

Material para a formación profesional inicial

Familia profesional	FME	Fabricación Mecánica
Ciclo formativo	CMFME02	Soldadura e calderería
Grao		Medio
Módulo profesional	MP0006	Metroloxía e Ensaíos
Unidade didáctica	UD3	Ensaíos destrutivos e non destrutivos
Actividade	A02	Realización de ensaios
Autores		Luis Estévez Daviña
Nome do arquivo		CMFME02_ MP0006 _UD3_A02_Elab_Probetas

© 2016 Xunta de Galicia.

Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria.

Este traballo foi realizado durante unha licenza de formación retribuída pola Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria e ten licenza Creative Commons BY-NC-SA (recoñecemento - non comercial - compartir igual). Para ver unha copia desta licenza, visitar a ligazón <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/>.

Índice

1.Ficha técnica 3

Contexto da actividade.....	3
Título da actividade.....	3
Resultados de aprendizaxe do currículo.....	3
Obxectivos didácticos e título e descrición da actividade.....	4
Criterios de avaliación.....	4
Contidos.....	4
Actividades de ensino e aprendizaxe e de avaliación, métodos, recursos e instrumentos de avaliación.....	5

2.A02. Realización de ensaios 6

2.1Introdución.....	6
2.2Actividade.....	6
2.2.1Conceptos básicos 6	
Probeta.....	6
Tolerancias.....	7
Ensaio destrutivos.....	8
Propiedades dos materiais.....	8
Dureza.....	9
Interpretación de resultados.....	11
Táboas de equivalencia.....	11
2.2.2Instrumentación 13	
2.2.3Metodoloxía 15	
2.3Tarefas.....	18
2.3.1Tarefa 1 19	
Autoavaliación.....	19
2.3.2Tarefa 2 20	
Autoavaliación.....	20
2.3.3Tarefa 3 20	
Autoavaliación.....	20

3.Materiais 20

3.1Textos de apoio ou de referencia.....	21
3.2Recursos didácticos.....	21

4.Avaliación 21

Proba escrita.....	22
Proba práctica.....	23

1. Ficha técnica

Contexto da actividade

Módulo	Duración	Unidade didáctica.	Sesións 50	Actividades	Sesións 50'
Metroloxía e Ensaíos	147	UD01. Medición dimensional, superficial e xeométrica. Descrición: (Medición de lonxitudes, superficies, ángulos e tolerancias)	71		
		UD02. Control de procesos, normas de calidades Descrición: (Gráficos de control, modelos de calidade, normas e procedementos)	16		
		UD03. Ensaíos destrutivos e non destrutivos. Descrición: (Realización de ensaios e obtención de características. Manexo de instrumentos e características funcionais)	60	A01: Tipos de ensaios	42
				A02: Realización de ensaios	12
		A03: Normas de calidade	6		

Título da actividade

Nº	Título	Descrición	Duración
A02	Realización de ensaios	Técnicas de realización de ensaios.	12

Resultados de aprendizaxe do currículo

Resultados de aprendizaxe do currículo	Completo
- Prepara instrumentos e equipamentos de ensaios destrutivos e non destrutivos, para o que selecciona os útiles e aplica as técnicas e os procedementos requiridos.	Non

Obxectivos didácticos e título e descrición da actividade

Obxectivos específicos		Actividade		Descrición básica	Duración
O1.1	Coñecer as diferentes técnicas e protocolos de actuación para a realización de diferentes ensaios	A02	Realización de ensaios	Técnicas de realización de ensaios	12

Critérios de avaliación

Criterios de avaliación

- CA1.1 Descríbíronse conceptos relacionados cos ensaios destrutivos e non destrutivos.
- CA1.6 Valorouse a necesidade dun traballo ordenado e metódico na preparación dos equipamentos.
- CA1.7 Realizáronse as operacións de limpeza e mantemento necesarias para o seu correcto funcionamento.
- CA2.8 Preparáronse e acondicionáronse as materias e as probetas necesarias para a execución dos ensaios.
- CA2.9 Executáronse algúns dos ensaios e obtivéronse os resultados coa precisión requirida.

Contidos

Contidos

- Preparación de pezas para o seu ensaio.
- Rigor na preparación.
- Equipamentos utilizados nos ensaios.
- Realización de ensaios.

Actividades de ensino e aprendizaxe e de avaliación, métodos, recursos e instrumentos de avaliación

Qué e para qué	Cómo			Con qué	Cómo e con qué se valora	Duración (sesións)
Actividade (título e descrición)	Profesorado (en termos de tarefas)	Alumnado (tarefas)	Resultados ou produtos	Recursos	Instrumentos e procedementos de avaliación	
A01. Realización de ensaios Técnicas de realización de ensaios.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protocolo de elaboración de probetas para realización de ensaios. ▪ Explicación do instrumental e ferramentas de traballo necesarios para realizar probetas. ▪ Explicación do instrumental necesario para estudar resultados dos ensaios. ▪ Pasos a seguir para elaboración de probetas. ▪ Presentación dos tipos de ensaios de dureza existentes e interpretación. ▪ Manexo de táboas de comparación de valores dos ensaios. ▪ Proposta de proba práctica: exame sobre elaboración de probetas e interpretación de resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realización de exercicios teóricos sobre tipos de ensaios de dureza. ▪ Manexo de instrumental e maquinaria necesaria para realización de probetas e ensaios destrutivos de dureza. ▪ Realización de proba práctica: Elaboración de probeta, realización de ensaios de dureza e interpretación de resultados. ▪ Comprobación de equivalencias entre tipos de durezas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Síntese do tema. ▪ Exercicio práctico de elaboración e interpretación da dureza en probetas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Equipamento instrumental de laboratorio, medios audiovisuais, bibliografía, apuntes, táboas de equivalencias. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proba práctica sobre a elaboración de probeta Standard, interpretación e cálculo de datos nos ensaios de dureza. 	12

2. A02. Realización de ensaios

2.1 Introducción

O que se pretende coa actividade que de seguido se desenvolve, é que os alumnos aprendan a elaborar probetas standard con diferentes tipos de materiais para posterior realización de ensaios.

A actividade centrase na elaboración de probetas para o estudo de ensaios de dureza;

- Vickers
- Brinell
- Rockwell B,C

2.2 Actividade

Antes de proceder a elaboración dunha probeta de un material, a realización e estudo de diferentes ensaios de dureza e a posterior interpretación dos resultados obtidos, é necesario coñecer determinados conceptos básicos que serán premisa indispensable para a posterior posta en valor da actividade e a súa áxil comprensión.

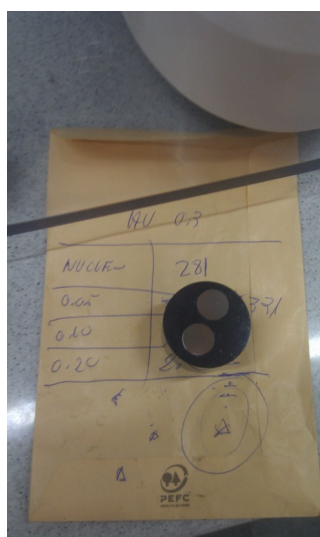
Estes conceptos defínense de seguido.

2.2.1 Conceptos básicos

Os conceptos mais importantes relacionados ca actividade son os seguintes, *probeta*, *tolerancia*, *ensaios*, *dureza*, *propiedades dos materiais*, *interpretación de resultados* e *táboas de equivalencia*.

Probeta

En termos xerais unha probeta e unha peza constituída por un determinado material cuñas propiedades ou características deséxanse estudar.



Exemplos de probetas realizadas para o estudo.

Tolerancias

Tolerancia: É a cantidade total de variación permitida.

Medida nominal: Por comodidade, asignase a peza unha medida nominal, a cal serve de referencia para definir as medidas límites. Normalmente, son números enteiros.

Diferenza superior: Diferenza alxébrica entre a medida máxima y a medida nominal correspondente.

Diferenza inferior: Diferenza alxébrica entre a medida mínima e a medida nominal correspondente.

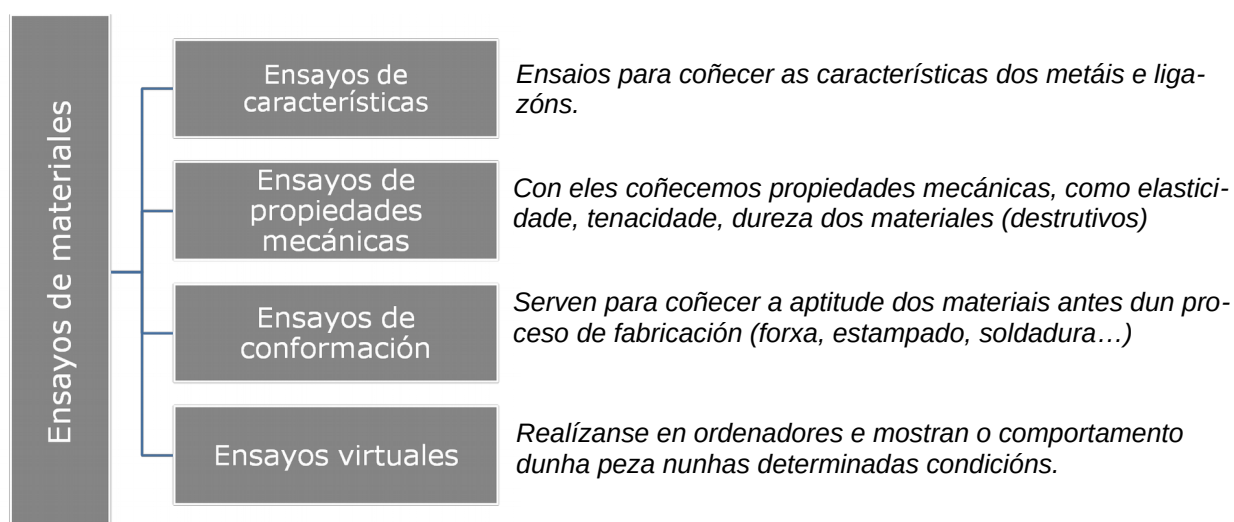
Zona de tolerancia: É a representación gráfica da tolerancia, e a zona comprendida entre as dúas liñas que representan os límites da tolerancia e que están definidas en magnitude (tolerancia) e en posición, con respecto a liña de referencia.

Medidas límites: As dúas medidas extremas admisibles dunha peza, entre as cales deben encontrarse.

Nota: Estes conceptos os podemos aplicar a tolerancias respecto ao grado de dureza dos diferentes materiais analizados.

Ensaio destrutivos

Son procedementos que teñen coma finalidade coñecer e comprobar as características dos materiais, para poder elixir con seguridade o máis adecuado para unha finalidade determinada.



Propiedades dos materiais

Coñecer os materiais e as súas características é imprescindible para poder traballar con eles obtendo os máximos rendementos.

Cada material ten as súas características técnicas. Unhas propiedades son propias e outras son melloradas mediante diferentes tratamentos na industria.

As propiedades máis importantes dos materiais refréanse na seguinte taboa.

Propiedades de los materiales	Densidad
	Peso específico
	Elasticidad
	Resistencia
	Flexión
	Dureza
	Tenacidad y fragilidad
	Fatiga
	Ductilidad y maleabilidad
	Conductividad eléctrica
	Viscosidad
	Dilatación

Dureza

Cuantifica a capacidade de opoñerse a penetración por parte dun material. Defínese como a resistencia que opón un material a ser raiado ou penetrado por outro máis duro ca el.

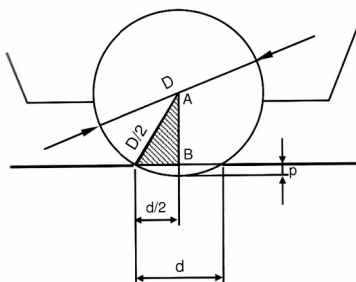
A dureza mídese mediante un aparato chamado durometro, e existen moitos tipos de ensaios para obter o valor que o material presenta, estes tipos de ensaios poden visualizarse na seguinte táboa.

Ensayos de dureza	Brinell
	Mohs
	Dureza a la lima
	Martens
	Turner
	Rockwell
	Rockwell superficial
	Vickers
	Knoop
	Shore

Existen varios métodos para medir a dureza, dentro destes os máis comúns son os seguintes, os cales baséanse no estudo da pegada que un penetrador cónico ou piramidal produce no material estudado.

Método Brinell

Consiste en comprimir unha bola de aceiro temperado sobre o material que se ensaia mediante a aplicación de un peso, e segundo o diámetro da área que deixa marcada determinase a súa dureza, estudando o casquete esférico formado mediante o uso dun microscopio metalográfico.



Formula que determina a dureza do material ensaiado

$$HB = \frac{2P}{\pi D/2(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Método Rockwell

Este método emprega dous tipos de penetradores.

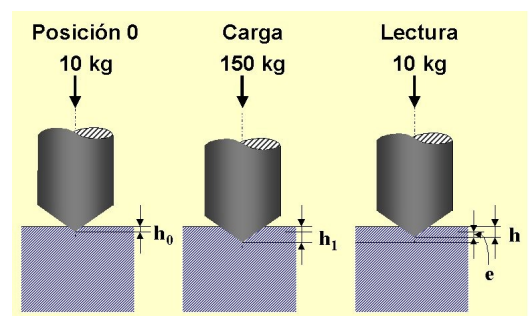
O chamado Rockwell C, un cono de diamante de 120° de conicidade, o que se lle aplica unha forza de 150kg.

Pola súa banda o Rockwell B, utiliza un penetrador en forma de bola de aceiro duro de 1/16" de diámetro, cun peso de 100kg.

Nestes métodos o que se mide é o diámetro da pegada de penetración, mediante a seguinte formula, que se traduce nunha dureza.

$$H = h' - h''$$

H = Pegada elástica
h' = Pegada permanente
h'' = Penetración total

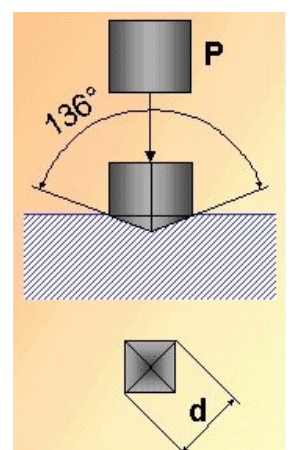


Método Vickers

Deriva do Brinell e usase para a realización de pegadas pequenas de elevada precisión.

O penetrador é un diamante piramidal de 136° que deixa unha pegada cadrada.

A determinación da dureza faise en función da diagonal da pegada.



Formula que determina a dureza do material ensaiado

$$Hv = 1,854 P / D^2$$

Interpretación de resultados

Unha das partes de maior importancia e intimamente ligada coa realización dos diferentes ensaios e a correcta análise e interpretación dos resultados obtidos.

Despois de haber atacado a probeta co penetrador existe unha pegada que debe ser interpretada de maneira específica dependendo do método utilizado.

Existen fórmulas nas que introducir os datos observados e deste modo obter a dureza para cada método. Na práctica existen táboas onde podemos relacionar as medidas tomadas cos tipos de dureza.

Brinell

Mediante microscopio analizamos a pegada esférica realizada nun durometro para o peso aplicado e obtemos a dureza mediante comprobación de datos nas táboas.

Rockwell

Mediante a utilización dun durometro, e despois de aplicar unha pre-carga, logo unha carga e a súa posterior retirada, producíranse unhas determinadas pegadas que se transmitirán a un reloxo comparador en escala Rockwell, con eles podemos interpretar a diferenza entre a pegada con carga e posterior retirada, que nos dará un número que equivale o espesor (e).

Datos cos que podemos calcular a dureza Rockwell B e C respectivamente cas seguintes fórmulas.

$$HRC = 100 - e \quad HRB = 130 - e$$

Vickers

Neste método mediante o uso de microscopio medimos o diámetro da pegada realizada para un peso determinado, realizado no durometro (Aparato especial para medir a forza dos materiais), e cruzamos en táboas peso aplicado e tamaños do diámetro obtendo a dureza Vickers.

Táboas de equivalencia

Os resultados de dureza obtidos trala realización dun ensaio nun determinado método poden ser convertidos a valores homoxéneos en calquera dos outros métodos. Isto é posible xa que existen táboas de equivalencia, onde se poden transformar resultados de dureza entre diferentes métodos de maneira rápida e simple, e ao mesmo tempo comprobar a resistencia que soportan a tracción en Kg/mm².

Isto pode verse no exemplo de táboa que aparece a continuación;

TABLA DE CONVERSIÓN DE DUREZA-RESISTENCIA

Según normas: ISO 18265:2003, ISO 6507, ISO 6505, ISO 6508

Rev-16/02/08

HB	Bola 2,5/187,5	Lectura Ø2,5/187,5Kg	Lectura Ø10/3000	HRC	HRA	HR15N	Kg/mm2	N/mm2 A1	N/mm2	HRB 1/16"-100 Kg	HV
293	68,5	0,890	3,55	29,8	65,40	74,20	94,9		930		296
296	69,0	0,885	3,53	30,5	65,80	74,50	95,9		940		300
301	69,5	0,875	3,50	31,0	66,10	74,90	97,4		955		305
306	70,2	0,870	3,47	31,8	66,50	75,30	99,2		972		310
308	70,5	0,868	3,45	32,0	66,80	75,40	99,8		976		311
313	71,0	0,860	3,43	32,6	67,00	76,00	101,4		994		320
315	71,5	0,856	3,42	32,9	67,30	76,60	102,0		1000		329
326	72,5	0,845	3,37	34,3	67,80	76,70	105,6		1035		333
332	73,0	0,838	3,34	35,0	68,10	77,10	107,7		1055		338
336	73,5	0,830	3,32	35,4	68,50	77,30	109,2		1070		340
344	74,2	0,825	3,29	36,3	68,90	77,90	111,6		1094		348
345	74,5	0,820	3,28	36,5	69,10	78,00	111,9		1097		350
355	75,2	0,810	3,25	37,6	69,60	78,60	115,1		1128		360
360	75,5	0,805	3,21	38,0	69,90	78,90	116,6		1143		365
365	76,0	0,798	3,19	38,6	70,20	79,10	118,3		1159		370
366	76,1	0,796	3,17	38,8	70,40	79,20	118,6		1162		371
370	76,5	0,793	3,16	39,1	70,60	79,40	119,8		1174		375
375	76,8	0,788	3,15	39,6	70,70	79,70	121,3		1189		380
379	77,0	0,785	3,13	40,0	70,90	80,00	122,6		1201		384
380	77,2	0,783	3,11	40,2	71,00	80,10	122,9		1204		385
385	77,5	0,776	3,10	40,6	71,20	80,20	124,5		1220		390
390	77,8	0,773	3,09	41,0	71,40	80,50	126,0		1235		395
393	78,0	0,770	3,08	41,2	71,60	80,60	127,0		1245		398
395	78,2	0,768	3,07	41,5	71,70	80,70	127,6		1250		400
400	78,5	0,763	3,05	42,0	71,90	81,00	129,1		1265		405
405	78,9	0,760	3,03	42,4	72,20	81,20	130,7		1281		410
407	79,0	0,756	3,02	42,8	72,40	81,30	131,4		1288		412
412	79,4	0,753	3,01	43,0	72,50	81,40	133,0		1303		415
414	79,6	0,750	3,00	43,2	72,60	81,60	133,8		1311		420
419	79,8	0,747	2,98	43,6	72,80	81,80	135,3		1326		425
423	79,9	0,745	2,97	44,0	72,90	82,00	136,5		1338		428
424	80,0	0,740	2,95	44,1	73,00	82,10	136,8		1341		430
430		0,736	2,95	44,6	73,30	82,30	138,7		1359		435
434		0,733	2,93	44,9	73,50	82,50	139,9		1371		440
440		0,730	2,92	45,2	73,70	82,70	141,7		1389		445
442		0,728	2,91	45,5	73,80	82,80	142,3		1395		447
444		0,723	2,90	45,7	73,90	82,90	143,0		1401		450
449		0,720	2,89	46,0	74,10	83,10	144,6	1470	1417		455
453		0,718	2,87	46,4	74,30	83,30	145,9	1485	1430		460
460		0,713	2,85	46,8	74,50	83,50	148,1	1502	1451		465
463		0,710	2,84	47,2	74,60	83,70	149,0	1520	1460		470
469		0,706	2,82	47,5	74,80	83,90	150,6	1535			475
473		0,703	2,81	47,9	75,00	84,10	150,7	1555			480
479		0,700	2,80	48,4	75,30	84,30	151,8	1566			485
482		0,696	2,79	48,6	75,40	84,40	152,7	1594			490
487		0,693	2,77	48,8	75,60	84,60	154,2	1609			495
492		0,690	2,76	49,2	75,70	84,80	156,3	1630			500
497		0,686	2,75	49,5	75,90	85,00	158,1	1647			505
501		0,683	2,74	49,9	76,00	85,10	159,9	1665			510
506		0,680	2,72	50,2	76,20	85,30	171,6	1682			515
511		0,676	2,70	50,5	76,40	85,40	173,5	1700			520
516		0,673	2,69	50,8	76,60	85,60	175,5	1720			525
520		0,670	2,68	51,2	76,70	85,80	177,6	1740			530
525		0,667	2,67	51,5	76,90	86,00	179,3	1757			535
530		0,664	2,66	51,8	77,00	86,10	181,1	1775			540
534		0,662	2,65	52,1	77,10	86,30	182,9	1792			545
539		0,660	2,64	52,4	77,30	86,40	184,7	1810			550
544		0,656	2,63	52,6	77,50	86,50	186,4	1827			555
549		0,653	2,62	52,9	77,60	86,60	188,3	1845			560
554		0,650	2,60	53,2	77,80	86,80	190,0	1862			565
558		0,647	2,59	53,5	77,90	86,90	191,8	1880			570
563		0,645	2,58	53,7	78,00	87,10	193,9	1900			575
568		0,642	2,57	54,0	78,20	87,20	195,9	1920			580
573		0,640	2,56	54,2	78,30	87,40	197,7	1937			585
577		0,637	2,55	54,6	78,40	87,50	199,5	1955			590
582		0,635	2,54	54,8	78,50	87,60	201,5	1975			595
586		0,632	2,53	55,1	78,70	87,70	203,6	1995			600
591		0,630	2,52	55,4	78,80	87,90	205,3	2012			605
596		0,627	2,51	55,6	78,90	88,00	207,1	2030			610
601		0,625	2,50	55,9	79,10	88,10	209,2	2050			615
605		0,623	2,49	56,1	79,20	88,20	211,2	2070			620
610		0,620	2,48	56,3	79,30	88,40	213,0	2087			625
614		0,618	2,47	56,6	79,40	88,50	214,8	2105			630
619		0,616	2,46	56,9	79,60	88,60	216,8	2125			635
623		0,614		57,1	79,70	88,70	218,9	2145			640
628		0,612		57,3	79,80	88,80	220,6	2162			645
632		0,610		57,5	79,90	88,90	222,4	2180			650
636		0,608		57,8	80,00	89,00	224,2	2197			654
				58,1	80,10	89,10	225,5	2210			655
				58,3	80,20	89,30	226,8	2223			660
				58,6	80,30	89,40	228,2	2236			665

Nota: Existe un abanico amplio de táboas con diferentes valores dependendo das pre-cargas aplicadas nas probetas.

2.2.2 Instrumentación

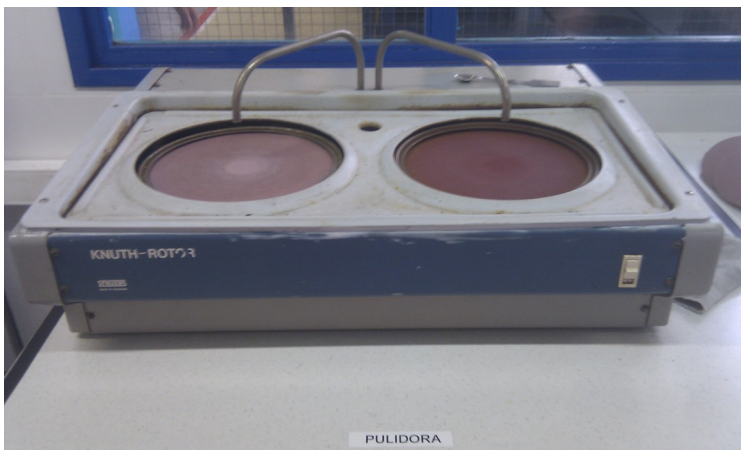
O aparataxe e instrumentación necesaria para a realización da actividade no mellor dos escenarios posibles e coas máximas garantías de éxito, e o que se describe e visualiza neste apartado.

Cortadora_Preparación do seccionado do material



Prensadora_Embutición do material

Pulidora manual_Abrasivos de diferente gran



Pulidora fina_ Acabados tipo espello

Microdurometro Zwick_Análise superficial de dureza (Vickers)



Durometro_Análise superficial de dureza (Rockwell, Brinell)

Microscopio_Observación e cuantificación de resultados



Microscopio_Neste exemplo encontrase incorporado no propio microdurometro

2.2.3 Metodoloxía

Protocolo de actuación para a correcta realización dun ensaio de dureza.

- **Elaboración da probeta**

- Obtención da mostra

Na preparación da probeta debe evitarse na maior medida posible a existencia de:

Deformacións, raiados, arranques de labra, existencia de elementos estraños, relevs e bordes e danos térmicos.

Corte da mostra. O método máis apropiado é o corte con abrasivo en húmido, xa que provoca a menor cantidade de danos en relación con o tempo necesario. A elección do disco de corte correcto é de vital importancia.

- Embutición ou incrustación

Este proceso consiste na embutición da mostra metálica nunha base de material a axuda de prensas especiais e adoptando formas de cilindros de 12 mm de alto e de 20 a 25 mm de diámetro.

Montaxe da mostra. As mostras deben incluírse en resina para facilitar a súa manipulación e preparación. As mostras deben estar limpas, libres de graxas e de contaminantes, para conseguir a adherencia da resina ¹ sobre a mostra.

- Desbaste e pulido

Ten por obxectivo a redución da rugosidade superficial da mostra a observar. Realízase en etapas sucesivas mediante procedementos manuais o mecánicos.

É a última etapa na preparación da superficie da probeta antes de proceder á realización do ensaio propiamente dito. Trátase de ir aplicando abrasivos de grans cada vez máis finos ata conseguir os resultados requiridos, tendendo este a un acabado tipo espello.

Unha vez a probeta esta totalmente elaborada débese proceder ao traballo propiamente dito de realización dos tipos de ensaio de dureza definidos para posteriormente analíalos.

- **Estudo da mostra**

- Aplicación de carga, ensaio

Ca probeta situada na mesa de traballo do durómetro procedese a aplicar unha carga, o que vulgarmente no laboratorio coñécese coma “*pinchar a mostra cun penetrador*”.

Dependendo do método utilizado empregaranse cargas diferentes e o procedemento pode variar lixeiramente.

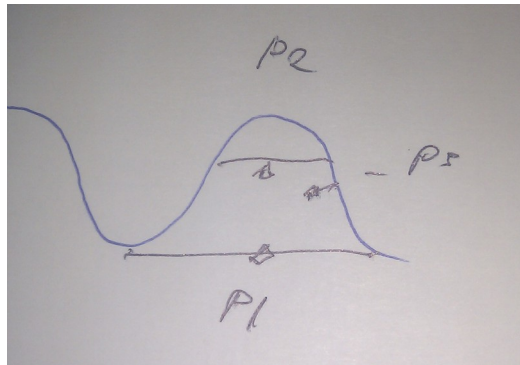
Como exemplo poremos a forma de proceder do método Vickers, xa que este é o de maior precisión e utilizado nos laboratorios.

Paso 1_Realízase unha penetración no centro da sección transversal da peza con unha carga de 10kg normalmente que producirá unha pegada piramidal de superficie considerable.

Paso 2_Realízanse pegadas na sección lonxitudinal da peza con cargas inferiores, normalmente 0,3kg, para non ser tapadas entre elas. As pegadas realízanse no filete do parafuso (*En caso de comprobar a dureza deste tipo de pezas*). Como se pode observar na imaxe os puntos a pinchar son os seguintes;

- P1, intermedio do filete
 - P2, intermedio do filete e a $\frac{3}{4}$ de altura do filete
 - P3, a 10-20nm do borde do filete a media altura.

¹ Unha das resinas máis utilizada é a chamada baquelita. Resina sintética plástica que se obtén por condensación do fenol con o formol.



- Visualización microscópica

Despois de haber realizado as penetracións e o momento de proceder a súa correcta visualización mediante o uso de microscopio, o feito de poder aumentar a escala visual permitiranos poder medir e cuantificar o tamaño e forma da pegada.

No método Vickers a pegada xerada é similar a que se representa na imaxe de abaixo. Despois de comprobar que presenta unha forma regular pasase a medir a diagonal que se xerou para poder estipular posteriormente mediante táboas que dureza Vickers representa. Isto tense de realizar para os catro puntos pinchados, debendo ser os resultados semellantes.



- Interpretación de resultados

A lectura de datos refreados no durómetro e microscopio, a utilización de táboas de dureza para os distintos métodos, o uso de táboas de equivalencia para deducir a resistencia real do material en kg/mm^2 , deben nos proporcionar os datos necesarios para poder interpretar con fiabilidade os resultados e así, verificar si a peza estudada se encontra dentro dos rangos de tolerancia esixidos ou permitidos, si existe coherencia nos datos recollidos ou si as probetas foron realizadas correctamente.

2.3 Tarefas

As tarefas propostas para esta actividade están baseadas na resolución de exercicios sobre os conceptos básicos de ensaio de dureza, interpretación de resultados e uso de táboas de equivalencia.

Tarefa 1:

Conceptos de ensaio Rockwell B

Tarefa 2:

Conceptos de ensaio Vickers

Tarefa 3:

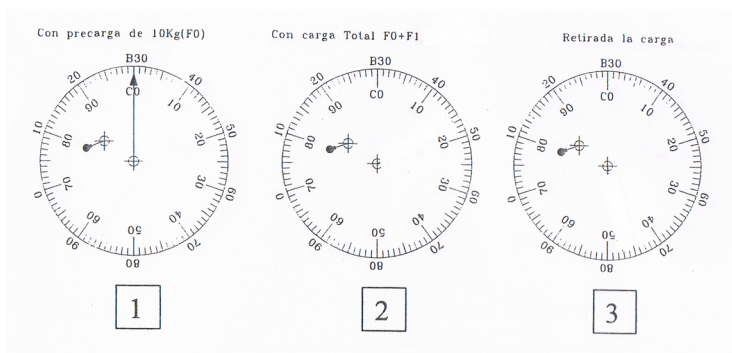
Tolerancias nos valores de dureza para o sistema Rockwell B, Vickers e Brinell.

2.3.1 Tarefa 1

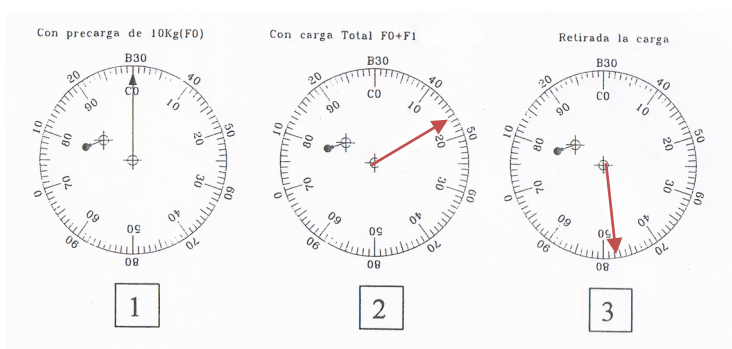
Nun ensaio coñécese o seguinte resultado 79 HRB.

Dende a posición inicial de referencia o desprazamento da agulla do durómetro foi 83 unidades. Si a recuperación elástica é de 32 unidades

- Realiza esquema-dibuxo do ensaio, situando a agulla dos respectivos reloxo.
- Indica en mm a profundidade alcanzada polo penetrador no paso 2.
- Indica a profundidade da deformación permanente no paso 3.



Autoavaliación



b) 0,166mm (83x2) c) 0,102 (51x2)

2.3.2 Tarefa 2

Determina a dureza Vickers dunha peza de aceiro que sometida a unha carga de 0,3 KG. produce unha pegada de diámetro 0,05 mm.

Autoavaliación

$$H_v = 1,854 P / D^2 = 222,48$$

2.3.3 Tarefa 3

Unha empresa que realiza parafusos para a industria da automoción, ten tres clientes diferentes cuns niveis de exixencia moi variables.

O primeiro deles pide que os parafusos teñen que ter unha resistencia a dureza comprendida entre os 130-150 Kg/mm²

O segundo entre 170-195 Kg/mm²

E o terceiro entre 235-246 Kg/mm²

Si no departamento de metroloxía realízanse ensaios de dureza Rockwell B, Brinell e Vickers, cales deberían ser os resultados dos mesmos para que estean dentro da tolerancia solicitada polos diferentes clientes.

Autoavaliación

Entón os resultados obtidos nos ensaios deberían estar comprendidos entre os seguintes.

Resistencia	124-154 Kg/mm ²	177-193 Kg/mm ²	235-246 Kg/mm ²
Rockwell B	110-115	119-120	-
Brinell	363-415	514-555	682-712
Vickers	375-472	567-633	885-960

3. Materiais

3.1 Textos de apoio ou de referencia

- **Método de ensayos no destructivos**, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. Francisco Ramírez Gómez y col.
- **Metrología y verificación**, Antonio Pardo Diaz. ETSEIB. U.P.C.
- **Control de calidad en fabricación mecánica**, Sergio Gómez González.

3.2 Recursos didácticos

- Equipamento informático e medios audiovisuais.
- Apuntes do profesor co protocolo de actuación no relativo a probetas e o seu estudo.
- Aparataxe e instrumental de taller e laboratorio.

4. Avaliación

Critérios de avaliación seleccionados para esta actividade	Instrumento de avaliación
<ul style="list-style-type: none">▪ CA1.1 Descríbense conceptos relacionados cos ensaios destrutivos e non destrutivos.▪ CA1.6 Valorouse a necesidade dun traballo ordenado e metódico na preparación dos equipamentos.▪ CA1.7 Realizáronse as operacións de limpeza e mantemento necesarias para o seu correcto funcionamento.▪ CA2.8 Preparáronse e acondicionáronse as materias e as probetas necesarias para a execución dos ensaios.▪ CA2.9 Executáronse algúns dos ensaios e obtivéronse os resultados coa precisión requirida.	<ul style="list-style-type: none">▪ Proba escrita▪ Proba práctica▪ Proba práctica▪ Proba práctica▪ Proba práctica

Proba escrita

1. *A forma xeométrica do penetrador utilizado para o ensaio de dureza Brinell e:*
 - a) *Un cono de diamante de 136° na punta*
 - b) *Unha punta piramidal de diamante de 136°*
 - c) *Un cono de diamante de 120°*
 - d) ***Ningunha das anteriores.***
2. *A propiedade que teñen certos materiais de soportar sin deformarse nin romperse aos golpes bruscos de alta intensidade denomínase:*
 - a) ***Dureza.***

- b) Ductilidade.**
 - c) Tenacidade.**
 - d) Ningunha das anteriores.**

- 3. *A forma xeométrica do penetrador utilizado para o ensaio de dureza Vickers é:*
 - a) Un cono de diamante de 136° na punta.**
 - b) Unha punta piramidal de diamante de 120°.**
 - c) Unha esfera de aceiro temperado.**
 - d) Ningunha das anteriores.**

- 4. *Cando falamos de revenir unha peza mecánica, estamos a falar de:*
 - a) Un tratamento térmico.**
 - b) Un tipo de ligazón.**
 - c) Un tipo de montaxe.**
 - d) Ningunha das anteriores.**

- 5. *O ensaio de dureza:*
 - a) E un tipo de ensaio non destrutivo.**
 - b) Debese realizar ca peza a altas temperaturas.**
 - c) Normalmente realizase cunha máquina chamada durometro.**
 - d) Ningunha das anteriores.**

- 6. *No ensaio de dureza Rockwell, cantos mm de profundidade de pegada representa unha unidade:*
 - a) 1mm equivale a unha unidade.**
 - b) 0,02mm equivale a unha unidade.**
 - c) 0,01mm equivale a unha unidade.**
 - d) Ningunha das anteriores.**

- 7. *Cales son os pasos a seguir na realización e estudo de dureza dunha probeta:*
 - a) Preparación da mostra, pulido, desbaste, embutición, visualización e interpretación.**
 - b) Preparación da mostra, embutición, visualización, pulido, post visualización e interpretación.**
 - c) Preparación da mostra, embutición, desbaste, pulido, visualización e interpretación.**
 - d) Ningunha das anteriores.**

Proba práctica

A proba a realizar tratarase de conseguir levar a práctica por parte do alumnado o protocolo de actuación estudado necesario para a realización dun ensaio de dureza en termos correctos.

Para iso deberán seguir estas pautas:

- Elaboración da probeta
 - **Paso 1**_Procurar no taller unha peza, identificala e buscar a sección a estudar.
(Obtención da mostra)
 - **Paso 2**_ Preparación previa da peza para a correcta embutición na máquina prensadora e obtención dunha mostra sólida para a súa correcta manipulación.
(Embutición ou incrustado)
 - **Paso 3**_Pulido da mostra utilizando máquinas con discos de diferentes abrasivos ata acadar o acabado requirido para unha correcta actuación e visualización.
(Desbaste e pulido)

- Estudo da mostra
 - **Paso 4**_Colocar a probeta nos diferentes tipos de durómetros, aplicar posteriormente as cargas pre-establecidas para cada tipo de ensaio nos posicionamentos correctos das pezas.
(Aplicación de carga, ensaio)
 - **Paso 5**_ Visualizar as pegadas xeradas por cada carga e cada ensaio e medir os resultados no microscopio ou na propia máquina segundo o tipo de ensaio.
(Visualización microscópica)
 - **Paso 6**_Unha vez cuantificados os resultados en unidades dimensionais realizar a conversión da mesma a unidades de dureza Brinell, Vickers e Rockwell. Posteriormente mediante o uso de táboas de equivalencia comparar as cantas unidades de dureza N/mm^2 se corresponden, coa finalidade de saber a resistencia a dureza que ten o material das pezas escollidas.
(Interpretación de resultados)