

Dureza

La **dureza** es la oposición que ofrecen los materiales a la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, las deformaciones permanentes, etc... También puede definirse como la cantidad de energía que absorbe un material ante un esfuerzo antes de romperse o deformarse. Por ejemplo: la madera puede rayarse con facilidad, esto significa que no tiene mucha dureza, mientras que el vidrio es mucho más difícil de rayar.

Otras propiedades relacionadas con la resistencia son la resiliencia, la tenacidad o la ductilidad.

Escalas de uso industrial

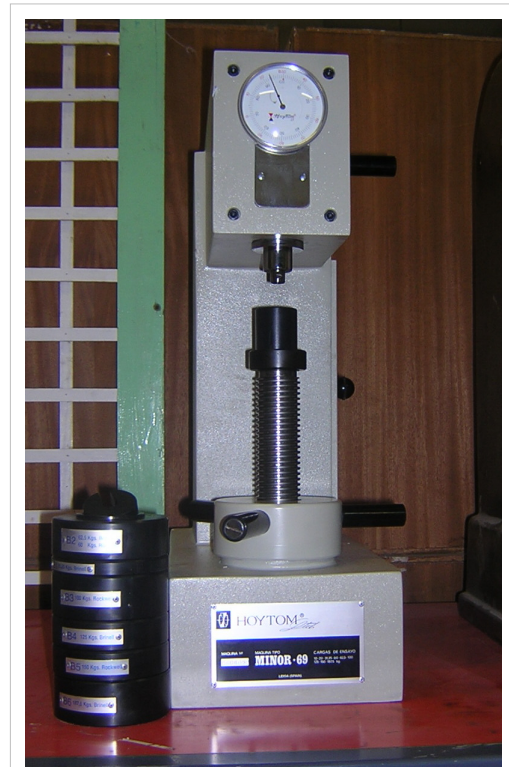
En metalurgia la dureza se mide utilizando un durómetro para el ensayo de penetración. Dependiendo del tipo de punta empleada y del rango de cargas aplicadas, existen diferentes escalas, adecuadas para distintos rangos de dureza.

El interés de la determinación de la dureza en los aceros estriba en la correlación existente entre la dureza y la resistencia mecánica, siendo un método de ensayo más económico y rápido que el ensayo de tracción, por lo que su uso está muy extendido.

Hasta la aparición de la primera máquina Brinell para la determinación de la dureza, ésta se medía de forma cualitativa empleando una lima de acero templado que era el material más duro que se empleaba en los talleres.

Las escalas de uso industrial actuales son las siguientes:

- **Dureza Brinell:** Emplea como punta una bola de acero templado o carburo de W. Para materiales duros, es poco exacta pero fácil de aplicar. Poco precisa con chapas de menos de 6mm de espesor. Estima resistencia a tracción.
- **Dureza Knoop:** Mide la dureza en valores de escala absolutas, y se valoran con la profundidad de señales grabadas sobre un mineral mediante un utensilio con una punta de diamante al que se le ejerce una fuerza estándar.
- **Dureza Rockwell:** Se utiliza como punta un cono de diamante (en algunos casos bola de acero). Es la más extendida, ya que la dureza 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.
- **Rockwell superficial:** Existe una variante del ensayo, llamada Rockwell superficial, para la caracterización de piezas muy delgadas, como cuchillas de afeitarse o capas de materiales que han recibido algún tratamiento de endurecimiento superficial.
- **Dureza Rosiwal:** Mide en escalas absoluta de durezas, se expresa como la resistencia a la abrasión medias en pruebas de laboratorio y tomando como base el corindón con un valor de 1000.
- **Dureza Shore:** Emplea un escleroscopio. Se deja caer un indentador en la superficie del material y se ve el rebote. Es adimensional, pero consta de varias escalas. A mayor rebote -> mayor dureza. Aplicable para control de calidad superficial. Es un método elástico, no de penetración como los otros.
- **Dureza Vickers:** Emplea como penetrador un diamante con forma de pirámide cuadrangular. Para materiales blandos, los valores Vickers coinciden con los de la escala Brinell. Mejora del ensayo Brinell para efectuar ensayos de dureza con chapas de hasta 2mm de espesor.



Durómetro.

- **Dureza Webster:** Emplea máquinas manuales en la medición, siendo apto para piezas de difícil manejo como perfiles largos extruidos. El valor obtenido se suele convertir a valores Rockwell.

Escala usadas en mineralogía

En mineralogía se utiliza la escala de Mohs, creada por el austríaco Friedrich Mohs en 1820, que mide la resistencia al rayado de los materiales.

Dureza	Mineral	Composición química
1	Talco, (se puede rayar fácilmente con la uña)	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	Yeso, (se puede rayar con la uña con más dificultad)	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Calcita, (se puede rayar con una moneda de cobre)	$CaCO_3$
4	Fluorita, (se puede rayar con un cuchillo)	CaF_2
5	Apatita, (se puede rayar difícilmente con un cuchillo)	$Ca_5(PO_4)_3(OH,Cl,F-)$
6	Feldespato, (se puede rayar con una cuchilla de acero)	$KAlSi_3O_8$
7	Cuarzo, (raya el acero)	SiO_2
8	Topacio,	$Al_2SiO_4(OH,F-)_2$
9	Corindón, (sólo se raya mediante diamante)	Al_2O_3
10	Diamante, (el mineral natural más duro)	C

A un nivel profesional, se utilizan en mineralogía, las escala de Rosiwal y de Knoop, ya que estas permiten realizar la valoración de medias con una cuantificación absoluta.

Equivalencia entre escalas de dureza

Lista de equivalencias aproximadas para escalas de dureza de aceros no austeníticos (en el rango de la escala Rockwell C):^[1]

Equivalencia	Factor
$HB \Leftrightarrow HV$	$HB \approx 0,95HV$
$HRB \Leftrightarrow HB$	$HRB \approx 176 - \frac{1165}{\sqrt{HB}}$
$HRC \Leftrightarrow HV$	$HRC \approx 116 - \frac{1500}{\sqrt{HV}}$
$HV \Leftrightarrow HK$	$HV \approx HK$ (para pequeñas cargas)
$R_m \approx cHB$	
Acero (Matriz-Fe Cúbica centrada en el cuerpo)	3,5
Cu y sus aleaciones, templado	5,5
Cu y sus aleaciones, deformado en frío	4,0
Al y sus aleaciones	3,7

Dureza Rockwell C 150 kgf (HRC)	Dureza Vickers (HV)	Dureza Brinell, bola estándar de 10 mm, 3000 kgf (HBS)	Dureza Brinell, bola de carburo de 10 mm, 3000 kgf (HBW)	Dureza Knoop, 500 gf y mayor (HK)	Dureza Rockwell, escala A, 60 kgf (HRA)	Dureza Rockwell, escala D, 100 kgf (HRD)	Dureza superficial Rockwell, escala 15N, 15 kgf (HR 15-N)	Dureza superficial Rockwell, escala 30N, 30 kgf (HR 30-N)	Dureza superficial Rockwell, escala 45N, 45 kgf (HR 45-N)	Dureza escleroscopio	Dureza Rockwell C 150 kgf (HRC)
68	940	...	...	920	85,6	76,9	93,2	84,4	75,4	97,3	68
67	900	...	...	895	85,0	76,1	92,9	83,6	74,2	95,0	67
66	865	...	...	870	84,5	75,4	92,5	82,8	73,3	92,7	66
65	832	...	-739	846	83,9	74,5	92,2	81,9	72,0	90,6	65
64	800	...	-722	822	83,4	73,8	91,8	81,1	71,0	88,5	64
63	772	...	-705	799	82,8	73,0	91,4	80,1	69,9	86,5	63
62	746	...	-688	776	82,3	72,2	91,1	79,3	68,8	84,5	62
61	720	...	-670	754	81,8	71,5	90,7	78,4	67,7	82,6	61
60	697	...	-654	732	81,2	70,7	90,2	77,5	66,6	80,8	60
59	674	...	634	710	80,7	69,9	89,8	76,6	65,5	79,0	59
58	653	...	615	690	80,1	69,2	89,3	75,7	64,3	77,3	58
57	633	...	595	670	79,6	68,5	88,9	74,8	63,2	75,6	57
56	613	...	577	650	79,0	67,7	88,3	73,9	62,0	74,0	56
55	595	...	560	630	78,5	66,9	87,9	73,0	60,9	72,4	55
54	577	...	543	612	78,0	66,1	87,4	72,0	59,8	70,9	54
53	560	...	525	594	77,4	65,4	86,9	71,2	58,6	69,4	53
52	544	-500	512	576	76,8	64,6	86,4	70,2	57,4	67,9	52
51	528	-487	496	558	76,3	63,8	85,9	69,4	56,1	66,5	51
50	513	-475	481	542	75,9	63,1	85,5	68,5	55,0	65,1	50
49	498	-464	469	526	75,2	62,1	85,0	67,6	53,8	63,7	49
48	484	451	455	510	74,7	61,4	84,5	66,7	52,5	62,4	48
47	471	442	443	495	74,1	60,8	83,9	65,8	51,4	61,1	47
46	458	432	432	480	73,6	60,0	83,5	64,8	50,3	59,8	46
45	446	421	421	466	73,1	59,2	83,0	64,0	49,0	58,5	45
44	434	409	409	452	72,5	58,5	82,5	63,1	47,8	57,3	44
43	423	400	400	438	72,0	57,7	82,0	62,2	46,7	56,1	43
42	412	390	390	426	71,5	56,9	81,5	61,3	45,5	54,9	42
41	402	381	381	414	70,9	56,2	80,9	60,4	44,3	53,7	41
40	392	371	371	402	70,4	55,4	80,4	59,5	43,1	52,6	40
39	382	362	362	391	69,9	54,6	79,9	58,6	41,9	51,5	39
38	372	353	353	380	69,4	53,8	79,4	57,7	40,8	50,4	38
37	363	344	344	370	68,9	53,1	78,8	56,8	39,6	49,3	37
36	354	336	336	360	68,4	52,3	78,3	55,9	38,4	48,2	36

35	345	327	327	351	67,9	51,5	77,7	55,0	37,2	47,1	35
34	336	319	319	342	67,4	50,8	77,2	54,2	36,1	46,1	34
33	327	311	311	334	66,8	50,0	76,6	53,3	34,9	45,1	33
32	318	301	301	326	66,3	49,2	76,1	52,1	33,7	44,1	32
31	310	294	294	318	65,8	48,4	75,6	51,3	32,5	43,1	31
30	302	286	286	311	65,3	47,7	75,0	50,4	31,3	42,2	30
29	294	279	279	304	64,8	47,0	74,5	49,5	30,1	41,3	29
28	286	271	271	297	64,3	46,1	73,9	48,6	28,9	40,4	28
27	279	264	264	290	63,8	45,2	73,3	47,7	27,8	39,5	27
26	272	258	258	284	63,3	44,6	72,8	46,8	26,7	38,7	26
25	266	253	253	278	62,8	43,8	72,2	45,9	25,5	37,8	25
24	260	247	247	272	62,4	43,1	71,6	45,0	24,3	37,0	24
23	254	243	243	266	62,0	42,1	71,0	44,0	23,1	36,3	23
22	248	237	237	261	61,5	41,6	70,5	43,2	22,0	35,5	22
21	243	231	231	256	61,0	40,9	69,9	42,3	20,7	34,8	21
20	238	226	226	251	60,5	40,1	69,4	41,5	19,6	34,2	20

Equivalencias de dureza y resistencia

Para aceros no aleados y fundiciones, existe una relación aproximada y directa entre la dureza Vickers y el límite elástico, siendo el límite elástico aproximadamente 3,3 veces la dureza Vickers.

$$R_{p0,2} \approx 3,3 \cdot HV$$

Tabla de equivalencias^[2] para el límite elástico, Brinell^[3] -, Rockwell-, dureza Vickers.

Límite elástico (aproximado) (para acero no aleado o de baja aleación y fundición)	Dureza Brinell	Dureza Rockwell			Dureza Vickers
		HRC	HRA	HRB	
MPa	HB	HRC	HRA	HRB	HV
—	—	68	86	—	940
—	—	67	85	—	920
—	—	66	85	—	880
—	—	65	84	—	840
—	—	64	83	—	800
—	—	63	83	—	760
—	—	62	83	—	740
—	—	61	82	—	720
—	—	60	81	—	690
—	—	59	81	—	670
2180	618	58	80	—	650
2105	599	57	80	—	630
2030	580	56	79	—	610
1955	561	55	78	—	590

1880	542	54	78	—	570
1850	517	53	77	—	560
1810	523	52	77	—	550
1740	504	51	76	—	530
1665	485	50	76	—	510
1635	473	49	76	—	500
1595	466	48	75	—	490
1540	451	47	75	—	485
1485	437	46	74	—	460
1420	418	45	73	—	440
1350	399	43	72	—	420
1290	380	41	71	—	400
1250	370	40	71	—	390
1220	376	39	70	—	380
1155	342	37	69	—	360
1095	323	34	68	—	340
1030	304	32	66	—	320
965	276	30	65	—	300
930	276	29	65	105	290
900	266	27	64	104	280
865	257	26	63	102	270
835	247	24	62	101	260
800	238	22	62	100	250
770	228	20	61	98	240
740	219	—	—	97	230
705	209	—	—	95	220
675	199	—	—	94	210
640	190	—	—	92	200
610	181	—	—	90	190
575	171	—	—	87	180
545	162	—	—	85	170
510	152	—	—	82	160
480	143	—	—	79	150
450	133	—	—	75	140
415	124	—	—	71	130
385	114	—	—	67	120
350	105	—	—	62	110
320	95	—	—	56	100
285	86	—	—	48	90

255	76	—	—	—	80
-----	----	---	---	---	----

Referencias

- [1] Norma ASTM E140-02 (<http://www.astm.org/Standards/E140.htm>)
 - [2] Gültig für unlegierte und niedriglegierte Stähle. Für Vergütungs-, Kaltarbeits-, Schnellarbeitsstähle sowie für verschiedenen Hartmetallsorten die anderen Tabellen der Norm EN ISO 18265 verwenden. Gerade bei hochlegierten oder kaltverfestigten Stählen sind hohe Abweichungen zu erwarten.
 - [3] Die Durchmesserangabe bei der Brinellhärte bezieht sich auf eine 10 mm Prüfkugel.
-

Fuentes y contribuyentes del artículo

Dureza *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=52742288> *Contribuyentes:* 4WD, ABarlovento, Abajo estaba el pez, Aeveraal, Af3, Airunp, Alberto Salguero, Baiji, Banfield, Bloody Guardian, Caizer, Crescent Moon, Danielbo, Dark, David0811, Davius, De eMe, Diegusjaimes, Eduardosalg, Feliciano, Flores,Alberto, Ggenellina, Gizmo II, GrandesI, Grillitus, HiTe, Humberto, JMCC1, Jgttdtdtdtdtdtdtdtdtdtdtd, KnightRider, Laura Fiorucci, LydiaAC, Martin Rizzo, Matdrodes, Moriel, Mousegizer, Mrsyme, Netito777, PoLuX124, Rodrigouf, Rsg, Sabbut, Sauron, Taichi, Tano4595, Technopat, Youssefsan, 138 ediciones anónimas

Fuentes de imagen, Licencias y contribuyentes

Archivo:Durometro.JPG *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Durometro.JPG> *Licencia:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contribuyentes:* Frobles

Licencia

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
[//creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)