

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

---

**COVENIN  
646-82**

**MATERIALES METALICOS.  
ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL  
(ESCALAS A,B Y C) Y ROCKWELL  
SUPERFICIAL (ESCALAS N Y T).**

**(1<sup>ra</sup>. REVISION)**



## P R O L O G O

La presente norma establece el método de ensayo de dureza Rockwell (Escala A, B y C) y Rockwell Superficial (Escala N y T) y durante su estudio se decidió incluir el contenido técnico de las Normas Venezolanas COVENIN:

646-75 Materiales Ferrosos. Ensayo de dureza Rockwell (Escala A, B y C).

762-75 Materiales Ferrosos. Ensayo de dureza Rockwell Superficial (Escala N y T).

911-75 Verificación de equipos para ensayos de dureza Rockwell y Rockwell Superficial.

Por lo cual las sustituye totalmente.

TRAMITE:

COMITE TECNICO CT7: MATERIALES FERROSOS

PRESIDENTE: ING. ALEXIS FERNANDEZ

VICEPRESIDENTES: DR. ENRIQUE MARTINEZ V.

ING. EDUARDO GARMENDIA

SECRETARIO: ING. KEYLA SOTELDO

SUBCOMITE TECNICO CT7/SC2: "METODOS DE ENSAYOS FISICOS"

COORDINADOR: ING. SILVANA CUSATI

PARTICIPANTES

ACEREX

MIGUEL ACOSTA

MET. ANDINAS

REINALDO AGUILERA

C.V.G. SIDOR

LUISA GONZALEZ

TORVENCA

YOEL BURQUILLOS

TORVENCA

ALCIDES GOMEZ

GENERAL MOTORS

LUISA A. MACHADO

GENERAL MOTORS

ELSA RAMOS

MINISTERIO DE FOMENTO (DIMET)

JESUS JIMENEZ V.

MINISTERIO DE FOMENTO (DIMET)

OMAR BAUTISTA

A.I.M.M.

JESUS VIDAL

C.V.G.

ISAAC REYES

WIRECO

EDUARDO GARMENDIA

DISCUSION PUBLICA: Fecha de envío: 01-07-82

Duración: 45 días

FECHA DE APROBACION POR EL COMITE: 16-11-82

FECHA DE APROBACION POR LA COVENIN: 7-12-82

NORMA VENEZOLANA  
MATERIALES METALICOS. ENSAYO DE  
DUREZA ROCKWELL (ESCALAS A, B Y  
C) Y ROCKWELL SUPERFICIAL  
(ESCALAS N Y T)

COVENIN  
646-82  
(1ra. Revisión)

1 NORMAS COVENIN A CONSULTAR

COVENIN 1354-79 Tablas de conversión de dureza brinell; vickers, rockwell y rockwell superficial.

COVENIN 988-77 Método de verificación de equipos de ensayo.

2 OBJETO

Esta norma establece los métodos de ensayos para determinar la dureza rockwell (escalas A, B y C) y la dureza rockwell superficial (escalas N y T) en materiales metálicos y los procedimientos de verificación de equipos para ambos métodos.

3 CAMPO DE APLICACION

3.1 METODO ROCKWELL (ESCALAS A, B Y C)

3.1.1 Las escalas A y C deben aplicarse únicamente al ensayo de dureza de materiales superiores a 20 HRA y HRC. La escala B debe aplicarse al ensayo de dureza de materiales inferiores a 100 HRB.

3.1.2 En la tabla 1 de la presente norma se da una correlación entre las escalas y sus aplicaciones en materiales típicos:

3.2 METODO ROCKWELL SUPERFICIAL (ESCALAS N Y T)

3.2.1 La escala N es usada en materiales similares a los ensayados en las escalas A y C, pero de menor espesor o en aquellos casos en que se requiera una huella diminuta.

3.2.2 La escala T es usada en materiales similares a los ensayados en la escala B, pero de menor espesor o en aquellos casos en que se requiera una huella diminuta.

TABLA 1.- Escalas A, B y C de dureza rockwell

Símbolo de la escala	Tipo de dial	Carga total, F (kgf)	Penetrador	Aplicaciones típicas de las escalas
A	NEGRO	60	Diamante	Aceros al carbono, cementados, productos de acero delgado, y aceros de superficies endurecidas poco profundas.
B	ROJO	100	1,588 mm bola de acero	Aleaciones de cobre, aceros de bajo carbono; aleaciones de aluminio, fundición maleable, etc.
C	NEGRO	150	Diamante	Aceros, fundiciones blancas, fundición maleable perlítica, titanio, aceros de superficies endurecidas profundas y otros materiales con una dureza mayor a 100 HRB

#### 4 DEFINICIONES

##### 4.1 DUREZA ROCKWELL A Y C

Es el valor dado por la diferencia, entre el número de divisiones totales de la escala externa del indicador de profundidad y el número de unidades correspondiente al incremento de penetración (e). Cada división de la escala corresponde a 0,002 mm del movimiento vertical del penetrador:

$$\text{HRA} = 100 - e$$

$$\text{HRC} = 100 - e$$

##### 4.2 DUREZA ROCKWELL B

Es el valor dado por la diferencia, entre el número de divisiones totales del indicador de profundidad de la escala interna, más un incremento de 30 unidades para evitar medidas negativas en la escala y el número de unidades correspondientes al incremento de penetración (e). Cada división de la escala corresponde a 0,002 mm del movimiento vertical penetrador. Así tendremos que:

$$\text{HRB} = 130 - e$$

##### 4.3 DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL FN o FT

Es el valor dado por la diferencia entre 100 y el número de unidades de medidas contenidas en el incremento de penetración "e", utilizando como penetrador un cono de diamante o una bola de acero. Así tendremos que:

$$\text{HRFN} = 100 - e$$

$$\text{HRFT} = 100 - e$$

#### 5 ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL

(Escala A, B y C)

##### 5.1 PRINCIPIO DEL ENSAYO

El ensayo consiste en imprimir en una probeta de características preestablecidas una huella usando un penetrador de tipo estandarizado (esfera de acero endurecido para rockwell B y cono de diamante

TABLA 2.- Símbolos y abreviaturas. Ensayo de dureza rockwell con penetrador cónico (Escalas A y C)

Número	Símbolos	Designación
1	$\alpha$	Angulo en la punta del cono (120°)
2	—	Radio de curvatura en la punta del cono (0,200 mm)
3	F <sub>0</sub>	Precarga (kgf) (N)
4	F <sub>1</sub>	Carga (kgf) (N)
5	F	Carga total (kgf) (N) F = F <sub>0</sub> + F <sub>1</sub>
6	—	Profundidad de la huella dejada por la precarga antes de la aplicación de la carga
7	—	Incremento en la profundidad debido a la carga
8	e	Incremento permanente de la profundidad de la huella debido a la precarga después de la remoción de la carga. Este aumento se expresa en unidades de 0,002 mm
9	HRA ○ HRC	Dureza rockwell A (HRA) = 100 - e  Dureza rockwell C (HRC) = 100 - e

Los números que aparecen en la izquierda están representados en la Fig. N° 1.

TABLA 3.- Símbolos y abreviaturas. Ensayo de dureza rockwell con penetrador esférico (Escala B)

Número	Símbolo	Designación
1	D	Diámetro del penetrador esférico (1,588 mm)
2	F <sub>0</sub>	Precarga (kgf) (N)
3	F <sub>1</sub>	Carga (kgf) (N)
4	F	Carga total (kgf) (N) $F = F_0 + F_1$
5	-	Profundidad de la huella dejada por la precarga antes de la aplicación de la carga
6	-	Incremento en la profundidad debido a la carga
7	e	Incremento permanente de la profundidad de la huella debido a la precarga después de la remoción de la carga. Este aumento se expresa en unidades de 0,002 mm
8	HRB	Dureza rockwell B $(HRB) = 130 - e$

Los números que aparecen en la columna de la izquierda están representados en la Fig. Nº 2.



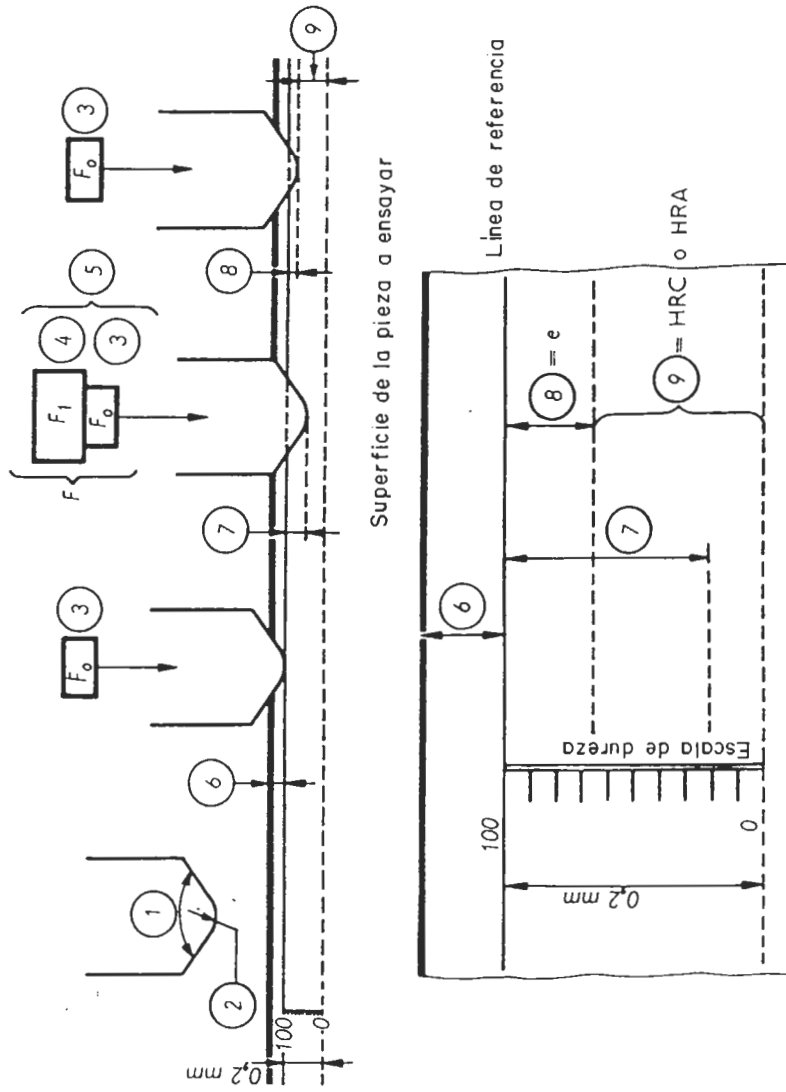


FIGURA. I  
 ENSAYO DE DUREZA ROCKWEL CON PENETRADOS CONICOS (ESCALAS A y C)

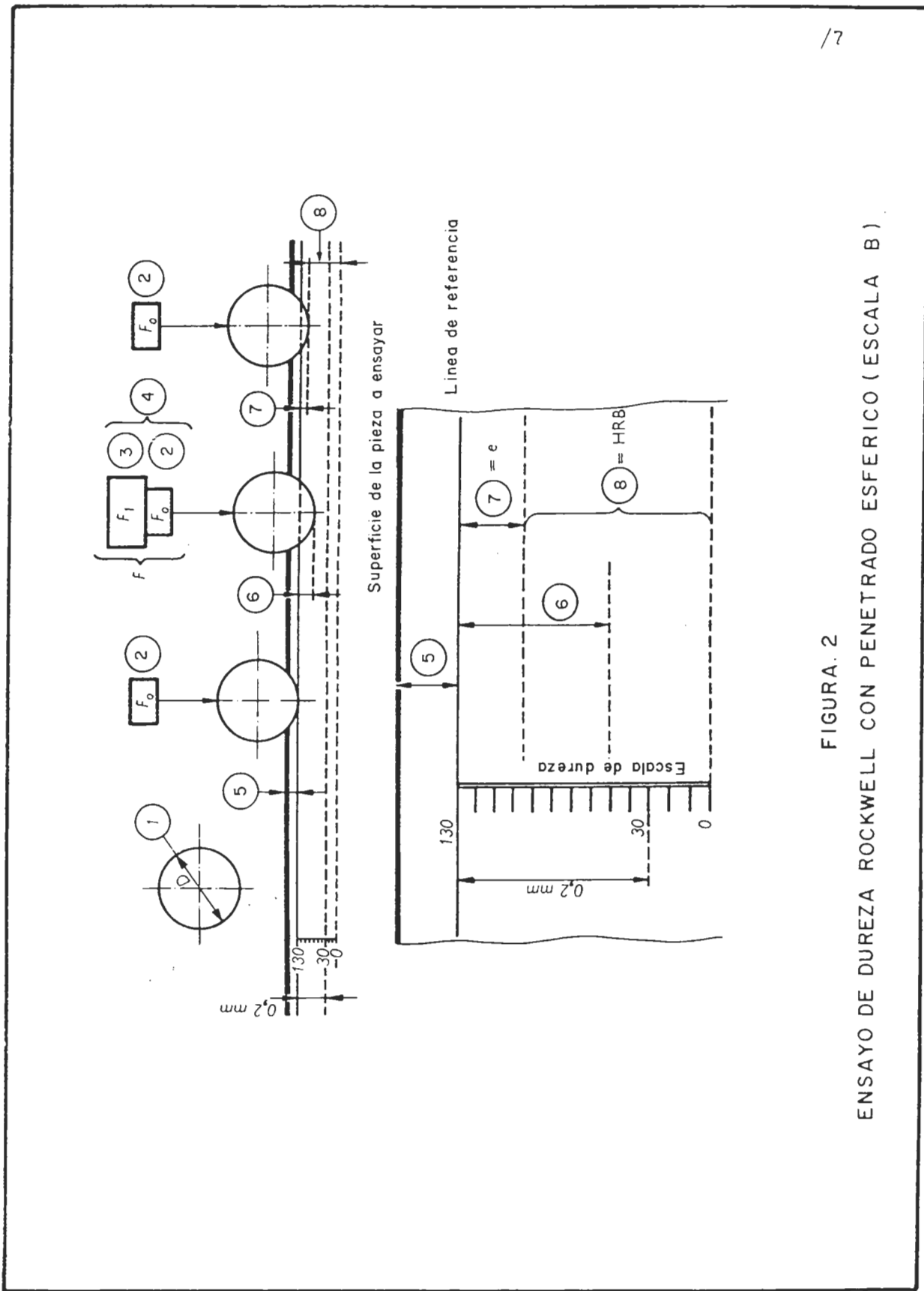


FIGURA. 2  
 ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL CON PENETRADO ESFERICO (ESCALA B)

para rockwell A y C), en dos operaciones (precarga y carga) y medir el incremento de penetración "e" de la profundidad de la huella en las condiciones especificadas para el ensayo.

## 5.2 EQUIPO Y/O INSTRUMENTOS

5.2.1 La verificación del equipo de ensayo se realizará de acuerdo a lo establecido en el punto 7 de la presente norma.

### 5.2.2 Dispositivo para la aplicación de la carga

5.2.2.1 Los dispositivos para la aplicación de las cargas deben permitir la aplicación de la precarga, carga y el retiro de la carga en forma lenta y uniforme, sin choques ni vibraciones.

5.2.2.2 El equipo deberá poseer una tolerancia para la aplicación de la carga de  $\pm 1\%$  del valor especificado.

### 5.2.3 Penetradores

#### 5.2.3.1 Penetrador esférico (Escala B)

Consiste en una bola de acero templado, de una dureza vickers no menor de 850 HV10 con un diámetro nominal igual a 1,588 mm..

#### 5.2.3.2 Penetrador cónico (Escala A y C)

Consiste en un cono de diamante, circular, recto, de punta redondeada con un ángulo interno de  $120^{\circ}$ .

#### 5.2.3.3 Aspecto superficial de los penetradores

El aspecto superficial de los penetradores debe ser controlado con frecuencia, deben estar pulidos y exento de grietas o de otro defecto superficial. Todo penetrador que presente, después del ensayo, una deformación tal que sobrepase la tolerancia indicada en el punto 7.3.1.2, debe ser eliminado y descartados los resultados correspondientes.

### 5.2.4 Indicador de profundidad

El indicador de profundidad debe tener una tolerancia de  $\pm 0,5$  unidades de medida, es decir  $\pm 0,001$  mm..

#### 5.2.5 Soportes

El tipo de soporte a usar dependerá de la superficie a ser ensayada; para el caso de piezas cilíndricas se empleará un soporte con entalla en V, para piezas planas un soporte plano y para el caso de piezas con cierto radio de curvatura se empleará un soporte plano, con una zona elevada de 5 mm de diámetro y 9 mm de espesor (ver figura N° 3).

### 5.3 PREPARACION Y CONSERVACION DE LAS MUESTRAS

El material a ensayar consiste en probetas con las siguientes características:

#### 5.3.1 Superficie

El ensayo debe realizarse sobre una superficie lisa, suave, exenta de óxidos y materias extrañas. La preparación de dicha superficie debe realizarse sin alterar las condiciones originales del material a ensayar, evitando un calentamiento apreciable o su endurecimiento superficial. La superficie de ensayo y la superficie de apoyo deben ser paralelas entre sí y a su vez perpendiculares al eje de aplicación de la carga.

#### 5.3.2 Radio de curvatura

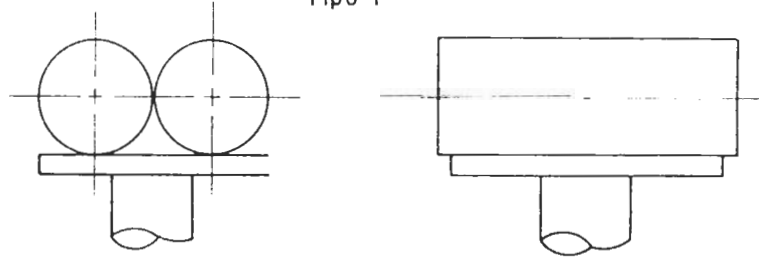
5.3.2.1 En casos especiales, se admite el ensayo sobre superficies curvas (cóncavas), cuyo radio de curvatura no sea inferior a 25 mm.

5.3.2.2 En caso de ensayar superficies de menor radio, se establecerán convenios especiales.

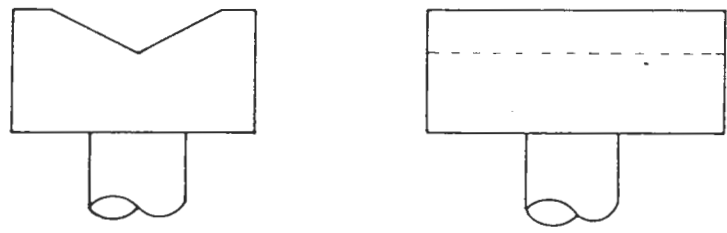
#### 5.3.3 Espesor de la probeta

El espesor de la probeta a ensayar no debe ser menor que  $8e$  ( $e = 0,002$  mm), para valores más específicos ver tablas 3 y 4 de la presente norma, de forma tal que sobre la cara opuesta a la superficie ensayada, no aparezca deformación alguna después de efectuado el ensayo.

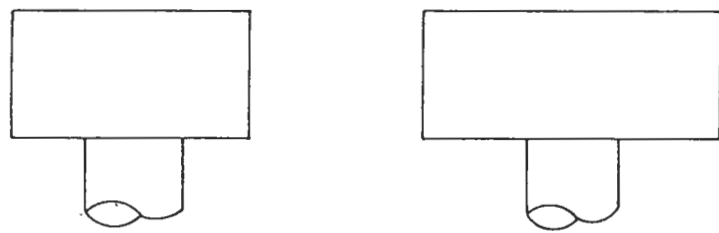
Tipo I



Tipo II



Tipo III



Tipo IV

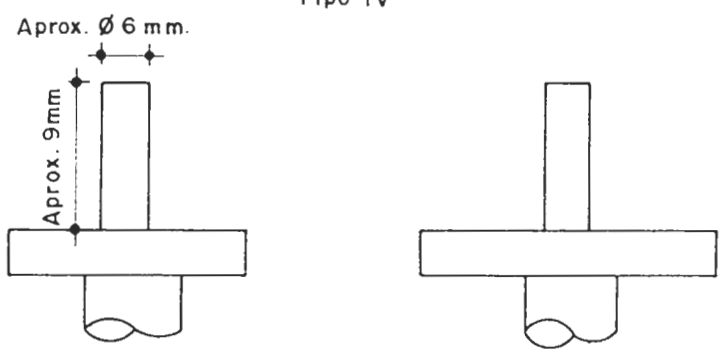


FIGURA. 3  
TIPOS DE SOPORTE

#### 5.4 CONDICIONES DE ENSAYO

5.4.1 A menos que se especifique lo contrario, el ensayo se realizará a temperatura ambiente.

5.4.2 La distancia del centro de una impresión al borde de la probeta, deberá ser mayor o igual a  $2,5 d$  y la distancia entre el centro de dos impresiones adyacentes deberá ser mayor o igual a  $4d$ , donde  $d$  = diámetro de la huella.

5.4.3 Las cargas normales de ensayo y sus tolerancias para las escalas rockwell A, B y C serán las indicadas en la tabla 5.

#### 5.5 PROCEDIMIENTO

5.5.1 Se coloca la probeta de ensayo sobre un soporte rígido, a fin de que apoye perfectamente y no sufra desplazamientos durante el ensayo. Las superficies en contacto deben estar limpias y exentas de materias extrañas (aceites, óxidos, etc).

5.5.2 Se coloca el penetrador en contacto con la superficie de la probeta, perpendicularmente a ella, de tal forma que la precarga  $F_0$  se aplique sin choques, realizando esta operación con el máximo cuidado para evitar sobrepasar esta carga.

5.5.3 Se ajusta el aparato una vez alcanzada la precarga  $F_0$ , haciendo coincidir la aguja indicadora con el origen de las lecturas, aplicando el penetrador progresivamente hasta alcanzar la carga  $F_1$ , en un lapso de tiempo de 3 a 6 segundos.

5.5.4 Se mantiene la carga  $F_1$  por un lapso de 10 segundos, después que el indicador de profundidad se haya detenido.

5.5.5 Se hace la descarga de la máquina manteniendo la precarga  $F_0$ .

5.5.6 Se lee sobre el cuadrante del aparato el incremento permanente o de penetración del penetrador, del cual se deduce la dureza rockwell.

TABLA 3.- Guía para la selección de las escalas de dureza usando un penetrador de diamante

E S P E S O R		E S C A L A D E D U R E Z A		
mm	Pulg.	Lectura Dial	Dureza Aproximada en la Escala C	Lectura Dial
0,36	0,014	-	-	-
0,41	0,016	86	69	-
0,46	0,018	84	65	-
0,51	0,020	82	61,5	-
0,56	0,022	79	56	69
0,61	0,024	76	50	67
0,66	0,026	71	41	65
0,71	0,028	67	32	62
0,76	0,030	60	19	57
0,81	0,032	-	-	52
0,86	0,034	-	-	45
0,91	0,036	-	-	37
0,96	0,038	-	-	28
1,02	0,040	-	-	20

TABLA 4.- Guía para la selección de las escalas de dureza usando un penetrador de bola con un diámetro de 1,588 mm ( $1/16''$ )

ESPESOR		ESCALA DE DUREZA
mm	Pulg	B
0,56	0,022	--
0,61	0,024	94
0,66	0,026	87
0,71	0,028	80
0,76	0,030	71
0,81	0,032	62
0,86	0,034	52
0,91	0,036	40
0,96	0,038	28
1,02	0,040	--



TABLA 5.- Cargas normales de ensayo y tolerancias para las escalas rockwell A, B y C

Rockwell A Cono de diamante			Rockwell B Esfera de acero			Rockwell C Cono de diamante			UNIDADES
Preca- ga $F_0$	Carga $F_1$	Carga Total $F$	Preca- ga $F_0$	Carga $F_1$	Carga Total $F$	Preca- ga $F_0$	Carga $F_1$	Carga Total $F$	
$10 \pm 0,2$	$50 \pm 0,6$	$60 \pm 0,65$	$10 \pm 0,2$	$90 \pm 0,60$	$100 \pm 0,65$	$10 \pm 0,2$	$140 \pm 0,8$	$150 \pm 0,9$	kgf
$98 \pm 1,9$	$491 \pm 2,5$	$589 \pm 4,4$	$98 \pm 1,9$	$883 \pm 3,7$	$981 \pm 4,6$	$98 \pm 1,9$	$137 \pm 6,9$	$1472 \pm 8,8$	N

## 5.6 EXPRESION DE RESULTADOS

5.6.1 El valor del resultado se lee directamente sobre el cuadrante o equipo de medición, según la escala elegida.

5.6.2 El valor expresado es el resultado del promedio del número de lecturas especificadas en la norma particular del producto.

5.6.3 El valor de los resultados de dureza rockwell se expresa por el símbolo HR, seguido por el valor de la carga total "F" aplicada y la designación de la escala de dureza (A, B y C).

EJEMPLO: 64 HRC = dureza rockwell de 64 medida en la escala C con "F" = 64 kgf.

## 5.7 INFORME

El informe del ensayo deberá incluir los siguientes datos:

5.7.1 Realizado de acuerdo a lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 646.

5.7.2 Identificación del material de donde fue extraída la probeta así como su localización y orientación.

5.7.3 Condiciones del ensayo.

5.7.4 La dureza obtenida y la escala utilizada.

5.7.5 Número de ensayos realizados y resultados correspondientes para determinar el promedio de dureza.

## 6. ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL

(Escala N y T)

### 6.1 PRINCIPIO DEL ENSAYO

El ensayo consiste en imprimir en una probeta de características preestablecidas una huella usando un penetrador de tipo estandarizado (esfera de acero endurecido para rockwell superficial T y cono de diamante para rockwell superficial N), en dos operaciones (pre-carga y carga) y medir el incremento de penetración "e" de la pro-

fundidad de la huella en las condiciones especificadas para el ensayo.

## 6.2 EQUIPO E/O INSTRUMENTOS

6.2.1 La verificación del equipo de ensayo se realizará de acuerdo a lo establecido en el punto 7 de la presente norma.

### 6.2.2 Dispositivo para la aplicación de la carga

Los dispositivos para la aplicación de las cargas debe permitir la aplicación de la precarga, carga y el retiro de la carga en forma lenta y uniforme, sin choques ni vibraciones.

### 6.2.3 Penetradores

#### 6.2.3.1 Penetrador cónico (escala N)

Consiste en un cono de diamante, circular, recto, de punto redondeada con un ángulo interno de  $120^{\circ}$ . El penetrador debe estar exento de grietas y de otros defectos superficiales.

#### 6.2.3.2 Penetrador esférico (escala T)

En general, el penetrador esférico consiste de una bola de acero templado y pulido, con un diámetro de 1,588 mm.. Puede utilizarse una bola de otro material más duro, como por ejemplo carburo de tungsteno, en cuyo caso debe especificarse el material utilizado en el informe del ensayo, por cuanto la utilización de tales materiales darán como resultados valores menores de dureza que los obtenidos con los penetradores de acero.


La bola utilizada como penetrador debe poseer una dureza vickers de 850 HV10 (tomando en cuenta la curvatura de la bola). La bola no debe poseer defectos superficiales.

### 6.2.4 Soportes

6.2.4.1 Para el caso del ensayo de piezas cilíndricas se usan los soportes del tipo I y II (ver fig. N° 3).

6.2.4.2 Para el caso del ensayo de piezas planas, se usa un soporte del tipo III (ver fig. N° 3).

TABLA 6.- Símbolos y abreviaturas. Ensayo de dureza rockwell superficial con penetrador cónico (Escala N)

Número	Símbolo	Designación
1		Angulo en la punta del cono (120°)
2	—	Radio de curvatura en la punta del cono (0,200 mm)
3	F <sub>0</sub>	Precarga (kgf) (N)
4	F <sub>1</sub>	Carga (kgf) (N)
5	F	Carga total (kgf) (N) F = F <sub>0</sub> + F <sub>1</sub>
6	—	Profundidad de la huella dejada por la precarga ante de la aplicación de la carga.
7	—	Incremento en la profundidad debido a la carga.
8	e	Incremento permanente de la profundidad de la huella, debido a la precarga después de la remoción de la carga. Este aumento se expresa en unidades de 0,001 mm
9	HRFN	Dureza rockwell superficial N (HRFN)* = 100 - e

\* F = Carga Total

Los números que aparecen en la izquierda están representados en la Fig. 4.

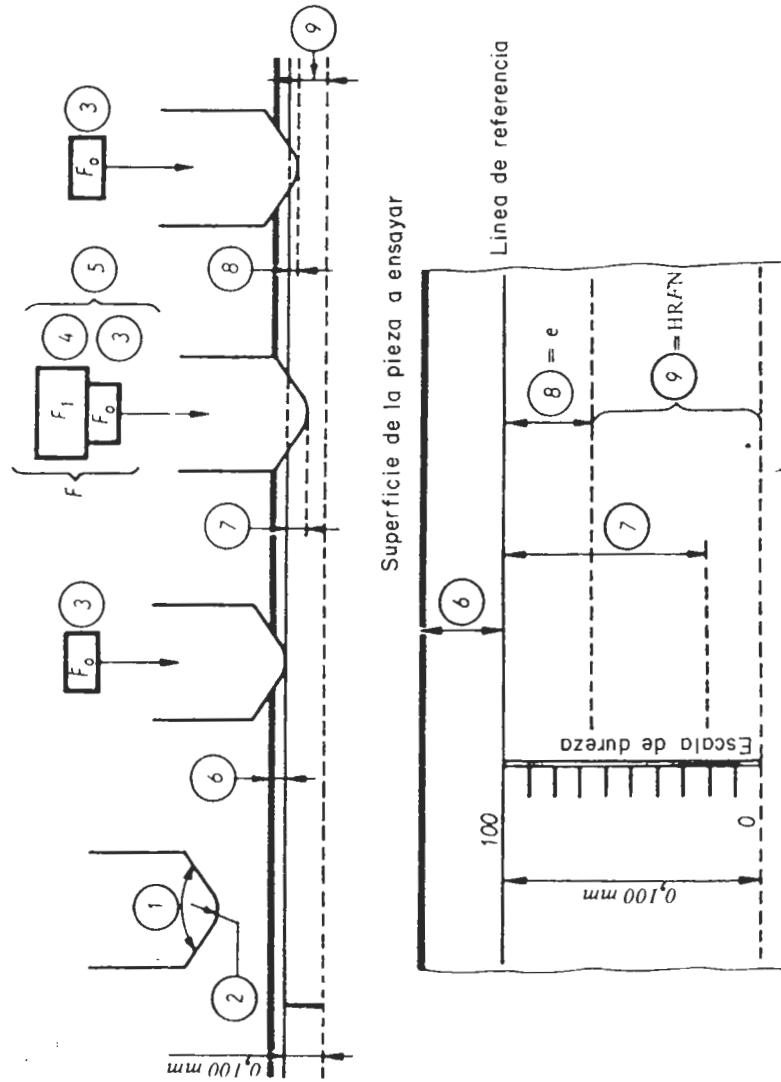


FIGURA. 4  
 ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL CON PENETRADOR CONICO  
 (ESCALA N)

TABLA 7.- Símbolos y abreviaturas. Ensayo de dureza rockwell superficial con penetrador esférico (Escala T)

Número	Símbolo	Designación
1	D	Diámetro del penetrador = 1,585 mm
2	F <sub>0</sub>	Precarga (kgf) (N)
3	F <sub>1</sub>	Carga (kgf) (N)
4	F	Carga total (kgf) (N) $F = F_0 + F_1$
5	—	Profundidad de la huella dejada por la precarga antes de la aplicación de la carga
6	—	Incremento en la profundidad de la huella debido a la carga
7	e	Incremento permanente de la profundidad de la huella debido a la precarga después de la remoción de la carga. Este aumento se expresa en unidades de 0,002 mm
8	HRFT	Dureza rockwell superficial T (HRFT)* = 100 - e

\* F = Carga Total

Los números que aparecen en la columna de la izquierda están representados en la Fig. Nº 5.

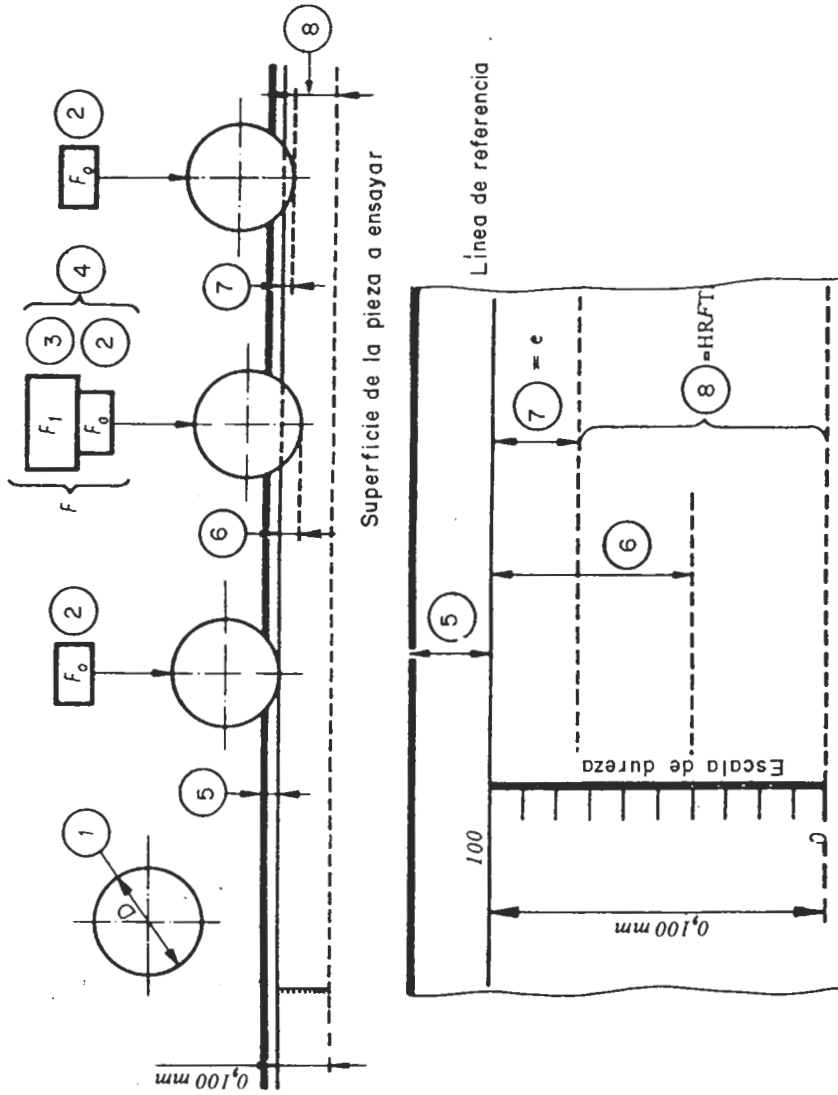


FIGURA. 5  
 ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL CON PENETRADOR ESFERICO  
 ( ESCALA T )

6.2.4.3 Para el caso del ensayo de piezas cóncavas con un diámetro de curvatura grande, se usa un soporte del tipo IV (ver fig. Nº 3).

#### 6.2.5 Indicador de profundidad

El indicador de profundidad debe tener una tolerancia de  $\pm 0,5$  unidades de medida, es decir  $\pm 0,0005$  mm..

### 6.3 PREPARACION Y CONSERVACION DE LAS MUESTRAS

El material a ensayar consiste de una probeta con las siguientes características:

#### 6.3.1 Superficie

La superficie debe ser lisa, suave, exenta de óxidos y otras materias extrañas. La preparación de la probeta debe hacerse con cuidado a fin de evitar cualquier cambio estructural en el material debido a calentamiento o trabajos en frío excesivos.

6.3.2 Cuando se trata de ensayar superficies cilíndricas deben aplicarse las correcciones dadas en las tablas 8 y 9. En el caso de no existir factores de corrección para los ensayos sobre superficies esféricas y cóncavas, dichos ensayos deben hacerse previo acuerdo especial entre las partes interesadas.

#### 6.3.3 Espesor

Los espesores de las probetas se indican en las tablas 10 y 11, y se deben tomar las precauciones necesarias de forma tal que sobre la cara opuesta a la superficie ensayada, no aparezca deformación alguna después de efectuado el ensayo.

### 6.4 CONDICIONES DE ENSAYO

6.4.1 El ensayo debe realizarse a temperatura ambiente.

6.4.2 La distancia del centro de una impresión al borde de la probeta, deberá ser mayor o igual a  $2,5a$  y la distancia entre el centro de dos impresiones adyacentes deberá ser mayor o igual a  $3d$ , donde  $d$  = diámetro de la huella.



TABLA 8.- Correcciones<sup>1</sup> para los valores rockwell superficial 15N, 30N y 45N obtenidas en probetas<sup>2</sup> cilíndricas de diversos diámetros

Lectura en la Escala	DIAMETRO DE LA PROBETA CILINDRICA					
	3,2 mm	6,4 mm	10 mm	13 mm	19 mm	25 mm
20	(6,0) <sup>3</sup>	3,0	2,0	1,5	1,5	1,5
25	(5,5)	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0
30	(5,5)	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0
35	(5,0)	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
40	(4,5)	2,5	1,5	1,5	1,0	1,0
45	(4,0)	2,0	1,5	1,0	1,0	1,0
50	(3,5)	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5
55	(3,5)	2,0	1,5	1,0	0,5	0,5
60	3,0	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5
65	2,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5
70	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
75	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0
80	1,0	0,5	0,5	0,5	0	0
85	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
90	0	0	0	0	0	0

- 1.- Estas correcciones son solo aproximadas y representan los promedios con precisión hasta 0,5 en los números de dureza rockwell, de numerosas observaciones reales sobre probetas que tienen las dimensiones dadas en la tabla.
- 2.- Cuando se ensayan probetas cilíndricas la precisión del ensayo puede verse seriamente afectada por la posición del tornillo elevador, del soporte tipo II, del penetrador, y por el acabado superficial y por el grado de rectitud del cilindro.
- 3.- Las correcciones entre paréntesis no deben utilizarse sin previo acuerdo especial.

NOTA: En caso de no aparecer en la tabla los valores requeridos de los diámetros, puede recurrirse al uso de la interpolación, previo acuerdo especial.

TABLA 9.- Correcciones<sup>1</sup> para los valores rockwell superficial 15T, 30T y 45T obtenidas en probetas cilíndricas de diversos diámetros<sup>2</sup>

Lectura en la Escala	DIAMETRO DE LA PROBETA CILINDRICA						
	3,2 mm	6,4 mm	10 mm	13 mm	16 mm	19 mm	25 mm
20	(13,0) <sup>3</sup>	(9,0)	(6,0)	(4,5)	(3,5)	3,0	2,0
30	(11,5)	(7,5)	(5,0)	(4,0)	(3,5)	2,5	2,0
40	(10,0)	(6,5)	(4,5)	(3,5)	3,0	2,5	2,0
50	( 8,5)	(3,5)	(4,0)	3,0	2,5	2,0	1,5
60	( 6,5)	(4,5)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5
70	( 5,0)	(3,5)	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0
80	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5
90	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5

- 1.- Estas correcciones son solo aproximadas y representan los promedios con precisión hasta 0,5 en los números de dureza rockwell, de numerosas observaciones reales sobre probetas que tienen las dimensiones dadas en las tablas.
- 2.- Cuando se ensayan probetas cilíndricas la precisión del ensayo puede verse seriamente afectada por la posición del tornillo elevador, del soporte tipo II del penetrador, por el acabado superficial y por el grado de rectitud del cilindro.
- 3.- Las correcciones entre paréntesis no deben utilizarse sin previo acuerdo especial.

NOTA: En caso de no aparecer en la tabla los valores requeridos de los diámetros pueden recurrirse al uso de la interpolación, previo acuerdo especial.

TABLA 10.- Guía para la escogencia de escalas utilizando un penetrador de diamante

Espesor de la Probeta	ESCALA ROCKWELL SUPERFICIAL					
	15 N		30 N		45 N	
mm	Lectura en la escala	Dureza Aprox. Escala C <sup>1</sup>	Lectura en la Escala	Dureza Aprox. Escala C <sup>1</sup>	Lectura en la Escala	Dureza Aprox. Escala C <sup>1</sup>
0,15	92	65	-	-	-	-
0,20	90	60	-	-	-	-
0,25	88	55	-	-	-	-
0,30	83	45	82	65	77	69,5
0,36	76	32	78,5	61	74	67
0,41	68	18	74	56	72	65
0,46	-	-	65	47	68	61
0,51	-	-	57	37	63	57
0,56	-	-	47	26	58	52,5
0,61	-	-	-	-	51	47
0,66	-	-	-	-	37	35
0,71	-	-	-	-	20	20,5
0,76	-	-	-	-	-	-

NOTA: El ensayo puede efectuarse dentro de las escalas dadas arriba sobre cualquier probeta cuyo espesor y dureza sea mayor que el establecido.

<sup>1</sup> Estos números de dureza aproximados son para ser utilizados en la selección de una escala apropiada, y no deberán utilizarse como conversiones de dureza.

TABLA 11.- Guía para la escogencia de escalas utilizando el penetrador esférico de 1,58 mm

ESPESOR	ESCALA ROCKWELL SUPERFICIAL					
	15 T		30 T		45 T	
mm	Lectura en la Escala	Dureza Aprox. Escala B <sup>1</sup>	Lectura en la Escala	Dureza Aprox. Escala B <sup>1</sup>	Lectura en la Escala	Dureza Aprox. Escala B <sup>1</sup>
0,25	91	93	-	-	-	-
0,20	86	78	-	-	-	-
0,36	81	62	79	95	-	-
0,41	75	44	73	84	71	99
0,46	68	24	64	71	62	90
0,51	-	-	55	58	53	80
0,56	-	-	45	43	43	70
0,61	-	-	34	28	31	58
0,66	-	-	-	-	18	45
0,71	-	-	-	-	4	32
0,76	-	-	-	-	-	-

NOTA: El ensayo puede efectuarse dentro de las escalas dadas arriba sobre cualquier probeta cuyo espesor y dureza sea mayor que el establecido.

1 Estos números de dureza aproximado son para ser utilizados en la selección de una escala apropiada, y no deberán utilizarse como conversiones de dureza.

6.4.3 Las cargas totales de ensayo y sus tolerancias para las esca las N y T serán las indicadas en la tabla 12.

#### 6.5 PROCEDIMIENTO

6.5.1 Se coloca la probeta de ensayo sobre un soporte rígido, cuidando de que descansa firmemente en el soporte de tal forma que se eviten desplazamientos o movimientos durante el ensayo.

6.5.2 Se coloca el penetrador en contacto con la superficie de la probeta y se procede a aplicar la precarga  $F_0 = 3 \pm 0,06$  kgf.

NOTA: Se debe tener cuidado de no sobrepasar esta precarga ( $F_0$ ) du rante la operación.

6.5.3 Se coloca la escala del indicador de profundidad en su posición inicial.

6.5.4 Se procede a incrementar la precarga en un lapso de tiempo de 2 a 8 segundos con el valor correspondiente a la carga  $F_1$  obteni do, de esta forma, la carga total  $F$ :

$$\text{donde } F = F_0 + F_1 \quad \begin{array}{l} 15 \pm 0,1 \text{ kgf, } \acute{o} \\ 30 \pm 0,2 \text{ kgf, } \acute{o} \\ 45 \pm 0,3 \text{ kgf} \end{array}$$

(Ver tabla 12).

6.5.5 Se mantiene la carga  $F_1$  por un lapso de 20 segundos, después que el indicador se haya detenido.

6.5.6 Se hace la descarga de la máquina manteniendo la precarga  $F_0$ .

6.5.7 Se lee sobre el cuadrante del aparato el incremento permanen te de la profundidad de la huella "e" sobre la escala del indicador, del cual se deduce la dureza rockwell superficial.

NOTA: La mayoría de las escalas proporcionan una lectura directa del número de dureza rockwell superficial.

TABLA 12.- Cargas totales (F) de ensayo

Rockwell Superficial N Cono de diamante				Rockwell Superficial T Esfera de acero		
Precarga F <sub>o</sub> kgf (N)	Carga F <sub>1</sub> kgf (N)	Carga Total F kgf (N)	Precarga F <sub>o</sub> kgf (N)	Carga F <sub>1</sub> kgf (N)	Carga Total F kgf (N)	
3 (29)	12 (118)	15 (147)	3 (29)	12 (118)	15 (147)	
3 (29)	27 (265)	30 (294)	3 (29)	27 (265)	30 (294)	
3 (29)	42 (412)	45 (441)	3 (29)	42 (412)	45 (441)	

## 6.6 EXPRESION DE RESULTADOS

6.6.1 El valor del resultado se lee directamente sobre el cuadrante o equipo de medición, según la escala elegida.

6.6.2 El valor expresado es el resultado del promedio del número de lecturas especificadas en la norma particular del producto.

6.6.3 El valor de los resultados de dureza rockwell superficial se expresa por el símbolo HR, seguido por el valor de la carga total "F" aplicada y la designación de la escala de dureza (N o T). Estos símbolos van precedidos por el valor de la dureza medida.

### EJEMPLO:

60 HR 30 N = Dureza rockwell superficial de 60 medida en la escala N con F = 30 kgf.

60 HR 45 T = Dureza rockwell superficial de 60 medida en la escala T con F = 45 kgf.

## 6.7 INFORME

El informe del ensayo deberá incluir los siguientes datos:

6.7.1 Realizado de acuerdo a lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 646.

6.7.2 Identificación del material de donde fue extraída la probeta así como su localización y orientación.

6.7.3 Condiciones del ensayo.

6.7.4 La dureza obtenida y la escala utilizada.

6.7.5 Tipo de soporte.

6.7.6 El número de ensayos realizados y resultados correspondientes para determinar el promedio de dureza.



7 VERIFICACION DE EQUIPOS PARA ENSAYOS DE DUREZA  
ROCKWELL Y ROCKWELL SUPERFICIAL

7.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

Este punto contempla:

7.1.1 Los procedimientos para la verificación de equipos para el ensayo de dureza rockwell y rockwell superficial, a saber:

- a) Procedimiento para la verificación separada de la carga, del penetrador y del aparato medida de la profundidad. Este procedimiento debe usarse para equipos nuevos y equipos reconstruídos.
- b) Procedimiento de verificación mediante el uso de probetas patrón. Este procedimiento debe usarse para la verificación de equipos para pruebas en caso de litigio, equipos de laboratorios, ensayos de rutina o equipos que han de ser verificados en servicio.

7.1.2 Un procedimiento para las revisiones periódicas por el usuario.

7.1.3 Calibración de las probetas patrón para máquinas de ensayo de dureza rockwell y rockwell superficial.

7.2 CONDICIONES DE ENSAYO

Antes de proceder a la verificación de un equipo para ensayo de dureza rockwell, dicho equipo debe ser examinado para asegurarse que:

7.2.2 El equipo está bien ensamblado e instalado sobre una superficie plana y nivelada que no presente vibraciones.

7.2.3 El émbolo de la escala graduada del aparato de medida, se mueve libremente en cualquier posición.

7.2.4 El sostén del penetrador está firmemente en el émbolo.

7.2.5 Cuando el penetrador es una bola de acero, el sostén este provisto de una nueva bola, cuyo diámetro ha sido comprobado (ver 7.3.1.1.2).

7.2.6 El penetrador de diamante este libre de roturas o fallas que puedan conducir a lecturas incorrectas.

7.2.7 La carga sea aplicada o removida sin choque o vibración de manera que no afecte las lecturas.

### 7.3 PROCEDIMIENTO

7.3.1 Procedimiento para el método de verificación separada de la carga del penetrador, y del aparato de medida de la profundidad de huella.

7.3.1.1 Verificación de la carga aplicada.

7.3.1.1.1 Los equipos de dureza rockwell deben ser verificados para cargas de 10, 60, 100 y 150 kgf y los equipos para ensayos de dureza rockwell superficial deben ser verificados para cargas de 3, 15, 30 y 45 kgf. La carga aplicada debe ser controlada mediante PESOS PATRON y palancas de prueba o mediante el uso de dispositivos de calibración elástica o resortes, según se describe en la Norma Venezolana COVENIN 988.

7.3.1.1.2 Cada equipo para ensayo de dureza "Rockwell" debe ser verificado en la precarga  $F_0$  ( $10 \pm 0,2$  kgf) antes de la aplicación y después de la remoción de la carga  $F_1$ .

7.3.1.1.3 Cada equipo para ensayo de dureza "Rockwell Superficial" debe ser verificado en la precarga  $F_0$  ( $3 \pm 0,060$  kgf) antes de la aplicación y después de la remoción de la carga  $F_1$ .

7.3.1.1.4 La carga total ( $F$ ) se considerará verificada si la media de tres lecturas en cada una de las tres posiciones de la palanca de fuerza para cada carga queda dentro de las tolerancias especificadas en la tabla 13.

7.3.1.2 Verificación del penetrador.

7.3.1.2.1 Penetrador de diamante (cono).

TABLA 13.- Tabla de tolerancias para cargas totales  
(F)

Carga Total "F" kgf (N)	Tolerancia kgf (N)
3 (29)	$\pm 0,006$ ( $\pm 0,589$ )
10 (98)	$\pm 0,20$ ( $\pm 1,96$ )
15 (147)	$\pm 0,100$ ( $\pm 0,981$ )
30 (294)	$\pm 0,200$ ( $\pm 1,961$ )
45 (441)	$\pm 0,300$ ( $\pm 2,943$ )
60 (589)	$\pm 0,45$ ( $\pm 4,41$ )
100 (981)	$\pm 0,65$ ( $\pm 4,57$ )
150 (1472)	$\pm 0,90$ ( $\pm 8,83$ )

7.3.1.2.1.1 La verificación de la forma del penetrador debe hacerse por medición directa de su perfil o por medio de su proyección en una pantalla. Esta verificación debe hacerse sobre un mínimo de 4 secciones.

7.3.1.2.1.2 El penetrador de diamante debe tener un ángulo interno de  $120^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ .

7.3.1.2.1.3 El eje del penetrador de diamante debe ser colineal con el eje de aplicación de la carga, permitiéndose una tolerancia máxima de  $\pm 0,5^{\circ}$ .

7.3.1.2.1.4 El vértice del cono debe tener un radio nominal de 0,200 mm. El contorno del vértice del cono debe caer dentro de una banda definida por dos arcos concéntricos paralelos al contorno del vértice de radio nominal (0,200 mm) pero desplazado 0,002 mm de este, como se indica en la fig. N° 6. En la figura la banda de tolerancia es vista con un aumento de 500 veces y en la figura (6b) las variaciones máximas y mínimas posibles son vistas esquemáticamente.



7.3.1.2.1.5 La superficie del cono debe unirse tangencialmente con la superficie de la punta esférica.

7.3.1.2.1.6 El penetrador debe estar perfectamente pulimentado en su superficie hasta un mínimo de 0,3 mm de la distancia de su vértice.

7.3.1.2.1.7 Los valores de dureza dados por una máquina de ensayos no dependen solamente de los parámetros dados anteriormente, sino también de la rugosidad de la superficie, la posición de los ejes cristalográficos del diamante y de la colocación del diamante en el sostén, por lo tanto es necesario realizar una prueba preliminar de estos parámetros. En esta prueba el penetrador esférico - cónico se debe usar en un equipo en el que la carga total y el medidor de profundidad de la huella hayan sido verificados y se deben realizar cinco pruebas sobre una probeta patrón, calibrada según lo establecido en el punto 7.3.4 de la presente norma, con un penetrador ya verificado. La media de estas cinco lecturas de dureza no debe diferir del promedio de la probeta patrón en valores superiores a los especificados en la tabla 14.

TABLA 14.- Tolerancias permisibles en las lecturas de dureza para penetradores de diamante verificados

Rango de Lectura	Tolerancias
C 63	$\pm 0,5$
C 25	$\pm 1,0$
30 N 80	$\pm 0,5$
30 N 45	$\pm 1,0$

7.3.1.2.2 Penetrador de bola de acero.

7.3.1.2.2.1 El promedio de tres medidas del diámetro de una bola de acero nueva, seleccionada al azar de un lote, no debe diferir del

nominal en cantidades superiores a las especificadas en la tabla 15.

TABLA 15.- Tolerancias para penetradores de bola de acero para ensayo de dureza rockwell

Diámetro de bola		Tolerancia	
mm	Pulgadas	mm	Pulgadas
1,588	1/16	$\pm 0,0025$	$\pm 0,0001$
3,175	1/8	$\pm 0,0025$	$\pm 0,0001$
6,350	1/4	$\pm 0,0025$	$\pm 0,0001$
12,700	1/2	$\pm 0,0025$	$\pm 0,0001$

7.3.1.2.2.2 La discrepancia entre la mayor y menor medición del diámetro sobre una bola no debe ser mayor de 0,0010 mm..

7.3.1.2.2.3 El penetrador de bola de acero debe tener una dureza vickers (HV) mínima de 850 usando una carga de 10 kgf. Por lo tanto, el promedio máximo de la diagonal de la huella impresa en un penetrador de bola de acero, no debe exceder de los valores especificados en la tabla 16.

TABLA 16.- Promedio máximo de la diagonal de una huella de dureza vickers en penetradores de bola de acero para ensayo de dureza rockwell

Ø de bola		Promedio máximo de la diagonal de una huella impresa en penetradores de bola de acero con un penetrador vickers bajo carga de 10 kgf (mm)
mm	Pulgadas	
1,588	1/16	0,141
3,175	1/8	0,144
6,350	1/4	0,145
12,700	1/2	0,147

7.3.1.3 Verificación del aparato de medida de profundidad de la huella.

7.3.1.3.1 El aparato de medida de profundidad de la huella debe ser verificado por lo menos en tres rangos, incluyendo los correspondientes a la mínima y máxima dureza para los que la escala se usa normalmente, haciendo con el penetrador o con el émbolo de la escala calibrada varias impresiones a distintas profundidades.

7.3.1.3.2 El aparato medidor debe indicar la dureza rockwell con un error menor de  $\pm 0,5$  de unidad de la escala para cada rango, lo que equivale a  $\pm 0,001$  mm de la profundidad leída. El aparato medidor debe indicar la dureza rockwell superficial con un error menor de  $\pm 0,5$  de unidad de la escala para cada rango, lo que equivale a  $\pm 0,0005$  mm de la profundidad leída.

7.3.1.4 Después de verificar la carga, el penetrador y el aparato de medida de profundidad de la huella se debe realizar una verificación de la ejecución del ensayo siguiendo el procedimiento establecido en el punto 7.3.2.

7.3.2 Procedimiento para el método de verificación mediante el uso de probetas patrón.

7.3.2.1 El equipo de ensayo para la determinación de dureza rockwell o rockwell superficial usado para pruebas de arbitraje, laboratorios, ensayos de rutina, o equipos que han de ser verificados en servicio, pueden ser revisados haciendo una serie de impresiones en probetas patrón.

7.3.2.2 Como mínimo, deben hacerse cinco lecturas de dureza en por lo menos tres probetas patrón, calibradas según lo establecido en el punto 7.3.3 de la presente norma, de diferente dureza tal como se indica en la siguiente tabla 17 y usando las cargas siguientes:

Rockwell A y C 150 kgf  
 Rockwell B 100 kgf  
 Rockwell 30 N 30 kgf  
 Rockwell 30 T 30 kgf

TABLA 17.- Rangos de dureza usados en verificación con probetas patrón

Escala Rockwell	Rangos de Dureza
A y C	20 a 30
	35 a 55
	59 a 65
B	40 a 59
	60 a 79
	80 a 100
30 N	40 a 50
	55 a 73
	75 a 80
30 T	43 a 56
	57 a 70 incl.
	70 aprox. a 82

7.3.2.3 Cuando los ensayos se hacen en varios rangos de una escala, se puede revisar esta escala en los niveles bajo, medio y alto, según están especificados en la tabla 17.

7.3.2.4 Los equipos para ensayos de dureza rockwell y rockwell superficial se considerarán verificados si los resultados cumplen con las exigencias establecidas a continuación:

#### 7.3.2.4.1 Repetibilidad

La repetibilidad del equipo de ensayo de dureza, bajo las condiciones particulares de verificación, se expresa por:



$$R_5 - R_1$$

siendo R1, R2, R3, R4 y R5, las lecturas de dureza de las cinco huellas para cada probeta patrón, dispuestas en orden creciente de sus magnitudes.

La repetibilidad del equipo de ensayo de dureza se considera satisfactoria si cumple con las condiciones establecidas en la tabla 18.

#### 7.3.2.4.2 Error

El error del equipo de ensayo de dureza, bajo las condiciones particulares de verificación, se expresa por:

$$\bar{R} - R, \text{ donde}$$

$$\bar{R} = (R_1 + R_2 + \dots + R_5)/5$$

siendo R1, R2.....R5 los valores individuales de la dureza, y R es el valor establecido para la probeta patrón.

- El promedio (R) de cinco impresiones no deberá diferir del promedio de la dureza de la probeta patrón en más de la tolerancia de esta última.

#### 7.3.3 Procedimiento para las revisiones periódicas por el usuario.

7.3.3.1 La verificación mediante el uso de probetas patrón es muy larga para su uso diario. En su lugar, se recomienda lo siguiente:

7.3.3.1.1 Haga, como mínimo una verificación de rutina cada día que se use el equipo de ensayo.

7.3.3.1.2 Antes de hacer la verificación, haga al menos dos huellas preliminares para asegurarse que el equipo de ensayo de dureza está trabajando libremente y que la probeta de ensayo, el penetrador y el yunque dan lecturas correctas. Los resultados de estas huellas preliminares deben ser desechados.

7.3.3.1.3 Haga, como mínimo, cinco lecturas de dureza sobre una probeta patrón, en la escala y al nivel de dureza en la cual el equipo está siendo utilizado. Si los valores se encuentran dentro del mismo rango que para los de la probeta patrón, el equipo puede considerarse como satisfactorio. En caso contrario el equipo deberá verificarse como se indica en el punto 7.3.2.

TABLA 18.- Repetibilidad de los resultados de las máquinas

Rango de durezas en las probetas de dureza patrón	La repetibilidad de los resultados de la máquina será menor que:
Escala Rockwell C y A 20 a 30 35 a 55 59 a 65	2,0 1,5 1,0
Escala Rockwell B 49 a 59 60 a 79 80 a 100	2,5 2,0 2,0
Escala Rockwell 30 N 40 a 50 55 a 73 75 a 80	2,0 1,5 1,0
Escala Rockwell 30 T 43 a 56 57 a 70 incl. Aprox. 70 a 82	2,5 2,0 2,0

7.3.4 Calibración de las probetas patrón para máquinas de ensayo de dureza rockwell y rockwell superficial.

7.3.4.1 Preparación de probetas.

7.3.4.1.1 Cada probeta a ser estandarizada debe tener un espesor no menor de 6 mm.

7.3.4.1.2 Cada probeta debe ser preparada especialmente y tratada térmicamente, con objeto de darle la homogeneidad y estabilidad de estructura necesarias.

7.3.4.1.3 Cada probeta, si son de acero, debe ser desmagnetizada por el fabricante y mantenida así por el usuario.

7.3.4.1.4 La cara inferior de la probeta debe tener un buen acabado.

7.3.4.1.5 La cara superior de cada probeta debe estar pulida y libre de rayas o hendiduras que puedan afectar la profundidad de la huella.

7.3.4.1.6 El valor promedio de la rugosidad de la superficie superior no debe exceder de 0,0003 mm..

7.3.4.1.7 Para asegurarse de que de la superficie de ensayo de la probeta no se removerá material posteriormente, se colocará sobre la misma una marca oficial donde se especifique el espesor de la probeta en el momento de la calibración, con una precisión de  $\pm 0,1$  mm..

7.3.4.2 Calibración.

7.3.4.2.1 Las probetas patrón deben ser calibradas en un equipo de ensayo de dureza verificado según el punto 7.3.1 de la presente norma.

7.3.4.2.2 La carga mayor se removerá según se indica en el procedimiento de ensayo de dureza rockwell o dureza rockwell superficial.

7.3.4.2.3 A cada probeta debe hacerse un mínimo de cinco penetraciones distribuidas al azar por toda la superficie.

7.3.4.2.4 La escala graduada del aparato medidor de profundidad de la huella debe tener una apreciación de  $\pm 0,1$  unidades, es decir lo más cercano posible a 0,1 veces al número dureza rockwell o rockwell superficial.

#### 7.3.4.3 Repetibilidad

Se define la receptibilidad de las durezas medidas en la probeta como el valor

$$R_n - R_1$$

siendo  $R_1, R_2, \dots, R_n$ , los valores de dureza rockwell o rockwell superficial determinados por un observador en orden creciente de magnitudes.

La repetibilidad de las lecturas realizadas se considera satisfactoria si cumple con las condiciones establecidas en la tabla 19.

TABLA 19.- Repetibilidad de las lecturas de dureza

Dureza nominal de la probeta patrón	La repetibilidad de las lecturas será menor que:
Escala C y A $\geq 60$ $< 60$	 0,5 1,0
Escala B 60 a 100 incl. $< 60$ a 40 incl.	 1,0 1,5
Escala 30 N $\leq 41,5$	 1,0
Escala 30 T 43 a 82	 1,0

#### 7.3.4.4 Marcación de las probetas patrón

Cada probeta patrón deberá ser marcada como se indica a continuación:

7.3.4.4.1 Media aritmética de los valores de dureza obtenidos en la calibración, precedida por la escala rockwell empleada y seguida por el rango de tolerancia.

7.3.4.4.2 El nombre o logotipo del fabricante.

7.3.4.4.3 El serial de la probeta.

7.3.4.4.4 El espesor de la probeta o una marca oficial en su cara superior.

7.3.4.4.5 Todas las marcas, a excepción de la marca oficial o espesor, deberán estar en los lados de la probeta. Estas marcas deberán estar derechas cuando la superficie de ensayo este hacia arriba.

#### BIBLIOGRAFIA

- |                  |  |
|------------------|--|
| ASTM E 18-74     | Standard test methods for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of metallic materials. |
| ISO R 80-68 (E)  | Rockwell Hardness test (B and C Scales) for Steel.   |
| ISO R 1024-69(E) | Rockwell Superficial Hardness Test (N and T Scales) for steel.                                       |
| COPANT R 5-62    | Ensayo de dureza Rockwell para acero (Escala B y C).   |

**COVENIN**  
646-82

**CATEGORIA**  
**E**

---

---

**COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES**  
**MINISTERIO DE FOMENTO**  
**Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12**  
**Telf. 575. 41. 11 Fax: 574. 13. 12**  
**CARACAS**

publicación de :



**CDU 669.14:620.178.152.42**

**RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS**  
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

---

---