



Alessandro Bordignon

**La Valutazione dello stato di conservazione ed efficienza
delle tubazioni in esercizio :**

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI CON ONDE GUIDATE

Introduzione

L'entrata in vigore del D.M. 329/04 :” Regolamento recante le norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'articolo 19 del D.L. 25 Febbraio 2000 n. 93” , impone all'art. 16 punto c) comma 2, la valutazione dello stato di conservazione ed efficienza delle tubazioni.

Introduzione

Tutte le regole per la valutazione sono contenute nella norma
UNI TS 11325/1:

“Attrezzature a pressione – messa in servizio e utilizzazione delle attrezzature e degli insiemi a pressione – parte 1 relativa alla valutazione dello stato di conservazione ed efficienza delle tubazioni in esercizio ai fini della riqualificazione periodica di integrità. “

Introduzione

Proprio per questo e relativamente all'applicazione più semplice è stata ratificata la norma UNI TS 11317 : “ Controllo di tubazioni in acciaio fuori terra mediante onde guidate a propagazione assiale”. Lo spirito di tale norma è quello di dare una chiara informazione sulle capacità ma anche sui limiti del controllo per poterlo utilizzare nel modo più corretto possibile.

Nel maggio del 2008 anche l' I.S.P.E.S.L. ha voluto dare il suo contributo in materia con la stesura della linea guida relativa al controllo di tubazioni in esercizio con il metodo delle onde guidate.

Il metodo

Il metodo di ispezione di tubazioni mediante onde guidate opera un controllo non distruttivo sul 100% della tubazione alla ricerca di difetti .

Si tratta di un metodo di screening che effettua un'analisi qualitativa dello stato di conservazione della tubazione . Il controllo deve essere integrato anche dai controlli puntuali classici , (tradizionali o avanzati), nei punti critici evidenziati dallo stesso.

L'apparecchiatura utilizzata non è altro che uno speciale strumento ultrasonoro multi canale.

Il sistema è di tipo pulse – echo ed il segnale viene trasmesso e ricevuto da un elevato numero di sonde fissate su un anello – trasduttore che abbraccia l'intera circonferenza del tubo ispezionato.

L'eccitazione delle sonde genera delle onde di Lamb con frequenza compresa fra i 10 e i 35 Khz che si propagano secondo dei modi ben precisi in direzione assiale scansionando l'intera circonferenza per alcune decine di metri.

Il metodo

I difetti più comuni che si possono rilevare con questo metodo sono:

- Corrosione localizzata;
- Corrosione distribuita;
- Corrosione su supporti;
- Fessurazioni circolari;
- Gruppi di vaiolature;
- Grandi fessurazioni nelle saldature;
- Difetti di saldatura (difetti di penetrazione, disallineamenti,).

Funzionamento del sistema

Si tratta di un sistema pulse-eco.

Un anello di trasduttori di ingombro limitato viene applicato direttamente a contatto con la tubazione senza bisogno di accoppiante e viene eccitato mediante un generatore di forma d'onda che produce delle onde ultrasoniche a bassa frequenza.

Le onde si propagano lungo la tubazione e generano delle riflessioni dovute alla variazione di impedenza acustica della stessa in presenza di discontinuità.

Un sofisticato software collegato al generatore di forma d'onda e all'anello di trasduzione permette di interpretare le riflessioni ottenute ad un operatore qualificato.

Funzionamento del sistema

Sistema di traduzione



Funzionamento del sistema

Apparecchiatura completa
Applicata ad una tubazione



Considerazioni sul funzionamento

L'eccitazione dell'anello di trasduttori produce diversi tipi di onde e diversi modi di vibrazione delle stesse nella tubazione.

Per comprendere correttamente il metodo ed il funzionamento bisognerebbe rifarsi a quelle che vengono chiamate curve di dispersione.

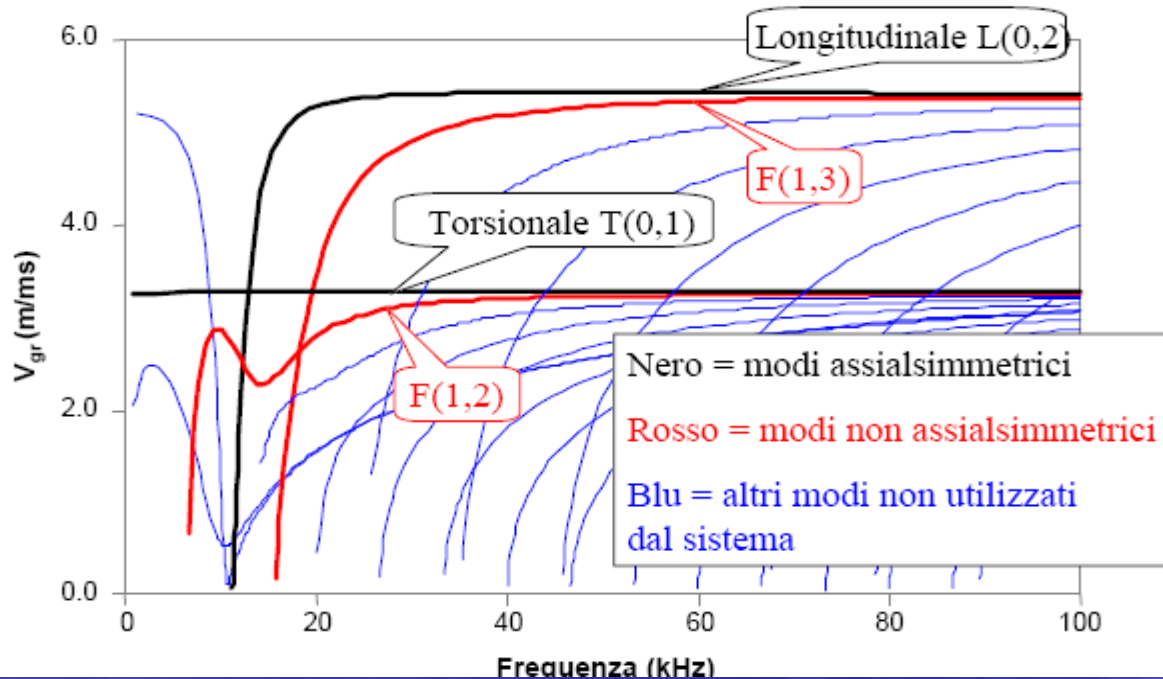
Per semplicità diciamo che in questo di metodo i 2 modi di vibrazione che sono particolarmente utili sono:

- Il modo torsionale $T (0,1)$ presente a tutte le frequenze e con velocità costante che è di tipo assial-simmetrico. Questo primo modo è quello che viene utilizzato per determinare quella che chiameremo in seguito variazione di sezione trasversale.
- Il modo flessurale $F (0,1)$ che non è presente a tutte le frequenze e che è di tipo non assial-simmetrico. Questo modo viene utilizzato per determinare quella che chiameremo in seguito distribuzione circonferenziale.

Considerazioni sul funzionamento

In dettaglio

In un tubo sono presenti molti tipi diversi di onde



Vantaggi

Il vantaggi principali di questo metodo di ispezione sono principalmente quelli che da un unico punto si possono controllare lunghi tratti di tubazione e che non si necessita del fermo impianto.

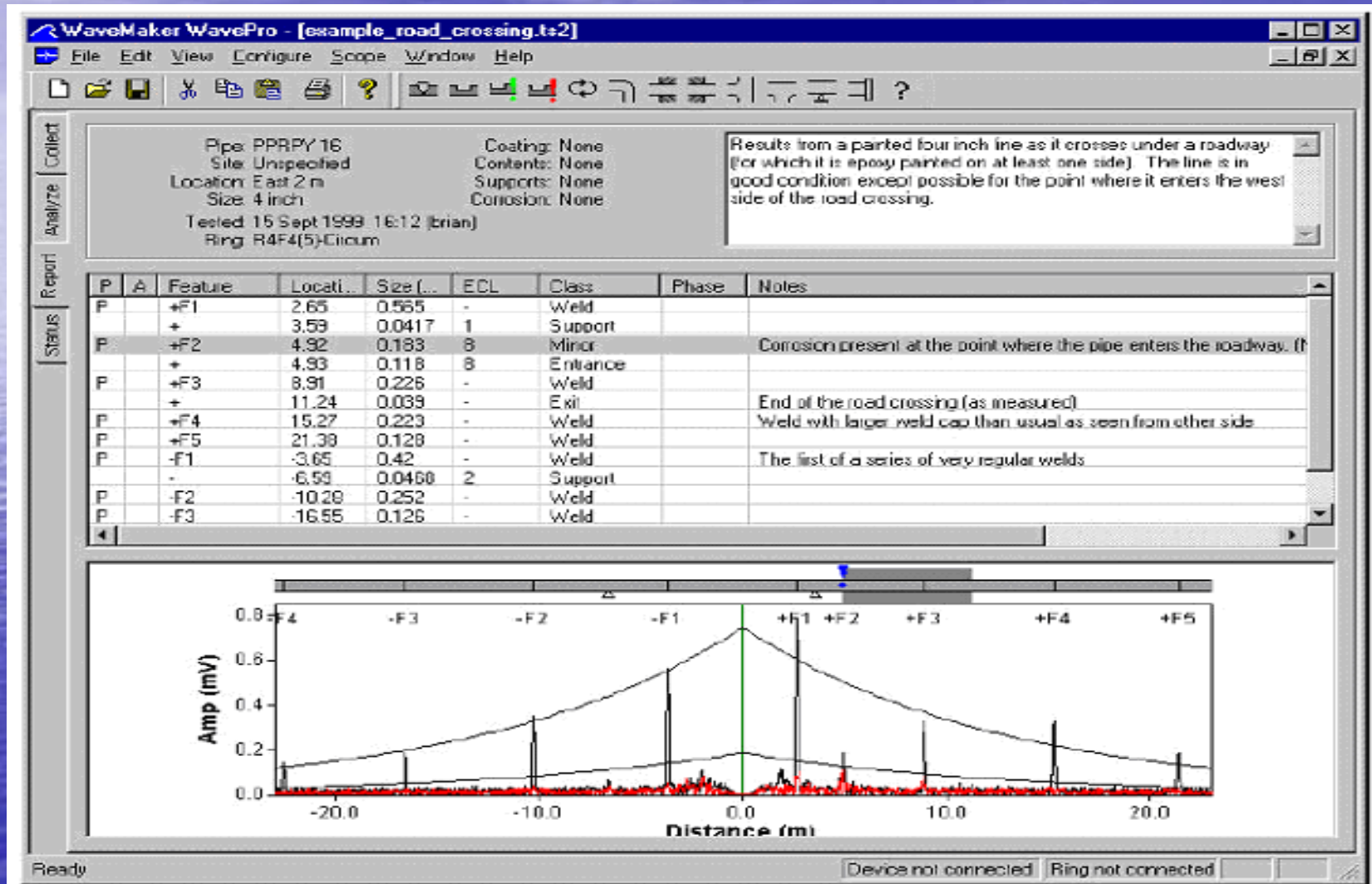
Ciò risulta particolarmente utile per il controllo:

- Tubazioni coibentate perché il coibente viene rimosso in parti limitate;
- Ispezione di tratti interrati ,(lo scavo viene limitato alla sola zona di posizionamento del sistema di trasduzione);
- Ispezione di tratti incamiciati ;
- Ispezione di attraversamenti viari;
- Ispezione di penetrazione di pareti;
- Ispezione di tratti sopraelevati o di difficile accesso;

Risultati

Le riflessioni generate dalle variazioni di impedenza acustica della tubazione in presenza di discontinuità, vengono elaborate e rappresentate mediante un sofisticato software e il risultato è quello mostrato nella diapositive seguenti:

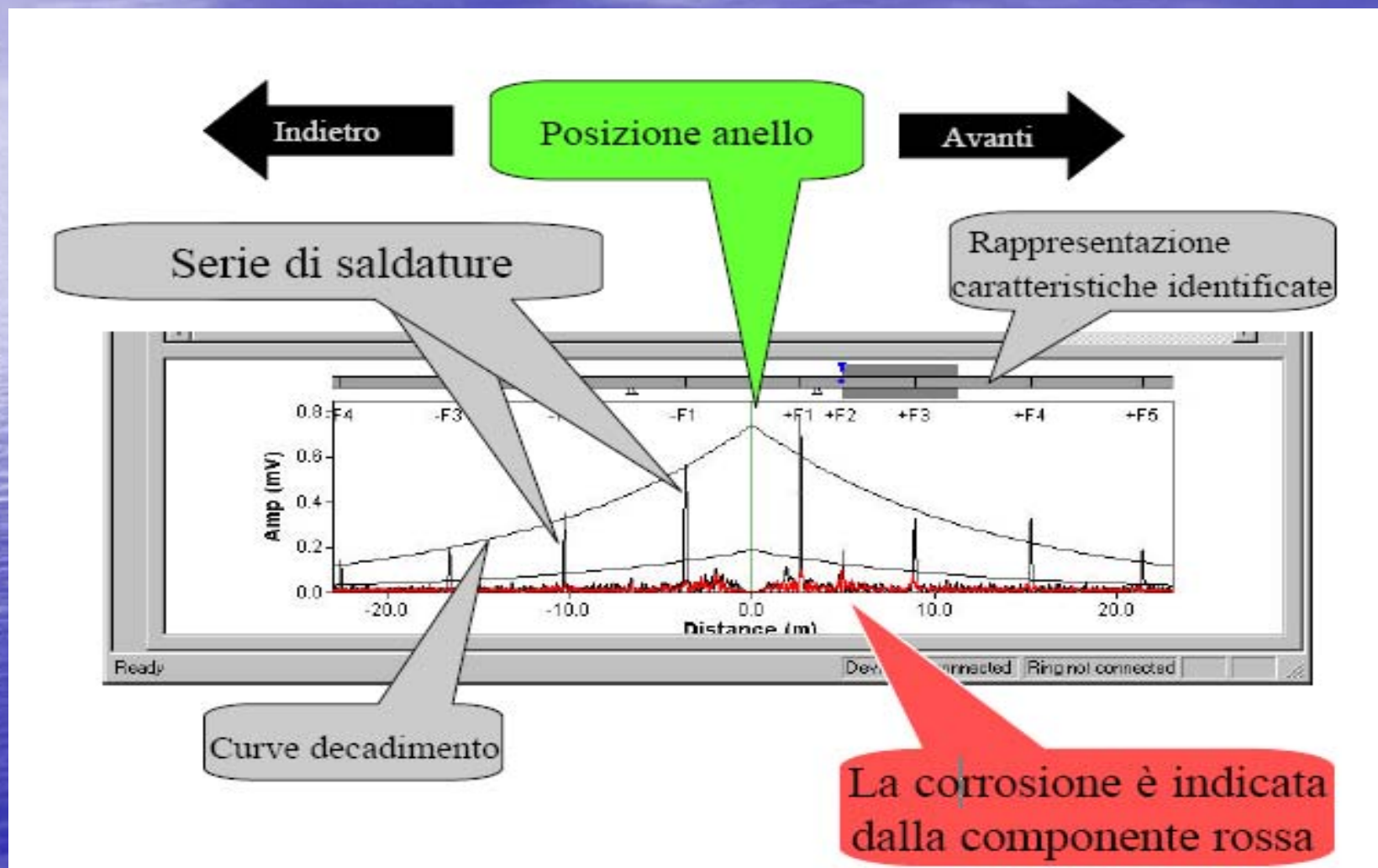
Rappresentazione dei risultati



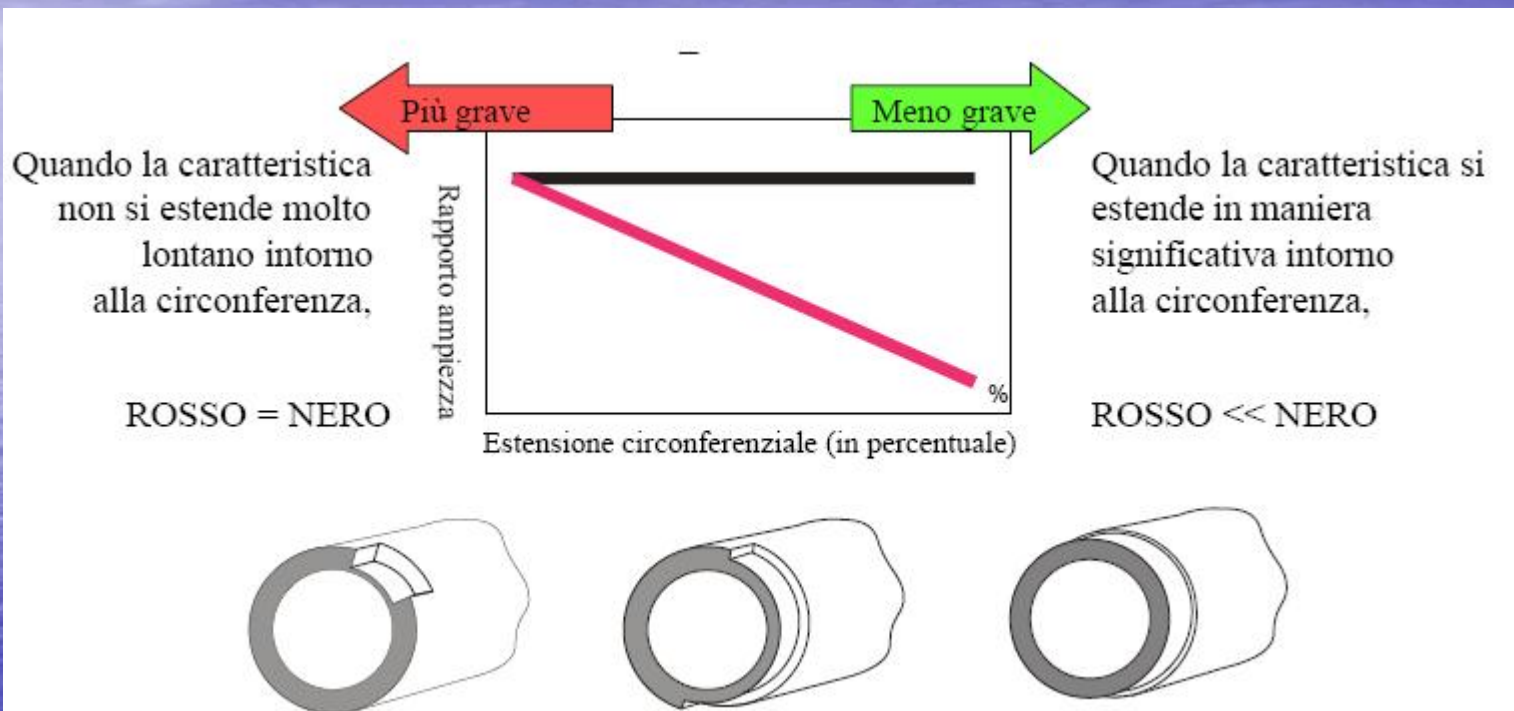
Lettura semplificata dei risultati

- Ogni variazione di sezione trasversale dovuta ad una caratteristica notevole , (saldatura, supporto, ecc), o ad una discontinuità della tubazione produce una variazione di impedenza acustica della stessa;
- Ogni variazione di impedenza acustica produce una riflessione delle onde ultrasoniche a bassa frequenza inviate dal sistema di trasduzione lungo entrambe le direzioni della tubazione;
- Tali riflessioni vengono interpretate dal software come dei picchi di diverso colore. Il picco di colore nero rappresenta la variazione di sezione trasversale dovuta alla caratteristica notevole o alla discontinuità incontrata, mentre il picco di colore rosso rappresenta la concentrazione della stessa. (nel caso dell'apparecchiatura utilizzata).
- L'operatore qualificato è in grado di valutare i picchi e di determinare quali sono quelli da investigare. Questo in base a criteri determinati da un corretto utilizzo del software, dall'esperienza e da indicazioni precise date dal cliente. Il software, infatti, se usato correttamente, consente di valutare in percentuale sia la variazione di sezione trasversale che la concentrazione dei picchi, (discontinuità).. Il cliente può dare delle indicazioni relativamente alla criticità delle discontinuità trovate. L'esperienza dell'operatore è fondamentale perché dal comportamento dei picchi riesce a valutare gli stessi.

Esempio di interpretazione dei risultati



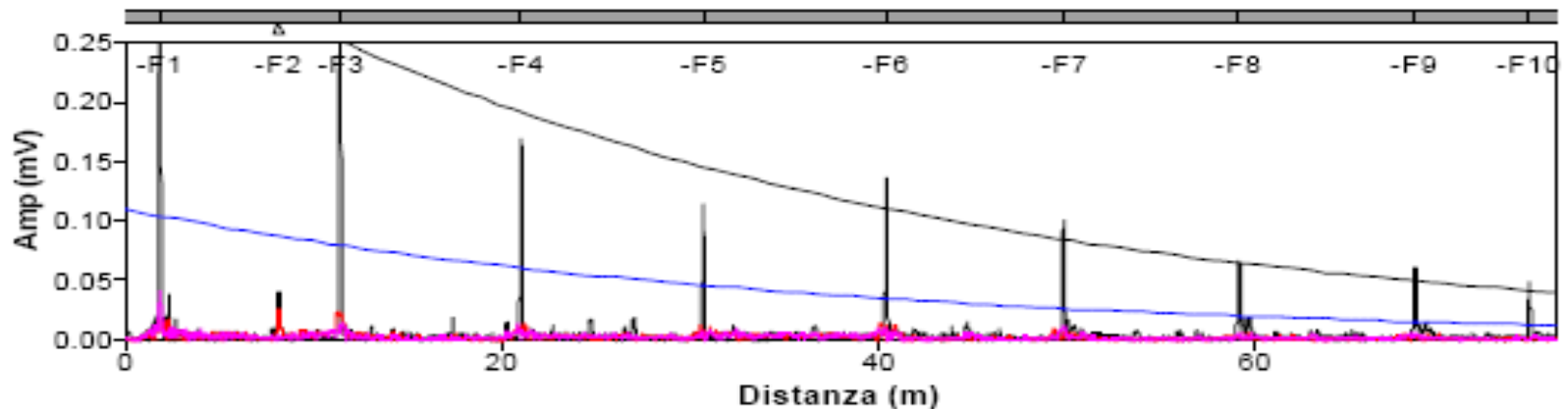
Valutazione dei risultati



Esempi

Condizioni ideali Linea frangiflutti

- Nei tubi a vista dritti e in buone condizioni, è possibile ispezionare rapidamente tratti molto lunghi



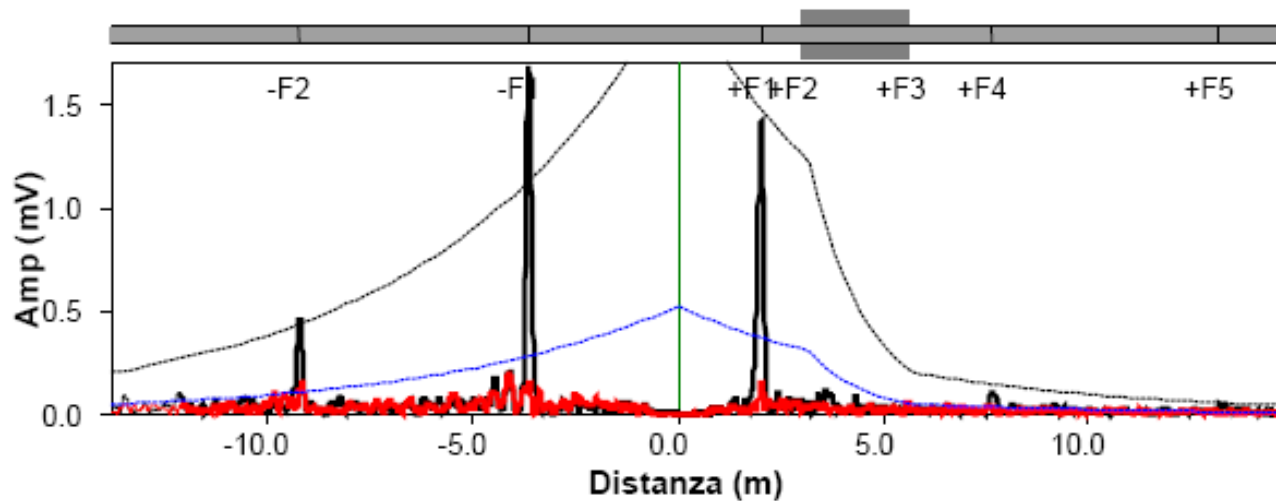
Funzionamento

Tubi che attraversano una parete in terra I



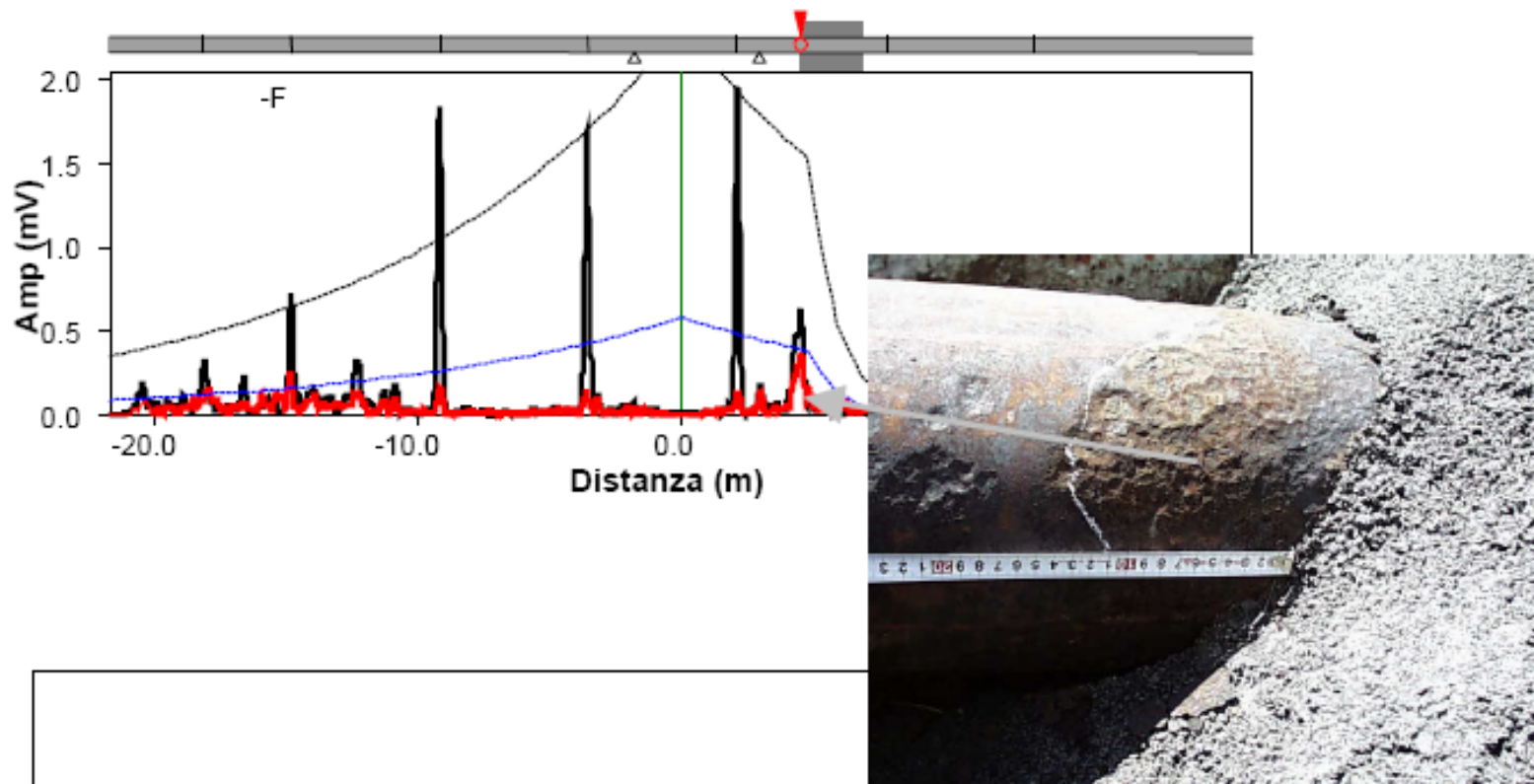
Esempi

Risultato del tubo da 203 mm (8") (pulito)



Esempi

Risultato del tubo da 254 mm (10") (corroso)



Considerazioni finali

Ovviamente questo tipo di metodo non risolve da solo il problema della valutazione dell'integrità di una tubazione. Come già detto in precedenza deve essere integrato con altri CND tradizionali o avanzati.

Il suo utilizzo va valutato anche in base alle performance che si possono ottenere. Infatti la prima domanda che ci si deve porre è: “ che cosa stiamo cercando ? “A tale proposito è essenziale conoscere tutto ciò che riguarda la tubazione.

Le tubazioni con geometrie complicate , (piene di rami, curve, variazioni repentine di diametro, biforcazioni, derivazioni, ecc.), non sono l'applicazione ideale.

Vanno valutate attentamente le limitazioni strumentali o ambientali, (di solito i diametri ispezionabili vanno da 2” a 48” e le temperature di esercizio devono essere non superiori ai 120°C