La constancia de haber cubierto los derechos correspondientes al acreditamiento.
 - b.6 Una vez, recibidos los documentos citados en el punto anterior, la D.G.N. solicitará la intervención del comité correspondiente para que realice un estudio y emita el dictámen técnico requerido para el acreditamiento.
 - b.7 El comité designará a los normalizadores del laboratorio con el fin de efectuar el estudio necesario para el acreditamiento.

- b.8 La D.G.N., con base en el dictámen técnico del comité, resolverá sobre la procedencia del acreditamiento solicitado, y en su caso, lo otorgará autorizando el uso de la contraseña oficial respectiva y registrará al laboratorio de - - pruebas acreditadas.
- b.9 Cuando a un laboratorio no se le otorgue el acreditamiento por no reunir las condiciones necesarias, se le indicarán por escrito cuáles son sus deficiencias y se le otorgará el plazo que fijen las bases de operación de la rama específica, para que presente nueva solicitud, debiendo cubrir los derechos correspondientes.
- b.10 La D.G.N. publicará trimestralmente en el Diario Oficial de la Federación, y en los medios que considere convenientes, la lista de los laboratorios acreditados y las cancelaciones de los acreditamientos.
- b.11 Para que un laboratorio mantenga el acreditamiento, deberá sujetarse a la supervisión periódica, cotejo de los resultados y auditorías técnicas que el comité o la D.G.N lleven a cabo, y cubrir a la Tesorería de la Federación los derechos que establezca el Decreto respectivo.
- b.12 Cuando un laboratorio desee retirarse del sistema, deberá notificarlo por escrito a la D.G.N. con copia al comité -- para que se proceda a cancelar su acreditamiento.

El incumplimiento de las disposiciones contenidas en el Decreto que establece el sistema nacional de acreditamiento de Laboratorio de pruebas, dará motivo al apercibimiento por escrito o a las siguientes sanciones:

- I. Suspensión temporal del acreditamiento del laboratorio por-

un periodo de tres meses, comunicándole por escrito las causas de la suspensión.

II. Suspensión definitiva del acreditamiento, cuando además resulten afectados el interés o la salud pública o haya reincidencia en las violaciones cometidas.

REQUISITOS GENERALES

El objetivo del presente documento es el de establecer los requisitos generales que deba cumplir aquel laboratorio de pruebas, que pretenda ser reconocido como técnicamente competente.

Cuando se usa el término "Laboratorio de Pruebas", se refiere a aquella instalación que opera en una localidad específicamente determinada (apéndice 4)

ORGANIZACION

El laboratorio de pruebas debe:

- Ser legalmente identificable;
- Tener una estructura de la organización que incluya un sistema de calibración (gestión), que le permita mantener la capacidad de ejecutar satisfactoriamente las funciones técnicas, para las cuales se le concede el reconocimiento;
- Estar organizado de tal manera que el personal no esté sujeto a presiones o estímulos indebidos, que puedan influenciar los juicios o resultados de su trabajo;
- Estar organizado de tal manera, que cada uno de los miembros del personal esté enterado, tanto de la extensión como de las limitaciones de su área de responsabilidad.
- Tener un Gerente Técnico (ó cualquiera que sea su nombre), que posea la completa responsabilidad de las operaciones técnicas del laboratorio;
- Tener reglas y medidas de seguridad, para la protección de -

los derechos de los propietarios y la confidencialidad de la información.

PERSONAL

- El personal deberá tener la educación necesaria, entrenamiento, conocimientos técnicos y experiencia para sus funciones asignadas.
- Habrá una descripción del trabajo para cada categoría ejecutiva de posición técnica, que incluya la educación necesaria, entrenamiento, conocimientos técnicos y experiencia.
- La proporción del personal supervisor y supervisado, deberá ser tal, que, se asegure una supervisión adecuada.
- Se designará al personal que substituya durante sus ausencias, al técnico ejecutivo.
- El laboratorio deberá mantener información correspondientes a las calificaciones, entrenamientos y experiencias de su personal técnico.

SISTEMA DE CALIDAD

- El laboratorio deberá contar, con un programa interno para el aseguramiento de la calidad apropiada al tipo, rango y volumen de trabajo realizado. El programa para el aseguramiento de la calidad, deberá escribirse en un manual, que estará disponible para el uso del personal del laboratorio. El manual de calidad, deberá de mantenerse actualizado y con información pertinente; función que efectuará uno de los miembros responsables del personal normal del laboratorio. La persona ó personas que tengan la responsabilidad de asegurar la calidad dentro del laboratorio, deberán ser designadas por la administración del mismo.

- El manual de calidad deberá contener información referente a:

La estructura del laboratorio (organigramas);

Las obligaciones con respecto a las funciones, operaciones y servicios concernientes a la calidad, de tal manera que cada persona involucrada conozca los límites y extensión de una responsabilidad;

Los procedimientos generales para el aseguramiento de la calidad, incluyendo la coordinación interdisciplinaria;

Los procedimientos para el aseguramiento de la calidad, específicos para cada prueba según sea conveniente. Procedimientos satisfactorios de retroalimentación y de acción correctiva, siempre que se detecten discrepancias en las pruebas efectuadas;

- El sistema de calidad deberá revisarse periódicamente por la, ó en representación de la administración con el fin de asegurarse de que exista una efectividad continua de las disposiciones. Deberá efectuarse asimismo, un registro de tales revisiones. (apéndice 7)

EQUIPO PARA PRUEBAS Y MEDICIONES

- El laboratorio de pruebas deberá de contar con todas las piezas de equipo mayor y accesorios necesarios para la realización correcta de las pruebas y mediciones por las que ese laboratorio es reconocido.
- A todo el equipo se le dará el mantenimiento adecuado para protegerlo contra la corrosión y otras causas de deterioro. Las instrucciones para seguir los procedimientos adecuados -

del mantenimiento de las partes mayores deberán estar disponibles.

- Toda parte del equipo que haya sido sometida a una sobrecarga o a un mal manejo, que dé resultados dudosos, mediante una calibración o que por cualquier otra causa se logre demostrar que está defectuoso, se pondrá fuera de servicio -- temporalmente hasta que haya sido reparado; en el caso de equipo de medición, deberá demostrarse mediante calibraciones que esta en condiciones satisfactorias.
- Deben llevarse, registros de cada pieza de equipo mayor.

Cada registro deberá incluir:

El nombre de la pieza del equipo;

El nombre del fabricante, tipo de identificación y número de serie;

La fecha de recepción y la de puesta en servicio;

Localización actual;

DETALLES DEL MANTENIMIENTO

En el caso de equipo de medición, el registro deberá incluir:

Fecha de la última calibración y las referencias del informe de la calibración:

El periodo de tiempo máximo dentro del cual deberá efectuarse la próxima calibración.

CALIBRACION

Cada pieza de los equipos de medición y de pruebas, usadas en el laboratorio deberá de calibrarse en donde sea necesario, antes de ser puesta en servicio, y posteriormente, a intervalos regulares de tiempo, de acuerdo con un programa establecido. - Para ciertos equipos, los intervalos deben ser definidos por el organismo que otorga el reconocimiento de la competencia técnica. (apéndice 3).

Todo el programa relativo a calibraciones de equipo deberá diseñarse y operarse, de tal manera que se asegure que las mediciones efectuadas en los laboratorios de pruebas sean trazables, (en donde el concepto es aplicable) con los patrones nacionales de medición y si es factible con los patrones internacionales de medición especificados por el comité internacional de pesas y medidas. En donde el concepto de trazabilidad de las mediciones con patrones nacionales o internacionales no sea aplicable, los laboratorios de pruebas deberán proporcionar evidencia satisfactoria de la correlación o precisión de los resultados de las pruebas (por ejemplo, mediante la participación en un programa de comparaciones interlaboratorios).

Los patrones de referencia de medición, que tenga el laboratorio serán utilizados exclusivamente para la calibración del equipo en servicio y no para otros propósitos.

Los patrones de referencia de medición deberán de calibrarse por el organismo nacional competente o por un laboratorio "nacionalmente aceptable" por el organismo que otorgue reconocimiento para la realización de dichas mediciones.

El equipo en servicio debe calibrarse por el propio personal del laboratorio contra los patrones de referencia que posea, o

mediante el servicio de algún otro laboratorio aceptable por el organismo que otorgue reconocimiento para la realización de dichas mediciones.

En donde sea pertinente, el equipo de pruebas en servicio deberá someterse a verificaciones efectuadas entre las recalibraciones regulares. (apéndice 2)

MÉTODOS DE PRUEBA Y PROCEDIMIENTOS

Los laboratorios de prueba deberán tener instructivos documentados para: el uso y operación de todo el equipo importante, - el manejo y preparación de los artículos de prueba (en donde - sea aplicable), las técnicas de prueba normalizadas y en donde la ausencia de tales instrucciones pudieran comprometer la efi ca cia de los procesos de prueba. Todos los instructores, normas, manuales y datos de referencia pertinentes al trabajo del laboratorio de pruebas deberán de mantenerse actualizados y a la disposición inmediata del personal.

El laboratorio de pruebas deberá utilizar los métodos y procedi mientos señalados por la especificación contra la que se proba rán los artículos objeto de prueba. Si no se especifican los métodos, deberán usarse procedimientos apropiados. Con tal -- fin, la especificación deberá estar a disposición del personal que realiza la prueba.

Cuando sea necesario emplear métodos y procedimientos de prueba que no se hayan normalizado; éstos deberán estar plenamente documentados.

Deberá contarse con procedimientos satisfactorios de retroalimentación y de acción correctiva, siempre que se detecte alguna discrepancia en una prueba.

Todos los cálculos manuales y las transferencias de datos deberán de someterse a verificaciones.

Cuando estos resultados provengan de técnicas electrónicas de procesamiento de datos, la estabilidad del sistema deberá ser tal, que no afecte la exactitud de los resultados. Generalmente, esto implica una habilidad para detectar las fallas y tomar las medidas apropiadas.

MEDIO AMBIENTE

El medio ambiente en el cual se efectúan las pruebas no deberá invalidar los resultados de las mismas, ni afectar adversamente la precisión y ejecución correcta de la medición.

Los laboratorios no deberán utilizarse para propósitos que puedan entrar en conflicto con sus funciones. Se deberá dar atención a factores tales como espacio, alumbrado y calefacción, el espacio para el almacenamiento y las mesas de trabajo deberán estar sólidas y adecuadamente constituidas, libres de polvo, vapores, vibraciones, ruidos y radiaciones electromagnéticas. La condición de las paredes, pisos y techos deberá ser la apropiada para las funciones que se realicen.

Deberá existir espacio suficiente alrededor del equipo de prueba para minimizar el riesgo de daño o peligro y para proporcionar la conveniencia de una operación correcta. Normalmente, se requiere que las mesas de trabajo y los sitios de almacenaje se encuentren cercanos al equipo de pruebas y que cada operador tenga un banco de trabajo o mesa, convenientemente colocado, para registrar las observaciones de la prueba. En los casos en que sea requerido, se instalarán controles para la humedad y temperatura, junto con equipos de registro y monitoreo, que proporcionen evidencia de que el control siempre se mantiene

ne dentro de las tolerancias prescritas.

Los suministros de energía principales, deberán protegerse de sobrecargas y fluctuaciones de corriente. Las baterías auxiliares se colocarán en lugar separado del laboratorio en que se ejecutan las pruebas.

En todos los casos, en que los servicios (electricidad, gas, aire comprimido, etc...) puedan afectar directamente los resultados de las pruebas, será necesario cumplir con las condiciones requeridas, y con los medios de monitoreo específicos para el control de tales suministros.

El acceso a y el uso de las áreas de prueba deberá de controlarse de una manera adecuada a sus propósitos particulares.

Se deberán tomar las medidas convenientes para asegurar un buen mantenimiento y limpieza en los laboratorios de pruebas. Estas medidas variarán de un laboratorio a otro, pero los siguientes son ejemplos típicos de lo que se puede requerir:

- Instrucciones generales fácilmente accesibles a todo el personal, referentes al manejo del laboratorio.
- Disposiciones para asegurar que las construcciones, reparaciones o trabajos de mantenimiento, que forzosamente se lleven a cabo en el laboratorio, no perjudiquen las funciones del mismo;
- Suministrar ropa de protección adecuada, para el personal del laboratorio y para visitantes, en los casos en que sea necesario;
- Establecer un programa de limpieza del laboratorio en la for

ma apropiada, acorde a su tipo de función;

- Establecer prácticas de seguridad y de conservación ambiental.

MANEJO DE LOS ARTICULOS QUE VAN A SER OBJETO DE PRUEBA O DE CALIBRACION

- Se deberá aplicar un sistema para identificar las muestras o artículos que van a probarse o calibrarse, mediante documentos o marcas, que aseguren que no puede haber confusión en relación con la identidad de los productos probados, ni con los resultados de las mediciones hechas.
- Debe existir un procedimiento para guardar en depósito los artículos en los casos en que sea necesario.
- En todas las etapas de almacenamiento, manejo y montaje, se tomarán las precauciones necesarias para evitar daños a los artículos, por ejemplo: contaminaciones, corrosión o aplicación de esfuerzos, cualquiera de los cuales podría invalidar los resultados. Todas las instrucciones pertinentes -- proporcionadas con el artículo, deberán de ser observadas -- al pie de la letra.
- Deberán establecerse reglas perfectamente claras para la recepción, retención y desecho de las muestras.

REGISTROS

- El laboratorio de pruebas deberá mantener un sistema de registro que se ajuste a sus circunstancias particulares. Deberá de conservar en archivo todas las observaciones originales, los cálculos y datos derivados y los registros de ca

libraciones durante un periodo a determinarse por el organismo que otorgue el reconocimiento. Los registros para cada prueba deben contener información suficiente para permitir la repetición satisfactoria de la prueba.

- Todos los registros y los informes de prueba deben ser confidenciales y quedarse en lugar seguro.

INFORMES DE PRUEBA

- El trabajo efectuado por el laboratorio de pruebas debe manifestarse en un informe que presente en forma precisa, clara y sin ambigüedades, los resultados de las pruebas y toda la información pertinente.

Cada informe de prueba debe incluir la siguiente información:

- Nombre y domicilio del laboratorio de pruebas;
- Número de serie del informe;
- Nombre del cliente;
- Descripción e identificación del espécimen de prueba y su fecha de recepción;
- Una declaración al respecto, de que el informe de la prueba se refiere exclusivamente a las muestras probadas;
- Identificación de la especificación de prueba, método y procedimiento;
- Descripción del procedimiento de muestreo; en donde sea pertinente;
- Cualquier desviación, adición a, o exclusión de la especificación de prueba;
- Mediciones, análisis y resultados derivados, fundamentados -

por tablas, gráficas, esquemas y fotografías según sea apropiado y cualquier falla detectada;

- Una declaración relativa al nivel de precisión de la medición (si es pertinente);
- Firma y cargo de la persona que acepte la responsabilidad técnica del informe de prueba y la fecha de emisión;
- Una declaración de que el informe no debe ser reproducido en forma parcial sin la autorización previa del laboratorio de pruebas.

Se deberá poner especial atención y cuidado en la elaboración del informe de prueba, particularmente en lo que respecta a la presentación de los datos de la prueba y su facilidad de comprensión por el lector.

El formato deberá ser cuidadosa y específicamente diseñado para cada tipo de prueba realizada, pero deberá de normalizarse la mayor parte de los encabezados posibles.

Las correcciones o adiciones al informe de prueba original, posteriores a su emisión, se deberán efectuar exclusivamente por un documento adicional convenientemente marcado, por ejemplo: "Suplemento al informe de prueba con número de serie ...", y deberá cumplir, con los requisitos pertinentes mencionados en los párrafos precedentes.

PRINCIPALES REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR UN LABORATORIO
PARA PRUEBAS MECANICAS

1. DATOS GENERALES

Razón Social

Descripción de actividades, incluyendo giro y área geográfica - de influencia.

Acta Constitutiva de la empresa.

Las clases de pruebas para las cuales se solicita el registro o inscripción.

Las pruebas y métodos específicos usados en cada prueba.

2. ORGANIZACION

Manual de operación General que incluya:

Organigramas de funcionamiento de la empresa o Institución, en-general, y sus departamentos.

Descripción de actividades y nombres de responsables en los - - principales puestos de mando.

Incluir el caso de ausencia de los titulares.

Operación de cada departamento en particular.

3. PERSONAL

Una descripción de la estructura de organización del personal.

Nombres, calificaciones y experiencias de la persona encargada- o de otros miembros principales.

Representante Autorizado.

Signatorios autorizados.

Curricula del personal de mando.

Capacitación y adiestramiento del personal, incluyendo los siguientes datos:

Descripción de los sistemas.

Nivel mínimo de conocimientos para el trabajo.

Tipo de certificado de aptitud.

Programa de revisión sistemática.

Registro permanente de la capacidad del personal.

4. INSTALACIONES

Una breve descripción de las instalaciones destinadas para las operaciones de prueba incluyendo: breve descripción de locales y controles de parámetros del medio ambiente como temperatura y humedad. Local con espacios, luz y mobiliario.

Condiciones para los métodos de prueba.

Sistemas de ventilación y seguridad en general.

Limpieza y orden.

5. EQUIPO

Inventario de equipo con descripción y rango.

Identificación del equipo

Equipo que cumpla las especificaciones de las pruebas.

Manual de operación y mantenimiento del equipo y su registro correspondiente.

Sistema de adiestramiento de operadores.

Verificación y calibración del equipo con su programa, regis-

tro, archivo, identificación y control de su empleo.

Patrones y estándares de referencia utilizados para fines de calibración.

6. OPERACION

Una breve descripción de los pasos para seleccionar identificar, manejar y retener las muestras o artículos que van a ser probados.

Una breve descripción del sistema de registro y procesamiento de datos, informes de resultados de pruebas, retención y facilidad de recuperación de informes y datos emitidos.

Copias de los formatos de las hojas de trabajo del laboratorio, registros de datos y formas del informe de las pruebas relativas a la solicitud de acreditamiento.

Cumplimiento con métodos de prueba.

7. METODOS DE PRUEBA

Especificaciones vigentes.

Instrumentos para ejecución de pruebas en todas sus etapas.

Registro de anomalías de muestras.

Registro y revisión de resultados.

Equipo de seguridad. (Apéndice 9).

8. FORMAS DE REGISTRO

Diseño; considerando todos los datos importantes, mencionando método de prueba, operador, responsable, etc. Nombre del laboratorio, título de prueba y número de código para identificación.

9. INFORME DE RESULTADOS

Forma de registro.

Resultados completos e información necesaria.

Firma de signatario autorizado.

Concordancia con resultados registrados en el laboratorio.

Archivo de informes.

10. SUPERVISION

Personal capacitado para supervisión.

Sistema de supervisar los trabajos de campo y laboratorio.

Registro de actividades de supervisión.

CONCLUSIONES

Si se piensa dar servicio a la industria, es necesario realizar un estudio de factibilidad, para fabricar probetas con una gran variedad de materiales (diferente grado de dureza), en donde se analicen tiempos, costos, herramientas, etc. Con el objeto de evitar los obstáculos que impidan dar este servicio.

En cuanto al estudio realizado, sobre la factibilidad de fabricar las probetas para pruebas de tensión, con el equipo de la escuela, se presentaron varios problemas (como obtención de radios, precisión, acabado y vibración, entre otras). Los cuales pueden ser eliminados, si para esto se emplea personal técnicamente capacitado. Pues las prácticas de fabricación de probetas, fueron realizadas con los alumnos de ciencia de materiales II. (no están íntimamente relacionados con el uso y operación de las máquinas-herramienta). Las herramientas, deberán ser sustituidas por otras de mejor calidad, ya que, las que hay en el almacén se encuentran muy deterioradas, debido al mal uso y al tiempo que estas tienen.

Para fabricar probetas para pruebas de fatiga, el único problema que tuvimos, fue que no obtuvimos el radio especificado por el fabricante de la máquina de fatiga. Este puede ser eliminado si se adquiere una muela de forma, la cual no se tiene en el almacén.

En cuanto a la fabricación de las probetas para prueba de impacto, se requiere adquirir la máquina J30 de Monsanto, para hacerla muesca a las probetas o bien realizar un estudio que permita determinar, si es posible hacerla con las máquinas-herramienta-

de la escuela. Tomando en consideración las características que debe reunir esta, en relación con la norma. (apéndice 9)

En cuanto a la fabricación de probetas para prueba de doblado y flexión, no se detecto ningún problema. Ya que, se cuenta con las herramientas y accesorios para ello. Si se van a fabricar las probetas para pruebas mecánicas en la ENEP-ARAGON, recomendamos, que las máquinas herramienta asignadas, sean cimentadas y niveladas, verificando periódicamente esto último. Pues estos aspectos son muy importantes para obtener la precisión y acabado, establecidos por las normas.

Es necesario, contar con todas las normas sobre pruebas mecánicas propuestas como mínimas por el SINALP (apéndice 9) para que un laboratorio de pruebas mecánicas, pueda ser acreditado. - - Pues si se pretende dar servicio a la industria se debe ser capaz, de fabricar probetas de todo tipo.

Se requiere, en caso de dar servicio a la industria; crear un puesto de técnico especializado en fabricación de probetas, considerando, que la persona o personas destinadas para tal fin, deberán recibir previamente cursos de entrenamiento.

Es conveniente, establecer un programa de mantenimiento para cada una de las máquinas-herramienta, con el fin de que se encuentren en las mejores condiciones posibles. Se deben elaborar, - hojas de procedimientos para la fabricación de probetas, con el objeto de seguir la misma secuencia en el proceso, además de que, sirven como base para el control de la producción.

Si se cumplen las recomendaciones anteriores, será factible fabricar las probetas para pruebas mecánicas en la escuela.

Como el laboratorio de pruebas mecánicas, en la ENEP-ARAGON, no

tiene un lugar donde este integrado todo su equipo; y si uno de los fines, es el de dar servicio a la industria. Creemos conveniente que se le asigne un local, que reúna las condiciones de: espacio, atmósfera, distribución, iluminación y organización. Ya que, actualmente se encuentra disperso, además de que está a la mano de los alumnos; expuesto a la humedad y el polvo, que lo dañan completamente.

Es necesario, elaborar un programa de calibración (apéndice 3) para cada una de las máquinas ensaye, pues hasta la fecha no han sido verificadas en cuanto a lo anterior.

Se requiere, establecer un programa de mantenimiento para las mismas; con el fin de tenerlas siempre en buenas condiciones de operación.

El laboratorio, deberá contar con un programa interno para el aseguramiento de la calidad, que sea apropiado al tipo, rango y volumen de trabajo realizado. El cual deberá contener la información mencionada en el Capítulo IV, además, debe estar registrada en un manual de calidad. Puesto que, es uno de los requisitos que establece el SINALP (comité de la industria metal-mecánica), para otorgar el acreditamiento a los laboratorios de pruebas. Debe existir, un sistema para identificar las muestras que van aprobarse, mediante documentos que aseguren que no haya confusión, en relación con la identidad de los productos probados; ni con los resultados de las mediciones realizadas.

Se requiere, establecer un sistema de manejo de muestras, donde se especifique; manejo y montaje, con el fin de evitar daños a las mismas.

Es necesario estructurar, un sistema de pruebas y análisis, con los requisitos mínimos establecidos por el SINALP. (Capítulo IV)

Si se va a dar servicio a la industria, es necesario que se adquiera un probador de dureza Rockwell superficial. Pues con el equipo existente, no es posible probar materiales muy delgados.

También, es necesaria la adquisición de extensómetros que se -- ajusten a las longitudes calibradas, especificadas por la norma B-172-1970, ya que, no contamos con ningún extensómetro que se -- apegue a estas.

Es necesario, comprar agarradores de especímenes estandar; mordazas de cuña (pues las que se tienen están en muy malas condiciones); revestimientos para mordazas de cuña (no se tienen); - insertos lima, y mordazas de autoalineamiento tipo K.

NOTA: Los accesorios citados anteriormente, pueden ser fabricados en la escuela, con el apoyo de los alumnos de servicio social, y de los técnicos académicos.

Es necesario; antes de arrancar el presente proyecto, realizar un estudio, sobre los servicios que presta la D.G.N., analizando los costos. Además sugerimos, que las máquinas de ensaye -- sean calibradas usando el servicio de la D.G.N., ya que, de -- otra manera, sería muy costoso adquirir los anillos de calibración.

No solamente, se puede dar servicio a la industria metal-mecánica. Pues se cuenta con la experiencia y específicamente con la máquina universal, que nos dan la posibilidad para brindar servicio a la industria de la construcción.

El laboratorio de pruebas mecánicas de la ENEP-ARAGON, puede -- ser integrado, dados los recursos humanos, técnicos y materiales que se tienen; lo único que hace falta, es administrarlos y organizarlos para que en un momento dado, este pueda ser acredita

tado. Para hacer posible, brindar servicio a la industria, y -
de esta manera establecer la relación ENEP-Industria que se - -
pretende.

APENDICE 1

DIARIO OFICIAL
ORGANO DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DE LOS
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

México D.F.... Lunes 21 de abril de 1980

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL

Decreto que establece el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

JOSE LOPEZ PORTILLO, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere el artículo 89 fracción I de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en lo dispuesto en los artículos 33 Fracciones XII y XX, 34 Fracciones VIII, XIV, y 35 Fracción VII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y 10. y 28 de la Ley General de Normas y de Pesas y Medidas y.

CONSIDERANDO

Que el plan Nacional de Desarrollo Industrial fue concebido con el propósito fundamental de propiciar un crecimiento económico-dinámico, ordenando y sostenido y entre sus objetivos se cuentan: reorientar la producción hacia bienes de consumo básico, desarrollar ramas de alta productividad integrar la estructura-

industrial desconcentrar territorialmente la actividad económica y equilibrar las estructuras de mercado;

Que como apoyo importante del plan y para la realización de sus objetivos, resulta necesario establecer un Sistema Nacional de Laboratorios de Pruebas, con el objeto de controlar y elevar -- los niveles de calidad de producción de la industria Nacional, -- para hacerla más competitiva en los mercados Nacionales e internacional;

Que en las diversas ramas industriales del país se requiere, para incrementar su eficiencia, la intervención organizada y reconocida de laboratorios de pruebas que sean confiables;

Que también en otras ramas de la productividad nacional se requiera la realización de pruebas a los productos con motivo de transacciones internas y externas, a lo que contribuirán los laboratorios que integren el sistema nacional que se proyecta;

Que es necesario aprovechar la experiencia y fomentar las inversiones de los laboratorios que actualmente están dedicados a -- estas actividades así como estimular la creación de nuevas instalaciones;

Que es de interés público contar con un sistema oficial a nivel nacional que regule y vigile la confiabilidad técnica de -- estos servicios y las actividades de control y certificación de la calidad;

Que con la creación de un Sistema Nacional de Laboratorios de Pruebas, nuestro país podrá ingresar al Sistema Internacional de Acreditamiento de Laboratorios, lo que permitirá que los laboratorios que la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial

haya acreditado puedan dictaminar sobre la calidad o especificaciones de los productos a título particular, tanto a nivel nacional como internacional, reduciendo los costos y la fuga de divisas que representa la utilización de laboratorios del extranjero; he tenido a bien expedir el siguiente.

DECRETO QUE ESTABLECE EL SISTEMA NACIONAL DE ACREDITAMIENTO DE LABORATORIOS DE PRUEBAS

ARTICULO PRIMERO: Se establece el Sistema Nacional de Acreditamiento de laboratorios de Pruebas, con objeto de otorgar reconocimiento oficial a laboratorios de pruebas, atendiendo a la confiabilidad técnica de los servicios que presten.

ARTICULO SEGUNDO: La Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, por conducto de su Dirección General de Normas, otorgará el acreditamiento a los laboratorios de pruebas de conformidad con lo previsto en el presente decreto y en las bases de operación del Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas.

ARTICULO TERCERO: El sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas es de Jurisdicción Federal. Los laboratorios interesados en ostener el acreditamiento deberán solicitarlo a la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.

ARTICULO CUARTO: La Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, otorgará el acreditamiento a los laboratorios de Pruebas, a solicitud de parte interesada previa comprobación de que poseen el equipo, los recursos y la capacidad necesaria para emitir en áreas determinadas dictámenes técnicos.

ARTICULO QUINTO: Los laboratorios se agruparán por ramas específicas y serán registrados en un Directorio Nacional de Laboratorios de Pruebas que manejará la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, la cual publicará periódicamente en el "Diario Oficial" de la Federación, -- una relación actualizada de los laboratorios registrados, así como, en su caso, de las correspondientes cancelaciones.

ARTICULO SEXTO: La Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, establecerá Comités de Normalización de laboratorios de Pruebas, por ramas específicas que fungirán como grupos de apoyo y Consulta en los asuntos relacionados con el Acreditamiento Oficial y que formarán parte del Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas.

ARTICULO SEPTIMO: Los Comités de Normalización de Laboratorios de Pruebas se integrarán por técnicos calificados y con experiencia en los asuntos de las ramas respectivas y serán designados por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. Los productores, consumidores, usuarios de Servicios, Laboratorios de pruebas podrán proponer la designación de técnicos calificados para tal objeto.

ARTICULO OCTAVO: El resultado de las pruebas que realicen los laboratorios acreditados se hará constar en un dictamen que será firmado, bajo su responsabilidad, por la persona facultada por el propio laboratorio para hacerlo.

Quando los interesados requieran que los productores sean certificados respecto del cumplimiento de determinada Norma Oficial Mexicana o respecto de cualquiera de sus especificaciones deberán solicitar la certificación a la autoridad competente sobre la materia de que se trate.

ARTICULO NOVENO: La Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, vigilará que los laboratorios de Pruebas acreditados cumplan con lo ordenado en el presente Decreto y demás disposiciones que rijan el funcionamiento del Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Pruebas.

ARTICULO DECIMO: Previa audiencia de los interesados la ya citada Dirección General de Normas podrá suspender o cancelar el registro de los laboratorios de pruebas acreditados, en los siguientes casos:

- I. Cuando no proporcionen en forma oportuna y completa a la propia Dirección General de Normas los informes que les sean requeridos respecto a su funcionamiento y operación.
- II. Cuando modifiquen sin autorización de la Dirección General de Normas el equipo necesario para emitir en áreas -- determinadas, dictámenes técnicos.
- III. Cuando disminuyan sus recursos o su capacidad, necesarios para emitir los dictámenes técnicos en áreas determinadas.
- IV. Cuando impidan u obstaculicen las funciones de Vigilancia que a la Dirección General de Normas le confiere el presente decreto; y
- V. Cuando no cumplan lo ordenado en el presente Decreto y en las demás disposiciones que rijan el funcionamiento del Sistema Nacional de Acreditamiento de laboratorios de -- pruebas.
- VI. Cuando emitan dictámenes falseados.

VII. Cuando se nieguen injustificadamente a proporcionar el servicio a quien se los solicite.

ARTICULO DECIMO PRIMERO: El reconocimiento oficial de los laboratorios de pruebas y la expedición de certificaciones oficiales de productos que expida la autoridad competente causarán los derechos que establezcan el Decreto respectivo.

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO: El presente Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el "Diario Oficial" de la Federación.

ARTICULO SEGUNDO: La Secretaría de Patrimonio y fomento Industrial, oyendo la opinión de las autoridades competentes para emitir las certificaciones de que se trate, expedirá las Bases de Operación del Sistema Nacional de Acreditamiento de laboratorios de pruebas, misma que serán publicadas en el "Diario Oficial" de la Federación.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los nueve días del mes de abril de mil novecientos ochenta, José López Portillo.- Pública.- El Secretario de Hacienda y Crédito Público, David Ibarra Muñoz Rúbrica.- El Secretario de Programación y Presupuesto, Miguel de la Madrid.- Rúbrica.- El Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, José Andrés Oteyza.- Rúbrica.- El Secretario de Comercio, Jorge de la Vega Domínguez.- Rúbrica.- El Secretario de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Francisco Merino Rábago. Rúbrica.

APENDICE 2

DECRETO QUE ESTABLECE EL SISTEMA
NACIONAL DE CALIBRACION

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados -
Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

JOSE LOPEZ PORTILLO, Presidente Constitucional de los Estados -
Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere -
el artículo 1º 89 fracción I de la Constitución Política de los
Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 1º,-
3º, 13 y 19 de la Ley General de Normas y de Pesas y Medidas y-
5º, 6º, 7º y demás relativos del Reglamento de la Ley sobre Pe-
sas y Medidas, y

CONSIDERANDO:

Que es indispensable establecer un sistema que permita autori-
zar y controlar la calibración de los patrones de medida e ins-
trumentos de medir, con el objeto de obtener resultados confia-
bles en las mediciones las que se emplean en todos los campos -
de la actividad humana, cultural, económica e inclusive, en re-
lación con la salud de las personas.

Que asimismo, este sistema resulta necesario para complementar-
diversas disposiciones existentes en materia de normalización -
integral y como medida de apoyo al sistema nacional de acredita-
miento de laboratorios de pruebas.

Que para obtener resultados confiables en las mediciones se re-
quiere contar con patrones de medida que permitan satisfacer --

las necesidades nacionales de medición, en concordancia con las prácticas internacionales.

Que es conveniente aprovechar la experiencia y las Inversiones de quienes en el país realizan actividades de medición, así como estimular la creación de nuevas instalaciones que se dediquen a ellas, he tenido a bien expedir el siguiente:

DECRETO QUE ESTABLECE EL SISTEMA NACIONAL DE CALIBRACION

ARTICULO 1º

Se establece el Sistema Nacional de Calibración con objeto de autorizar a determinados laboratorios para que presten servicios técnicos de calibración y por conducto de la persona física que acrediten, expidan certificados sobre operaciones de medición.

Se entiende por calibración para los fines de este Decreto, el ajuste que se realiza en un patrón de medida o en un instrumento de medir para que opere con determinada exactitud o grado de precisión.

ARTICULO 2º

La autorización para la prestación de los servicios a que se refiere el artículo anterior la otorgará la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, por conducto de su Dirección General de Normas, a aquellos laboratorios que lo soliciten y cuenten con el personal técnico, las instalaciones y equipo que se requieran en las correspondientes bases de operación.

ARTICULO 3°

El resultado de calibración de patrones de medida y de instrumentos de medir se hará constar en dictamen del laboratorio autorizado suscrito por el responsable del mismo, en el que se indicará el grado de precisión correspondiente además de los datos que permitan la identificación del patrón de medida o del instrumento de medir.

Las operaciones sobre medición se harán constar en certificados que deberá expedir bajo su responsabilidad, la persona física que cada laboratorio acredite para tal fin.

Cuando los interesados requieran certificaciones de los dictámenes de los laboratorios autorizados, deberán solicitarlas a la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.

ARTICULO 4°

Los interesados que requieran del uso de patrones nacionales de medida deberán solicitar a la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial el servicio de calibración y la certificación correspondiente. En su caso, la certificación podrá expedirse con base en el dictamen de alguno de los laboratorios autorizados conforme a este Decreto, sin perjuicio de comprobar el grado de precisión por los medios técnicos que se consideren adecuados.

Los fabricantes y reparadores de patrones e instrumentos de medir deberán registrarse en la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial y utilizar patrones de medida autorizados por dicha Dirección, con los correspondientes grados de precisión requeridos para la fabricación o

reparación de los mismos, en los términos de las Bases de Operación.

ARTICULO 5°

Para integrar el Sistema Nacional de Calibración, la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial determinará y controlará a través de la Dirección General de Normas, los patrones nacionales de las unidades básicas y derivadas del Sistema Internacional de Unidades de Medidas en cada magnitud, poseyéndolos y manteniendo los por sí misma, o bien seleccionándolos y autorizando los entre aquellos que posean los laboratorios que formen parte del Sistema Nacional de Calibración.

Los patrones nacional que posean los laboratorios autorizados, deberán ser registrados ante la Dirección mencionada.

Se entiende por mantenimiento de los patrones, todas las operaciones destinadas a conservarlos en buen estado, a fin de garantizar su grado de precisión.

ARTICULO 6°

Lo dispuesto en el presente Decreto no limita ni restringe las atribuciones de la Secretaría de Comercio ni de otras autoridades en materia de verificación e inspección de taras e instrumentos de medir, uso de éstos y en general, en relación con los actos de medición bien sea que éstos se realicen en el momento de la transacción o cuyo resultado se indique en las etiquetas, envases o empaques.

ARTICULO 7°

Previa audiencia de los interesados, la Dirección General de -- Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, po-

drá cancelar la autorización a los laboratorios a quienes se le otorgue con base en este Decreto en los siguientes casos:

- I. Cuando no proporcionen en forma oportuna y completa a la propia Dirección, los informes que les sean requeridos -- respecto a su funcionamiento y operación.
- II. Cuando disminuyan sus recursos humanos o técnicos para -- realizar las actividades comprendidas en la autorización -- en detrimento de la prestación del servicio.
- III. Cuando impidan u obstaculicen las funciones de vigilancia que a la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial le competen conforme a este Decreto.
- IV. Cuando incumplan lo ordenado en el presente Decreto o las demás disposiciones que rijan el funcionamiento del Sistema Nacional de Calibración.
- V. Cuando emitan dictámenes falseados.
- VI. Cuando se nieguen injustificadamente a proporcionar el -- servicio de calibración a quien lo solicite.

ARTICULO 8°

La autorización a los laboratorios para que presenten los ser vicios a que se refiere el artículo 1° de este Decreto la expedición de certificaciones oficiales de los patrones de medida y -- los demás servicios que preste la Dirección General de Normas -- de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, relacionados con el Sistema Nacional de Calibración, causaran los derechos que establezca el Decreto respectivo.

TRANSITORIOS:

ARTICULO PRIMERO

El presente Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el "Diario Oficial de la Federación".

ARTICULO SEGUNDO

La Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, previa opinión de la Secretaría de Comercio, expedirá las bases de operación del Sistema Nacional de Calibración, las que deberán ser publicadas en el "Diario Oficial de la Federación".

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal a los veintinueve días del mes de mayo de mil novecientos ochenta.- José López Portillo.- Rúbrica.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. David Ibarra Muñoz-Rúbrica- Secretaría de Programación y Presupuesto. Miguel de la Madrid Hurtado.- Rúbrica.- Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. José Andrés Oteyza. Rúbrica.- Secretaría de Comercio, Jorge de la Vega Domínguez.- Rúbrica.

APENDICE 3

CRITERIOS PARA CALIBRACION DE EQUIPO DE LABORATORIO

El laboratorio de pruebas tiene la responsabilidad de asegurarse de que su equipo es el apropiado para el propósito para el cual va a ser utilizado, así como que esa característica la va a conservar durante toda la vida útil del equipo en cuestión.

Desde este punto de vista la calibración, es solamente uno de -- los elementos que forman las responsabilidades que tiene un laboratorio en relación a sus equipos y jamás debe ser considerada por si misma como suficiente para asegurar la precisión de -- las mediciones.

La responsabilidad total con respecto al equipo, implica tanto su selección, su instalación, su mantenimiento y las verificaciones en servicio entre calibraciones sucesivas como su manejo adecuado en operación. El gerente o directivo del laboratorio no debe considerar que la calibración es un elemento aislado de todos los otros factores.

Las calibraciones pueden realizarse, ya sea por el mismo laboratorio o utilizando servicios de calibración externos. Es esencial que se cuente con el nivel de competencia apropiado para -- cualquier aproximación.

Existe una serie de especificaciones para el uso de los sistemas de calibración tales como:

MIL C-45662 A Requisitos para un sistema de calibración.
(EE.UU.)

AQAP - 6 (NATO)	NATO Requisitos para un sistema de Medición y Calibración para la Industria, Edición 2
DEF STAN 05-26/2 (REINO UNIDO)	Requisitos para un sistema de Medición y Calibración para la Industria
AS 2415 - 1980 (AUSTRALIA)	Requisitos para un sistema de Calibración
BS 5781:1979 (REINO UNIDO)	Sistemas de Medición y Calibración

Estas especificaciones son útiles como referencias básicas para los sistemas de acreditamiento de laboratorios que quieran desarrollar sus propios criterios en relación con la calibración -- del equipo de laboratorio.

Todo equipo nuevo de mediciones cuantitativas debe calibrarse - antes de ser puesto en servicio. Dependiendo de la parte del - equipo de que se trate, la calibración debe efectuarse en el lu - gar de fabricación o después de haberse instalado en el labora- torio. Si el equipo puede ser transportado sin peligro de oca- sionar defectos en la precisión, es razonable aceptar que las - calibraciones se efectúen en el lugar de fabricación. Por el - contrario todo equipo frágil puede requerir ser recalibrado des- pués de su instalación.

Antes de que un sistema de acreditamiento de laboratorios pueda aceptar las calibraciones efectuadas por fabricante extranjero - en, debe asegurarse de la competencia del fabricante extranje- ro en cuanto a una trazabilidad apropiada al patrón nacional o - internacional de medición.

Muy pocos métodos de prueba normalizados estipulan los requisi-

tos o recomendaciones sobre la frecuencia de calibración del equipo de laboratorio.

Algunos sistemas nacionales de acreditamiento de laboratorio incluyendo a NATA en Australia y TELARC en Nueva Zelandia han publicado guías que consideran la frecuencia de recalibración para un rango muy amplio de equipo de laboratorio.

El propósito de la recalibración es asegurar la continuidad de la validez de las mediciones.

Tomando en cuenta que las capacidades de los laboratorios individuales que efectúan las revisiones de equipos en servicio varían considerablemente, la solución más equitativa consiste en que el organismo acreditador diseñe o apruebe un programa de calibración individual para cada laboratorio acreditado.

En donde tales programas se empleen, el organismo acreditador puede tomar la decisión de exigir recalibraciones solamente en los casos en donde se observe una situación fuera de control o a intervalos mucho mayores que los requeridos cuando no se utilicen estas medidas para el control de los procesos de medición.

MATERIALES DE REFERENCIA

Numerosos métodos de prueba normalizados aconsejan o sugieren el empleo de materiales de referencia en lugar de una calibración para determinar cuando una parte del equipo de laboratorio cumple con los requerimientos del método de prueba.

En general puede decirse que la calibración referida directamente a patrones primarios de medición es un método más satisfactorio y preciso que el uso de materiales de referencia. Los materiales de referencia normalmente dan un solo punto de comproba-

ción en lugar de cubrir el rango completo de medición. Sin embargo, hay muchas circunstancias en las cuales el uso de materiales de referencia es ventajoso. En ciertos casos no se han desarrollado técnicas de calibración adecuadas. En otros las técnicas de calibración disponibles no reproducen las condiciones de operación experimentadas durante la ejecución de una prueba y requieren forzosamente ser suplementados por la ejecución de pruebas que utilicen materiales de referencia. El uso de materiales de referencia o patrones de trabajo es, en muchas ocasiones, una actividad casi esencial para la supervisión del equipo en servicio efectuada por un laboratorio de pruebas en los períodos entre calibraciones.

MÉTODOS DE CALIBRACION

Aunque hay especificaciones para los sistemas de calibración, existen relativamente pocos métodos normalizados para la calibración del equipo de prueba. Esta deficiencia no era un problema serio cuando los laboratorios nacionales de patrones realizaban la mayoría de las calibraciones del equipo de prueba y así, la calibración era una actividad centralizada, pero sin embargo, hoy en día, ya no es el caso, ahora los laboratorios comerciales y los servicios de prueba proporcionan muchas de las calibraciones que se requieren. Esto ha conducido al desarrollo de una variedad de métodos de calibración del mismo equipo, situación que no es ideal y se hace necesario normalizar los procedimientos de calibración.

INTERVALOS DE CALIBRACION ESPECIFICADOS POR UN SISTEMA DE ACREDITAMIENTO DE LABORATORIOS

Se debe puntualizar que éstos períodos se consideran, por lo general, como el máximo apropiado en cada caso, con tal de que se cumplan los otros criterios que se especifican a continuación.

- (a) Que el equipo sea de buena calidad y con una estabilidad comprobada,
- (b) Que el laboratorio cuente tanto con la capacidad en equipo como con el personal experto para realizar las verificaciones internas, y
- (c) Que si surge cualquier sospecha, o indicios de sobrecargas o malos manejos, el equipo será verificado inmediatamente y después a intervalos moderadamente frecuentes, hasta que se demuestre que su estabilidad no ha sido dañada.

Cuando los criterios que se han señalado no puedan cumplirse, se especificarán intervalos más cortos.

NOTA: Para la máquina de prueba de esfuerzos, el período máximo entre calibraciones sucesivas deberá ser de dos a cinco años.

CALIBRACION DE EQUIPO

La calibración periódica del mayor número de los equipos de pruebas mecánicas es esencial para asegurar que contienen con la exactitud especificada y con los requerimientos de repetitividad.

La calibración periódica no se requiere para algunos equipos, cuya naturaleza es tal que, su calibración es afectada solo por daño o desgaste.

Algunas calibraciones, normalmente requieren el servicio de un especialista de calibración autorizado, otras están, dentro de la capacidad del personal de muchos laboratorios de pruebas y pueden ser realizadas usando equipo disponible dentro del labo-

ratorio de pruebas.

Si por alguna razón, aparece un resultado sospechoso o inesperado, ya sea por sobrecarga del equipo, o mal uso de él. Cuando haya duda sobre las condiciones de exactitud del equipo, este deberá ser recalibrado.

Los equipos de pruebas mecánicos, pueden ser calibrados por el laboratorio nacional de medidas o por un laboratorio registrado por la D.G.N.

La información relacionada con la calibración, puede consultarse en alguna de las oficinas de la D.G.N.

La tabla 3 muestra los intervalos de recalibración, generalmente usados en algunos equipos. Los períodos citados, son los intervalos máximos; estos son aplicados a equipos de buena calidad y estabilidad, y no deben ser excedidos. Aunque una frecuente recalibración, puede ser requerida por un número particular de equipos:

En la tabla siguiente, están indicados con (*), todos aquellos que pueden ser calibrados por el personal del laboratorio. Sin que haya necesidad de acudir a un especialista autorizado.

TIPO DE EQUIPO	PERIODO MAXIMO ENTRE CALIBRACIONES SUCESIVAS
Acelerómetros	1 año
Barómetros	5 años (limpieza de mercurio, espacio de vacío y un indicador)
Medidor de disco	*2 años o menos, dependiendo del uso.

Extensómetros tipo:

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| (1) Palanca y de espejo | 5 años |
| (2) Micrómetro de tornillo | 5 años |
| (3) Indicador de disco | 2 años |
| (4) Registrador con energía eléc. | 2 años |

Máquina de pruebas de esfuerzos.
(tensión, compresión, universal)

Tipo 1. Sistema de medición de fuerza mecánica

- | | |
|----------------------------|--------|
| (1) Peso muerto | 5 años |
| (2) Filo, palanca y romana | 5 años |
| (3) Dinamómetro de péndulo | 2 años |
| (4) Dinamómetro elástico | 2 años |

Tipo 2. Sistema de medición de fuerza preneumática de hidráulica.

- | | |
|---|---------|
| (1) Sistema mecánico incorporado un enlace neumático o hidráulico. e.g., con cilindro proporcional. | 2 años |
| (2) Tubo de Bourdon y diafragma medidor de presión como indicador de fuerza. | 6 meses |

- (3) Tipo (2) apto también - 1 año
con un medidor maestro,
el cual puede ser des--
conectado durante una -
prueba normal.
- (4) Tubo de Bourdón o dia-- 2 años
fragma medidor usado so
lo como un detector nu--
lo para un sistema mecá--
nico.
- (5) Tubo de Bourdón con - - 2 años
transductor eléctrico

Tipo 3. Fuerza eléctrica --
sistema de medición

Medidor de bloques

1. Usado como referencia 4 años
2. Usado como equipo de traba
bajo.
- Prueba de dureza para meta- Chequeo diario del probador en -
les uso.
1. Máquinas Brinell, Vic- - 1 año (calibración parcial)
kers y Rochwell 3 años (calibración total)
2. Microscopios Brinell porta
táctiles 1 año
3. Penetrador de diamante 1 año (inspección)

4. Probadores portátiles de dureza 3 años (calibración completa)
 Chequeo rutinario para usarse --
 diariamente al probador en uso.
 1 año (calibración parcial)
 3 años (calibración total)

Probadores de dureza para caucho, plástico y ebonita. 3 años

1. Probadores de peso muerto para caucho (goma) -- (BS903 métodos N,H,L,M).
 2. Probadores de peso muerto para plásticos 3 años
 3. Durómetros para caucho (goma) Chequeo frecuente por uso, a los bloques de dureza.

Higrómetros

1. Higrómetros tipo assman- y tipo coctél * 6 meses (comparando con los termómetros a la temperatura de cuarto con mecha seca).
 10 años (completa).
 2. Registradores con exactitud de $\pm 1\%$ R.H. 2 años
 3. Otros registradores, incluyendo tipo cabello * Semanalmente (con higrómetro Assman)

Máquinas de prueba de Impacto (tipo péndulo)	Inspección frecuente
1. Charpy, Izood y probadores universales para metales.	1 año (calibración parcial) 5 años (calibración total)
2. Probadores Charpy e Izood para plásticos	Inspección frecuente (por uso) - 1 año (calibración parcial) 5 años (calibración total)
3. Herramientas para muestras Micrómetros (de mano)	Checar regularmente
1. Para medición de diámetros abajo de 2.5 mm y espesores menores 1.3 mm.	Mensualmente, dependiendo del uso.
2. Para medir diámetros más pequeños que 2.5 mm y espesores mayores a 1.3 mm Hornos	Mensualmente o menos, dependiendo del uso. 5 años (conforme a: AS2102)
a: Secante	*5 años (variación de temperatura y proporción de evaporación).
b: De envejecimiento	5 años o menos, dependiendo de las tolerancias permisibles. (variaciones de temperatura y tiempo de recuperación).

Medidores de Vacío y Presión

- | | |
|--|--|
| 1. Medidores de pruebas usados para calibración de medidores de trabajo. | 1 año |
| 2. Medidores de trabajo sujetos a sacudidas de carga. | *6 meses o menos, dependiendo del uso. |
| 3. Medidores de trabajo, no sujetos a sacudidas de carga. | *1 año |

Probadores medidores de Presión

- | | |
|----------------|---------|
| 1. Peso muerto | 10 años |
| 2. Manómetros | 10 años |

Dispositivos de Prueba, para calibración de máquinas-probadoras de esfuerzo.

Tipo 1. Dispositivos elásticos.

- | | |
|--|--------|
| 1. Medidor de disco para medición de flexión | 2 años |
| 2. Micrómetro de tornillo, para medir deflexión (indicación mecánica u óptica) | 5 años |

3. Medidores eléctricos de deflexión	2 años
Tipo 2. Probadores de palanca	5 años
Tipo 3. Probadores de Pesas	10 años
Máquinas Probadoras de Tierra (suelo) y máquinas similares con medidor de disco-tipo resorte para medición de fuerza.	2 años
Cronómetros	Dependiendo del uso: 1) Cada 3 meses checar por el laboratorio: cada 2 años (calibración completa).
Calibradores de Tacómetros (dispositivos de afinación)	5 años
Tacómetros	1 año
1. De referencia	*6 meses (indicando cero)
2. De trabajo	10 años (completa)
Aparatos de pesas (balanzas y escalas)	
1. 2 filos, tipo de carga constante usando pesas sustitibles	3 años

- | | |
|--|---------|
| 2. 3 filos con cargas mecánicas de todos los pesos | *2 años |
| 3. 3 filos con adición mecánica de pesas de fracciones | *3 años |
| 4. Todos los tipos de escalas y aparatos de pesas | *3 años |

Pesas

- | | |
|--|--------|
| 1. Pesas de acero inoxidable o aleación de cromo-niquel. | 5 años |
| 2. Pesas, tornillo de bulo, de acero inoxidable o aleación de níquel-cromo o integral. | 3 años |
| 3. Pesas de trabajo NML, -- clase B de acero inoxidable o aleación de níquel-cromo | 3 años |
| 4. Pesas de trabajo de exactitud menores a las NML-clase B, incluyendo el -- de los pesos usados para probar la resistencia -- del torno elevador. | 5 años |

APENDICE 4

A continuación, hacemos mención de algunas definiciones que fueron tomadas de la guía ISO-2; con el fin de complementar este trabajo.

Acreditamiento de Laboratorios.- Reconocimiento formal, de que un laboratorio de pruebas es competente para ejecutar, ya sea -- una prueba específica o varios tipos de pruebas.

NOTA 1: El término genérico "acreditamiento", puede cubrir -- tanto el reconocimiento de: a) La capacidad técnica, y la imparcialidad de un laboratorio de pruebas: ó b) Tan sólo su capacidad técnica. El acreditamiento se otorga normalmente, como resultado de una evaluación satisfactoria del laboratorio, seguida de una supervisión.

NOTA 2: Un organismo acreditador puede desear delegar total o parcialmente el trabajo de evaluación de un laboratorio de pruebas en otro organismo competente (agencia evaluadora). Aunque si bien es cierto que este conducto puede ser una solución práctica para otorgar reconocimientos a laboratorios de pruebas; es indispensable que tal evaluación sea equivalente a la efectuada por el propio organismo acreditador, y que éste tome la responsabilidad absoluta para otorgar dicho acreditamiento. El -- término "agencia evaluadora", no ha sido definido, debido a la gran diversidad de convenios que pueden llevarse a cabo.

Laboratorio de Pruebas.- Un laboratorio que mide examina, prueba, calibra o determina cualquier otro modo, las características o comportamiento de materiales o productos (guía ISO-2 Revisión propuesta).

Sistema de acreditamiento de laboratorios.- Un sistema que tiene sus propias reglas de procedimientos y administración, para efectuar el acreditamiento de laboratorios.

Organismo acreditador.- Organismo gubernamental, o no gubernamental, que dirige y administra el sistema de acreditamiento de laboratorios, y otorga el mismo.

Laboratorio acreditado.- Laboratorio de pruebas, al cual se le ha otorgado acreditamiento.

Criterio de acreditamiento.- Un conjunto de requisitos usados por un organismo acreditador, los cuales debe cumplir un laboratorio de pruebas para ser acreditado.

Evaluación del laboratorio.- Examen efectuado a un laboratorio de pruebas, para comprobar si está de acuerdo con los criterios específicos que se hayan establecido.

Evaluador de laboratorios.- Individuo que lleva a cabo algunas funciones, o todas las relacionadas con la evaluación del laboratorio.

Método de Prueba.- Procedimiento técnico definido para determinar una o más características específicas de un material o producto.

Comprobación de la precisión de los instrumentos de medición - (trazabilidad): Cadena documentada de comparaciones relacionadas con la precisión de un instrumento de medición, con otros instrumentos de mayor exactitud y en último grado con patrón primario.

Prueba de Eficacia.- Métodos para verificar el desempeño, o actuación de laboratorios de pruebas, por medio de comparaciones efectuadas con otro Laboratorio.

Informe de Prueba.- Documento que presenta los resultados de la prueba y cualquier otra información relacionada con la misma.

Informe de Prueba del Laboratorio Acreditado.- Informe de prueba que incluye, una declaración por parte del laboratorio de pruebas, diciendo que el laboratorio ha sido acreditado para efectuar tal prueba, y que está se realizó cumpliendo las condiciones prescritas por el organismo acreditador.

Signatario Autorizado.- Persona reconocida por el organismo acreditador, para firmar los informes de prueba de un laboratorio acreditado.

DEFINICIONES ADICIONALES

Calibración.- Todas las operaciones que se efectúan con el objeto de determinar los valores de error de un instrumento de medición.

La calibración puede realizarse, con miras a permitir el uso del instrumento como patrón.

Criterios técnicos generales.- Requisitos expresados en términos generales sobre la organización, los recursos humanos y Materiales. Los procedimientos de operación, de calibración y las prácticas de aseguramiento de la calidad de un laboratorio; tales requisitos conforman las bases por las cuales se evalúa la competencia de un laboratorio de pruebas.

Campo de Pruebas.- Amplia esfera de ciencias; la ingeniería o la tecnología que se usa para describir un área general de pruebas con propósitos exclusivos de clasificación, pero no así para el acreditamiento de pruebas específicas ni tipos de estas. Para tales propósitos de acreditamiento, los campos de prueba se subdividen dentro de pruebas específicas, grupos o áreas de productos.

Material de referencia.- Material o sustancia, cuyas propiedades están lo suficientemente establecidas, como para ser utilizadas en la calibración de un aparato o para la verificación de un método de medición.

Control de Calidad del Laboratorio.- Proceso, a través del cual, un laboratorio mide su comportamiento con respecto a las pruebas efectuadas; lo compara con patrones, y actúa en consecuencia para corregir las diferencias.

Aseguramiento de la Calidad del Laboratorio.- Actividad que permite proporcionar a todo el que le concierne, la evidencia necesaria para establecer confianza, en que los resultados de prueba emitidos por el laboratorio sean satisfactorios.

APENDICE 5

SOLICITUD DE ACREDITAMIENTO

Los normalizadores discuten las antecedentes del laboratorio - con el personal a cargo de éste, para asegurarse de que todas - las pruebas solicitadas para ser acreditados, hayan sido includas.

Durante el curso de la visita de evaluación, podría suceder que al laboratorio se le deba aconsejar que modifique alguno de los términos de su solicitud, debido a razones, tales como: expe--riencia insuficiente de un área o campo en particular, incapacidad para medir parámetros de prueba con la precisión requerida o equipo que no cumpla con las especificaciones necesarias para las pruebas.

Los normalizadores discuten estas modificaciones con el perso--nal del laboratorio solicitante para así, llegar a un mutuo ---acuerdo que cubra la amplitud de operaciones en la forma más --conveniente..

El laboratorio debe proporcionar información sobre su personal-directivo, particularmente la de aquellos elementos con la suficiente responsabilidad para poder firmar los informes de prue--ba y autorizar la salida de los resultados fuera del laborato--rio. Esta información es esencial para aquellos miembros del -personal que pretendan ser signatarios autorizados bajo el es--quema SINALP para firmar los documentos emitidos por el labo--ratorio con los resultados de pruebas a los que se agrega el --logotipo SINALP:

El laboratorio debe proporcionar una lista de los principales equipos utilizados y dar los detalles referentes a su calibración (conforme se le requiera).

El laboratorio debe dar información correspondiente a todos los aspectos de sus operaciones tales como los de supervisión, control y entrenamiento del personal, la selección de métodos de pruebas, la comprobación de cálculos y el informe de los resultados de pruebas, así como los sistemas de registro, calibración y mantenimiento del equipo.

Es importante que se anoten comentarios sobre la frecuencia de realización de las pruebas y cargas de trabajo asignadas para ayudar a determinar si el laboratorio cuenta con el suficiente espacio, personal y equipo.

A los normalizadores se les pide analizar en forma crítica, pero objetiva, el acondicionamiento de las instalaciones y su mantenimiento, poniendo particular atención en las condiciones ambientales que puedan afectar la validez de los métodos de prueba y la precisión de los resultados.

A los normalizadores se les pide hacer una entrevista minuciosa del personal del laboratorio particularmente a aquellas que son responsables de autorizar la salida de los resultados del laboratorio hacia el exterior y que están nominados como sigmatarios autorizados.

Dicho personal dirigente debe tener los suficientes conocimientos técnicos y experiencia práctica que le permita prevenir y resolver cualquier problema técnico que pudiera presentarse durante el curso de trabajo del laboratorio. También deben estar capacitados para controlar el trabajo del personal subordinado.

Las calificaciones y experiencia práctica del personal mencionado, no debe de especificarse en forma estricta y rígida pero -- sin embargo deben ser las apropiadas para ejecutar ese trabajo. En muchos casos será necesario que estas personas sean profesionistas calificados, mientras que en otros de trabajo muy rutinario y repetitivo basta con la experiencia suficiente más que las calificaciones académicas.

Para cumplir con los requisitos de inscripción de SINALP, el -- equipo debe también ser revisado y calibrado en forma regular.

A menos que se especifique algún requerimiento en particular, -- los Normalizadores deben examinar los arreglos normales que el laboratorio tenga para asegurar el servicio y mantenimiento de su equipo.

A los normalizadores se les pide que evalúen todos los aspectos de las operaciones de laboratorio poniendo particular atención a las siguientes áreas:

a) METODOS DE PRUEBA. Cuando un laboratorio declara que efectúa pruebas conforme a ciertos métodos en particular, estos deben efectuarse tal y como se indique, ya que es caso contrario -- el laboratorio deberá ser capaz de justificar, (con los datos -- pertinentes de control de calidad si es necesario) cualesquiera desviación o modificación de los métodos reconocidos.

El personal del laboratorio deberá tener fácil acceso al manual de Métodos que detalle todos los métodos de prueba que ellos ne cesiten para ejecutar su trabajo.

b) SUPERVISION Y CONTROL DE PERSONAL. A los normalizadores se les pide que evalúen los siguientes aspectos:

- i) Distribución de trabajo de acuerdo con capacidad y experiencia.
- ii) El entrenamiento del personal "sobre la marcha" en forma teórica y práctica y los programas de capacitación.
- iii) Métodos de comunicación de las instrucciones de trabajo.

c) SISTEMAS DE REGISTRO. Cada laboratorio deberá tener el sistema de registro que juzgue conveniente para sus requerimientos particulares, pero deben cumplir con ciertos principios básicos para cubrir los requisitos del SINALP.

- i) Todos los trabajos solicitados y/o las muestras que se van a probar, deben estar identificadas en forma única, de manera que los registros efectuados en el laboratorio y los informes de resultados relativos respecto a un trabajo en particular o a una muestra determinada correspondan a esa misma identificación.
- ii) Todos los registros de datos efectuados en el laboratorio y las lecturas tomadas, deberán anotarse en cuadernos de trabajo considerados permanentes, o en formatos hechos "ex profeso" (para tal fin) o tarjetas especiales.
- iii) Todos los registros anotados deberán escribirse con tinta no con lápiz, los errores no deberán borrarse sino tacharse y hacer las anotaciones respectivas al lado.

Cualquier alteración efectuada debe rubricarse por si fuera necesario hacer alteraciones posteriores.

- iv) Todas las anotaciones deberán indicar por medio de firma o de iniciales la identidad del personal que efectuó la prueba y en la segunda parte, las de la persona o personas que supervisen o revisen cálculos y transcripciones de los datos.
- v) Todas las anotaciones, informes de resultados de prueba y documentos relacionados, deberán ser conservados por el laboratorio dentro de las limitaciones impuestas por el espacio físico.

Esencialmente se pide que el laboratorio conserve los informes de prueba por lo menos durante 5 años.

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

A los Normalizadores se les pide que evalúen los métodos que utiliza el laboratorio para expedir los informes de resultados.

Para cumplir con los requisitos de SINALP los informes de resultados de prueba deben de contener toda la información relevante asentada en forma clara y libre de ambigüedad y con un contenido subjetivo mínimo.

El formato para evitar el informe debe de normalizarse, de manera tal que incluya la siguiente información:

- Nombre del laboratorio.
- Identificación única (por ejemplo un número secuencial de cada informe).

- Fecha de expedición del informe de prueba.
- Identificación clara y descripción del espécimen
- Presentación clara y sin ambigüedades sobre los resultados de prueba.
- Cualquier otra información objetiva que pueda ser útil (por ejemplo rangos normales).
- La firma de un signatario autorizado.
- La forma correcta de utilizar el logo SINALP, si es que el informe de prueba en particular está acreditado por SINALP. (apéndice 6).

SISTEMA NACIONAL DE ACREDITAMIENTO DE LABORATORIOS DE PRUEBAS

M E X I C O

Pte. de Tecamachalco No. 6
Lomas de Tecamachalco.
Sección Fuentes.
53950 Edo. de México.
Tels. 395-36-93
589-98-77 exts. 205 y 222

SOLICITUD PARA LA INSCRIPCION DE UN LABORATORIO

A nombre de: (Nombre completo de la Dependencia)

Ubicada en: (Domicilio)

Se solicita la inscripción para: (Razón Social)

Ubicado en: (Dirección)

En la Rama de: (Area de Prueba - Ver Nota 2)

En el campo de Pruebas:

Se anexa inscripción por la cantidad de \$ (Ver Nota 3)...

Se designa a: (Nombre completo - Ver Nota 4) como nuestro representante autorizado para este laboratorio.

FIRMA FECHA
CARGO

ACEPTACION DE NOMBRAMIENTO.

Yo: (CARGO)

De: (Dirección de la Empresa o negocio)

Por la presente, acepto la designación como representante autorizado de Laboratorio y declaro que observaré las condiciones establecidas, artículos del SINALP y reglamentos del mismo, y los autoriza para -- que inscriban al Laboratorio y para que mi nombre forme parte del registro de miembros.

FIRMA FECHA

NOTAS PARA EL SOLICITANTE

1. La Dependencia, es el dueño del Laboratorio. Puede ser del Gobierno, Mixta o Privada, es decir una organización, compañía o persona que opere un Laboratorio de Pruebas.

El nombre que aparece en la forma de solicitud deberá ser la razón social por la cual está registrado o incorporado.

2. R A M A S

El S I N A L P está constituido por Comités de expertos que evalúan el Laboratorio en las siguientes ramas:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1. CONSTRUCCION | 5. QUIMICA. |
| 2. ELECTRICA Y ELECTRONICA. | 6. ENVASE Y EMBALAJE. |
| 3. TEXTIL Y DEL VESTIDO. | 7. METAL-MECANICA |
| 4. ALIMENTOS. | 8. METROLOGIA. |

3. CAMPOS DE PRUEBA.

El Sistema SINALP-ILAC, ha dividido los campos de pruebas de medición y calibración en nueve posibilidades que son:

1. Mediciones de Acústica y Vibración.
2. Pruebas Biológicas.
3. Pruebas Químicas.
4. Pruebas Eléctricas.
5. Medición de calor y temperatura.
6. Pruebas Mecánicas.
7. Metrología.
8. Pruebas No-destructivas.
9. Fotometría y Ópticas.

Para cada rama se requiere de una solicitud diferente y se considera como si fuese un laboratorio independiente.

El SINALP publica los requisitos de inscripción para cada una de las ramas, a través de folletos que muestran cuales son las pruebas que se deben incluir en cada caso específico y como deben agruparse por campo. (En caso de no saber como hacer la solicitud, el personal de SINALP, le proporcionará la ayuda necesaria).

CUOTAS Y SUSCRIPCIONES

Las cuotas de inscripción se establecerán proporcionalmente al número de ramas y/o campos de prueba incluidos. Las cuotas anuales serán fijas para cada rama.

Las cuotas para el año de 1982-83, son:

I N S C R I P C I O N

	\$ _____	Por rama.
	\$ _____	Por campo de Prueba.
CUOTA ANUAL	\$ _____	Por rama.

La cuota mínima es de \$ _____ de inscripción, misma que se aplicará a la mayoría de los laboratorios.

La cuota máxima es de \$ _____.

REPRESENTANTE AUTORIZADO.

Es una sola persona nombrada por el laboratorio solicitante para hacer las gestiones administrativas que afecten al Laboratorio - inscrito. (No debe confundirse con el término signatario autorizado, que puede ser diferentes personas que cubran los requisitos del Sistema para firmar los resultados de pruebas).

INFORMACION RELACIONADA CON SINALP.

Las solicitudes deberán examinar detenidamente las publicaciones de SINALP generales y específicas que corresponden a la rama que deseen acreditar.

EL SINALP, TENDRA MUCHO GUSTO EN CONTESTAR CUALQUIER PREGUNTA Y ACLARAR CUALQUIER DUDA, SOBRE LAS SOLICITUDES DE INSCRIPCION

PEDIR INFORMES EN LA SIGUIENTE DIRECCION

A M E C A L P A C
Asociación Mexicana de Comités para el
Acreditamiento de Laboratorios de Prue-
bas, A.C.
Dirección General de Normas.

Puente de Tecamachalco No. 6 - 3er Piso.
Lomas de Tecamachalco.
Sección Fuentes.
53950 Edo. de México.

Tels.-

395-3693
589-98-77 exts. 205 y 222.

A P E N D I C E 6

T A B L A 1.

		C L A S E S		
		I	II	III
	A. ORGANIZACION:			
	1. Razón social y dirección Lab.		X	
	2. Campo acreditación.		X	X
	3. a) Propiedad-status Lab.		X	
	b) Principales dirigentes y organigrama Lab.			
	c) Naturaleza de servicios exteriores utilizados por el Lab.	X		X
	d) Historia.			X
	e) Area actividad geográfica y clientela.			X
	f) Reconocimientos ya adquiridos (Acreditaciones)			X
	4. Seguridad (SEGUROS)			X
	5. Procedimientos en litigios.		X	
	6. Confidencialidad información			
	B. PERSONAL:			
	1. Calificaciones y experiencia de cuadros técnicos principales.	X		
	2. Actividad y calificación del otro personal técnico.		X	
	3. Formación continua de personal.		X	
	C. INSTALACIONES Y EQUIPO:			
	1. Instalación.	X		
	2. Equipo de análisis Mantenim.	X		
	3. Biblioteca.			X
	4. Mantenimiento y limpieza	X		
	D. FUNCIONAMIENTO DE LAB.:			
	1. Métodos de prueba.	X		
	2. Selección, identificación y manejo de muestras	X		
	3. Evaluaciones.	X		
	4. Programa interno Aseguramiento de calidad	X		
	5. Presentación Informe de Pruebas	X		
	E. CALIBRACION DE EQUIPOS:			
	1. Identificación y registro de equipos	X		
	2. Programa de calibración	X		
	3. Patrones, material de referencia, registro	X		
	4. Verificación equipo en servicio.	X		
	F. SEGURIDAD DEL LABORATORIO.			
CLASE I.				
-Elementos FUNDAMENTALES PARA SER ACREDITADOS.				
CLASE II.				
-Elementos que deben EXIGIRSE Y QUE PERMITEN identificar las características del Lab. demandante.				
CLASE III.				
-Información DESEABLE y que complementa la información sobre un Lab. demandante. (No es fundamental para otorgar acreditamiento).				

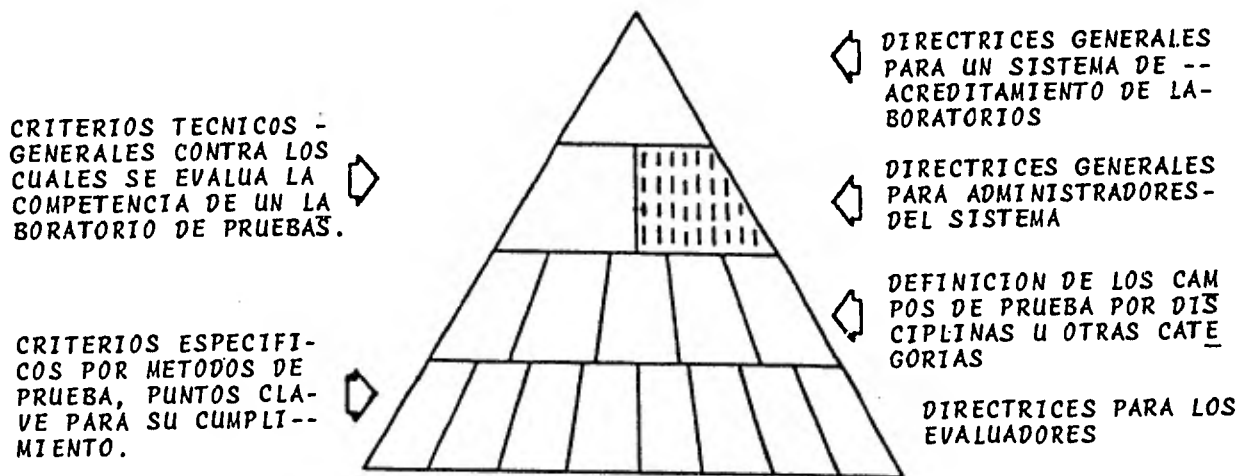


FIGURA 1 MODELO DE ACREDITAMIENTO DE LABORATORIOS.

CRITERIO TECNICO GENERAL

INFORMACION SUMINISTRADA

- . Director del laboratorio y personal supervisor
- . Equipo
- . Registros de calibración.
- . Informes de prueba.

CRITERIOS

Que los recursos físicos y humanos sean los adecuados para el trabajo.

Que el equipo se calibre (verifique) periódicamente.

Que los informes de prueba contengan toda la información y estén firmados por una persona responsable.

CRITERIOS ESPECIFICOS PARA EL METODO DE PRUEBA ASTM-C 177

- . Director del laboratorio con experiencia en las mediciones de proceso térmico.
- . Personal técnico capacitado adecuadamente.
- . Hornillo conforme a los requerimientos dimensionales y térmicos del C 177.
- . Calibración - SRM 1450
- . Informe de Prueba - Grosor, ΔT conductividad térmica, etc.
- . Precisión y sensibilidad - del método de prueba ($\pm n\%$).

DIRECTRICES DEL SISTEMA
Acreditamiento, utilizando equipos de "colegas" como evaluadores y pruebas de eficacia.

DIRECTRICES DE LOS ADMINISTRADORES DEL SISTEMA

PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION

- . Visita in situ
 - Entrevistas
 - Revisión de registros
 - Observar actuación
 - . Pruebas de eficacia
 - Material de muestra (prototipos).
 - Frecuencia
 - Técnica de análisis de datos
- RAMA (Disciplina)**
- . Prueba de conductividad térmica de materiales de construcción.

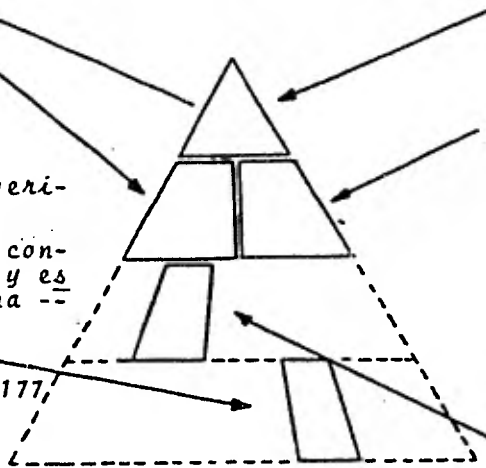


FIGURA 2

EJEMPLO - APLICACION DEL MODELO DE ACREDITAMIENTO DE LABORATORIO A UN METODO DE PRUEBA ESPECIFICO DE PROPIEDAD EN LA TRANSMISION TERMICA.

APENDICE 7

ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CALIDAD
PARA LOS LABORATORIOS DE PRUEBA

- 1.- Normas, Especificaciones Técnicas y Métodos de Prueba
- 2.- Calibración
- 3.- Inventario del Equipo de Prueba Requerido
- 4.- Manejo y Control de las Muestras-Contabilidad
- 5.- Mantenimiento de Registros
- 6.- Documentación de Procedimientos
- 7.- Disposiciones para la prevención de Errores e Imprecisiones
- 8.- Disposiciones para el control de las Condiciones Ambienta--
les
- 9.- Verificación de los Resultados de Pruebas y los Informes.
- 10.- Personal
- 11.- Uso de las Técnicas Estadísticas para el Análisis y Control
de Calidad.

APENDICE 8

TABLA DE LUBRICACION

COMPONENTES	LUBRICACANTE RECONENDADO	METODO Y FRECUENCIA DE APLICACION
Partes moviles de holgura ensamble y cruce ^t as conductoras para maquinas con cruce ^t a conducida inferior.	Grasa quesa con aditivo- E P con un buen grado de Litio (N.L.G.I. # 2)	Levante el tornillos de la cubierta, quite un tornillo colocando en la holgura del resorte de cada borde - en la parte de la cruce ^t a inferior. Cada- dos años haga lo mis- mo Reemplace el resor ^t e y fije el tornillo.
Tornillo de la cruce- ta inferior	Una mezcla de volumen - 50-50 de grasa con medio pedazo de grafito.	Levante los tornillos de la cubierta. Lim- pie los tornillos qui- tando la pelusa con - un trapo mojado de -- aceite. Con un cepillo aplique libremente la mezcla sobre los tornillos y efectúe la reaplica- - ción cuando se vuelva- a acumular material.

Mordazas para especímenes.

Mezcla arriba de 50-50 -

Aplique en los respaldos de las mandíbulas de las cuñas usadas -- para prueba de tensión limpie y reaplique una vez por semana o cuando la capa se endurezca o haya materia acumulada.

Cojinetes del motor

Son suministrados los cojinetes normalmente sellados.

Verifique en la placa del motor si son sellados o no los cojinetes para ver si requieren lubricación exterior.

Contactos eléctricos traseros del interruptor selector de rango

Lubricante de buen grado para limpiar los contactos electrónicos.

Rocie los contactos -- una vez al mes o mas -- frecuentemente si el ambiente es muy corrosivo.

Sistema hidráulico

Un aceite de buen grado (aproximadamente 600 -- S.U.S. c/100°F). - - - (A.G.M.A # 3).

Lubricación automática desde el depósito principal y mantenerlo lleno, verificando el nivel a través de la caratula, cuando el pistón este descendiendo.

Partes móviles de la
cruceta inferior --
conducida por mecanismos
con eliminadores
de holguras en la base
de la máquina.

Un aceite de buen grado
SAE 30.

Puede usarse un lu-
bricante conveniente
en el fondo de los -
agujeros o sobre la
base adyacente de --
los tornillos aceite
toda la semana.

APENDICE 9

Pruebas en que se acreditarán los laboratorios de la rama metal mecánica.

I PRUEBAS DESTRUCTIVAS	NORMA
1. Abrasión	TABER
	DIN
2. Tracción o tensión	W-61-1970
	B-80-1978
	B-117-1969
	B-315-1969
	B-310-1977
3. Dobléz	B-51-1972
	B-113-1981
	B- 16-1977
	B- 3 -1971
	B-128-1964
4. Compresión	
5. Impacto	B-120-1977
	B-121-1964
6. Torsión	
7. Corte	
8. Dureza	W-61-1978
	B-119-1975
	B-116-1969
	B-313-1971
	B-118-1974
9. Aplastamiento	B-129-194

APENDICE 10

ESTUDIO Y CALIBRACION DE UNA MAQUINA
DE ENSAYE UNIVERSAL

- Procedimiento. 1. Estúdiese la construcción de la máquina de ensayo y adviértase, como es usada para aplicar cargas tensivas o compresivas. Hágase un croquis para indicar, como la carga es aplicada y medida.
2. Hasta el límite del espacio disponible sobre la mesa de la máquina de ensayo o hasta el de las pesas disponibles, apliquen se pesas estandarizadas en incrementos, según las indicaciones del instructor y registrense las cargas correspondientes indicadas por la máquina, siempre y cuando la máquina responda a este método de carga.
3. Arréglense las palancas de comprobación de la máquina, y -- hasta el límite del espacio disponible en los platillos o el de las pesas disponibles, aplíquese la carga en incrementos según se indique, y registrense las cargas indicadas. Manténganse -- iguales cantidades de carga en cada platillo.
4. Antes de colocar el anillo de comprobación en la máquina de ensayo, hágase girar la carátula del anillo cuando menos hasta seis revoluciones de distancia del contacto con el mecanismo de la cañuela. Esto se hace de modo que, al aplicar la precarga, -- la cañuela no toque el yunque, pues podría doblarse y causar un gran cambio en la lectura a cero. Colóquese el anillo de -- -- comprobación en posición vertical como se indica en la figura. -- Con la guía inferior apoyada en una placa de acero endurecido y una placa de acero suave presionando la guía superior. Después

de ajustar la máquina para que indique cero de carga, precárguese el anillo hasta el límite especificado por el instructor y luego descárguese.

Obténgase la lectura inicial del anillo, haciendo girar la carátula hasta que el yunque casi toque el tope de la lengüeta. Hágase vibrar la lengüeta flexionando el tope aproximadamente $\frac{1}{2}$ pulgada hacia un lado y soltándolo; luego, hágase girar lentamente la carátula hasta que el yunque toque el tope, condición que es indicada por un sonido zumbante. Léase la carátula hasta la división 0.1 y obsérvese la temperatura. Aplíquese la carga en diez incrementos aproximadamente iguales, pero antes de cada uno, retírese el yunque de la lengüeta. Para cada incremento, regístrense la lectura del dispositivo de calibración y la carga indicada por la máquina. Si la máquina tiene un dinamómetro de palanca, póngase siempre el indicador en equilibrio adelantando el contrapeso como en el caso de las cargas crecientes.

5. Obsérvese la sensibilidad de la máquina para cada carga aplicada, por todos los métodos antes mencionados. La medida de la sensibilidad es el aumento de carga aplicada requerido para producir un movimiento observable en el dispositivo indicador de carga. Pueden colocarse pequeñas pesas auxiliares sobre la base de un aparato mecánico y algunos tipos de máquinas hidráulicas para esta determinación.

Informe. 1. Compútese el error de cada carga indicada como un porcentaje de la carga real. Para cargas indicadas demasiado altas, el error es positivo. Trácese una curva con los errores, como ordenadas contra las cargas indicadas como abscisas. En esta gráfica indíquese el máximo error permitido por la ASTM. Trácese también una curva que muestre la sensibilidad en cada carga.

2. Indíquese en cuáles porciones de rango de carga cubierto por el ensayo, la máquina satisface los requerimientos de exactitud de la ASTM. Derívense conclusiones con respecto a la conveniencia de la máquina para el ensayo ordinario, en lo concerniente a la exactitud y sensibilidad. Si la máquina fue calibrada para una sola porción de su capacidad de carga, discútanse las inexactitudes probables para cargas superiores al límite de calibración.

CALIBRACION DE UN DEFORMIMETRO

Aparatos especiales. Extensómetro o compresómetro y calibrador.

Procedimiento. 1. Estúdiese la construcción general de un deformímetro y nótese cómo puede usarse para medir deformaciones. Hágase un croquis para mostrar como se acciona el indicador.

2. Determínese el factor de multiplicación por la medición cuidadosa de las distancias críticas con una escala de acero.

3. Mídase el tramo de calibración entre dos puntos de contacto de los dos caballetes.

4. Sujétese el deformímetro al calibrador, fijando un yugo al extremo fijo y el otro al extremo movable; retírense entonces las barras espaciadoras. Ajústense el deformímetro y el calibrador para acomodar el rango del deformímetro.

5. Regístrense las lecturas correspondientes del extensómetro y del calibrador, al principio y aproximadamente 10 puntos arriba del rango del deformímetro.

Informe. 1. Compútese el valor del factor de multiplicación de: (a) las mediciones con la escala y (b) el promedio de las -

lecturas caratulares de cada instrumento.

2. Utilizando cada uno de estos factores de multiplicación, -- compútese la constante por la cual una unidad de las lecturas - caratulares del deformímetro deba dividirse para obtener la deformación unitaria correspondiente.

3. Si un registro de calibración es disponible para el calibrador mismo, compute los valores por los cuales las lecturas del-deformímetro deben ser divididas para obtener la correspondiente deformación unitaria en cada incremento de lectura del deforímetro. Transportando las lecturas como abscisas, prepárese - una gráfica que muestre la variación de estos valores sobre el-rango del deformímetro.

BIBLIOGRAFIA

1. *Ensayo e Inspección de los Materiales en Ingeniería.*
Harwer E. Davis
George Earl Trokxell
2. *Metales y Aleaciones II.*
Calvo Rodes Rafael.
3. *Propiedades Mecánicas de los Metales*
Tweeddale, T.
4. *Resistencia de Materiales*
Arthur Morley D.
5. *Ensayos de Materiales*
Memmler, K.
6. *Ciencia de los Materiales*
Anderson Leaver
Alexander, Rawlings
7. *Curso básico de Metalurgia y Siderurgia*
G. Hilly
8. *Introducción a la Metalurgia Física*
Sydney H. Avner
9. *Resistencia de Materiales*
S. Timoshenko

10. *Resistencia de Materiales*
William A. Nash.
11. *Ciencia de Materiales para Ingeniería*
Carl. A Keyser
12. *Mecánica aplicada a la resistencia de los Materiales*
Archie Hidgou
13. *Metalurgia Física para Ingenieros*
Albert G. Guy.
14. *Ingeniería Metalúrgica*
R.A. Higgins
15. *Manual de la máquina Universal*
Tinius Olsen.
16. *Manual de la Máquina de Fatiga*
17. *Manual de la máquina para prueba de impacto.*

DOCUMENTOS QUE PUEDEN CONSULTARSE PARA UN ESTUDIO ADICIONAL

W. J. Youden, "Diagnóstico Gráfico de los Resultados de Pruebas Interlaboratorios", *Control de la Calidad Industrial XV*, 11 mayo 1959 pág. 1-5 (reproducido en *Calibración y Medición precisas. Conceptos y Procedimientos Estadísticos*, H. H. Ku, Ed. publicación especial 300 de la Oficina Nacional de Normas, Washington D.C., vol. 1 feb. 1969).

J. Mandel y T. W. Lashof, "La Evaluación Interlaboratorios de los Métodos de Pruebas", Boletín ASTM No. 239, julio 1959, pág. 53-61.

J. Mandel, "Análisis de los Datos de las Pruebas Interlaboratorios", Noticias sobre Normalización ASTM 5, 3, marzo 1977, pág. 17-26, 56.

"Manual para conducir un Estudio Interlaboratorios de un Método de Prueba", publicación Técnica especial 335, Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, Filadelfia 1963.

BS 5233: "Glosario de Términos usados en Metrología", Instituto Británico de Normas, Londres, 1975.

W. J. Youden y E. H. Steiner, "Manual de Estadística de la Asociación Oficial de Químicos Analistas", Asociación Oficial de Químicos Analistas, Washington, enero 1975.

"Procedimiento Normalizado para Conducir un Programa de Pruebas Interlaboratorios para Determinar la Precisión de los Métodos de Prueba", ASTM E691-79, Anuario 1980 de las Normas ASTM, parte 41, Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, Filadelfia.

ISO 5725-1981 "Precisión de los Métodos de Prueba-Determinación de Repetibilidad y Reproducibilidad mediante las Pruebas Interlaboratorios".

T. W. Lashof, "El Proceso de Medición y la Evaluación de Laboratorios", Publicación Especial de la Oficina Nacional de Normas-No. 591: Memorias del Congreso Nacional sobre el Comportamiento de los Laboratorios de Pruebas; Evaluación y Acreditamiento, -- llevada a cabo en la NBS, Gaithersburg, MD, sept. 25-26, 1979:-

NBS, Washington, agosto 1980, pág. 25-30.

BS5497: Parte 1: La Precisión de los Métodos de Prueba: "Guía para Determinar la Repetibilidad y Reproducibilidad de un Método de Prueba Normalizado", Instituto Británico de Normas, Londres, 1979.

D. Kirkpatrick y J. Horbick, "Pruebas de Eficacia: un Elemento Esencial del Acreditamiento de Laboratorios", Noticias sobre Normalización ASTM, B, 12, diciembre 1980, pág. 14-17.

"Técnicas para las Pruebas Interlaboratorios", División Química, Sociedad Americana para el Control de Calidad, Milwaukee, Wisconsin, 1978.

Programa Nacional Voluntario de Acreditamiento de Laboratorios. "Relación de Métodos, Directrices de Comportamiento y Requisitos de las Pruebas de Eficacia", Registro Federal de los Estados Unidos, 45, 16, enero 23 1980, pág. 5586-5597.

M. Lever y D. U. Munster, "Diseño de Programas para Control de Calidad Interlaboratorios", Bioquímica Clínica, 10, 2, abril 1977, pág. 65-70.

ASTM E548-76, "Práctica Recomendada Normalizada para los Criterios Genéricos que se usan en la Evaluación de las Agencias de Inspección y/o de Pruebas".

"Anteproyecto: Norma Nacional Norteamericana, un Sistema de Calidad Normalizado para Laboratorios", Sociedad Norteamericana para el Control de Calidad, ANSI Z-1 Comité, 1978.

"Norma Nacional Norteamericana, Terminología de los Sistemas de Calidad", ANSI/ASQC A3-1978, páginas 1-4.

"Norma Nacional Norteamericana, Directrices Genéricas para los-Sistemas de Calidad", ANSI/ASOC Z-1.15-1979.

"Normas para el Acreditamiento de Laboratorios Médicos", Norma-IV, Comisión de Acreditamiento e Inspección de Laboratorios, Revisado en Septiembre 1974.

"Principios de la OECD sobre buenas prácticas de Laboratorio pa-ra Pruebas de Productos Químicos", con fecha de Octubre 21, - - 1980.