

# PASELLO

TRATTAMENTI TERMICI S.R.L.

## Ampia gamma di servizi

La comodità di trattamenti standard e personalizzati presso lo stesso



*Standard and personalized services at the same supplier*

## Proprietà dei processi

Siamo proprietari di tutti i processi, forniamo competenza, disponibilità,



personalizzati

*We own all of our heat treatment processes*

## Linee automatiche

Tutti i trattamenti termici sono gestiti con linee automatiche.

*All of our heat treatment are managed with automatic lines*

6111111111

Fornitori del settore Automotive



PASELLO TRATTAMENTI TERMICI Srl

Via Torretta 39/a

40012 Calderara di Reno (Bologna)

ITALIA

T. +39 051 72 87 78

F. +39 051 72 88 51

E. info@pasello.com

www.pasello.com

**CEMENTAZIONE IN BASSA PRESSIONE**  
(vuoto) + Tempra in Azoto fino a 20 Bar

**NITRURAZIONE IN BASSA PRESSIONE**  
(vuoto) + raffreddamento extra-rapido in Azoto

**LOW PRESSURE CARBURIZING**  
(vacuum) + Nitrogen Hardening up to 20 Bar

**LOW PRESSURE NITRIDING**  
(vacuum) + Nitrogen Fast Cooling

Tutti i nostri trattamenti possono essere eseguiti in atmosfera o in vuoto

All of our treatments can be processed in atmosphere or in vacuum

Cementazione

atmosfera o bassa pressione (vuoto)

78DL182U

Carbonitrurazione

atmosfera o bassa pressione (vuoto)

+ raffreddamento extra-rapido in Azoto

Tempra + Rinvenimento

con spegnimento in azoto o in olio

8AD

a norma UNI, di lavorabilità, di assestamento, ecc.

78DDFFLDL8FLDOL

acciai da stampi, maraging, per uso medicale, aeronautico, titanio, ecc.

11WUD18D

con controllo/regolazione del processo con sonde H / Kn

11WUD18LF

acciai speciali, inox, sinterizzati, ecc.

11WURDU18HUULWLF

simile tenifer, nitemper, nitrurazione morbida, ecc.

11WURDU18HUULWLF8D

simile nimox, tenifer qpq, oxynit, ecc.

8FRWMD

di lavorabilità, di smagnetizzazione, ecc.

WDEOLD18HLWH8

8KOLD18H8FFKLDPR

808DDWMD

acciaio, alluminio, leghe speciali

Sinterizzazione

888

888

sottozero

8DDLDW8DH8OOLDWMD

8FUR8EDW8DH88SHOD

8L8WMD

8OLV8OD8DW8LR

esami micro e macro, cuciture, relazioni tecniche, ecc.

8MWLR8L8

Tin, TiAIN, TCN, WC/C, DLC, CrN, ecc.

Carburizing

atmosfera or low pressure (vacuum)

11WUR8DUB8W8U

8UB8UL8D

atmosfera or low pressure (vacuum) + Nitrogen Fast Cooling

W8H8WLI88EKL8

N or Oil

+DUB88BUL8

+DUB88BUL8FLD8WH8O

mould steel, maraging steel, medical steel, aeronautic steel, titanium, etc.

D8WUL8D

process controlled and regulated by H / Kn probe

8DD11WUL8D

special alloys, inox steel, sintered steel, etc.

)HUULWLF11WURDU8LI8

like tenifer, nitemper, etc.

)HUULWLF11WURDU8LI8DWLR

like nimox, tenifer qpq, oxynit, etc.

8D8L8

workability, degaussing, etc.

WDEOLI88V8H8OLH8D

8WLI88D8L88D

8D18D88HU8888MH

steel, aluminium, special alloys

Sintering

vacuum

8VLE8DUB8D

8888F8HDW88

subzero

8R88DWL8

8FUR88DWL888SH8D

8L8K8L8

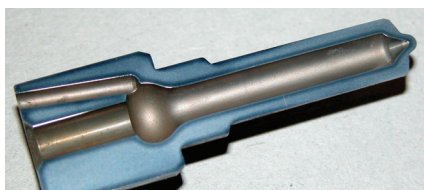
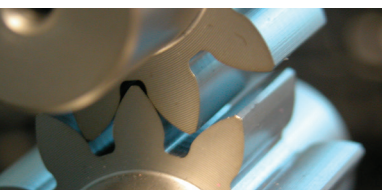
8W888W8

micro and macrographic pics,

KDUB8888H8W8F

8WLI8

Tin, TiAIN, TCN, WC/C, DLC, CrN, etc.



# I CRITERI DI SCELTA E DI TRATTAMENTO DEGLI ACCIAI DA COSTRUZIONE E DA UTENSILI

## VOLUME 5°: METALLOGRAFIA

### *Capitolo primo*

#### **INTRODUZIONE ALLA METALLOGRAFIA (5, 1)**

PREMESSA (5, 1)

ESAME VISIVO

TECNICHE D'ESAME VISIVO

Esame ad occhio nudo

Esame con ingrandimento

Schizzi ed immedesimazione

PARTICOLARITÀ DA OSSERVARE

Marcature d'identificazione

Uso non corretto dei prodotti

Effetti del riscaldamento

Prodotti di corrosione

Cricche

MISURAZIONI

RISULTATI E CONSERVAZIONE DELLE REGISTRAZIONI

ATTREZZATURE PER L'ESAME VISIVO

Strumenti d'ingrandimento

Ingrandimento

Distanza focale

Tipi di lenti

Aberrazioni delle lenti

Distorsione

Aberrazione sferica

Aberrazione cromatica

Aberrazione cromatica

Correzione delle aberrazioni

Limiti dei sistemi d'ingrandimento

Ingranditori semplici

Lenti d'ingrandimento da tenere in mano

Microscopi tascabili

Ingranditori con sostegno

Sistemi d'ingrandimento da agganciare alla testa o

agli occhiali

Sistemi d'ingrandimento con sorgente luminosa

incorporata

Illuminazione

Strumenti d'illuminazione generale

Strumenti d'illuminazione specifica

STRUMENTI DI MISURAZIONE

Strumenti di misura della lunghezza

Reticoli

Calibri e micrometri

Comparatori ottici

Altri strumenti di misurazione

STRUMENTI DI REGISTRAZIONE DEI RISULTATI

Registratori

Fotografia

Illuminazione per la fotografia

Cinepresa

Videoregistrazioni

ALTRE ATTREZZATURE PRE L'ESAME VISIVO

Stereomicroscopio

Specchi

Endoscopi

Campioni di riferimento per la finitura superficiale

OSSERVAZIONE DELLE MATERIE PRIME E DEI PRODOTTI SEMILAVORATI

Definizioni

Materiali formati a caldo

Lingotti

Blumi, slebi e billette

Barre mercantili

Laminati piani

Prodotti strutturali

Nastri laminati a caldo

Fili

Prodotti tubulari

Difetti rilevabili all'esame visivo delle materie prime

Difetti dei lingotti

Lacerazioni o cricche

Sfoglie

Coni di ritiro

Soffiature

Difetti nei blumi, slebi e billette

Cricche

Sfoglie

Paglie e filature

Brucciatura

Inclusioni di materiali estranei durante la laminazione

Ripiegature

Altri difetti

Difetti rilevabili all'esame visivo dei prodotti piani

Bolle o rigonfiamenti

Delaminazione o doppiatura

Scaglia

Macchie dure

Difetti rilevabili all'esame visivo dei prodotti strutturali

Difetti rilevabili all'esame visivo delle barre mercantili

- Bave e righe di laminazione
- Solchi di laminazione o mancanza di materiale
- Sovrapposizioni
- Ripiegature
- Paglie e filature
- Crettature e ammaccature di laminazione
- Graffi o scalfitture
- Scaglia impressa
- Rigonfiamento o gobba
- Curvatura o inarcamento e serpeggiamento
- Torsione
- Bruciatura
- Gola o ansa
- Porosità centrale
- Distorsioni di cesoiatura

Identificazione dei prodotti laminati

Difetti dei fili

Difetti dei prodotti tubolari

- Tubi saldati
- Tubi senza saldatura

Difetti dei prodotti fucinati

Difetti dei getti

- Porosità e bolle
- Cavità da ritiro e risucchi
- Strappi e cricche a caldo e a freddo
- Difetti superficiali generati da contaminazione
- Getti incompleti
- Getti deformi o malformati
- Svergolamenti o distorsioni
- Spostamenti
- Erosioni
- Forzamenti
- Bave
- Cedimenti
- Cadute di terra
- Altri difetti superficiali
- Marcature

## ESAME VISIVO DEI PRODOTTI SALDATI

Saldatura

Saldatura all'arco

Esame visivo prima della saldatura

Esame visivo durante e dopo la saldatura

Difetti di saldatura

- Fusione incompleta
- Incompleta penetrazione
- Incisioni marginali
- Inclusioni di scoria
- Porosità
- Cricche
- Colpi d'arco, solcature d'arco e spruzzi di saldatura
- Eccessiva penetrazione
- Eccessiva durezza della zona termicamente alterata
- Inclusioni di materiali estranei nel cordone di saldatura
- Distorsioni

Saldatura a resistenza elettrica

Difetti delle saldature a resistenza

- Coniature
- Saldatura deforme
- Fusione superficiale e/o depositi dell'elettrodo
- Cricche e porosità
- Saldature a scintillio e compressione
- Difetti delle saldature a scintillio e compressione
- Disallineamento
- Fusione incompleta
- Bruciature da morsetti
- Ossidi inglobati
- Crateri e porosità
- Cricche
- Difetti diversi

Brasatura

Brasatura forte

Brasatura dolce

- Giunto brasato freddo
- Giunto con flusso (resina) intrappolato
- Giunto danneggiato
- Giunto con eccesso o difetto di metallo brasante

## ESAME VISIVO DEI PRODOTTI

Giustificazione dell'ispezione

## LE SPECIFICHE

## QUANDO ESEGUIRE I CONTROLLI

Controllo presso il fornitore

Controllo in ingresso

Controllo durante il processo

Controllo dei prodotti finiti

Controllo in campo

## DIAGNOSI DEI DIFETTI

Informazioni di base

Prelievo e preparazione dei campioni

Esame in sito

Come procedere nella diagnosi di difetto

Esame della frattura in sito

Misurazioni, schizzi e note

Selezione dei campioni

Esame macrofrattografico

Esame microfrattografico

Caratteristiche microscopiche delle fratture duttili

Caratteristiche microscopiche delle fratture fragili

Corrosione

Fatica

Altre cause della frattura fragile

Esame frattografico

## MACROGRAFIA

## VISUALIZZAZIONE E VALUTAZIONE DI MACROSTRUTTURE TRAMITE ATTACCO

Attacco macrografico con soluzioni acide

Reattivi d'attacco contenenti rame

Reagenti macrografici che evidenziano le deformazioni

Accettabilità dei risultati dell'attacco macrografico

Classificazione delle caratteristiche macrografiche

Caratteristiche macroscopiche nei getti

Caratteristiche macroscopiche nei prodotti formati a caldo

Caratteristiche macroscopiche dei prodotti da colata continua

Caratteristiche macroscopiche di acciai rifusi sotto elettroscoria (ESR)

## APPLICAZIONI DELL'ATTACCO MACROGRAFICO

Strutture di solidificazione

Macrostruttura di billette e blumi

Macrostruttura dell'acciaio da colata continua

Macrostruttura di acciai rifusi sotto elettroscoria

Spaziatura dei rami dendritici

Fibratura nei fucinati

Dimensione del grano o della cella eutettica

Segregazione nelle leghe

Segregazione di carburi

Saldature

Impronte della deformazione

Diagnosi di difetto

Risposta al trattamento termico

Taglio alla fiamma

## MACROSTRUTTURA EVIDENZIATA DALLA LAVORAZIONE MECCANICA

## PROVE DI FRATTURA

Composizione

Stringhe di inclusioni

Grado di grafitizzazione

Grossezza del grano

Profondità d'indurimento

Rilevazione del surriscaldamento

Valutazione della qualità

## METODI SPECIALI PER LE IMPRONTE

Impronta per contatto

Impronta dello zolfo

Impronta degli ossidi

Impronta del fosforo

Impronta del piombo e prova d'essudazione

Metodi vari d'impronta

## MICROGRAFIA

## STRUMENTI E SISTEMI D'OSSERVAZIONE MICROGRAFICA

Il microscopio metallografico

Gli obiettivi

Ingrandimento

Apertura numerica

Potere risolutivo

Profondità di campo

Correzione delle aberrazioni ottiche degli obiettivi

Gli oculari

I sistemi d'osservazione

Osservazione in campo chiaro

Osservazione in luce obliqua

Osservazione in campo scuro

Osservazione in luce polarizzata

Osservazione in contrasto interferenziale

La fotografia al microscopio metallografico

Sensibilità cromatica

Illuminazione artificiale (lampade)

Attrezzatura fotografica

Suggerimenti per la microfotografia

Corretta illuminazione

Messa a fuoco

Esposizione

Analisi d'immagine per la metallografia quantitativa

Il tavolino riscaldante per esami microstrutturali a caldo

## TECNICHE DI PREPARAZIONE MICROGRAFICA

Preparazione meccanica delle provette

Selezione dei saggi

Taglio dei saggi

Lavaggio delle provette

Inglobatura o montaggio delle provette

Resine epossidiche

Resine fenoliche

Resine acriliche

Prelevigatura delle provette

Levigatura delle provette

Levigatura manuale

Levigatura automatica

Prepolimentazione delle provette

Polimentazione finale delle provette

Prepolimentazione e polimentazione di provette di particelle di polvere metallica

- Polimentazione automatica
  - Polimentazione grezza
  - Polimentazione finale
- Preparazione elettrolitica delle provette
- Preparazione micrografica non distruttiva
  - Levigatura, polimentazione e attacco
  - Applicazione della replica
    - Replica con vernici
    - Replica con supporto metallico
    - Replica con film senza supporto
    - Essiccazione della replica
    - Scollamento della replica
    - Fissaggio della replica
    - Osservazione della replica
- L'ATTACCO MICROGRAFICO
  - Reattivi d'attacco micrografico per leghe ferrose
    - Reattivo: Nital 2 %
    - Reattivo: Nital 5 %
    - Reattivo: Picral 4 %
    - Reattivo: Picral saturo
    - Reattivo: Picrina
    - Reattivo: Picrato sodico alcalino
    - Reattivo: Picrato sodico neutro
    - Reattivo: Ferricianuro potassico
    - Reattivo: Benedicks
    - Reattivo: Kurbatoff
    - Reattivo: Bolton
    - Reattivo: Pilling
    - Reattivo: Soda o potassa caustica
    - Reattivo: Persolfato ammonico
    - Reattivo: Valenta
    - Reattivo: Cogne unico
    - Reattivo: Murakani
    - Reattivo: Kalling
    - Reattivo: Vilella
  - Reattivi d'attacco micrografico per leghe di rame
    - Reattivo: Cloruro ferrico
    - Reattivo: Persolfato ammonico
    - Reattivo: Cloruro cuproammonico
    - Reattivo: Ammoniaca
  - Reattivi d'attacco micrografico per leghe d'alluminio
    - Reattivo: Acido fluoridrico
    - Reattivo: Idrato sodico 1 %
    - Reattivo: Idrato sodico 10 %
    - Reattivo: Acido solforico
    - Reattivo: Acido nitrico
    - Reattivo: Reattivo di Tuckers

- Attacco micrografico elettrolitico
- FRATTOGRAFIA
  - STORIA DELLA FRATTOGRAFIA
  - SVILUPPO DELLA MICROFRATTOGRAFIA
    - Frattografia elettronica
      - Microscopio elettronico a trasmissione
      - Microscopio elettronico a scansione
    - Frattografia Quantitativa
  - MECCANISMI DI FRATTURA
    - Frattura duttile per coalescenza di microvuoti o frattura a cupole
    - Frattura fragile di clivaggio
    - Frattura di fatica
      - Caratteristiche delle fratture con striature di fatica
    - Frattura intergranulare o decoesiva
    - Frattura da scorrimento viscoso a caldo (creep)
    - Fratture singolari
      - Frattura di quasi-clivaggio
      - Frattura con pieghettature
    - Superficie con topografia a strappo
  - EFFETTO DELL'AMBIENTE
    - Effetto dell'idrogeno
      - Infragilimento da idrogeno degli acciai
    - Effetto dell'ambiente corrosivo
    - Meccanismi della tensocorrosione
      - Tensocorrosione degli acciai
    - Prodotti di corrosione
    - Effetto del contatto con metalli liquidi a basso punto di fusione
    - Effetto dello stato di sollecitazione
    - Effetto della velocità di deformazione
      - Velocità di deformazione molto basse
      - Velocità di deformazione moderatamente elevate
      - Velocità di deformazione altissime
    - Effetto della temperatura
      - Effetto della bassa temperatura
      - Effetti della temperatura elevata
    - Effetto dell'ossidazione
    - Effetto dell'ambiente sulla fatica
      - Effetto di ambienti gassosi
        - Effetto dei gas sugli acciai
      - Effetto di ambienti liquidi
        - Meccanismo della corrosione fatica e della tensocorrosione
        - Corrosione fatica di acciai inossidabili martensitici
        - Corrosione fatica di acciai inossidabili austenitici
    - Effetto del vuoto
      - Effetto del vuoto sull'acciaio inossidabile AISI 316
      - Effetto della temperatura sugli acciai inossidabili austenitici
        - Effetto delle temperature criogeniche
    - Effetto del carico
      - Effetto dell'intervallo del fattore di concentrazione della sollecitazione  $\Delta K$
      - Effetto della frequenza e della forma d'onda

## DISCONTINUITÀ CHE FAVORISCONO LA FRATTURA

- Ripiegature, paglie e riprese
- Cricche
- Inclusioni
- Porosità
- Segregazioni
- Sfavorevole scorrimento del grano

## BIBLIOGRAFIA

### **Capitolo secondo**

## **ESAME VISIVO(5, )**

### INTRODUZIONE

### LUCE ED ILLUMINAZIONE

#### NATURA DELLA LUCE

#### CORPO NERO

#### GENERAZIONE DELLA LUCE E SORGENTI LUMINOSE

#### PROPRIETÀ DELLA LUCE

#### FOTOMETRIA

##### Grandezze e unità di misura

##### Leggi della fotometria

Propagazione della luce (*legge dell'inverso dei quadrati*)

Effetto dell'angolo di incidenza del fascio (*legge di Lambert*)

##### Caratteristiche della fotometria

##### Spettroradiometri e spettrofotometri

##### Illuminazione per l'esecuzione delle prove

###### Generalità

###### Illuminazione ambiente

###### Illuminazione dell'oggetto

###### Illuminazione per l'esame ottico e per i sistemi di visione

### OCCHIO UMANO E SISTEMI DI VISIONE

#### STRUTTURA DELL'OCCHIO

#### ANGOLO VISIVO O ANGOLO OTTICO

#### ACUTEZZA VISIVA

##### Luminosità

##### Contrasto

###### Contrasto di tonalità

###### Contrasto di colori complementari.

##### Tempo d'esposizione

### SENSIBILITÀ VISIVA E VISIONE DEI COLORI

#### Legge di Weber

#### Sensibilità cromatica

#### Temperatura di colore

### DIFETTI VISIVI

#### Ipermetropia

#### Miopia

#### Presbiopia

#### Astigmatismo

#### Anomala percezione cromatica

##### Test di Ishihara

###### Risultati di questo Test dei Colori

###### Terminologia delle anomalie di percezione cromatica

## DISTANZA D'ESAME

## PERCEZIONE VISIVA

## RISCHI PER LA VISTA E PRECAUZIONI

## SISTEMI DI VISIONE

## FORMAZIONE DELL'IMMAGINE E ATTREZZATURE

## SPECCHI

## LENTI

## STRUMENTI DI MISURAZIONE

### Regoli e rotelle metriche

### Goniometri

### Calibri

#### Tipi di calibri

### Micrometri

#### Micrometri per esterni

#### Micrometri per interni

##### Micrometri per interni a contatti espandibili

##### Micrometri per interni ad aste combinabili

#### Micrometri di profondità

#### Micrometri analogici

#### Micrometri digitali

#### Impiego dei micrometri

##### Azzeramento del micrometro

##### Taratura e regolazione

##### Uso corretto dei micrometri per esterni

##### Uso dei micrometri per interni

##### Uso delle basi per micrometri

### Comparatori

#### Comparatori a quadrante

#### Comparatori digitali

#### Comparatori digitali

#### Uso dei comparatori

### Calibri per saldatura

#### Calibri per giunti d'angolo

#### Calibro Palmgren

#### Calibro Cambridge

#### Calibro tipo HI-LO

#### Calibro tipo HI-LO per piccoli diametri

### Profilometri

### Altri strumenti

#### Conta filetti

#### Spessimetri a lamelle

#### Spessimetri a film umido

#### Spessimetri per rivestimenti

#### Livelle

#### Piani di riscontro

## ENDOSCOPIA

### Endoscopi

#### Lampade ad incandescenza

#### Lampade a scarica elettrica (arco)

#### Boroscopi

#### Fibroscopi

#### Videoendoscopi

#### Endoscopi speciali

##### Endoscopi angolati

##### Endoscopi panoramici

##### Endoscopi a campo largo (grandangolari)

##### Endoscopi ad ultravioletti o infrarossi

##### Endoscopi per ambienti particolari

Metodi di misurazione delle dimensioni remote  
   Misurazione per comparazione  
   Misurazione shadow (ombra)  
   Misurazione stereoscopica  
 Settori d'applicazione dell'endoscopia  
 Sistemi robotizzati  
 Verifica degli endoscopi  
**SUPERFICI E MATERIALI DA ESAMINARE**  
**STRUTTURA DELLA SUPERFICIE**  
**COLORE E LUCENTEZZA**  
**GEOMETRIA**  
**METALLI**  
   Getti  
   Lingotti  
   Prodotti laminati  
   Prodotti cavi  
   Prodotti lavorati meccanicamente  
   Strutture e componenti in servizio  
**CERAMICHE**  
**MATERIALI PLASTICI**  
**COMPOSITI**  
**FINITURE E RIVESTIMENTI**  
   Finiture e rivestimenti organici  
   Finiture e rivestimenti di conversione  
   Rivestimenti metallici  
**LEGNO**  
**SALDATURA**  
**BRASATURA DOLCE E FORTE**  
**IMBULLONATURA E RIVETTATURA**  
**PIANIFICAZIONE E DOCUMENTAZIONE DELL'ESAME VISIVO**  
   PIANIFICAZIONE DELL'ESAME VISIVO  
   DOCUMENTAZIONE DELL'ESAME  
**PROCEDURE D'ESAME VISIVO**  
   Esame visivo generale  
   Esame visivo locale  
   Esame visivo diretto  
   Esame visivo remoto  
**TIPOLOGIE D'ISPEZIONE**  
   Valutazione dei risultati  
   Documentazione dell'ispezione visiva  
   Norme di riferimento per l'esame visivo  
     Norme generali  
     Norme di metodo  
     Norme di prodotto  
     Norme per la certificazione del personale  
     Orgnaizzazioni ed Enti normatori  
**ELEMENTI BASE DEL CONTROLLO VISIVO**  
   Ispettore e il personale addetto all'esame visivo  
   Capacità visiva e cromatica  
   Preparazione e competenza tecnica  
   Formazione e certificazione  
   Fattori fisiologici e ambientali  
     Fattori fisiologici  
     Fattori ambientali  
   Oggetto da esaminare  
   Caratteristiche dell'oggetto  
     Struttura e composizione  
     Pulizia  
     Colore  
     Stato dell'oggetto  
     Forma e dimensioni  
     Temperatura  
   Posizionamento dell'oggetto  
   Attrezzatura ottica  
     Taratura delle attrezzature  
     Campione standard di prova  
     Tavole di reticoli o linee standard  
   Posizionamento delle attrezzature  
   Illuminazione  
   Distribuzione spettrale della radiazione e luce visibile  
   Livello d'illuminamento  
   Luminosità della superficie  
   Riflettività e rugosità della superficie  
   Riflettività e ombre dell'ambiente  
   Modalità d'illuminamento  
   Abbagliamento.  
   Registrazione dei risultati  
   Illuminazione e uso del flash  
   Profondità di campo  
   Gestione delle immagini  
     Ingrandimento  
     Elaborazione dell'immagine digitale  
**SICUREZZA NEGLI ESAMI VISIVI**  
**PERICOLI DELL'AMBIENTE DI LAVORO**  
**PERICOLI DERIVANTI DALL'USO DI STRUMENTI**  
**PER GLI ESAMI VISIVI**  
   Pericoli da sorgenti luminose  
   Pericoli da sorgenti laser  
   Pericoli da sorgenti di luce visibile ad alta intensità  
   Pericoli da radiazioni infrarosse  
   Pericoli da radiazioni ultraviolette  
   Valutazione del rischio  
   Danni alla retina  
   Fattore termico  
   Rischio blu e fotosensibilizzatori  
   Raccomandazioni e mezzi di protezione  
   Raccomandazioni sulla sicurezza visuale  
   Mezzi di protezione degli occhi  
   Normativa sui mezzi di protezione degli occhi



NORMATIVA D'ESAME VISIVO

NORMA UNI EN 13018: PRINCIPI GENERALI PER L'ESAME VISIVO

Documentazione preliminare  
Esame visivo diretto  
Esame visivo remoto  
Personale  
Valutazione

DOCUMENTAZIONE DELL'ESAME  
ARTICOLO 9 DELLA DIVISIONE V DEL CODICE ASME: PRINCIPI GENERALI PER L'ESECUZIONE DELL'ESAME VISIVO

Esame visivo diretto  
Esame visivo remoto  
Esame visivo per trasparenza  
Valutazione  
Documentazione dell'esame

NORMA UNI EN 970: ESAME VISIVO DELLE SALDATURE PER FUSIONE

Condizioni dell'esame e strumentazione  
Prescrizioni generali  
Esame delle preparazioni dei lembi  
Esame durante la saldatura  
Esame dopo la saldatura  
Pulitura e molatura  
Profilo e dimensioni  
Vertice e superfici della saldatura  
Trattamento termico dopo saldatura  
Esame delle saldature riparate  
Saldatura riparata parzialmente  
Saldatura riparata totalmente  
Esame  
Documentazione dell'esame

NORMA UNI EN 12454: ESAME VISIVO DEI GETTI DI ACCIAIO COLATI IN SABBIA

Descrizione  
Prescrizioni  
Condizioni relative all'esame  
Registrazione dei risultati

NORMA UNI EN 13100-1: ESAME VISIVO DI PRODOTTI SEMIFINITI DI MATERIALE TERMOPLASTICO

Condizioni d'esame e attrezzature  
Esame della preparazione del giunto  
Esame durante la saldatura  
Esame della saldatura completata  
Resoconto di prova

NORMA UNI EN 13927: ATTREZZATURE PER L'ESECUZIONE DELL'ESAME VISIVO

NORMA UNI EN 473: QUALIFICAZIONE E CERTIFICAZIONE DEL PERSONALE ADDETTO ALLE PROVE NON DISTRUTTIVE

Livello 1  
Livello 2  
Idoneità alla certificazione  
Addestramento  
Livello 1 e livello 2  
Livello 3  
Esperienza industriale nelle PND

Livello 1 e livello 2

Livello 3

Requisiti visivi

Esame di qualificazione

Contenuto dell'esame e valutazione per i livelli 1 e 2

Esame generale  
Esame specifico  
Esame pratico  
Valutazione

Contenuto dell'esame e valutazione per il livello 3

Esame di base  
Esame di metodo  
Valutazione

Svolgimento degli esami  
 Certificazione  
 Rinnovo  
 Ricertificazione  
 ASNT RECOMMENDED PRACTICE SNT-TC-1A:  
 QUALIFICAZIONE E CERTIFICAZIONE DEL PER-  
 SONALE ADDETTO ALLE PROVE NON DISTRUT-  
 TIVE  
 ESEMPI D'APPLICAZIONE  
 ISPEZIONE BASATA SUL RISCHIO (RBI) DI IM-  
 PIANTI PETROLCHIMICI E DI VIADOTTI  
 Metodologie d'analisi del rischio degli impianti  
 Metodo qualitativo  
 Metodo quantitativo  
 Metodo semiquantitativo  
 Definizione di piani di manutenzione programmata di  
 viadotti  
 ISPEZIONE IN SERVIZIO DI SERBATOI DI STOC-  
 CAGGIO PER PRODOTTI PETROLIFERI  
 Metodo d'ispezione visiva dei serbatoi in esercizio  
 Esame visivo da esterno  
 Esame visivo completo (da interno e da esterno)  
 Tipiche imperfezioni o difetti rilevabili con l'esame vi-  
 sivo  
 Danneggiamenti del fondo  
 Danneggiamenti del mantello  
 Danneggiamenti del tetto  
 Danneggiamenti di altri componenti  
 ISPEZIONE IN SERVIZIO DI VIADOTTI METALLI-  
 CI  
 Finalità dell'ispezione in servizio  
 Impostazione dell'ispezione in servizio  
 Controlli previsti durante l'ispezione in servizio  
 Scopo e procedure d'esame visivo  
 Tipi di danneggiamenti rilevabili con l'esame visivo in  
 servizio  
 Danneggiamento da corrosione  
 Danneggiamento da fatica  
 Danneggiamenti sui giunti bullonati  
 Deformazioni locali  
 Danneggiamenti degli organi d'appoggio  
 Danneggiamenti delle strutture d'attacco degli stralli  
 Situazioni di danneggiamento locale e non sistematico  
 ESAME VISIVO NELL'INDUSTRIA AUTOMOBILI-  
 STICA  
 Diagnosi dei difetti  
 Ispezione dei getti  
 Ispezione delle saldature  
 Valutazione estetica  
 Anomalia estetica gravissima  
 Difetti di cataforesi  
 Anomalia estetica grave  
 Anomalia estetica significativa  
 Fasi e conclusione del controllo visivo  
 Endoscopia  
 Analisi d'immagine con metodo neuronale  
 BIBLIOGRAFIA

## **MACROGRAFIA**

DEFINIZIONI  
 INFORMAZIONI PRELIMINARI E PIANIFICAZIONE  
 DELLE PROVE  
 PREPARAZIONE DELLE PROVETTE MACROGRA-  
 FICHE  
 SCELTA E POSIZIONE DELLA SEZIONE DA STU-  
 DIARE  
 PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE PIANA E  
 LEVIGATA  
 Taglio e spianatura  
 Levigatura  
 ATTACCO DELLA SUPERFICIE  
 1. Reattivo iodico  
 2. Reattivo acido solforico  
 3. Reattivo di Heyn  
 4. Reattivo acido cloridrico 1:1  
 5. Reattivo di Fry

## **Capitolo Terzo**

Impronta di Baumann  
Errori di preparazione

**RISULTATI DELL'ATTACCO MACROGRAFICO**  
**INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI**  
**DEFINIZIONI**  
Acciai e ghise  
Ferro puddellato  
Ferro a pacchetti o ferro damascato  
Spugna di ferro o ferro preridotto  
Ferro elettrolitico  
Ferroleghie

**CENNI SULLA FABBRICAZIONE DEI PRODOTTI SIDERURGICI**  
Ghisa d'alto forno (Pig Iron) e ghise  
Acciai  
Ferro puddellato  
Ferro a pacchetti e ferro damascato  
Spugna di ferro  
Ferro elettrolitico  
Ferroleghie

**CENNI SULLE PROPRIETÀ MECCANICHE E APPLICAZIONE DEI PRODOTTI SIDERURGICI**  
**CONTROLLI ELEMENTARI**  
Aspetto della superficie  
Aspetto della frattura  
Prova alla lima  
Scintille alla molatura  
Prova alla calamita  
Prova al martello  
Emissione acustica

**CONTROLLI E PROVE DEI PRODOTTI SIDERURGICI**  
Prove meccaniche  
Analisi chimica  
Esame metallografico

**APPLICAZIONE DELLA MACROGRAFIA AI DIVERSI PRODOTTI SIDERURGICI**  
Imperfezioni macroscopiche degli acciai  
Coni di ritiro  
Segregazioni  
Struttura dendritica  
Soffiature  
Fratture  
Gocce fredde  
Accettabilità delle imperfezioni

**ESEMPI DI MACROGRAFIE E LORO INTERPRETAZIONE**  
Esame macrografico prima dell'attacco  
Esame macrografico dopo attacco con reattivo iodico  
Esami di tipo generale  
Esami di sezioni trasversali  
Esami di sezioni longitudinali

**TECNICHE FOTOGRAFICHE PER LA MACROGRAFIA**  
Disposizione 1: illuminazione indiretta, diffusa  
Disposizione 2: illuminazione diretta, inclinata, semplice.  
Disposizione 3: illuminazione mista  
Disposizione 4: illuminazione diretta, normale alla su-

perficie da fotografare  
Disposizione 5: illuminazione diretta, inclinata, doppia  
Disposizione 6: illuminazione diretta, inclinata e orientata  
Disposizione 7: illuminazione indiretta, periferica  
Disposizione 8: fotografia di oggetti al banco ottico

**SCOPO DEGLI ESAMI MACROGRAFICI**  
Definizione della natura e qualità del prodotto siderurgico  
Ricerca dei difetti tipici del metallo  
Caratteristiche di fabbricazione  
Diagnosi dei difetti  
Esempio n°1. Asse di un vagone usurato presso il raccordo, riparato con saldatura all'arco elettrico e rotto in servizio  
Esempio n° 2. Alberi e rotaie rotte in esercizio  
Esempio n° 3. Rotaia che si fessurò nel bulbo in esercizio  
Esempio n° 4. Partita di alberi nuovi ordinati secondo un capitolato definito  
Esempio n° 5. Dadi per bulloni i cui filetti si spannavano facilmente durante l'avvitamento

**ALCUNE CONSIDERAZIONI SUL COMPORTAMENTO DI UN METALLO**

**APPENDICE**  
**CENNI SU ALCUNI FORNI E PROCESSI SIDERURGICI**  
Altoforno  
Forno Martin-Siemens  
Convertitore Bessemer  
Convertitore Thomas  
Forno Elettrico  
Cubilotto

**BIBLIOGRAFIA**