**Foto:** www.proceq.com

# Durómetros:
## para garantizar la calidad metalmecánica

Metal Actual

Metrología al alcance de la industria.

*Los servicios outsourcing de metrología para medir y controlar la dureza de los metales vienen en aumento; también ha crecido la oferta y la diversidad de instrumentos para que los fabricantes, in situ, puedan inspeccionar y garantizar la dureza de las piezas, las estructuras y los componentes metálicos.*

Hace cinco años muy pocas empresas metalmecánicas se preocupaban por incluir ensayos de dureza en sus controles de calidad. Básicamente, creían a ciegas en la información técnica que les proporcionaban las fichas técnicas de los fabricantes.

Adicionalmente, como consecuencia de la baja demanda en las solicitudes del servicio, hasta el 2011, en Colombia no existían laboratorios acreditados para medir la dureza de los materiales y los productos; la mayoría de las firmas de metrología, simplemente, se dedicaban a realizar las tradicionales pruebas dimensionales y longitudinales.

Paulatinamente, las cosas han cambiado. El país emprendió un largo camino para mejorar sus procesos de medición y, cada vez más, las empresas que fabrican

estructuras, piezas y componentes metálicos miden la dureza de los materiales para garantizar la calidad de sus productos. Así lo explicó el ingeniero Homar Alirio López, experto en metrología de la empresa Sumincol.

Según López, hoy los ensayos de dureza están siendo más solicitados, ya que, entre otras cosas, hacen parte primordial de los requisitos para acceder a las certificaciones de calidad ISO 9001 y Bureau Veritas. Además, debido a la internacionalización de la economía nacional, las empresas, los talleres y las fábricas metalmecánicas, que pretendan incursionar en los mercados internacionales, deben estandarizar sus procesos industriales y certificar calidad en dureza.

Pero no sólo para cumplir los requisitos internacionales es importante verificar la dureza de los metales, el tema va más allá.

De hecho, la inspección de las propiedades físicas de los metales que integran las piezas; los componentes; las construcciones; los sistemas de unión (soldadura, pernos, remaches, etc); e incluso, las herramientas de mano, hace parte, primordial, del conjunto de actividades encaminadas a asegurar un determinado grado de fiabilidad en cualquier proyecto metalmecánico. Mediante la verificación del mismo por medios adecuados durante diferentes fases del proceso productivo.

El principal objetivo de los ensayos y de los instrumentos de medición es garantizar el buen funcionamiento de los productos, su resistencia y durabilidad. Gracias a los ensayos que miden dureza se pueden verificar las condiciones de un material, y sí este cumple o no las normas para una determinada aplicación.

Por estas razones, el control y el monitoreo de la dureza de las piezas metálicas no es un tema que se pueda tomar a la ligera y merece toda la atención del sector. Igualmente, es importante conocer las diferentes alternativas para realizar las mediciones, los ensayos y los instrumentos de medición.

Foto: www.fugro.com

*La medición de la dureza y demás propiedades físicas de los metales es fundamental para garantizar el buen funcionamiento de los productos.*

**La industria nacional está en una situación de competencia con las importaciones, lo que obliga a buscar mecanismos y herramientas para mejorar la calidad y competitividad de los procesos productivos.**

## La dureza y los instrumentos

Antes de entrar en la descripción de los instrumentos de medición, es pertinente mencionar qué es la dureza.

De acuerdo con el Instituto Estadounidense del hierro y el acero, la dureza se define como la resistencia de una sustancia a la indentación. Es decir, es la capacidad de un material sólido para resistir la deformación o la abrasión de su superficie. Está relacionada con la solidez, la durabilidad y la resistencia de los materiales.

La Federación Americana de Sociedades Mineralógicas mide la dureza según la escala de *Mohs*, las sustancias más duras son calificadas con 10, las cuales no son los metales, sino los diamantes y los rubíes. El rango de la escala de *Mohs* para los metales más duros comienza alrededor del 9,5.

Para medir la dureza, la industria cuenta con instrumentos especiales llamados durómetros, los cuales se han popularizado en las empresas que transforman metales, especialmente para la fabricación de útiles, cuchillas, herramientas de mano, moldes y matrices, en la aplicación de tratamientos térmicos y en la fabricación de estructuras metálicas.

Los durómetros son utilizados no sólo en las plantas para controlar la calidad del producto, sino también en los lugares donde prestan el servicio las piezas metálicas, para mantenimiento de las estructuras soldadas, los tanques de agua, gas y aceites, las tuberías y en las infraestructuras petroleras, energéticas y mineras.

El uso de estos instrumentos, también es muy común en la fabricación de aeronaves y en los astilleros, así mismo en la industria militar y la del blindaje.

**Las herramientas manuales requieren también del control de la dureza, ya que pueden romperse, fisurarse, debilitarse o fatigarse en el momento del trabajo duro.**

## Ensayos e instrumentos de medida

Para hallar y registrar la dureza de los metales, una vez que se selecciona el material, los durómetros utilizan varios procedimientos o ensayos. Muchos de estos ensayos pueden realizarse *in situ* y, en general, son poco destructivos y requieren tomar muestras micrométricas imperceptibles. Incluso, también, hay ensayos de alta tecnología basados en ondas ultrasónicas que miden el rebote de dichas ondas sobre la superficie del material y así hallar su dureza.

Los ensayos para medir la dureza se pueden dividir en dos grupos:

a. *Ensayos dinámicos:* En los que se hace impactar un elemento sobre el material a ensayar o por roce entre materiales.

b. *Ensayos estáticos:* En los que se aplica una carga continua sobre el material y después se mide la respuesta a esta carga.

Por lo general, los instrumentos empleados para medir la dureza de los metales se basan en los métodos dinámicos de rebote o de indentación; en ambos casos, el durómetro cuenta con un elemento duro de impacto que ataca la superficie metálica, sin afectarla.

Los de rebote impactan una esfera en el metal y registran el resultado, comparando la velocidad de rebote y de impacto. El rebote será más rápido en los metales más duros que en los más blandos, por lo que el cociente energético es superior

Los que usan aguja rayan la superficie del material estudiado y,

**Avances de la metrología nacional**

El ejercicio metrológico en Colombia se remonta a la Ley 155 de 1959; No obstante, es hasta 1976 con la creación del Centro de Control de Calidad y Metrología de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), y con el apoyo del PTB (*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*) de Alemania que empieza en el país el desarrollo de capacidades metrológicas, para la atención de la industria.

Desde finales del 2010, Colombia se planteó la necesidad de contar con un mejor proceso en este campo, ya que esta proporciona las herramientas para comprender el comportamiento general de cualquier material, lo cual es fundamental a la hora de desarrollar adecuadamente diseños de componentes, sistemas y procesos que sean confiables y económicos; además, competitivos internacionalmente.

Desde aquella época, los avances en el campo de la metrología han sido significativos, hoy esta labor, que antes era función de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), es desempeñada por el Instituto Nacional de Metrología (INM), un ente independiente, con recursos propios, cuya misión principal es la de coordinar la metrología científica e industrial, y ejecutar actividades que permitan la innovación y el desarrollo de materiales de referencia científica de los productos colombianos.

Otro de los objetivos del INM es apoyar las actividades de control metrológico y la diseminación de mediciones trazables al Sistema Internacional de unidades (SI).

Con la creación de este nuevo instituto, el Gobierno Nacional busca completar el Sistema Nacional de la Calidad, con el que se espera que los empresarios puedan comenzar a obtener certificados de conformidad de productos válidos en los países de destino de las exportaciones colombianas.

Es de resaltar que actualmente el INM cuenta con patrones primarios en las magnitudes de tiempo y frecuencia (mediante el átomo de Cesio), humedad y temperatura. Así mismo, el INM cuenta con diferentes medios para recibir las solicitudes de los industriales, bien sea por correo o por la página web www.inm.gov.co, en el link *servicios*, podrán encontrar todas las especificaciones para acceder al INM.

Por su parte, en 2013, el país firmó su adhesión a la Convención del Metro, la segunda Convención Internacional más antigua de la humanidad, la cual se refiere a las mediciones y estandarización de los productos comerciales.

La Convención del Metro está firmada por 56 Estados y opera a través de comités consultivos, cuyos miembros pertenecen a los laboratorios de los institutos de metrología de cada Estado. Dicha oficina también realiza proyectos de investigación sobre la ciencia metrológica y su desarrollo, organiza comparaciones internacionales de prototipos nacionales de medidas, y lleva a cabo calibraciones en los Estados miembros.

Actualmente, el INM está realizando la actualización de la gran mayoría los procedimientos de calibración bajo normas internacionales, con la ayuda de los expertos de los laboratorios nacionales, la academia y algunos institutos de talla internacional.

según la profundidad o el tamaño de la huella que se obtenga, el instrumento reconoce el grado de dureza del material; los metales duros son menos propensos a ser rayados.

**Todos los procesos de producción y servicios requieren de la medición de las variables involucradas; a través de estas es posible deducir si el proceso mejora o empeora, para así tomar las decisiones adecuadas.**

Tal como explica el ingeniero Homar López, estos instrumento s muestran la dureza del metal en una o varias escalas industriales: HL (*Leeb*), HRC (*Rockwell C*), HB (*Brinell*), HV

Foto: img.directindustry.es/

*Durómetro vickers portátil, para la medición in situ.*

(*Vickers*) y algunas más. Para cada escala existe un durómetro; las escalas más comunes se enlistan a continuación:

- *Dureza Brinell*: para este ensayo se emplean durómetros con impactador de bola de acero templado o de carburo de tungsteno. Los instrumentos con esta escala son fáciles de utilizar, aunque, cuando se trata de materiales duros, presentan algunas imprecisiones. Por ejemplo, para medir la dureza de las láminas de acero de menos de 6 mm de espesor el cálculo muestra algunos errores. Este tipo de ensayo también sirve para estimar la resistencia a la tracción.

- *Dureza Knoop*: Mide la dureza en valores de escala absolutas, y se valoran según la profundidad de las marcas grabadas sobre un material mediante un utensilio con una punta de diamante, al que se le ejerce una fuerza estándar.

- *Dureza Rockwell*: La medición de dureza por el método *Rockwell* ganó amplia aceptación por su facilidad de realización y el pequeño tamaño de la impresión producida durante el ensayo. Este método se basa en la medición de la profundidad de penetración de una determinada herramienta, bajo la acción de una carga prefijada.

  El número de dureza *Rockwell* (*HR*) se mide en unidades convencionales y es igual al tamaño de la penetración sobre cargas determinadas. El método puede utilizar diferentes penetradores, los más comunes son las esferas de acero templado de diferentes diámetros y los conos de diamante.

  Es la prueba de dureza más extendida, ya que el resultado se obtiene por medición directa y es apto para todo tipo de materiales. Se suele considerar un ensayo no destructivo por el pequeño tamaño de la huella que deja en el material.

- *Rockwell superficial*: Existe una variante del ensayo *Rockwell*, llamada *Rockwell* superficial, para la caracterización de piezas muy delgadas, como cuchillas de afeitar o capas de materiales que han recibido algún tratamiento de endurecimiento superficial.

- *Dureza Shore*: Al accionar un durómetro de dureza *shore*, el cual es empleado para materiales blandos, la boquilla deja caer un indentador en la superficie del material y mide el rebote; a mayor rebote - mayor será la dureza. Este método es aplicable para el control de la calidad superficial. Es un procedimiento elástico, no de penetración como los otros.

- *Dureza Vickers*: Este método es muy difundido ya que permite medir la dureza en prácticamente todos los materiales metálicos, independientemente del estado en que se encuentren y de su espesor. El procedimiento emplea un penetrador de diamante en forma de pirámide de base cuadrada. Este penetrador es aplicado perpendicularmente a la superficie, cuya dureza se desea medir, bajo la acción de una carga; esta carga se mantiene durante un determinado tiempo, después del cual es retirada y se miden las diagonales del rombo de la impresión que quedó sobre la superficie de la muestra. Para materiales blandos, los valores *Vickers* coinciden con los de la escala *Brinell*, aunque mejora sustancialmente el ensayo *Brinell* para registrar la dureza de láminas de hasta 2 mm de espesor.

- *Dureza Webster:* Emplea máquinas manuales en la medición, es ideal para piezas de difícil manejo como los perfiles largos extruidos. El valor obtenido se suele convertir a valores *Rockwell*, ya que es una escala más extendida en la industria.

Los durómetros también se pueden clasificar según su tecnología de funcionamiento y uso en:

- *Durómetros universales*: Son instrumentos de gran precisión estacionarios o de sobremesa, según la tecnología que emplean, para registrar la medición y entregar el resultado, pueden ser análogos o digitales. Se usan, especialmente, para realizar pruebas detalladas y de alto grado de precisión, fiabilidad y durabilidad.

Cortesía: www.starrett.com

*Durómetro universal análogo de alta precisión.*

Generalmente, consisten en una prensa hidráulica de operación manual diseñada para imprimir un indentador sobre la superficie del material analizado; la presión se mide por un manómetro y se aplica por medio de una bomba de aceite, la pieza de ensayo se coloca en un soporte que puede subir o bajar mediante un tornillo. Estos instrumentos realizan ensayos Rockwell, Brinell y Vickers. Se emplean para medir la dureza de materiales duros; entre otros, de los aceros con alto contenido de carbono.

- *Durómetros portátiles análogos*: Básicamente, son instrumentos para medir *in situ* provistos de un reloj reglado y un indentador, que registra la fuerza o el tamaño de la huella en la superficie del material. Se emplean para medir materiales blandos como los plásticos, los textiles, la madera y algunos metales y aleaciones no ferrosas como el paladio, el aluminio, el zamac, el zinc y el estaño. Por lo general, la medición de la dureza se realiza en escala *Shore*.

- *Durómetros portátiles digitales*: Son dispositivos prácticos, compactos y muy útiles, ya que registran la dureza, a través del elemento indentador tipo

Foto: www.ray-ran.com

*Durómetro portátil análogo.*

esfera. Estos durómetros disponen de un conversor electrónico, que convierte el valor del rebote de la esfera sobre el metal en un valor de medición y le entregan al usuario los resultados de manera pormenorizada en una pantalla digital LCD.

Por su practicidad y precisión, dichos instrumentos son muy populares entre los profesionales del metal; además, el usuario puede elegir en qué escala quiere realizar el registro de la dureza: *Rockwell, Vickers, Brinell, Shore o Leeb*, entre otras.

Algunos vienen en formato de bolsillo, tipo bolígrafo, ocupan poco espacio, no emplean cables y cuentan con un percutor integrado con la interfaz y el software. Estos dispositivos pueden ser usados, incluso, por personal con poca capacitación.

Así mismo, hay durómetros digitales que incluyen una impresora, con conexión mediante *Bluetooth,* puerto USB y una ranura para la memoria auxiliar.

Por lo general, los fabricantes entregan estos equipos con certificado de control de fábrica y bloques patrón, para que el usuario pueda realizar la recalibración regular del instrumento. También disponen de todo tipo de accesorios (equipos de prueba, adaptadores DC, maletín resistente a los impactos y puntas de extensión para medir dureza en piezas con cavidades estrechas y de difícil acceso, entre otros).

El convencimiento de la importancia de inspeccionar y garantizar la dureza y las demás propiedades de los materiales metálicos, ha sido la causa de que, en todos los países industrializados, se hayan publicado códigos, especificaciones y normas relativas a su construcción y mantenimiento.

Cortesía: www.starrett.com

*Durómetro digital con accesorios (maletín protector, extensión, bloque patrón, etc).*

Además, en la mayoría de dichos países, es el propio Gobierno el que establece la obligatoriedad de construir e inspeccionar siguiendo determinadas normas, así como que el personal que ejecute las pruebas tenga unos conocimientos y experiencia mínimos. Así como que los instrumentos de medición se encuentren debidamente calibrados, con referencia a patrones internacionales certificados.

Al mismo tiempo, la industria también se ha hecho eco de esta necesidad, casi se puede decir que no existe una empresa industrial competitiva que no disponga de normas o instrucciones propias, estableciendo las bases de fabricación e inspección necesarias para que los conjuntos o equipos por ella fabricados, cumplan los requisitos de seguridad que los organismos, nacionales e internacionales, fijan para el buen comportamiento en servicio de los metales y sus productos.

Cortesía: www.starrett.com

*Durómetro digital portátil con impresora.*

## Fuentes


- **Homar Alirio López Q.** Ingeniero en control, especialista en calibración dimensional. **h.lopez@sumincol.net** - Jefe de laboratorio de Sumincol SAS. Distribuidor autorizado de Snap-On para Colombia y laboratorio de metrología avalado por Starrett Brasil, con trazabilidad internacional, para la calibración, ajuste y mantenimiento de instrumentos de medición. www.sumincol.net
- Instituto Nacional de Metrología. www.inm.gov.co - www.pce-instruments.com - www.ehowenespanol.com - www.equotip.com - www.interempresas.net