

Sigla di riferimento	Contenitore				Bacino di contenimento		Accessori (valvole, pompe...)		Documento di riferimento
	Tipo di controllo			Frequenza	Tipo di controllo	Frequenza	Tipo di controllo	Frequenza	
	Controllo VT	Controllo UTS	Controllo AET (emiss. acust.)						
BM500X	X	X	X	10 anni virole 3 anni il fondo	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022 e Rapporto n. 23/295 del 22/11/2023
1ED	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
2ED	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
3ED	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
MPA4	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
MPA5	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
SC2	X	X		10 anni	/	/	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
SC1	X	X		10 anni	/	/	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
BL02A	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
BL02B	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
BL04A	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
BL04B	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
BL06X	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
7BL901X	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
7BL903X	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
7BL902X	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
7BL906X	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
S1	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
S3	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
S2	X	X		10 anni	Visivo	Mensile	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022


S4	X	X	X	10 anni virole 3 anni il fondo	/	/	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
BL501X (S5)	X	X	X	10 anni virole 3 anni il fondo	/	/	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
7BL501A	X	X	X	10 anni virole 5 anni il fondo	/	/	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
7BL501B	X	X	X	10 anni virole 5 anni il fondo	/	/	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022
7BL501C	X	X	X	10 anni virole 5 anni il fondo	/	/	Visivo	Mensile	All. 2 Rapporto n. 22/100-3 del 09/12/2022


**Rapporto n°:** 23/295

Novara, 11/12/2022

**Oggetto:** Monitoraggio con Emissione Acustica per la valutazione dello Stato di conservazione del fondo del serbatoio di stoccaggio BM500X

**Richiedente:** EP PRODUZIONE SPA – Centrale di Ostiglia


**Relatore:** Ing. M. Uccheddu 

**Responsabile tecnico:** Dott. U. Grassini 

**ALLEGATI**

**Rapporto di controllo mediante Emissioni Acustiche:**

N° 01/2023-20231122

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. I di 23

## RAPPORTO DI ISPEZIONE N°01

**OBIETTIVO: CONTROLLO CON EMISSIONE ACUSTICA DEL FONDO DEL SERBATOIO DI STOCCAGGIO BM500X.**

**DATA DELLA ISPEZIONE: 22/11/2023**

**CLIENTE: EP Produzione**


**LUOGO DELL'ISPEZIONE: S.S. 12 Abetone-Brennero Km. 239, 46035 Ostiglia (Mn)**

**OPERATORE: ING. MAURIZIO UCCHEDDU III LIVELLO AT ISO 9712:2012**

**RESPONSABILE DELLA PROVA:**


**PROCEDURA DI PROVA: CON-P-20**

**REFERENTE DEL CLIENTE:**

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 2 di 23

## INDICE

1. OBIETTIVO DELLA PROVA
2. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'APPARECCHIATURA DA ISPEZIONARE
3. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PRODOTTO STOCCATO
4. CONDIZIONI DI ISPEZIONE
5. ATTREZZATURA UTILIZZATA PER L'ISPEZIONE
6. RIFERIMENTI NORMATIVI
7. DESCRIZIONE SEMPLICE DEL METODO
8. DESCRIZIONE SEMPLICE DELLA METODOLOGIA DI PROVA
9. CRITERI PER LA VALUTAZIONE DEI DATI DI PROVA
10. LIMITAZIONI
11. IMPORTANTE
12. GRAFICI SIGNIFICATIVI
13. PROVA
14. PRINCIPALI DATI DELLA PROVA
15. COSIDERAZIONI E RISULTATI DELLA PROVA


	<b>RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22</b>	<b>OGGETTO : BM500X</b>
	<b>Non destructive testing</b>	Pag. 3 di 23

## **1) OBIETTIVO DELLA PROVA**

La prova è finalizzata al controllo del fondo del serbatoio di stoccaggio in oggetto per la ricerca di zone con comportamento anomalo dovute alla presenza di corrosione attiva e di perdite nelle condizioni di prova.

I risultati emersi forniranno un rapporto qualitativo sullo stato del fondo del serbatoio e delle raccomandazioni relative ai tempi di esercibilità dello stesso prima della ripetizione di un nuovo controllo con Emissione Acustica o di un intervento meccanico.


L'individuazione delle indicazioni sarà facilmente fattibile attraverso la posizione dei sensori montati sul serbatoio.

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 4 di 23

## 2) CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'ATTREZZATURA DA ISPEZIONARE

ATTREZZATURA	SERBATOIO DI STOCCAGGIO
IDENTIFICAZIONE	BM500X
MATRICOLA	N.S.
FABBRICANTE	N.S.
ANNO DI COSTRUZIONE	2002
DIAMETRO (MM)	4300
ALTEZZA (MM)	N.S.
VOLUME (MC)	100
TIPO DI FONDO	SINGOLO
ANNO DI REALIZZAZIONE DEL DOPPIO FONDO	N.S.
COSTRUTTORE DEL DOPPIO FONDO	N.S.
ALTEZZA INTERCAPEDINE ( MM )	N.S.
TIPO DI TETTO	FISSO
PRESENZA DI COIBENTAZIONE	NO
PRESENZA DI AGITATORI	NO
PRESENZA DI SERPENTINO DI RISCALDAMENTO	NO
PRESENZA E TIPO DI PROTEZIONE CATODICA	N.S.
TIPO DI TERRENO	CEMENTO



	RAPPORTO 01/2023-2023 I 122	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 5 di 23

### 3) CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PRODOTTO STOCCATO


TIPO DI PRODOTTO	GASOLIO (Riempito ad acqua per la prova)
DENSITA' (KG/MC)	N.S.
VISCOSITA' CINEMATICA (CSt)	N.S.

### 4) CONDIZIONI DI ISPEZIONE DELLA PROVA ESEGUITA

TEMPO DI RIPOSO PRIMA DELL'ISPEZIONE	24H
CONDIZIONI AMBIENTALI	VARIABILE
PRESENZA DI VENTO (VELOCITA' KM/H)	5
TEMPERATURA ESTERNA (C°)	20
LIVELLO DIRIEMPIMENTO %	90 %
PRESENZA D'ACQUA O DI SEDIMENTAZIONE ( H )	N.S.
PRESENZA DI FONDO D'ACQUA	N.S.
ALTEZZA DEL FONDO D'ACQUA	N.S.
PRESENZA DI FANGHI	N.S.
ALTEZZA E POSIZIONE	N.S.
TEMPERATURA DEL PRODOTTO (C°)	Amb
SOGLIA DI ACQUISIZIONE (Db)	25
PRESENZA DI RUMORE ESTERNI APPREZZABILI	NO

### 5) ATTREZZATURA UTILIZZATA PER L'ISPEZIONE

ATTREZZATURA AT	N ° 1 VALLEN SYSTEME GMBH MB6 – V1
SENSORI UTILIZZATI CARATTERISTICHE PRINCIPALI	N° 8 SENSORI –VS30 CON 46 DB CON RISPOSTA PIANA IN FREQUENZA FRA 25-80 KHZ.
N° DI SENSORI	4 NORMALI + 4 GUARDIE

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 6 di 23

CAVI	CIRCA 300 M DI CAVO 58 C/U 50 OHM DI IMPEDENZA
------	--

## 6) RIFERIMENTI NORMATIVI E PROCEDURE

### NORMATIVA CEN


- EN 15856-10 General principles of AE testing for the detection within metallic surrounding filled with liquid;
- ISO 9712-12 Non destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel — General principles;
- Uni EN 1330-1-98 Non destructive testing - Terminology - Part 1: List of general terms;
- EN 1330-2-98 Non destructive testing - Terminology- Part 1: Terms common of the non destructive testing methods;
- EN 1330-1 -09 Non destructive testing Terminology Part 9: Terms used in Acoustic Emission Testing;
- EN 13477-1 - 03 Non-destructive testing — Acoustic emission — Equipment characterization  
— Part 1: Equipment description;
- EN 13477-2 - 10, Non-destructive testing — Acoustic emission — Equipment characterisation  
— Part 2: verification of operating characteristics;
- EN 13554 - 11 Non-destructive testing — Acoustic emission — General principles.

### NORMATIVA ISO

- ISO 18081:2016 Acoustic Emission Testing – Leak detection by means of Acoustic Emission;
- ISO 8044:1999 Corrosion of metals and alloys — Basic terms and definitions (ISO 8044:1999);
- ISO 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

### NORMATIVA ASTM

- ASTM E 1930M-17 Examination of filled liquid atmospheric for low pressure Metal storage tanks using acoustic Emission;
- ASTM E 1316-18 Section B Standard Terminology for nondestructive Examinations – Acoustic Emission;
- ASTM E2374-16 Guide for Acoustic Emission System performance Verification;
- ASTM E976 -15 Guide for determining the reproducibility of acoustic Emission sensor response;
- ASTM E 650-17 Guide for Mounting Piezoelectric Acoustic Emission Sensors;
- ASTM E 569-13 Standard Practice for Acoustic Emission Monitoring during controlled stimulation;
- ASNT SNT –TC-1 A Recommended practice for qualification and certification of NDT personnel.


	<b>RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22</b>	<b>OGGETTO : BM500X</b>
	<b>Non destructive testing</b>	Pag. 7 di 23

### **RECOMENDED PRACTICE E PUBBLICAZIONI API**

- RP 575 Guidelines NDT methods for inspection of existing atmospheric and low pressure storage tanks;
- ST 307 An Engineering Assessment of Acoustic Methods of Leak detection in Aboveground Storage tanks;
- ST 322 An Engineering Evaluation of Acoustic Methods of Leak Detection in Aboveground storage Tanks;
- ST 325 An evaluation of a Methodology for the detection of Leaks in Aboveground Storage Tank;
- EEMUA Pubblicazione 159 Above ground flat bottomed storage tanks – a guide to inspections maintenance and repair.

### **PROGETTI DI RICERCA.**

- a) Progetto di ricerca comunitario SMT4-CT97-2177 Inspection of flat bottom storage tanks by Acoustic Emission.

	<b>RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22</b>	<b>OGGETTO : BM500X</b>
	<b>Non destructive testing</b>	Pag. 8 di 23

## 7) DESCRIZIONE SEMPLICE DEL METODO

Il metodo si basa sulla rilevazione di segnali ultrasonori, provenienti dal fondo del serbatoio e che si propagano attraverso il liquido contenuto nello stesso, mediante sensori piezoelettrici

I sensori vengono attaccati sul mantello del serbatoio e distribuiti lungo tutta la circonferenza ad una altezza come specificato dalla nostra procedura interna e in conformità alla norma UNI 15856:2010.

Pertanto, la disposizione dei sensori si compone di 2 anelli, uno ad un m di altezza rispetto al trincarino e uno da 4 a 6 m di altezza rispetto al trincarino.

La distanza fra i sensori che appartengono allo stesso anello è al massimo di 15 m, anche se quella raccomandabile è di 13 m.

Il numero di sensori appartenenti ad un singolo anello deve essere minimo 6 e quelli dell'anello superiore devono essere montati direttamente sopra i corrispondenti di quello inferiore.

Ovviamente il numero di sensori appartenenti ad ogni anello dipende dal diametro del serbatoio di stoccaggio. I sensori dell'anello inferiore si utilizzano per raccogliere i dati utili per la valutazione della prova. Quelli dell'anello superiore, detti guardie, servono ad eliminare tutti i segnali provenienti dalle altre parti del serbatoio e che non sono rilevanti per la valutazione della prova stessa.


I sensori vengono applicati sul mantello del serbatoio con l'ausilio di supporti magnetici dopo essere stati cosparsi di un fluido di accoppiamento. Tale fluido, permette una trasmissione efficiente delle onde ultrasonore, provenienti dalle potenziali sorgenti presenti sul fondo del serbatoio, ai sensori, (evitando che vengano riflesse), eseguendo un accoppiamento di impedenza acustica.

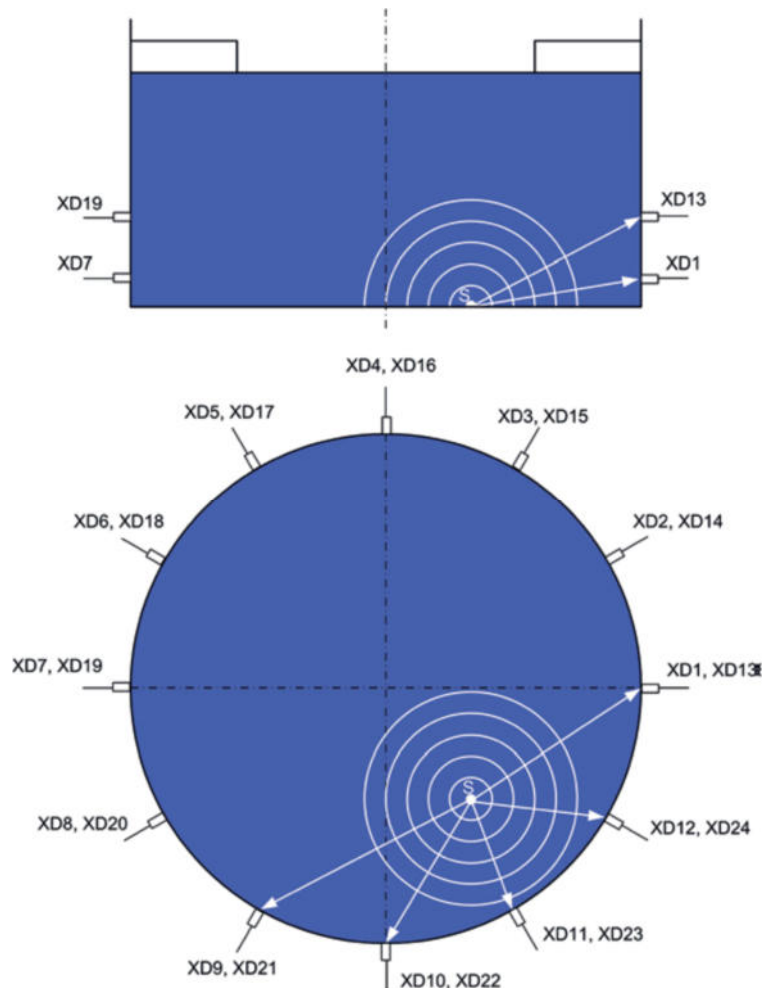
I sensori trasformano le onde ultrasonore in segnali elettrici che vengono preamplificati, (da  $\mu V$  a mV), in modo da poter essere trasmessi per mezzo di cavi coassiali a bassa impedenza, (50  $\Omega$ ), ai canali di ingresso del sistema di misurazione. Il sistema di misurazione, collegato ad un computer con all'interno un software specifico, viene impiegato per memorizzare, processare e rappresentare i dati acquisiti anche in tempo reale.

Perdite o corrosioni attive sono sorgenti di emissione acustica: la possibile ragione di ciò è rappresentata dalle turbolenze, (grandi o piccole), che si generano attraverso i fori e gli elementi della corrosione in formazione. L'onda sonora si propaga dalla sorgente fino al sensore principalmente nel liquido stoccato all'interno del serbatoio. Il percorso di propagazione da considerare è pertanto il seguente: sorgente sul fondo, liquido, pareti metalliche del serbatoio ed infine sensore.


Dal momento che i sensori sono applicati in diverse posizioni, l'onda ultrasonora dovuta alle sorgenti potenziali, viene captata dagli stessi in tempi differenti.

La differenza nel tempo di arrivo dell'onda ultrasonora, insieme alla velocità del suono, (velocità apparente), ed alla posizione dei sensori sono gli elementi principali del processo di localizzazione, (ottenuto per mezzo di un algoritmo appropriato) della sorgente emittente.

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 9 di 23




*Figura 1: Principio di localizzazione della Sorgente, propagazione di un'onda sferica dalla sorgente S sul fondo del serbatoio nel liquido stoccato, XD...sensore sul mantello del serbatoio, 1,2,...12. Funzione dei sensori guardiani.*

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 10 di 23

## 8) DESCRIZIONE SEMPLICE DELLA METODOLOGIA DI PROVA

Le fasi della prova sono le seguenti:

- 1) Posizionamento dei cavi e dei sensori a terra in posizioni pre determinate e connessione degli stessi ai canali della strumentazione corrispondenti;
- 2) Accensione della strumentazione;
- 3) Controllo del funzionamento corretto dei cavi, (che potrebbero rappresentare un circuito aperto o un corto circuito).
- 4) Misurazione del rumore di fondo con i sensori scollegati;
- 5) Sostituzione degli eventuali sensori mal funzionanti, (valutando il valore RMS prodotto), come da specifiche del fabbricante;
- 6) Montaggio dei sensori nelle posizioni pre determinate per mezzo di supporti magnetici e di un fluido di accoppiamento;
- 7) Misurazione del rumore di fondo con i sensori collegati e valutazione delle contromisure da adottare, (o di filtraggio), per ridurre al minimo gli eventuali rumori meccanici, elettromagnetici, di flusso dai vari collegamenti, ecc.
- 8) Scelta del valore opportuno di soglia per l'acquisizione corretta dei dati;
- 9) Calibrazione con il metodo Hsu- Nielsen e la funzione pulsatori presente nella strumentazione;
- 10) Correzione delle condizioni di accoppiamento o sostituzione di quelli mal funzionanti, (valutando la risposta in termini di ampiezza rilevata durante la calibrazione).
- 11) Esecuzione della prova effettiva registrando dati per un tempo minimo di un'ora. Durante questa fase è necessario controllare in tempo reale l'andamento del rumore di fondo in modo da poter interrompere la prova o filtrare i dati quando non pertinenti alla finalità della prova. In caso di interruzione è necessario tentare di trovare delle contromisure necessarie.
- 12) Esecuzione delle calibrazioni finali e comparazione delle stesse con quelle iniziali valutando che i dati ottenuti devono risultare comparabili.

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 11 di 23

## 9) CRITERI PER LA VALUTAZIONE DEI DATI DI PROVA

Durante l'ispezione, che dura un'ora, vengono immagazzinati moltissimi segnali di Emissione Acustica. Alcuni sono relativi a perdite o a corrosioni reali. Altri a rumori meccanici o elettromagnetici difficilmente eliminabili.

Filtri appropriati vengono applicati con lo scopo di minimizzarli ad un livello minore possibile.

Dopo aver effettuato un'analisi di filtraggio accurata, le posizioni di potenziali perdite e/o corrosioni in atto, vengono visualizzate mediante dei diagrammi che rappresentano la posizione delle stesse. I diagrammi ovviamente comprendono la posizione dei sensori e delle opportune referenze geometriche o topografiche al fine di facilitarne la lettura.

Le indicazioni rappresentate vengono valutate in base ad alcuni criteri appartenenti alla nostra procedura interna alcuni dei quali sono:

- 1) Valutazione della distribuzione delle sorgenti ottenute durante la prova considerando la posizione in relazione alla potenziale pericolosità;
- 2) Processo di clusterizzazione ovvero: densità delle sorgenti all'interno di una figura geometrica di forma di dimensione prestabilita che per noi rappresenterà un'unica sorgente cumulativa.
- 3) Valutazione dell'ampiezza media delle sorgenti presenti all'interno di ogni cluster;
- 4) Valutazione dell'ampiezza massima delle sorgenti all'interno dei cluster;
- 5) Valutazione dell'energia cumulativa di ogni cluster;
- 6) Valutazione della posizione dei cluster in termini di pericolosità in relazione alla costruzione della struttura;

Sulla base dell'analisi di cui sopra e dei documenti di riferimento la classificazione delle sorgenti sul fondo del serbatoio sarà la seguente:


Vengono utilizzati due indici: uno letterale e uno numerico.

### Indice Letterale:

- **Overall Tank Activity Grading - classificazione dell'attività totale del serbatoio, mostrato nella tabella sotto:**

Attività media globale (in accordo con la soglia di acquisizione impostata), che include segnali provenienti da corrosioni e da altre sorgenti di rumore.

<u>Grado</u>	<u>Condizione del fondo</u>
<b>A</b>	<b>Integro</b>
<b>B</b>	<b>Corrosione minore</b>
<b>C</b>	<b>Corrosione significativa</b>
<b>D</b>	<b>Corrosione marcata</b>

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 12 di 23

#### Indice Numerico:

- **Potential Leak Activity Grade - livello di attività di potenziali perdite, mostrato nella tabella sotto:**

Attività registrata e filtrata in modo tale da estrarre solo i segnali di AE con caratteristiche simili a quelle delle corrosioni localizzate e/o a quelli di perdite. Le attività filtrate sono mostrate in rappresentazioni bidimensionali e tridimensionali. In tabella IV vengono riportati i gradi di attività utilizzati per la classificazione delle singole sorgenti di attività rilevata .

<u>Grado</u>	<u>Livello di attività</u>
I	Trascurabile
II	Basso
III	Medio
IV	Elevato

Le combinazioni dei due indici fornisce una classificazione composta in base alla quale è possibile delle raccomandazioni pratiche per gli interventi di ripetizione del test con Emissione Acustica.


Seguendo I documenti di riferimento sopra riportati le valutazioni si baseranno sulle seguenti matrici:

#### Matrice per serbatoi con fondo singolo:

		Overall Tank Activity Grading			
		A	B	C	D
Potential Leak Activity Grade	I	10 anni	7 anni	7 anni (*)	5 anni(*)
	II	7 anni	7 anni	5 anni	3 anni(*)
	III	5 anni(*)	5 anni	3 anni	2 anni
	IV	5 anni(*)	3 anni(*)	1 anno	Manutenzione
(*) intervallo di ripetizione da stabilire caso per caso.					

**Intervallo ridotto a 5 anni per prescrizione decreto AIA n. 171 del 11/05/2018**



	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 13 di 23

**Matrice per serbatoi con doppio fondo :**

		Overall Tank Activity Grading			
		A	B	C	D
Potential Leak Activity Grade	I	10 anni	10 anni	10 anni (*)	10 anni(*)
	II	10 anni	10 anni	10 anni	6 anni(*)
	III	10 anni(*)	10 anni	6 anni	4 anni
	IV	10 anni(*)	6 anni(*)	2 anni	manutenzione
(*) intervallo di ripetizione da stabilire caso per caso.					

**Intervallo ridotto a 5 anni per prescrizione decreto AIA n. 171 del 11/05/2018**

Se un serbatoio viene classificato livello D4 si raccomanda un'ispezione interna per confermare ed approfondire le indicazioni rilevate. Dopo un eventuale intervento di riparazione e una nuova messa in esercizio sarebbe opportuno eseguire un nuovo controllo con Emissione Acustica per ottenere informazioni relative alle nuove condizioni del fondo.


## 10) LIMITAZIONI

Ricordiamo che per l'identificazione di una possibile perdita la viscosità cinematica deve essere  $\leq 40$  CSt. Per valori maggiori è sempre possibile individuare corrosione attiva ma una perdita è difficilmente rilevabile. Vedere ISO 18081:2016.

## 11) IMPORTANTE

Le raccomandazioni relative al risultato della prova rimarranno valide sempre e quando le susseguenti condizioni di esercizio del serbatoio rimangano le stesse in termini di tipo di fluido contenuto, altezza di riempimento rispetto a quelle presente al momento dell'esecuzione della stessa.

La richiesta che il serbatoio presenti il massimo livello ammissibile di fluido contenuto serve ad avere la massima pressione di battente idrostatico sul fondo dello stesso e quindi le peggiori condizioni ai fini della presenza di una perdita.

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 14 di 23

## 12) GRAFICI SIGNIFICATIVI, (Figure 1- 7)

SCHEMA DI POSIZIONAMENTO DEI SENSORI 2D - ANELLO INFERIORE RISPETTO AL PASSO D'UOMO

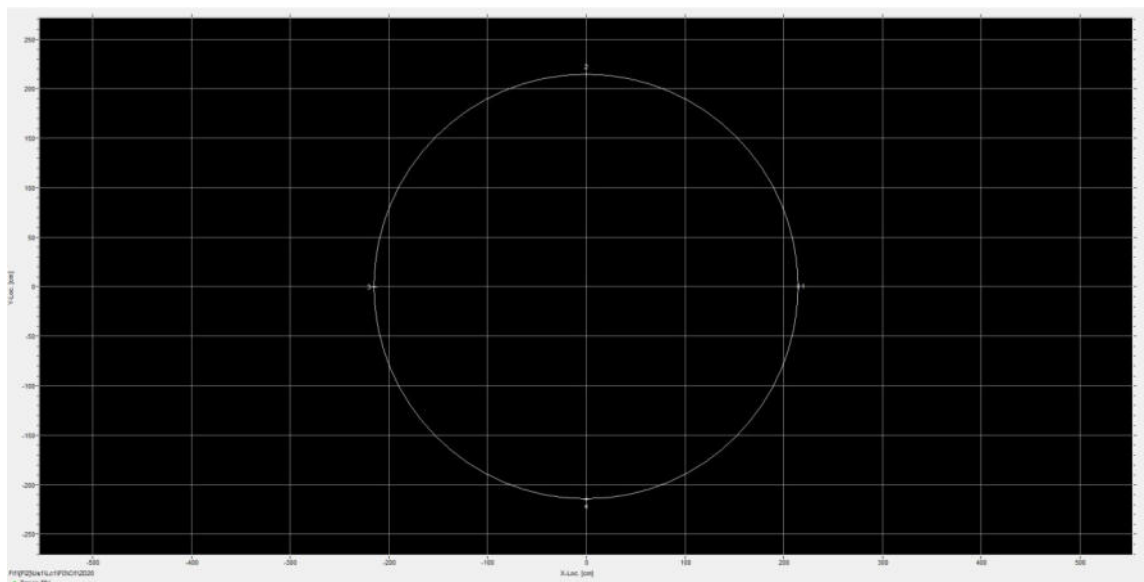



Figura 1

Il sensore N ° 1 è stato posizionato a 170 cm (in senso antiorario) rispetto al centro del passo d'uomo rivolto a NORD.

I sensori di guardia (anello superiore) sono stati montati ad un'altezza di 4 m dal trincarino direttamente sopra i corrispondenti sensori dell'anello inferiore.

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 15 di 23

### 13) PROVA DEL FONDO DEL SERBATOIO

#### a) RUMORE DI FONDO PRIMA DELLA PROVA

La misura del rumore di fondo effettuata prima della prova con i sensori montati sul mantello, nelle posizioni indicate nelle figure sopra, era abbastanza omogenea con valori medi compresi fra 3,3 e 3,5 micro volt su tutti i canali.

#### b) VERIFICA DELLA SENSIBILITA' DELLA CATENA DI MISURA PER OGNI CANALE.

Utilizzando il metodo Hsu- Nielsen è stata verificata la sensibilità della catena di misura per ogni canale.

Sono state eseguite 4 rotture di mina di durezza 2H, diametro 0,5 mm e lunghezza 3 mm, a 5 cm da ogni sensore registrandone l'ampiezza. Nel caso in cui un sensore, appartenente alla catena di misura del suo rispettivo canale, non presentasse una sensibilità sufficiente, veniva smontato, rimontato fino ad ottenere un valore accettabile.

L'andamento delle ampiezze è mostrato nella figura successiva

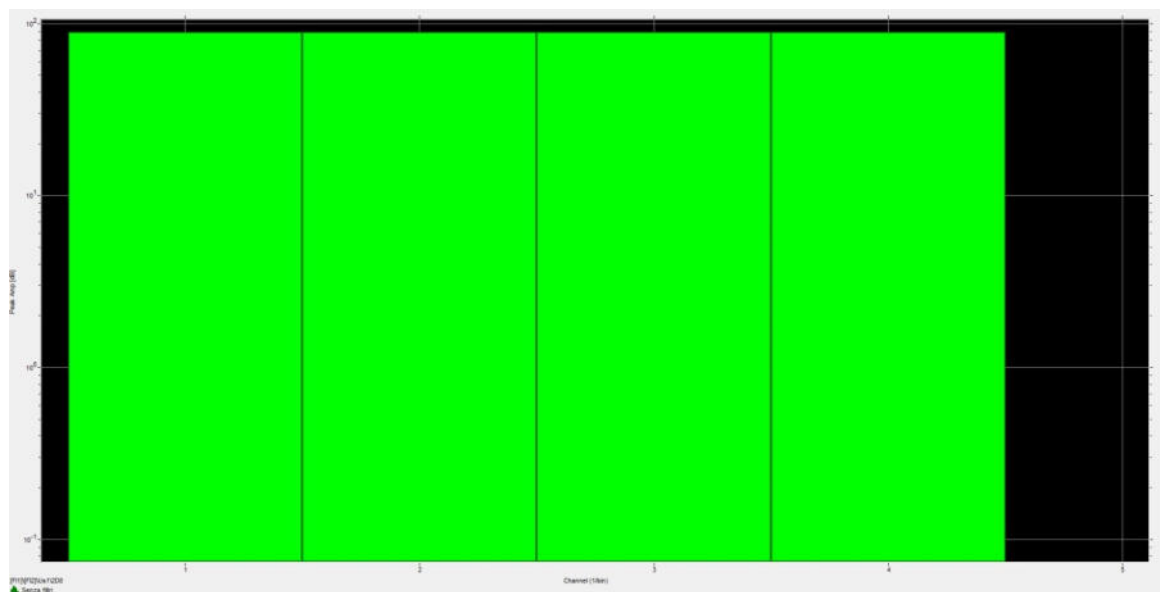



Figura 2 – sensibilità della catena di misura per ogni canale

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 16 di 23

c) **CALCOLO DELLA VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE SONORE NEL FLUIDO**

Utilizzando le sorgenti artificiali della verifica della sensibilità della catena di misura per ogni canale e i tempi di arrivo del segnale dovuto a tali sorgenti ai canali adiacenti, è stata calcolata una velocità di propagazione dell'onda sonora nel fluido di 1.450 mm/ ms.

d) **SCELTA DELLA SOGLIA DI ACQUISIZIONE PER I SEGNALE DI PROVA.**

Registrando i segnali prima dell'inizio della prova per 10 min è stata scelta una soglia di acquisizione di prova di 25 Db AE. Questo per eliminare i possibili rumori ambientali presenti al momento della stessa e ottenere la massima sensibilità possibile. Durante questo primo ascolto, sono stati controllati anche i tempi di arrivo dei segnali ai differenti canali in modo poi da poter eseguire un set up corretto del processore di localizzazione delle sorgenti.

## 14) PRINCIPALI DATI DI PROVA.

a) **Rumore di fondo durante la prova.**

La misura del rumore di fondo effettuata durante la prova con i sensori montati sul mantello, nelle posizioni indicate nelle figure sopra, era compresa fra 3,3 e 3,5 micro volt su tutti i canali come specificato anche in precedenza.

b) **Attività acustica globale durante la prova.**

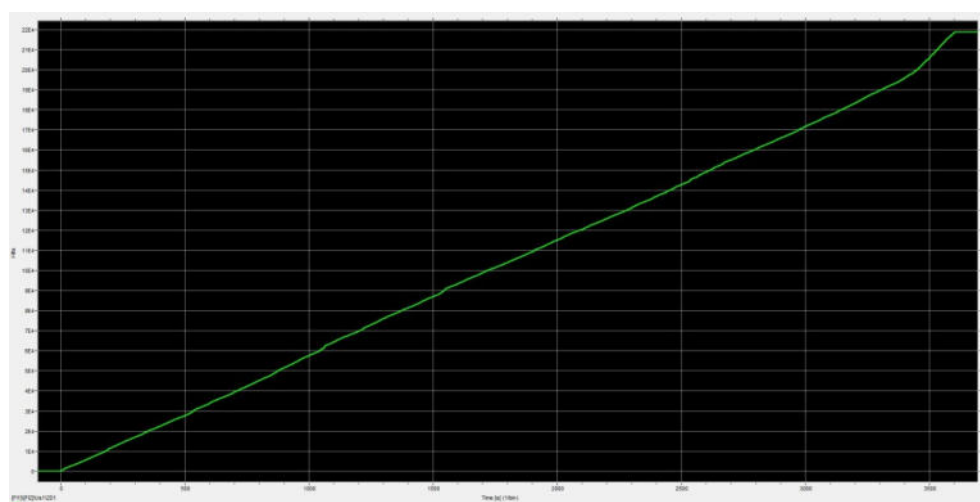



Figura 3 – Attività Acustica Globale durante la prova

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 17 di 23

**c) Eventi localizzati durante la prova con un errore del 5 % in relazione al diametro.**

Nella scelta del valore dell'errore sono state considerate le condizioni di prova soprattutto in base alla presenza di fondo d'acqua di altezza non specificato che per sua natura può causare delle false sorgenti e della presenza di fanghi di altezza non specificata.

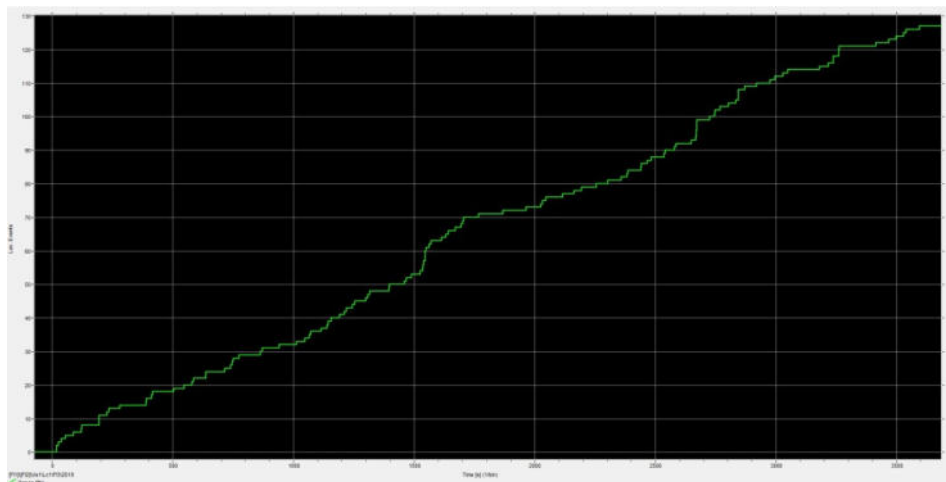


Figura 4 – Eventi Localizzati sul fondo durante la prova

**d) Rappresentazione 2D degli eventi localizzati sul fondo del serbatoio primario durante la prova con eventuale processo di clusterizzazione se presente.**

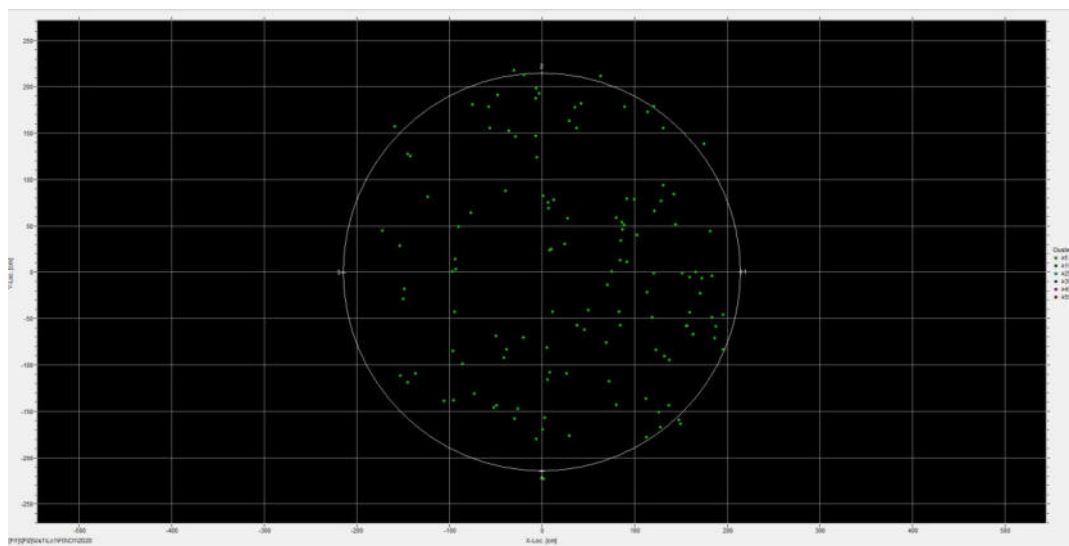



Figura 5 – rappresentazione 2D degli eventi localizzati

Questa rappresentazione 2-d è relativa al posizionamento delle sorgenti sul fondo, coordinate (X,Y) in mm. L'accumulo delle sorgenti viene rappresentato da dei cerchi di colore differente e con un diametro pari al 5% del diametro; I colori danno informazioni circa il numero complessivo di sorgenti all'interno del cerchio, conformemente alla codificazione riportata sulla parte destra della figura.

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 18 di 23

#### e) Rappresentazione dell'algoritmo di localizzazione delle sorgenti.

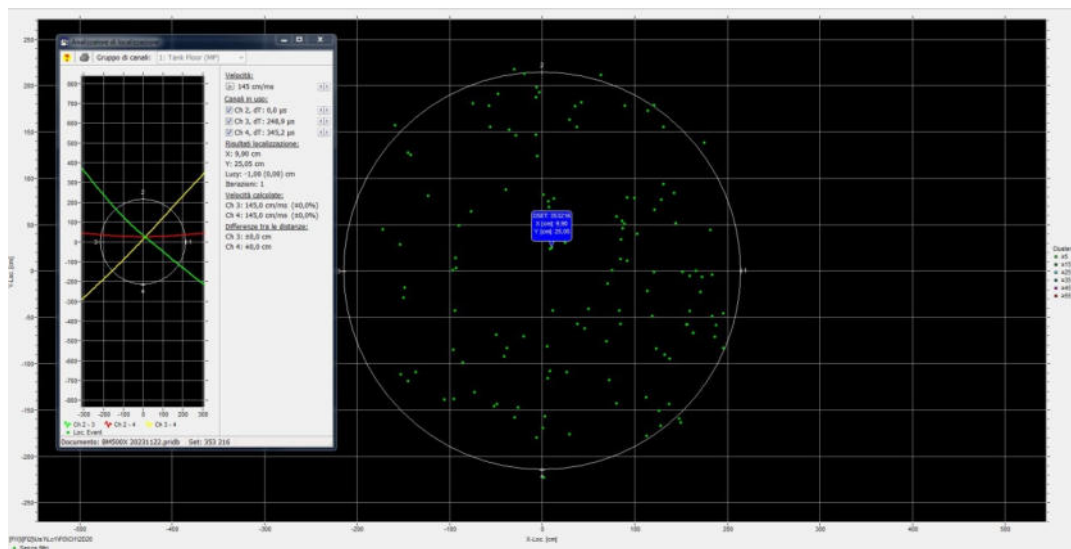



Figura 6 – Algoritmo di localizzazione degli eventi.

Questa rappresentazione 2-d è relativa al posizionamento delle sorgenti sul fondo, coordinate (X,Y) in mm. L'accumulo delle sorgenti viene rappresentato da dei cerchi di colore differente e con un diametro pari al 5% del diametro; I colori danno informazioni circa il numero complessivo di sorgenti all'interno del cerchio, conformemente alla codificazione riportata sulla parte destra della figura.

La velocità di propagazione scelta è stata di 1.450 mm/ms.

	RAPPORTO 01/2023-2023 I I 22	OGGETTO : BM500X
	Non destructive testing	Pag. 19 di 23

- f) Rappresentazione 3D degli eventi localizzati sul fondo del serbatoio primario durante la prova con eventuale processo di clusterizzazione se presente.

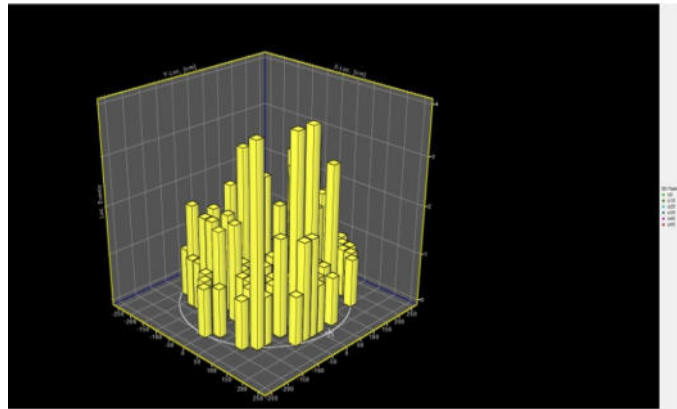


Figura 7 – rappresentazione 3D degli eventi localizzati

Questa rappresentazione 3-d è relativa al posizionamento delle sorgenti sul fondo, coordinate (X,Y) in mm. L'accumulo delle sorgenti viene rappresentato da un parallelepipedo di base quadrata di colore differente e con un lato pari al 5% del diametro; I colori danno informazioni circa il numero complessivo di sorgenti all'interno del parallelepipedo, conformemente alla codificazione riportata sulla parte destra della figura.

## CLUSTER SIGNIFICATIVI

Non ci sono Cluster

## 15) CONSIDERAZIONI E RISULTATI DELLA PROVA.

In base ai criteri di valutazione riportati in questo report, visto il numero di eventi presente, e i rispettivi valori di ampiezza ed energia, e le condizioni ambientali di acquisizione il fondo del serbatoio appartiene alla **categoria C III** allo stato attuale e nelle condizioni di acquisizione al momento del controllo. Si consiglia un nuovo controllo con Emissione Acustica entro un periodo massimo di 3 anni.