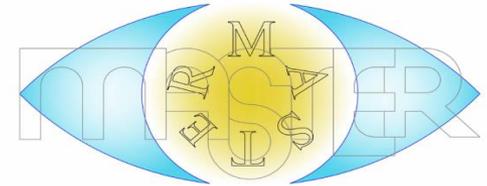
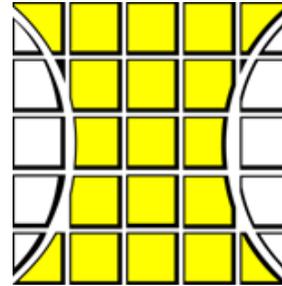


L'OBIETTIVO ATTUALE E' ANCORA QUELLO  
FISSATO DA VITRUVIO:

FIRMITAS, (SICUREZZA)

UTILITAS, (UTILITA')

VENUSTAS (DUREVOLEZZA)

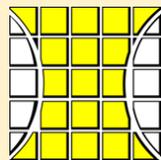


Materials and Structures Testing and Research  
[www.associazionemaster.org](http://www.associazionemaster.org)

# ESCURSUS PRELIMINARE

PROCEDURE DI CONTROLLO SUI MATERIALI E SUI PRODOTTI IN ACCIAIO

**Controllo di accettazione  
della carpenteria metallica,  
dei bulloni e dei dadi, dei chiodi e  
delle strutture saldate**

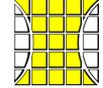


**Ing. Loris Turella**, Direttore generale

**ing. Elisabetta Turella**, direttore del Laboratorio Autorizzato

**Veneta Engineering srl di Verona**

15-16 Dicembre 2022



## 1 ELEMENTI DELLE COSTRUZIONI DAL PUNTO DI VISTA DEL CONTROLLO

- A) materiali e prodotti marcati CE con NORMA ARMONIZZATA IN VIGORE
- B) materiali e prodotti marcati CE con NORMA ARMONIZZATA IN VIA DI APPROVAZIONE
- C) non A) e non B)

[norma armonizzata = NORMA pubblicata su Guce dopo approvazione degli stati dell comunità europea;  
assicura il rispetto dei Requisiti Essenziali di Sicurezza e Salute ]

## 2 STATO DELL'ARTE per MATERIALI e PRODOTTI IN ACCIAIO

**NORMAZIONE e CERTIFICAZIONE MOLTO PROGREDITA** rispetto a calcestruzzo e barre per c.a.  
**prodotto industrializzato da tempo**  
**mercato sovranazionale avanzato**

**QUASI TUTTI I PRODOTTI e MATERIALI SONO MARCATI CE, ma NON TUTTI**

## 3 DIREZIONE LAVORI DI COSTRUZIONE METALLICA

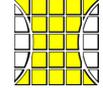
**apparentemente più facile che dirigere opere in c.a., legno ..... Ma .....**

**Le direttive, I REGOLAMENTI, le norme armonizzate di NUOVO APPROCCIO sono di TIPO PRESTAZIONALE**

**Ciò SIGNIFICA CHE IMPONGONO il raggiungimento di obiettivi e non i metodi per raggiungerli**

**come raggiungerli è ... affar del costruttore, del progettista, del direttore dei lavori !!!**

**ogni scelta, pertanto, diventa molto importante e fa assumere le relative responsabilità**



## che scelte deve fare il Direttore dei lavori?

**ACCETTARE ed in seguito MOTIVARE IN RELAZIONE AL COLLAUDATORE**

### a) ogni cosa entri in cantiere....

#### **marcata CE (caso 11,1 a)**

si accetta senz'altro per le NTC ma....

si analizzano

le carte autorizzative

le impostazioni di calcolo

le prestazioni richieste ed assicurate

si fanno (per le NTC) i prelievi e prove

#### **NON marcate CE (es palancole ecc)**

si accettano solo dopo aver

eseguito prelievi

eseguito prove

superato le verifiche del caso

### b) ogni lavorazione venga fatta in cantiere

#### **saldature**

WPS

verifica materiali impiegati

verifica saldature PnD

#### **bullonature**

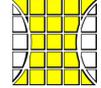
prelievo materiali e prove relative

verifica messa in opera (serraggio, conformità al progetto ecc)

#### **chiodature**

prelievo materiali e prove relative

verifica messa in opera (conformità al progetto ecc)



## **cosa accetta il Collaudatore?**

### **ACCETTA ED AVVALLA**

**c1) le scelte fatte dal direttore dei lavori**

**c2) la costruzione nei particolari e nella sua totalità**

### **ORDINA**

**le verifiche e prove che ritiene di fare**

**tipicamente prove di carico**

**verifiche geometriche**

**dimensioni strutturali**

**spessori di protettivi**

### **VERIFICA**

**i contenuti e l'attendibilità della Relazione a strutture ultimate avuta dal DL**



## AZIONI DEL D.L. O COLLAUDATORE

### PRIMA DELL'INGRESSO IN CANTIERE

#### **verifica adeguatezza del produttore e suoi sub-fornitori**

vedi esempi di check list allegate

#### **verifica dei processi di produzione**

saldature

WPS;

materiali usati;

capolavori dei saldatori

impianti automatici e loro settaggio

protezione

dalla ruggine

dal fuoco

#### **preleva ed invia al laboratorio i campioni**

almeno nelle quantità previste dalle NTC

#### **acquisisce e valuta i risultati delle prove**

prende le decisioni relative

#### **analizza il progetto in cerca di possibili**

punti deboli

si toglie il dubbio se "approfondire o meno" l'analisi

vede in base alla propria esperienza quale, cosa e come indagare

analizza le caratteristiche potenzialmente pericolose

punti dubbi

geometrici

verifiche teoriche

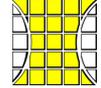
prestazionali

prove specifiche estese al bisogno

accoppiamento

verifiche teoriche o

prove specifiche estese al bisogno



## AZIONI DEL D.L. O COLLAUDATORE

### ALL'ARRIVO DI FORNITURE IN CANTIERE

CONTROLLA LA DOCUMENTAZIONE

conformità a progetto o disposizioni precedenti

documenti aggiuntivi

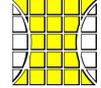
prove eseguite

misure fatte

CONTROLLO VISIVO DELLA FORNITURA

utilizzando check-list fornite dal progettista

PRELIEVA EVENTUALI CAMPIONI



## AZIONI DEL D.L. O COLLAUDATORE

### DURANTE IL MONTAGGIO

verifica la congruenza con la progettazione

verifica la conformità di dettaglio dei componenti

Si applica nel controllo e verifica dell'applicazione e formazione

bulloni

saldature

preparazione (cianfrini ecc)

materiali

esecuzione

unioni

geometria

dimensioni

concorrenza ai nodi delle aste

nodi colonna trave

NODI TRAVE-COLONNA

grado di rigidità (cerniera, ---)

# AZIONI DEL D.L. O COLLAUDATORE

## A FINE COSTRUZIONE

### VERIFICHE

#### UNIONI SALDATE

dimensioni, penetrazione

ZTA

PnD: VT,UT,MS,LP,Rx

#### UNIONI BULLONATE

numero bulloni e distanze reciproche

coppia di serraggio

tipo bulloni

#### RISPOSTA STRUTTURALE

TRAVI-SOLAI

*prove di carico statiche e dinamiche*

NODI TRAVE-COLONNA

*grado di rigidità (cerniera, ---)*

#### RESISTENZA NEL TEMPO

AGLI AGENTI AMBIENTALI

spessore protettivi (vernici, zincature)

uniformità protettivi (vernici, zincature)

AL FUOCO

tipo protettivi (vernici)

spessore protettivi (vernici)

uniformità protettivi (vernici)

# Quindi .....

**CON LE PREMESSE FATTE**

**1 ILLUSTRERO' NEL DETTAGLIO**

in relazione alle prove

quanti provini ottenere dai prelievi in cantiere

come preparare le provette pre le varie prove

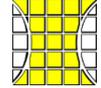
come eseguire una prova

come leggere i dati (gli esiti ) di prova

in relazione ai prodotti marcati CE

cosa si deve accertare

uso di check-list predisposte a titolo informativo

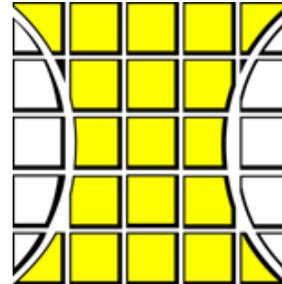


L'OBIETTIVO ATTUALE E' ANCORA QUELLO  
FISSATO DA VITRUVIO:

FIRMITAS, (SICUREZZA)

UTILITAS, (UTILITA')

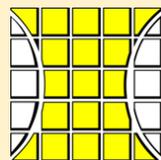
VENUSTAS (DUREVOLEZZA)



Materials and Structures Testing and Research  
[www.associazionemaster.org](http://www.associazionemaster.org)

**PROCEDURE DI CONTROLLO SUI MATERIALI E SUI PRODOTTI IN ACCIAIO**

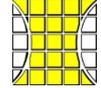
**Controllo di accettazione  
della carpenteria metallica,  
dei bulloni e dei dadi, dei chiodi e  
delle strutture saldate**



**Ing. Loris Turella**, Direttore generale

**ing. Elisabetta Turella**, direttore del Laboratorio Autorizzato

**Veneta Engineering srl di Verona**



# **REGOLE e Normative da costruzione per** la progettazione di **strutture in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo** a livello nazionale ed Europeo

## **LEGISLAZIONE EUROPEA**

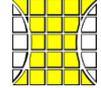
Direttiva ex 89/106/CEE, ora REGOLAMENTO 305/11

## **LEGISLAZIONE italiana**

- **NTC** - Norme Tecniche per le Costruzioni e circolari applicative
- Annessi nazionali agli Eurocodici **EC xx**

## **Normativa EUROPEA**

- Eurocodice 3 - Progettazione di strutture in acciaio
- Eurocodice 4 - Progettazione di strutture composte acciaio-calcestruzzo
- Eurocodice 8 - Progettazione di strutture per la resistenza sismica



## Direttiva ex 89/106/CEE, ora REGOLAMENTO 305/11

### REQUISITI ESSENZIALI DI SICUREZZA E SALUTE:

- 1. Resistenza meccanica e stabilità**
- 2. Sicurezza in caso d'incendio**
- 3. Igiene, salute, ambiente**
- 4. Sicurezza nell'impiego**
- 5. Protezione acustica**
- 6. Risparmio energetico ed isolamento termico**
- 7. Uso sostenibile delle risorse ambientali**

## Regole nazionali

**Norme Tecniche per le Costruzioni 2018** (Decreto 17 gennaio 2018 g.u. n°42 del 20/02/18)  
*"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"* a partire dal 22 marzo 2018 in vigore

**LA CIRCOLARE APPLICATIVA N°7 DEL 21/01/2019** (sostituisce la precedente n° 617 del 2-2-09; di estremo interesse il paragrafo 11.3.5.1, i prodotti in carpenteria metallica ricadenti nell'ambito della EN 1090-1 quali kit strutturali ed il certificato di controllo interno 3.1.; Per tali tipologie non è obbligatoria la presentazione del certificato

**NTC 2008** - D.M. 14/01/2008 - in vigore dal 1 luglio 2009 sono di riferimento per i progetti antecedenti al 22 marzo 2018.

aggiunte le **circolari 02/02/2009** n°617 *"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni"*, **05/08/2009** *"Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248"* e **11/12/2009** *"Ulteriori considerazioni esplicative sull'entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni"*.

DIRETTIVA 89/106 ... ORA REGOLAMENTO 305/11

## REQUISITO ESSENZIALE N. **1** DI SICUREZZA E SALUTE

### Resistenza meccanica e stabilità:

**l'opera deve essere concepita e costruita in modo che le azioni**, cui può essere sottoposta durante la costruzione e l'utilizzazione, **non provochino**:

1. **il crollo** dell'intera opera o di una sua parte;
2. **deformazioni di importanza inammissibile**;
3. **danni** ad altre parti dell'opera o alle attrezzature principali o accessorie in seguito a una deformazione di primaria importanza degli elementi portanti;
4. **danni accidentali sproporzionati alla causa che li ha provocati.**

DIRETTIVA 89/106 .... ORA REGOLAMENTO 305/11

## REQUISITO ESSENZIALE N. **2** Sicurezza in caso d'incendio

l'opera deve essere concepita e costruita in modo che, in caso di incendio:

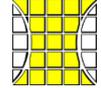
- 1. la capacità portante** dell'edificio possa essere garantita per un periodo di tempo determinato;
- 2. la produzione e la propagazione** del fuoco e del fumo all'interno delle opere siano limitate;
3. la **propagazione del fuoco ad opere vicine** sia limitata;
4. gli **occupanti possano lasciare l'opera** o essere soccorsi altrimenti;
5. sia presa in considerazione la **sicurezza delle squadre di soccorso**.

## DIRETTIVA 89/106 .... ORA REGOLAMENTO 305/11

### REQUISITO ESSENZIALE N. **3 Igiene salute ambiente**

l'opera deve essere concepita e costruita in modo da non compromettere l'igiene o la salute degli occupanti o dei vicini e in particolare in modo da non provocare:

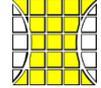
1. sviluppo di gas tossici;
2. presenza nell'aria di particelle o di gas pericolosi;
3. inquinamento o tossicità dell'acqua o del suolo;
4. difetti nell'eliminazione delle acque di scarico, dei fumi e dei rifiuti solidi o liquidi;
5. formazione di umidità su parti o pareti dell'opera



DIRETTIVA 89/106 .... ORA REGOLAMENTO 305/11

## REQUISITO ESSENZIALE N. **4** Sicurezza nell'impiego

l'opera deve essere concepita e costruita in modo che la sua utilizzazione non comporti rischi di incidenti inammissibili, quali scivolate, cadute, collisioni, bruciature, folgorazioni, ferimenti a seguito di esplosioni.



DIRETTIVA 89/106 .... ORA REGOLAMENTO 305/11

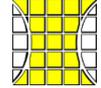
## REQUISITO ESSENZIALE N. **5** Protezione acustica

l'opera deve essere **concepita e costruita in modo che il rumore**, cui sono sottoposti gli occupanti e le persone situate in prossimità, si mantenga **a livelli che rechino nocumento alla loro salute** e tali da consentire soddisfacenti condizioni di sonno, di riposo e di lavoro.

DIRETTIVA 89/106 .... ORA REGOLAMENTO 305/11

## REQUISITO ESSENZIALE N. **6** Risparmio energetico ed isolamento termico

**L'opera e i relativi impianti** di riscaldamento, raffreddamento e aerazione devono essere concepiti e costruiti in modo che il **consumo di energia durante l'utilizzazione dell'opera sia moderato**, tenuto conto delle condizioni climatiche del luogo, senza che ciò pregiudichi il benessere termico degli occupanti.



DIRETTIVA 89/106 .... ORA REGOLAMENTO 305/11

## REQUISITO ESSENZIALE N. **7** **Uso sostenibile delle risorse ambientali**

occorre **garantire**

- **il riutilizzo dei materiali da costruzione,**
- **la durabilità della costruzione,**
- **l'uso di materiali ecologicamente compatibili**

Legislazione italiana  
Ex Legge 1086/71 ora riassorbita in DPR  
380/2001

**Testo integrato  
DM 17-01-2018 +  
circolare applicativa  
21-01-19 n. 7**



## 11.3 Acciaio

### 11.3.1. Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio

11.3.1.1 Controlli

### 11.3.1.2 Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione

11.3.1.3 Mantenimento e rinnovo della qualificazione

11.3.1.4 Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

11.3.1.5 Forniture e documentazione di accompagnamento

11.3.1.6 Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità

### 11.3.1.7 Centri di trasformazione

11.3.2. Acciaio per cemento armato

## 11.3.4. Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte

11.3.4.1 Generalità

### 11.3.4.2 Acciai laminati

#### 11.3.4.2.1 Controlli sui prodotti laminati

11.3.4.2.2 Fornitura dei prodotti laminati

11.3.4.3 Acciaio per getti

### 11.3.4.4 Acciaio per strutture saldate

#### 11.3.4.5 Processo di saldatura

### 11.3.4.6 Bulloni e chiodi

11.3.4.6.1 Bulloni “non a serraggio controllato”

11.3.4.6.2 Bulloni “a serraggio controllato”

11.3.4.6.3 Elementi di collegamento in acciaio inossidabile

11.3.4.6.4 Chiodi

### 11.3.4.7 Connettori a piolo

### 11.3.4.8 Acciai inossidabili

### 11.3.4.9 Acciai da carpenteria per strutture soggette ad azioni sismiche

## 11.3.4.10 Centri di trasformazione e centri di produzione di elementi seriali in acciaio

### 11.3.4.11 Procedure di controllo su acciai da carpenteria

#### 11.3.4.11.1 Controlli in stabilimento di produzione

11.3.4.11.1.1 Suddivisione dei prodotti

11.3.4.11.1.2 Prove di qualificazione

11.3.4.11.1.3 Controllo continuo della qualità della produzione

11.3.4.11.1.4 Verifica periodica della qualità

11.3.4.11.1.5 Controlli su singole colate

#### 11.3.4.11.2 Controlli nei centri di trasformazione e nei centri di produzione di elementi tipologici in acciaio

11.3.4.11.2.1 Centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo

11.3.4.11.2.2 Centri di prelaborazione di componenti strutturali

11.3.4.11.2.3 Officine per la produzione di carpenterie metalliche

11.3.4.11.2.4 Officine per la produzione di bulloni e chiodi

#### 11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

### ***D.M. 11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE***

#### **11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere**

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

## Cosa ordina esattamente il D.M.?

### 11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE

A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- *Elementi di Carpenteria Metallica*: 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.

- *Lamiere grecate e profili formati a freddo*: 3 prove ogni 15 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di lamiere grecate o profili formati a freddo non superiore a 0.5 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

- *Bulloni e chiodi*: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

- *Giunzioni meccaniche*: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 10, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle presenti norme o dalla documentazione di progetto per la specifica opera. Questi criteri tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. Tali criteri devono essere adeguatamente illustrati nella "Relazione sui controlli e sulle prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali" predisposta dal Direttore dei lavori al termine dei lavori stessi.

### *Cosa ordina esattamente il D.M.?*

#### **11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE**

Se un risultato è non conforme, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tutti risultati validi della prova sono maggiori o uguali del previsto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, un ulteriore campionamento, di numerosità doppia rispetto a quanto precedentemente previsto in relazione alle varie tipologie di prodotto, deve essere effettuato da prodotti diversi del lotto in presenza del fabbricante o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se i singoli risultati ottenuti sugli ulteriori provini è maggiore di accettazione.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Per la compilazione dei certificati, per quanto applicabile, valgono le medesime disposizioni di cui al § 11.3.2.12.

### *Cosa ordina esattamente il D.M.?*

#### **11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE**

- Tutti gli acciai da carpenteria, piatti, tubi,..., sono soggetti a marcatura CE.
- Il D.M. 14 gennaio 2008 introduce **i centri di trasformazione.**
- A far data dal 1 luglio 2014, entrata in vigore della norma armonizzata UNIEN 1090-1, la fornitura di carpenteria proveniente da officina, deve avere marcatura CE e deve essere corredata della dichiarazione di prestazione (DoP) rilasciata dal centro di trasformazione (CdT).
- **Il D.M. 17.01.2018 come già i precedenti, conferma l'obbligatorietà dei controlli di accettazione in cantiere.**

### 11.3.1.5 FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO

Tutte le forniture di acciaio, per le quali **non sussista l'obbligo della Marcatura CE**, devono essere **accompagnate**

- dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale
- e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito .

Tutte le forniture di acciaio, per le quali **sussista l'obbligo della Marcatura CE**, devono essere **accompagnate**

- dalla **“Dichiarazione di prestazione”** di cui al Regolamento UE 305/2011,
- dalla **prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1**, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito .

Il **riferimento agli attestati** comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere **riportato sul documento di trasporto**.

Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di **fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione**, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

## Prodotti siderurgici da costruzione

### Profili laminati

- [Prodotti lunghi](#)
- [Prodotti cavi](#)
- [Prodotti piani](#)

### Prodotti derivati

- [Travi composte con profili lunghi laminati \(travi\)](#)
- [Travi composte con profili piatti](#)

### Profili formati a freddo

- [Profili sottili](#)

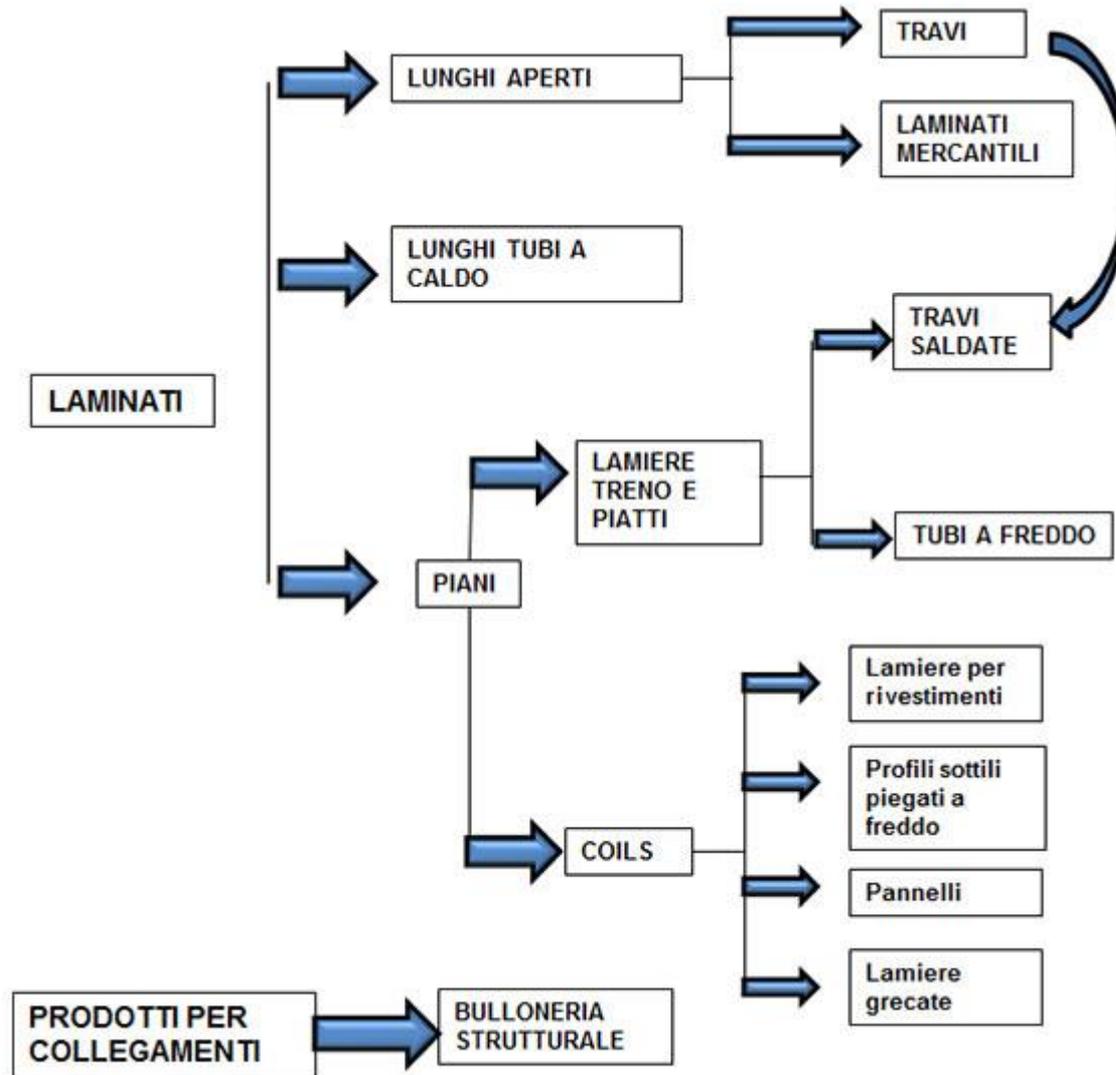
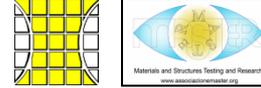
### Lamiere e pannelli

- [Lamiere per rivestimenti](#)
- [Lamiere ad uso strutturale e pannelli](#)

### Bulloneria strutturale e sistemi di giunzione

- [Bulloneria per carpenteria secondo le norme EN 14399 / EN 15048](#)
- [Rondelle](#)
- [Rondelle anti-svitamento](#)

# 1. Resistenza meccanica e stabilità



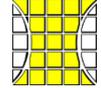
## Lavorazioni meccaniche acciaio



Taglio -- saldatura



Foratura -- Calandratura e curvatura a freddo (controfreccia) -- piegatura



# trattamenti protettivi e durabilità -- sistemi di protezione alla corrosione e al fuoco

## LA CORROSIONE, I TRATTAMENTI PROTETTIVI E LA DURABILITA'

- LA ZINCATURA A CALDO
- LA VERNICIATURA
- PROTEZIONE AL FUOCO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO

## CORROSIONE - VITA UTILE E DURABILITÀ

La redditività del costo di un determinato sistema anticorrosivo è direttamente proporzionale alla durata della sua efficacia, in quanto nell'arco di vita utile dell'edificio vengono limitati gli interventi manutentivi straordinari.

**Durabilità della protezione della struttura** = (richiesta ad un sistema anticorrosivo) **tempo previsto di durata** dell'efficacia fino al primo importante intervento di manutenzione **proporzionale alla vita utile dell'opera** (cfr tab. 2.4.I - Valori minimi della Vita nominale VN di progetto per diversi tipi di costruzioni (NTC 2018)

<b>Applicazione di :</b>	<b>verniciatura protettiva</b>	<b>(UNI EN ISO 12944-5)</b>
	<b>zincatura a caldo</b>	<b>(UNI EN ISO 1461)</b>

### ISPEZIONE

va eseguita con la stabilita frequenza di ispezione (onde verificare la tenuta del sistema stesso sia globale sia nei punti in cui possano localmente verificarsi delle criticità o imprevisti (come, ad esempio, inevitabili criticità progettuali, danneggiamenti accidentali, variazione delle condizioni di esposizione).

Anche per trattamenti affidabili e di lunga durabilità come la zincatura a caldo, che in genere non richiede manutenzione se non dopo svariate decadi di esercizio, è consigliabile prevedere delle campagne ispettive a cadenza regolare (per esempio ogni 5-10 anni) per verificare che non ci siano punti in cui, anche per cause occasionali non prevedibili, possa esserci un consumo anomalo del rivestimento.

## Zincatura a caldo - aspetti generali e controlli

La zincatura consiste nella **formazione di uno strato protettivo di zinco sulla superficie** delle parti di acciaio. A sua volta, seppure con una velocità molto inferiore a quella del ferro nudo, **lo zinco si ossida consumandosi in maniera costante nel tempo, ma molto lentamente.**

La velocità di consumo della zincatura è, **in un ambiente urbano normale**, dell'ordine di **un micrometro all'anno** (fino a 2 micrometri nei casi più inquinati), che equivale ad affermare che sarebbe possibile stimare la durata della protezione tramite zincatura anche oltre i 50 anni, considerato lo spessore medio di zinco che risulta spesso superiore ai minimi garantiti dalla normativa **UNI EN ISO 1461 – Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio – Specificazioni e metodi di prova** e l'aggressività tipica in Italia degli ambienti di esposizione.

### Bullonatura e giunti ad attrito

**Verifica visiva** con particolare attenzione a lavorazioni meccaniche o saldature eseguite post zincatura che hanno comportato la rimozione locale e il danneggiamento della protezione.

## Verniciatura - aspetti generali e controlli

La verniciatura superficiale impedisce il contatto del metallo con l'ambiente **creando uno strato impermeabile** (protezione passiva).  
**basta qualche difetto per generare falle consistenti alla barriera**

La qualità effettiva della protezione dipende da:

- qualità del **trattamento di preparazione superficiale**
- tipologia e qualità delle **vernici protettive**;
- **efficacia dell'attivatore di aderenza**;
- conformità del processo di verniciatura alle specifiche del produttore della vernice deposte, dall'aderenza;
- capacità di isolamento della superficie dell'acciaio sia dal punto di vista delle correnti elettriche superficiali (rigidità dielettrica) che dal punto di vista della resistenza alla diffusione delle specie chimiche aggressive nello spessore polimerico.

**Prove: Quadrettatura, adesione, altre....**

# Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli

Regolamento UE 305/2011



Allegato I – REQUISITI DI BASE DELLE OPERE DI COSTRUZIONE



1. Resistenza meccanica e stabilità
2. Sicurezza in caso di incendio

Le opere di costruzione devono essere concepite e realizzate in modo che, in caso di incendio:

- a) la capacità portante dell'edificio possa essere garantita per un periodo di tempo determinato;
- b) la generazione e la propagazione del fuoco e del fumo al loro interno siano limitate;
- c) la propagazione del fuoco a opere di costruzione vicine sia limitata;
- d) gli occupanti possano abbandonare le opere di costruzione o essere soccorsi in altro modo;
- e) si tenga conto della sicurezza delle squadre di soccorso.

## Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli

NTC2018 – D.M.17 gennaio 2018



3.6. Azioni Eccezionali

3.6.1 INCENDIO

....



4.2 COSTRUZIONI DI ACCIAIO

- 4.2.1 Materiali
- 4.2.2 Valutazione della sicurezza
- 4.2.3 Analisi strutturale
- 4.2.4 Verifiche
- 4.2.5 Verifiche per situazioni progettuali transitorie
- 4.2.6 Verifiche per situazioni progettuali eccezionali
- 4.2.7 Progettazione integrata da prove e verifica mediante prove
- 4.2.8 Unioni
- 4.2.9 Requisiti per la progettazione e l'esecuzione
- 4.2.10 Criteri di durabilità
- 4.2.11 Resistenza al fuoco

## Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli

### Normativa Italiana



NTC2018 – Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 «Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni»

Appendici tecniche Eurocodici nazionali in accordo con il punto C.3 del DM 16/02/2007



### **Allegato C – Modalità per la classificazione in base ai risultati di calcoli**

C.3 I metodi di calcolo da utilizzare ai fini del presente decreto sono quelli contenuti negli eurocodici si seguito indicati se completi delle appendici contenenti i parametri definiti a livello nazionale (NOPS):

- C.3.1 EN 1991-1-2 «Azioni sulle strutture - Parte 1-2: Azioni generali -Azioni sulle strutture espo-ste al fuoco»
- C.3.2 EN 1992-1-2 «Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio»
- C.3.3 EN 1993-1-2 «Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2 Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio»
- C.3.4 EN 1994-1-2 «Progettazione delle strutture miste acciaio calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio»
- C.3.5 EN 1995-1-2 «Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio»

...

## Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli

### Normativa Italiana



NTC2018 – Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 «Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni»

Appendici tecniche Eurocodici nazionali in accordo con il punto C.3 del DM 16/02/2007. **Le norme UNI citate sono state abrogate ...**



### **Allegato C – Modalità per la classificazione in base ai risultati di calcoli**

Quindi il capitolo C.4 del D.M. 16/02/2007 non è più valido:

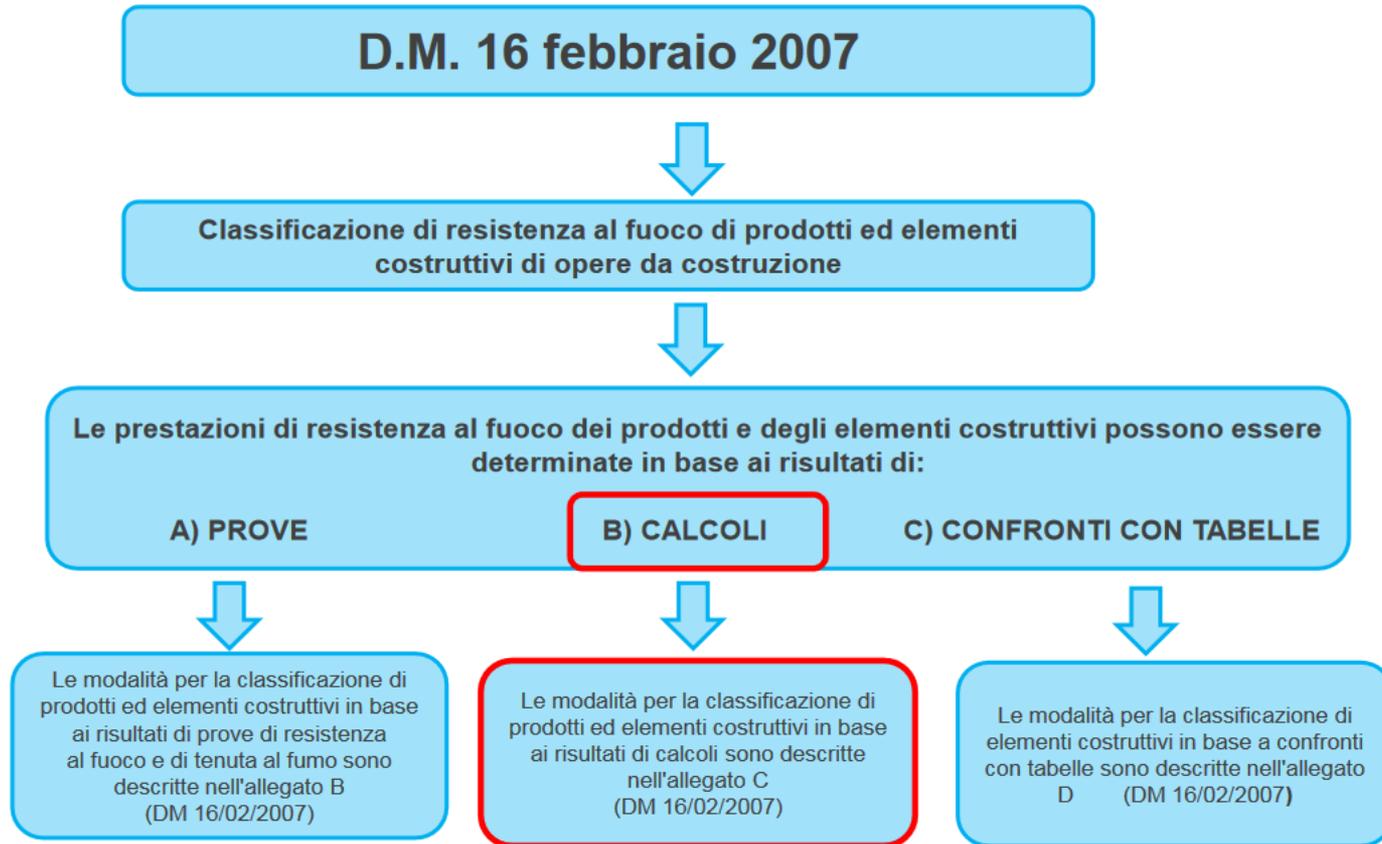
C.4 In attesa della pubblicazione delle appendici nazionali degli eurocodici, è possibile limitare l'impiego dei metodi di calcolo alla sola verifica della resistenza al fuoco degli elementi costruttivi portanti, con riferimento agli eurocodici indicati in C.3.2, C.3.3, C.3.4 e C.3.5 con i valori dei parametri da definire a livello nazionale presenti nelle norme stesse come valori di riferimento ovvero con riferimento alle norme UNI di seguito indicate :

C.4.1 UNI 9502 «Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso»

C.4.2 UNI 9503 «Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di acciaio»

C.4.3 UNI 9504 «Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di legno»

## Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli



## Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli

### B) CALCOLI

Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di calcoli sono descritte nell'allegato C (DM 16/02/2007)

#### Allegato C – Modalità per la classificazione in base ai risultati di calcoli :

I metodi di calcolo da utilizzare ai fini del presente decreto sono quelli contenuti negli eurocodici di seguito indicati se completi delle appendici contenenti i parametri definiti a livello nazionale :

EN 1991-1-2 «Azioni sulle strutture – Parte 1-2: Azioni generali –Azioni sulle strutture esposte al fuoco»

EN 1992-1-2 «Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio»

EN 1993-1-2 «Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio»

EN 1994-1-2 «Progettazione delle strutture miste acciaio calcestruzzo – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio»

.....  
EN 1995-1-2 «Progettazione delle strutture di legno – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio»

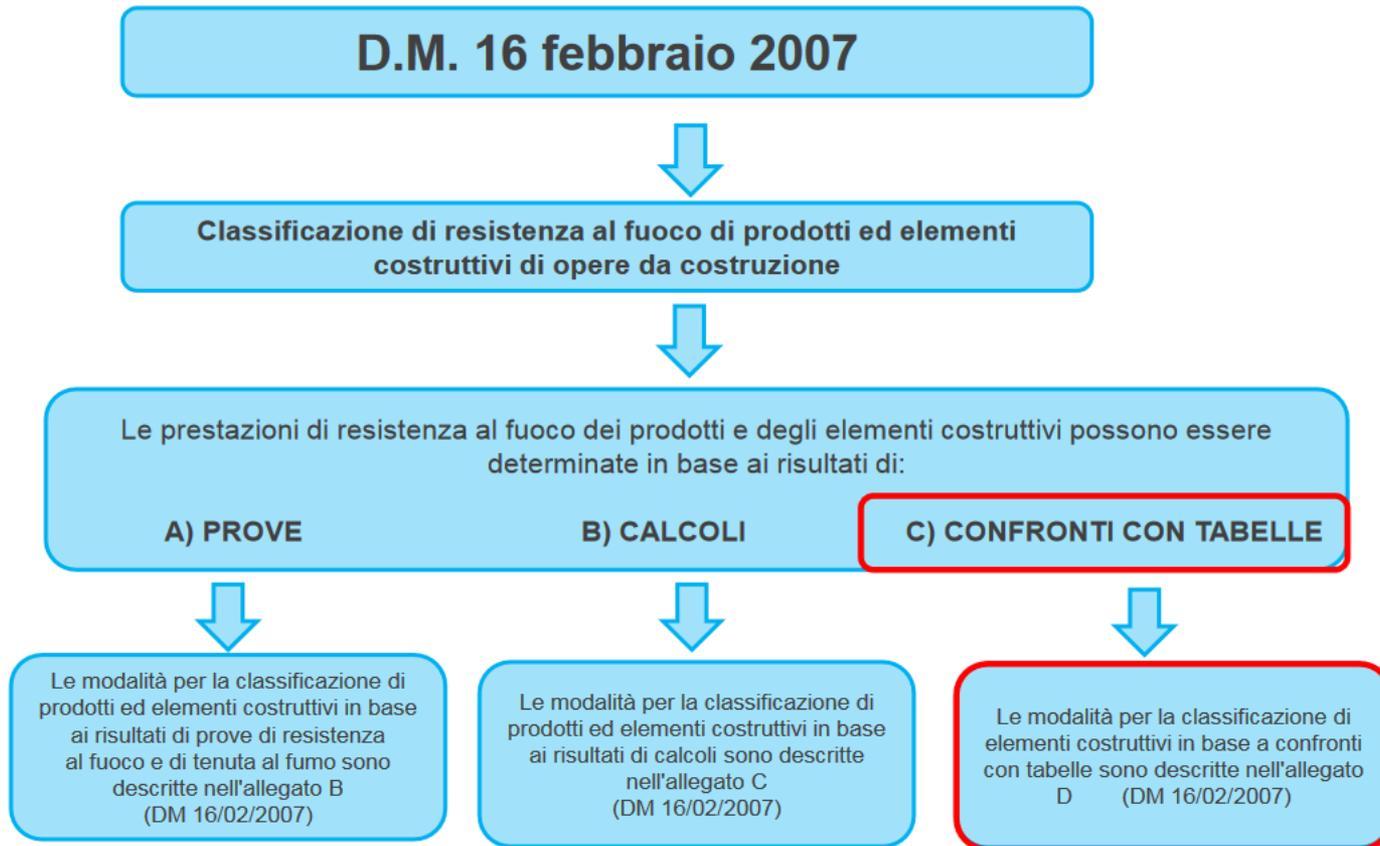
EN 1996-1-2 «Progettazione delle strutture di muratura – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio»

EN 1999-1-2 «Progettazione delle strutture di alluminio – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio»

**dall'11 apr. 2013**

EN 1993-1-2 – parametri termofisici protettivi calcolati con EN 13381-x

## Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli



## Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli

### C) CONFRONTI CON TABELLE

Le modalità per la classificazione di elementi costruttivi in base a confronti con tabelle sono descritte nell'allegato D (DM 16/02/2007)

#### Allegato D – Modalità per la classificazione in base a confronti con tabelle :

Le tabelle seguenti propongono delle condizioni sufficienti per la classificazione di elementi costruttivi resistenti al fuoco.

I valori contenuti nelle tabelle sono il risultato di campagne sperimentali e di elaborazioni numeriche e si riferiscono alle tipologie costruttive e ai materiali di maggior impiego

#### Tablelle:

D.4 Murature non portanti di blocchi

D.5 Solette piene e solai alleggeriti

D.6 Travi, pilastri e pareti in calcestruzzo armato ordinario e precompresso

D.7 Travi, tiranti e colonne di acciaio

**Dal 25 sett. 2007**

D.M. 16 febbraio 2007 – All. D - Tabelle

## Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli

**DECRETO 16 febbraio 2007**

**Con prove**

**Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione**

Le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi possono essere determinate in base ai risultati di:

**A) PROVE**

**B) CALCOLI**

**C) CONFRONTI CON TABELLE**

Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di prove di resistenza al fuoco e di tenuta al fumo sono descritte nell'allegato B (DM 16/02/2007)

Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di calcoli sono descritte nell'allegato C (DM 16/02/2007)

Le modalità per la classificazione di elementi costruttivi in base a confronti con tabelle sono descritte nell'allegato D (DM 16/02/2007)

## Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli

### A) PROVE

Le modalità per la classificazione di prodotti ed elementi costruttivi in base ai risultati di prove di resistenza al fuoco e di tenuta al fumo sono descritte nell'allegato B (DM 16/02/2007)

Con prove

#### **Elementi portanti: l'utilizzo dei risultati delle prove e sempre limitato al campo di diretta applicazione contenuto nel rapporto di classificazione:**

- UNI EN 1365-1 : 2012: Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti – Pareti
- UNI EN 1365-2 : 2002: Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti - Solai e coperture
- UNI EN 1365-3 : 2002: Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti – Travi
- UNI EN 1365-4 : 2002: Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti – Pilastri

#### **Prodotti e sistemi per la protezione di parti o elementi portanti delle opere di costruzione:**

- Si applica a Controsoffitti privi di intrinseca resistenza al fuoco
  - Norme EN 13501-2 ; EN 13381-1
- Si applica a Rivestimenti, ***pannelli, intonaci, vernici e schermi protettivi dal fuoco***
  - Norme EN 13501-2; EN 13381-2,3,4,5,6,7,8

## Protezione dal fuoco – aspetti generali e controlli

Protezione di strutture (acciaio, cemento, legno, etc)



Sistemi a lastre (cartongesso, ecc.)



Vernici intumescenti



Intonaci ignifughi

Con prove



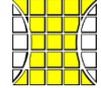
Verifica visiva,  
Misura spessore minimo applicato

# Progettazione - prove di verifica in accettazione

La durabilità dei materiali e della protezione superficiale deve essere garantita dalla corretta scelta dei materiali.

Il materiale o il suo trattamento anticorrosivo devono garantire i seguenti requisiti:

- Protezione **resistente ad urti ed abrasioni**;
- Protezione **passiva** (effetto barriera) e/o **attiva** (catodica);
- Il massimo livello possibile di **adesione alla superficie** da proteggere; [ → prove di adesione]
- Protezione anche in caso di superfici chiuse o non ispezionabili;
- Protezione **per tutta la durata in esercizio** della struttura con il minor numero possibile di manutenzioni, cioè in grado di durare per tutta la vita utile dell'opera idealmente senza interventi di manutenzione o riducendone al minimo la frequenza senza alcuna perdita di sicurezza strutturale). [ → prove accelerate varie : nebbia salina, ecc ecc; misure di spessore, misure di omogeneità; misure di grado di copertura (??) tramite misura della rigidità elettrica sulla superficie]



# 1. Introduzione

**I materiali ed i prodotti che compongono le opere** di carpenteria metallica devono rispondere ai requisiti riportati al capitolo 11 ( §11.1 delle NTC2018) essendo *incorporati permanentemente e dovendo soddisfare il requisito n.1 “Resistenza meccanica e stabilità” (Allegato I del Regolamento UE 305/2011)*

**devono essere:**

- **Identificati** *univocamente a cura del fabbricante*
- **Qualificati** *sotto la responsabilità del fabbricante*
- **Accettati dal Direttore dei Lavori** *mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, eventuali prove di accettazione.*

## 2. Tipi di materiali e prodotti

### **cas** per identificazione e qualificazione di materiali e prodotti per uso strutturale

c a s o	Tipo di <i>Materiali e prodotti per uso strutturale per i quali</i>	Condizioni di impiegabilità
A	<i>E' disponibile una norma europea armonizzata</i> il cui riferimento sia pubblicato su GUUE	<p>Al termine del periodo di coesistenza il loro <i>impiego nelle opere possibile solo se</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>corredati della Dichiarazione di Prestazione</i></li> <li>• <i>della Marcatura CE</i>, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011.</li> </ul>
B	<i>NON E' disponibile una norma europea armonizzata oppure si è nel periodo di coesistenza</i> il cui riferimento sia pubblicato su GUUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>qualificati con le modalità e le procedure indicate nelle norme NTC</i></li> <li>• <i>fabbricante ha volontariamente optato per la Marcatura CE.</i></li> </ul>
C	<i>non ricadenti in una delle tipologie A) o B)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Marcatura CE - in base alla pertinente "Valutazione Tecnica Europea" (ETA)</i></li> <li>• <i>"Certificato di Valutazione Tecnica" rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici, previa istruttoria del Servizio tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del "Certificato di Valutazione Tecnica"</i></li> </ul>

### 3. Criteri del controllo

obiettivo	Chi agisce	Cosa fa
<p><b>identificazione, qualificazione e tracciabilità</b> dei materiali e prodotti ad uso strutturale</p>	<p><b>il fabbricante</b>, o altro eventuale operatore economico (importatore, distributore o mandatario come definiti ai sensi dell'articolo 2 del Regolamento UE 305/2011),</p>	<p><b>deve fornire copia della documentazione</b> di identificazione e qualificazione (casi A, B o C), i cui <b>estremi</b> devono essere <b>riportati nei documenti di trasporto, dal fabbricante fino al cantiere</b>, comprese eventuali fasi di commercializzazione intermedia, riferiti alla specifica fornitura</p>
<p>Materiali <b>senza marcatura CE</b></p> <p>(casi sporadici per i prodotti in acciaio per carpenteria metallica)</p>	<p><b>Il Direttore dei Lavori</b></p>	<p><b>può impiegarli se conformi</b> ad altre specifiche tecniche qualora queste garantiscano <b>un livello di sicurezza equivalente</b> a quello previsto nelle NTC. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.</p> <p><b>accerta possesso e regime di validità della documentazione di qualificazione (caso B) o del Certificato di Valutazione Tecnica (caso C).</b></p>

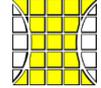
### 3. Azioni del controllo

obiettivo	Chi agisce	Cosa fa
<p>Materiali</p> <p><b>CON</b></p> <p><b>marcatu</b></p> <p><b>ra</b></p> <p><b>CE</b></p>	<p><i><b>Il Direttore dei Lavori</b></i></p> <p><i>per poter impiegare il prodotto deve:</i></p>	<p><i><b>in fase di accettazione</b></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i><b>accerta</b> il possesso della marcatura</i></li> <li>• <i><b>richiede</b> copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011,</i></li> <li>• <i><b>se ritiene necessario</b> ai fini della verifica</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i><b>copia del certificato</b> di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Capo VII dello stesso Regolamento UE 305/2011.</i></li> </ul> </li> </ul>
		<p><i>prima della loro installazione,</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i><b>verifica la corrispondenza prodotto-documentazione</b> di identificazione e qualificazione,</i></li> <li>• <i><b>accerta l'idoneità all'uso</b> specifico del prodotto <b>mediante verifica delle prestazioni dichiarate</b> nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali, con particolare riferimento alla Relazione sui materiali, di cui al §10.1.</i></li> </ul>

## Controlli sui materiali ed i prodotti in acciaio

### NTC prevedono tre forme di controllo obbligatorie (NTC2018 - §11.3.1)

dove	Su cosa	dettagli
<b>in stabilimento di produzione</b>	<b>sui lotti di produzione</b>	Un lotto di produzione deve avere <b>valori delle grandezze nominali omogenee</b> (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate;
<b>nei centri di trasformazione</b>		I controlli nei centri di trasformazione e nei centri di produzione di elementi tipologici in acciaio, seguono le procedure indicate ai §§11.3.4.11.2.1, 11.3.4.11.2.2, 11.3.4.11.2.3, 11.3.4.11.2.4 delle NTC2018, i quali si applicano soltanto per i prodotti per cui sia applicabile il punto B di cui al §11.1
<b>in cantiere</b>		<b>Vedi il capitolo «Controlli di accettazione»</b>



## ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E PER STRUTTURE MISTE (NTC2018 §11.3.4)

**Tutti gli acciai ad utilizzo diretto** come carpenterie in strutture metalliche **devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento** dello stesso livello di affidabilità nella **conformità del prodotto finito**, indipendentemente dal processo di produzione.

**La conformità del prodotto finito viene garantita con la Marcatura CE** (possibile solo per i prodotti per i quali esiste una norma armonizzata di riferimento)

## Da analizzare

### ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E PER STRUTTURE MISTE (NTC2018 §11.3.4)

CASO A *“Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate...OMISSIS...”* (NTC2018 §11.3.4.1)

#### Prodotti finiti laminati:

UNI EN 10025-1 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura

#### Prodotti finiti cavi:

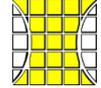
UNI EN 10210-1 – Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali – Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 10219-1 – Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine – Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura

#### Prodotti finiti in acciaio inossidabile:

UNI EN 10088-4 – Acciai inossidabili – Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura dei fogli, delle lamiere e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi nelle costruzioni

UNI EN 10088-5 – Acciai inossidabili – Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura delle barre, vergelle, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi nelle costruzioni



## Da analizzare

### ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E PER STRUTTURE MISTE (NTC2018 §11.3.4)

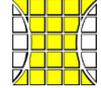
CASO A *“Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate...OMISSIS...”* (NTC2018 §11.3.4.1)

#### Bulloneria strutturale per sistemi di giunzione:

- UNI EN 14399-1 – Assieme di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico – Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 15048-1 – Assieme di bulloneria strutturale non da precarico – Parte 1: Requisiti generali

#### Componenti e kits strutturali:

- UNI EN 1090-1 –** Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 1: **Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali.**  
Questa norma governa il processo di produzione degli elementi strutturali realizzati in serie; siamo nel caso di cui al punto 11.1 (**caso A**) delle NTC2018.



LAYOUT **strutture in carpenteria metallica**

FLCH – d.c.

**Accettazione materiali e prodotti – contenuto sintetico del pto 11.3.4.11.3 del DM**

**CATENA DI CONTROLLO DI ACCETTAZIONE:**

- **DM - Pto 11.3 - distinzioni fra forniture tipo A,B,C**
- **DM – Pto 11.3.4.11.3 – controlli di accettazione**
  - **Conseguenze :**
    - **Identifica** i prodotti da **sottoporre obbligatoriamente ad accettazione esplicita** e fissa i relativi campioni da prelevare e sottoporre a prova
      - Carpenteria e Profilati metallici
      - Lamiere grecate
      - Bulloni dadi e chiodi
      - Giunzioni meccaniche
    - **Delega** al Direttore dei Lavori **la loro accettabilità** con verifiche:
      - **documentali (A,B)**
        - Verifiche sui fornitori e loro subfornitori (cfr le check-list predisposte)
        - Prelievo di provini e richiesta di loro prove
        - Valutazione esiti delle ispezioni e delle prove
      - **di prova** per cui il DL decide:
        - Modalità di prelievo dei provini
        - Preparazione provette – tipi in funzione delle prove ordinate, delle dimensioni e dei materiali - tipo di loro lavorazione (a freddo) – condizionamento ecc
        - Esecuzione prove in laboratorio 380, ASSISTENZA ALLE PROVE
        - Lettura critica dei certificati
      - **di confronto** con quanto richiesto dal Progettista e contenuto nella **RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA** di cui alla L 1086

**Per COME:**

- SI PRELEVANO I PROVINI
- SI RICAVANO I PROVINI (dove, che forma/dimensioni,attrezzi usabili (ecc)
- SI ESEGUONO LE PROVE

**CI SONO LE NORME** (di prova, di prodotto); **talune SUGGERISCONO**

(metodo prestazionale) come **VALUTARE ESIGERE/ACCETTARE** il prodotto

**SENZA IMPORRE** essendo l'**accettazione DELEGATA AL DIRETTORE DEI LAVORI/COLLAUDATORE** in funzione del risultato richiesto (R.e. 1 - stabilità)

Nota: in passato il metodo era **PRESCRITTIVO** e l'accettazione era On/Off rispetto ai limiti imposti dal DM o dalle norme

**In sintesi:**

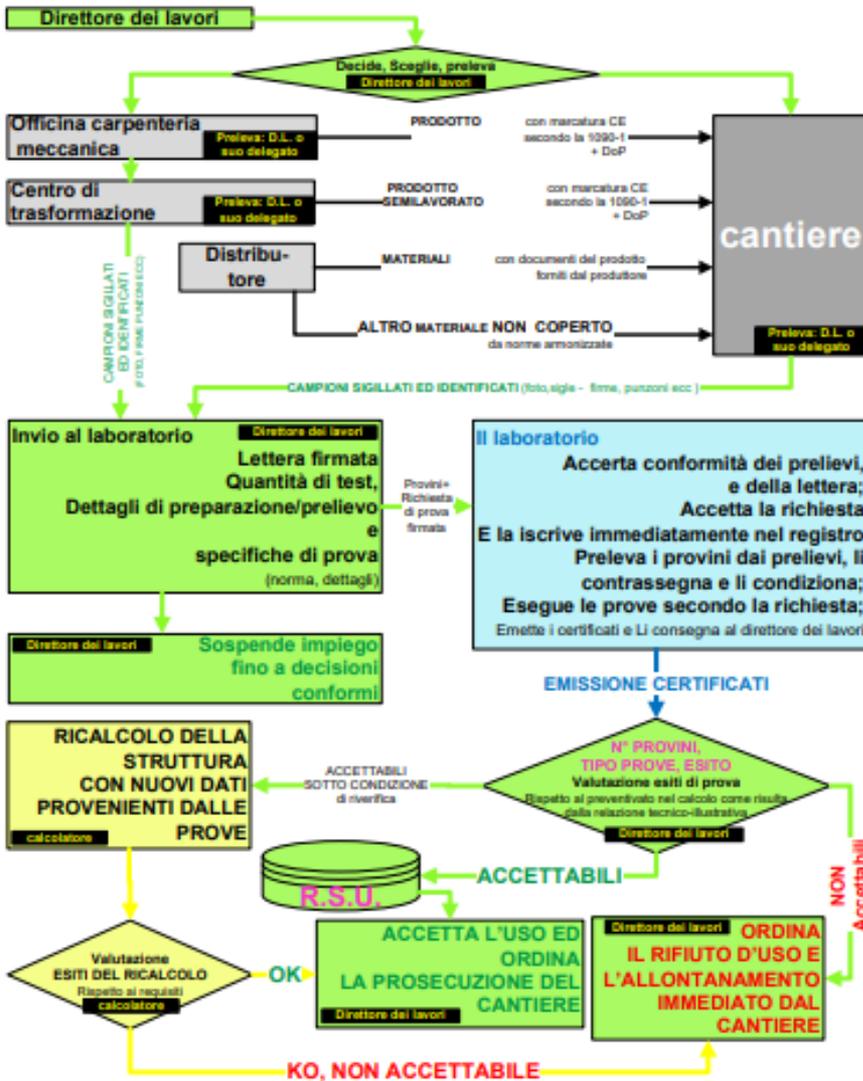
<b>Per</b>	<b>CARPENTERIA, LAMIERE GRECATE, BULLONI,GIUNZIONI</b>
<b>Ordina</b>	<b>l'esecuzione di MINIMO TOT PROVE, CON MINIMO 3 (TRE) PRIMA DELLA MESSA IN OPERA</b>
<b>DELEGA AL D.L.</b>	<b>LA VALUTAZIONE DEGLI ESITI DI PROVA</b>



LAYOUT **strutture in carpenteria metallica**

FLCH - d.c.

## GESTIONE OBBLIGHI DEL D.L. RISPETTO ALLE PROVE





# LA FILIERA DELL'ACCIAIO: PRODOTTI COPERTI DA NORME EUROPEE ARMONIZZATE

**CASO A : disponibile una norma europea armonizzata -(NTC 18,pto 11.1)**

**PRODUTTORE**

- UNI EN 10025-1
- UNI EN 10210-1
- UNI EN 10219-1
- UNI EN 10088-4/5
- UNI EN 14399-1
- UNI EN 15048-1

**DISTRIBUTORE INTERMEDIO**

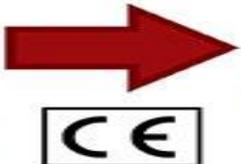


- UNI EN 10025-1
  - UNI EN 10210-1
  - UNI EN 10219-1
  - UNI EN 10088-4/5
  - UNI EN 14399-1
  - UNI EN 15048-1
- 

- UNI EN 10025-1
  - UNI EN 10210-1
  - UNI EN 10219-1
  - UNI EN 10088-4/5
  - UNI EN 14399-1
  - UNI EN 15048-1
- 

**CENTRO DI SERVIZIO**

**OFFICINA**

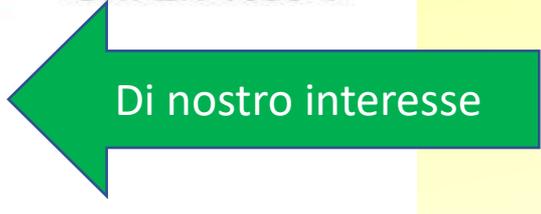


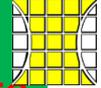
**CE**  
UNI EN 1090-1

UNI EN 1090-1

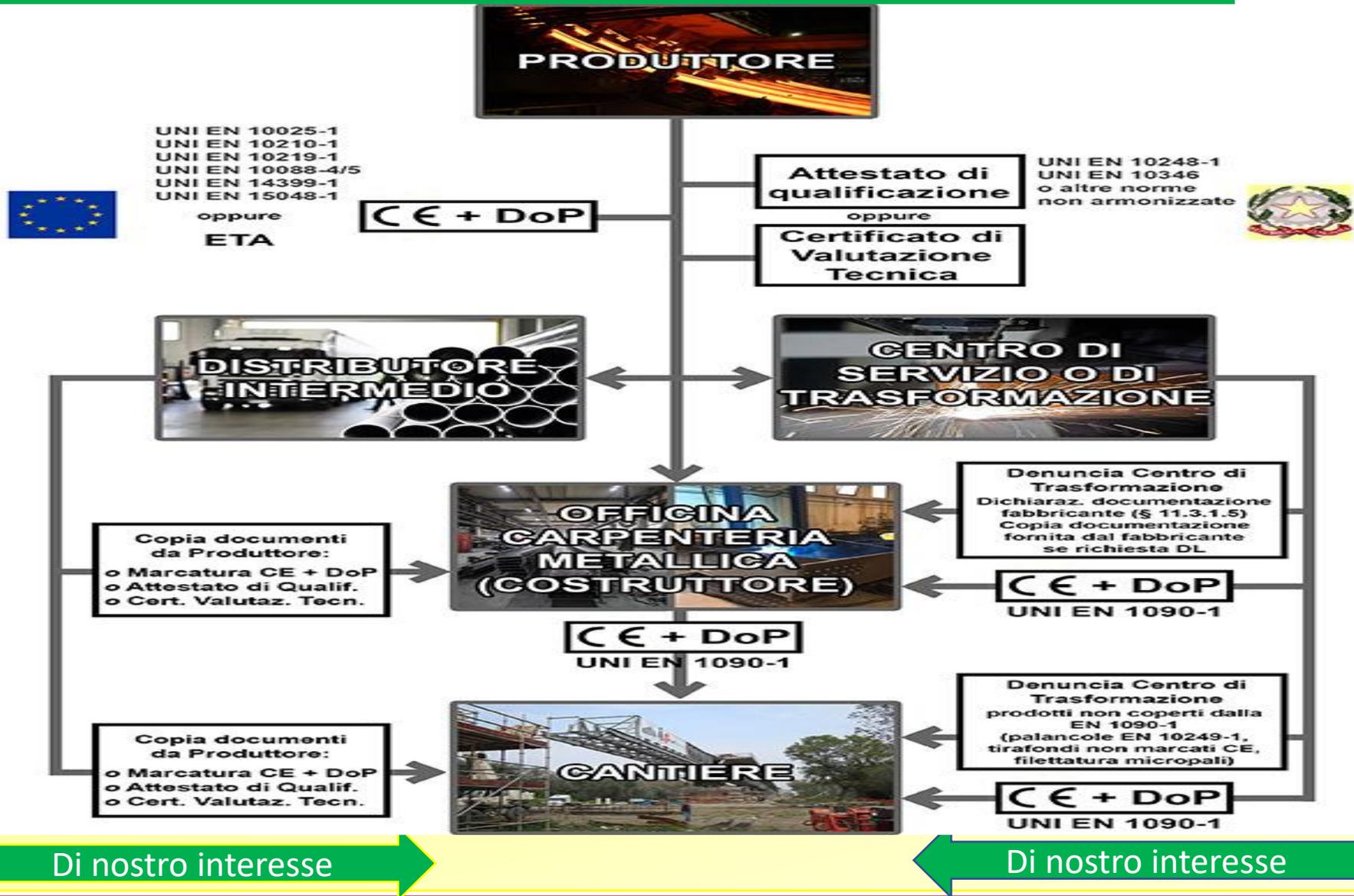
**CE**  
UNI EN 1090-1

**CANTIERE**





**CASO A + B** NON E' disponibile una norma europea armonizzata oppure si è nel periodo di coesistenza (NTC 18, pto 11.1)



## CASO B

Se non è applicabile la marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE 305/2011, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione indicata al §11.3.1.2 e §11.3.4.11 delle NTC2018. Questo caso è poco rilevante per i prodotti in acciaio per carpenteria metallica.

### **FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO (NTC2018 §11.3.1.5)**

*“...OMISSIS...Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l’obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla **Dichiarazione di Prestazione** di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista **Marcatura CE** nonché dal **certificato di controllo interno tipo 3.1**, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito”.*

**NOTA:** Fondazione Promozione Acciaio ha chiesto chiarimenti al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in merito al certificato di controllo interno 3.1, il quale deve obbligatoriamente accompagnare le forniture secondo le NTC 2018: nello specifico, non risulta chiaro se tale certificato si riferisca al materiale di origine (produttore) oppure al prodotto finito (officina di carpenteria metallica). È stato infatti chiesto che, all’interno della Circolare di prossima pubblicazione, venga specificato che l’obbligatorietà del certificato 3.1 in presenza di DOP sia a discrezione della DL e che tale certificato faccia riferimento, unicamente, al certificato 3.1 di origine delle principali membrature (travi e/o colonne).

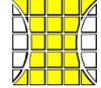
## CASO B (continua)

*“Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.*

*Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.*

*Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante...OMISSIS...”*

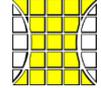
*“...OMISSIS... **Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l’obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell’attestato di qualificazione (\* o certificato di valutazione tecnica –caso C) del Servizio Tecnico Centrale e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito...OMISSIS”***



## CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE (NTC2018 §11.3.4.11.3)

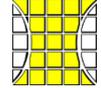
I CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE sono

- **obbligatoria per tutte le forniture** di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione
- **da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001**, la certificazione deve riportare il riferimento al verbale di prelievo



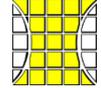
## *Il Direttore dei Lavori*

- *Esegue il prelievo dei campioni (direttamente o tramite un tecnico di sua fiducia)*
- *redige l'apposito verbale di prelievo (la certificazione ne riporterà il riferimento)*
- *identifica i provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.;*
- *sceglie il laboratorio*
- *sottoscrive la richiesta di prove al laboratorio incaricato,*
- *rimane responsabile della trasmissione dei campioni al laboratorio accertandosi che siano effettivamente quelli da lui prelevati*
- *Se la fornitura di elementi lavorati proviene da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE:*
  - *Si accerta preliminarmente che il Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma,*
  - *può recarsi presso il Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli;*
  - *Può delegare il prelievo dei campioni al Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante (il tutto secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori) che assume così le funzioni e responsabilità del D.L.*



### *Il laboratorio incaricato di effettuare le prove*

- *provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori (la domanda deve riportare il riferimento al verbale di prelievo)*
- *verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento*
  - *in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve*
    - *sospendere l'esecuzione delle prove e*
    - *darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.*
- *SE APPOSITAMENTE INCARICATO può eseguire il prelievo*
- *deve conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità*
- *Consegna i certificati DIRETTAMENTE AL DIRETTORE DEI LAVORI, anche se la fattura viene saldata da altri*



## **Controlli che il Direttore dei Lavori deve effettuare per i materiali pervenuti in cantiere:**

### **- Elementi di Carpenteria Metallica:**

*3 prove ogni 90 tonnellate;*

*numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera,  $\geq 3$ .*

*Se l'opera impiega  $< 2$  tonnellate, il numero di campioni è deciso dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura ma minimo 3*

### **- Lamiere grecate e profili formati a freddo:**

*3 prove ogni 15 tonnellate;*

*il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera,  $\geq 3$ .*

*Se l'opera impiega  $< 0.5$  tonnellate (di lamiere grecate o profili formati a freddo), il numero di campioni è deciso dal Direttore dei Lavori con minimo 3.*

### **- Bulloni e chiodi:**

*3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati;*

*il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera,  $\geq 3$ .*

*Se è previsto l'impiego di  $\leq 100$  pezzi, il numero di campioni è individuato dal Direttore dei Lavori con minimo 3*

### **- Giunzioni meccaniche:**

*3 campioni ogni 100 pezzi impiegati;*

*il numero di campioni  $\geq 3$ . se è previsto l'impiego di  $\leq 10$  pezzi, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori con minimo 3*

*I controlli di accettazione devono essere effettuati **prima della posa in opera** degli elementi e/o dei prodotti...*

il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme (NTC2018 §11.3.4.1): **analisi chimica per la saldabilità è da farsi solo se sono emersi dei dubbi o se si vuole essere certi. (commento: grande sciocchezza... Tutta la responsabilità senza certezze ...)**

materiale	norma		Note
Acciaio e prodotti di acciaio	UNI EN ISO 377:2017	Prelievo e preparazione dei campioni e dei provini per prove meccaniche	
Materiali metallici	UNI EN ISO 6892-1:2016	Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente	
Materiali metallici	UNI EN ISO 148-1:2016	Prova di resilienza Charpy - Parte 1: Metodo di prova	

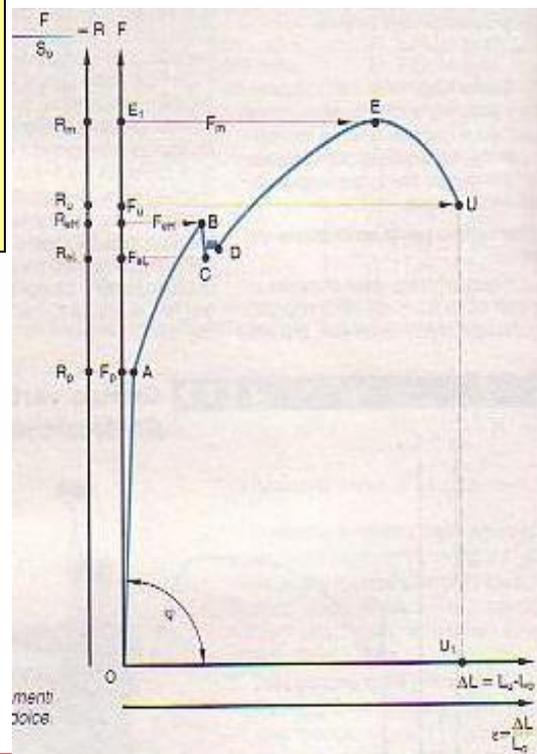
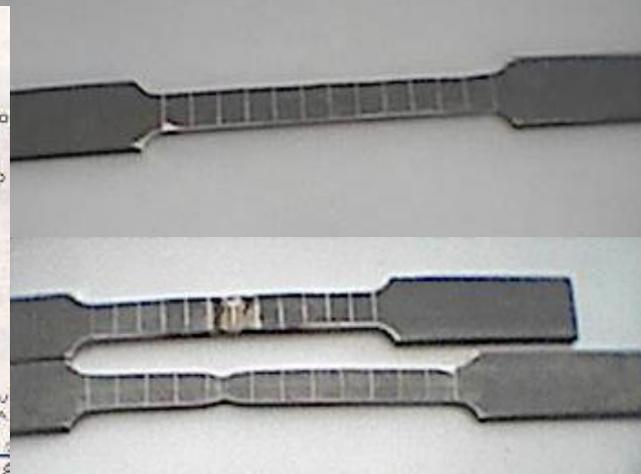
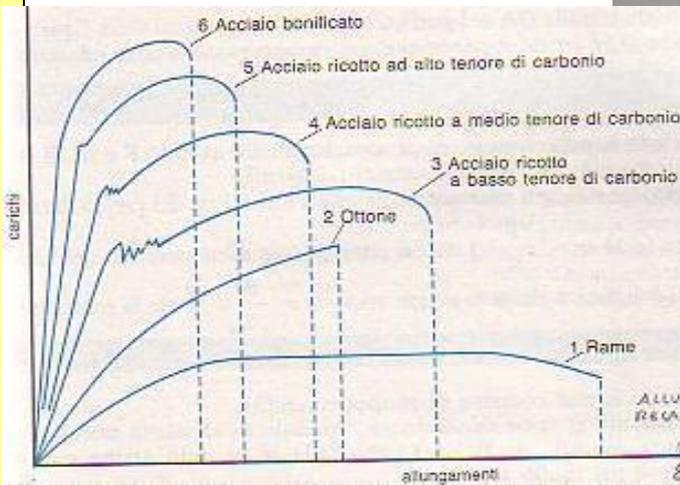
**Altre prove? Es sui bulloni ecc**

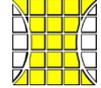


# prove SU ACCIAIO DA CARPENTERIA

Solo in  
Laboratorio  
autorizzato:

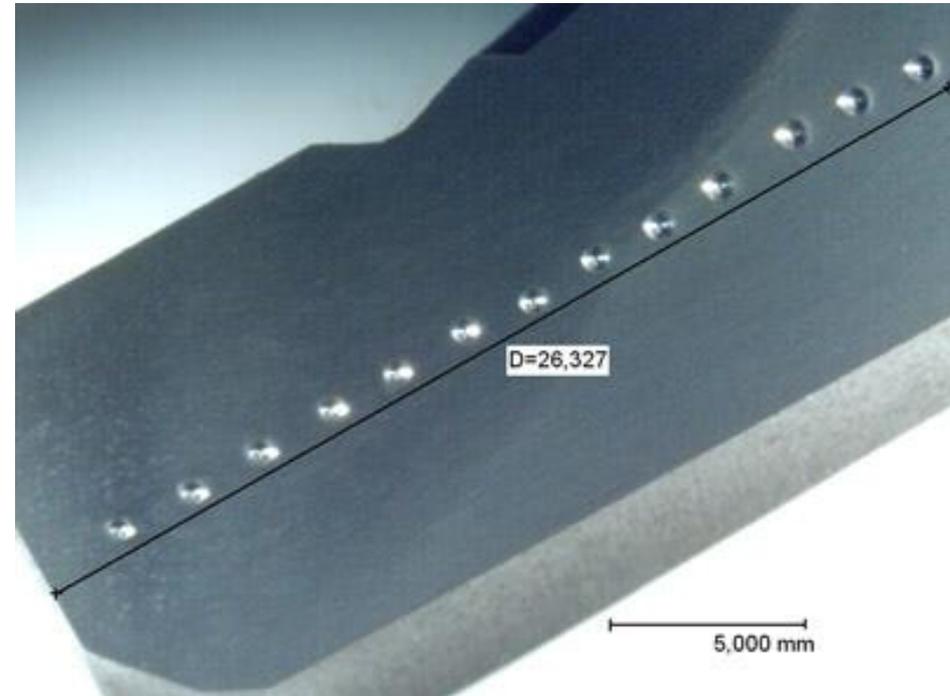
TRAZIONE,  
RESILIENZA,  
ANALISI CHIMICA





**prove SU ACCIAIO:  
DUREZZA**

**ATTRAVERSO UNA  
CORRELAZIONE SI  
PUO' RISALIRE  
ALLA RESISTENZA  
A TRAZIONE**



## CRITERI DI VALUTAZIONE ESITI DI PROVA

*I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono:*

- ***essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle presenti norme o dalla documentazione di progetto per la specifica opera;***
  - per i valori minimi della tensione di snervamento  $f_{yk}$  e della tensione a rottura  $f_{tk}$  di prova è **possibile (non obbligatorio, anche se usuale)** fare riferimento a :
    - NTC2018, **tab. 4.2.I - Laminati a caldo con profili a sezione aperta piani e lunghi**
    - NTC2018, **Tab. 4.2.II - Laminati a caldo con profili a sezione cava**
- ***tener conto*** **Altre prove? Es sui bulloni ecc**
  - ***della dispersione dei dati***
  - ***delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova***
  - ***di eventuali riprove***
  - ***della qualità e della rappresentatività del prelievo***
  - ***della qualità di lavorazione delle provette***
- ***essere adeguatamente illustrati nella “Relazione sui controlli e sulle prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali” predisposta dal Direttore dei lavori al termine dei lavori stessi***

----- PROVINI - PROVE - REPORT DI PROVA – DISCUSSIONE ESITI DI PROVA -----

PROVA	PROVINI	REPORT	DISCUSSIONE	FILMATO
TRAZIONE	RETTANGOLARI, CIRCOLARI LAVORATI A MACCHINA	RESISTENZA A ROTTURA, SNERVAMENTO, ALLUNGAMENTO	Dal grafico e dai risultati moltissime informazioni	NO
RESILIENZA	PRISMATICO 10 x 10 x 55 Con INTAGLIO a V (per Kv), U (per Ku) DIREZIONE INTAGLIO	Energia assorbita >=27	ATTENZIONE A <ul style="list-style-type: none"> <li>DIREZIONE DI PROVETTA E DI INTAGLIO</li> <li>TEMPERATUR A DI PROVA</li> </ul>	NO
ANALISI CHIMICA	5 CM X 5 CM	MINIMO 5 ELEMENTI; AZOTO?	PER LA SALDABILITA'	NO

----- PROVINI - PROVE - REPORT DI PROVA – DISCUSSIONE ESITI DI PROVA -----

PROVA	PROVINI	REPORT	DISCUSSIONE	FILMATO
TRAZIONE	RETTANGOLARI, CIRCOLARI LAVORATI A MACCHINA	RESISTENZA A ROTTURA, SNERVAMENTO, ALLUNGAMENTO	Dal grafico e dai risultati moltissime informazioni	NO
RESILIENZA	PRISMATICO 10 x 10 x 55 Con INTAGLIO a V (per Kv), U (per Ku) DIREZIONE INTAGLIO	Energia assorbita >=27	ATTENZIONE A <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIREZIONE DI PROVETTA E DI INTAGLIO</li> <li>• TEMPERATUR A DI PROVA</li> </ul>	NO
ANALISI CHIMICA	5 CM X 5 CM	MINIMO 5 ELEMENTI; AZOTO?	PER LA SALDABILITA'	NO

## Dm 08

# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4; 3.4.2) – 00 – TIPI DI PRODOTTI

## Acciai laminati

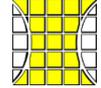
- Prodotti lunghi (angolari, L, T, IPE, HEA, HEB, HEM, IPN, U)
- Prodotti piani (lamiere e piatti)
- Prodotti cavi (tubi ecc.)
- Prodotti derivati

Le denominazioni e le caratteristiche sono raccolte nelle rispettive norme di prodotto;

Per le zone sismiche sono previste prescrizioni prestazionali AGGIUNTIVE :

$$A_5 \geq 20\%; \quad \text{SNERV } f_{y\max} \leq 1.2 f_{yk}; \quad f_{tk} / f_{yk} > 1.2;$$

USO DI BULLONI 8.8 e 10.9



**Dm 08**

## **ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4) – 0 -**

**I CONTROLLI SONO OBBLIGATORI:**

- NEI CENTRI DI PRELAVORAZIONE DI COMPONENTI STRUTTURALI ( RESP. DTCP)**
- NELLE OFFICINE DI PRODUZIONE DI CARPENTERIE METALLICHE ( RESP. DT; 3 PROVE PER FORNITURA SU ELEMENTI DI SPESSORE MASSIMO, MINIMO, INTERMEDIO)**
- NELLE OFFICINE DI PRODUZIONE DI CHIODI E BULLONI**
- IN CANTIERE (CONTROLLI DI ACCETTAZIONE) ( RESP. DL)**

# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – 1 -

**Dm 08**

CONTROLLI OBBLIGATORI IN CANTIERE (CONTROLLI DI  
ACCETTAZIONE) ( **RESP. DL** )

UN PRELIEVO DI ALMENO 3 SAGGI PER OGNI LOTTO DI  
SPEDIZIONE DI MAX 30 TONN ESEGUITO:

A) IN CANTIERE ( **RESP. DL** )

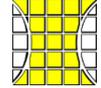
B) IN CENTRO DI TRASFORMAZIONE ( **RESP. DL + DTCT** )

SALVO LAVORAZIONE IN PROPRIO DELLE PROVETTE SI PRELEVANO

**3 SAGGI DI PROFILATO LUNGHİ 30 cm**

**E TAGLIATI A FREDDO;**

**Per le lamiere bisogna indicare sui talloni il senso di laminazione**



# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – 2 -

Dm 08

- 1) VERIFICHE PRELIMINARI
- 2) GESTIONE CAMPIONI 1° FASE
- 3) ESECUZIONE PROVE
- 4) ANALISI ESITI DI PROVA 1° FASE
- 5) EV. GEST.CAMP. 2°FASE
- 6) EV. ESEC.PROVE 2°FASE
- 7) EV. ANALISI ESITI DI PROVA 2°FASE

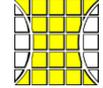
## 1) VERIFICA LOTTO DI SPEDIZIONE

### 1) LAVORATO E PROVENIENTE DA C.D.T.

- VERIFICA DOCUMENTI ACCOMPAGNATORI
- ESISTENZA ATTESTATO CDT
- DICHIARAZIONE D.T. CON ESITO O.K. PROVE
  - VERIFICA MARCHIO ( STABIL.DI PRODUZIONE)
  - VERIFICA ESISTENZA SALDATURE
  - VERIFICA SALDABILITA'

### 2) DA LAVORARE (DA FERRIERA O COMMERCIANTE)

- 2) VERIFICA DOCUMENTI ACCOMPAGNATORI
- 3) VERIFICA MARCHIO ( STABIL.DI PRODUZIONE)
- 4) IN CASO DI SALDATURE: VERIFICA SALDABILITA'



# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – 3 -

**Dm 08**

- 1) VERIFICHE PRELIMINARI
- 2) **GESTIONE CAMPIONI 1° FASE**
- 3) ESECUZIONE PROVE
- 4) ANALISI ESITI DI PROVA 1° FASE
- 5) EV. GEST.CAMP. 2°FASE
- 6) EV. ESEC.PROVE 2°FASE
- 7) EV. ANALISI ESITI DI PROVA 2°FASE

## 1) PRELIEVO CAMPIONI – 1° FASE ( **RESP. DL** )

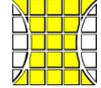
- 3 PRELIEVI CIASCUNO SU SPESSORE MAX,MIN,INTERMEDIO
- + FACOLT. CAMPIONI PER ALTRE VERIFICHE ( SALDATURA, ADERENZA ECC)

## 2) VERBALE DI PRELIEVO CAMPIONI – 1° FASE

- IN CANTIERE
  - DIRETTO (**FIRMA: D.L.; RESP. DL**)
  - DELEGATO A XX (**FIRMA: D.L. + XX; RESP. DL**)
- IN C.D.T. DELEGATO A DT DEL C.D.T. (**FIRMA: D.L. + DT CDT; RESP. DL**)

## 3) DOMANDA DI PROVA – 1° FASE (**FIRMA: D.L.**)

- OBBLIGATORIE: TRAZIONE, RESILIENZA, ANALISI CHIMICA



# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – 4 -

Dm 08

- 1) VERIFICHE PRELIMINARI
- 2) GESTIONE CAMPIONI 1° FASE
- 3) ESECUZIONE PROVE
- 4) ANALISI ESITI DI PROVA 1° FASE
- 5) EV. GEST.CAMP. 2°FASE
- 6) EV. ESEC.PROVE 2°FASE
- 7) EV. ANALISI ESITI DI PROVA 2°FASE

- 1) VERBALE DI ACCETTAZIONE IN LABORATORIO  
( RESP. D. LABORATORIO – IL LABORATORIO deve ????????)  
CHIEDERE AD ANGELO?)
- 2) ESECUZIONE PROVE- 1° FASE ( RESP. D. LABORATORIO) E RILASCIO CERTIFICATO CON:
  - STRUTTURA DA CUI SONO STATI PRELEVATI I CAMPIONI (COME DA DOMANDA DI PROVA)
    - TENSIONE SNERVAMENTO
    - TENSIONE ROTTURA
    - ALLUNGAMENTO
    - RESILIENZA
    - ANALISI CHIMICA

# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – 5 -

**Dm 08**

- 1) VERIFICHE PRELIMINARI
- 2) GESTIONE CAMPIONI 1° FASE
- 3) ESECUZIONE PROVE
- 4) **ANALISI ESITI DI PROVA 1° FASE**
- 5) EV. GEST.CAMP. 2°FASE
- 6) EV. ESEC.PROVE 2°FASE
- 7) EV. ANALISI ESITI DI PROVA 2°FASE

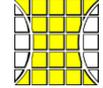
## ANALISI DEI DATI DI PROVA 1° FASE (RESP. D. L.) PER OGNI PROVINO:

- Trazione, allungamento e resilienza:
  - VERIFICA DEI VALORI UNIEN 10025 (o tabella § 11.3.4.1 per prof. Cavi)
- Analisi chimica:
  - VERIFICA VALORI UNIEN 10025, 10210-1,10219-1
- ANALISI DIMENSIONALE
  - TOLLERANZE CONFORMI ALLE NORME EUROPEE DI PRODOTTO

## VALUTAZIONE CON:

TRAZIONE : SNERVAMENTO E ROTTURA : TUTTI ESITI CONFORMI  
→PROVA O.K.

**SE 1 ESITO ESITO = KO → GESTIONE PROVE 2° FASE**



# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – 6 –

Dm 08

- 1) VERIFICHE PRELIMINARI
- 2) GESTIONE CAMPIONI 1° FASE
- 3) ESECUZIONE PROVE
- 4) ANALISI ESITI DI PROVA 1° FASE
- 5) EV. GEST.CAMP. 2°FASE
- 6) EV. ESEC.PROVE 2°FASE
- 7) EV. ANALISI ESITI DI PROVA 2°FASE

## 1) PRELIEVO CAMPIONI – 2° FASE [RIPROVA] (RESP. DL)

- PRELIEVO DI 10 SAGGI DELLO STESSO CAMPIONE CHE HA AVUTO ESITO NEGATIVO ( PRESENZA DEL DL)

## 2) VERBALE DI PRELIEVO CAMPIONI – 2° FASE

- DIRETTO (FIRMA: D.L.; RESP. DL)
- DELEGATO A XX (FIRMA: D.L. + XX; RESP. DL)

## 3) DOMANDA DI PROVA – 2° FASE (FIRMA: D.L.)

- OBBLIGATORIE: TRAZIONE, RESILIENZA, ANALISI CHIMICA

# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – 7 –

Dm 08

- 1) VERIFICHE PRELIMINARI
- 2) GESTIONE CAMPIONI 1° FASE
- 3) ESECUZIONE PROVE
- 4) ANALISI ESITI DI PROVA 1° FASE
- 5) EV. GEST.CAMP. 2°FASE
- 6) **EV. ESEC.PROVE 2°FASE**
- 7) EV. ANALISI ESITI DI PROVA 2°FASE

- 1) VERBALE DI ACCETTAZIONE IN LABORATORIO ( **RESP. D. LABORATORIO**)
- 2) ESECUZIONE PROVE- 2° FASE [RIPROVA] ( **RESP. D. LABORATORIO**) E RILASCIO CERTIFICATO CON:
  - STRUTTURA DA CUI SONO STATI PRELEVATI I CAMPIONI (COME DA DOMANDA DI PROVA)
  - TENSIONE SNERVAMENTO
  - TENSIONE ROTTURA
  - ALLUNGAMENTO
  - ANALISI CHIMICA
  - **FIRMA DEL PRODUTTORE (SE PRESENTE)**

# DF - ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – 8 –

Dm 08

- 1) VERIFICHE PRELIMINARI
- 2) GESTIONE CAMPIONI 1° FASE
- 3) ESECUZIONE PROVE
- 4) ANALISI ESITI DI PROVA 1° FASE
- 5) EV. GEST.CAMP. 2°FASE
- 6) EV. ESEC.PROVE 2°FASE
- 7) EV. ANALISI ESITI DI PROVA 2°FASE

ANALISI DEI DATI DI PROVA 2° FASE [RIPROVA]  
(RESP. D. L.): SI ANALIZZA TUTTA LA  
POPOLAZIONE DEI 10 PROVINI; IL LOTTO E'  
CONFORME ED ACCETTABILE SE per  
SNERVAMENTO, ROTTURA, ALLUNGAMENTO,  
RESILIENZA:

a) La media dei valori di prova è  $>$  del valore  
caratteristico ?????

b) ?????? CHIEDERE AD Antonio ... o vedere la  
circolare

# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – TALLONI DI PRELIEVO -

Dm 08

## PRELIEVO DAL **TALLONE**

LA UNI EN 10025-1 -- **UNIENISO 377:2017** DEFINISCE IL LUOGO  
OVE ESEGUIRE IL PRELIEVO DEL PROVINO PER:

□ PROFILO E PROVA DA ESEGUIRE

LA FORMA DELLE **PROVETTE** E' DEFINITA PER PROVA DI:

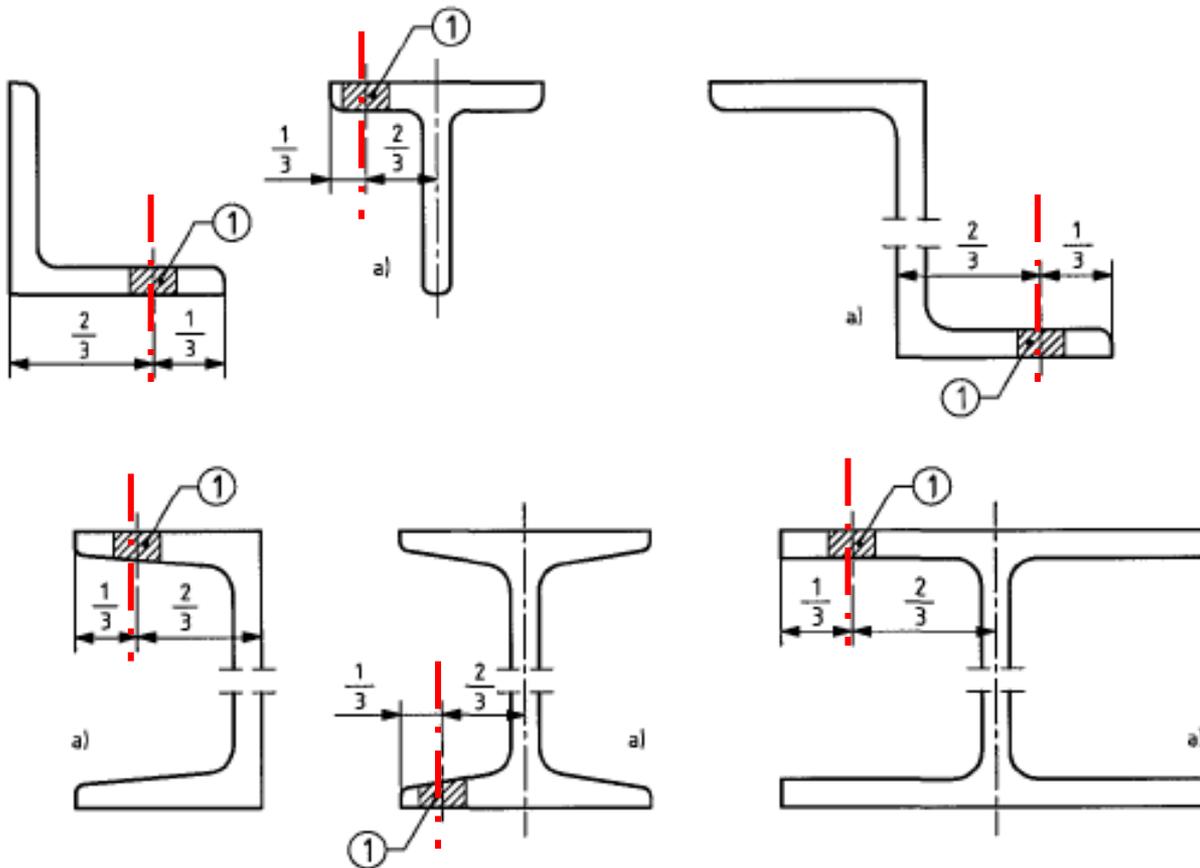
- 1) **TRAZIONE** (provetta calibrata dimensionata secondo 10002-1:2004 -- **UNIENISO 377:2017**)
- 2) **RESILIENZA** (3 provette secondo 10045-1:1992 -- **UNIENISO 377:2017**)
- 3) **ANALISI CHIMICA** ( 1 provetta DI ALMENO 3 x 3 cm)



# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – PROVETTA – 1 -

Dm 08

## PUNTI DI ESTRAZIONE CAMPIONE - UNI EN 10025-1

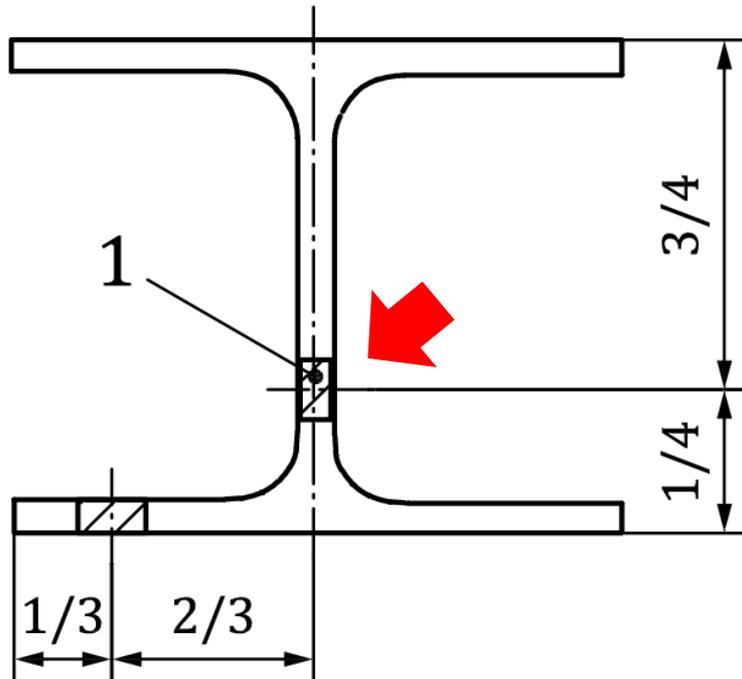


CONSULTATE LA NUOVA  
NORMA **UNI EN**  
**ISO 377:2017**  
PER AVERE  
INDICAZIONI  
CORRETTE ....

QUESTE SONO  
INSERITE SOLO PER  
INDICARE CHE CI  
SONO .....

# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – PROVETTA – 1 -

## PUNTI DI ESTRAZIONE CAMPIONE - UNI EN ISO 377:2017



CONSULTATE SEMPRE LA  
NORMA APPLICABILE!!

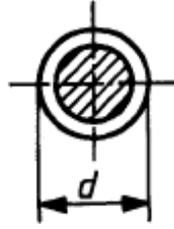
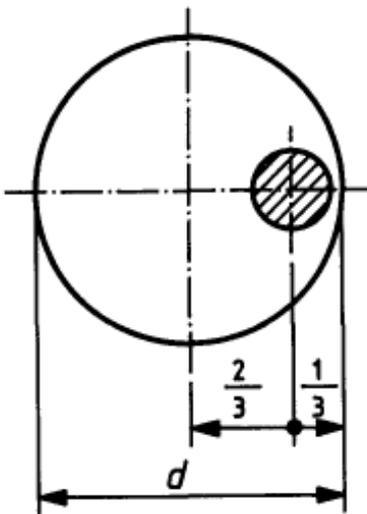
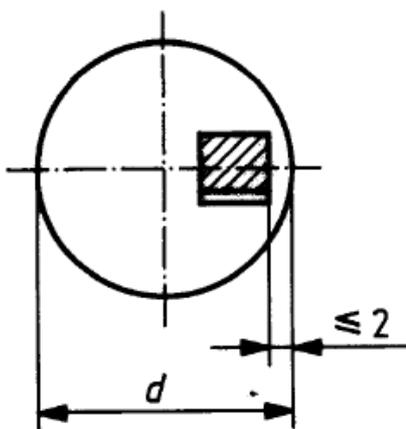
La UNI EN ISO  
377:2017 ha  
aggiunto una  
nuova posizione  
di prelievo .....

# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – PROVETTA – 2-

PUNTI DI ESTRAZIONE CAMPIONE - UNI EN 10025-1

BARRE- TRAZIONE E RESILIENZA

Dm 08 e Dm 18

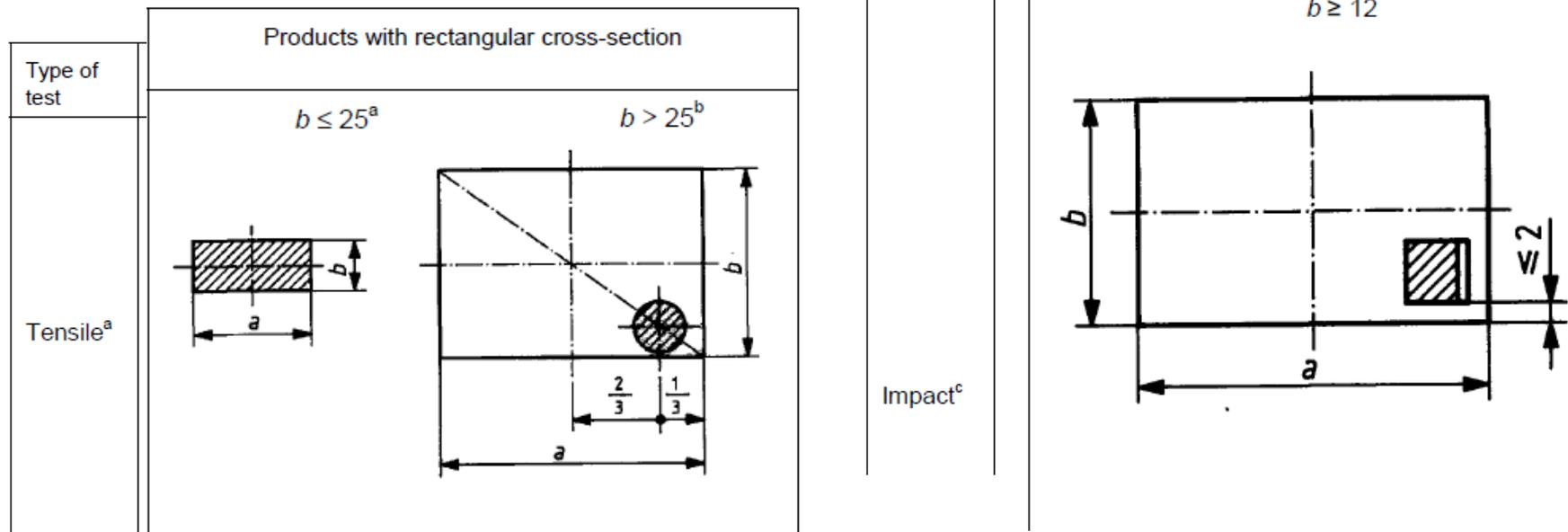
Type of test	Products with round cross-section		
Tensile <sup>a</sup>	$d \leq 25^a$	$d > 25^b$	
			
Impact <sup>c</sup>			

**Dm 08 e Dm 18**

**ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE  
COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – PROVETTA – 3-**

**PUNTI DI ESTRAZIONE CAMPIONE - UNI EN 10025-1**

**RETTANGOLARI – TRAZIONE + RESILIENZA**

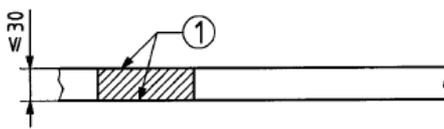
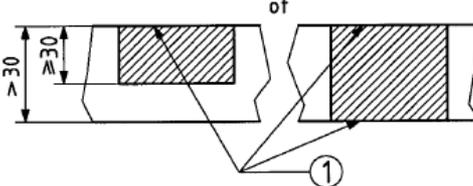


**Dm 08 e Dm 18**

# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – PROVETTA – 4 -

## PUNTI DI ESTRAZIONE CAMPIONE - UNI EN 10025-1

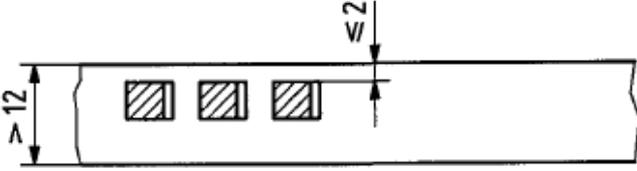
– PRODOTTI  
PIANI  
- TRAZIONE

Type of test	Thickness of product	Orientation of the test pieces for product widths of		Distance of the test piece from the rolled surface
		< 600	≥ 600	
Tensile <sup>a</sup>	≤ 30	longitudinal	transverse	 <p>1) rolled surface</p>
	> 30			<p>or</p>  <p>1) rolled surface</p>

**Dm 08 e Dm 18**

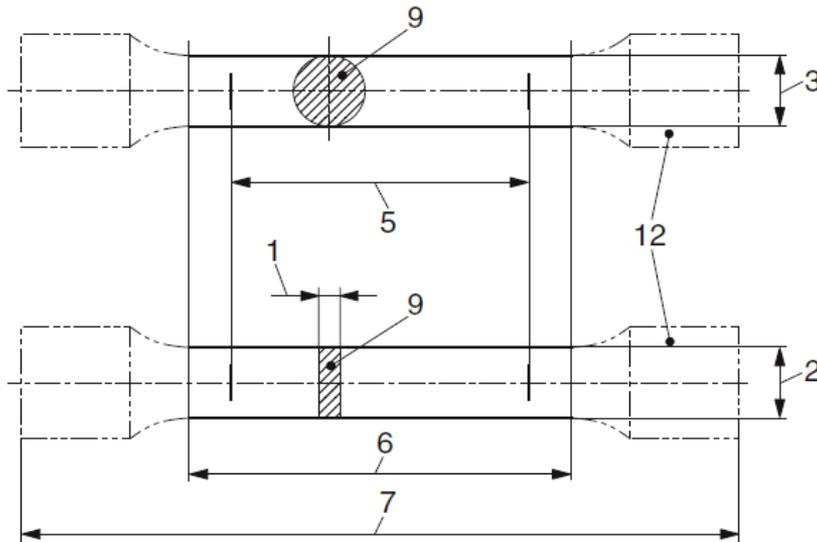
# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – PROVETTA – 5-

**PUNTI DI ESTRAZIONE CAMPIONE - UNI EN 10025-1  
PRODOTTI PIANI - RESILIENZA**

Type of test	Thickness of product	Orientation of the test pieces for product widths of		Distance of the test piece from the rolled surface
		< 600	≥ 600	
Impact <sup>b, d</sup>	> 12 <sup>c</sup>	longitudinal	longitudinal	

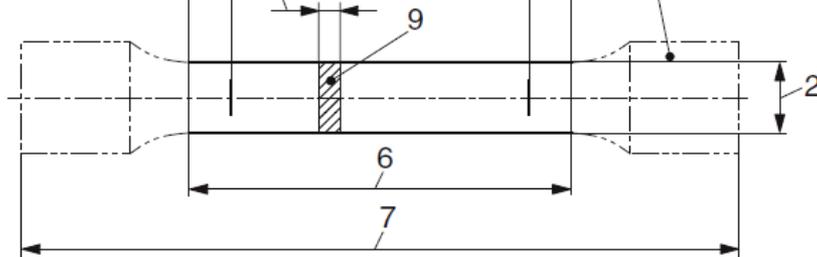
# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – FORMA PROVETTE – 1 -

## FORMA DELLE PROVETTE - UNI EN 10002-12004 - TRAZIONE

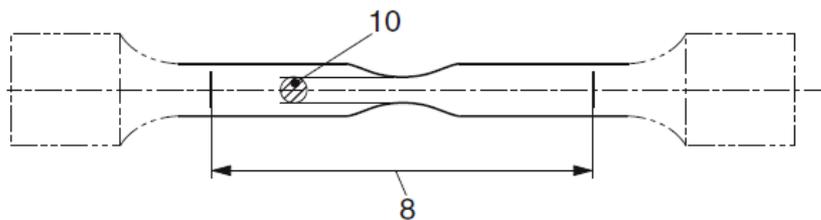


Provetta circolare

**Dm 08 e Dm 18**



Provetta rettangolare



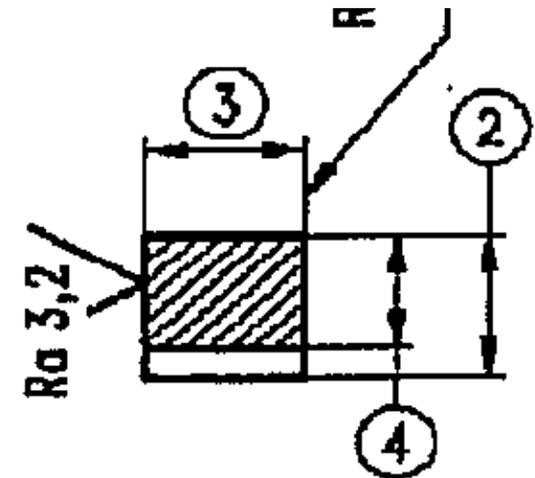
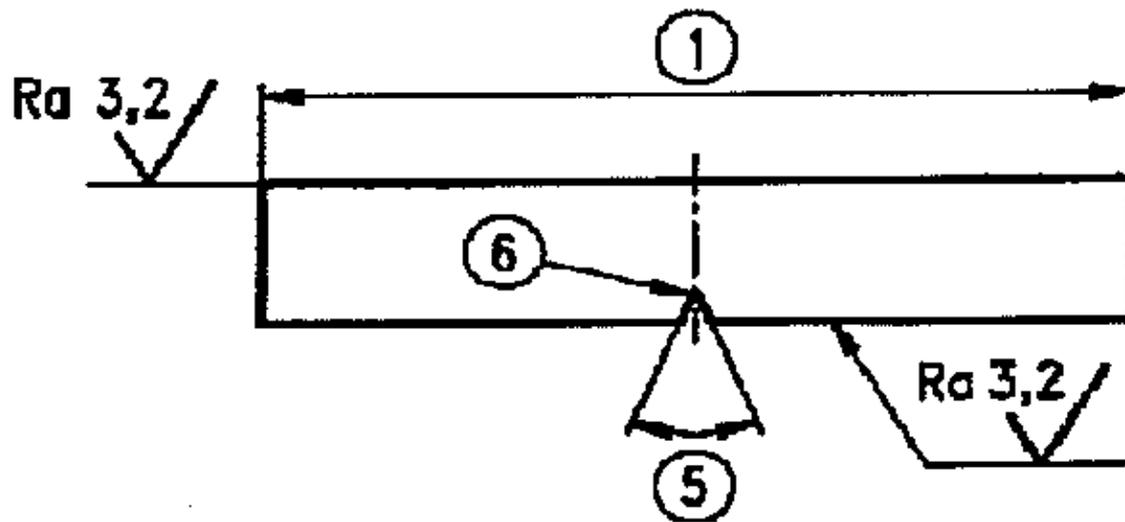
Provetta quasi a fine trazione

# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – FORMA PROVETTE – 2 -

FORMA DELLE PROVETTE - UNI EN 10045-1:2004

- RESILIENZA CHARPY (INTAGLIO A "V" -

Dm 08 e Dm 18



# Caratteristiche ACCIAIO per carpenteria: per strutture metalliche e strutture composte

Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

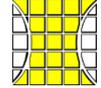


Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40$ mm $< t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S460 MH/MLH	460	530		

UNI EN ISO 377:2017 punto **3 TERMINI E DEFINIZIONI** (Cfr ISO 6929 )

PUNTO	TERMINE	SIGNIFICATO
3.1	unità di prova	Numero pezzi o <b>quantitativo di prodotti da accettare o rifiutare nel loro insieme</b> , sulla base delle prove di verifica effettuate sui prodotti campione, in conformità ai requisiti della norma di prodotto o dell'ordine (Vedi figura 1.)
3.2	prodotto campione	<b>Articolo</b> (per esempio barra, lamiera, rotolo) <b>selezionato per l'ispezione o la prova</b> . Nota 1 Vedere figura 1
3.3	campione	Quantità sufficiente di materiale prelevato dal prodotto allo scopo di <b>preparare uno o più provini</b> . Nota 1 Vedere figura 1. Nota 2 In certi casi, il campione può essere il prodotto campione
3.4	provino grezzo	<b>Parte di un campione sottoposto a lavorazione meccanica</b> , allo scopo di produrre un provino
3.5	provino	<b>Parte di un campione</b> o di un provino grezzo, con dimensioni specificate, non necessariamente lavorato a macchina ma portato a una condizione <b>idonea per essere sottoposto ad una determinata prova di verifica</b> . Nota 1 Vedere figura 1. Nota 2 In certi casi, il provino può essere il campione o il provino
3.6	condizione di riferimento	Condizione di un campione, provino grezzo o provino sottoposto a un trattamento termico allo scopo di rappresentare la condizione finale <b>prevista del prodotto</b> . Nota 1 In alcuni casi, il campione, provino grezzo o provino è denominato campione di riferimento, provino grezzo di riferimento o provino di riferimento

UNI EN ISO 377:2017 punto **4 REQUISITI GENERALI**

## **4.1 Prova rappresentativa**

**Campioni, provini grezzi e provini prelevati in conformità all'allegato A sono da considerare rappresentativi del prodotto.** Nota Come conseguenza della loro modalità di produzione, per esempio fusione, laminazione a caldo, a freddo, trattamento termico ecc., i prodotti di acciaio non sono omogenei. Le proprietà meccaniche dei campioni prelevati da altre posizioni possono essere differenti.

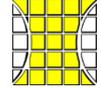
## **4.2 Identificazione di prodotti campione, campioni, provini grezzi e provini**

Prodotti campione, campioni, provini grezzi e provini **devono essere marcati per assicurare la rintracciabilità la posizione e l'orientamento rispetto al prodotto d'origine.**

A tal fine, se, durante la preparazione di uno o più campioni, provini grezzi o provini, la rimozione delle marcature non può essere evitata, il trasferimento di queste marcature deve essere effettuato prima che le marcature esistenti siano rimosse o, nel caso in cui si utilizzi per la preparazione un'apparecchiatura automatica, prima che il provino sia tolto dall'apparecchiatura stessa.

Nel caso di controllo specifico e dove richiesto dal committente, il trasferimento delle marcature deve essere effettuato in presenza del rappresentante del committente.

Nel caso di macchine di preparazione e prova in linea completamente automatiche, la marcatura dei campioni, dei provini grezzi e dei provini non è necessaria se esiste un sistema di controllo adeguato, che definisca le procedure da adottare nell'eventualità di un guasto



# DA UNI EN ISO 377:2017 PTO **6 PREPARAZIONE DEI PROVINI**

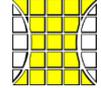
## **6.1 Taglio e lavorazione di macchina**

Il taglio e la lavorazione meccanica dei campioni per la preparazione dei provini devono essere effettuati **prendendo le precauzioni necessarie per evitare l'incrudimento superficiale** e il riscaldamento del materiale, poichè potrebbero modificare le caratteristiche meccaniche. Dopo la lavorazione, **eventuali striature** lasciate dall'utensile che possono interferire con i risultati della prova **devono essere rimosse**, mediante molatura (con ampio apporto di liquido refrigerante) o per levigatura, a condizione che il metodo scelto per la finitura mantenga le dimensioni e la forma del provino all'interno delle tolleranze specificate nella norma per la prova appropriata.

Le tolleranze sulle dimensioni del provino devono essere quelle specificate nelle norme per i metodi di prova appropriati.

## **6.2 Trattamento termico di riferimento**

Quando il trattamento termico di riferimento richiesto deve essere effettuato sul provino, le modalità di esecuzione devono essere identiche a quelle per il provino grezzo [vedere punto 5.3.3.2 b)]

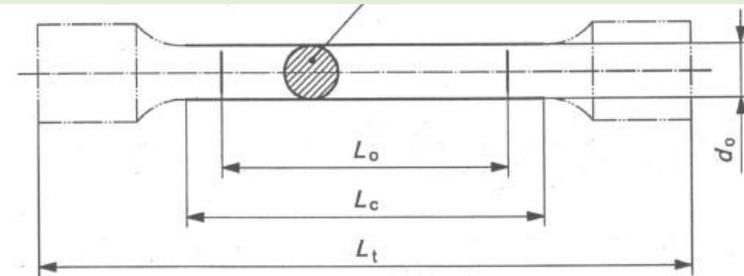


## 11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE

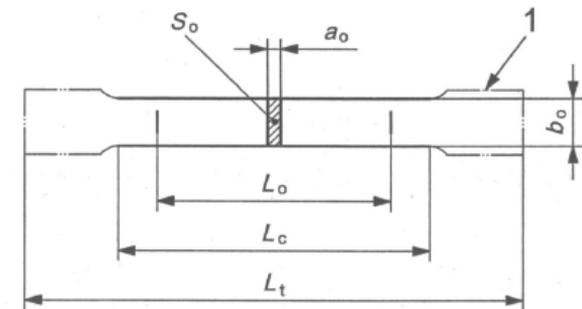
### FORMA DELLE PROVETTE

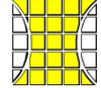
### FORMA

#### Sezione circolare



#### Sezione rettangolare





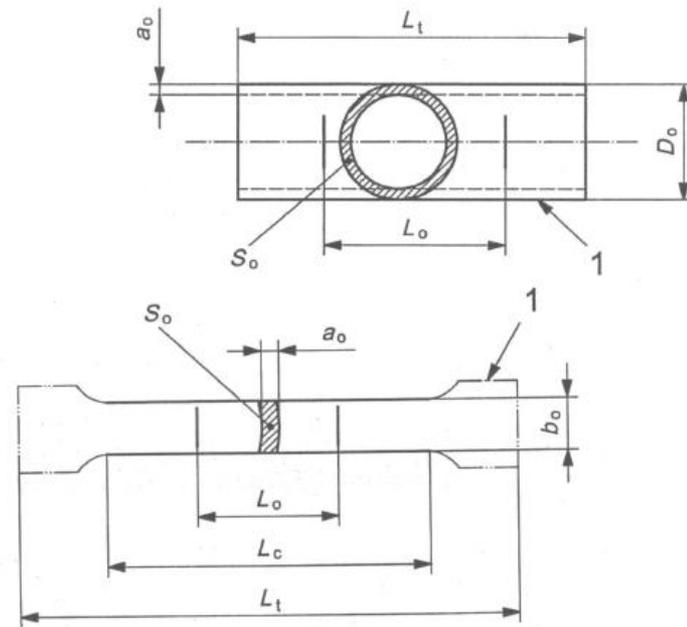
## 11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE

### FORMA DELLE PROVETTE

**Provetta anulare (spezzone di tubo)**

### ALTRE FORME ....

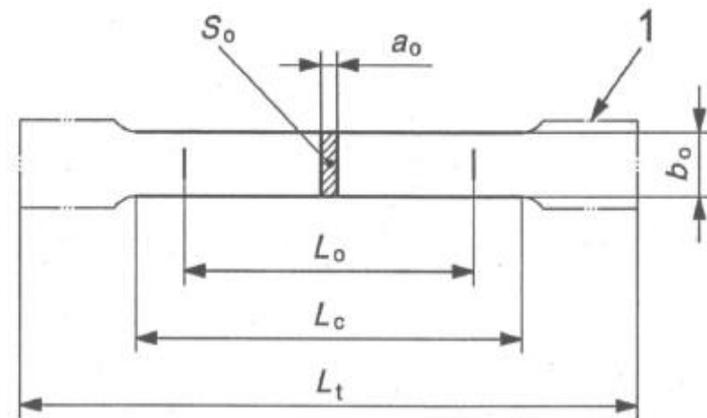
**Provetta ottenuta da un tubo tagliato**



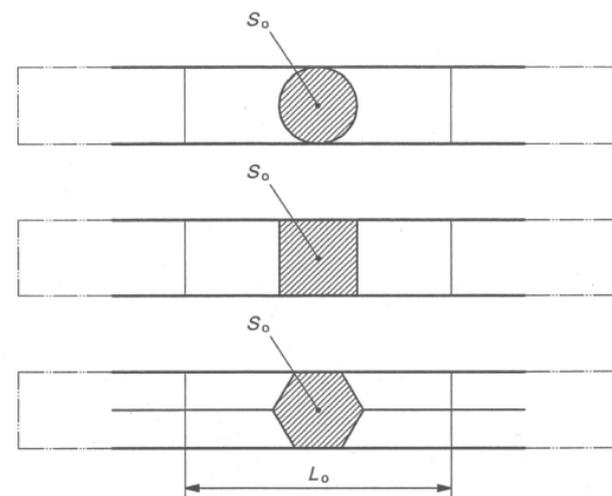
## ***D.M. 11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE***

### **LAVORAZIONE DELLE PROVETTE**

**Lavorate a macchina (tornio per le circolari, fresa per le rettangolari)** (Sono generalmente ottenute mediante lavorazione meccanica di saggi prelevati da un elemento strutturale **con le dovute attenzioni [a freddo]** ).



**Non lavorate**



# ACCIAIO PER COSTRUZIONI METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE (11.3.4 + 11.3.4.11.3) – processi saldatura

Dm 08

## Procedimenti di saldatura:

- uno fra quelli della UNIENISO 4063:2001
- Certificati da Ente Terzo

## Saldatori :Qualificati da ente terzo secondo:

- UNI EN 287-1:2004 (manuali o semiautomatici)
- UNI EN 1418:1999 (procedimenti automatici)

## Azienda Certificata secondo

- UNI EN 3834:2006

## 11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE

### 11.3.4.5 PROCESSO DI SALDATURA

Le durezze eseguite sulle **macrografie** non dovranno essere superiori a 350 HV30.

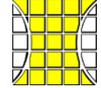
.....  
Le **prove di qualifica dei saldatori**, degli **operatori** e dei **procedimenti** dovranno essere eseguite da un **Ente terzo**; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Le saldature saranno sottoposte a **controlli non distruttivi finali** per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

### **11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE**

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, **in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori**; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno **metodi di superficie** (ad es. **liquidi penetranti o polveri magnetiche**), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno **metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni** per i giunti testa a testa e **solo ultrasuoni** per i giunti a T a piena penetrazione.

Tutti gli **operatori** che eseguono i controlli devono essere **qualificati** secondo la norma **UNI EN ISO 9712:2012 almeno di secondo livello.**

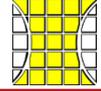


## Bibliografia

- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018);
- Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7 del 21 Gennaio 2019 contenente le “Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018”.
- Fondazione Promozione Acciaio, sito web, in particolare per le pagine:
  - <https://www.promozioneacciaio.it/cms/it7499-procedure-di-controllo-sui-materiali-e-sui-prodotti-in-acciaio.asp>
- norme
  - UNI EN ISO 377: Acciaio e prodotti di acciaio - Prelievo e preparazione dei campioni e dei provini per prove meccaniche
- ecc.

Si ringrazia per la disponibilità la  
Fondazione Promozione Acciaio





**GRAZIE PER LA  
VOSTRA ATTENZIONE!**

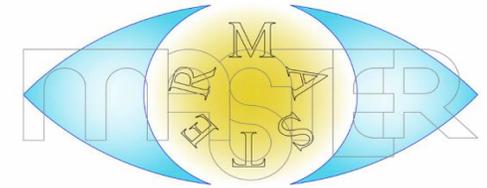
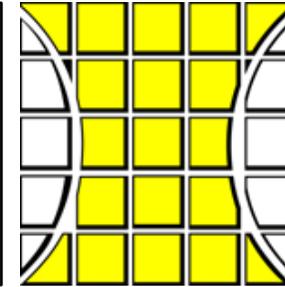




**Scuola  
superiore  
Placido  
Turella**

**L'OBIETTIVO ATTUALE E' ANCORA QUELLO  
FISSATO DA VITRUVIO:**

**FIRMITAS, (SICUREZZA)  
UTILITAS, (UTILITA')  
VENUSTAS (DUREVOLEZZA)**



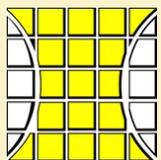
Materials and Structures Testing and Research  
[www.associazionemaster.org](http://www.associazionemaster.org)

## **ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E PER STRUTTURE COMPOSTE – PROVE DA ESEGUIRE E RICHIESTE DI PROVA AL LABORATORIO**

[DM 17.01.18, p.to 11.3.4.]

- Modulo di richiesta: R6101-1209 - Prove su acciaio per strutture metalliche e composte  
R6101-0499 - Viti e dadi
- Autorizzazione ministeriale (al 31/01/2021): Trazione (UNI EN ISO 6892-1:2009),  
Resilienza (UNI EN ISO 148-1:2011),  
Analisi chimica (UNI CEN/TR 10261:2008),  
Prove su viti e dadi (UNI EN ISO 898-1:2013, UNI EN ISO 898-2:2012). **NOTA:**

**Per tutte le altre prove possiamo emettere solo rapporti di prova, NON certificati ai sensi del D.M. 17.01.18.**



**Ing. Loris Turella, Direttore generale**  
**ing. Elisabetta Turella, direttore del Laboratorio Autorizzato**  
**Veneta Engineering srl di Verona**

15-16 Dicembre 2022

<b>se le prove richieste sono per:</b>	<b>serve</b>
<b>controllo di accettazione in cantiere</b>	<b>richiesta firmata e timbrata da DL</b>
prove di qualificazione	incarico dal STC (su proposta del fabbricante)
verifica periodica qualità	richiesta firmata dal fabbricante
controllo nel centro di produzione/trasformazione	richiesta firmata dal fabbricante o dal D.T.

# GIUNZIONI MECCANICHE

= zona di unione di due barre d'armatura di acciaio per cemento armato mediante un manicotto che ne garantisce la continuità. Il manicotto è un elemento di forma cilindrica utilizzato per la giunzione di barre di acciaio per cemento armato e adatto a trasferire le azioni fra le barre stesse. Sul mercato sono presenti vari tipi di manicotti: filettati, a compressione, con materiale di riempimento, saldabili, ecc. (UNI 11240-1:2018) [DM 17.01.18, p.to 11.3.2.9]

**Controllo accettazione cantiere** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

**1 prelievo = 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

Per opere con <10 pezzi, il n. di campioni da prelevare è individuato dal DL. Il n. di campioni non può essere inferiore a 3 (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

## Prove eseguibili:

- Prova di scorrimento differenziale (slip) (UNI 11240-2:2018 p.to 5.3)
- Prova di resistenza a trazione (UNI 11240-2:2018 p.to 5.4)
- Prova di fatica (UNI 11240-2:2018 p.to 5.5)
- Fatica oligociclica (UNI 11240-2:2018 p.to 5.6)

# ELEMENTI DI CARPENTERIA METALLICA

= comprendono: • Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali (UNI EN 10025-1:2005), • Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali (UNI EN 10210-1:2006), • Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine (UNI EN 10219-1:2006), • Fogli, lamiere e nastri di acciaio inossidabile resistente alla corrosione per impieghi nelle costruzioni (UNI EN 10088-4:2009), • Barre, vergelle, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio inossidabile resistente alla corrosione (UNI EN 10088-5:2009) [DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.1.1]

## **Prove di qualificazione** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.1.2)

Per ciascun tipo di prodotto (individuato da gamma merceologica), classe di spessore e qualità di acciaio:

- prelevare 30 saggi prelevati da almeno 3 lotti\* diversi (= 10 saggi per ogni lotto). (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.1.2)

\* lotto = quantitativo compreso tra 30 e 120 t, o frazione residua (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.1.1)

## Prove eseguibili (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.1.2):

- analisi chimica (ove pertinente)
- Snervamento
- resistenza al carico massimo

# ELEMENTI DI CARPENTERIA METALLICA

## **Verifica periodica qualità** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.1.4)

Almeno **ogni 6 mesi**, su proposta del fabbricante, il Laboratorio sceglie presso lo stabilimento 3 tipi di prodotto (scelti tra qualità di acciaio, gamma merceologica, classe di spessore), da cui preleva:

- 15 provini per prove di **trazione**, ricavati sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti, sia da saggi appositamente accantonati dal fabbricante, almeno 2 per colata o lotto\* di produzione;

\* lotto = quantitativo compreso tra 30 e 120 t, o frazione residua (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.1.1)

- provini per prove di **resilienza** (controllare il rispetto dei valori minimi prescritti);
- provini per **analisi chimiche** (controllare il rispetto dei valori massimi prescritti).

# ELEMENTI DI CARPENTERIA METALLICA

**Controllo nei centri di produzione** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.2.3)

► CONTROLLO ESEGUIBILE NEL LABORATORIO INTERNO DEL CENTRO DI PRODUZIONE, NON È RICHIESTO L'INTERVENTO DI UN LABORATORIO AUTORIZZATO ESTERNO.

Responsabile del controllo di produzione: Direttore Tecnico

- 1 prova ogni 30 t di acciaio della stessa categoria, proveniente dallo stesso stabilimento, anche se acquisito in tempi diversi  
ATTENZIONE! Prelevare di volta in volta campioni da tipi di prodotti o spessori diversi.

Prove eseguibili (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.2.3):

- analisi chimica
- resilienza
- tensione di snervamento e rottura

# ELEMENTI DI CARPENTERIA METALLICA

## ***Controllo accettazione cantiere*** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

**1 prelievo (= 3 prove) ogni 90 t** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

Per opere con  $< 2$  t di elementi, il n. di campioni da prelevare è individuato dal DL anche in base alla complessità della struttura.

**Il n. di campioni non può essere inferiore a 3** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

Prove eseguibili:

dipende dal tipo di elemento, ma una prova comune a tutti i prodotti è la trazione

# LAMIERE GRECATE e PROFILI FORMATI A FREDDO

## **Controllo nei centri di trasformazione e di produzione** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.2.1)

Si esegue solo per materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non è disponibile una norma europea armonizzata.

- 2 prelievi ogni 10 t di acciaio della stessa categoria, proveniente dallo stesso stabilimento, anche se acquisito con forniture diverse  
ATTENZIONE! Prelevare di volta in volta i campioni da tipologie di prodotti diverse.

Prove eseguibili:

- determinazione della resistenza a taglio longitudinale di progetto della lamiera grecata

## **Controllo accettazione cantiere** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

**1 prelievo (= 3 prove) ogni 15 t** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

Per opere con < 0,5 t di lamiere grecate o profili formati a freddo, il n. di campioni da prelevare è individuato dal DL. Il n. di campioni non può essere inferiore a 3 (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

Prove eseguibili:

**dipende dal tipo di elemento, ma una prova comune a tutti i prodotti è la trazione**

# BULLONI E CHIODI

## **Controllo nei centri di produzione** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.2.4)

► CONTROLLO ESEGUIBILE NEL LABORATORIO INTERNO DEL CENTRO DI PRODUZIONE, NON È RICHIESTO L'INTERVENTO DI UN LABORATORIO AUTORIZZATO ESTERNO.

Responsabile del controllo di produzione: Direttore Tecnico

- 1 prova di trazione su bullone o chiodo ogni 1000 prodotti (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.2.4)

## **Controllo accettazione cantiere** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

**1 prelievo (= 3 prove) ogni 1500 pezzi** (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

Per opere con < 100 pezzi, il n. di campioni da prelevare è individuato dal DL. Il n. di campioni non può essere inferiore a 3 (DM 17.01.18, p.to 11.3.4.11.3)

## **BULLONI E CHIODI - Controllo accettazione cantiere**

Prove eseguibili:

- **Trazione** (UNI EN ISO 898-1 p.to 9.2)
- **Trazione con appoggio obliquo** (UNI EN ISO 898-1 p.to 9.1)
- **Allungamento dopo rottura e carico unitario minimo di scostamento da proporzionalità 0,0048d**  
(UNI EN ISO 898-1 p.to 9.3)
- **Prova di carico** (UNI EN ISO 898-1 p.to 9.6)
- **Tenacità della testa** (UNI EN ISO 898-1 p.to 9.8)
- **Durezza** (UNI EN ISO 898-1 p.to 9.9)
- **Decarburazione** (UNI EN ISO 898-1 p.to 9.10)
- **Carburazione** (UNI EN ISO 898-1 p.to 9.11)
- **Secondo rinvenimento** (UNI EN ISO 898-1 p.to 9.12)
- **Resilienza provini sottoposti a lavorazione a macchina** (UNI EN ISO 898-1 p.to 9.14)
- **Controllo dei difetti superficiali** (UNI EN ISO 898-1 p.to 9.15)
- **Prova di taglio** (UNI 3740-6 p.6.5.2-ASTM F606)
- **Prova di strappo** (UNI 3740-6 p.to 6.5.1)
- **Trazione di assiami di bulloneria strutturale (es: vite + dado)** (UNI EN 15048-2)

NOTA: non abbiamo ancora l'autorizzazione ministeriale per quest'ultima prova, quindi possiamo emettere solo Rapporti di Prova, non certificati ai sensi del D.M. 17.01.18. Richiesta di autorizzazione in corso.

**NOTA: Circolare C11.3.4.6: “Sui 3 campioni si devono in genere eseguire prove a strappo sul bullone; qualora i risultati dovessero presentare qualche criticità, si consiglia di estendere le prove prelevando ulteriori 4 campioni sui quali eseguire:**

- **su 3 viti:** una prova di trazione verticale, una prova di taglio o rescissione, una prova di tenacità;
- **su 3 dadi:** una prova di carico, una prova di durezza, una prova di allargamento;
- **sul quarto bullone:** una ulteriore prova di strappo.”

# BARRE FILETTATE

Le barre filettate non sono richiamate dalle NTC2018 e non ricadono in nessuna norma di prodotto specifica.

Pertanto, in mancanza di altre indicazioni da parte del STC, è il D.L. che deve stabilire:

- n. di provini
- tipo di prove da eseguire

Trattandosi di prove NON esplicitamente citate nelle NTC2018, non è obbligatorio consegnare il modulo di richiesta prove. Tuttavia, per facilitare la comunicazione con l'Accettazione e la Segreteria, si consiglia di compilare il modulo di richiesta per le viti.

Trattandosi di prove NON comprese nell'autorizzazione, saranno generati Rapporti di Prova e NON certificati ai sensi del D.M. 17.01.18.

# PROVE

# CERTIFICATI e/o RAPPORTI DI PROVA

**Certificato = documento emesso in forza di AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE**  
**UNICO DOCUMENTO VALIDO PER IL COLLAUDO STATICO**

**RAPPORTO DI PROVA = documento emesso da operatore diverso**

IN CONFORMITA' AL REGOLAMENTO UE 305/2011, I COMITATI DI NORMAZIONE EUROPEI HANNO ELABORATO NORME ARMONIZZATE SULLA

## **BULLONERIA STRUTTURALE:**

- **SERIE EN 14399-1...( DA PRECARICO )**
- **SERIE EN 15048 – 1 .. (NON DA PRECARICO)**

## **CON OBBLIGO DI MARCATURA CE**

## 1.3.4.6 BULLONI E CHIODI

### 11.3.4.6.1 Bulloni "non a serraggio controllato"

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'non precaricate' si applica quanto specificato al punto A del § 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 15048-1.

In alternativa anche gli assiemi ad alta resistenza conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1 sono idonei per l'uso in giunzioni non precaricate.

Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come in tabella 11.3.XIII.a.

Le **tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti** appartenenti alle classi indicate nella precedente Tab. 11.3.XIII.a sono riportate nella seguente Tab. 11.3.XIII.b:

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000

## 11.3.4.6.2 Bulloni “a serraggio controllato”

Agli **assiemi Vite/Dado/Rondella** impiegati nelle **giunzioni ‘Precaricate’** si applica quanto specificato al punto A del § 11.1 in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1.

Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come in tabella 11.3.XIV.

Sistema		viti		dado		rondelle	
	classe		classe		durezza		
HR	8.8	UNI EN 14399-1	8	UNI EN 14399-3	HV 300-370	UNI EN 14399-5;-6	
HV	10	UNI EN 14399-1	10	UNI EN 14399-3	HV 300-370	UNI EN 14399-5;-6	
HV	10.9	UNI EN 14399-4	10	UNI EN 14399-4	HV 300-370	UNI EN 14399-5;-6	

- Sono **marcati CE**

**Rispettano INTEGRALMENTE LA NORMA ARMONIZZATA**

---- > **Si accettano senz'altro**

**Il D.L., se ha dubbi, se ha voglia, se vuole deve/può fare prove di controllo**

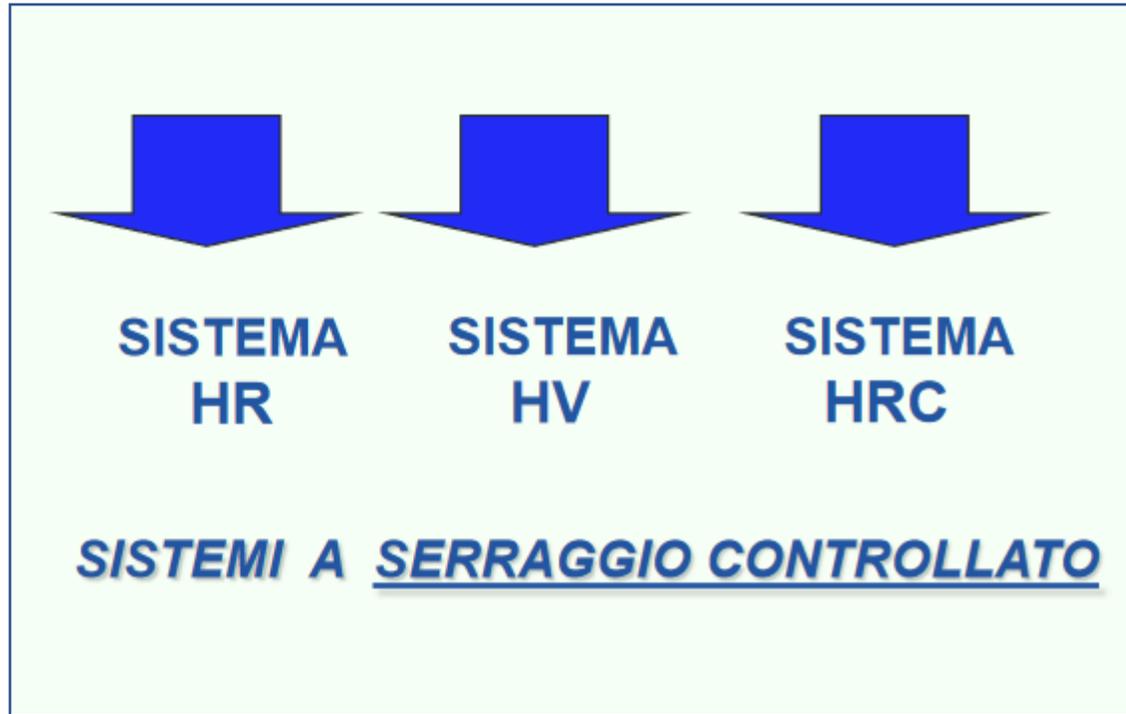
- **Si fa IN fase di PRODUZIONE?** Normalmente si, almeno si spera di si .....
- **SI FA IN FASE DI ACCETTAZIONE ???** Normalmente no.....ANCHE SE SI DOVREBBE...

**ma nel caso della ricostruzione del ponte di Genova SI E' FATTO... ECCOME!!!!**

# Sistemi a serraggio controllato con obbligo marcatura **CE**

<b>Caratteristiche</b>	<b>Assieme vite/dado/ rondelle Sistema HR</b>	<b>Assieme vite/dado/ rondelle Sistema HV</b>	<b>Assieme vite/dado/ rondelle Sistema HRC</b>
Assieme vite / dado	EN 14399-3	EN 14399-4	EN 14399-10
Marcatura	HR	HV	HRC/HR/HRD
Classi di resistenza	8.8 / 8 10.9 / 10	10.9 / 10	10.9 / 10
Rondelle	EN 14399-5 EN 14399 -6	EN 14399 - 5 EN 14399 -6	EN 14399 - 5 EN 14399 -6
Marcatura	H	H	H
Prova di idoneità all'utilizzo	EN 14399 - 2	EN 14399 - 2	EN 14399 - 2

**LE NORME SULLA BULLONERIA STRUTTURALE RIFLETTONO UNA  
SITUAZIONE EUROPEA DOVE ESISTONO VARIE SOLUZIONI  
TECNICHE PER ASSIEMI DI ASSEMBLAGGIO ( VITI , DADI RONDELLE )  
FRA CUI:**

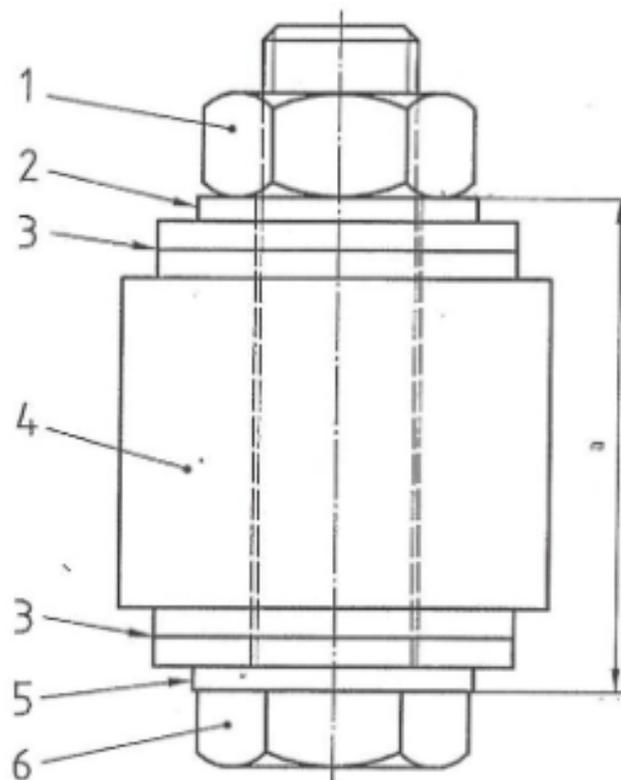


Le norme europee sulla **bulloneria a serraggio controllato** prescrivono la **fornitura di assiemi in lotti omogenei** ( questo vale per le viti, per i dadi e per le rondelle ) i quali devono **superare 2 prove attitudinali aggiuntive**, quando i singoli elementi vengono assemblati.

**Ciò viene richiesto al fine di assicurare che , con la coppia di serraggio prescritta , si ottenga la corretta chiusura della giunzione bullonata .**

## 1° Prova attitudinale aggiuntiva

Una prima prova attitudinale consiste **nell'applicare una coppia di serraggio sul dado** in modo che esso ruoti sulla rondella sottostante, opportunamente lubrificata, essendo stata immobilizzata la testa della vite (fig. 1).



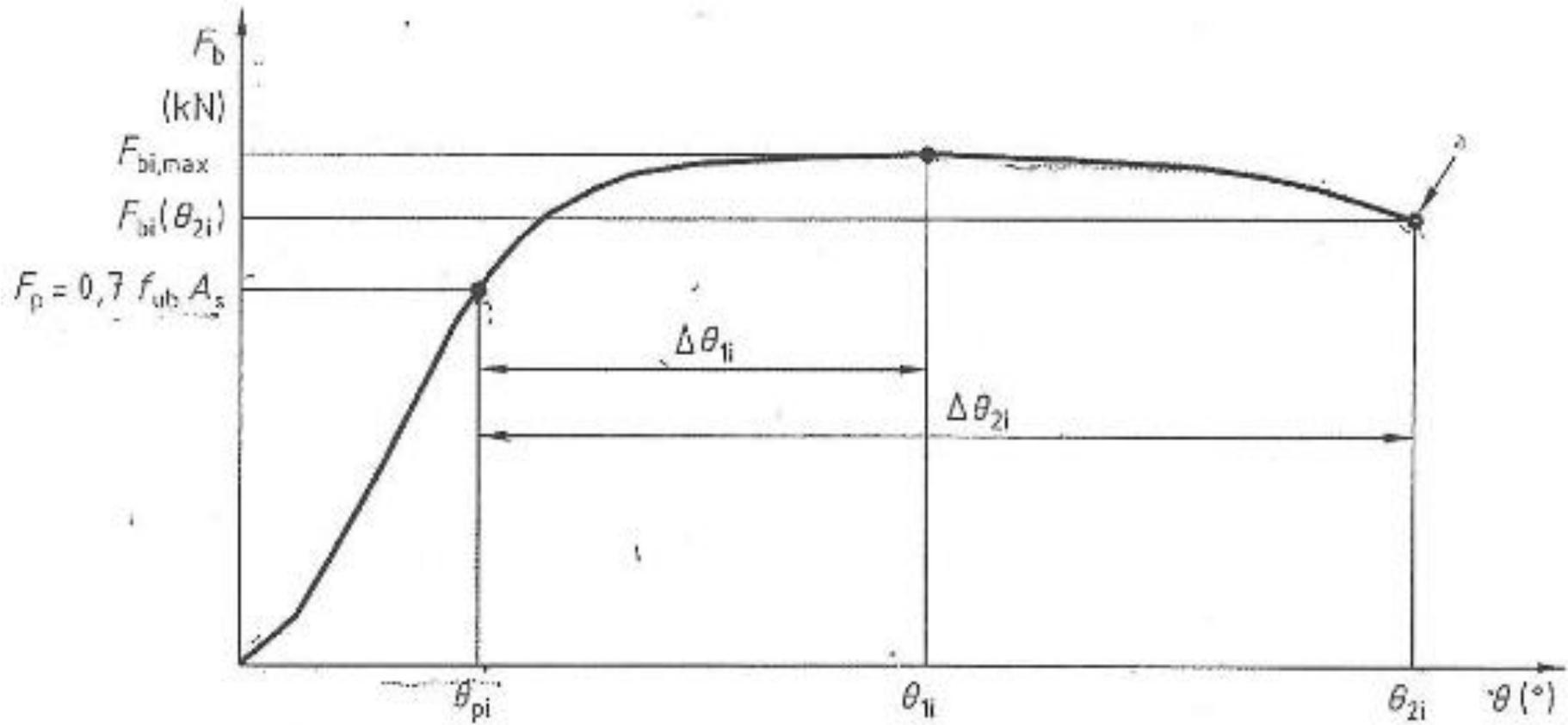
### LEGENDA

1. Dado: ruotato durante il serraggio
2. Rondella dell'assieme: non deve ruotare durante il serraggio
3. Spessori
4. Cella di carico calibrata per la misurazione della forza nella vite
5. Rondella dell'assieme smussata o spessore smussato
6. Testa della vite: immobilizzata durante il serraggio

fig. 1

diagramma

carico assiale sulla vite  
/  
angolo di rotazione del dado



**La prova è positiva al raggiungimento del carico sulla vite e di angoli di rotazione del dado senza che la vite risulti danneggiata.**

## 2° prova attitudinale aggiuntiva

consiste nel **determinare il coefficiente di torsione K** dato da :

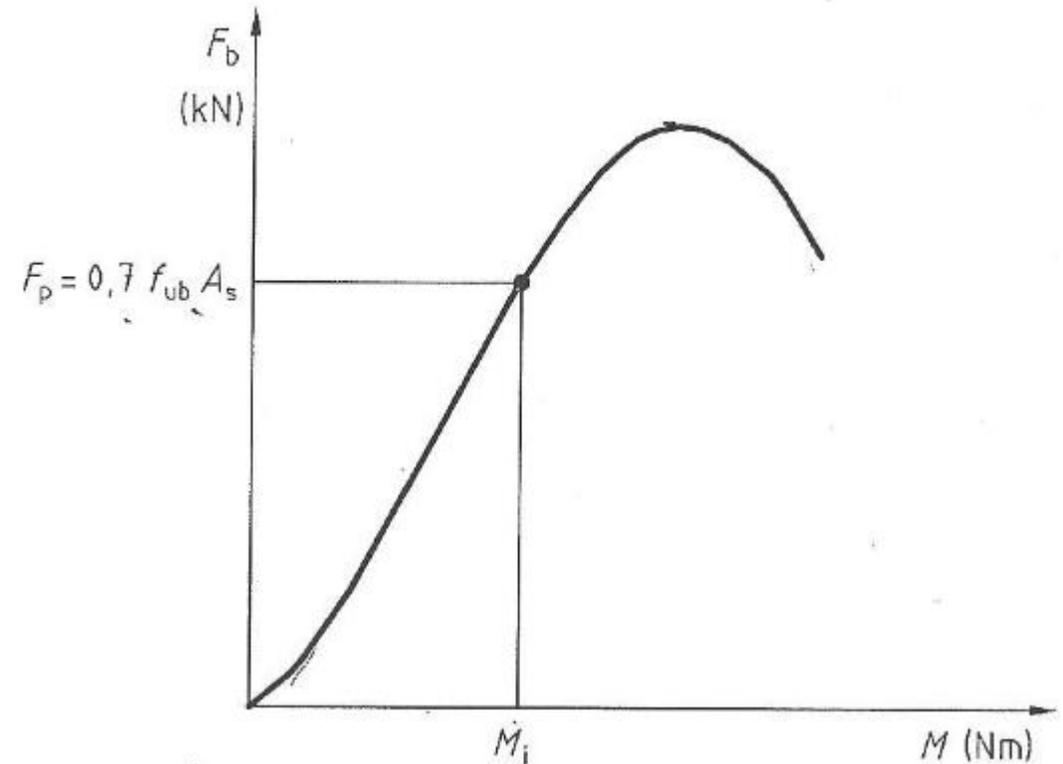
$$K = \frac{M}{d P}$$

dove :

M = Coppia di serraggio espressa in N m

d = Diametro nominale della vite

P = Carico assiale della vite durante il serraggio ottenuti sulla macchina di prova tracciando il diagramma carico assiale / coppia di serraggio



**Fatte 5 prove su 5 assiemi vengono calcolati :**

### **sistema K1**

**I valori di torsione  $K_i$**  degli assiemi provati, devono essere nel range  **$0.10 \leq K_i \leq 0.16$**

### **sistema K2**

**Il valore medio** dei coefficienti di torsione ,  **$K_m$**  deve essere nel range  **$0.10 \leq K_m \leq 0.23$**

**Il coefficiente di variazione  $V_K = S_k / K_m =$**  deve risultare  **$V_k \leq 0.10$**

## **$K_m$ è l'informazione del produttore all'utilizzatore**

$V_k$  è la stabilità della conformità di  $K$ ;

I valor medio di  $K$  ( $K_m$ ) fornisce un valore stabile della coppia nell'ambito della tolleranza prescritta, per il raggiungimento del precarico voluto.

# Sistema non da precarico **SB** (EN 15048 -1)

## VITE

NORMA DI PRODOTTO : ISO 4014 , ISO 4016, ISO 4017 , ISO 4018

CLASSI DI RESISTENZA : 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8,10.9

## DADO

NORMA DI PRODOTTO : ISO 4032 - ISO 4033

CLASSI DI RESISTENZA : 4, 5, 6, 8, 10, 12

## RONDELLA

NORMA DI PRODOTTO : ISO 7091

CLASSE DI DUREZZA : 100 HV - 200 HV

## Marcatura CE OBBLIGATORIA ed inoltre:

Su **prodotto vite** :

- **classe di resistenza** (secondo EN ISO 898-1 o EN 3506-1)
- marchio del produttore dell'assieme
- marchio speciale “ **SB**”

Su **prodotto dado** :

- **classe di resistenza** ( secondo ISO 898-2 o EN 3506-2 )
- marchio del produttore dell'assieme
- marchio speciale “**SB**”

Su **prodotto rondella** :

- nessuna marcatura particolare richiesta

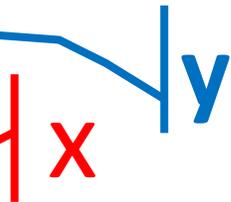
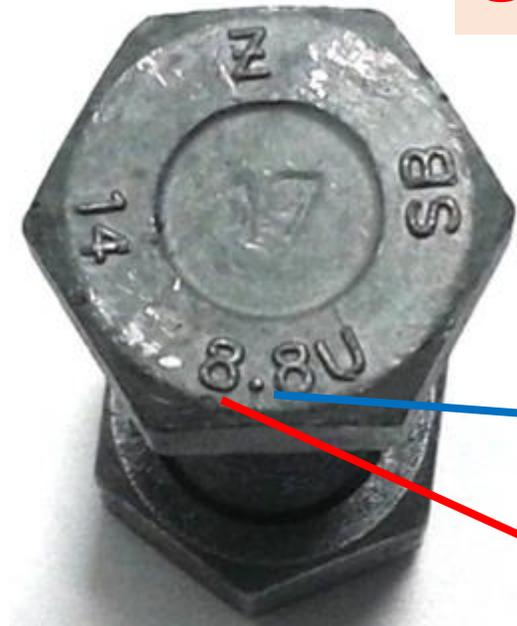
# Bulloneria strutturale **assiemi costruiti** **secondo normativa**



**X.y**

Bulloni e dadi:

Snervamento =  $x y$  ; rottura =  $10 x$



**L'assieme** è costituito dalla **vite** e dal **dado**,

sui quali è obbligatoria la presenza del

- marchio “SB”
- marchio che identifica il produttore
- classe di resistenza.

Non è prevista marcatura sulle rondelle eventualmente utilizzate.



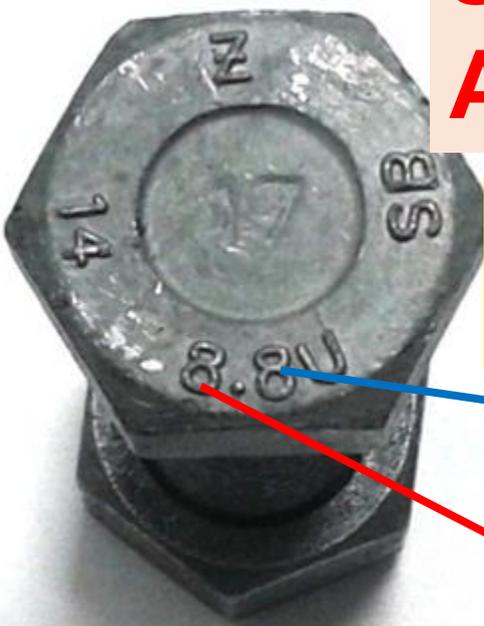
L'etichetta deve riportare:

- **marcatura CE**,
- **nome del produttore**,
- **riferimento alla norma europea**,
- **numero della DoP**
- **nome dell'ente certificatore.**



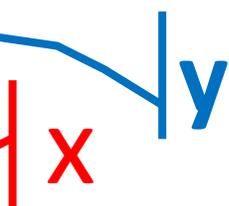
Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

# Bulloneria strutturale **assiemi costruiti secondo normativa ACCOPPIABILITA'**



**X.y**

Bulloni e dadi: [N/mm<sup>2</sup>]  
Snervamento = 10 x y ; rottura = 10 x



L'assieme è costituito dalla vite e dal dado, CHE SARANNO ACCOPPIATI secondo la seguente tabella (ESEMPIO):

Vite	6.8	8.8	10.9	12.9
dado	5S	6S	=	=
	6	8	10	12



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

### **11.3.4.6 BULLONI E CHIODI**

- 1. GLI ELEMENTI DI COLLEGAMENTO DELLE UNIONI A TAGLIO DEVONO SODDISFARE I REQUISITI INDICATI DALLA UNI EN 15048-1.**
- 2. I PRODOTTI DEVONO RECARE MARCATURA CE CON SISTEMA DI ATTESTAZIONE 2+.**
- 3. ANCHE IN TAL CASO SONO OBBLIGATORI I CONTROLLI IN:**
  - IN STABILIMENTO.**
  - NEI CENTRI DI TRASFORMAZIONE .**
  - IN CANTIERE.**
- 4. IL DIRETTORE DEI LAVORI DEVE PROCEDERE AL CONTROLLO DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE ESEGUENDO IL PRELIEVO DI ALMENO 3 CAMPIONI PER OGNI LOTTO DI SPEDIZIONE (MAX 30 t).**



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

## 11.3.4.6 BULLONI E CHIODI

### 11.3.4.6.2 Bulloni “a serraggio controllato”

Agli assiami Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni ‘Precaricate’ si applica quanto specificato al **punto A** del § 11.1 in conformità alla **norma europea armonizzata UNI EN 14399-1**.

**Viti, dadi e rondelle, in acciaio**, devono essere associate come in tabella 11.3.XIV.

Tab. 11.3.XIV

Sistema	Viti		Dadi		Rondelle	
	Classe di resistenza	Riferimento	Classe di resistenza	Riferimento	Durezza	Riferimento
HR	8.8	UNI EN 14399-1	8	UNI EN 14399-3	300-370 HV	UNI EN 14399 parti 5 e 6
	10.9	UNI EN 14399-3	10	UNI EN 14399-3		
HV	10.9	UNI EN 14399-4	10	UNI EN 14399-4		

### 11.3.4.6.4 Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla pertinente parte della **norma UNI EN 10263:2017**.

Per essi si applica quanto riportato al § 11.3.4.10 per le officine per la produzione di bulloni e chiodi.



## 11.3.4.6 BULLONI E CHIODI

### 11.3.4.6.1 Bulloni "non a serraggio controllato"

Agli assiemi Vite/Dado/Rondella impiegati nelle giunzioni 'non precaricate' si applica quanto specificato al **punto A** del § 11.1 in conformità alla **norma europea armonizzata UNI EN 15048-1**. In alternativa anche gli assiemi ad alta resistenza conformi alla **norma europea armonizzata UNI EN 14399-1** sono idonei per l'uso in giunzioni non precaricate.

Tab. 11.3.XIIIa

Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza UNI EN ISO 898-1:2013	Classe di resistenza UNI EN ISO 898-2:2012	Durezza	
4.6	4; 5; 6 oppure 8	100 HV min.	UNI EN 15048-1
4.8			
5.6			
5.8	5; 6 oppure 8	100 HV min.	
6.8			
8.8	8 oppure 10	100 HV min oppure 300 HV min.	
10.9	10 oppure 12		

Tab. 11.3.XIIIb

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

## 11.3.4.6 BULLONI E CHIODI

VITE	DADO	BULLONE
Rilievo del marchio	Rilievo del marchio	----- -
Dimensioni e tolleranze	Dimensioni e tolleranze	-----
Trazione verticale	Carico	Strappo
Trazione con appoggio a cuneo	Durezza	
Taglio o rescissione	Allargamento	
Tenacità	Tenacità	
Tenore di zincatura (se zincato)	Tenore di zincatura (se zincato)	



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

# 11.3.4.6 BULLONI E CHIODI

## Prova di trazione su vite

Prospetto VI — Carichi di rottura minimi — Filettatura metrica ISO a passo grosso

Filettatura <sup>1)</sup>	Sezione resistente nominale $A_k$ , mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Carico di rottura minimo ( $A_k \times R_m$ ), N									
M3	5,03	1 960	2 010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M3,5	6,79	2 240	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M4	8,79	2 900	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M5	14,2	4 850	5 980	5 950	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M6	20,1	6 630	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M7	28,9	9 540	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M8	36,6	12 100	14 600	15 400	18 300	19 000	22 000	29 200	32 900	38 100	44 600
M10	58	19 100	23 200	24 400	29 000	30 200	34 800	46 400	52 200	60 300	70 800
M12	84,3	27 800	33 700	35 400	42 200	43 900	50 600	67 400 <sup>2)</sup>	76 900	87 700	103 000
M14	115	38 000	46 000	48 200	57 500	59 800	69 000	92 000 <sup>2)</sup>	104 000	120 000	140 000
M16	157	51 800	62 900	66 900	79 800	81 900	94 000	125 000 <sup>2)</sup>	141 000	163 000	192 000
M18	192	63 400	76 900	80 600	96 000	99 800	115 000	150 000	—	200 000	234 000
M20	245	80 800	98 000	103 000	122 000	127 000	147 000	203 000	—	256 000	299 000
M22	303	100 000	121 000	127 000	152 000	158 000	182 000	252 000	—	315 000	370 000
M24	353	116 000	141 000	148 000	176 000	184 000	212 000	293 000	—	367 000	431 000
M27	459	152 000	184 000	193 000	230 000	239 000	275 000	381 000	—	477 000	560 000
M30	561	185 000	224 000	236 000	280 000	282 000	337 000	466 000	—	583 000	694 000
M33	694	229 000	278 000	292 000	347 000	361 000	416 000	576 000	—	722 000	847 000
M36	817	270 000	327 000	343 000	408 000	425 000	490 000	678 000	—	860 000	997 000
M39	976	322 000	390 000	410 000	488 000	508 000	586 000	810 000	—	1 020 000	1 200 000

Prospetto VII — Carichi di prova — Filettatura metrica ISO a passo grosso

Filettatura <sup>1)</sup>	Sezione resistente nominale $A_k$ , mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Carico di prova ( $A_k \times S_p$ ), N									
M3	5,03	910	1 130	1 580	1 410	1 510	2 210	2 320	3 270	4 180	4 880
M3,5	6,79	1 220	1 530	2 100	1 900	2 590	2 980	3 940	4 410	5 630	6 580
M4	8,79	1 590	1 980	2 720	2 460	3 340	3 860	5 100	5 710	7 290	8 520
M5	14,2	2 960	3 200	4 400	3 880	5 400	6 250	8 230	9 230	11 800	13 800
M6	20,1	3 820	4 520	6 230	5 630	7 640	8 840	11 800	13 100	16 700	19 800
M7	28,9	5 200	6 500	8 960	8 090	11 000	12 700	16 800	18 800	24 000	28 000
M8	36,6	6 590	8 240	11 400	10 200	13 900	16 100	21 200	23 800	30 400	35 600
M10	58	10 400	13 000	18 000	16 200	22 000	25 500	33 700	37 700	48 100	56 300
M12	84,3	15 200	19 000	26 100	23 600	32 000	37 100	48 900 <sup>2)</sup>	54 800	70 000	81 800
M14	115	20 700	25 900	35 600	32 200	43 700	50 600	66 700 <sup>2)</sup>	74 900	96 500	112 000
M16	157	28 300	35 300	48 700	44 000	59 700	69 100	91 000 <sup>2)</sup>	102 000	130 000	152 000
M18	192	34 800	43 200	58 500	53 800	73 000	84 500	110 000	—	150 000	186 000
M20	245	44 100	55 100	75 000	68 600	93 100	108 000	147 000	—	203 000	236 000
M22	303	54 500	68 200	93 900	84 800	115 000	133 000	182 000	—	252 000	294 000
M24	353	63 500	79 400	109 000	98 800	134 000	156 000	212 000	—	293 000	342 000
M27	459	82 600	103 000	142 000	128 000	174 000	202 000	276 000	—	381 000	448 000
M30	561	101 000	128 000	174 000	157 000	213 000	247 000	337 000	—	469 000	544 000
M33	694	125 000	156 000	215 000	194 000	264 000	306 000	416 000	—	570 000	673 000
M36	817	147 000	184 000	253 000	229 000	310 000	359 000	480 000	—	678 000	792 000
M39	976	176 000	220 000	303 000	273 000	371 000	429 000	566 000	—	810 000	947 000

1) Se nella designazione della filettatura non è indicato il passo, è valido il passo grosso come è indicato in ISO 261 e ISO 262.

2) Per viti ad alta resistenza per carpenteria: 70 000, 95 500 e 130 000 N, rispettivamente.

3) Per viti ad alta resistenza per carpenteria: 50 700, 68 800 e 94 500 N, rispettivamente.





Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

## 11.3.4.6 BULLONI E CHIODI

Prova di taglio su vite



Prova di strappo  
su bullone





Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

## ***11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE***

### **TRAZIONE (UNI EN 6892/1)**

**Parametri determinabili con la prova di trazione:**

- tensione di snervamento (o allo 0,2% di scostamento dalla proporzionalità)
- tensione al carico massimo
- allungamento percentuale dopo rottura





Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

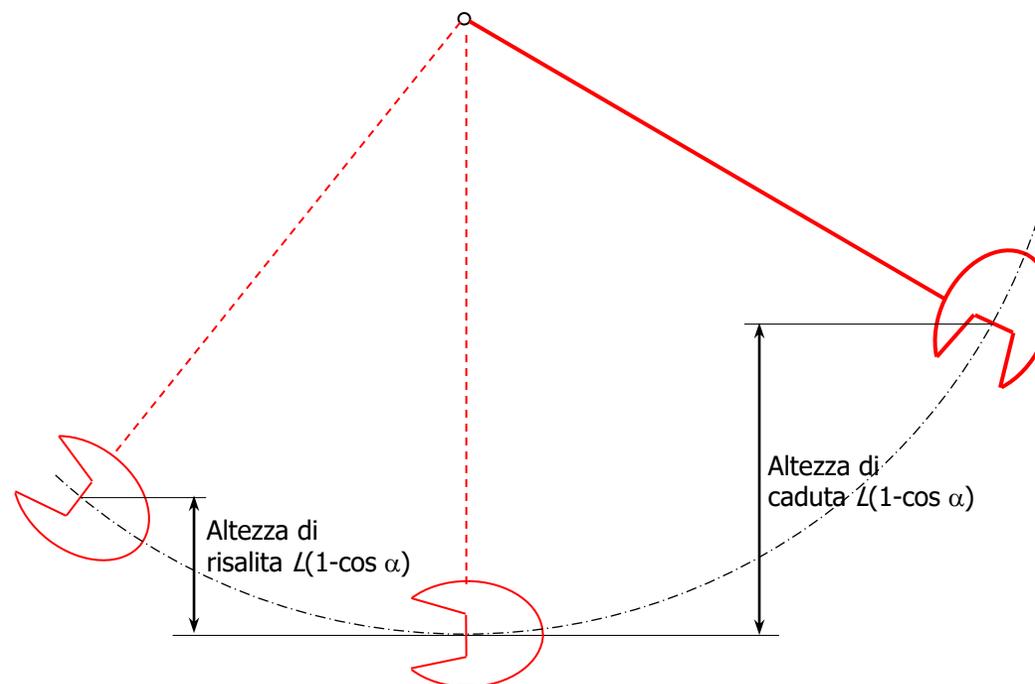
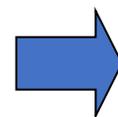
## 11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE

prova di resilienza (Pendolo di Charpy). UNI EN 10045/1

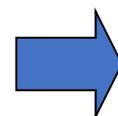
Temperatura della provetta al momento della prova:

-20° C; 0° C; 20° C

Principio di prova



Provetta Charpy



Parametri determinabili con la prova di resilienza: Energia assorbita durante l'impatto



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

## 11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSTE

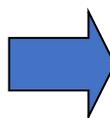
prova di resilienza (Pendolo di Charpy). UNI EN 10045/1

Temperatura della provetta al momento della prova:

-20° C; 0° C; 20° C



**Provetta Charpy**





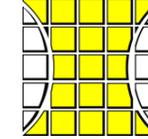
## ***11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E STRUTTURE COMPOSITE***



# Qualche esempio di controlli effettuati?

- **assiemi**
- **Viti**
- **Dadi**
- **Rondelle**





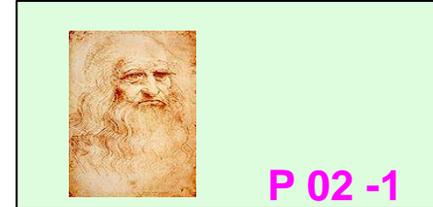
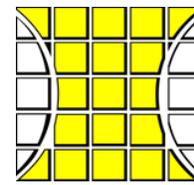
Materials and Structures Testing and Research  
www.associazionemaster.org



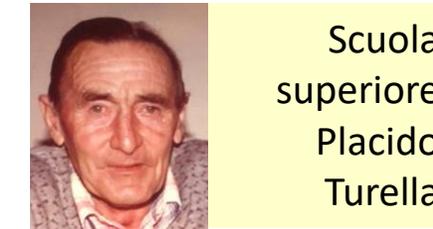
Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

# E cosa si è controllato nel caso della ricostruzione del ponte di Genova ?

- **Viti**
- **Dadi**
- **Rondelle**



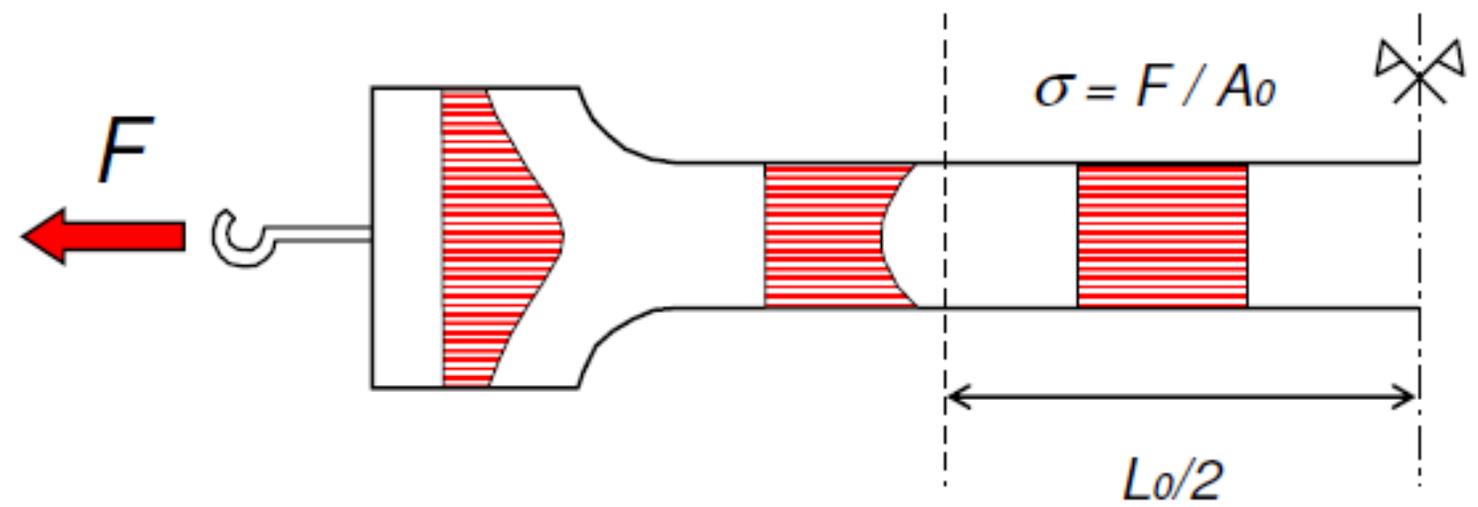
P 02 -1

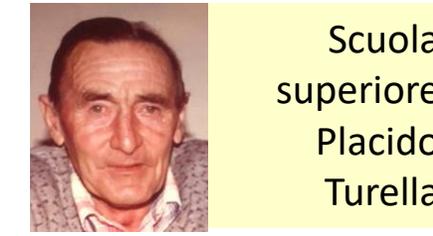
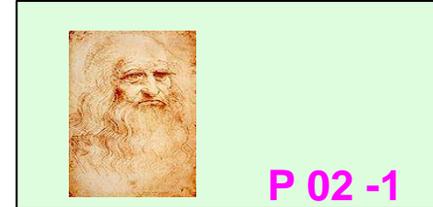
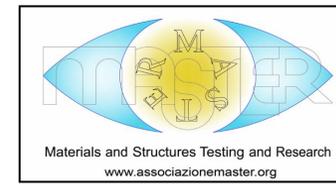
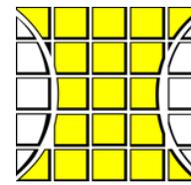


Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

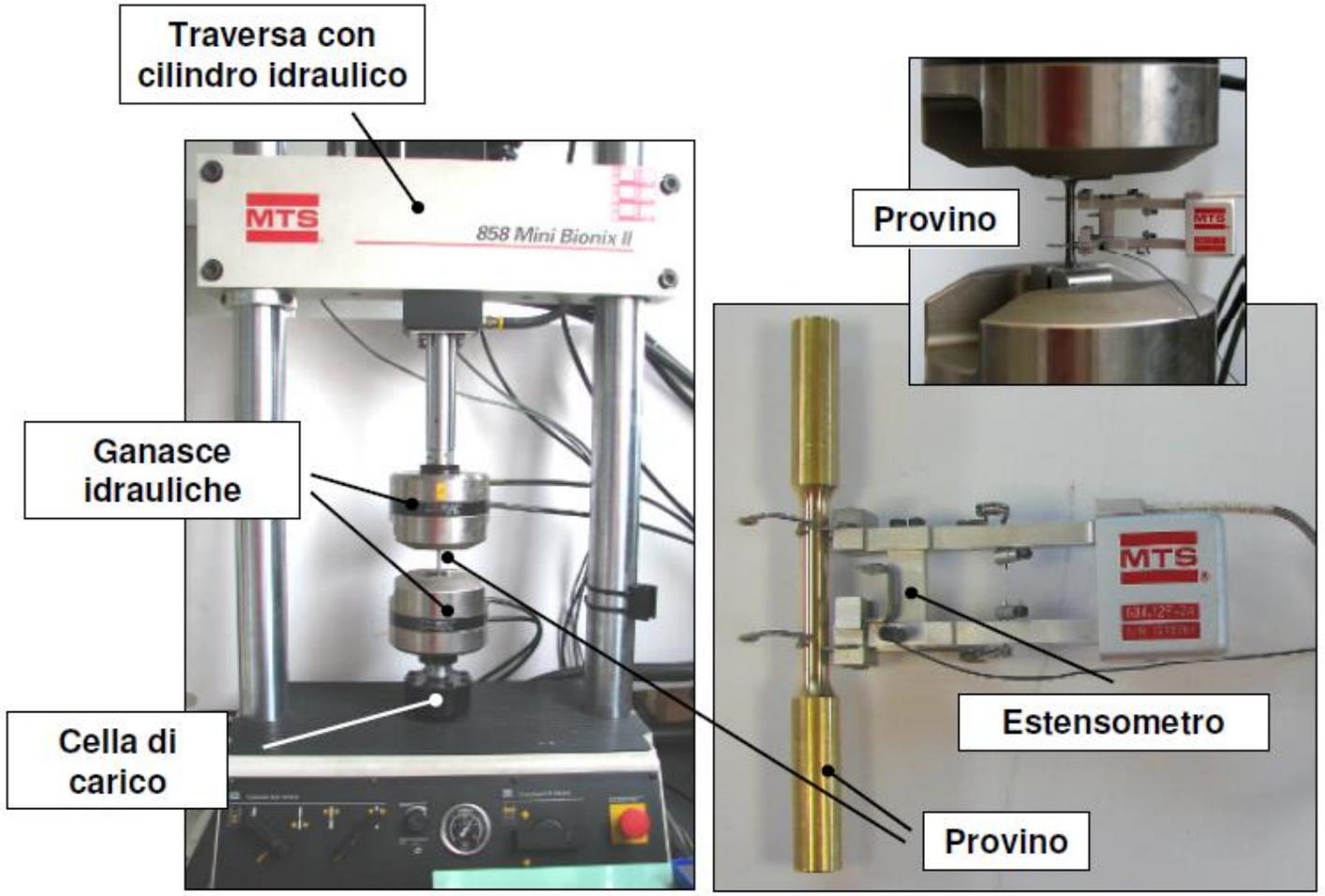
**PROVA DI TRAZIONE - progetto della provetta**

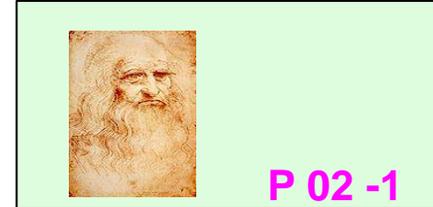
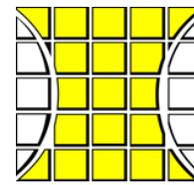
Il provino viene progettato in modo da generare una distribuzione di sforzo uniforme nella sezione centrale



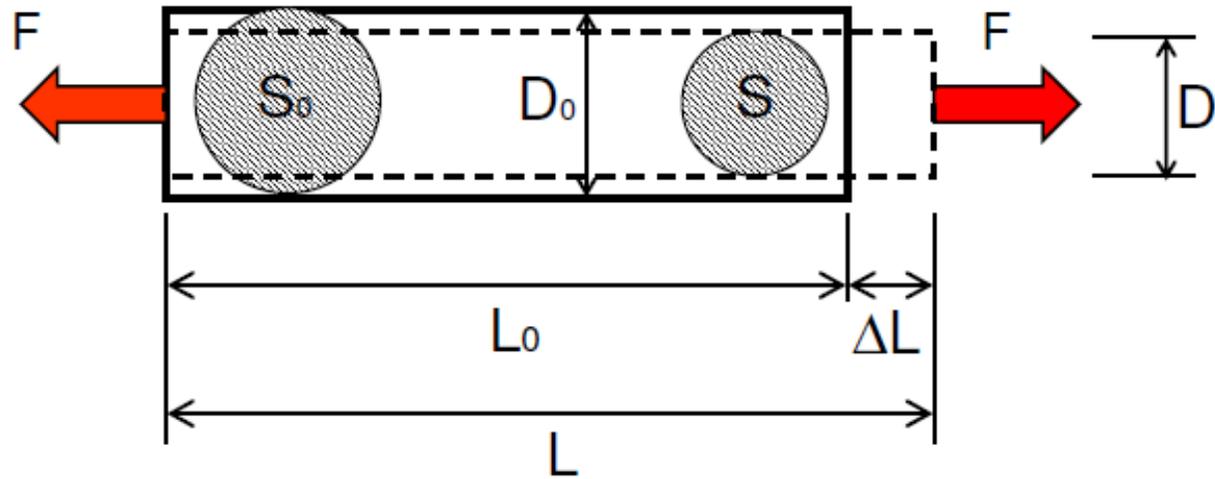
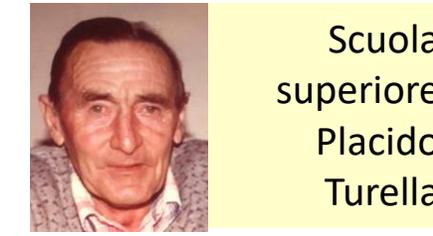


# PROVA DI TRAZIONE - attrezzatura di prova





# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 1

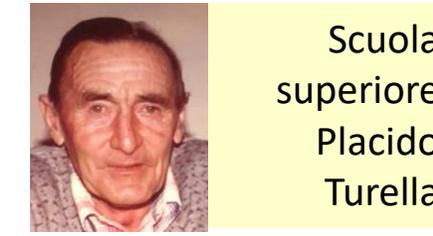
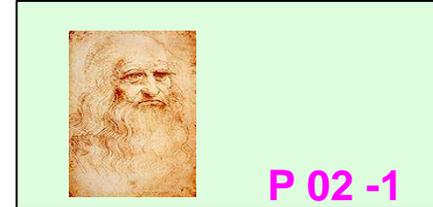
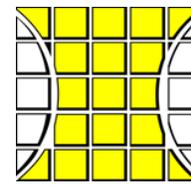


## Geometria iniziale del provino

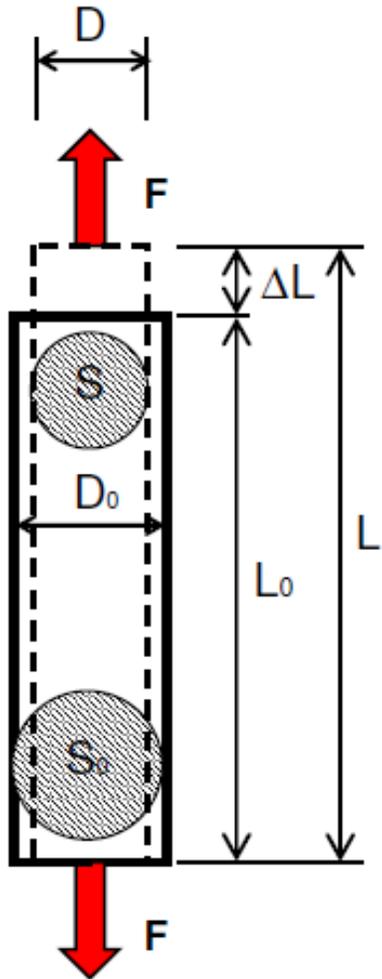
- $D_0$  = diametro iniziale
- $S_0$  = area sezione iniziale
- $L_0$  = lunghezza iniziale

## Parametri variabili durante la prova

- $F$  = forza agente istantanea
- $D$  = diametro istantaneo
- $S$  = area sezione istantanea
- $L$  = lunghezza istantanea
- $\Delta L$  = allungamento o freccia ist.



# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 2



In generale

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Tensione longitudinale

$$\epsilon_l = \frac{L-L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Deformazione longitudinale

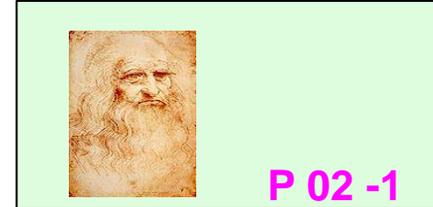
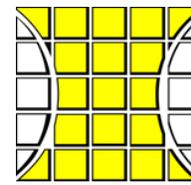
$$\epsilon_{trasv} = \frac{D-D_0}{D_0} = \frac{\Delta D}{D_0}$$

Deformazione trasversale

$$\nu = -\frac{\epsilon_{trasv}}{\epsilon_l}$$

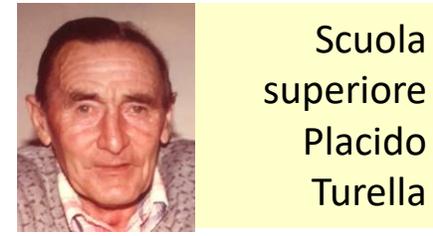
Coefficiente di Poisson o di strizione trasversale

$$(\epsilon_{trasv} = -\nu\epsilon_l)$$

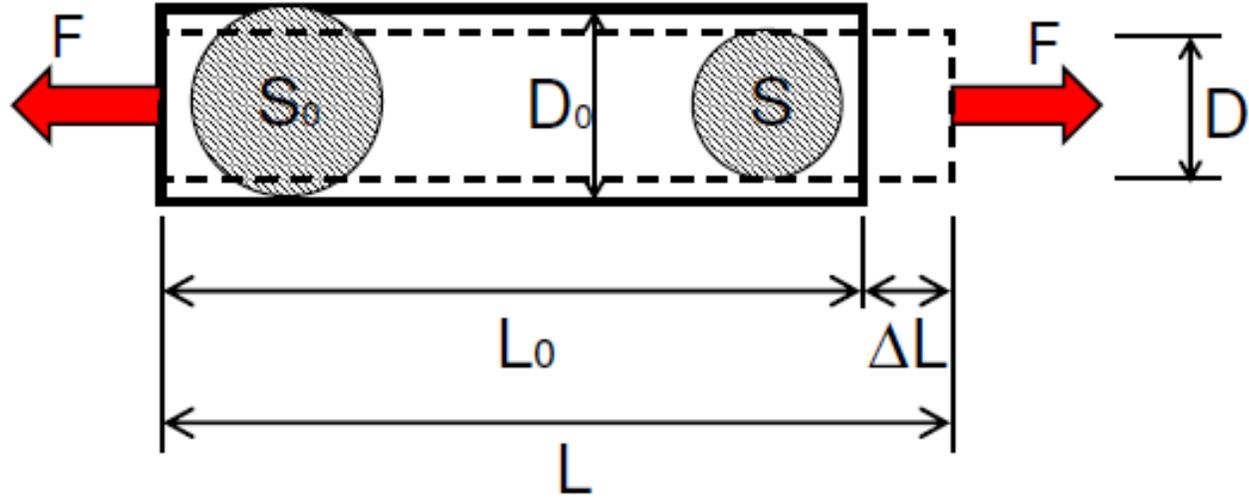


P 02 -1

# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 3

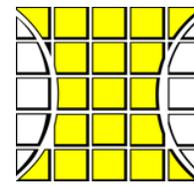


Scuola superiore Placido Turella



$$\sigma_{ing} = \frac{F}{S_0} \quad \text{Tensione ingegneristica}$$

$$\epsilon_{ing} = \frac{L-L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \quad \text{Deformazione ingegneristica}$$



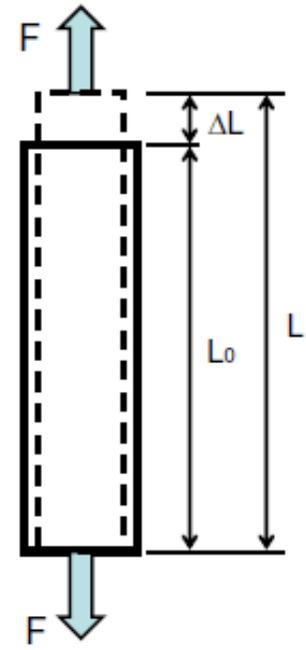
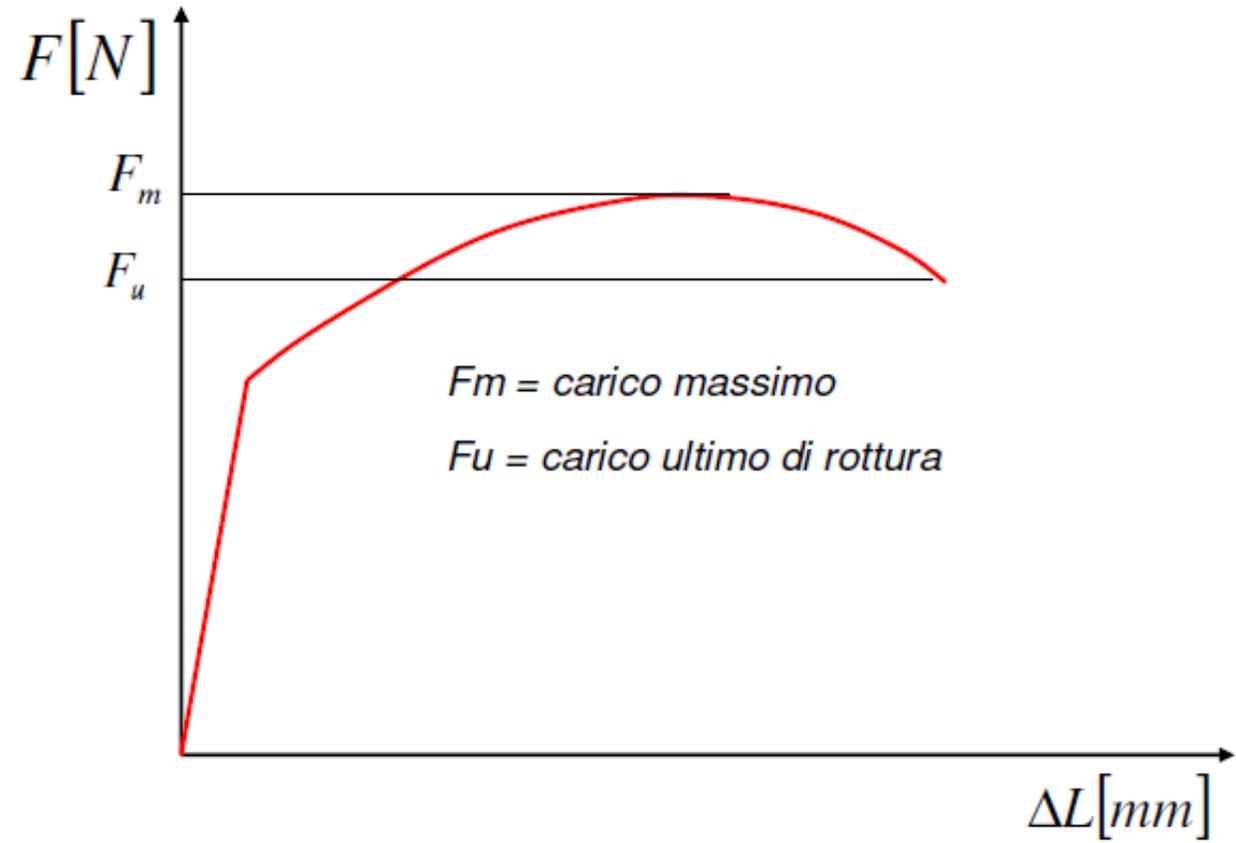
P 02 -1



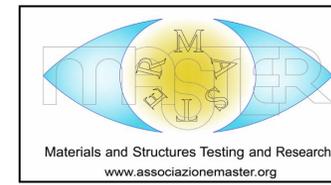
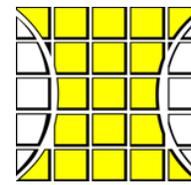
Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 4

Curva carico-allungamento



Carichi e allungamenti dipendono dalla geometria del provino



Materials and Structures Testing and Research  
www.associazionemaster.org



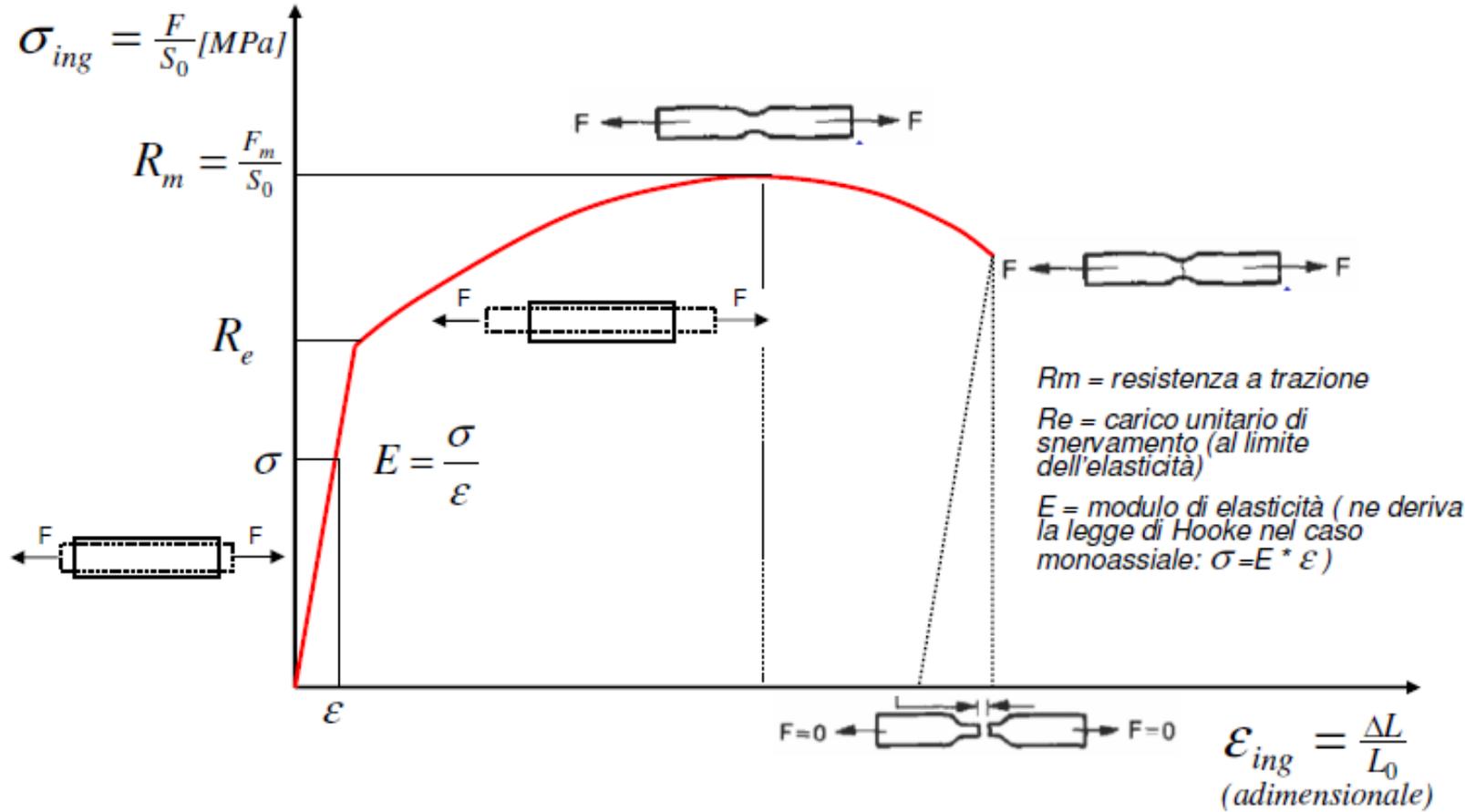
P 02 -1

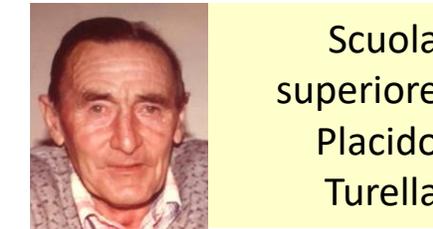
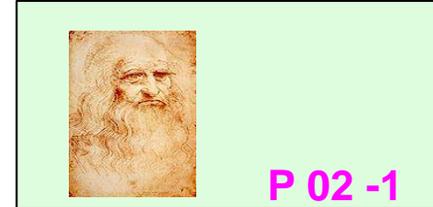
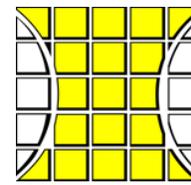


Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 5

Curva ingegneristica tensione-deformazione



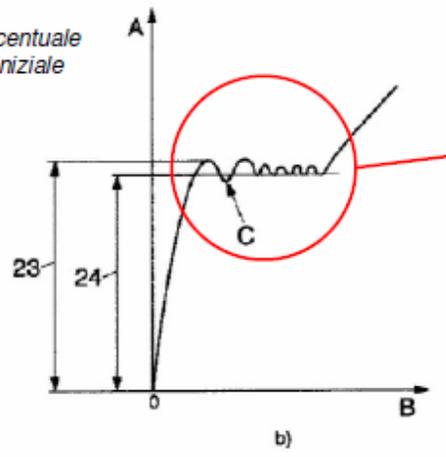
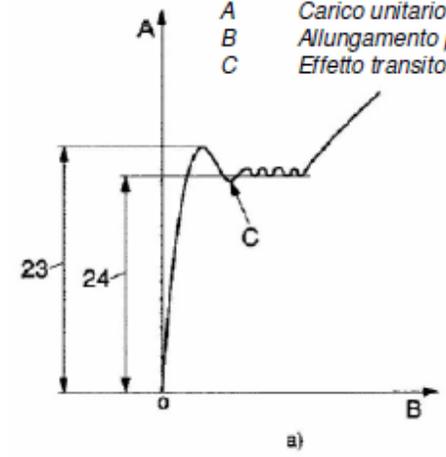


# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 5

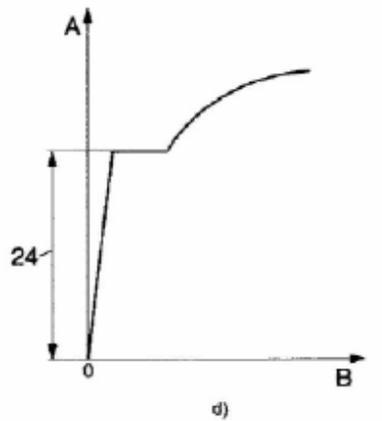
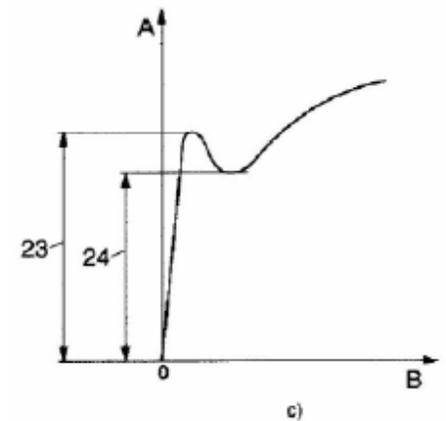
*Carico unitario al limite elastico per differenti tipi di curve*

*Definizione del limite elastico quando il materiale manifesta uno "snervamento evidente"*

- Legenda
- A Carico unitario
  - B Allungamento percentuale
  - C Effetto transitorio iniziale

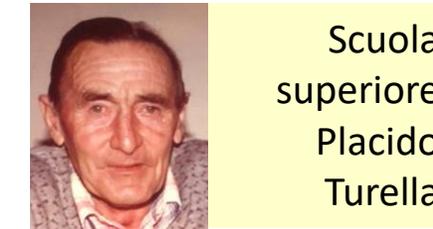
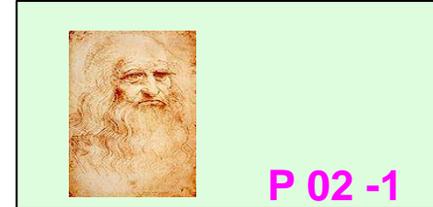
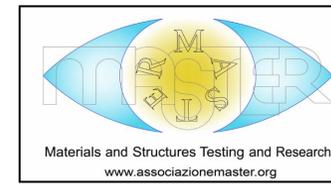
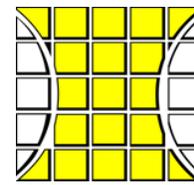


*L'ampiezza e l'estensione dipende da diversi parametri tra i quali: il materiale, la forma del provino, le caratteristiche di rigidità della macchina di prova*



*23 = ReH = Carico unitario di snervamento superiore*

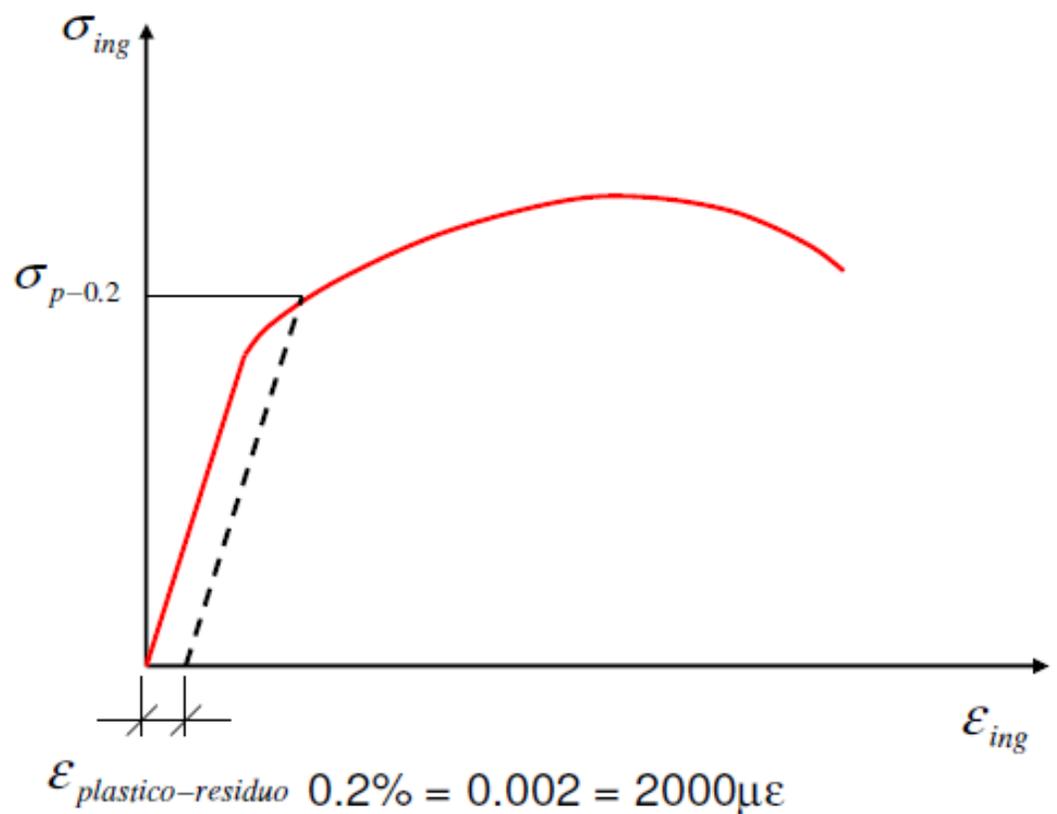
*24 = ReL = Carico unitario di snervamento inferiore*

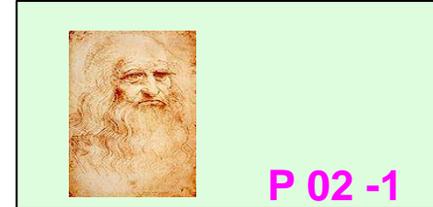
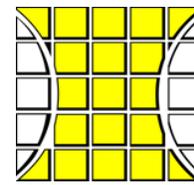


# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 6

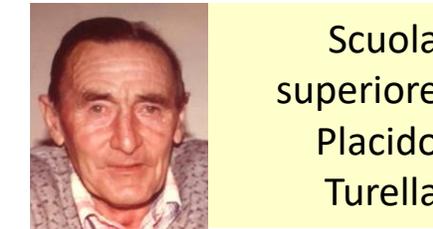
*Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità*

*Quando la tensione di snervamento non è evidente si calcola una tensione di snervamento convenzionale, tipico è il valore di tensione di scostamento dalla proporzionalità pari allo 0.2%*





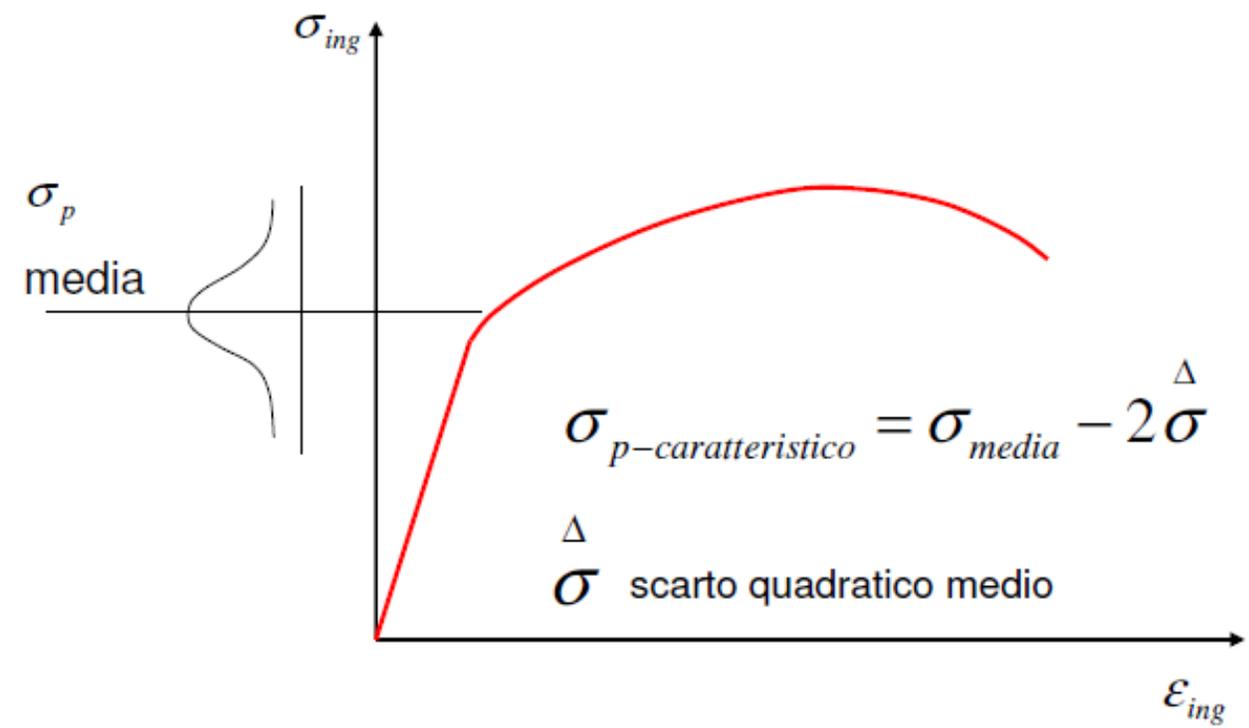
P 02 -1



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

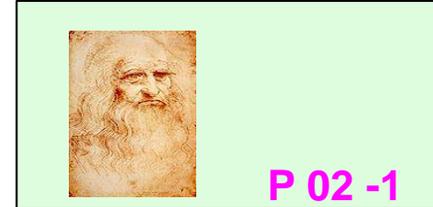
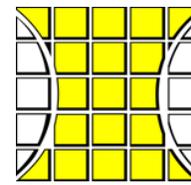
# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 7

*Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità*



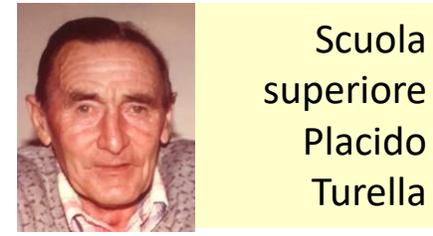
Il valore caratteristico garantisce il 97.7 % di probabilità che il valore effettivo di snervamento del materiale sia superiore al valore caratteristico

“97.7 % di probabilità di sopravvivenza”



P 02 -1

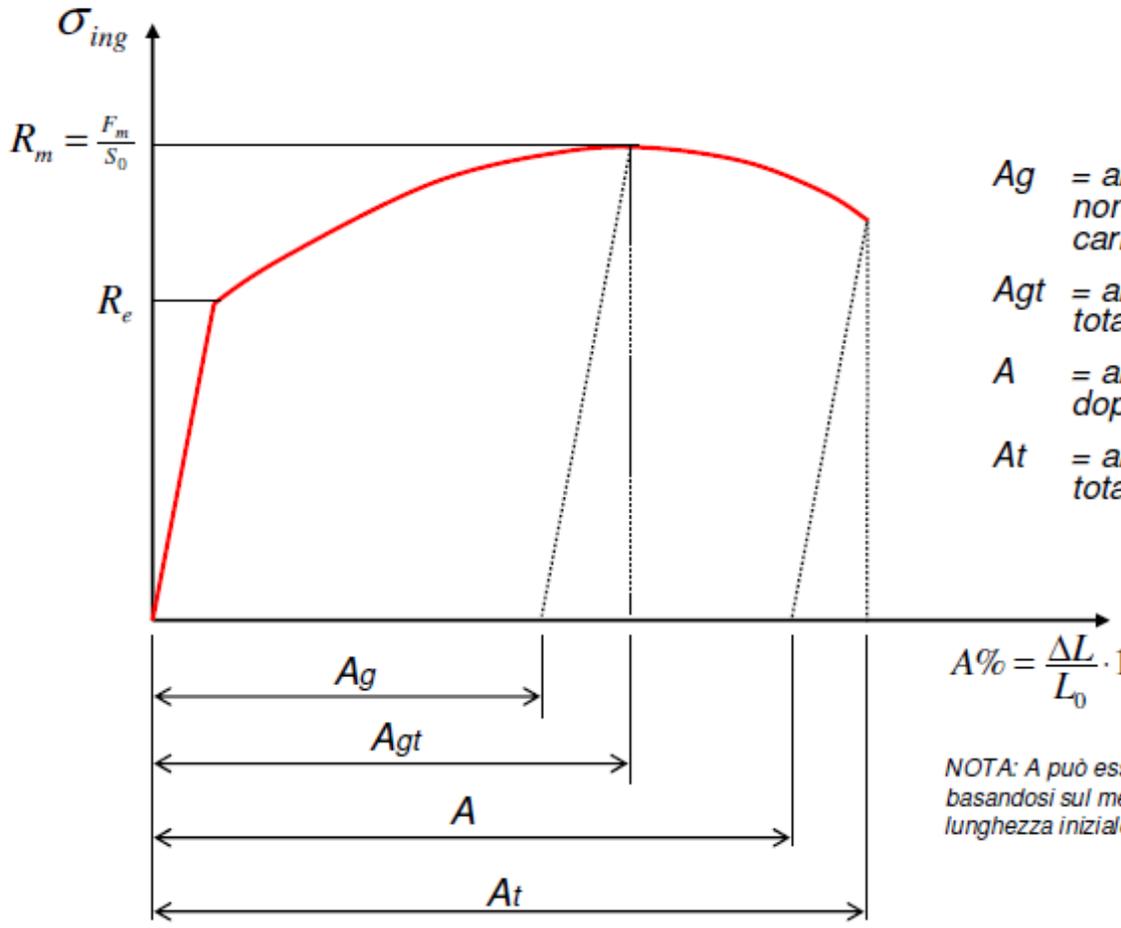
# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 8



Scuola superiore Placido Turella

## Curva ingegneristica tensione-allungamento percentuale

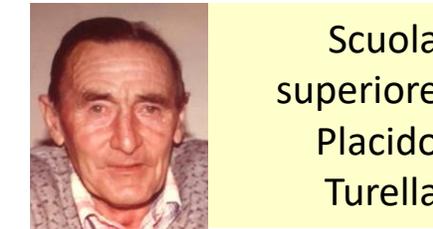
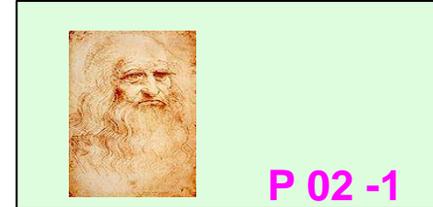
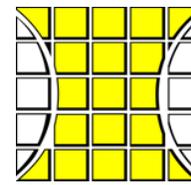
La normativa non contempla il termine "epsilon", ma definisce l'allungamento percentuale



- $A_g$  = allungamento percentuale non proporzionale sotto il carico massimo
- $A_{gt}$  = allungamento percentuale totale sotto il carico massimo
- $A$  = allungamento percentuale dopo rottura
- $A_t$  = allungamento percentuale totale a rottura

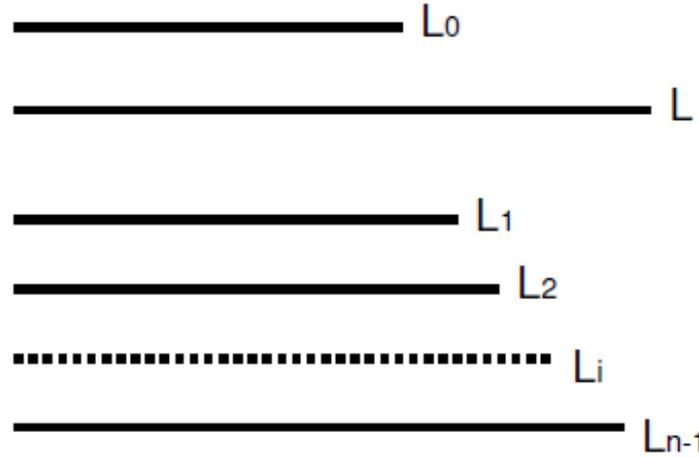
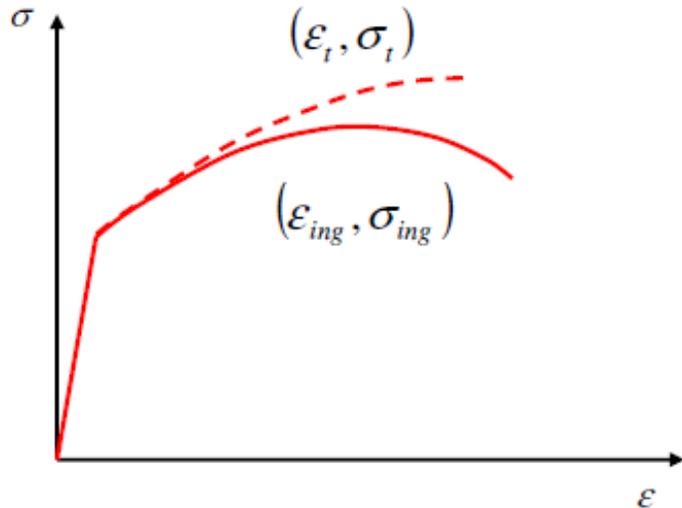
$$A\% = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100$$

NOTA: A può essere valutato per via grafica oppure basandosi sul metodo della suddivisione della lunghezza iniziale tra i riferimenti descritto più avanti.



# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 9

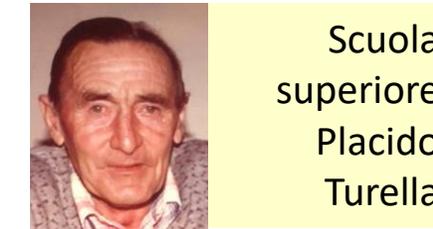
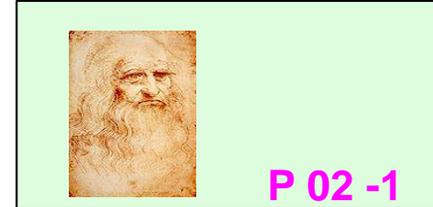
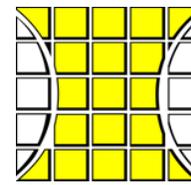
Curve tensione-deformazione: ingegneristica e vera



$$\sigma_t = \frac{F}{S} \quad \text{NOTA: il pedice "t" deriva dall'inglese "true"}$$

$$\epsilon_i = \frac{L_i - L_{i-1}}{L_{i-1}} \quad \epsilon_t = \sum_{i=1}^n \epsilon_i = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta L_i}{L_i} \quad \text{Per } n \text{ che tende ad infinito si ha} \quad \epsilon_t = \int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \ln \frac{L}{L_0}$$

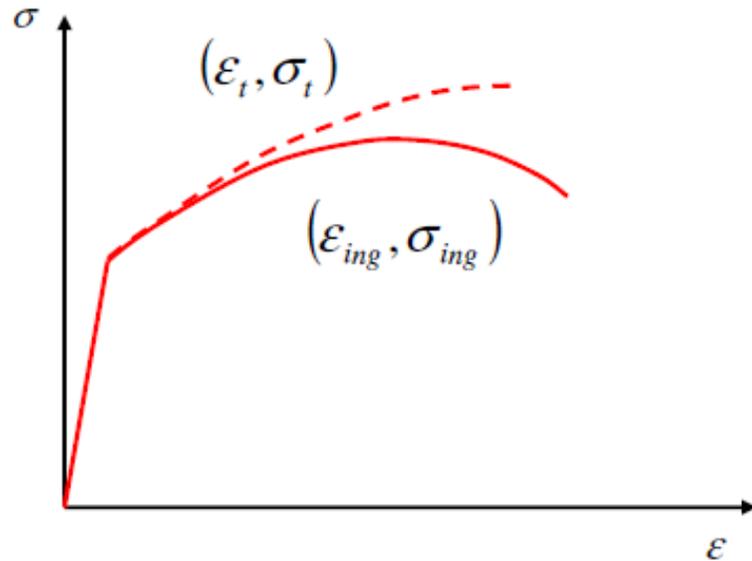
NOTA: la curva vera la si utilizza per modelli che tendano a riprodurre il comportamento del materiale nella zona plastica fino all'inizio della strizione



# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 10

## Relazione grandezze vere - grandezze ingegneristiche

La discrepanza tra le due curve avviene in una zona ad alta deformazione plastica. Assumendo che la deformazione avvenga a volume costante, il volume iniziale della provetta si può ritenere costante:



$$S_0 * L_0 = S * L$$

$$S = S_0 * L_0 / L$$

essendo

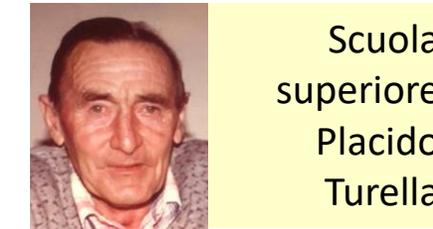
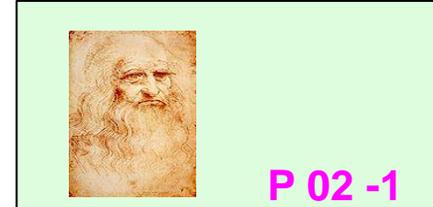
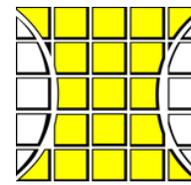
$$\epsilon_{ing} = \frac{L - L_0}{L_0} \rightarrow \frac{L}{L_0} = (1 + \epsilon_{ing})$$

ne segue per le sigma

$$\sigma_t = \frac{F}{S} = \frac{F}{S_0} \frac{L_0}{L} = \sigma_{ing} (1 + \epsilon_{ing})$$

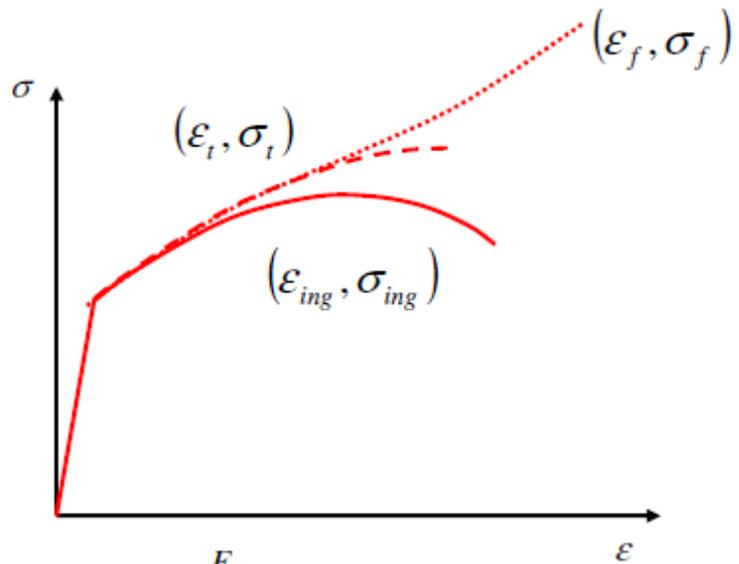
e per le epsilon

$$\epsilon_t = \ln \frac{L}{L_0} = \ln \frac{S_0}{S} = \ln(1 + \epsilon_{ing})$$

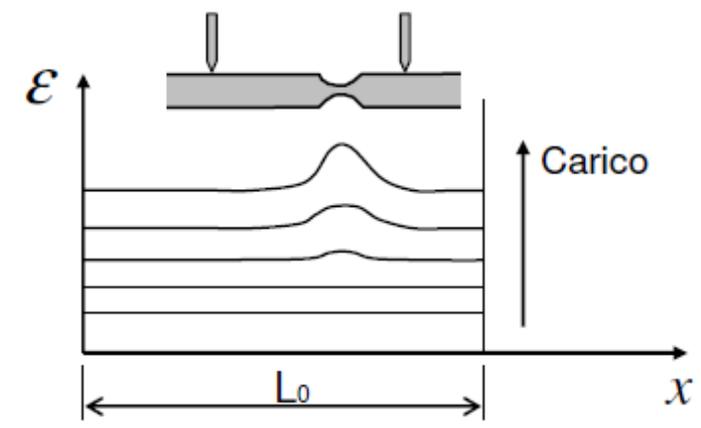


# PROVA DI TRAZIONE - definizioni - 11

*Deformazioni nella zona del collo di strizione*



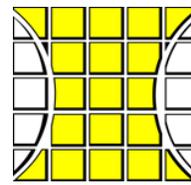
*Dipendenza della deformazione dalla base di misura*



$$\sigma_f = \frac{F_f}{S_f} = \text{Tensione finale} = \text{forza finale su area della sezione finale (l'area la misura col calibro sul provino rotto)}$$

*Le sigma e deformazioni vere ricavate a partire dalle definizioni ingegneristiche non informano sulle deformazioni effettive che avvengono nella zona del collo di strizione. Per ricavare una stima della deformazione plastica finale nella zona del collo di strizione si suppone che la deformazione avvenga a volume costante (costanza del volume del provino)*

$$S_0 * L_0 = S * L = S_f * L_f \quad \Rightarrow \quad \epsilon_f = \ln \frac{L_f}{L_0} = \ln \frac{S_0}{S_f}$$



P 02 -1

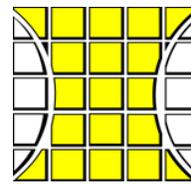
## PROVA DI TRAZIONE - curva "vera" - 1



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

***La curva "vera" dopo il collo di strizione***

***La dipendenza delle curve carico-deformazione dalla base di misura è più rilevante nella zona plastica per le cause viste in precedenza e quindi più critica per la determinazione delle epsilon vere la cui curva monotona si studia proprio per la caratterizzazione di tale zona.***



P 02 -1

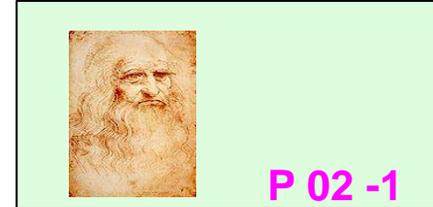
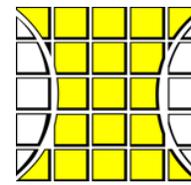
## PROVA DI TRAZIONE - curva "vera" - 2



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

*Il problema viene risolto limitando il trattamento della curva sigma-epsilon al solo tratto relativo ad allungamenti uniformi e definendo le grandezze di frattura  $\sigma_f$  ed  $\epsilon_f$  a posteriori, a rottura avvenuta, calcolandole in base alla effettiva sezione ristretta di rottura.*

*La curva viene quindi completata (a mano) sino al punto  $\sigma_f$  ed  $\epsilon_f$  prolungando la curva già tracciata e relativa al solo allungamento uniforme*



**PROVA DI TRAZIONE – Coefficiente percentuale di strizione**

E' il rapporto **Z** tra la variazione massima della sezione e la sezione iniziale;  
**Z** è tanto più elevato quanto più il materiale è duttile

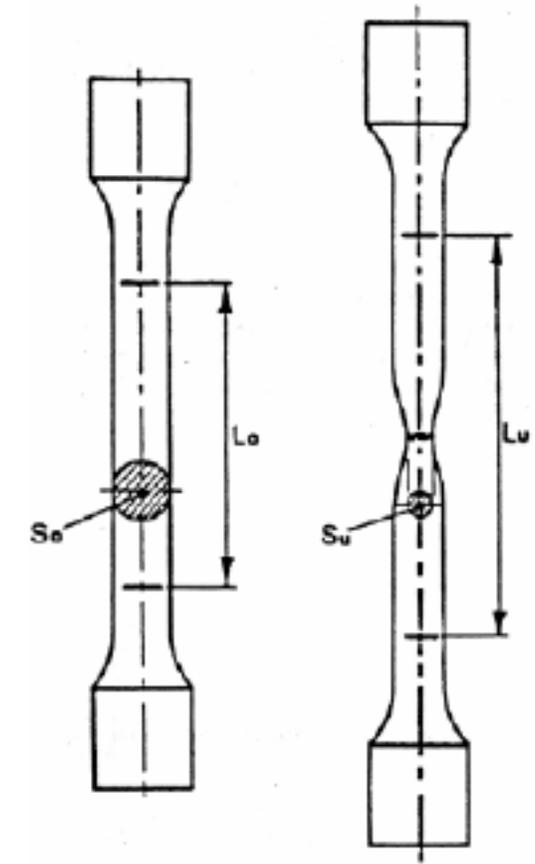


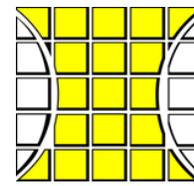
Scuola superiore Placido Turella

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \cdot 100$$

$$\epsilon_f = \ln \frac{100}{100 - Z}$$

La deformazione finale nel collo di strizione può anche essere scritta in termini di Z

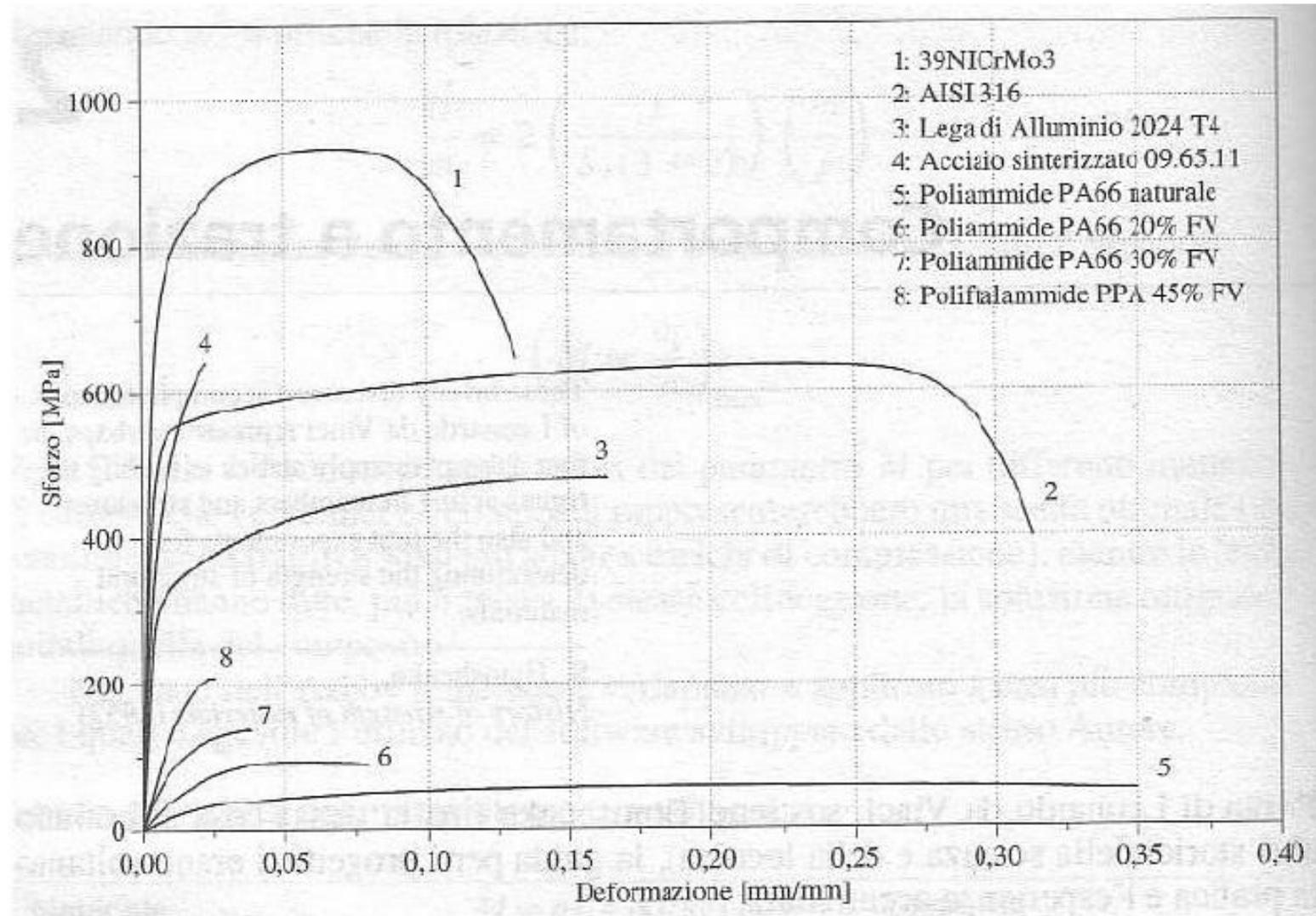


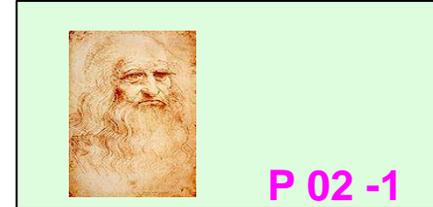
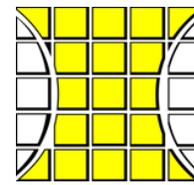


# PROVA DI TRAZIONE - Esempi di curve differenti

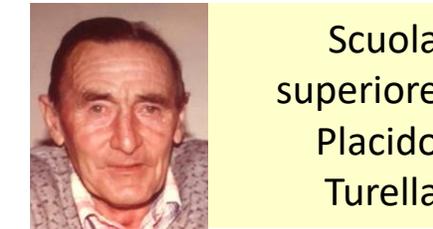


Scuola superiore  
Placido  
Turella





P 02 -1

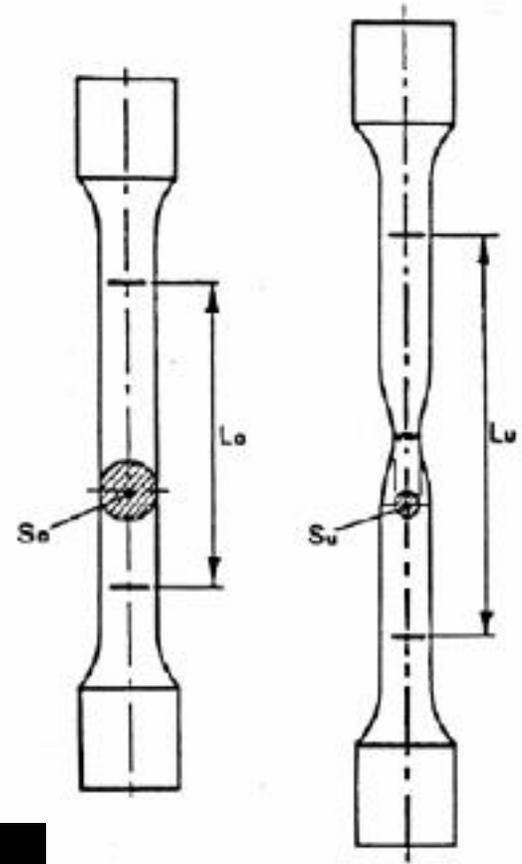


Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

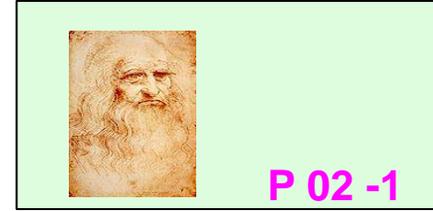
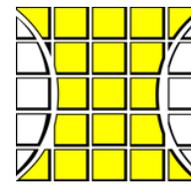
**PROVA DI TRAZIONE – Allungamento A  
percentuale dopo rottura**

**E' il rapporto A tra l'allungamento dopo  
rottura e la lunghezza iniziale**

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100$$



**A è tanto più elevato quanto più il  
materiale è duttile**

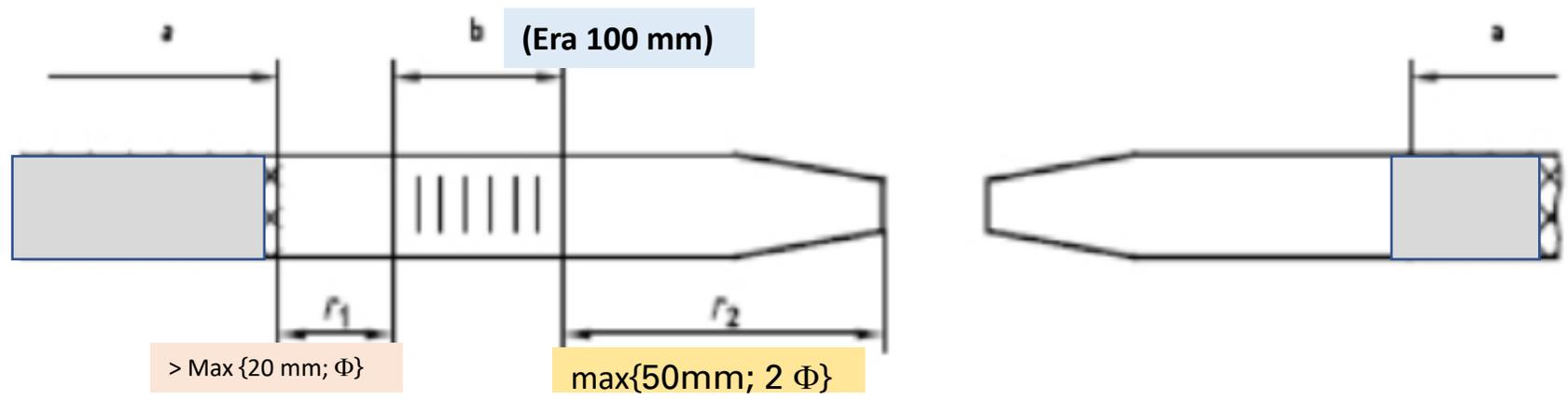
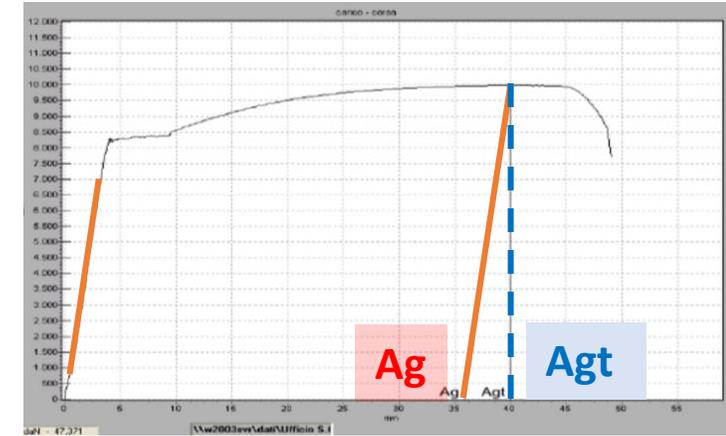


# PROVA DI TRAZIONE – Allungamento Agt (Da ISO 6892-98 con le modifiche o complementi seguenti)

**Ag** = Allungamento percentuale **non proporzionale** a carico massimo.  
**Agt** = Allungamento percentuale **totale** a carico massimo (alla massima forza).

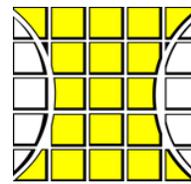
a) **Agt misurato usando un estensimetro** (almeno di classe 2) e registrato prima che il carico diminuisca più di 0.5 % dal relativo valore massimo;

b) **Agt determinato manualmente** dopo la frattura, **Agt = Ag + Rm / 2000** ove Ag è l'allungamento percentuale non-proporzionale a carico massimo.



Esempio:  
Con  $L_0 = 100$ ;  $L_u = 109$  ho  
 $Ag = ((L_u - L_0) / L_0) 100 =$   
 $= ((109 - 100) / 100) * 100 = 9$

Con  $R_m = 684$ ;  $E = 200000$  ho  
**Agt = Ag + Rm/E**  
 $= 9 + (684 / 200000) 100 =$   
 $= 9 + 0.3 = 9.3$



P 02 -1



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

**PROVA DI TRAZIONE - utilità dei dati ricavati per  
COSTRUZIONI CIVILI**

## **VERIFICA DEL MATERIALE**

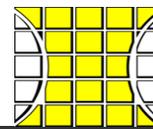
**AL FINE DELLA ACCETTABILITA' DEL PRODOTTO**

**SONO CONTROLLATI:**

- CARICO DI SNERVAMENTO (CAR.SNERV./A nominale)**
- CARICO DI ROTTURA (CAR.ROTT./A nominale)**
- Agt**
- RAPPORTO FRA ROTTURA E SNERVAMENTO**

**E CONFRONTATI CON I PARAMETRI:**

- DI DECRETO**
- DI PROGETTO**



Materials and Structures Testing and Research  
www.associazionemaster.org



P 02 - 1



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

LAYOUT **strutture in carpenteria metallica** FLCH - d.c.  
**PROVE MECCANICHE - PROVA DI TRAZIONE**

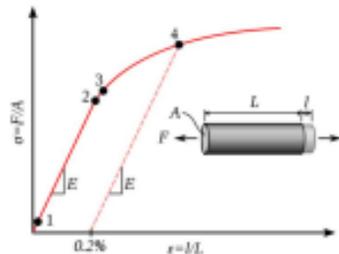
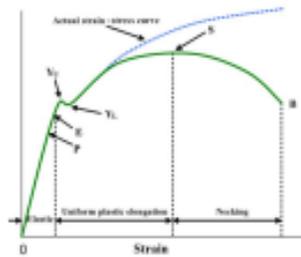
Si sottopone un provino del materiale, opportunamente prelevato e preparato, ad **uno sforzo di trazione** (che si prolunga fino alla rottura) allo scopo di determinare una serie di caratteristiche meccaniche

- Il provino / di norma ottenuto mediante lavorazione meccanica di un saggio prelevato da un prodotto.
  - Può avere forma circolare o rettangolare con
    - un tratto a sezione costante (al cui interno c'è il "tratto utile" lungo  $L_0$ )
    - due teste (afferraggi) per l'aggancio con la macchina
- opportunamente raccordate per evitare l'insorgere di sovrasollecitazioni*



$$L_0 = 5d = 5.65 S_0^{0.5}$$

Strain - stress diagram for mild steel



• un primo tratto rettilineo, durante il quale il provino ha comportamento elastico. se il carico viene rimosso, il provino ritorna esattamente alla forma e alla dimensione iniziali;

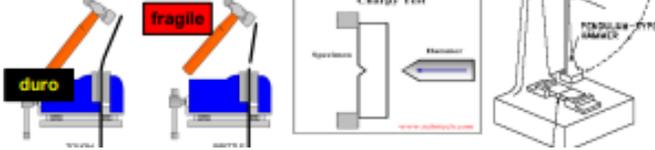
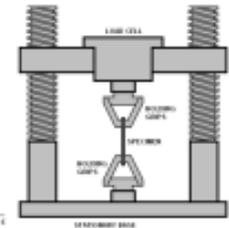
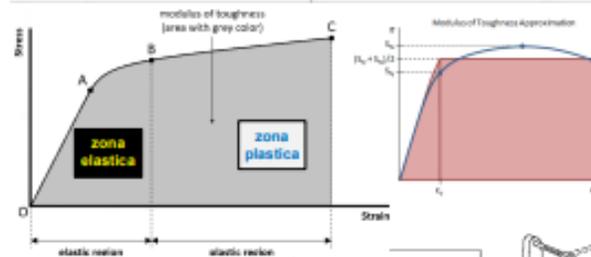
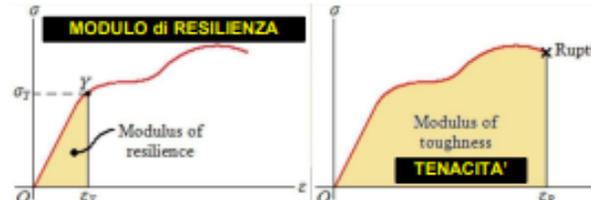
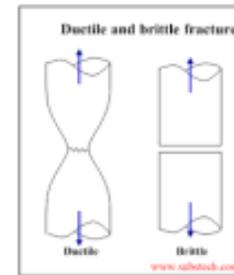
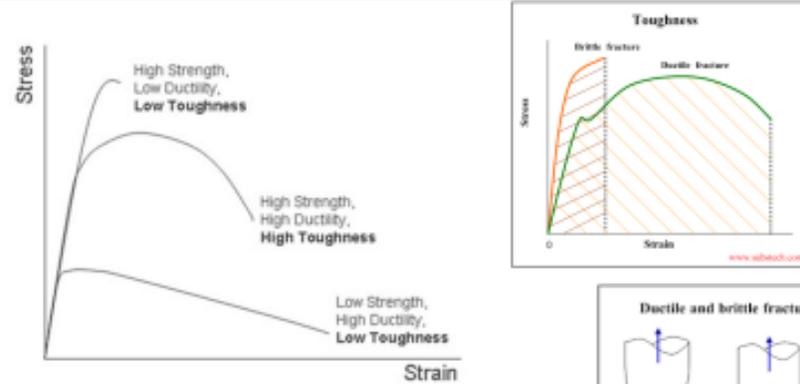
• un tratto curvo (concavo verso il basso) con comportamento ancora elastico (*elasticità non lineare*), difficilmente rilevabile e Senza importanza ai fini per l'accettazione del materiale;

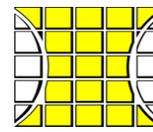
• lo **snervamento**: rapida riduzione del carico, ( che alla tensione di snervamento Superiore bruscamente cade alla tensione di snervamento inferiore, e successivamente rimane quasi stazionario attorno a questo valore) mentre la deformazione cresce notevolmente;

• la **zona delle grandi deformazioni**, ossia quella in cui il carico raggiunge un massimo e poi decresce fino alla rottura finale.

LAYOUT **strutture in carpenteria metallica** FLCH - d.c.  
**PROVE MECCANICHE - PROVA DI TRAZIONE**

valutazione Qualitativa e comportamento del materiale dal punto di vista della **duttilità, tenacità e della resistenza**





P 02 -1



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

LAYOUT strutture in carpenteria metallica

FLCH - d.c.

PROVE MECCANICHE - PROVA DI TRAZIONE

### Grandezze deducibili

**Resistenza alla trazione (o carico unitario di rottura)** rapporto tra massimo carico raggiunto durante la prova e l'area della sezione iniziale del provino. La resistenza alla trazione è tra i risultati di maggior interesse pratico.

**Coefficiente di Poisson** valore assoluto del rapporto tra la deformazione trasversale e quella longitudinale.

**Modulo di elasticità longitudinale (o modulo di Young)** rapporto tra tensioni e deformazioni in campo elastico

**Strizione percentuale** rapporto fra la variazione dell'area della sezione trasversale del provino al momento della rottura e l'area primitiva

**Allungamento a rottura** rapporto fra lunghezza finale del tratto utile  $L_o$  e  $L_0$

**tenacità** capacità di assorbire energia prima di arrivare a rottura, area sottesa dalla curva

### Processo e modalità di rottura

passi del Processo:

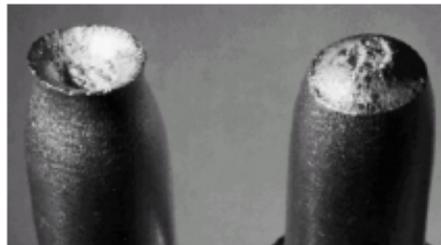
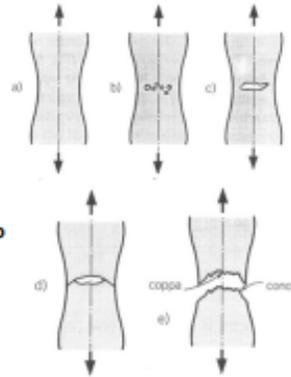
a-b) Dapprima, dopo l'inizio della strizione, all'interno del provino **si formano, in corrispondenza di microdifetti, cavità di piccole dimensioni (microvuoti)**

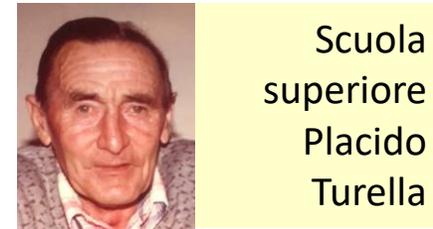
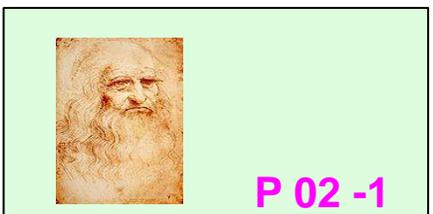
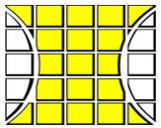
c) Al procedere della deformazione, queste microcavità tendono ad **allargarsi e a fondersi tra loro** fino a formare una fessura interna di forma approssimativamente ellittica con asse maggiore ortogonale all'asse del provino

d) Infine **la frattura tende rapidamente a propagarsi verso l'esterno mediante scorrimento** lungo una superficie conica inclinata a  $45^\circ$  rispetto all'asse del provino (direzione delle massime tensioni tangenziali)

e) Questo tipo di rottura, tipico dei materiali duttili, talvolta denominato "frattura a coppa e cono" per la forma assunta dai due monconi del provino dopo la loro completa

separazione





LAYOUT **strutture in carpenteria metallica** FLCH - d.c.

**PROVE MECCANICHE - PROVA DI DUREZZA**

LAYOUT **strutture in carpenteria metallica** FLCH - d.c.

**PROVE MECCANICHE - PROVA DI DUREZZA**

## Durezza Brinell (impronta)

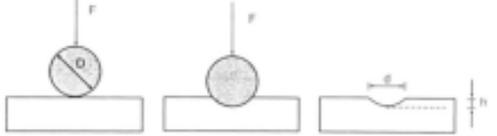
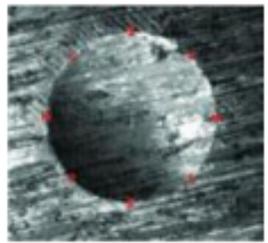
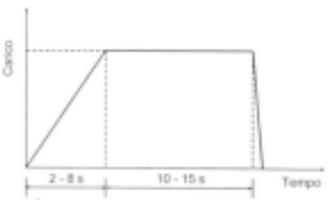
In generale si definisce durezza la **resistenza di un materiale alla deformazione localizzata**, sia essa provocata mediante indentazione, graffio, taglio o flessione; per la durezza non esiste una definizione univoca; **non rappresenta una caratteristica fondamentale del materiale ma rappresenta un effetto combinato** originato da resistenza di snervamento, di rottura, incrudimento, modulo di Young, ecc. Si considera prova non distruttiva (o semidistruttiva).

La **prova di durezza Brinell**, (UNI EN 6506-1), si esegue applicando sul provino carico, a mezzo di opportuno penetratore, e misurando la superficie dell'impronta lasciata sul materiale.

La durezza Brinell È proporzionale al rapporto tra il carico di prova diviso l'area della superficie curva originata nell'impronta **HB= 0.102 F/S**

*il fattore di conversione 0,102 serve per conservare immutati i valori delle durezze con il sistema originariamente adottato, prima dell'introduzione del sistema internazionale d'unita' (SI). Infatti: 1 N = 1 Kgf / 9,80665=1 Kgf x 0,102*

- Il penetratore È costituito da una sfera di acciaio indurito (utilizzata per materiali aventi durezza < 350) oppure di carburo di tungsteno (materiali con durezza fino a 650) con diametro 1, 2, 2.5, 5 o 10 mm; è consigliabile impiegare sempre la sfera di diametro 10 mm, Utilizzando i diametri inferiori ove lo spessore del provino sia inferiore a 6 mm.
- Il carico (che può variare tra 5000 e 30000 N) viene scelto in base a considerazioni relative al materiale ed al diametro del penetratore.
- L'entità della penetrazione dipende dal carico applicato e, al variare di questo, varia l'angolo di penetrazione che è delimitato dalla tangenti alla sfera ai bordi dell'impronta



## La prova di durezza

La durezza è definibile come **resistenza che esso oppone alla penetrazione di un altro corpo** (di durezza maggiore e di definita geometria) al quale è applicato lentamente un determinato carico nella direzione perpendicolare alla superficie da esaminare

E' una condizione **necessaria ma non sufficiente, affinché il componente metallico possenga le caratteristiche di progetto**. Infatti se la durezza non corretta il componente non sarà certamente idoneo, ma in caso contrario non certo che le altre caratteristiche siano conformi a quanto desiderato.

**Nei materiali metallici la durezza interpreta la resistenza alla deformazione plastica permanente (a sua volta correlabile empiricamente al carico di rottura)**

**nei materiali lapidel** (concetto mineralogico) la durezza esprime la resistenza della superficie alla scalfittura (scala Mohs)

La prova di durezza è facile e rapida, economica per i bassi costi delle apparecchiature usate e non Distruttiva, ripetibile in piu' punti del provino

**Misura dell'impronta** lasciata dal Penetratore sulla superficie oggetto di test

- **Brinell** • **Vickers**

**Misura dell'abbassamento** del Penetratore che indenta la superficie oggetto di test

- **Rockwell**

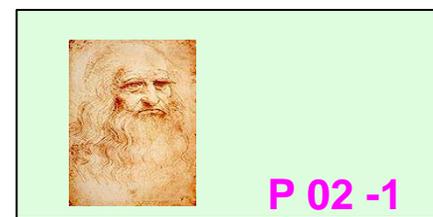
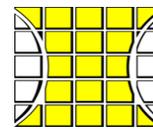
**Media di almeno tre impronte**

**A debita distanza,**

**su una superficie levigata**

**o**

**quantomeno esente da difetti grossolani**



P 02 -1

LAYOUT **strutture in carpenteria metallica** FLCH - d.c.

**PROVE MECCANICHE - PROVA DI DUREZZA**

LAYOUT **strutture in carpenteria metallica** FLCH - d.c.

**PROVE MECCANICHE - PROVA DI DUREZZA**



Scuola superiore Placido Turella

## Durezza Brinell (SCELTA DEL CARICO DI PROVA)

Il carico, espresso in Newton, si Determina con la relazione

$$F = k D^2 / 0,102$$

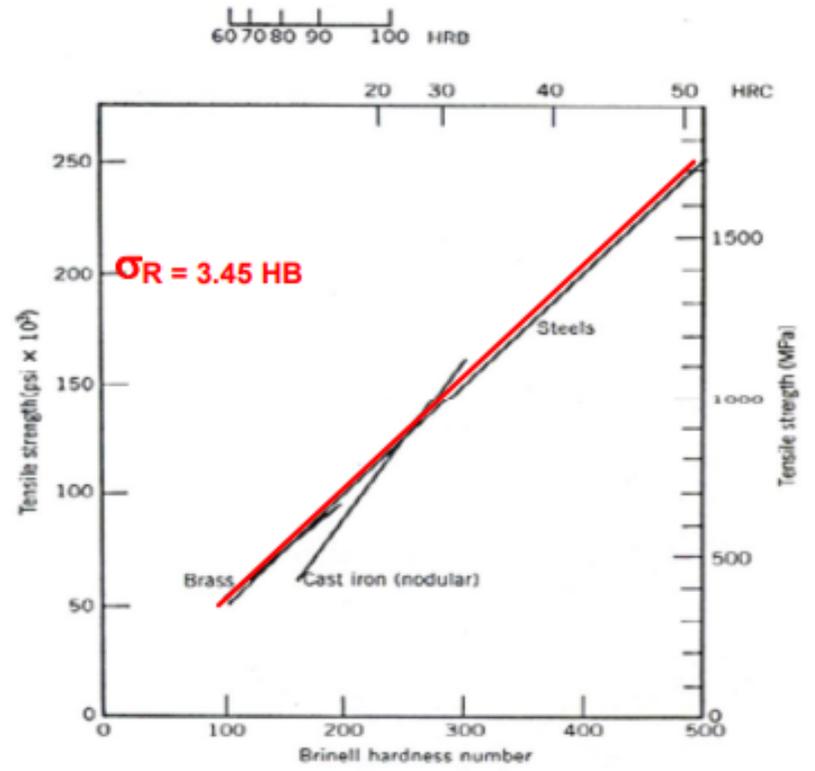
Con  $k$  = costante legata al materiale da testare e  $D$  il diametro del penetratore espresso in mm.

I valori di  $k$  sono per l'**Acciaio 30** E ricavabili dalla letteratura:  
 Leghe di stagno e piombo 1; L.di alluminio 5; L.di rame 10; L.di nichel 30; L.di titanio 30

## Durezza Brinell (Accortezze e modalità esecutive)

- Il provino deve essere opportunamente preparato in modo che la superficie sulla quale si effettua la prova sia **pulita ed esente da contaminanti**.
- Mediante un sistema ottico si visualizza la superficie su uno schermo con ingrandimento 20 o 70X e si serra il provino su un apposito portaprovino in modo che non si sposti durante la prova. Successivamente si procede **all'applicazione del carico**.
- Il carico applicato secondo una rampa iniziale che si esegue in un tempo variabile tra 2 e 8 s, e resta costante al valore massimo per un periodo compreso tra 10 e 15 s. Trascorso tale tempo si rimuove il carico e **si visualizza la superficie sulla quale è impressa l'impronta**, che sullo schermo apparirà come una circonferenza.
- Per tenere conto di eventuali anisotropie del materiale si esegue una **coppia di misure ortogonali** dei diametri calcolando la media aritmetica per ricavare il valore dell'area  $S$
- Questa prova richiede l'uso di provini con **superfici lucide e piatte**
- bisognA accertarsi che l'impronta non abbia raggiunto la superficie opposta del provino (lo spessore minimo deve essere almeno otto volte la profondità dell'impronta) o che non sia troppo vicina al suo bordo o ad un'impronta precedente

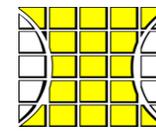
Relazione sperimentale per gli acciai  
**durezza Brinell - Carico di Rottura (in MPa)**  
 $\sigma_R = 3.45 \text{ HB [Mpa]}$



$\sigma_R = 3.45 \text{ HB} \sim 3.45 \text{ HV}$   
 Coefficiente variabile da 3.4 a 3.6 ...  
 Applicabile fino a HB = 400

Gli acciai da costruzione, debolmente legati, rientrano nella prima parte della correlazione avendo  
**HB max = ~ 180 =>>**  
**corrispondenti a**  
**R = ~ 621MPa = 6200 kg/cmq**

Ma le incertezze del metodo (prova operatore e correlazione) suggeriscono di **utilizzare CON ESTREMA ATTENZIONE I DATI FORNITI !!!!**



P 02 -1



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

LAYOUT **strutture in carpenteria metallica**

FLCH - d.c.

**PROVE MECCANICHE - PROVA DI DUREZZA**

## Durezza Vickers

La **prova di durezza Vickers**, (UNI EN 6507), si esegue applicando sul provino un carico mediante un opportuno penetratore a forma piramidale e misurando la superficie di impronta. La durezza Vickers è proporzionale al rapporto tra il carico di prova e la superficie dell'impronta **SULLA SUPERFICIE DEL PEZZO**

$$HV = 0.102 F / S \quad (F \text{ in Newton, } S \text{ in mm}^2)$$

Il penetratore È in Diamante Ed ha **forma piramidale retta a base quadrata con** errore massimo della punta Di 2 Micron ED ANGOLO DI 132° AL VERTICE.

**ha un campo d'applicazione illimitato sia per la durezza che per lo spessore del pezzo** da provare senza la necessità di cambiare il penetratore, con la sola modifica del carico di prova

- La prova deve essere eseguita su una **superficie liscia, libera da ossidazione ed esente da alterazioni** dovute, ad esempio, a riscaldamento o incrudimento.
- **La finitura della superficie deve essere tale da permettere un'accurata Misura delle diagonali dell'impronta.**
- I carichi possono variare da 1.9 a 980.7 N
- Il penetratore viene premuto sul materiale con un carico F gradualmente crescente, in un tempo variabile tra 2 e 10 s e mantenuto per 10-15 s.
- Una volta rimosso il carico, si visualizza su un apposito schermo l'impronta (che ha forma quadrata) e si misurano le lunghezze delle due diagonali, la cui media aritmetica viene impiegata per il calcolo della superficie S dell'impronta



$$\sigma_R = 3.45 HB \sim 3.45 HV$$

Coefficiente variabile da 3.4 a 3.6 ...

Applicabile fino a HB = 400

Gli acciai da costruzione, debolmente legati, rientrano nella prima parte della correlazione avendo

$$HB \text{ max} = \sim 180 \Rightarrow$$

**corrispondenti a**

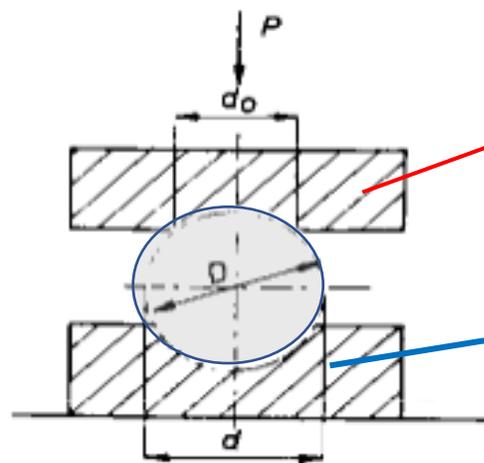
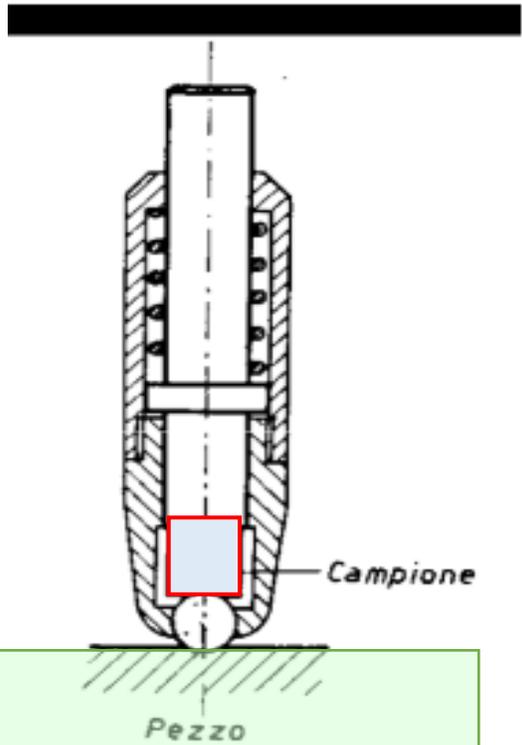
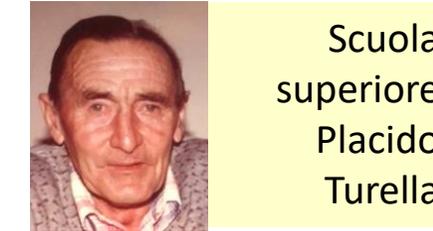
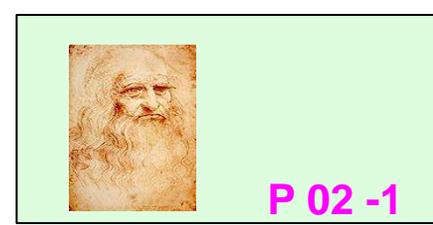
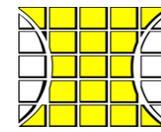
$$R = \sim 621 \text{ MPa} = 6200 \text{ kg/cm}^2$$

Ma le incertezze del metodo (prova operatore e correlazione)

suggeriscono di **utilizzare CON ESTREMA ATTENZIONE I DATI FORNITI !!!!**

# PROVA DI DUREZZA BRINELL PER CONFRONTO

## (PROVA DI DUREZZA POLDI)



Barretta campione, riferimento

pezzo in test

Con:

Quantità nota **misurata**

Diametro della sfera del penetratore ..... = D

**Diam impronta su pezzo da testare ..... = d<sub>i</sub>**

**Diam impronta su barretta di riferimento = d<sub>r</sub>**

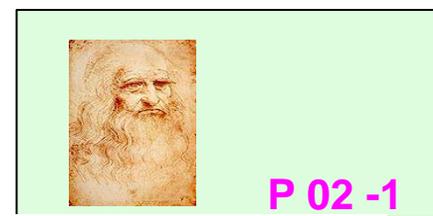
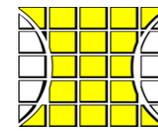
$$HB_i = HB_r \cdot A_r / A_i$$

$\sigma_R = 3.45 HB$       Coeff da 3.4 a 3.6 ... Applicabile fino a HB = 400

$$A_r = 0,5 \pi D(D - (D^2 - d_r^2)^{0.5})$$

$$A_i = 0,5 \pi D(D - (D^2 - d_i^2)^{0.5})$$

# Confronto indici di durezza e resistenza



Prova Carico Penetratore Materiale Indice	TRAZIONE    <b>R (N/mm<sup>2</sup>)</b>	BRINELL 29.400 Sfera $\phi$ 10 Acciaio <b>HB</b>	VICKERS 294 Piram. 136° Diamante <b>HV</b>	ROCKWELL B 980 Sfera $\phi$ 1/16" Acciaio <b>HRB</b>	ROCKWELL C 1470 Cono 120° Diamante <b>HRC</b>
	265	76	80	36	-
	330	95	100	56	-
	396	114	120	69	-
	463	133	140	78	-
	529	162	160	85	-
	594	171	180	91	-
	661	190	200	95	-
	793	228	240	-	20
	926	266	280	-	27
	1057	304	320	-	32
	1189	342	360	-	37
	1322	380	400	-	41
	1487	427	450	-	45
	1818	-	550	-	52
	2148	-	650	-	58



**Valori HB e HV molto vicini  
nella zona degli acciai da costruzione**

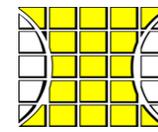
**R. snervamento**

LAYOUT **strutture in carpenteria metallica** FLCH - d.c.  
**PROVE MECCANICHE - PROVA DI DUREZZA**

## Confronto fra le durezza

- 1) la **prova Vickers è eversatile**, precisa, non distruttiva, per le modestissime dimensioni dell'impronta, e valida in un intervallo di durezza praticamente illimitato, e si presta anche per le misure di microdurezza. Tuttavia, stante la **piccola dimensione delle impronte**, questa prova risente molto delle eterogeneità della provetta e risulta alquanto laboriosa; infatti per garantire una sufficiente precisione è necessaria un accurata preparazione della superficie e un'altrettanto accurata lettura delle impronte col microscopio almeno a **100 ingrandimenti**.
- 2) La **prova Brinell è meno laboriosa, relativamente semplice, affidabile e generalmente meno complicata di quella Vickers**. È molto adatta alla carpenteria metallica e però può esser talvolta da scartare per l'**eccessiva dimensione delle impronte**. Tuttavia risente meno delle variazioni legate alle eterogeneità microstrutturali. **Valori ottenuti con sfere di diverso diametro sebbene caricate proporzionalmente non sono generalmente paragonabili fra loro**. La lettura del diametro dell'impronta richiede l'uso del microscopio, a **20 ingrandimenti almeno**.
- 3) La **prova Rockwell è la più semplice e rapida**, ma anche la meno precisa ed affidabile. Infatti può dare valori errati per molteplici motivi; per esempio un cedimento dell'appoggio dovuto ad una qualsiasi causa (superficie ossidata o sporca, supporto cedevole, deformazioni elastiche, slittamenti, ecc.) darà misure in difetto.
- 4) La **prova Poldi è la più semplice, utilizzabile ovunque** ma con l'attenzione allo spessore minimo su cui la prova può essere fatta; conserva traccia della prova ed abbisogna di microscopio portatile a minimo **10 ingrandimenti**.

# Tabella riassuntiva



P 02 -1



Scuola  
superiore  
Placido  
Turella

Test	Indenter	Shape of indentation		Load, $P$	Hardness number	
		Side view	Top view			
Brinell	10-mm steel or tungsten carbide ball			500 kg 1500 kg 3000 kg	$HB = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$	
Vickers	Diamond pyramid			1-120 kg	$HV = \frac{1.854P}{L^2}$	
Knoop	Diamond pyramid			25 g-5 kg	$HK = \frac{14.2P}{L^2}$	
Rockwell	Diamond cone			60 kg	HRA	
A } C } D }				150 kg	HRC	} = 100 - 500t
				100 kg	HRD	
B } F } G }	$\frac{1}{16}$ - in. diameter steel ball			100 kg	HRB	
				60 kg	HRF	} = 130 - 500t
				150 kg	HRG	
E	$\frac{1}{8}$ - in. diameter steel ball			100 kg	HRE	