PRINCIPALI PROVE SUI MATERIALI

Per disporre di dati reali che consentono di classificare le proprietà di vari materiali, occorre eseguire sui materiali delle prove specifiche in laboratori molto attrezzati.

Le prove si dividono in prove distruttive e prove non distruttive.

Le prove distruttive, compromettono l'integralità del materiale, non vengono eseguiti su pezzi finiti, ma su campioni di materiale (provette) di forma e dimensioni unificate.

Le prove non distruttive si possono eseguire su qualsiasi pezzo meccanico, perché non alterano alcun parametro e non lasciano segni evidenti.

INDICE

PRINCIPALI PROVE SUI MATERIALI

PROVA DI TRAZIONE

Diagramma della Prova di Trazione

Macchina per la prova di trazione

Parametri Caratteristici

PROVA DUREZZA BRINELL

Durezza Brinell

PROVA DI DUREZZA VICKERS

PROVA DI DUREZZA ROCKWELL

Fasi della prova Rockwell

PROVA DI RESILIENZA

Pendolo di Charpy

PROVA DI TRAZIONE

La prova di trazione consiste nel sottoporre alcune provette del materiale in esame ad uno sforzo gradatamente crescente fino a provocarne la rottura.

La prova di resistenza a trazione è la più importante prova meccanica per i materiali metallici . I diversi valori di resistenza che si determinano sono gli elementi più validi e quindi più utilizzati per esprimere le caratteristiche di un materiale e individuarne la possibilità di impiego.

Sotto lo sforzo di trazione, applicato in modo graduale e continuo, da zero fino ad un suo valore massimo, la provetta subisce un certo allungamento che verrà misurato dopo la rottura facendo combaciare i due spezzoni della provetta.

PROVETTE UNIFICATE

Le provette su cui si esegue la prova sono ricavate dal materiale da controllare. Per rendere attendibile la prova è necessario utilizzare provette unificate aventi precise caratteristiche dimensionali e di forma.

Esse sono costituite da una parte cilindrica o prismatica (detta tratto utile), sulla quale deve essere misurato l'allungamento, raccordata alle estremità da due teste di forma opportuna che vengono afferrate dagli organi di presa della macchina.

Le provette che vengono utilizzate in questa prova devono rispettare le norme UNI le quali prescrivono:

il modo di prelevamento
la forma
le dimensioni
la preparazione

In figura è rappresentata una tipica provette per la prova di trazione una a sezione circolare.
Il tratto utile per la misurazione degli allungamenti è compreso tra due trattini, che all'inizio della prova si trovano ad una distanza L che varia a seconda del tipo di provetta.

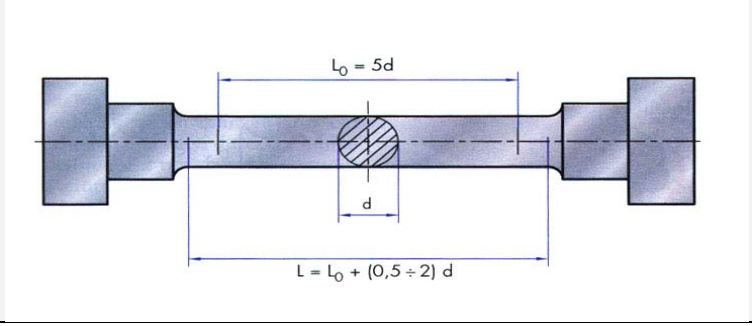
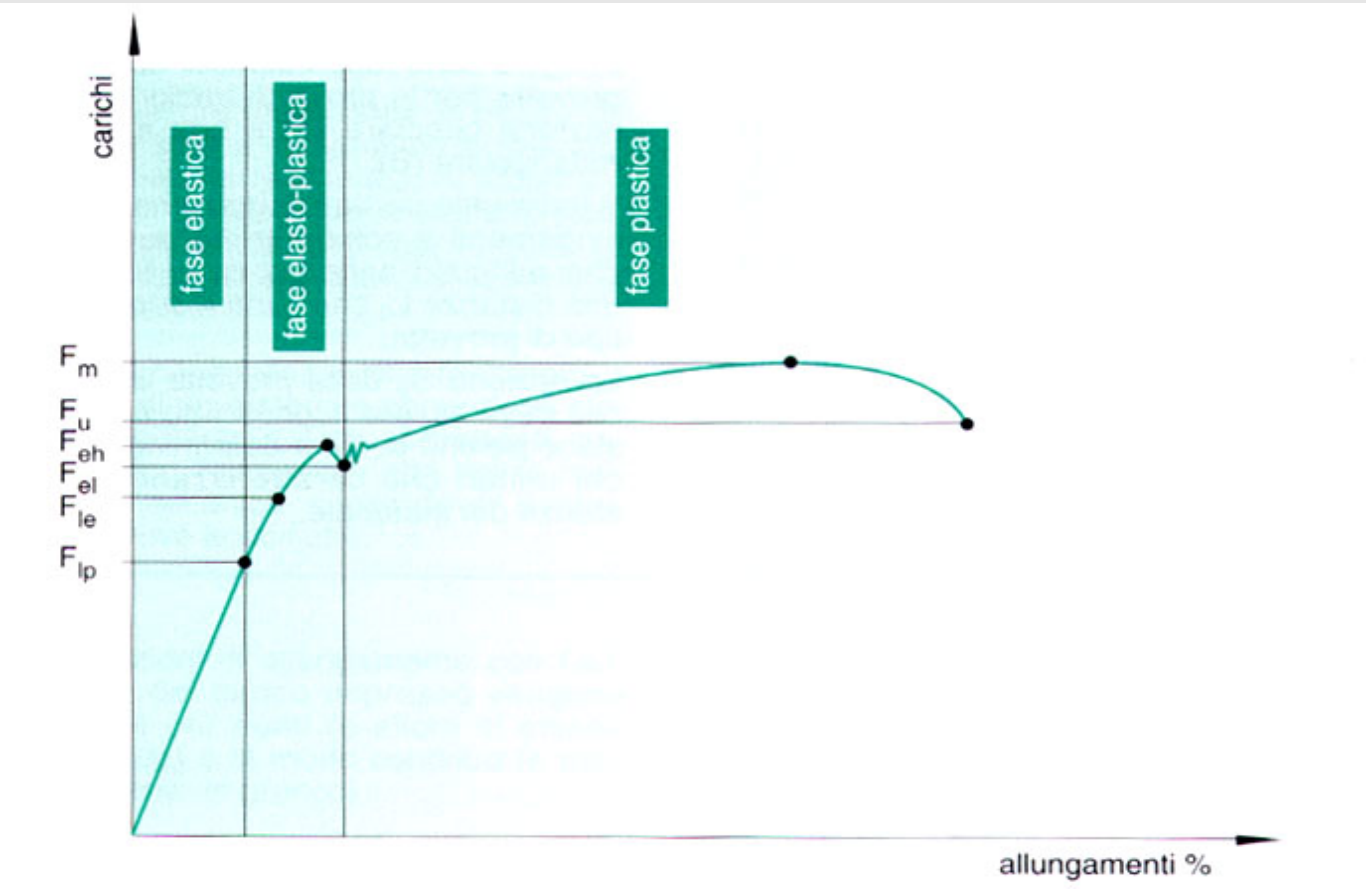


Diagramma della Prova di Trazione



Durante la prova possiamo registrare il diagramma cartesiano che riporta in ascissa gli allungamenti del provino e sulle ordinate il carico di trazione ad esso applicato : questo diagramma è chiamato Diagramma Carichi-Allungamenti

Per un materiale come l'acciaio dolce , il diagramma si presenta come quello mostrato nella figura ed è caratterizzato da cinque fasi differenti di allungamento

fasedi elasticità e proporzionalità: in una prima fase, quando il materiale è sottoposto ai primi carichi, l'allungamento cresce in proporzione al carico impresso. Al cessare del carico la provetta riacquista le dimensioni iniziali.

fase di sola elasticità :

in una seconda fase, aumentando il carico, il materiale è ancora elastico, cioè le deformazioni permanenti sono trascurabili rispetto a quelle elastiche.

fase di elasticità e plasticità *:*

oltre questo carico, la provetta comincia a subire delle deformazioni che permangono, in parte, anche dopo aver eliminato il carico. *Se togliamo il carico l'allungamento si riduce, ma la provetta non riassume le dimensioni iniziali.*

fase di snervamento: si ha lo snervamento quando la deformazione della provetta aumenta per la prima volta senza che il carico aumenti, oppure quando il carico diminuisce. *Il carico di snervamento caratterizza l'inizio della fase plastica che precede la rottura della provetta.*

fase di rottura: dopo lo snervamento se aumentiamo ancora il carico, la provetta continua a deformarsi plasticamente fino all'improvvisa rottura. *In questa fase, nella zona di rottura della provetta, la sezione si restringe visibilmente e presenta il cosiddetto fenomeno della strizione.*

Parametri Caratteristici della Prova

Dalla prova di trazione si ricavano alcuni parametri caratteristici del materiale di cui è fatta la provetta : Sui manuali tecnici sono riportati per ogni materiale metallico i parametri che si ricavano da una prova di trazione

Nel caso di un acciaio a basso tenore di carbonio , una volta eseguita la prova e registrato il diagramma carico-allungamenti , il tecnico di laboratorio può determinare i seguenti parametri :

Carico di scostamento della proporzionalità : il carico unitario di scostamento dalla proporzionalità è ottenuto dividendo il carico di proporzionalità per la sezione iniziale della provetta.

$$R_p = F_p / S_0$$

Carichi di snervamento : il carico unitario di snervamento è ottenuto dividendo il carico di snervamento superiore o inferiore per la sezione iniziale.

$$R_{eh} = F_{eh}/S_o \qquad R_{el} = F_{el}/S_o$$

Carico di rottura : rappresenta il valore massimo del carico raggiunto durante la prova di trazione condotto fino alla rottura.
Il carico massimo unitario è dato dal rapporto fra il carico massimo e la sezione iniziale della provetta.

$$R_m = F_m / S_0$$

MODULO DI ELASTICITA'

Il modulo di elasticità serve per calcolare le inflessioni delle strutture soggette a sforzi (travi, ponti, ecc.).

$$E = (F L_o) / (S_o \Delta L)$$

ALLUNGAMENTO PERCENTUALE

Si definisce l'allungamento come il rapporto fra l'allungamento permanente della lunghezza utile della provetta dopo la rottura, espresso in percentuale della lunghezza iniziale

$$A\% = \frac{L_f - L_o}{L_o}$$

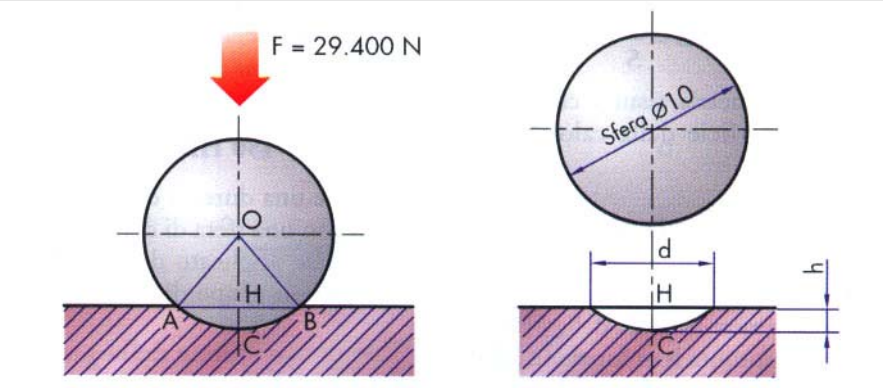
Macchina per la prova di trazione

Le figure seguenti mostrano due moderne macchine per eseguire la prova di trazione ; le macchine sono dotate di un computer che può registrare in automaticamente il diagramma Carichi-Deformazioni

PROVA DI DUREZZA BRINELL

La durezza è la proprietà che hanno i materiali di resistere alla penetrazione da parte di un materiale più duro di quello che deve essere esaminato.

La prova di durezza eseguita con il metodo Brinell consiste nel far penetrare nel materiale in esame una sfera di acciaio duro di diametro D, premuta con forza F (Carico di Prova).



Diametri delle sfere e Carichi di Prova

Spessore pezzo [mm]	<1	1÷3	3÷6	>6
Ø sfera [mm]	1	2,5	5	10

Il diametro delle sfere può avere differenti valori, in relazione ai materiali su cui si deve eseguire la prova.

Il carico di prova si sceglie in relazione al diametro della sfera e al tipo di materiale da testare:

$$F = n \; D^2 \; 9{,}81$$

I valori della costante n sono riportati nella tabella**:**

Materiali	Acciai e ghise	Leghe di rame e alluminio	Rame, allumnio, zinco, magnesio e sue leghe	Leghe di stagno	Piombo e stagno
n	**30**	**10**	**5**	**1,25**	**0,5**

Durezza Brinell

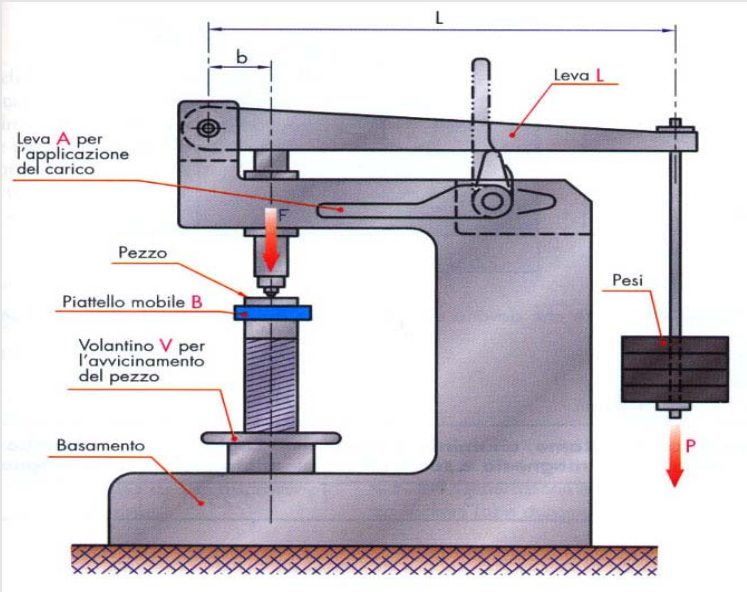
Si definisce durezza Brinell (HB) il rapporto tra il carico di prova **F** (espresso in Newton) e l'area della superficie dell'impronta **S** (espressa in mm^2) moltiplicato per una costante **n** (pari a 0,102 N/mm^2.)

$$HB = (F/S) n$$

Dalla geometria risulta che l'area S della superficie della calotta sferica:

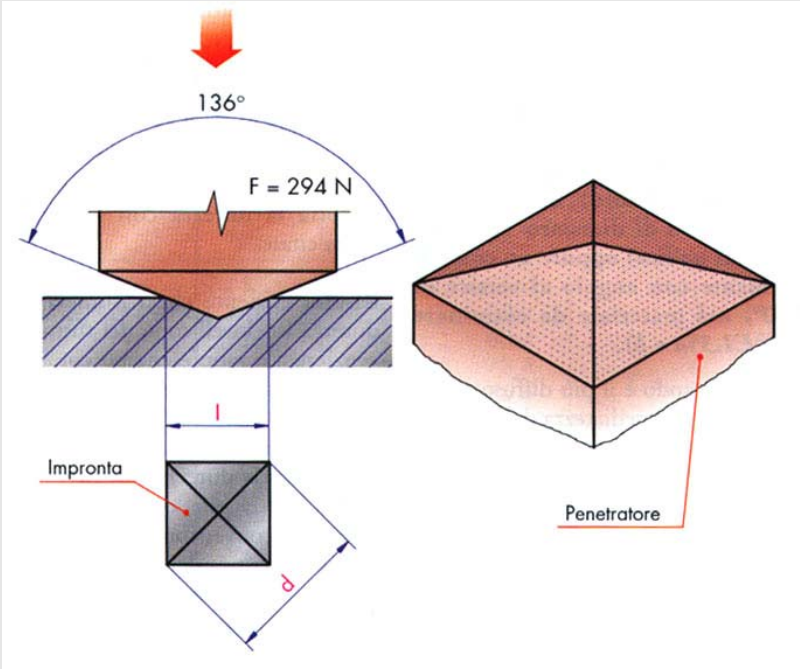
$$S = 3{,}14\ D\ H \quad (mm^2)$$

DUROMETRO PER L'ESECUZIONE DELLA PROVA BRINELL



PROVA DI DUREZZA VICKERS

La prova di durezza con il metodo Vickers consiste nel far penetrare nel materiale in esame un diamante avente forma piramidale retta a base quadrata premuta con forma F di 294 N per un tempo variabile da 10 a 15 secondi.



Durezza Vickers

Si definisce durezza Vickers (HV) il rapporto tra il carico di prova F (espresso in Newton) e l'area della superficie S dell'impronta (espressa in mm^2) ; occorre applicare il fattore costante n .

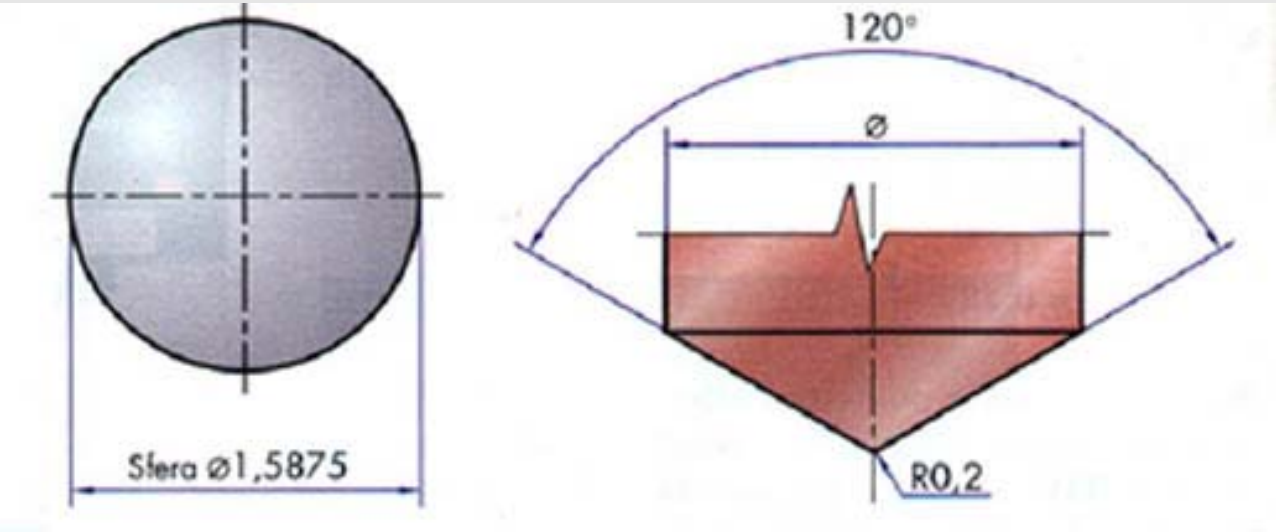
$$HV = n \; F / S$$

L'area laterale di una piramide con l'angolo al vertice delle facce uguali a136° può essere espressa in funzione della diagonale di base d con la seguente formula:

$$S = 0{,}539 \; d^2 \qquad (mm^2)$$

PROVA DI DUREZZA ROCKWELL (HRB e HRC)

La prova di durezza eseguita con il metodo Rockewell consiste nel far penetrare (in due tempi con un carico prestabilito) una sfera di acciaio duro di diametro 1,58 mm (1/16 di pollice) oppure un cono di diamante con angolo al vertice di 120°, nel materiale da esaminare.



Durezza Rockwell

Questo metodo è il più diffuso per la praticità e l'immediatezza della lettura del valore della durezza.
I parametri della prova cambiano a seconda del penetratore utilizzato e il valore della durezza sarà espresso in funzione della profondità di penetrazione con le seguenti formule:

HRB = 130 – e **per prove con penetratore sferico**
HRC = 100 – e **per prove con penetratore conico**

Dove **e** rappresenta in unità Rockwell (*1 unità Rockwell = 2 micron* -> corrispondenti a 0,002 mm) la profondità residua dell'impronta (f_r) , cioè la profondità misurata dopo aver tolto il carico per eliminare la deformazione elastica.

Si utilizza il penetratore a sfera di acciaio duro per materiali meno duri (durezza<200 HB) ed il penetratore a cono di diamante per materiali più duri (durezza >200 HB).

Fasi della prova Rockwell

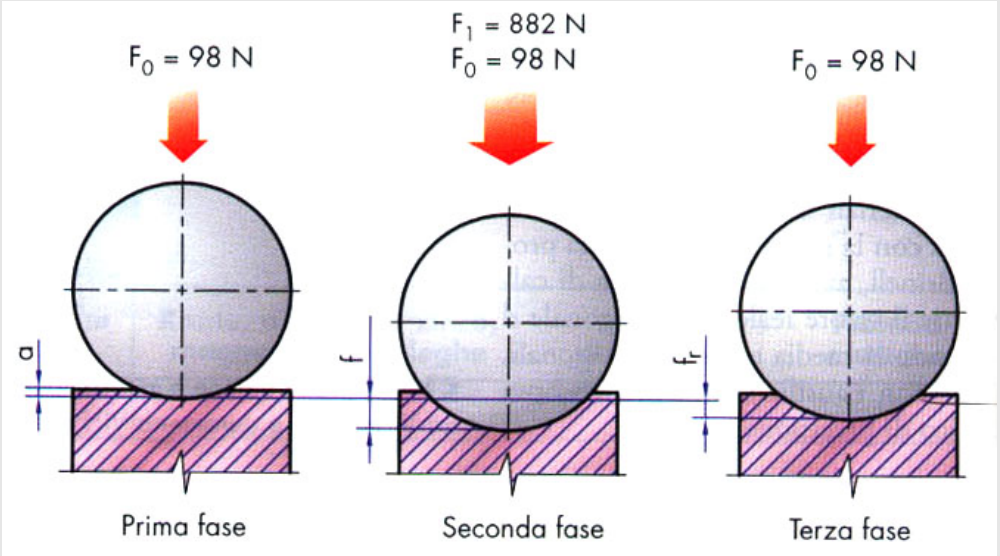
La prova si effettua eseguendo le seguenti fasi : :

1. Portare la superficie del pezzo da esaminare a contatto con il penetratore applicando un carico iniziale di (Fo = 98 Newton), per provocare il suo affondamento di una profondità di assestamento a .
2. Azzerare l'indice della scala delle profondità.
3. Applicare il carico addizionale F_1 raggiungendo il carico totale F_t . Questi carichi dipendono dai penetratori e valgono rispettivamente:

per la sfera F_1 = 882 N ; F_t = 980 N

per il cono F_1 = 13722 N ; F_t = 1470 N

4. Attendere 30 secondi con il carico totale F_t applicato.
5. Togliere il carico addizionale F_1 per permettere al penetratore di escludere la deformazione plastica.
6. Leggere sul quadrante del durometro il valore della durezza o la profondità residua espressa in unità Rockwell e o in micron da cui sarà dedotta la durezza con le formule sopra citate.



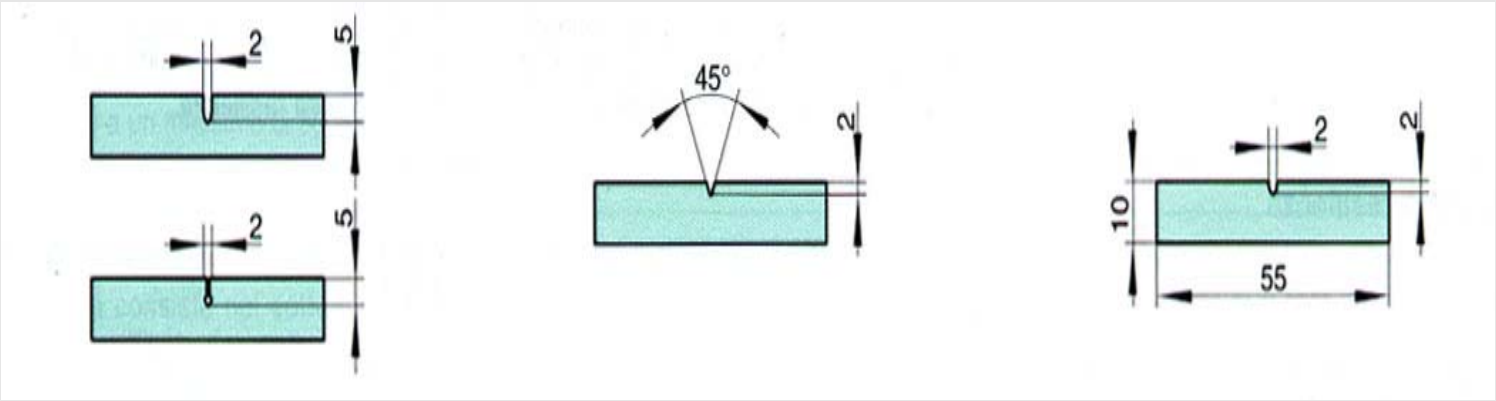
PROVA DI RESILIENZA

La prova di resilienza consiste nel misurare l'energia necessaria a rompere in un sol colpo la provetta in esame.
La provetta del materiale da esaminare ha forme e dimensioni unificate.

Si definisce resilienza la capacità che ha un materiale di resistere alla rottura a flessione per urto.

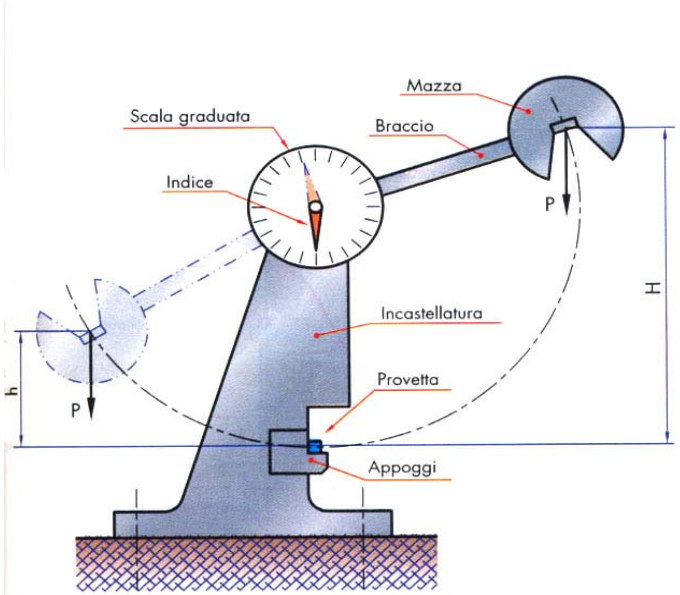
Provette Unificate

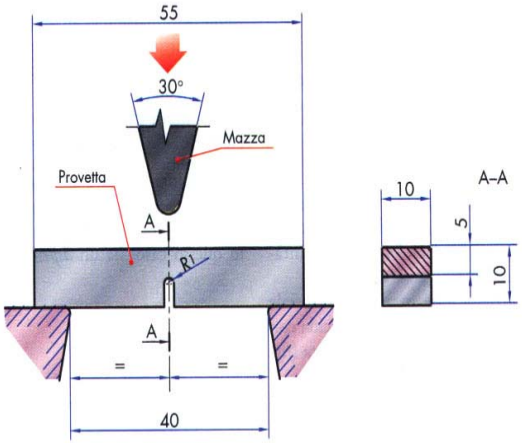
Per rendere attendibile la prova di resilienza è necessario utilizzare provette unificate aventi precise caratteristiche dimensionali e di forma.
Le provette normali hanno sezione quadrata con lato 10 mm e lunghezza di 55 mm; durante il prelievo si deve evitare ogni riscaldamento o raffreddamento che potrebbe alterare le proprietà dell'acciaio.
Le provette hanno un intaglio a " U " e a " buco di chiave " profondi 5 mm, oppure a " V " profondo 2 mm .
Per i materiali non ferrosi si può usare la provetta Mesnager con intaglio a " V " profondo 2 mm .
A secondo del tipo di provetta usata varia il simbolo della resilienza .



PENDOLO DI CHARPY

La macchina per eseguire la prova di resilienza è nota con il nome di Pendolo di Charpy .
Il pendolo di Charpy consiste in una pesante mazza che scende per gravità dall'alto, incontra sulla sua traiettoria pendolare una provetta unificata , la rompe e continua la sua corsa oltre la provetta risalendo fino ad una certa quota.
La macchina è tarata per dare immediatamente su un quadrante il valore dell'energia assorbita dalla provetta.
Oltre alla provetta, anche gli appoggi della macchina e la testa della mazza che colpisce la provetta devono possedere forma e dimensioni unificate per garantire alla prova valori attendibili, confrontabili e ripetibili.





Indice di resilienza

Il lavoro assorbito dalla provetta nell'urto è dato dalla differenza fra l'energia posseduta dal pendolo all'inizio della sua corsa e l'energia posseduta nella posizione finale ,quando è risalito oltre la provetta.
L'energia disponibile prima della caduta è dato dal peso P del pendolo moltiplicato per l'altezza di caduta H .
L'energia posseduta dal pendolo quando risale è dato dal peso P moltiplicato per l'altezza h di risalita.
Quindi il lavoro per rompere la provetta è dato :

$$L = (P H) - (P h)$$

Dividendo L per la sezione S_0 della provetta in corrispondenza del taglio, si ottiene l'indice di resilienza

$$K = L / So$$