

**Applicazione della procedura EA ai  
serbatoi di tipologia orizzontale e  
capacità maggiore di 3 m<sup>3</sup> e fino a 13 m<sup>3</sup>**

*Allegato alla Revisione 1 – Luglio 2006 della  
Procedura per il controllo di serbatoi interrati per GPL con tecnica basata sul  
metodo di Emissione Acustica ai fini della verifica decennale -*

**Dicembre 2007**

**ISPESL**

# **Applicazione della procedura EA ai serbatoi di tipologia orizzontale e capacità maggiore di 3 m<sup>3</sup> e fino a 13 m<sup>3</sup>**

**Allegato alla Revisione 1 – Luglio 2006 della  
Procedura per il controllo di serbatoi interrati per GPL con tecnica basata sul  
metodo di Emissione Acustica ai fini della verifica decennale**

**Dicembre 2007**

**ISPESL**

## **Sezioni**

- 1. Scopo e campo di applicazione**
- 2. Considerazioni di carattere generale**
- 3. Sistema EA e sua configurazione**
- 4. Installazione dei sensori EA**
- 5. Verifica di funzionalità del sistema EA**
- 6. Modalità di pressurizzazione**
- 7. L'indicatore sintetico massimo  $\gamma_{MAX}$**
- 8. Rapporto di prova**

## **Appendici**

**A (Normativa) File "Riepilogo BD"**

## 1 Scopo e campo d'applicazione

Quanto di seguito regolamentato, concerne serbatoi per GPL interrati di tipologia orizzontale con capacità maggiore di 3 m<sup>3</sup> e fino a 13 m<sup>3</sup>.

Il presente documento tecnico costituisce un allegato tecnico a carattere normativo alla procedura EA dell'ISPESL Revisione 1 – Luglio 2006, in conformità a quanto disposto dai relativi:

- D.M. 23 Settembre 2004 "Modifica del decreto del 29 Febbraio 1988, recante norme di sicurezza per la progettazione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas, di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 m<sup>3</sup> e adozione dello standard europeo EN 12818 per i serbatoi di gas di petrolio liquefatto di capacità inferiore a 13 m<sup>3</sup>", e
- D.M. 17 Gennaio 2005 "Procedura operativa per la verifica decennale dei serbatoi interrati per GPL con la tecnica basata sul metodo delle emissioni acustiche".

Sotto il profilo tecnico-operativo si mantengono le considerazioni e le disposizioni tecniche già regolamentate nella "Procedura per il controllo di serbatoi interrati per GPL con tecnica basata sul metodo di Emissione Acustica ai fini della verifica decennale, Revisione 1 – Luglio 2006", ad eccezione di quanto di seguito meglio specificato che costituisce, nel concreto, un approccio integrativo.

Per quanto concerne i serbatoi con capacità fino a 5 m<sup>3</sup> viene mantenuto l'approccio statistico già definito nelle Appendici:

- B (Normativa) Criteri per la individuazione dei lotti omogenei
  - C (Normativa) Determinazione del campione rappresentativo del lotto omogeneo
  - D (Normativa) Classificazione del serbatoio e del lotto omogeneo ai fini della riqualificazione
- della "Procedura per il controllo di serbatoi interrati per GPL con tecnica basata sul metodo di Emissione Acustica ai fini della verifica decennale, Revisione 1 – Luglio 2006.

**Per serbatoi con capacità oltre 5 m<sup>3</sup>, il controllo viene effettuato individualmente, prescindendo, perciò, dall'approccio statistico su menzionato.**

## 2 Considerazioni di carattere generale

La membratura dei serbatoi per GPL interrati di tipologia orizzontale con capacità maggiore di 3 m<sup>3</sup> e fino a 13 m<sup>3</sup> è tipicamente realizzata dalla giunzione permanente di virole di simile geometria disposte secondo una configurazione in serie (vedi figura 1) e completata dai due fondi emisferici di chiusura.

In una logica di virtuale scomposizione del serbatoio, ciascuna virola e/o settore del serbatoio, può essere così assunto come indipendente e trattato congruentemente a quanto già previsto per serbatoi di capacità fino a 3 m<sup>3</sup>.

Di conseguenza, il rilevamento dell'attività acustica può essere semplicemente interpretato come un approccio modulare di quanto già regolamentato per i serbatoi con capacità fino a 3 m<sup>3</sup>.

Su questo schema, la virola e/o settore del serbatoio "k-esimo" (k=1,...,z) deve essere strumentato con almeno una coppia di sensori EA secondo le modalità di seguito meglio specificate e, rispetto ai segnali EA acquisiti, condotta l'elaborazione e l'interpretazione dei dati necessari al calcolo di due indici di valutazione ICSE<sub>k</sub> ed ISRE<sub>k</sub> e con essi la determinazione di un indicatore sintetico  $\gamma_{k-max}$ .

Deve essere sempre verificato che il numero z di coppie di sensori installati soddisfi la seguente condizione:

$$z = \text{int} \left[ \frac{\text{Lunghezza Serbatoio [mm]}}{2100 [mm]} \right]$$

Il valore massimo  $\gamma_{MAX}$  degli z valori  $\gamma_{k-max}$  registrati nel corso della prova EA viene, infine, utilizzato per la definitiva classificazione del serbatoio:

$$\gamma_{MAX} = \max (\gamma_{1 \max}, \dots, \gamma_{k \max}, \dots, \gamma_{z \max})$$

## 3 Sistema EA e sua configurazione

Il sistema EA deve avere caratteristiche identiche a quelle specificate nella sezione 10 della procedura EA Revisione 1, ma dotato di almeno 2z canali configurati come già specificato nella sezione 13 della procedura EA Revisione 1.

#### 4 Installazione dei sensori EA

Il serbatoio per GPL con caratteristiche definite nella sezione 1 del presente documento ha tipicamente una geometria oblunga della membratura ottenuta dalla saldatura lungo uno dei bordi circonferenziali di virole (generalmente di stesse dimensioni) accostate in direzione longitudinale.

Tali serbatoi sono comunque dotati di un solo pozzetto di accesso a complemento di una delle virole che renderebbe pertanto, data la asimmetria, problematica ed inaffidabile l'analisi diagnostica con tecnica basata sul metodo EA dell'integrità strutturale del serbatoio se ottenuta con una sola coppia di sensori così come regolamentato dalla procedura EA. Ciò è essenzialmente dovuto ad inevitabili forti attenuazioni dell'onda elastica associata all'emissione acustica generata da una sorgente discretamente lontana dalle posizioni di rilevamento dei sensori EA applicati.

Per tale ragione, si ritiene efficace una soluzione tecnica che preveda l'impiego di  $z$  coppie di sensori EA di caratteristiche identiche a quelle specificate nella sezione 10 della procedura EA Revisione 1, la cui installazione sulla membratura del serbatoio sia effettuata in analogia a quanto indicato in figura 1.

Più in particolare, è opportuno posizionare i  $2z$  sensori lungo una stessa generatrice della membratura.

Dal momento che l'accesso alla membratura del serbatoio è possibile solo in corrispondenza del pozzetto e che questo, per tali tipologie, è spesso decentrato rispetto al piano trasversale di simmetria dell'intero serbatoio, si potrebbe rendere necessario rimuovere nelle aree di interesse qualsiasi copertura (terra, sabbia, ecc.) che impedisca una corretta installazione dei sensori per realizzare il contatto diretto con la superficie stessa della membratura ed il loro regolare funzionamento durante l'intero svolgimento della prova EA. Per tali ragioni, durante l'esecuzione dello scavo per accedere alla parte della membratura non direttamente raggiungibile, si raccomanda l'utilizzo di un set di pale in plastica (gomma dura) al fine di evitare urti e conseguenti danneggiamenti degli strati di rivestimento del serbatoio. A conclusione della prova EA, dovrà essere completamente ripristinata la copertura dell'area precedentemente interessata dallo scavo rendendola assolutamente conforme alle condizioni iniziali.

Al fine di una corretta esecuzione della prova, si raccomanda di installare  $(z - 1)$  selle con guarnizione anti-frizione, a protezione dell'area in cui sono posizionati i sensori, per quelle coppie non posizionate nel pozzetto originale, ponendo particolare attenzione al compattamento della terra attorno alla sella prima dell'inizio di qualsiasi fase della procedura EA.

Inoltre, si deve verificare che:

- il posizionamento della coppia di sensori installata nel pozzetto sia quanto più lontano dalle valvole di immissione e/o prelievo del fluido (compatibilmente con la tipologia di pozzetto);
- l'interasse tra i punti medi di coppie adiacenti sia di 2000 (+ 300) mm misurati lungo la stessa generatrice cercando di rispettare una installazione ordinata e simmetrica compatibilmente con le dimensioni del serbatoio indagato. Come utile riferimento si suggerisce di individuare il centro del serbatoio e posizionare le coppie dei sensori secondo una disposizione simmetrica, tenuto conto della posizione del pozzetto originale. Nel caso in cui il pozzetto sia installato in posizione perfettamente equidistante rispetto ai due fondi del serbatoio (al centro), è necessario procedere a  $z$  scavi (per l'applicazione dei  $2z$  sensori) ed installare, quindi,  $z$  selle con guarnizione antifrizione.

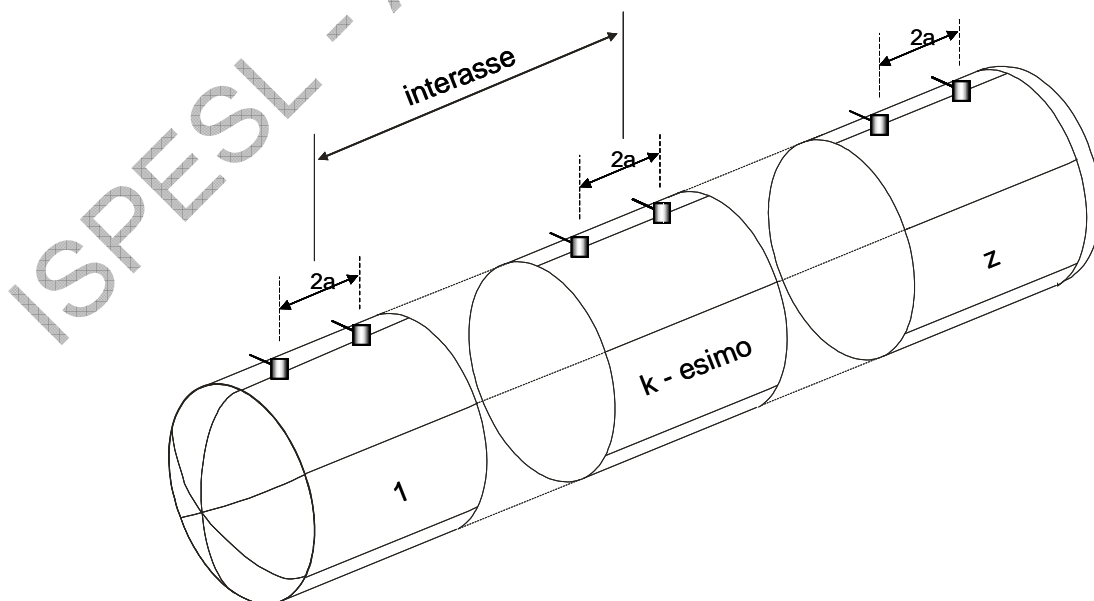


figura 1

## 5 Verifica di funzionalità del sistema EA

La verifica di funzionalità ha la finalità di accertare che il sistema EA sia efficientemente installato e configurato ai fini del corretto svolgimento della prova EA e abbia mantenuto tali caratteristiche durante l'intera sequenza delle fasi operative di registrazione dei segnali EA utili ai fini interpretativi.

Per tale ragione, la verifica di funzionalità deve essere effettuata sia preliminarmente alla fase di registrazione del rumore di fondo iniziale (verifica di funzionalità iniziale), sia successivamente alla registrazione dell'attività di fondo finale (verifica di funzionalità finale).

La verifica di funzionalità viene svolta riferendosi a ciascuno dei sensori, di seguito indicati con "sensore i-esimo" mediante la simulazione di eventi EA, artificialmente generati, per accertare che il sistema EA globalmente risponda in maniera appropriata e ripetibile.

L'evento EA è prodotto con pulsatore elettronico e/o con sorgente *Hsu-Nielsen*.

L'interpretazione della verifica di funzionalità svolta con pulsatore elettronico o con sorgente *Hsu-Nielsen*, è basata sull'analisi interpretativa della media aritmetica delle ampiezze (nel seguito brevemente indicata come "ampiezza media") registrate sulla base di almeno quattro eventi per ogni canale.

### Verifica di funzionalità con sorgente *Hsu-Nielsen*

La verifica di funzionalità svolta con sorgente *Hsu-Nielsen* (rottura di mina calibrata di diametro 0,3 mm e durezza 2H) deve essere svolta conformemente alla norma EN 13477-2. In particolare, deve essere accertato che per una sorgente posta ad una distanza di 2 cm dal centro del sensore si registri, per il relativo sensore, un'ampiezza media non inferiore ad 85 dB<sub>AE</sub>.

### Verifica di funzionalità con pulsatore elettronico

La verifica di funzionalità svolta con pulsatore elettronico implica la registrazione delle ampiezze medie dei sensori i-esimi passivi (riceventi) quando il sensore j è attivo (pulsante) secondo la convenzione:

$A_{i,j}$  ampiezza media degli *hit* registrati dal sensore i-esimo degli eventi prodotti dal sensore j

A conclusione della verifica di funzionalità con pulsatore elettronico si perviene ad una matrice del tipo di quella di seguito riportata nella figura 2:

		Sensore Ricevente i-esimo				
		1	...	...	...	2z
Sensore Pulsante j-esimo	1	$A_{1,1}$	...	...	...	$A_{1,2z}$
	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	$A_{j,i}$	...
	2z	$A_{2z,1}$	...	...	...	$A_{2z,2z}$

figura 2

I valori della diagonale principale  $A_{i,j (i=j)}$  non hanno significato fisico. Infatti rappresentano le ampiezze medie dei segnali dei sensori allo stesso tempo ricevuti (passivi) e pulsanti (attivi).

#### Verifica di funzionalità iniziale

La verifica di funzionalità iniziale deve essere effettuata prima della fase di registrazione del rumore di fondo iniziale, al fine di accertare il conseguimento di idonee condizioni di acquisizione e registrazione dei segnali EA utili ai fini interpretativi.

La verifica di funzionalità iniziale deve essere svolta prima con pulsatore elettronico e successivamente con sorgente *Hsu-Nielsen* effettuata con le modalità sopra indicate.

La verifica funzionale con pulsatore elettronico può, in questa fase, essere svolta più volte, modificando i relativi parametri di configurazione del sistema EA, fino al raggiungimento per ciascuna coppia di sensori di un'ampiezza media misurata compresa tra 80 e 90  $\text{dB}_{\text{AE}}$  ;

Rimangono cogenti tutte le altre disposizioni tecnico – operative già fornite nella “Procedura per il controllo di serbatoi interrati per GPL con tecnica basata sul metodo di Emissione Acustica ai fini della verifica decennale, Revisione 1 – Luglio 2006”

#### Verifica di funzionalità finale

La verifica di funzionalità finale deve essere effettuata dopo la fase registrazione dell'attività di fondo finale, al fine di accertare che nel corso della prova EA non siano intervenute circostanze di qualsiasi natura che abbiano compromesso la corretta acquisizione e registrazione dei segnali EA utili ai fini interpretativi.

La verifica di funzionalità finale deve essere svolta solo con pulsatore elettronico una ed una sola volta (a meno di palesi problemi di acquisizione e registrazione della strumentazione EA), mantenendo inalterati i parametri di configurazione del sistema EA già impostati nel corso della verifica di funzionalità iniziale.

La verifica di funzionalità finale è accettabile se sono riscontrate tutte le seguenti condizioni:

- a) per ogni coppia k-esima di sensori, la differenza delle ampiezze medie misurate tra la verifica di funzionalità finale ed iniziale corrispondentemente a ciascun sensore (deviazione) non sia maggiore a 20  $\text{dB}_{\text{AE}}$  ;
- b) qualora sia verificata la condizione a), per ogni k-esima coppia di sensori, la differenza delle due deviazioni non sia maggiore a 5  $\text{dB}_{\text{AE}}$ .

Rimangono cogenti tutte le altre disposizioni tecnico – operative già fornite nella “Procedura per il controllo di serbatoi interrati per GPL con tecnica basata sul metodo di Emissione Acustica ai fini della verifica decennale, Revisione 1 – Luglio 2006”

### **6 Modalità di pressurizzazione**

La pressurizzazione del serbatoio deve avvenire con legge lineare con gradiente non superiore a 0,2 (tolleranza + 0,05) bar/min.

### **7 L'indicatore sintetico massimo $\gamma_{\text{MAX}}$**

Il valore massimo  $\gamma_{\text{MAX}}$  degli  $z$  valori  $\gamma_{k\text{-max}}$  registrati nel corso della prova EA viene, infine, utilizzato per la definitiva classificazione del serbatoio:

$$\gamma_{\text{MAX}} = \max (\gamma_{1\text{ max}}, \dots, \gamma_{k\text{ max}}, \dots, \gamma_{z\text{ max}})$$

### **8 Rapporto di prova**

A conclusione della verifica deve essere compilato un Rapporto di Prova del tipo di seguito indicato come modello: