

Validazione tramite **campagna di test di pressurizzazione su uno scambiatore di calore sperimentale realizzato in additive manufacturing**

Ing. Federico Brunelli Garuti
Functional & Mechanical Test Manager



CHI SIAMO

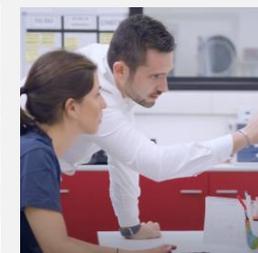
TEC Eurolab è un laboratorio di terza parte per le prove sui materiali: indipendente, imparziale e accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018 e NADCAP.

Centro di eccellenza per prove di laboratorio e controlli non distruttivi, siamo in grado di affiancare ogni azienda manifatturiera nella ricerca e nel raggiungimento dei massimi standard di qualità e sicurezza dei propri prodotti e processi.

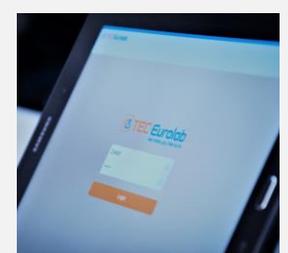
Possiamo aiutarti su ogni richiesta specifica.



TESTING



FORMAZIONE



CERTIFICAZIONE

I NOSTRI NUMERI

3 stabilimenti

85 collaboratori

5.000 mq area testing

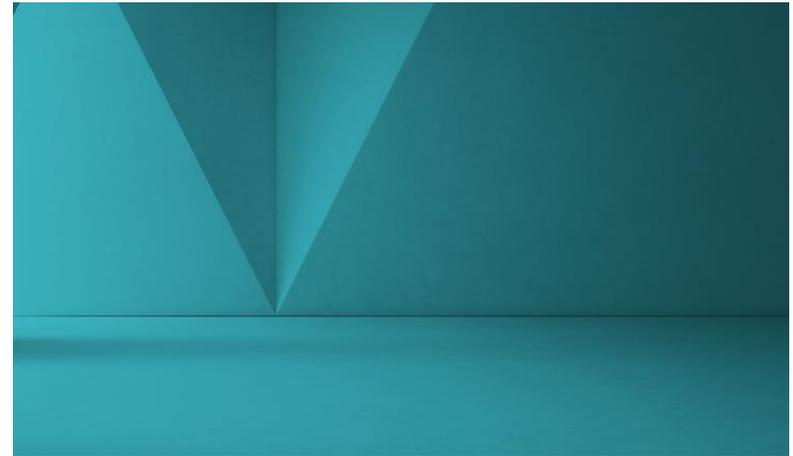


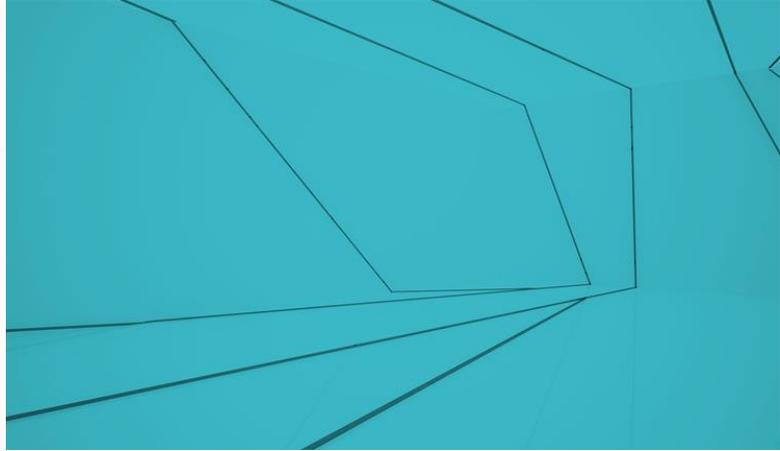
PROCESSI

Additive manufacturing
Compositi
Saldatura
MOCA

SERVIZI

Analisi chimiche
Analisi metallurgiche
Prove meccaniche
Failure analysis
Prove non distruttive
Tomografia industriale
Analisi dimensionali
Prove ambientali e funzionali
Ispezione processi speciali
Certificazione processi e personale
Corsi di formazione





ACCREDITAMENTI

ISO 9001:2015

EN 9100: 2018

17025:2018 - ACCREDIA

17024:2012 - ACCREDIA

17065:2012 - ACCREDIA

NADCAP AC 7101 for Materials Testing

NADCAP AC 7114 for Non Destructive Testing

GE Aviation

Leonardo Aircraft

Leonardo Helicopters

PERSONALE TECNICO

Ingegneri dei materiali

Ingegneri meccanici

Chimici

Fisici

Metallurgisti

NDT 3rd Livello

NDT 2nd Livello

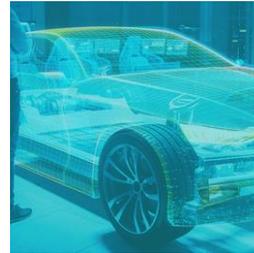
IWI - International Welding Inspectors

IWE - International Welding Engineers

IWT - International Welding Technologists



SETTORI SERVITI



AUTOMOTIVE AND RACING



AEROSPACE AND DEFENCE



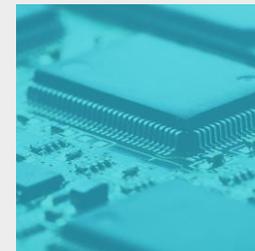
BIOMEDICALE



GENERAL INDUSTRIES



FASTENERS



ELETTRONICO

ADDITIVE MANUFACTURING: PROCESSO SPECIALE

L'AM è destinata a rimanere e a penetrare nelle tecnologie tradizionali: dalla prototipazione rapida alla produzione medio-bassa con altre tecnologie.

Le variabili possono essere considerate essenziali o meno, a seconda del tipo di materiale e della tipologia di funzione che il componente dovrà svolgere nella sua vita d'uso

PARAMETRI DI
PROCESSO

CARATTERISTICHE DEL
MATERIALE

FUNZIONE E
CONDIZIONI D'USO
DEL COMPONENTE

PROCESSO «SPECIALE»

la corrispondenza tra output e requisiti deve essere verificata durante tutte le fasi e non solo al termine del processo stesso.

L'omissione delle verifiche intermedie diventa evidente solo dopo che il prodotto è in uso o il servizio è stato fornito

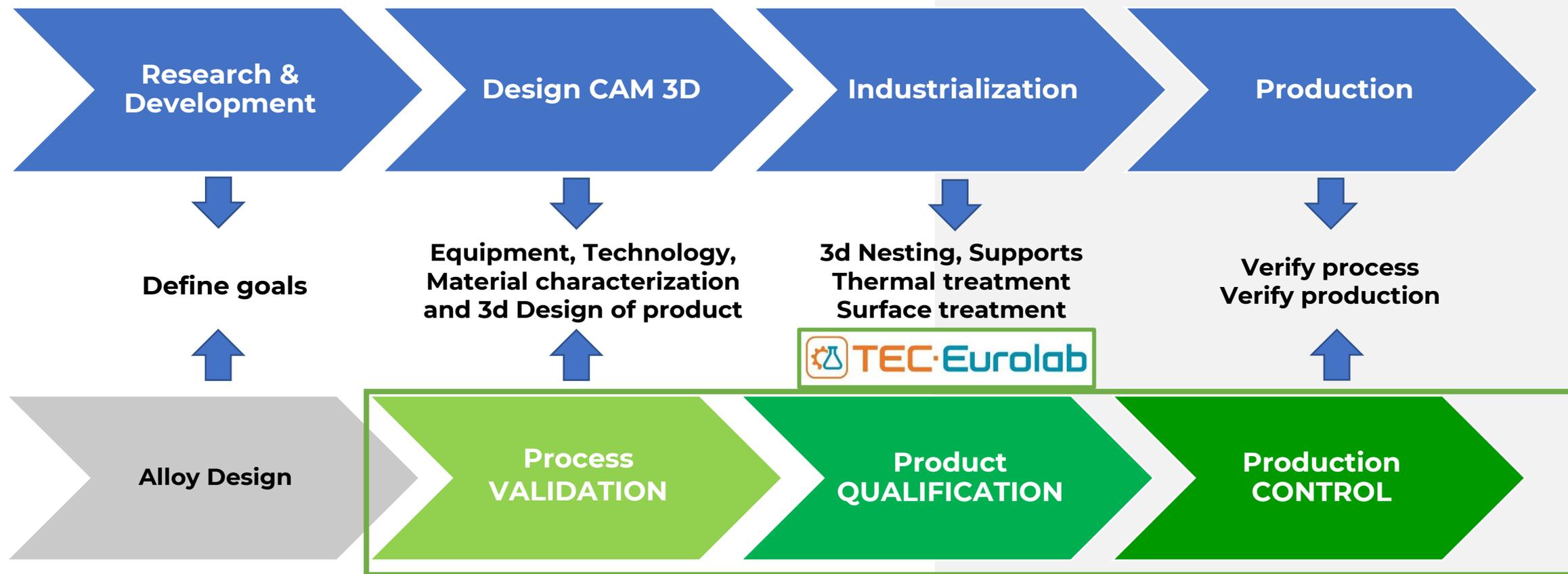
VARIABILE «ESSENZIALE»

di primaria importanza per il processo; una piccola variazione della variabile stessa genera un cambiamento sensibile nel processo

VARIABILE «NON ESSENZIALE»

non ha una profonda influenza sull'output finale del processo

ADDITIVE MANUFACTURING: LE FASI DEL PROCESSO



POLVERE

CAMPIONE MATERIALE

COMPONENTE

- Prove fisiche**
- Flow rate
 - Densità apparente
 - Granulometria
 - Morfologia (SEM)
 - Composizione chimica

- Controlli dimensionali**
- Geometria
 - Rugosità

- Prove fisiche**
- Densità
 - Composizione chimica

- CND**
- Difetti interni (pori, lacks of fusion..) (CT)

- Prove meccaniche**
- Statiche
 - Dinamiche
 - Tensioni residue

- Metallografia**
- Microstruttura
 - Porosità
 - Durezza
 - Failure analysis

- Controlli dimensionali**
- Geometria
 - Rugosità

- CND**
- Difetti interni (pori, lacks of fusion..) (CT)

- Prove meccaniche custom**
- Sollecitazione meccanica multi-assiale
 - Fatigue Endurance Test

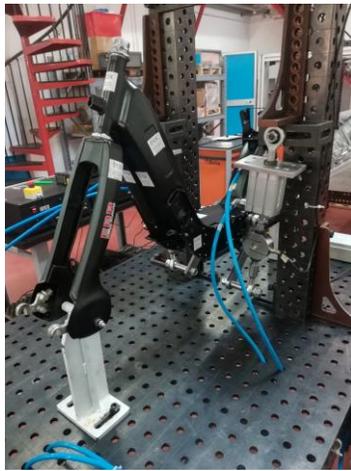
- Prove ambientali-funzionali**
- Thermal Shock Test
 - Verifica deformazioni indotte da variazioni termiche

- Prove Termofluidodinamiche**
- Burst Pressure
 - Pressure Cycling
 - Flow Test

PROCESSO DI OTTIMIZZAZIONE

- 8 Banchi prova modulari per setup customizzati
- Più di 20 attuatori pneumatici ed elettromeccanici (da 50N a 30kN)
- 4 sistemi prova per l'esecuzione di test static e dinamici (da 1kN a 500kN)

Test meccanici statici e dinamici



- Sistemi ausiliari la preparazione ed esecuzione di test customizzati in olio ed acqua ed aria
- Banco prova oleodinamico per test in pressione pulsata fino a 350bar
- Sistemi di prova pneumatici per l'esecuzione di prove statiche e dinamiche fino a 30bar
- Sistemi di generazione del vuoto per vacuum test static e dinamici

Test termofluidodinamici



Analisi di laboratorio

Materiale (metallurgia / analisi chimico-fisiche / test meccanico del materiale)

TEST ENGINEERING

Ispezione – Analisi geometriche (NDT Techniques/Tomografia/Metrologia)

NDT Dept.

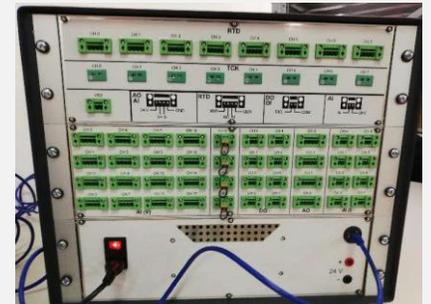
- 4 camere climatiche ausiliarie per il condizionamento dell'ambiente di prova anche durante i test termofluidodinamici (Temperature da -80°C a 180°C, controllo RH, Dimensioni fino a 2mq)
- Thermal Shock Chamber (Temp - 70°C/+220°C | -80°C/+100°C)

Environmental testing



- 5 sistemi di controllo ed acquisizione real time (fino a 4 assi di controllo indipendenti e simultanei, fino a 40 canali in acquisizione)
- 4 sistemi di acquisizione specifici (strain gauges, termocoppie, accelerometri, sensori di pressione, trasduttori di forza ecc., fino a 16 in contemporanea)

Sistemi di controllo ed acquisizione



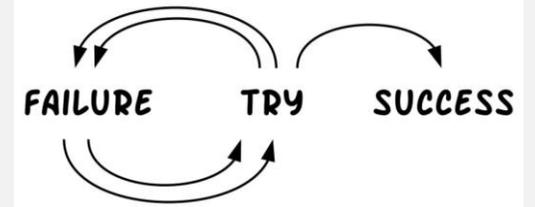
TEST ENGINEERING: QUALI VANTAGGI PER IL CLIENTE

- Il componente può svolgere la funzione per cui è stato progettato, senza incorrere in malfunzionamenti o danni che potrebbero pregiudicare il funzionamento?
- È possibile identificare i punti critici nella progettazione? (interazione materiale-geometria-funzione)
- È possibile verificare rapidamente l'effetto di un'eventuale modifica progettuale del componente, non solo tramite simulazione, ma anche con un test custom?

❑ ACCELERA IL TIME TO MARKET



Conferma rapida delle simulazioni con dati reali;



❑ QUALITÀ PREVENTIVA



Meno ritorni dal campo, intercetto prima potenziali failure

❑ RIDUZIONE DEI COSTI



Validazione sub-componenti fornitori; riduzione costi riprogettazione assemblato finale

❑ SEMPLIFICA SCELTA MAKE OR BUY



Soluzioni di prova modulari e flessibili per soddisfare necessità di test non ricorrenti

TECNOLOGIE DI PRODUZIONE HEAT EXCHANGERS



FABBRICAZIONE CONVENZIONALE

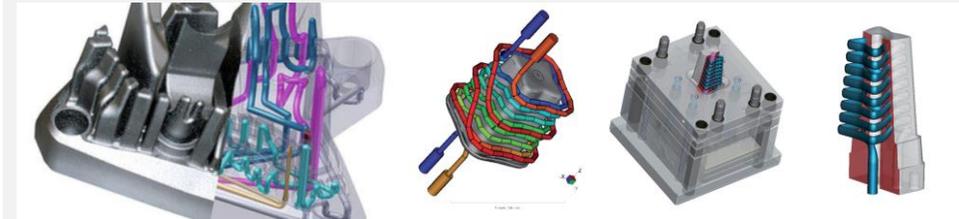
- Geometria vincolate
- Limitata riduzione peso e volumi
- Componenti monofunzionali

FABBRICAZIONE ADDITIVA

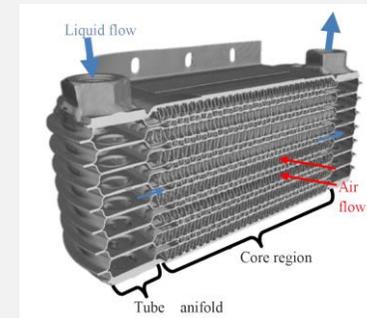
- Geometria complesse
- Marcata riduzione peso e volumi
- Componenti polifunzionali



CONFORMAL COOLING



AM HEAT EXCHANGERS



- Effetto della **rugosità superficiale**
- **Difetti** generati durante il processo di produzione
- **Deviazione delle caratteristiche geometriche** rispetto al design originale
- Verificare delle caratteristiche di **integrità strutturale** del componente
- Problematiche di **pulizia e rimozione della polvere residua** del processo di stampa



ADDITIVE MANUFACTURING PER HEAT EXCHANGERS

POLVERE

CAMPIONE MATERIALE

COMPONENTE

Test su scambiatore fluido-fluido (Air Cooling – Oil Cooling)



Test	Tipologia di verifica
Controllo non distruttivo dimensionale	Verifica difettologica del processo
Leak test	Integrità strutturale
Proof e Burst	Integrità strutturale
Pressure cycling	Integrità strutturale
Pressure Drop (Flow control)	Verifica funzionale
Heat transfer	Verifica funzionale

CND

- Difetti interni (pori, lacks of fusion..) (CT)

Prove Termofluidodinamiche

- Burst Pressure
- Pressure Cycling
- Leak Test
- Pressure Drop Test

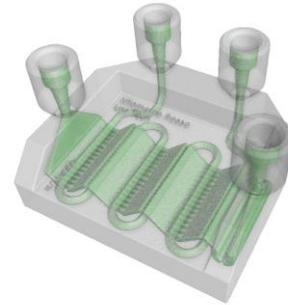
I test eseguiti sull'HEAT EXCHANGER devono essere pensati sia per verificare le caratteristiche principali degli scambiatori di calore, sia per intercettare le eventuali problematiche tipicamente riconducibili ai processi di additive manufacturing. È quindi necessario strutturare una campagna che per possa far emergere difettosità, porosità, punti deboli ecc. anche in zone generalmente non sospette in componenti realizzati in tecnologia tradizionale.

ANALISI NON DISTRUTTIVA: CONTROLLO PRELIMINARE

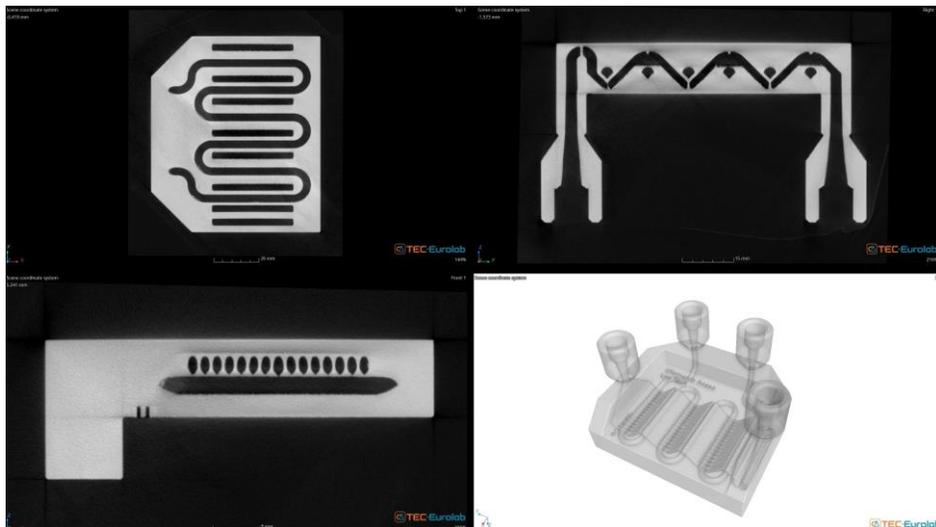
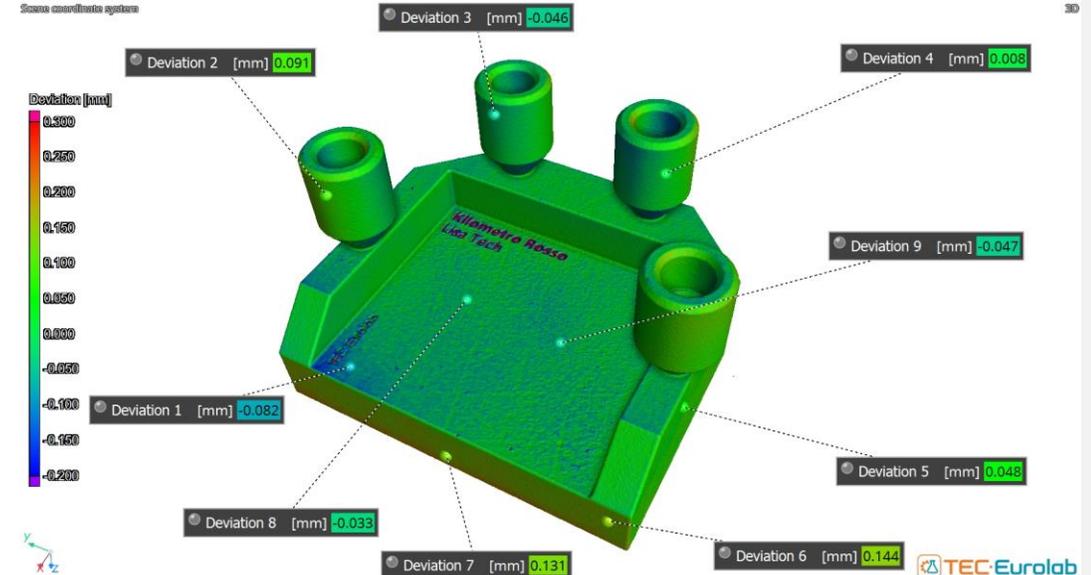
POLVERE

CAMPIONE MATERIALE

COMPONENTE



CAD COMPARISON ANALYSIS



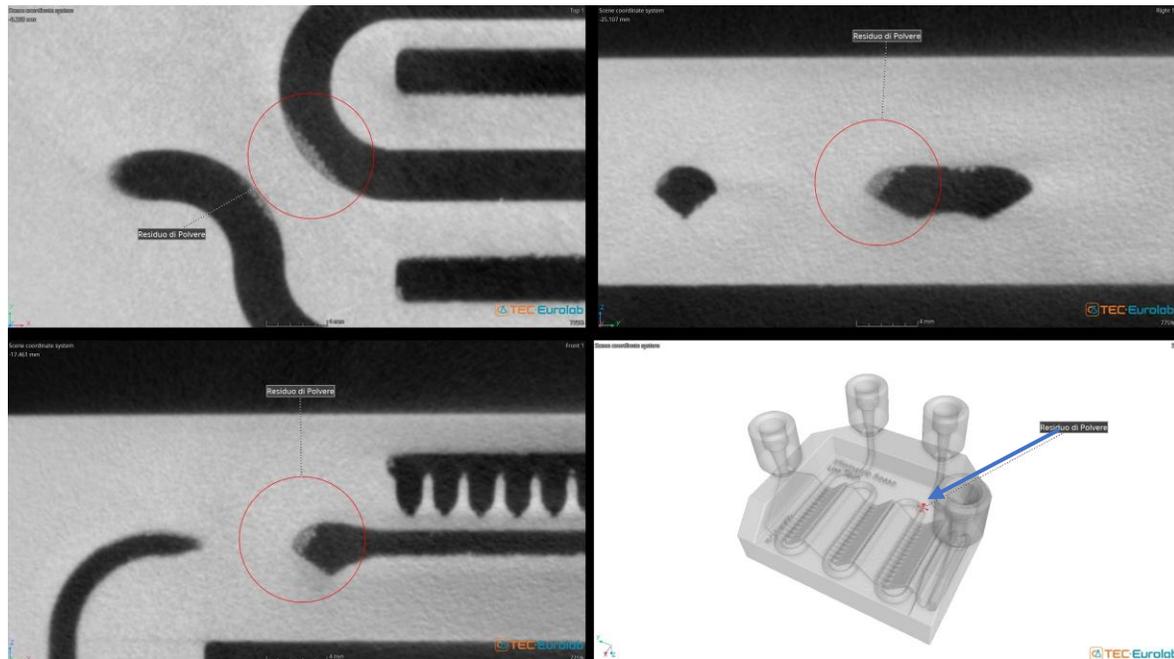
ANALISI NON DISTRUTTIVA: CONTROLLO PRELIMINARE

POLVERE

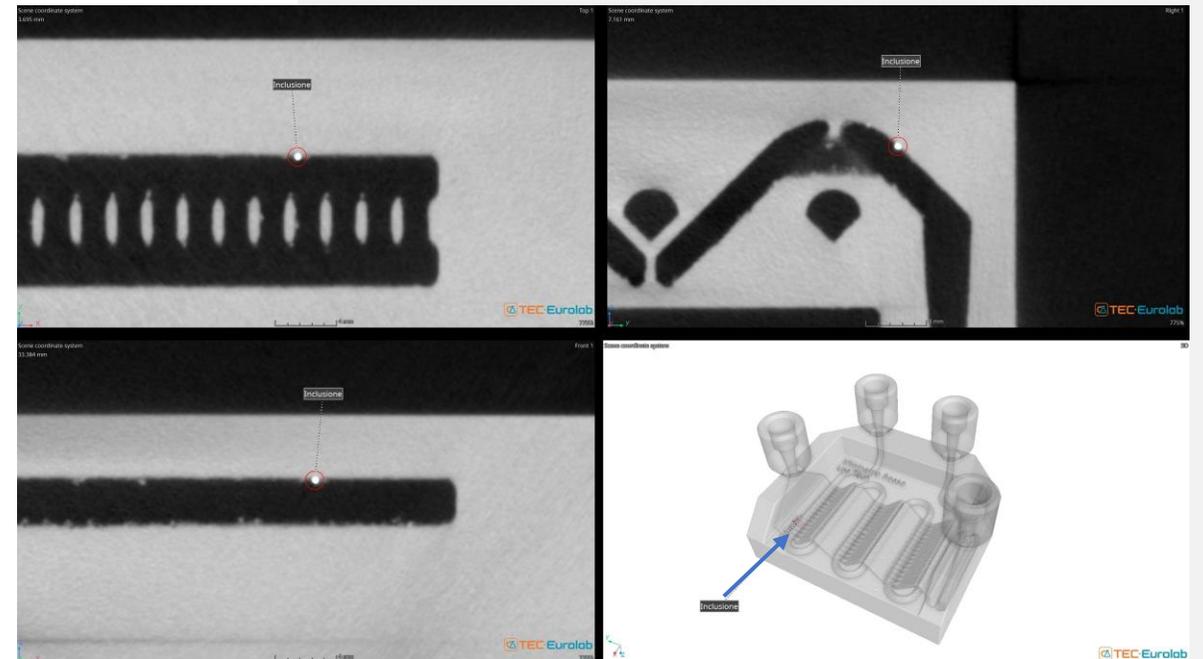
CAMPIONE MATERIALE

COMPONENTE

TRAPPED POWDER



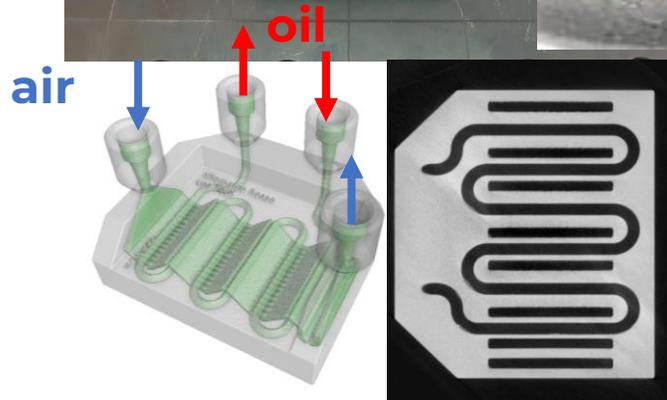
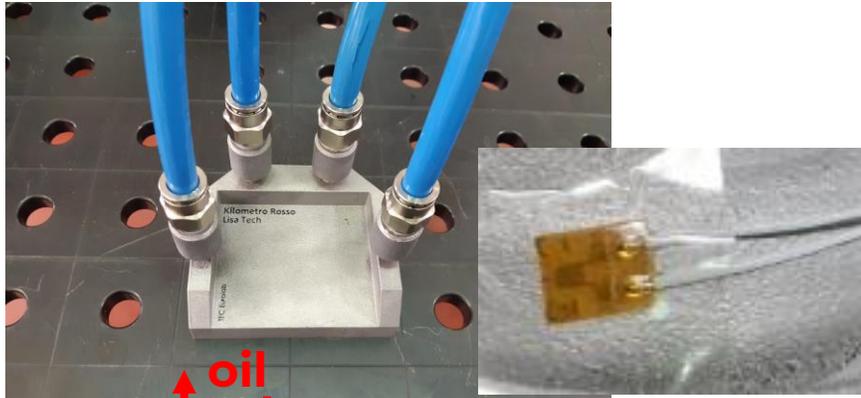
INCLUSIONE A DENSITÀ PIÙ ELEVATA



TEST: PRESSURE CYCLING ENDURANCE TEST

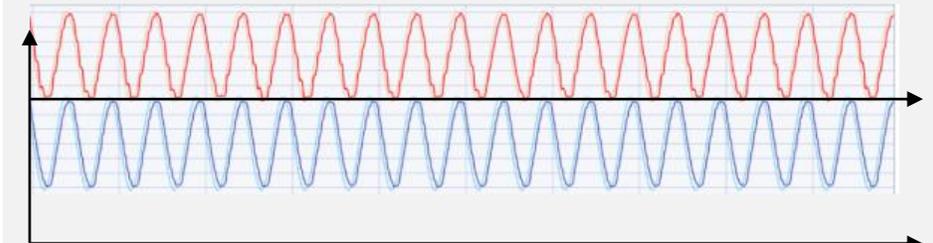


PRESSURE CYCLING SU DUE CONDOTTI



PARAMETRI DI PROVA	
Tipologia di prova	Pressurizzazione ciclica
Frequenza cicli pressione [Hz]	3 Hz
Cicli setpoint Temperatura di prova	45.000 25±1°C

Pressure



Time

- Utile per valutare la resistenza del componente finito sottoposto ad un'applicazione di carico affaticante.
- Il controllo sincronizzato di più sistemi consente lo studio anche con sovrapposizione di effetti, derivanti dall'interazione tra i circuiti

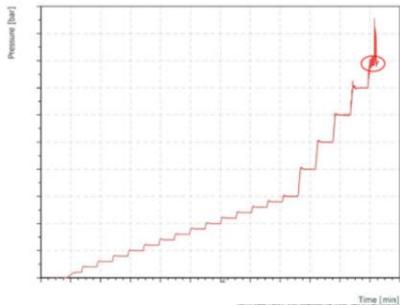
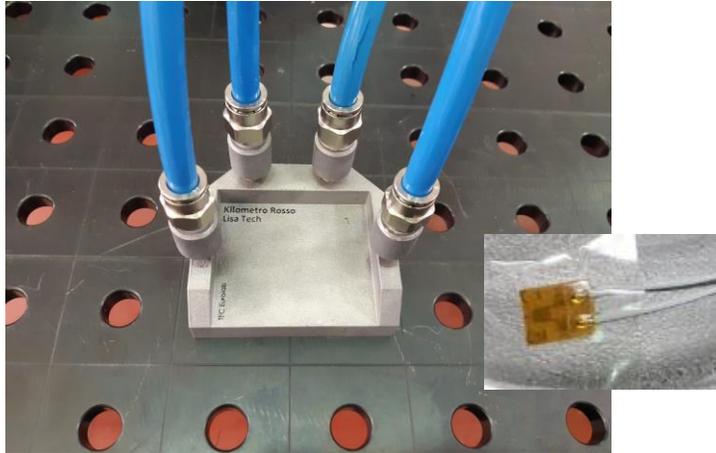
TEST: TEST DI TENUTA (LEAK TEST)



PARAMETRI DI PROVA	
Tipologia di prova	Leak test
Pressione di test in fase stabilizzata	2 bar
Temperatura di test	25 +-1 °C +80 +-1°C -40+-1°C

- Verifica di difettologie e porosità dovute al processo di stampa
- Test eseguibile a basse pressioni rispetto a quella di lavoro
- Indagine possibile a temperature controllate
- Consigliabile eseguire il test all'inizio di una eventuale campagna di prove ed in momenti intermedi per verificare eventuali danneggiamenti causati dalle sollecitazioni imposte
- Test da eseguire anche al termine dell'iter di test del componente

TEST: PROOF & BURST TEST

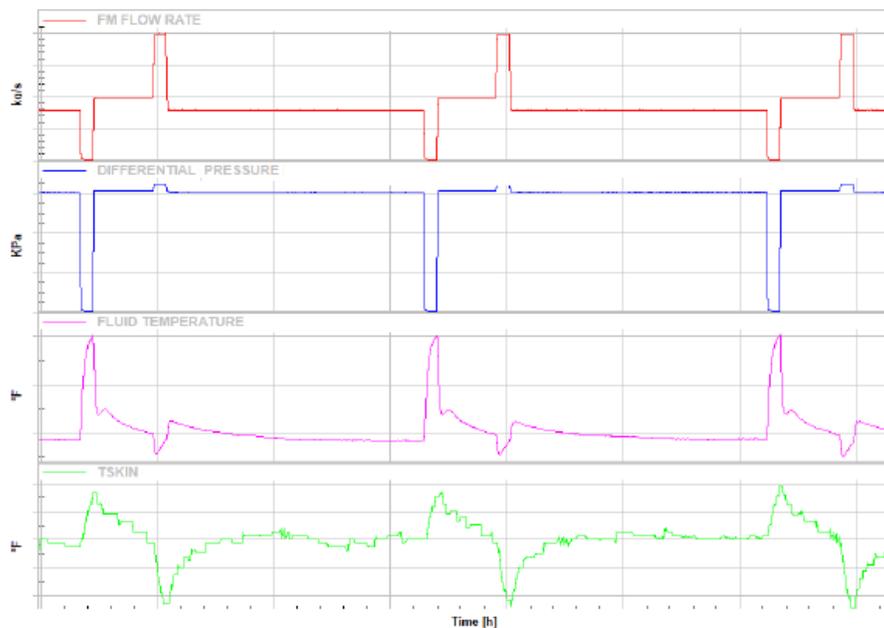


PARAMETRI DI PROVA

Tipologia di prova	Proof pressure test e burst test
Pressione di test	30bar
Temperatura di test	80+-1°C

- Proof e burst utili per la verifica della resistenza meccanica del campione od il suo limite massimo di pressione sopportabile
- Test eseguibile in temperatura controllata simile a quelle operative del componente od estreme previste da progetto
- Tale analisi può essere accompagnata da acquisizioni estensimetriche per la valutazione locale di stress/strain.

TEST: VERIFICA DROP PRESSURE IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO



PARAMETRI DI PROVA

Tipologia di prova	Flow test e pressure drop analysis
Pressione di test	Valutazione del pressure drop monte/valle
Flow rate	Secondo ciclo programmato secondo funzionamento
Temperatura ambientale di test	Campagne eseguite da -80°C a 180°C
Temperatura fluido (aria) di test	Campagne eseguite da Tamb fino a 150°C

- La prova funzionale ha lo scopo di verificare le prestazioni del componente nelle in condizioni di lavoro
- In questo caso si è studiato il pressure drop tra l'inlet e l'oulet del circuito aria imponendo un ciclo di portata.
- Sono state inoltre verificate le temperature di fluido operante, ambientale e di superficie del materiale

VANTAGGI PER IL CLIENTE

-  **ACCELERA IL TIME TO MARKET**  Esecuzione prove preliminari su prototipi durante fasi sviluppo; la prova prototipale segue il componente prototipale
-  **QUALITÀ PREVENTIVA**  Test rapido e cost effective; check prodotto con prove rapide prima di campagne prova più estese
-  **RIDUZIONE DEI COSTI**  Raccolta dati reali per validare più rapidamente simulazioni (sensorizzazione per digital twin)
-  **SEMPLIFICA SCELTA MAKE OR BUY**  MAKE → MESI per sistema chiavi in mano + formazione personale + costi gestione
BUY → GIORNI per progettazione soluzione modulare (riduzione rischio cliente)

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

LE NOSTRE SEDI

Viale Europa, 40 - Campogalliano (MO) Italy

Via Grieco, 91 - Campogalliano (MO) Italy

Via Della Resistenza, 7/5 - Campogalliano (MO) Italy

T: + 39 059 527775

info@tec-eurolab.com

www.tec-eurolab.com

Ing. Federico Brunelli Garuti
Functional & Mechanical Test Manager
brunelli@tec-eurolab.com