



CARRARI®



Oggetto: “Studio integrativo dell’implementazione del programma LDAR per il controllo, riduzione e quantificazione delle emissioni fuggitive di processo presso API Raffineria di Falconara

DICEMBRE 07



CARRARA®



INDICE GENERALE

1. Oggetto d'appalto.....	pag. 3
2. Riferimenti Legislativi e Normativi.....	pag. 3
3. Generalità.....	pag. 4
4. Selezione della MTD per l'attuazione del piano di monitoraggio e contenimento delle emissioni fuggitive.....	pag. 5
5. Descrizione della MTD – LDAR EPA 453/95.....	pag. 6
6. La tecnica di misurazione	pag. 10
7. Il fattore di riposta RF ed il calcolo della stima emissiva.....	pag. 11
8. L'introduzione di LDAR presso la Raffineria API Falconara.....	pag. 17
9. Conclusione	pag. 20



CARRARA®



1. Oggetto

API Raffineria di Falconara Marittima AN di seguito nominata la “COMMITTENTE”, ha commissionato a Carrara S.p.a. Divisione FERP, di seguito nominata FERP, sin dal 2003 l’implementazione del programma LDAR EPA 453/95 per il controllo, riduzione e quantificazione delle emissioni fuggitive di processo presso la Raffineria.

FERP ha provveduto ad implementare il protocollo LDAR eseguendo il completo censimento e ripetuti monitoraggi dei componenti di processo presso detto stabilimento. Con il presente documento si presenteranno estensivamente tanto il protocollo LDAR quanto le procedure di calcolo per giungere alla determinazione della stima emissiva.

2. Riferimenti Legislativi e Normativi

Il protocollo LDAR è considerato una MTD per implementare piani di controllo delle emissioni fuggitive. I riferimenti tecnici e normativi appartengono ai documenti di cui si cita:

- D.Lgs 152/2006
- D.M. 29/01/2007 – “Emanazione di linee guida per l’individuazione e l’utilizzazione delle MTD in materia di Raffinerie, categoria IPPC 1.2”
- LG MTD Sistemi di Monitoraggio – 8 maggio 2004 – commissione GRT (Gruppo Tecnico Ristretto) istituito il 4 giugno 2003 – pubblicato in G.U. n.° 135 13/06/2005 quale allegato II D.M. 31/01/2005
- DOCUMENTO DI RIFERIMENTO SUI PRINCIPI GENERALI DI MONITORAGGIO” giugno 2003 – traduzione Italiana a cura di APAT Emilia Romagna, Lazio e Lombardia di BREF monitoring redatto dalla commissione TWG IPPC di Siviglia <http://eippcb.jrc.es>
- GUIDA ALLA COMPILAZIONE DELLA DOMANDA DI AIA www2.minambiente.it/sito/news/docs/aia/Guida_rev_feb_06.pdf
- BREF – REFERENCE DOCUMENT ON BEST AVAILABLE TECHNIQUES FOR MINERAL OIL AND GAS REFINERIES – Febbraio 2003 – Commissione di Siviglia – <http://eippcb.jrc.es>
- Protocollo EPA 453/95 www.epa.gov
- „Preferred and alternative method for estimating fugitive emissions from equipment leak’s“– novembre 1996 – EIIP Environment Inventory Improvement Program - EPA
- „Analysis Refinery Screening Data“ pubblicazione 310 American Petroleum Institute



CARRARA®



3. Generalità

Qualificazione delle emissioni per l'orientamento degli interventi

Il manuale “*Elementi per l’emanazione delle linee guida per l’identificazione delle migliori tecniche disponibili – sistemi di monitoraggio (8 giugno 2004) - curato dalla commissione GRT (Gruppo Tecnico Ristretto) istituito il 4 giugno 2003 – pubblicato in G.U. n.° 135 13/06/2005 quale allegato II D.M. 31/01/2005*” riporta la seguente definizione di emissioni diffuse, al fine di qualificarle nel dettaglio:

“Nell’ambito delle emissioni in atmosfera, le emissioni diffuse hanno acquisito dignità tecnica e di rilevanza pari ed equivalente a quelle delle emissioni convogliate. Ogni impianto che per l’esercizio della propria attività deve inoltrare domanda alla Autorità competente per l’ottenimento della AIA non potrà esimersi nella propria gestione ambientale integrata dal tenere in considerazione il rilevante contributo delle emissioni diffuse, pianificando per esse l’impegno di risorse adeguate per identificarle, monitorarle, quantificarle e ridurle.”

Appartengono alle emissioni diffuse anche le cosiddette emissioni fuggitive.

Le emissioni diffuse e le emissioni fuggitive sono definite come segue:

Emissioni fuggitive – Le emissioni fuggitive sono le emissioni che si hanno nell’ambiente in seguito ad una graduale perdita di tenuta di un componente progettato per contenere un fluido (liquido o gassoso) Esempi di emissioni fuggitive includono perdite da flange, pompe, compressori ect.

Emissioni diffuse – Emissioni derivanti da un contatto diretto di sostanze volatili o polveri leggere con l’ambiente, in condizioni operative normali di funzionamento.

Le fonti di emissioni diffuse possono avere origine puntuale, lineare, di superficie o di volume.

Per tutte e due le categorie la caratteristica fondamentale è che esse solitamente non sono oggetto di limiti specifici (non essendo canalizzate e dunque misurabili direttamente) ma piuttosto di prescrizioni tecniche finalizzate alla loro prevenzione e minimizzazione.”



4. Selezione della MTD per l'attuazione del piano di monitoraggio e contenimento delle emissioni fuggitive

La IPPC 96/61, ed i relativi dispositivi legislativi di recepimento della direttiva, introducono il principio della Migliore Tecnica Disponibile (MTD) quale strumento per il conseguimento di progressi nel contenimento dell'impatto ambientale e, nello specifico di questo studio, di quello delle emissioni diffuse.

In relazione al piano di controllo e contenimento delle emissioni fuggitive, emissioni appartenenti al gruppo delle emissioni diffuse, la procedura LDAR – Leak Detection And Repair (in Italiano LPER Localizzazione Perdite e Riparazione) – è stata qualificata come MTD nel BREFs (Best Available Technique Reference Documents) e successivamente nel documento “Linee Guida per l'identificazione delle migliori tecniche disponibili, categoria IPPC 1.2 – Raffinerie di Petrolio e Gas”, D.M. 29/01/07 pubblicato in G.U. nel maggio 2007. La procedura LDAR è esplicitamente citata nel documento “Guida alla compilazione della domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale” (Sezione E.2 piano di monitoraggio, E.3 emissioni in atmosfera di tipo non convogliato). La quantificazione delle emissioni fuggitive è ottenuta implementando le procedure di calcolo del manuale EPA 453/R-95-017 - Protocol for Equipment Leak Emission Estimates – che descrive anche nel dettaglio la procedura LDAR ed il metodo di tecnica ispettiva per l'accumulazione dei dati denominata “Tecnica EPA Method 21”.

Il piano di monitoraggio che si intende adottare in relazione alle emissioni fuggitive individua perciò in LDAR la Migliore Tecnica Disponibile.



CARRARA®



5. Descrizione della MTD – LDAR EPA 453/95

Al fine di completezza, riprendiamo dal manuale:

“Documento di riferimento sui principi generali di monitoraggio”

(traduzione Italiana a cura di APAT Emilia Romagna, Lazio e Lombardia di BREF monitoring redatto dalla commissione TWG IPPC di Siviglia) la descrizione della tecnica di valutazione delle perdite dalle apparecchiature:

La procedura di stima delle perdite dalle apparecchiature definita dall'US EPA fornisce dettagli su diversi tipi di approcci, di seguito elencati, che possono essere utilizzati per stimare queste emissioni:

- *fattore di emissione medio*
- *intervalli di osservazione/fattori cumulativi*
- *correlazioni EPA*
- *approccio correlato all'unità specifica.*

Tutti gli approcci richiedono dati di screening tranne quello del fattore di emissione medio. Un valore di screening è un parametro correlabile ad una concentrazione di sostanza dispersa nell'ambiente in prossimità delle apparecchiature che la emettono. Fornisce un'indicazione del tasso di perdita da una parte delle apparecchiature. Le misure possono essere ottenute usando uno strumento di monitoraggio portatile, campionando l'aria di alcuni punti di potenziale perdita di singole parti delle apparecchiature. L'approccio correlato all'unità specifica utilizza anche valori di perdite associate a valori di selezione. In questo approccio il tasso di perdita viene misurato chiudendo in una sacca una parte delle apparecchiature per determinare la percentuale in massa di perdita effettiva della sostanza. I valori di selezione e i tassi di perdita misurata in diverse parti delle apparecchiature vengono usati per determinare la correlazione riferita all'unità specifica. La correlazione risultante tra il tasso di perdita e il valore di selezione indica il valore di massa di emissione come funzione del valore di selezione stesso. L'obiettivo principale dei metodi di stima delle emissioni fuggitive dell'US EPA (United States Environment Protection Agency) è di coadiuvare il programma “Leak Detection And Repair” (LDAR) di Localizzazione Perdite E Riparazione (LPER). Un programma LPER consiste nel monitorare selezionando quei componenti che possono dare origine a perdite di prodotti (prevalentemente dalle tenute) e poi riparare tutti quelli per cui sono state individuate perdite. Il monitoraggio delle perdite è effettuato conformemente secondo al metodo di riferimento dell'US EPA EPA 21, con una frequenza predefinita di campionamento. Nella pratica i componenti inaccessibili non vengono monitorati (es. per ragioni di isolamento, altezza).



LDAR è l'acronimo di Leak Detection And Repair, "CERCA LA FUGA E RIPARALA". **L'azione di riparazione del componente in divergenza emissiva è l'elemento fondante della strategia di riduzione delle emissioni.** Per innescare l'azione correttiva il componente deve essere rilevato oltre una soglia di rispetto, identificata per le raffinerie nel leak definition 10.000 ppmv (si veda pag 2-9 e sezione 5 di EPA 453/95). Al termine dell'ispezione, eseguita secondo procedura EPA Method 21 (protocollo EPA 453/95) con un FID (Flame Ionisation Detector), le sorgenti ispezionate sono perciò divise in due gruppi: 1) quelle da riparare; 2) quelle che non sono da riparare. La percentuale delle sorgenti appartenenti al gruppo 1 (sorgenti da riparare) rispetto al campione monitorato è la variabile di controllo della procedura LDAR: se tale valore è convergente allo 1,00% del campione allora il sistema è sostanzialmente in equilibrio ed il risultato è accettabile. Se il valore della variabile è superiore allo 1,00% il Gestore, attraverso l'azione di riparazione o con attività più radicali (es.: sostituzione del componente) si pone l'obiettivo di far convergere la variabile al valore obiettivo, riducendo di conseguenza le emissioni fuggitive complessive.

Modello matematico per formalizzare la funzione obiettivo e quantificare analiticamente i progressi raggiunti dall'implementazione di LDAR
(Estratto da EPA453/95 pag 5-54)

The initial leak frequency is the fraction of sources defined as leaking before the LDAR program is implemented. The initial leak frequency is point X on figure 5-35. The lower the leak definition, the higher the initial leak frequency. At a process unit, the initial leak frequency can be determined based on collected screening data. If no screening data are available, the initial leak frequency can be assumed to be equivalent to the leak frequency associated with the applicable average emission factor. However, if a process unit already has some type of LDAR program in place, the average emission factor may overestimate emissions. On figures 5-1 through 5-34, the average emission factor for each equipment type is plotted as a horizontal line. From this line, an initial leak frequency can be determined for any of the leak definitions. For example, on figure 5-1, which is for gas valves, the SOCOMI average emission factor equals 0.00597 kilograms per hour (kg/hr). For a leak definition of 500 ppmv, this average emission factor corresponds to a fraction leaking of approximately 0.136. Similarly, for a leak definition of 10,000 ppmv, the average emission factor corresponds to a fraction leaking of 0.075. These points are determined by finding the intersection of the SOCOMI average emission factor line and the applicable leak definition line and reading off the corresponding fraction leaking. Alternatively the fraction leaking associated with the average factor can be calculated using the equations in tables 5-4, 5-5, 5-6, and 5-7. The leak frequency immediately after a monitoring cycle is Point Y on figure 5-35. After an LDAR program is implemented for a given time period, point Y will reach a "steady-state" value. As presented in figure 5-35, point Y depends on two key factors: (1) the percentage of equipment successfully repaired after being identified as leaking, and (2) the percentage of equipment that was repaired for which leaks recurred. Two simplifying assumptions when calculating point Y are: (1) that leaking equipment is instantaneously repaired, and (2) that the recurring leaks will occur instantaneously after the equipment is repaired.

Based on these assumptions the value for point Y is calculated using the following equation:

$$Y_i = Z_i - (FR \times Z_i) + (FR \times Z_i \times R)$$

where:

Y_i = Leak fraction immediately after monitoring cycle i ;
 Z_i = Leak fraction immediately preceding monitoring cycle i (note that Z_1 equals point X.);



CARRARA®



R = Fraction of repaired sources for which a leak immediately recurs; and
FR = Fraction of leaking sources successfully repaired.

Point Z on figure 5-35 is the leak frequency immediately preceding equipment monitoring. After an LDAR program is implemented for a given time period, point Z will reach a "steady-state" value. To go from point Y to point Z on figure 5-35, the occurrence rate is added to point Y. The occurrence rate equals the percentage of initially nonleaking equipment that starts to leak between monitoring cycles. Use the following equation to go from point Y to point Z:

$$Z_{i+1} = O_c \times (1 - Y_i) + Y_i$$

where:

Z_{i+1} = Leak fraction immediately preceding monitoring cycle $i + 1$;

O_c = Fraction of non leaking sources which will leak in the time period between monitoring cycles (i.e, occurrence rate); and

Y_i = Leak fraction immediately after monitoring cycle i .

After several monitoring cycles, the leak frequency will be found to approximately oscillate between points Y and Z. The average value of these two "steady-state" values is the final leak frequency. This is point F on figure 5-35. The final leak frequency is the average percent of sources that are still leaking after an LDAR program has been implemented. Once the initial and final leak frequencies are determined, they can be entered into the applicable equation from table 5-4

5-56 or table 5-5 to calculate the associated average leak rates at these leak frequencies. Based on the initial leak rate and the final leak rate, the control effectiveness for an LDAR program can be calculated. The control effectiveness is calculated as:

$$Eff = (ILR - FLR) / ILR \times 100$$

where:

Eff = Control effectiveness (percent);

ILR = Initial leak rate (kg/hr/source); and

FLR = Final leak rate (kg/hr/source).

Brevemente la routine:

1. Classificare per tipo di componente e per fase dello stream, gassosa o liquida le sorgenti.
Questa attività classifica la popolazione soggetta al controllo
2. Fissare una soglia di rispetto in ppmv oltre la quale il componente deve essere oggetto di azione correttiva.
La soglia di rispetto è la discriminante che innesca l'azione correttiva sul componente; è decisa in funzione della tossicità del gas ed è comunque scelta dal gestore dell'impianto. Per le raffinerie, al primo ciclo di implementazione di LDAR, la soglia di rispetto è usualmente 10.000 ppmv.
3. Eseguire l'ispezione con il FID ed individuare le sorgenti con emissione oltre la soglia di rispetto.
Il monitoraggio avviene sui componenti 1 per 1 secondo la tecnica EPA Method 21.
4. Contare le sorgenti oltre soglia e misurarne la percentuale sull'inventario per ottenere il valore della variabile obiettivo.
es: se il monitoraggio di 1.000 sorgenti ne ha individuate 40 oltre la soglia prestabilita, allora si afferma che la performance del sistema si attesta sul valore 4%; tale valore è l'indicatore della prestazione delle sorgenti; l'obiettivo della routine è quello di far convergere la variabile a 1% (se solo l'1% delle sorgenti monitorate è oltre soglia allora il sistema ha raggiunto il suo equilibrio emissivo rispetto alla soglia prefiss)
5. Utilizzare le letture volumetriche (ppmv) dell'ispezione ed implementarle nelle equazioni di correlazione per ottenere la stima quantitativa Kg/ora addebitabile all'inventario.
Le equazioni EPA del protocollo 453/95 permettono di ottenere la stima quantitativa delle emissioni fuggitive da addebitarsi all'inventario monitorato. E' possibile già con l'ispezione di poche migliaia di sorgenti formulare delle stime emissive dell'insieme. Le



CARRARA®



- successive implementazioni, che aumenteranno il numero delle sorgenti ispezionate, permetteranno di affinare sempre più la stima emissa.*
6. Attivare un'azione correttiva sulle sorgenti
Le sorgenti individuate oltre soglia devono essere 'riparate' dalla committente.
 7. Monitorare nuovamente le sorgenti riparate per validare l'azione correttiva
Dopo la riparazione viene nuovamente verificato lo status emissivo della sorgente. L'insieme delle azioni correttive portate a termine con successo introduce l'indice di successo di riparazione.
 8. Utilizzare le letture volumetriche (ppmv) del re-monitoraggio, implementarle nelle equazioni di correlazione per rettificare la stima quantitativa Kg/ora addebitabile all'inventario coinvolto nella riparazione. Ricavare gli indici di successo di riparazione e calcolare il risparmio emissivo ottenuto dalla azione correttiva eseguita.
Le equazioni EPA del protocollo 453/95 permettono di ottenere la stima quantitativa delle emissioni fuggitive da addebitarsi all'inventario monitorato. E' possibile già con l'ispezione di poche migliaia di sorgenti formulare delle stime emmissive dell'insieme. Le successive implementazioni, che aumenteranno il numero delle sorgenti ispezionate, permetterà di affinare sempre più la stima emmissiv a.
 9. Ripetere il monitoraggio sulle sorgenti dopo un tempo prestabilito in funzione dell'esito del primo monitoraggio.
I passaggi da 3 a 8 sono iterati tal quale nei cicli ispettivi successivi; il gestore definisce il timing tra l'ispezione n-esima e la n+1-esima pianificando il timing di monitoraggio impianto per impianto, in funzione dell'esito della visite ispettive precedenti.

Questo tipo di programma rappresenta nel contempo una procedura formalizzata per il controllo, la contabilizzazione e la definizione della strategia di riduzione delle emissioni fuggitive. L'implementazione a cicli successivi permette di sottoporre a completa sorveglianza la popolazione di sorgenti ottenendo la riduzione delle emissioni attraverso la riparazione / sostituzione dei componenti. LDAR ha i connotati di MTD perché permette: 1) di un introdurre un modello governato da una variabile di controllo efficace ed di semplice computo: la quantità delle sorgenti oltre soglia di rispetto; la sua minimizzazione conduce alla verificata riduzione delle emissioni fuggitive; 2) individuare i componenti inefficienti; 3) di verificare l'idoneità delle azioni correttive apportate; 4) di indirizzare la scelta della migliore azioni correttiva all'interno di un piano di miglioramento formalizzato; 5) di calcolare le emissioni fuggitive di processo in modo formalizzato ed internazionalmente riconosciuto. L'implementazione di questo programma incontra le prescrizioni delle linee guida per l'applicazione del D.Lgs 59/2005.

6. La tecnica di misurazione

Le emissioni fuggitive sono misurate in accordo con EPA metodo 21 (Environmental Protection Agency M.21). Il risultato della rilevazione non è di tipo quantitativo ossia la rilevazione FID non esprime un valore Kg/h ma parti per milioni volumetriche ppmv. Il FID rileva il valore ppmv di TOC –



CARRARA®



Total Organic Compound – che sono comprensivi di compound organici ma non VOC quali il metano.

Le misurazioni dell'emissioni sono da realizzarsi preferibilmente con detector portatile equipaggiato con computer di bordo, che memorizza le letture. L'intervallo globale delle misurazioni varia da 0,00 a 99.999,00 ppmv, consentendo pertanto che i livelli di emissione vengano caratterizzati in modo accurato e che le perdite siano identificate. Questo strumento è a sicurezza intrinseca ed utilizzabile per impieghi all'interno di impianti chimici e petrolchimici.

L'analizzatore deve essere calibrato regolarmente con gas metano CH₄ al fine di garantire l'accuratezza dei risultati.

Prima di effettuare le rilevazioni, si provvederà a rilevare e memorizzare il rumore di fondo in ppmv: le letture saranno dunque al netto di tale valore.

Il Manuale PREFERRED AND ALTERNATIVE METHODS FOR ESTIMATING FUGITIVE EMISSIONS FROM EQUIPMENT LEAKS, allegato al presente studio, qualifica il TVA 1000B come strumento idoneo a coprire un largo spettro di compounds detectabili.



FIGURE 4.3-4. TVA-1000 PORTABLE ORGANIC/INORGANIC COMPOUND DETECTION INSTRUMENT (FOXBORO)



CARRARA®



7. Il fattore di risposta RF ed calcolo della stima emissiva

Per come è stata descritta nelle sezioni precedenti, la procedura LDAR si fonda su degli assunti semplici ma fondamentali: 1) il programma persegue la riduzione delle emissioni attraverso l'individuazione e successiva riparazione delle sorgenti rilevate oltre una soglia prefissata e si pone come obiettivo di comprimere la numerosità percentuale di tali sorgenti, ad ogni ispezione successiva, al di sotto del limite dell' 1,00%; se ulteriori progressi vogliono essere raggiunti, si fissa una nuova soglia emissiva più bassa della precedente e si itera la procedura fino al conseguimento; 2) le letture accumulate durante le campagne di monitoraggio vengono implementate nelle equazioni di correlazione EPA 453/95 per determinare un calcolo della emissione Kg/h da addebitare al singolo componente e per somma all'inventario.

La singola lettura ppmv del componente i-esimo ha insomma una duplice valenza:

- 1) per confronto con la soglia innesca o meno l'azione correttiva e classifica il componente come LEAK or NO LEAK;
- 2) è la variabile indipendente delle equazioni di correlazione per calcolare la emissione oraria Kg/h del componente.

Prima di essere implementata nelle equazioni di correlazione, la lettura i-esima, dovrebbe essere trattata con il Response Factor o RF che crea la corrispondenza tra:

Sostanza Detectata – Tipo di Detector - Calibrazione del Detector — Range in cui collocare la lettura ppmv. In pratica la singola lettura deve essere oggetto di correzione con un fattore adimensionale maggiore o minore di 1 a seconda dei casi, detto appunto RF.

Tecnicamente lo RF è il quoziente tra Actual Concentration e Screening Value ($RF = AC/SV$); SVA Screening Value Adjusted è $SVA = RF \times SV$.

Gli RF disponibili nei database EPA o nel manuale macchina del detector coprono soltanto una piccola parte delle sostanze chimiche presenti negli impianti di produzione.

Tale attività di correzione della lettura volumetrica è eseguita solo nel settore chimico. Per la natura produttiva delle raffinerie, essendo gli streams innumerevoli da impianto ad impianto e persino nel medesimo impianto, non si provvede alla correzione delle letture ed esse sono usate tal quale.

Tale aspetto è previsto e normato dalla procedura EPA 453/95 alla sezione 2.4.2 che prescrive testualmente quanto segue:

An alternative approach for determining the RF of a pure compound or a mixture is to perform analysis in a laboratory to generate the data used to calculate a RF. The approach for generating these data in the laboratory is described in chapter 3.0. The approach involves injecting samples of a known concentration of the material of interest into the actual portable monitoring instrument used to obtain the screening values and calculating the RF based on the instrument readout.



CARRARA®



In general, calculating the RF by performing analysis on site will give the most accurate RF information, since, among other factors, RF's have been shown to be a function of the individual monitoring instrument.

Ideally, when using screening values to estimate equipment leak emissions, the RF would be equal to 1, and, in this way, the screening value would be the actual concentration. However, because RF's are a function of several parameters, this cannot normally be achieved. Response factors can be used to correct all screening values, if so desired. To evaluate whether a RF correction to a screening value should be made, the following three steps can be carried out.

(1) For the combination of monitoring instrument and calibration gas used, determine the RF's of a given material at an actual concentration of 500 ppmv and 10,000 ppmv. (in some cases, it may not be possible to achieve an actual concentration of 10,000 ppmv for a given material. In these cases, the RF at the highest concentration that can be safely achieved should be determined.)

(2) If the RF's at both actual concentrations are below 3, it is not necessary to adjust the screening values.

(3) If either of the RF's are greater than 3, then the EPA recommends an RF be applied for those screening values for which the RF exceeds 3.

One of the following two approaches can be applied to correct screening values:

(1) Use the higher of either the 500 ppmv RF or the 10,000 ppmv RF to adjust all screening values.

(2) Generate a response factor curve to adjust the screening values.

Riprendendo quanto detto dettagliatamente dalla procedura, essendo impraticabile apportare in modo ortodosso e coerente delle correzioni alle letture, che richiederebbero centinaia di analisi e campionamenti, il protocollo autorizza l'utilizzo delle letture tal quale, forte anche del fatto che gli idrocarburi processati in raffineria hanno $RF < 3$ (ref: capitolo 4, paragrafo 3 "Fugitive emissions from equipment leaks: calculation procedures for petroleum industry facilities – publication number 343 may 1998"). Sempre dal medesimo manuale alla sezione 3.3.1, ma anche nel protocollo 453/95, si segnala che non è necessario effettuare una correzione del dato accumulato per escludere il metano, poiché le equazioni di correlazione per le raffinerie sono state sviluppate da dati che non lo escludevano (tale aggiustamento peraltro non potrebbe da procedura eccedere la quota del 10%).

Le equazioni di correlazioni rilasciano pertanto un valore Kg/h riferito a TOC, comprensivo dei no VOCs quali il metano.

Tali equazioni sono del tipo:

$$TOC = \text{alfa} \times (SV)^{\text{beta}}$$

TOC = Total Organic Compound - Kg/h

alfa = coefficiente adimensionale correlato al tipo di componente

beta = coefficiente adimensionale correlato al tipo di componente

SV = Screened Value - ppmv

Queste equazioni correlano dunque la lettura ppmv a dei flussi Kg/h.

Le equazioni di correlazione per i componenti di raffineria sono le seguenti:



CARRARA®



component type	service	Emission correlation equation Kg/h/component	0,00 ppmv	100.000 ppmv
			Zero emission rate Kg/h/component	Pegged component emission rate Kg/h/component
VALVES	ALL	$2,29E-06 \cdot (SV)^{0,746}$	7,8E-06	0,140
FLANGES	ALL	$4,61E-06 \cdot (SV)^{0,703}$	3,1E-06	0,084
PUMPS	ALL	$5,03E-5 \cdot (SV)^{0,610}$	2,4E-05	0,160
END LINES	ALL	$2,2E-06 \cdot (SV)^{0,704}$	2,0E-06	0,079
OTHER	ALL	$1,36E-05 \cdot (SV)^{0,589}$	4,0E-06	0,110

La attribuzione delle emissioni fuggitive in Kg/h/componente è imputata secondo la seguente procedura:

1. lettura strumentale FID = 0 ppmv : valore di Zero emission rate
2. lettura strumentale FID = 0 < ppmv < 99.998 : valore computato con equazione
3. lettura strumentale FID = ppmv > 99.999 : valore di “Pegged component emission rate”

A riguardo del caso 3 (lettura strumentale FID = ppmv > 99.999), essa rappresenta la circostanza in cui il FID rileva emissione altissima e va a fondo scala. In questo frangente la procedura somministra un Constant Emission Factor, di rilevante entità, poiché le equazioni di correlazioni sono state ottenute per interpolazione dati nel range 0 < ppmv < 100.000.

Va da sé che un componente rilevato a fondo scala FID ha un impatto fortissimo sul bilancio emissivo complessivo nel servizio annuo (8.760 ore), come si evince dalla tabella seguente:

component type	service	100.000 ppmv	100.000 ppmv
		Pegged component emission rate Kg/h/component	Pegged component emission rate Kg/8.760h/component
VALVES	ALL	0,140	1.226,40
FLANGES	ALL	0,084	735,84
PUMPS	ALL	0,160	1.401,60
END LINES	ALL	0,079	692,04
OTHER	ALL	0,110	963,60

Questa ultima considerazione concilia con la conclusione del rapporto “**Analysis of Refinery Screening Data**” – pubblicazione America Petroleum Institute 310 Novembre 1997 – per cui mediamente il 92,00% delle emissioni sono generate dai componenti rilevati oltre soglia 10.000 ppmv e mediamente lo 83,00% sono generate dalle “pegged sources” ossia quelle rilevate a valore 100.000



ppmv ed a cui sono imputati i fattori emissivi costanti della tabella sopra riportata.

Va da sé pertanto che a parità di inventario, ugual numero di sorgenti costituenti l'assieme, ed anche a parità di indicatori statistici ossia identico valore di sorgenti oltre soglia 10.000 ppmv, i bilanci emissivi di due raffinerie possono differire anche notevolmente perché essi dipendono pesantemente dalla distribuzioni delle letture delle sorgenti appartenenti a questo gruppo ed in particolare al numero di sorgenti rilevate oltre soglia 100.000 ppmv cui è attribuito un fattore emissivo costante e di rilevante entità. La distribuzione di queste sorgenti all'interno delle unità di raffineria non è uniforme ed non lo è nemmeno all'interno dei componenti. Peraltro LDAR è una procedura finalizzata a rilevare attraverso un'attività organizzata proprio questo gruppo di sorgenti.

Notoriamente le valvole, che costituiscono in media un quarto dell'inventario di raffineria, contribuiscono per circa il 65% dell'emissione complessiva (nella pubblicazione n.ro 310 API si parla di contributo di 68,10 %). Inaspettatamente il secondo gruppo emissivo sono gli Open End lines e per ultimo arrivano le flange.

E' comunque evidente in letteratura che la performance emissiva di ogni raffineria, a riguardo delle emissioni fuggitive, è difficilmente comparabile con le altre poiché invariabilmente il coefficiente emissivo per sorgente cumulativo (Kg/h/componente di raffineria) rappresenta un sunto della specificità dell'impianto, della sua vetustà, delle scelte tecniche adottate a riguardo dei componenti e delle strategie manutentive in essere.

A tal proposito riportiamo la tabella "Comparison of Various Refinery Performance: average emissions, Kg/hr/component" (source : pubblicazione n.ro 310 API table 3-6 pag 3-23)

Leak category	aggregate	Refinery A	Refinery B	Refinery C	Refinery D	Refinery E	Refinery F	Refinery G
ppm>10.000	3,33E-02	1,39E-02	2,01E-02	2,96E-02	4,99E-02	4,22E-02	3,35E-02	3,38E-02
ppm<10.000	5,08E-05	2,54E-05	2,87E-05	2,62E-05	1,59E-04	1,31E-04	5,22E-05	4,35E-05

Si evince facilmente dai dati che i fattori emissivi del primo gruppo deviano oltre il 50% rispetto al valor medio. Si rammenta per la fruizione dei dati che quelli riportati sono i valori medi conclusivi, calcolati al termine di un ciclo di sei anni di implementazione di LDAR.

**CARRARA®**

8. L'evoluzione e lo sviluppo di LDAR presso la raffineria API Falconara Marittima

La routine LDAR EPA 453/95 con tecnica ispettiva EPA Method 21 è stata introdotta presso la raffineria API di Falconara Marittina nel 2003. Da quell'anno e per tutto il quinquennio successivo si è provveduto alla catalogazione e monitoraggio di tutte le sorgenti di emissioni fuggitive della raffineria.

UNITA	CMP	END	FLG	PMP	PSV	VLV	Totale
CARBON EXTRACT. U8000			303	7	8	147	465
CARICO BITUME U7200			300	4		115	419
COMPRES. Gas U3500	1		372	6	12	116	507
DEISOES. U3400		4	131	9		48	192
DEP. NAZIONALE	1		774	10		167	952
DISTRIB. HOT OIL			152	2		60	214
DS3 B U3350	1	4	1.198	11	5	420	1.639
DS1 U3100	4	3	577	12	1	221	818
DS2 U3200		1	518	13		237	769
DS3 U3300		10	1.036	19	11	412	1.488
GASSIFIC. U8000			102	6	2	55	165
IDROGENO 1 U3600		137	706		9	327	1.179
IDROGENO 2 U3650	1	152	1.239	1	15	433	1.841
ISOMER.U2800		1	388	9	1	201	600
UNIFINING U2500	2	69	936	15	1	412	1.435
NAPHTA SPLITTER U 2100			195	4		66	265
PENSILINE GPL			47			18	65
PLATFORMING U2600	1	7	680	19		272	979
RECONTACTING U2550			18	1		9	28
RECUP. ZOLFO U3850			142	4	1	50	197
RERUN ESANO U2200			158	4		53	215
RIG. DEA U3700			67	1		29	97
SIF			846	20	37	151	1.054
SPLITTER C3/C4 U2700			152	2		65	219
SRU U3750			122			57	179
THERMAL CRACKING U1850			707	7		260	974
TOPPING 1 U1000		76	1.682	34	11	691	2.494
VACUUM 1 U1900			1.397	18	8	490	1.913
VACUUM 3 U1400		6	1.079	23		403	1.511
VISBREAKING U1800			1.448	23	6	510	1.987
SALA POMPE GPL			370	8		142	520
SALA POMPE TER. TERRA			314	20		83	417
SALA POMPE C			157	12		60	229
SALA POMPE A			111	8		27	146
SALA POMPE A1			156	6		61	223
SALA POMPE IGCC			122	6		29	157
Totale complessivo	11	470	18.702	344	128	6.897	26.552

Legenda: CMP: compressori; END: fine linea; FLG: flange; PMP: pompe; PSV: valvole di sicurezza; VLV: valvole

Sono state inventariate complessivamente 26.552 sorgenti aggregate in 36 unità. Nel primo triennio 2003-2005 si è provveduto solo alla catalogazione e al monitoraggio. Dal 2006 sono cominciate anche le attività di remonitoring dei componenti. L'attività di re monitoring è stata pianificata in funzione dei



CARRARA®



risultati precedenti, dedicando particolare cura alle unità che si sono rilevate più emissive. In particolare un aggregato di unità denominato PRA è stato oggetto nel quinquennio di un triplice monitoraggio.

GRUPPO	UNITA	CMP	END	FLG	PMP	PSV	VLV	Totale complessivo
PRA	DEISOES. U3400		4	131	9		48	192
	DS3 B U3350	1	4	1.198	11	5	420	1.639
	DS1 U3100	4	3	577	12	1	221	818
	DS2 U3200		1	518	13		237	769
	DS3 U3300		10	1.036	19	11	412	1.488
	IDROGENO 1 U3600		137	706		9	327	1.179
	IDROGENO 2 U3650	1	152	1.239	1	15	433	1.841
	ISOMER.U2800		1	388	9	1	201	600
	UNIFINING U2500	2	69	936	15	1	412	1.435
	NAPHTA SPLITTER U 2100			195	4		66	265
	PLATFORMING U2600	1	7	680	19		272	979
	RECONTACTING U2550			18	1		9	28
	RERUN ESANO U2200			158	4		53	215
	SPLITTER C3/C4 U2700			152	2		65	219
PRA Totale		9	388	7.932	119	43	3.176	11.667

Legenda: CMP: compressori; END: fine linea; FLG: flange; PMP: pompe; PSV: valvole di sicurezza; VLV: valvole

L'attività di riparazione delle sorgenti in deviazione emissiva è stata regolarmente effettuata, spesso in contemporanea con l'attività ispettiva quando le sorgenti venivano individuate.

A seguito dell'implementazione della routine sono stati nel tempo ottenuti risultati significativi poiché gli indici sistemici (percentuali delle sorgenti rilevati oltre soglia 10.000 ppm) sono stati sempre inferiori al valore obiettivo dello 1,00%.

Nel corso della campagna ispettiva 2007 il sistema ha accumulato un punteggio 0,88% rispetto a soglia 10.000 ppmv.

La quantificazione emissiva è stata computata con le equazioni di correlazione secondo le modalità e le procedure EPA 453/95 esibite nel precedente capitolo 7.

La raffineria API ha in essere un piano formalizzato di monitoraggio annuale pianificato a tutto il 2009 che affiancherà alla tradizionale ispezione con tecnica EPA Method 21 di LDAR anche la tecnica ispettiva remota SMART LDAR con IR Gas Imaging Camera.



9. Conclusioni

La raffineria API Falconara ha adottato la routine di controllo delle emissioni fuggitive LDAR qualificata come MTD, in conformità al D.Lgs 152/2006. Tale routine è attiva sin dal 2003 e nel 2008 sarà al sesto anno di implementazione. Gli obiettivi che la implementazione della MTD intende perseguire sono i seguenti:

- adottare in via continuativa una procedura di controllo formalizzata, appartenente ad un modello in cui la funzione obiettivo è precisamente individuata (il trend della % di sorgenti oltre la soglia di rispetto deve convergere a 1%), che consenta anche di calcolare quantitativamente l'emissione.
- perseguire la riduzione delle emissioni fuggitive attraverso le specifiche azioni correttive previste dalla routine da adottarsi sui singoli componenti

Tale metodologia vanta esperienze applicative internazionali sin dai primi anni 90 ed è stata indicata come MTD nel contenimento delle emissioni fuggitive.

Il suo punto di forza è senza dubbio la semplicità con la quale è possibile tenere sotto controllo il sistema. Il Gestore d'impianto, introducendo questa procedura di controllo e monitoraggio, si doterà pertanto di una MTD formalizzata di sicuro successo per la riduzione delle emissioni fuggitive d'impianto.

Restando a disposizione per ogni vostra richiesta di integrazione di informazioni o dettagli, colgo occasione per porgere distinti saluti.

Ing. Francesco Apuzzo
Procuratore e Direttore Tecnico di Carrara S.p.a.


CARRARA S.p.A.
Via Provinciale, 1E
25030 ADRO (Brescia)