



HIMACROW

Harmonized Personnel Training for Macro and Microscopic
Metallographic Examination of Structural Materials

Curriculum armonizzato O2 per il macroscopico europeo
e personale addetto agli esami metallografici microscopici

Progetto Nr° KA220-VET-364E0C77



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

*Questo progetto è stato finanziato con il sostegno della Commissione Europea. Questa pubblicazione riflette esclusivamente il punto di vista dell'autore e la Commissione non può essere ritenuta responsabile per qualsiasi uso che possa essere fatto delle informazioni in essa contenute.
ERASMUS+: Progetto n° KA220-VET-364E0C77.*



Personale addetto all'esame metallografico macroscopico e microscopico dei materiali di base e delle loro giunzioni realizzate mediante saldatura e tecniche affini

Descrizione generale del profilo professionale

Il Personale addetto all'esame metallografico macroscopico e microscopico dei materiali di base e delle loro giunzioni realizzate mediante saldatura e tecniche affini è responsabile delle seguenti attività:

- Preparare il campione (provino) per la metallografia macroscopica e microscopica
- Visita medica;
- Eseguire l'esame metallografico macroscopico e microscopico;
 - Valutare e sviluppare una relazione sui risultati rilevati (ad esempio, imperfezioni) secondo il norme pertinenti.

Questi professionisti sono anche responsabili dell'applicazione dell'esame metallografico dei giunti dei seguenti materiali strutturali:

- acciai non legati e legati,
- ghise,
- leghe di alluminio e rame,
- leghe di titanio,
- leghe di nichel,
- termoplastici.

Requisiti di ingresso/Condizioni di accesso

- Tutti i candidati dovranno fornire prova di un test visivo soddisfacente in conformità con i requisiti della norma EN ISO 17637 (ultima edizione).

Funzioni lavorative

- Eseguire la preparazione del materiale.

Attività richieste dal lavoro

- Descrivere passo dopo passo la preparazione del campione.
- Selezionare il processo giusto in base ai materiali utilizzati per la preparazione del campione.
- Preparare il campione secondo la tecnica scelta (analisi dell'immagine e microscopia a scansione).
- Adattare le tecniche di lucidatura o incisione per ottenere una corretta analisi metallografica o superare eventuali sfide che potrebbero sorgere durante l'esecuzione dell'esame macro e microscopico.
- Rimanere aggiornati con gli ultimi codici e standard di saldatura, nonché eventuali modifiche o aggiornamenti nel campo degli esami metallografici, riguardanti i requisiti e la tecnologia del settore, per garantire che la preparazione del materiale sia condotta di conseguenza.



UNITÀ DI COMPETENZA

Il curriculum del personale addetto agli esami metallografici macroscopici e microscopici europei è strutturato come segue (panoramica):

UNITÀ DI COMPETENZA	MINIMO ORARI DI CONTATTO ¹	PREVISTO CARICO DI LAVORO ²
LIVELLO STANDARD		
CU1: INTRODUZIONE ALL'ESAME METALLOGRAFICO MACRO E MICROSCOPICO	14	28
CU2: METODI SPECIFICI PER LA PREPARAZIONE DEI CAMPIONI PER L'ESAME MACRO E MICROSCOPICO	24,5	49
CU3: DIMOSTRAZIONI IN ESAME MACRO E MICROSCOPICO	28	56
TOTALE	66,5	133
LIVELLO COMPLETO		
CU3: DIMOSTRAZIONI IN ESAME MACRO E MICROSCOPICO	7	14
TOTALE	7	14

CU/ULO – CU1: INTRODUZIONE ALL'ESAME METALLOGRAFICO MACRO E MICROSCOPICO	
LIVELLO	EQF 4 – EWF INDIPENDENTE (DI BASE)
TITOLO SOGGETTO	ORARIO MINIMO DI CONTATTO
Le tipologie di esame metallografico; condizioni di sicurezza sul lavoro durante la preparazione dei provini per gli esami metallografici	3,5 (T)
Metodi di preparazione dei campioni per l'esame macro e microscopico	3,5 (T)
Esame macroscopico e sua applicazione nella tecnologia di saldatura	3,5 (T)
Esame microscopico e sua applicazione nella tecnologia di saldatura	3,5 (T)
TOTALE	14
CARICO DI LAVORO PREVISTO	28

RISULTATI DI APPRENDIMENTO – CU1: INTRODUZIONE ALL'ESAME METALLOGRAFICO MACRO E MICROSCOPICO	
LIVELLO	EQF 4 – INDIPENDENTE EWF (BASE)
CONOSCENZA	<p>Conoscenza fattuale e ampia di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condizioni di sicurezza sul lavoro - Norme in materia di salute e sicurezza - Tipi di esame metallografico - Metodi di preparazione dei campioni - Esame macroscopico e sua applicazione nella tecnologia della saldatura - Esame microscopico e sua applicazione nella tecnologia della saldatura

RISULTATI DI APPRENDIMENTO – CU1: INTRODUZIONE ALL'ESAME METALLOGRAFICO MACRO E MICROSCOPICO

LIVELLO	EQF 4 – INDIPENDENTE EWF (BASE)
COMPETENZE	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizzare il materiale appropriato per il montaggio a caldo in conformità con le norme di sicurezza quando si eseguono esami macro e microscopici - Preparare i materiali di montaggio in conformità con l'ordine di produzione durante l'esecuzione dell'esame macro e microscopico - Scegliere i materiali per eseguire la macinazione dei campioni degli esami macro e microscopici - Eseguire la molatura e lucidatura manuale dei campioni degli esami macro e microscopici - Utilizzare la macchina per la molatura e lucidatura per preparare i campioni per gli esami macro e microscopici - Identificare le caratteristiche visive di una saldatura durante l'esecuzione dell'esame macroscopico - Determinare se la saldatura soddisfa i requisiti standard durante l'esecuzione dell'esame macroscopico

CU2: METODI SPECIFICI PER LA PREPARAZIONE DEI CAMPIONI PER L'ESAME MACRO E MICROSCOPICO

LIVELLO	EQF 6 – EWF AVANZATO (COMPLETO)
TITOLO SOGGETTO	ORARIO MINIMO DI CONTATTO
Lucidatura elettrolitica, lucidatura chimica, incisione colorata – scopo e applicazione	7(T)
Dimostrazione di lucidatura elettrolitica e mordenzatura colorata	3,5 (P)
L'analisi dell'immagine come strumento nell'esame metallografico	3,5 (T)
Dimostrazione delle capacità del programma per l'analisi delle immagini	3,5 (P)
Introduzione alla microscopia a scansione	3,5 (T)
Dimostrazione delle capacità del microscopio a scansione	3,5 (P)
TOTALE	24.5
CARICO DI LAVORO PREVISTO	49

RISULTATI DI APPRENDIMENTO – CU2: METODI SPECIFICI PER LA PREPARAZIONE DEI CAMPIONI PER L'ESAME MACRO E MICROSCOPICO

LIVELLO	EQF 6 – EWF AVANZATO
CONOSCENZA	<p>Conoscenza avanzata di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La mordenzatura ed il colore risultante in funzione della microstruttura - Lucidatura elettrolitica, lucidatura chimica, incisione colorata – scopo, applicazione e dimostrazione - I principali strumenti di analisi metallografica (microscopio ottico e microscopio elettronico a scansione) - Le potenzialità del software per l'analisi metallografica (es. acquisizione immagini, elaborazione immagini, applicazione specifica per la misurazione della dimensione del grano, quantificazione delle fasi, valutazione delle inclusioni) - Microscopio Elettronico a Scansione (SEM) e sue potenzialità (immagini ottenute da segnali secondari o back scattering) - Principi della microanalisi EDS e introduzione ad altri tipi di sonde disponibili (EBSD, WDX) - Esame frattografico e principali morfologia dei danni e meccanismo di frattura (frattura fragile o duttile, fatica, frattura intergranulare)



RISULTATI DI APPRENDIMENTO – CU2: METODI SPECIFICI PER LA PREPARAZIONE DEI CAMPIONI PER L'ESAME MACRO E MICROSCOPICO

LIVELLO	EQF 6 – EWF AVANZATO
COMPETENZE	<ul style="list-style-type: none"> - Supportare il processo di lucidatura elettrolitica e attacco colorato per materiali metallici saldati - Descrivere l'applicazione specifica della lucidatura elettrolitica, della lucidatura chimica e dell'incisione colorata, spiegandone le differenze, nella preparazione e nell'analisi dei materiali - Abbinare il processo di lucidatura e incisione con i materiali metallici e i loro giunti saldati - Spiegare le differenze tra attacco elettrolitico, chimico e colorato in termini di finitura superficiale e microstruttura del campione nella scelta del processo di esame - Spiegare il funzionamento del microscopio ottico e le sue potenzialità per lo studio delle leghe metalliche durante l'esecuzione di esami macro e microscopici - Spiegare il SEM e le sue potenzialità per lo studio delle leghe metalliche e dei loro giunti saldati

CU/ULO – CU3: DIMOSTRAZIONI IN ESAME MACRO E MICROSCOPICO

LIVELLO	EQF 5 – EWF SPECIALIZZATO (STANDARD)	EQF 6 – EWF AVANZATE (COMPLETO)
TITOLO SOGGETTO	MINIMO ORARI DI CONTATTO	MINIMO ORARI DI CONTATTO
Dimostrazione di valutazione di campioni macroscopici di articolazioni	3,5 (P)	-
Formazione pratica per l'identificazione senza ausilio di imperfezioni di saldatura su campioni macroscopici	7(P)	-
Esercitazioni pratiche nella preparazione dei campioni	3,5 (P)	-
Norme per la valutazione della qualità dei giunti realizzati mediante saldatura e tecniche correlate	3,5 (T)	-
Formazione pratica per l'identificazione della struttura del campione microscopico	3,5 (P)	-
Dimostrazione di diversi tipi di strutture microscopiche	3,5 (P)	3,5 (P)
Dimostrazione delle modalità di preparazione dei campioni per l'esame metallografico	3,5 (P)	3,5 (P)
TOTALE	28	7
CARICO DI LAVORO PREVISTO	56	14



RISULTATI DI APPRENDIMENTO – CU3: DIMOSTRAZIONI IN ESAME MACRO E MICROSCOPICO		
LIVELLO	EQF 5 – EWF SPECIALIZZATO (STANDARD)	EQF 6 – EWF AVANZATO (COMPLETO)
CONOSCENZA	<p>Conoscenza approfondita e specializzata di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metodo di preparazione dei campioni per l'esame macro e microscopico - Processi di attacco - La norma relativa alla valutazione della qualità dei giunti saldati - Capacità di determinazione dei guasti con confronto dell'immagine di riferimento (standard). - Valutazione degli aspetti macro e microscopici dei provini e delle loro giunzioni saldate - Individuazione di imperfezioni di saldatura su provini macroscopici - Identificazione di strutture in campioni microscopici 	<p>Conoscenza avanzata di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Classificazione delle principali tipologie di strutture metallografiche (es. ferrite, austenite, martensite, ecc.) osservate al microscopio ottico - Interpretazione delle diverse regioni di un giunto di saldatura (metallo base, zona termicamente alterata, zona di saldatura) nelle diverse leghe metalliche (acciaio al carbonio e bassoalegato, acciaio inossidabile, lega di alluminio, lega di rame, lega di titanio) - Acquaforse colorata applicata alla classificazione delle strutture metallografiche speciali (analisi dell'immagine e percentuale della struttura metallografica) - Identificazione di caratteristiche specifiche (es. solfito, carburo, ossido) nelle precipitazioni (es. dimensione, numero)
COMPETENZE	<ul style="list-style-type: none"> - Preparare il provino per l'esame macroscopico in base al tipo di materiale (metallo o polimero) - Preparare il campione per l'esame microscopico - Analizzare un campione macroscopico di un giunto saldato di materiale metallico - Spiegare la qualità della saldatura in base alle caratteristiche visive dell'aspetto della saldatura in correlazione con i requisiti della norma di saldatura (secondo WPS) - Analizzare un campione macroscopico di una saldatura - Identificare l'imperfezione della saldatura e stabilirne la causa presente nel campione macroscopico secondo lo standard di qualità (ISO 6520 e ISO 5817) 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinare i principi della preparazione micrografica (taglio, molatura, lucidatura e attacco) durante l'esecuzione dell'esame metallografico - Interpretare le strutture metallografiche delle principali leghe metalliche (acciaio al carbonio e bassoalegato, acciaio inossidabile, lega di alluminio, lega di rame, lega di titanio) in base al materiale e allo stato del materiale - Spiegare la trasformazione metallurgica avvenuta nel giunto di saldatura durante l'esecuzione dell'esame metallografico - Spiegare le principali criticità riscontrate nel giunto di saldatura durante l'esecuzione dell'esame metallografico - Spiegare il funzionamento del microscopio ottico durante l'esecuzione dell'esame metallografico - Spiegare le potenzialità del SEM per lo studio delle leghe metalliche durante l'esecuzione dell'esame metallografico