



TEC EUROLAB
WE MAKE YOU FEEL SURE

CASE STUDY

Tomografia industriale computerizzata

Tecnologie a confronto nell'ispezione
di componenti ad alta densità

TEC EUROLAB. Part of the Sideius Galaxy



SIDEIUS



Introduzione

Il contesto manifatturiero e le nuove tecnologie produttive, quale ad esempio l'Additive Manufacturing, hanno portato via via alla realizzazione di componenti sempre più complessi e realizzati in leghe di materiali sempre a più alta densità. Il mondo del testing ha quindi dovuto adattarsi a questo contesto e sviluppare tecnologie in grado di analizzare questa ampia gamma di prodotti sempre nuovi e sfidanti per gli addetti al settore.

Seguendo questa direzione ed accompagnando i clienti a spingersi sempre un passo in avanti nell'innovazione di processo, TEC Eurolab ha ampliato il suo Centro Tomografico dotandosi di un acceleratore lineare da 6MeV (DIONDO D7 3,5-6,0 MeV), il quale va a completare il parco strumenti fino ad ora costituito dai due sistemi tomografici:

- NSI X5000 240 KV in grado di scansionare particolari di dimensioni contenute con una risoluzione Voxel dell'ordine dei 10um
- NSI X7500 450 KV in grado di scansionare componenti massivi di dimensioni pari a 1500mm x 500mm.

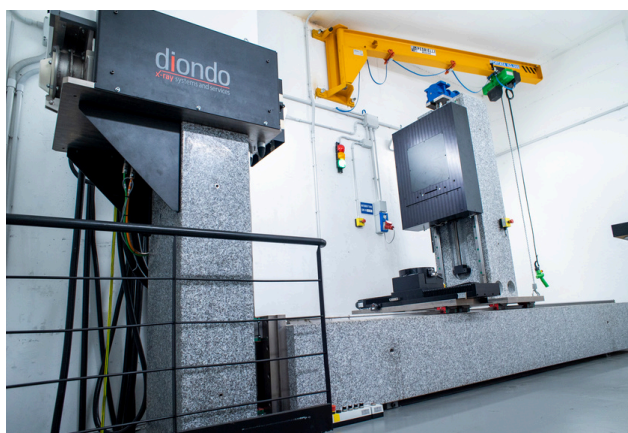
Scopo di questo case study è quello di mettere a confronto i due sistemi più potenti installati nel nostro Centro Tomografico (DIONDO D7 Vs. NSI X7500) scansionando lo stesso componente ed effettuando sia una comparazione difettologica sia una comparazione in termini di estrazione dell'STL, evidenziando come la potenza della sorgente impiegata possa influenzare l'esito del controllo.

Oggetto di analisi



Dimensioni [mm]	
diametro esterno (mm)	271
diametro interno (mm)	91
altezza (mm)	84

Strumentazione



DIONDO LINAC D7 3,5-6,0 MeV

- Manipulator: 6-axes granite-based
- Variable FDD: 1500 - 4000 mm
- Scanning Envelope: D = 1000 mm, H = 2000 mm
- Max payload: 200 kg
- Max dose rate: 2.5 Gy/min @ 3 MeV, 9.0 Gy/min @ 6MeV
- High resolution Line Detector Array: length 600 mm, pixel pitch 200 μ m
- 3K Flat Panel Detector 4343 HE: active area 417 x 417 mm, pixel pitch 139 μ m



NSI X7500 450 kV

- Scan volume: D = 1500 mm, H = 3000 mm
- Max Payload: 250 kg
- Max resolution: 70 μ m

Source: Varian HPX 450-11

- X-Ray Tube Typology: closed, minifocus
- Maximum Voltage: 450 kV
- Maximum power: 1500 W
- Focal spot size: 0,4 μ m

Flat Panel Detector: PE XRD 1621 AN14 ES

- Pixel Pitch: 200 μ m
- Sensible Surface: 400x400 mm
- Maximum Acquisition Speed: 15 fps - 30 binning
- Greyscale resolution: 16 bit
- Scintillator: DRZ + (Gadox)

LDA Detection Technology 0.4iHE2-922

- Pixel Pitch: 400 μ m
- Length: 92 cm
- Integration time: 30 - 1550 fps

Parametri di scansione

	NSI X7500		DIONDO D7 6MeV LINAC	
CT Scan	Flat Panel (FDP)	Linear Detector (LDA)	Flat Panel (FDP)	Linear Detector (LDA)
Voltaggio	450 kV	450 kV	6 MeV	6 MeV
Pixel Pitch	0,2 mm	0,4 mm	0,139 mm	0,2 mm
Magnification	1,37	1,33	1,095	1,149

Approccio di TEC Eurolab

Scopo della scansione è quello di verificare se all'interno del manufatto sono presenti indicazioni riconducibili a discontinuità interne alla superficie del componente.

Sul componente vengono eseguite:

 **Analisi difettologica**

 **Estrazione STL**

Analisi difettologica

Si è proceduto a scansionare il componente utilizzando i due sistemi sopracitati, utilizzando in entrambi una modalità di scansione Cone Beam con detector flat panel le cui caratteristiche sono riportate in tabella 2. Si sono impostati i parametri di scansione al fine di ottenere:

- **Scansione NSI X7500:** miglior ingrandimento geometrico possibile compatibilmente con l'impostazione di una scansione in modalità mono-detector e di conseguenza una risoluzione del Voxel ricostruito pari a 146 μm .
- **Scansione DIONDO D7:** minor ingrandimento geometrico possibile per poter ridurre al minimo l'effetto del blurring sull'immagine, risoluzione del Voxel ricostruito pari a 139 μm e potenza impostata a 6MeV per garantire il completo attraversamento da parte del fascio a raggi X del componente.

Come si può notare dalle sezioni tomografiche documentate qui di seguito all'interno del componente è presente un'indicazione riconducibile ad una discontinuità di materiale interna alla superficie del componente, la quale si estende radialmente lungo tutto l'arco di circonferenza del disco interno dell'ingranaggio, con una profondità in direzione trasversale pari a 8,29 mm.

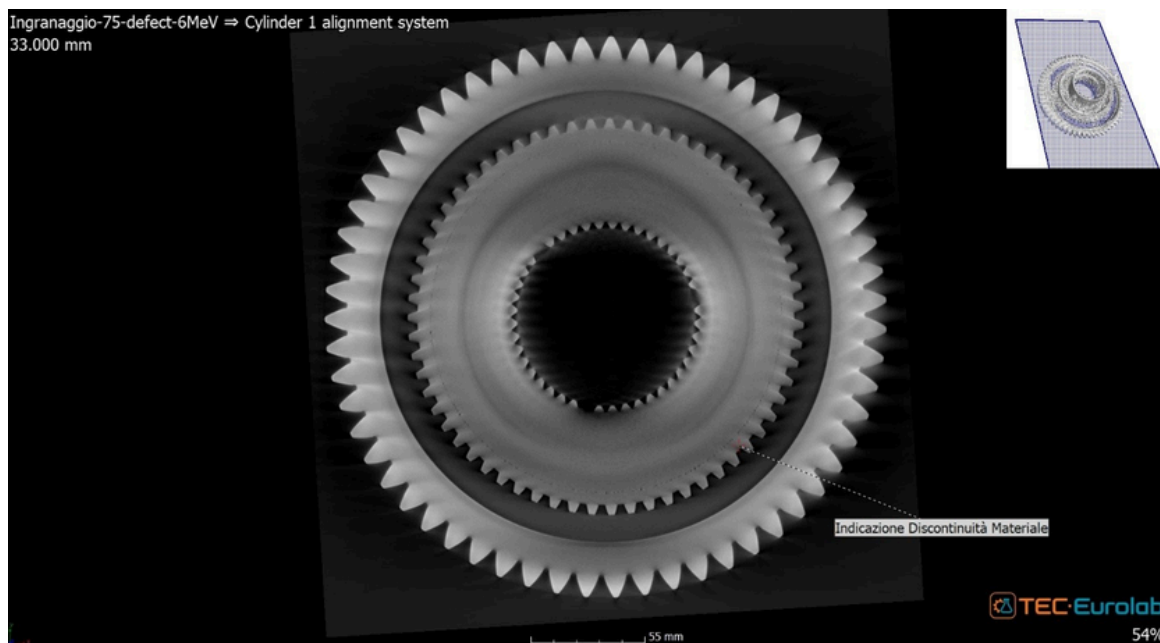


Figura 2

Sezione tomografica ottenuta tramite sistema NSI X7500 – Modalità FDP

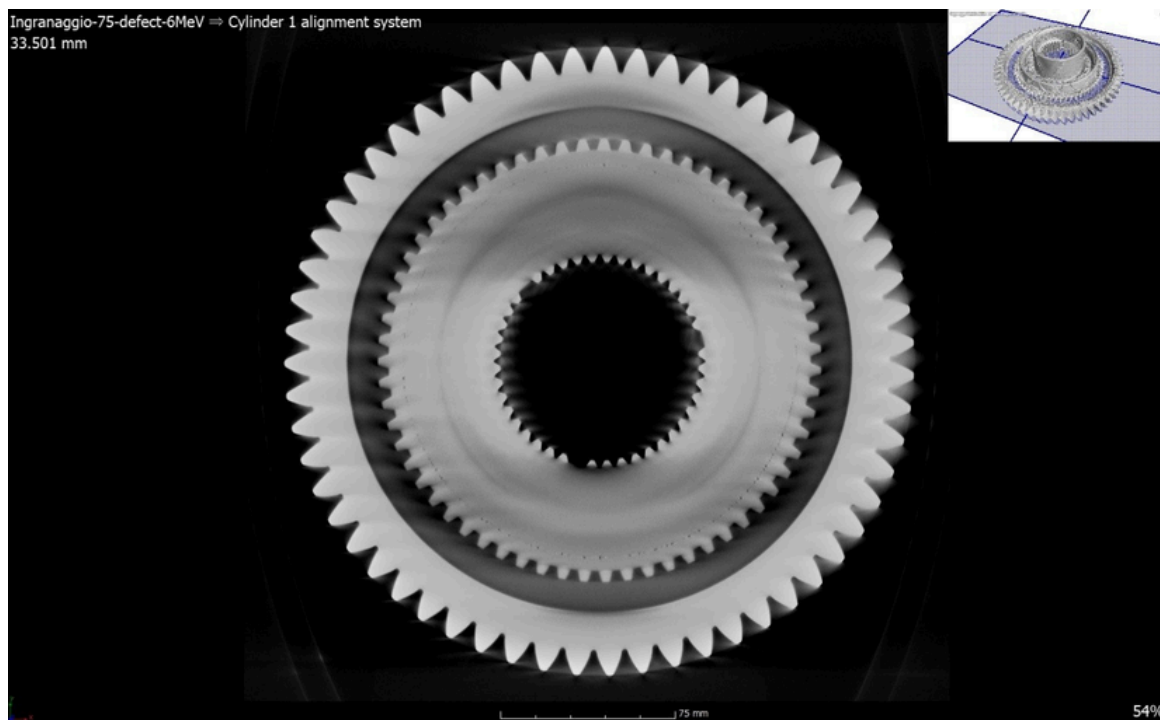


Figura 3

Sezione tomografica ottenuta tramite sistema DIONDO D7 6MeV LINAC – Modalità FDP

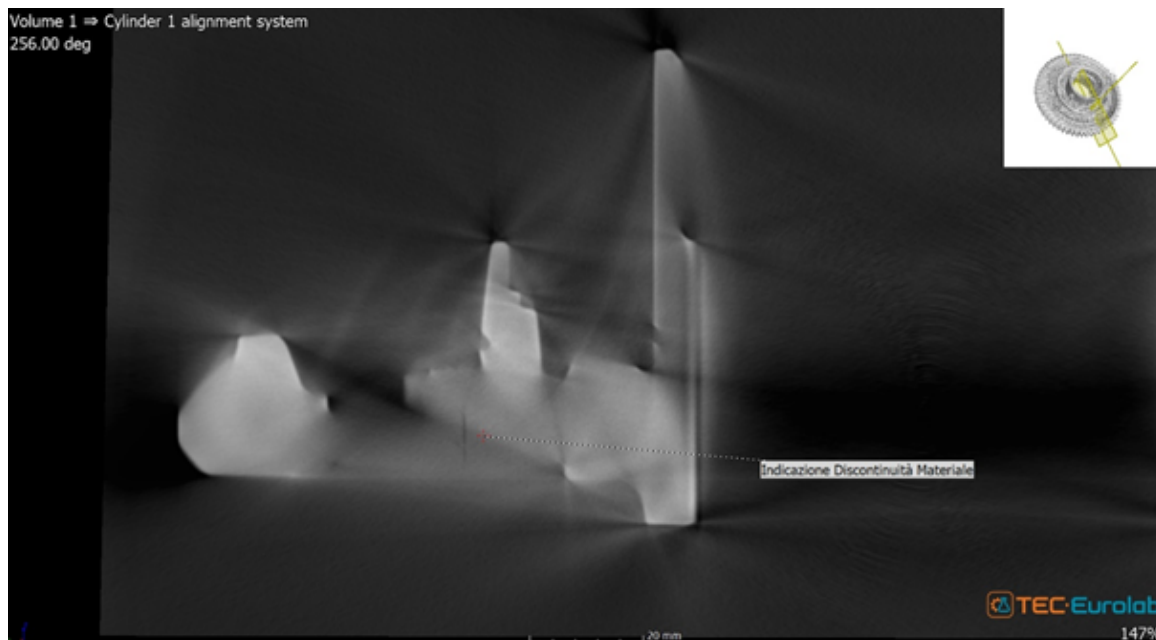


Figura 4

Sezione tomografica ottenuta tramite sistema NSI X7500 – Modalità FDP

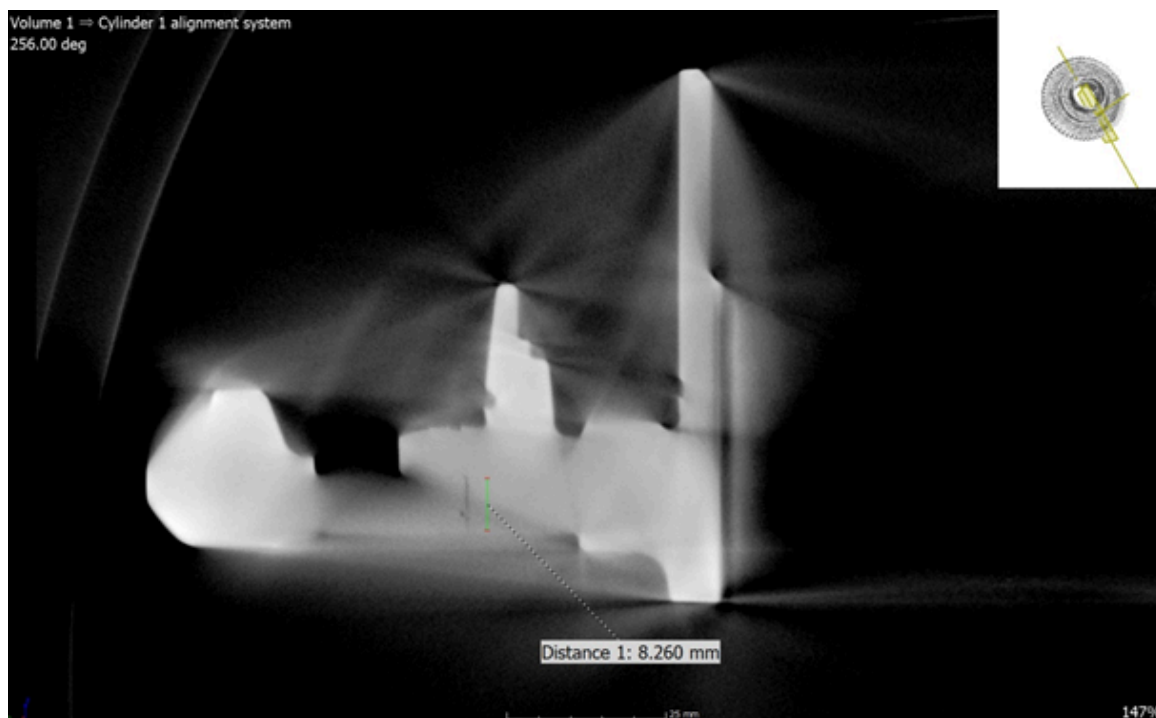


Figura 5

Sezione tomografica ottenuta tramite sistema DIONDO D7 6MeV LINAC – Modalità FDP

Risultati

La scansione eseguita con sistema NSI X7500 permette di individuare la parte della discontinuità più estesa ma a causa dello scattering generato sull'immagine non permette l'individuazione corretta dello sviluppo frastagliato dell'indicazione stessa. Non è altresì possibile determinare in modo univoco l'estensione dell'indicazione o garantire l'assenza di indicazioni secondarie aventi dimensioni minori a causa dell'elevato disturbo presente nell'immagine.

La scansione eseguita con sistema Diondo Linac D7 permette al contrario di ottenere una chiara e definita visione della morfologia del difetto in tutto il suo sviluppo. L'immagine tomografica risulta pulita ed univocamente interpretabile, consentendo l'eventuale individuazione di indicazioni secondarie.

Estrazione STL

A differenza dell'analisi difettologica, per ottenere la superficie del componente e successivamente poter estrarre il file STL della stessa, si è proceduto ad utilizzare come detector un LINEAR DETECTOR ARRAY di cui entrambi i sistemi sono dotati. Le caratteristiche dei due detector sono riportate in tabella 2. La scelta di procedere con questa tecnologia è dettata dai molteplici vantaggi che questa dimostra nell'ottenimento di immagini prive di scattering e artefatti che potrebbero andare ad alterare la superficie ricostruita; vantaggi che derivano dalla collimazione del detector e dal fatto che si passa dall'utilizzo di una tecnica "cone beam" ad una tecnica "fan beam". Questa differenza si traduce in una maggior collimazione del fascio di raggi X, volta a tagliare dalla radiazione in uso la parte di fascio non direttamente incidente sull'oggetto (e sul detector), la quale è una delle maggiori responsabili del rumore di immagine che si può apprezzare in prossimità delle superfici nel caso in cui i parametri di scansione non siano scelti accuratamente.

Possiamo notare come la superficie calcolata sul volume tomografico ottenuto tramite scansione con il sistema NSI X7500 presenti numerosi artefatti dovuti ad una mancanza di informazione, in termini di livelli di grigio, i quali inficiano la ricostruzione della superficie. Per contro, visionando la superficie ottenuta tramite la scansione tomografica realizzata tramite acceleratore lineare DIONDO D7, vediamo come il contrasto sia ben definito in prossimità delle superfici esterne, tale da garantire una corretta acquisizione del dato superficie ed una esportazione fedele delle caratteristiche geometriche del componente.

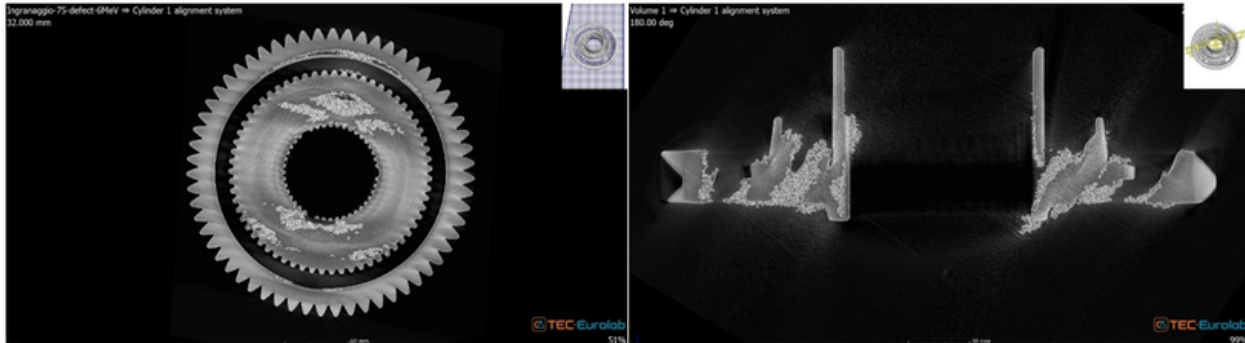


Figura 6

Sezione tomografica ottenuta tramite sistema NSI X7500 – Modalità LDA

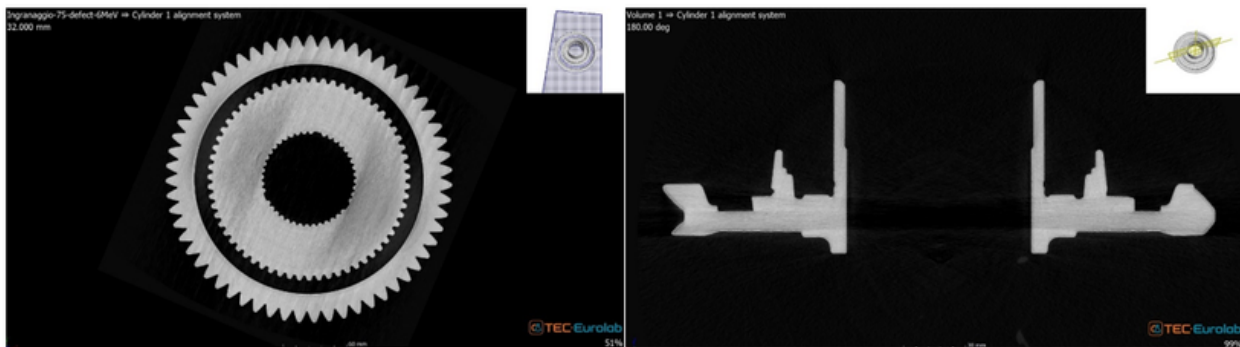


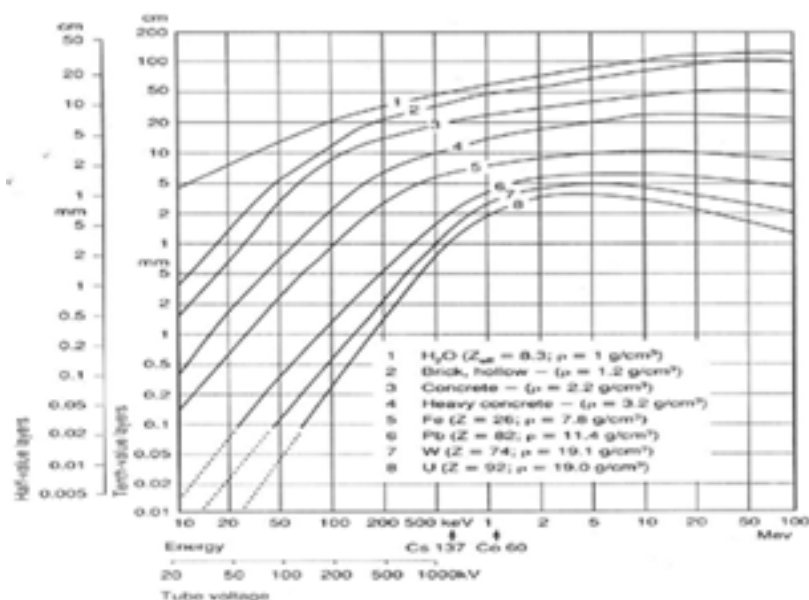
Figura 13

Sezione tomografica ottenuta tramite sistema DIONDO D7 6MeV LINAC – Modalità LDA

Conclusione

In un contesto normativo quasi totalmente assente, in cui le tecniche tomografiche sviluppate dai service provider e costruttori di sistemi tomografici sono dettate dall'esperienza e dalle conoscenze dei tecnici che operativamente eseguono i test, è sempre più importante interrogarsi a fondo e analizzare nel dettaglio il tipo di output con cui si viene a contatto nel momento in cui si visiona un volume tomografico.

Come mostrato dal grafico sotto riportato, un fascio di raggi X può attraversare una combinazione di materiale e spessore ben definita per ottenere immagini di buona qualità che possano garantire la corretta rilevabilità delle eventuali discontinuità presenti.



È l'ingombro il fattore limitante? Non in questo caso, poiché la qualità dell'immagine dipende dalla combinazione dello spessore di materiale con la sua densità. Più il componente è realizzato con materiali ad alta densità più sarà elevata la potenza necessaria per poter attraversare spessori di parete equivalenti. Questo studio mette in luce come da un'errata valutazione della potenza da dover utilizzare per analizzare un determinato componente, possa derivare una valutazione parziale di una difettosità. Nel caso dell'analisi dimensionale, la situazione si complica ulteriormente in quanto la superficie, qualora il dato sia incompleto, deve essere ricostruita "manualmente" dall'operatore, compromettendo la ripetibilità di misura. Nei casi peggiori si potrebbe eseguire una investigazione parziale di aree limitate, perdendo completamente le informazioni relative alla parte più massiva. Risulta pertanto evidente come manufatti fabbricati con materiali molto densi, risultino facilmente ispezionabili con sistemi ad alta energia (DIONDO D7 3,5-6,0 MeV) mentre risulti particolarmente complesso (nel caso dell'analisi dimensionale, addirittura impossibile) ottenere risultati univoci e ripetibili utilizzando sistemi con potenza inferiore al MeV.

TEC Eurolab, la business unit di SIDEIUS dedicata al testing distruttivo e non distruttivo, si pone come punto di riferimento del settore, garantendo l'ispezione di componenti di tutte le tipologie, da pochi KV a 6,0 MeV, con personale qualificato di II° e III° Livello per EN 9712 / EN 4179 / NAS 410, all'interno di un laboratorio di Controlli Non Distruttivi accreditato 17025/ NADCAP.

Per altri contenuti simili iscriviti a
One Orbit | La newsletter di SIDEIUS



[Iscriviti qui](#)



TEC EUROLAB
WE MAKE YOU FEEL SURE



SIDEIUS
EMPOWERING EXCELLENCE

SIDEIUS SRL

Viale Europa 40, 41011 Campogalliano (MO), Italia

www.tec-eurolab.com

059 527775

info@sideius.com

