

## METODO GUIDED WAVES (GW)

All'interno di questo documento sono indicati alcuni prospetti e numeri specificati all'interno dei prospetti e del testo della norma UNI EN ISO 9712 di modo da chiarire, per il metodo GW:

- 1) le condizioni minime di addestramento
- 2) l'esperienza industriale
- 3) alcune condizioni relative alle procedure di esame

Syllabus per il Metodo ad Onde Guidate GW – Livelli 1,2 e 3

Le lettere T e P seguite da un numero indicano rispettivamente la parte teorica e la parte pratica del corso in termini di ore.

Contenuto	Livello 1 (Condotte aeree)	Durata (ore)
<b>G.1</b> Introduzione alla terminologia ed alla storia dei CND	Compiti del personale CND Storia dei CND Storia delle GW Terminologia GW	T 1,0
<b>G.2</b> Principi fisici del metodo e conoscenza associata	<b>Revisione concetti base di matematica</b> Teoria della propagazione di onde Effetti di riflessione attenuazione e dispersione Proprietà delle onde guidate nei tubi <b>Vari tipi di modi di GW</b> Torsionale, longitudinale e flessurale <b>Trasmissione e ricezione delle GW</b> Effetto piezoelettrico Magnetostrizione EMAT <b>Trasduzione.</b> Tipi di trasduttori Configurazione dell'array di trasduttori Direzionalità Limiti di frequenza Zona morta e campo vicino Influenza della trasduzione e della frequenza sulla ispezione Focalizzazione GW Fattori che influenzano la selezione dei parametri del test. Influenza della geometria del tubo e della configurazione del tubo	T 8,0
<b>G.3</b> Conoscenza del prodotto e capacità del metodo	<b>Design della condotta e vari difetti connessi alla fabbricazione ed al servizio delle condotte.</b> Implementazione delle tecniche di ispezione a seconda del prodotto e delle discontinuità Influenza della geometria e della struttura	T. 4.5
<b>G.4</b> Strumentazione	<b>Sonde varie e software.</b> Unità emettitore-ricevitore Trasduttori e cablaggio Operazioni in modalità eco impulso A-scan C-scan Controllo automatico del sistema e calibrazione Controllo dell'accoppiamento Calibrazione della distanza Calibrazione dell'ampiezza	T.2.5 P. 5.0
<b>G.5</b> Informazione prima del test	<b>Istruzione scritta (preparata da un livello 2 o 3):</b> Obiettivi Requisiti	T 1.5
<b>G.6</b> Ispezione	<b>Raccolta dati e identificazione delle caratteristiche simmetriche</b> Approccio metodologico per la analisi dei dati utilizzando la informazione delle GW in modalità eco impulso Identificazione di saldature e flange <b>Correzione della ampiezza con la distanza (DAC)</b> Settaggio del range e della sensibilità Uso di saldature e flange per il settaggio delle curve DAC <b>Raccolta dati e identificazione di caratteristiche non simmetriche</b> Identificazione di saldature, derivazioni e differenti tipi di supporto	T 10.0 P 35.0

Contenuto	Livello 1 (Condotte aeree)	Durata (ore)
	<b>Influenza di ricoprimenti interni ed esterni, e della condizione del tubo sulla analisi in modalità eco impulso</b> Attenuazione del segnale e risultati tipici <b>Indicazioni spurie</b> Analisi di echi spuri presenti nei risultati ottenuti in modalità eco impulso	
<b>G.7</b> <b>Interpretazione e relazione</b>	<b>Caratteristiche non direttamente visibili</b> <b>Difetti</b> Soglie di valutazione Influenza della frequenza sulla identificazione dei difetti Influenza della focalizzazione sulla identificazione dei difetti Stima della severità di un difetto	T 4.5 P 7.0
<b>G.8</b> <b>Valutazione</b>	<b>Non applicabile</b>	
<b>G.9</b> <b>Qualità</b>	<b>Qualifica del personale (secondo UNI EN ISO 9712)</b> Verifica della strumentazione	T 1.0
<b>G.10</b> <b>Sviluppo</b>	<b>Non applicabile</b>	
<b>Durata Totale</b>		T 33.0 P 47.0

Contenuto	Livello 2 (Condotte aeree)	Durata (ore)
<b>G.1</b> <b>Introduzione alla terminologia ed alla storia dei CND</b>	Revisione del livello 1 Terminologia e definizioni	T 0.5
<b>G.2</b> <b>Principi fisici del metodo e conoscenza associata</b>	Revisione del livello 1 Vari modi di GW (conoscenza approfondita) <b>Trasduzione.</b> Fattori che influenzano la selezione dei parametri del test Sensibilità a cambiamenti di rigidità Effetti dovuti alla geometria della caratteristica Posizione del sistema di trasduzione	T 4.0
<b>G.3</b> <b>Conoscenza del prodotto e capacità del metodo</b>	<b>Come il livello 1 più:</b> Implementazione delle tecniche di ispezione utilizzate per ispezionare aree in prossimità o all'interno della estensione assiale di altre caratteristiche Vari tipi di supporto Integrità strutturale della condotta – norme e standards applicabili al settore specifico	T 4.0
<b>G.4</b> <b>Strumentazione</b>	<b>Come il livello 1 più:</b> Sistemi di trasduzione avanzati Requisiti hardware e software per la ottimizzazione dei parametri del test C-scan (conoscenza approfondita)	T 0.5 P 2.0
<b>G.5</b> <b>Informazione prima del test</b>	Requisiti e contenuto di istruzioni, procedure e standards Preparazione della istruzione scritta	T 3.0
<b>G.6</b> <b>Ispezione</b>	<b>Come il livello 1 più:</b> DAC avanzata Indicazioni spurie (conoscenza approfondita) Fase del segnale Ispezione sotto i supporti Effetto della temperatura sulla ispezione	T. 8.0 P. 10.0
<b>G.7</b> <b>Interpretazione e relazione</b>	<b>Come il livello 1 più:</b> Stima della severità del difetto (conoscenza approfondita) Identificazione dei difetti in prossimità di altre caratteristiche	T 1.0 P 4.0
<b>G.8</b> <b>Valutazione</b>	<b>Valutazione e conferma dei risultati del test</b> Valutazione: Criteri di valutazione in conformità a standard, norme e procedure	T 1.5
<b>G.9</b> <b>Qualità</b>	<b>Qualifica del personale (secondo ISO 9712)</b> Verifica della strumentazione Istruzione scritta Rintracciabilità dei documenti	T 1.0
<b>G.10</b> <b>Sviluppo</b>	<b>Informazione generale</b>	T 0.5
<b>Durata Totale</b>		T 24.0 P 16.0

Contenuto	Livello 2 (Condotte interrate)	Durata (ore)
<b>G.1</b> Introduzione alla terminologia ed alla storia dei CND	Revisione del livello 2 (condotte aeree) Terminologia e definizioni	T 0.5
<b>G.2</b> Principi fisici del metodo e conoscenza associata	<b>Trasduzione.</b> Fattori che influenzano la selezione dei parametri del test. Influenza della geometria della condotta e della configurazione Attenuazione dovuta a ricoprimento viscoelastico Attenuazione dovuta al materiale intorno al tubo (terra, sabbia etc..) Variazione della attenuazione con la frequenza Effetto dovuto all'ingresso all'interno di materiale solido (entrata in muro, terra etc..) Effetto dovuto al ricoprimento e alle condizioni del suolo sui risultati di un test GW	T 8.0
<b>G.3</b> Conoscenza del prodotto e capacità del metodo	<b>Come il livello 2 (condotte aeree) più:</b> Varie caratteristiche e difetti presenti in attraversamenti di strada e tuberie interrate Implementazione delle tecniche di ispezioni a seconda del prodotto e delle discontinuità che sono il target della ispezione Influenza della geometria e della struttura sulle GW	T 2.0
<b>G.4</b> Strumentazione	<b>Come il livello 2 (condotte aeree) più:</b> Sistemi di trasduzione avanzata per attraversamenti di strada e tuberie interrate Ottimizzazione della trasduzione quando si ispezionano attraversamenti di strada e tuberie interrate	T 3.0 P 2.0
<b>G.5</b> Informazione prima del test	Requisiti e contenuto di istruzioni, procedure e standards. Preparazione della istruzione scritta per attraversamenti di strada e tuberie interrate.	T 4.0
<b>G.6</b> Ispezione	<b>Come il livello 2 (condotte aeree) più:</b> DAC avanzata per attraversamenti di strada e tuberie interrate. Indicazioni spurie (conoscenza approfondita) Strategie da utilizzare per la scelta della posizione del test	T 6.0 P 6.0
<b>G.7</b> Interpretazione e relazione	<b>Come il livello 2 (condotte aeree) più:</b> Identificazione di difetti all'interno di aree inaccessibili con ricoprimenti altamente attenuativi e/o all'interno di materiale solido (terra, sabbia etc..)	T 2.0 P 4.0
<b>G.8</b> Valutazione	<b>Valutazione e conferma dei risultati del test</b> Valutazione: Criteri secondo standard, norme e procedure	T 1.5
<b>G.9</b> Qualità	<b>Qualifica del personale (secondo ISO 9712)</b> Verifica della strumentazione Istruzione scritta Rintracciabilità dei documenti	T 0.5
<b>G.10</b> Sviluppo	<b>Informazione generale</b>	T 0.5
<b>Durata Totale</b>		T 28.0 P 12.0

Contenuto	Livello 2 (Tubi)	Durata (ore)
<b>G.1</b> Introduzione alla terminologia ed alla storia dei CND	Revisione del livello 2 (condotte aeree) Terminologia e definizioni	T 0.5
<b>G.2</b> Principi fisici del metodo e conoscenza associata	<b>Trasduzione.</b> Fattori che influenzano la selezione dei parametri del test. Attenuazione dovuta a corrosione generalizzata e/o depositi Variazione della attenuazione con la frequenza Effetto dovuto ai seggi (diaframmi)	T 7.0
<b>G.3</b> Conoscenza del prodotto e capacità del metodo	<b>Come il livello 2 (condotte aeree) più:</b> Varie caratteristiche e difetti presenti in tubi (scambiatori di calore e tubi di caldaia) Implementazione delle tecniche di ispezioni a seconda del prodotto e delle discontinuità che sono il target della ispezione. Influenza della geometria e della struttura sulle GW	T 2.5
<b>G.4</b> Strumentazione	<b>Come il livello 2 (condotte aeree) più:</b> Sistemi di trasduzione avanzata per ispezioni di tubi	T 3.0 P 1.5

Contenuto	Livello 2 (Tubi)	Durata (ore)
	Ottimizzazione della trasduzione quando si ispezionano tubi. Effetto della frequenza e della banda di frequenza sul risultato	
<b>G.5</b> Informazione prima del test	Requisiti e contenuto di istruzioni, procedure e standards. Preparazione della istruzione scritta per tubi	T 0.5
<b>G.6</b> Ispezione	<b>Come il livello 2 (condotte aeree) più:</b> Indicazioni spurie (conoscenza approfondita) Echi multipli Fase del segnale	T 2.5 P 1.5
<b>G.7</b> Interpretazione e relazione	<b>Come il livello 2 (condotte aeree) più:</b> Stima della severità dei difetti	T 1.5 P 2.0
<b>G.8</b> Valutazione	<b>Valutazione e conferma dei risultati del test</b> Valutazione: Criteri secondo standard, norme e procedure	T 0.5
<b>G.9</b> Qualità	<b>Qualifica del personale (secondo ISO 9712)</b> Verifica della strumentazione Istruzione scritta Rintracciabilità dei documenti	T 0.5
<b>G.10</b> Sviluppo	<b>Informazione generale</b>	T 0.5
<b>Durata Totale</b>		T 19.0 P 5.0

Contenuto	Livello 3 (Tubi e condotte)	Durata (ore)
<b>G.1</b> Introduzione alla terminologia ed alla storia dei CND	Terminologia e definizioni Storia del metodo	T 2,0
<b>G.2</b> Principi fisici del metodo e conoscenza associata	<b>Come il livello 2 (Tubi e condotte) più:</b> <b>Revisione concetti base di matematica</b> Teoria avanzata della propagazione di onde Dispersione e fattori di compensazione Effetto della proprietà dei materiali Sistemi multistrato Attenuazione dovuta a ricoprimenti viscoelastici ed al mezzo circostante il tubo (parametri che influenzano le GW e predizioni matematiche) Sensibilità a cambi di rigidità Proprietà delle GW in strutture cilindriche e toroidali <b>Vari tipi di modi di GW</b> Torsionale, longitudinale and flessurale Modi di GW in curve <b>Trasduzione.</b> Configurazione avanzata dell'array di trasduttori Selezione dei parametri di trasduzione	T 10,0
<b>G.3</b> Conoscenza del prodotto e capacità del metodo	<b>Come il livello 2 (Tubi e condotte) più:</b> Produzione di condotte e tubi (condotte, saldature, costruzione di supporti, funzione e caratteristiche dei ricoprimenti) Causa e generazione dei difetti indotti dal servizio	T. 6.0
<b>G.4</b> Strumentazione	<b>Come il livello 2 (Tubi e condotte) più:</b> Performance di strumentazioni e sistemi di trasduzione Sistemi di calibrazione (avanzato) Sistemi di trasduzione (avanzato) Monitoraggio GW Ispezione sottomarina con GW	T.5.0
<b>G.5</b> Informazione prima del test	<b>Come il livello 2 (Tubi e condotte) più:</b> Selezione dei parametri Proprietà della strumentazione Effetto dei prodotti Effetto delle specifiche della condotta (diametro, spessore, metodi di costruzione, tolleranze) e condizione (temperatura, rugosità, stress) Indicazioni GW Preparazione di procedure GW	T 4.0
<b>G.6</b> Ispezione	<b>Come il livello 2 (Tubi e condotte) più:</b> Controllo e valutazione delle procedure e istruzioni per esaminarne l'efficienza	T 4.0
<b>G.7</b> Interpretazione e relazione	<b>Come il livello 2 (Tubi e condotte) più:</b> Identificazione di difetti in vari contesti industriali	T 4.0

Contenuto	Livello 3 (Tubi e condotte)	Durata (ore)
	Rapporto di ispezione con informazione sulle procedure di verifica.	
<b>G.8 Valutazione</b>	<b>Come il livello 2 (Tubi e condotte) più:</b> Conoscenza dettagliata dei metodi di valutazione e classificazione. Identificazione del Metodo CND adeguato (UT, RT ecc...) per il dimensionamento del difetto e/o il monitoraggio della crescita del difetto (GW, UT ecc...)	T 2.0
<b>G.9 Qualità</b>	<b>Qualifica del personale (secondo ISO 9712)</b> Verifica della strumentazione Formato delle procedure di lavoro Tracciabilità dei documenti Altre qualifiche CND e sistemi di certificazione Revisione di applicazioni CND e standard di prodotto	T 2.0
<b>G.10 Sviluppo</b>	<b>Sviluppi recenti per applicazioni industriali e scientifiche delle GW</b>	T 1.0
<b>Durata Totale</b>		T 40.0

Contenuto	Livello 3 (Multisettoriale)	Durata (ore)
<b>G.1 Introduzione alla terminologia ed alla storia dei CND</b>	Terminologia e definizioni Storia del metodo	T 2,0
<b>G.2 Principi fisici del metodo e conoscenza associata</b>	<b>Come il livello 3 (Tubi e condotte) più:</b> <b>Revisione concetti base di matematica</b> Proprietà delle GW in strutture non-cilindriche <b>Vari tipi di modi di GW</b> Modi in piastre e binari <b>Trasduzione.</b> Configurazione avanzata dell'array di trasduttori Propagazione GW a frequenze medie su strutture Design dei trasduttori per la eccitabilità dei modi di GW	T 14,0
<b>G.3 Conoscenza del prodotto e capacità del metodo</b>	<b>Come il livello 3 (Tubi e condotte) più:</b> Produzione di piastre ed altre strutture non cilindriche Causa e generazione dei difetti indotti dal servizio	T. 6.0
<b>G.4 Strumentazione</b>	<b>Come il livello 3 (Tubi e condotte) più:</b> Sistemi di trasduzione per differenti tipi di strutture Sistemi di monitoraggio	T.4.0
<b>G.5 Informazione prima del test</b>	<b>Come il livello 3 (Tubi e condotte) più:</b> Selezione dei parametri Proprietà della strumentazione Effetto dei prodotti Indicazioni GW Preparazione di procedure GW	T 3.0
<b>G.6 Ispezione</b>	<b>Come il livello 3 (Tubi e condotte) più:</b> Controllo e valutazione delle procedure e istruzioni per esaminarne la efficienza Approccio per la ispezione di differenti tipi di strutture	T 3.0
<b>G.7 Interpretazione e relazione</b>	<b>Come il livello 3 (Tubi e condotte) più:</b> Identificazione dei difetti in vari contesti industriali e per vari tipi di prodotto Rapporto di ispezione con informazione sulle procedure di verifica	T 3.0
<b>G.8 Valutazione</b>	<b>Come il livello 3 (Tubi e condotte) più:</b> Conoscenza dettagliata dei metodi di valutazione e classificazione. Identificazione del Metodo CND migliore (UT, RT ecc...) per il dimensionamento del difetto e/o il monitoraggio della crescita del difetto (GW, UT ecc...)	T 2.0
<b>G.9 Qualità</b>	<b>Qualifica del personale (secondo ISO 9712)</b> Verifica della strumentazione Istruzione scritta e formato della procedura Tracciabilità dei documenti Altre qualifiche CND e sistemi di certificazione Revisione di applicazioni CND e standard di prodotto	T 2.0
<b>G.10 Sviluppo</b>	<b>Sviluppi recenti per applicazioni industriali e scientifiche delle GW</b>	T 1.0
<b>Durata Totale</b>		T 40.0

## Generale

Il **Livello 1** è applicabile solamente al settore "Condotte aeree". Per il livello 1 in "condotte aeree" le seguenti applicazioni sono incluse:

Condotte dritte (escludendo specificamente aree in prossimità di altre caratteristiche\*) con all'interno fluidi non attenuativi che siano verniciate o coibentate con materiale non attenuativo (ad esempio lana di roccia).

Il **Livello 2** è applicabile a 3 settori (condotte aeree, condotte interrate e tubi)

Il Livello 2 (condotte aeree) è requisito obbligatorio per altri settori al livello 2 (ad esempio il Livello 2 Condotte interrate può essere ottenuto solamente dopo essere stati certificati come Livello 2 condotte aeree).

L'esperienza industriale per il Livello 2 è 9 mesi per ogni settore.

Per il livello 2 in condotte aeree le seguenti applicazioni sono incluse:

Condotte con all'interno fluidi non attenuativi che siano verniciate o coibentate con materiale non attenuativo (ad esempio lana di roccia).

Per il livello 2 in condotte interrate le seguenti applicazioni sono incluse:

Condotte verniciate, coibentate o interrate (includendo attraversamenti di strada e punti di ingresso nella parte interrata)

Per il livello 2 in Tubi le seguenti applicazioni sono incluse:

Ispezione interna di tubi

Il livello 2 "Tubi e condotte" è definito come la somma di tutti i settori a Livello 2 definiti in questo documento.

Il **Livello 3** è suddiviso in "Tubi e condotte" (come i settori a livello 2 definiti in questo documento) e "Multisetoriale" che include piastre, binari e condotte sottomarine. Altri settori al livello 2 che sono rilevanti per piastre, binari e condotte sottomarine saranno definiti in futuro.

Per il Livello 3 "Tubi e condotte" il numero di ore di formazione è 40 per un candidato che abbia già ricevuto la formazione per tutti i settori a livello 2 definiti in questo schema. Il candidato per il Livello 3 "Multisetoriale" è requisito la formazione sia per tutti i settori a livello 2 definiti in questo schema che la formazione a Livello 3 per il settore "Tubi e condotte".

\*Per caratteristica si intende un qualsiasi elemento costruttivo connesso alla condotta ispezionata.

### Requisiti minimi di addestramento. Prospetto 2 (numero di ore)

L1 (Condotte aeree)
80

Il **Livello 1** é applicabile solamente al settore 'Condotte aeree'. Per il livello 1 in condotte aeree le seguenti applicazioni sono incluse:

Condotte dritte (escludendo specificamente aree in prossimità di altre caratteristiche) con all'interno fluidi non attenuativi e che siano verniciate o coibentate con materiale non attenuativo (ad esempio lana di roccia).

L2 (Condotte aeree)	L2 (Condotte interrato) *	L2 (Tubi)*
40	40	24

\*É prerequisite la certificazione a livello 2 (Condotte aeree).

Il **Livello 2** é applicabile a 3 settori (condotte aeree, condotte interrato e tubi)

Per il livello 2 in condotte aeree le seguenti applicazioni sono incluse:

Condotte con all'interno fluidi non attenuativi che siano verniciate o coibentate con materiale non attenuativo (ad esempio lana di roccia).

Per il livello 2 in condotte interrato le seguenti applicazioni sono incluse:

Condotte verniciate, coibentate o interrato (includendo attraversamenti di strada e punti di ingresso nella parte interrato).

Per il livello 2 in Tubi le seguenti applicazioni sono incluse:

Ispezione interna di tubi.

### Livello 3

L3 (Tubi e condotte)**	L3 (Multisetoriale) ***
40	40

\*\* É prerequisite l'addestramento in tutti i settori a livello 2 definiti in questo documento.

\*\*\* É prerequisite l'addestramento in tutti i settori a livello 2 definiti in questo documento e l'addestramento a livello 3 per il settore Tubi e condotte.

### Requisiti minimi di esperienza<sup>1</sup> Prospetto 3 (mesi)

L1	L2 ^	L3 ^^
3	9	36

<sup>1</sup> La esperienza é preferibilmente verificata con mezzi automatici.

^ La esperienza industriale per livello 2 é 9 mesi per ogni settore.

^^ Per esperienza industriale si intende esperienza di ispettore di Livello 2 nel settore Condotte aeree.

### Esperienza industriale prima dell'esame 6.3.1

L1	L2	L3
100%	100%	100%

### Esami di qualificazione 7.

Prospetto 4

Esami generali:

Numero minimo richiesto di domande: 40

7.2.2 Esame specifico

Livello 1 Numero minimo richiesto di domande: 20

Livello 2 Numero minimo richiesto di domande: 30

Oltre ad un esame pratico con un campione (secondo quanto indicato nella norma ISO 9712), al candidato sarà sottoposto un esame con simulazione al computer.

**Per l'esame di qualifica di livello 3, oltre agli esami indicati nella norma ISO 9712, il candidato sarà esaminato sulla preparazione di 2 procedure (in due dei settori definiti in questo documento).**