

# ATLANTE MICROGRAFICO DEGLI ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE E DA UTENSILI

*di P.I. Gabriele Ceselin e Dr. Cesare Cibaldi*

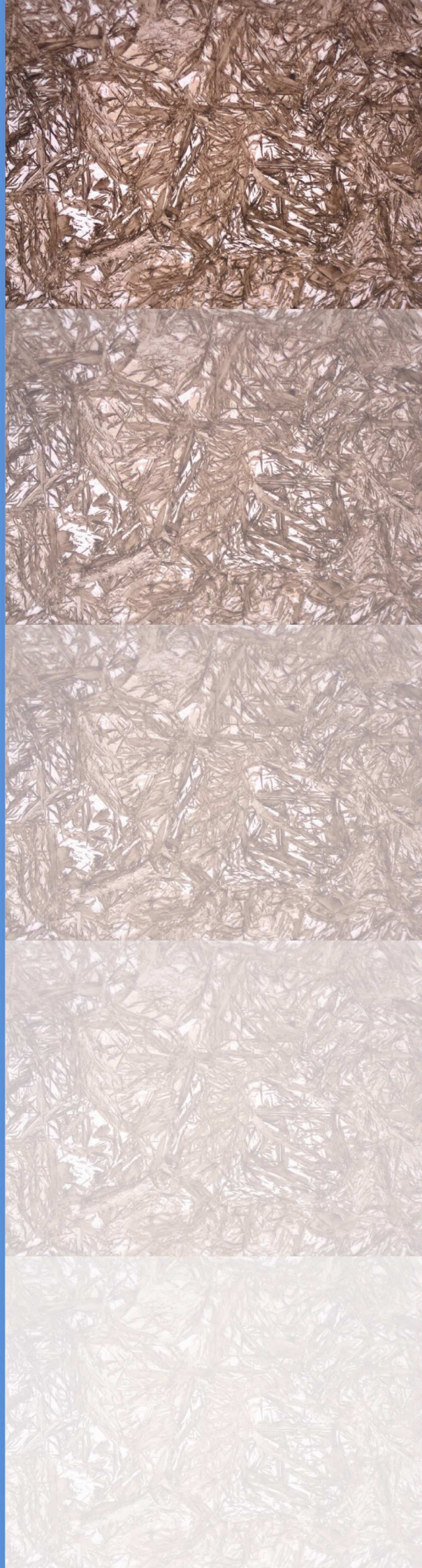
## VOLUME 1°

### ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE

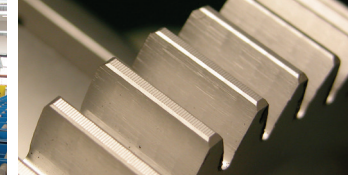
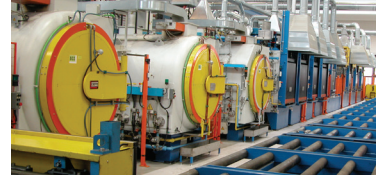
Micrografie degli acciai e ghise in condizioni  
d'equilibrio

Micrografie degli acciai in condizioni di non  
equilibrio

Schede tecniche e micrografie di acciai normati







# PASELLO

TRATTAMENTI TERMICI S.R.L.

## Ampia gamma di servizi

La comodità di trattamenti standard e personalizzati presso lo stesso fornitore certificato

*Standard and personalized services at the same supplier*

## Proprietà dei processi

Siamo proprietari di tutti i processi, forniamo competenza, disponibilità, efficienza nei trattamenti 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*

SGQ certificato UNI EN ISO 9001

Fornitori del settore Automotive secondo le specifiche AIAG CQI 9



QMS UNI EN ISO 9001

Certified Supplier of Automotive Industries according to AIAG CQI 9



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

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

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

**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 vacuum*

### Cementazione

atmosfera o bassa pressione (vuoto)  
+ Tempra in Azoto fino a 20 Bar

### Carbonitrurazione

atmosfera o bassa pressione (vuoto)  
+ raffreddamento extra-rapido in Azoto

### Tempra + Rinvenimento

con spegnimento in azoto o in olio

### Bonifica

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

### Tempra acciai speciali

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

### Nitrurazione gassosa

con controllo/regolazione del processo con  
sonde  $H_2$  / Kn

### Nitrurazione ionica

acciai speciali, inox, sinterizzati, ecc.

### Nitrocarburazione ferritica

simile tenifer, nitemper, nitrurazione  
morbida, ecc.

### Nitrocarburazione ferritica ossidata

simile nimox, tenifer qpq, oxynit, ecc.

### Ricottura

di lavorabilità, di smagnetizzazione, ecc.

### Stabilizzazione e Distensione

### Solubilizzazione e Invecchiamento

### Saldobrasatura

acciaio, alluminio, leghe speciali

### Sinterizzazione

### Tempra a induzione

### Trattamento criogenico

sottozero

### Granigliatura e Pallinatura

### Microsabbatura e Shotpeening

### Tribofinitura

### Analisi di laboratorio

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

### Rivestimenti PVD, CVD, PACVD

TiN, TiAlN, TiCN, WC/C, DLC, CrN, ecc.

### Carburizing

atmosphere or low pressure (vacuum)  
+ Nitrogen Hardening up to 20 Bar

### Carbonitriding

atmosphere or low pressure (vacuum)  
+ Nitrogen Fast Cooling

### Austenitizing+Quenching

$N_2$  or Oil

### Hardening+Tempering

Hardening+Tempering of special steel  
mould steel, maraging steel, medical  
steel, aeronautic steel, titanium, etc.

### Gas Nitriding

process controlled and regulated  
by  $H_2$  / Kn probe

### Plasma Nitriding

special alloys, inox steel,  
sintered steel, etc.

### Ferritic Nitrocarburing

like tenifer, nitemper, etc.

### Ferritic Nitrocarburing + Oxidation

like nimox, tenifer qpq, oxynit, etc.

### Annealing

workability, degaussing, etc.

### Stabilizing and Stress Relieving

### Solution Annealing and Ageing

### Brazing atmosphere or low pressure

steel, aluminium, special alloys

### Sintering

vacuum

### Induction Hardening

### Cryogenic Treatment

subzero

### Shot Blasting

### Micro Blasting and Shotpeening

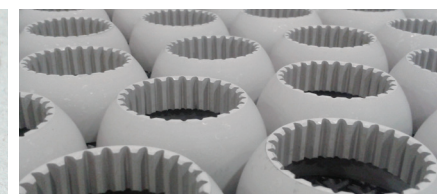
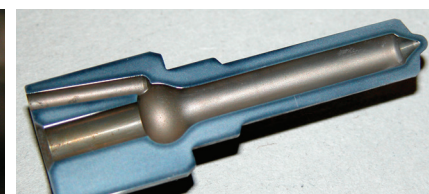
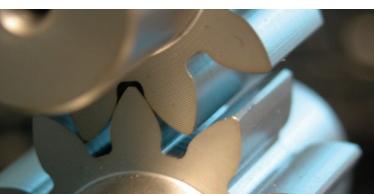
### Tribofinishing

### Test Reports

micro and macrographic pics,  
hardness profiles, etc.

### PVD, CVD, PACVD Coatings

TiN, TiAlN, TiCN, WC/C, DLC, CrN, etc.



# ATLANTE MICROGRAFICO DEGLI ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE E DA UTENSILI

## Volume 1°

### ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE

**Micrografie degli acciai e ghise in condizioni d'equilibrio (diagramma di stato Fe-C)**

**Micrografie degli acciai in condizioni di non equilibrio (diagrammi TTT e CCT)**

**Schede tecniche e micrografie di acciai normati**

Presentazione dell'editore, AQM srl  
Prefazione degli autori  
Presentazione della società AQM srl

#### **Capitolo primo**

#### **Trasformazioni in condizioni d'equilibrio. Diagrammi di stato e diagramma Fe-C**

Introduzione  
Regola delle fasi  
Analisi termica  
Varianza nei sistemi metallurgici  
Diagramma di stato di due componenti completamente solubili allo stato liquido e completamente insolubili allo stato solido  
Campi d'esistenza delle fasi  
Composizione delle fasi  
Quantità delle singole fasi  
Microstruttura  
Forma delle curve d'analisi termica  
Triangolo di Tammann  
Diagramma di stato di due componenti completamente solubili allo stato liquido e parzialmente solubili allo stato solido  
Diagramma di stato di due componenti completamente solubili allo stato liquido e allo stato solido  
Diagramma di stato con peritettico  
Esempi di diagrammi di stato reali  
Diagrammi di stato ternari  
Diagramma ferro-carbonio (cementite)  
Caratteristiche del ferro  
Solidificazione delle leghe Fe-C  
Trasformazioni allo stato solido delle leghe Fe-C  
Punti critici delle leghe Fe-C allo stato solido  
Bibliografia

#### **Capitolo secondo**

#### **Micrografie delle leghe ferro-carbonio in condizioni d'equilibrio**

#### **PREMESSA**

#### **MICROSTRUTTURE DI ACCIAI AL CARBONIO**

Ferro affinato ricotto  
Ferro ARMCO ricotto  
Acciaio extradolce ricotto  
Acciaio C10 ricotto  
Acciaio C25 ricotto  
Acciaio C30 ricotto  
Acciaio C40 naturale laminazione  
Acciaio C45 ricotto  
Acciaio C60 ricotto  
Acciaio C70 naturale laminazione  
Acciaio C80 normalizzato  
Acciaio C85 ricotto  
Acciaio C100 ricotto globulare  
Acciaio C110 ricotto  
Acciaio C130 ricotto  
Acciaio C130 normalizzato  
Acciaio C150 ricotto

#### **MICROSTRUTTURE DELLE GHISE BIANCHE**

Ghisa bianca ipoeutettica, legata al cromo Ceq 3,16  
Ghisa bianca ipoeutettica, legata al cromo Ceq 3,68  
Ghisa bianca ipoeutettica, legata al cromo Ceq 3,87  
Ghisa bianca eutettica, legata al cromo Ceq 4,32  
Ghisa bianca eutettica, parzialmente grafitica Ceq 4,46  
Ghisa bianca ipereutettica legata al cromo Ceq 4,47  
Ghisa bianca ipereutettica fosforosa legata al cromo Ceq 4,59

#### **MICROSTRUTTURE DELLE GHISE GRIGIE**

Ghisa grigia fortemente ipoeutettica. Ceq 2,81  
Ghisa grigia basso ipoeutettica. Ceq 3,75  
Ghisa grigia ipoeutettica. Ceq 4,05  
Ghisa grigia eutettica. Ceq 4,37  
Ghisa grigia medio ipereutettica. Ceq 4,61  
Ghisa grigia ipereutettica. Ceq 4,73  
Ghisa grigia ipereutettica ferritizzata. Ceq 4,74

#### **MICROSTRUTTURE DI ACCIAI AUSTENITICI**

Acciaio inossidabile austenitico AISI 304 (X6CrNi18.10)  
Acciaio di Hadfield austenitico al 12 % Mn.

## ***Capitolo terzo***

### **Trasformazioni in condizioni di non equilibrio. Solidificazione e cinetica di trasformazione dell'austenite**

Introduzione

La solidificazione

- Sottoraffreddamento, nucleazione e accrescimento

- Microsegregazione e struttura a bande

- Macroseggregazione

Cinetica di trasformazione dell'austenite

- Influenza della velocità di raffreddamento

- Microstrutture ottenibili in funzione della velocità di raffreddamento dell'austenite

  - Diagrammi di Bain o curve TTT

  - Diagrammi al raffreddamento continuo o curve CCT

Bibliografia