

ANALISI DELL'ESPERIENZA STORICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE CARENZE NEL SGS: IL CASO DI INCENDIO IN UNA RAFFINERIA IN ITALIA (2002)

Alberto RICCHIUTI – APAT/Responsabile Servizio Rischio Industriale

Gianfranco CAPPONI – APAT/Servizio Rischio Industriale

Fausta DELLI QUADRI – APAT/Servizio Rischio Industriale

APAT – Dipartimento nucleare, rischio tecnologico e industriale – Servizio Rischio Industriale

Via Vitaliano Brancati 48, 00144 Roma

Sommario

Nell'ambito delle attività di prevenzione e controllo del rischio industriale condotte da APAT, in qualità di organo tecnico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, assume particolare importanza l'analisi degli eventi rilevanti (incidenti, quasi-incidenti ed anomalie d'impianto) occorsi nelle realtà industriali del territorio nazionale.

Tale problematica è affrontata dall'Agenzia anche a livello internazionale, tramite reporting di incidenti MARS alla Commissione europea e attività di confronto informativo/formativo con gli enti omologhi di altri Paesi sugli eventi occorsi (ad es. nell'ambito dell'iniziativa IMPEL).

L'analisi riportata nel presente lavoro consiste in un approfondimento dell'evento incidentale in esame, sulla base delle informazioni disponibili, finalizzato alla individuazione degli elementi del sistema di gestione della sicurezza, così come indicati nel D.M. 9 Agosto 2000, che hanno assunto, a giudizio degli autori, un ruolo nella dinamica dell'incidente stesso.

L'importanza di tale metodologia di analisi ha trovato riscontro, ad oggi, nelle utili indicazioni fornite sia a livello di gestori degli stabilimenti soggetti a D.Lgs. 334/99, in termini di supporto per l'individuazione dei rischi da riportare nei rapporti di sicurezza e per la misura delle prestazioni (elemento chiave nell'implementazione di un corretto sistema di gestione aziendale della sicurezza), sia a livello di Autorità di controllo, in termini di supporto per le valutazioni di sicurezza svolte (istruttorie CTR, nell'ambito del giudizio di congruenza degli scenari incidentali ipotizzabili nello stabilimento e quindi della sua compatibilità con il territorio circostante) e per le verifiche ispettive periodiche sui sistemi di gestione della sicurezza (ispezioni effettuate su mandato del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio) nell'ambito della fase di individuazione degli elementi gestionali critici da approfondire.

Il lavoro consiste dunque in una applicazione di tale metodologia di analisi, relativa al caso di un incidente in raffineria che ha coinvolto due unità di processo con effetto domino, mediante l'utilizzo degli strumenti predisposti per lo svolgimento delle verifiche ispettive (scheda di analisi dell'esperienza operativa, lista di riscontro degli elementi gestionali); il lavoro è stato così strutturato:

- illustrazione della dinamica dell'incidente, in termini di impianti coinvolti, cause, conseguenze, misure di emergenza adottate ed azioni intraprese, attraverso le informazioni ricavate dalla rete informativa APAT-CNVVF in corso di sviluppo, da contributi forniti dal gestore nonché da sopralluoghi in campo;
- focalizzazione degli elementi del Sistema di Gestione della Sicurezza che, sulla base delle informazioni raccolte, hanno avuto un ruolo nel verificarsi dell'evento stesso e nella sua evoluzione. Gli elementi SGS di riferimento sono quelli schematizzati nel DM 9 Agosto 2000 relativo alle "Linee guida per l'attuazione del SGS" negli stabilimenti Seveso;
- estrapolazione degli insegnamenti da apprendere, a fronte della correlazione riscontrata tra le cause tecniche ed organizzative risultate all'origine dell'incidente e gli elementi SGS di riferimento citati.

Il lavoro intende inoltre sottolineare l'importanza di attività come i sopralluoghi MARS, finalizzati alla notifica di incidenti alla CE come previsto dalla direttiva Seveso II, e gli scambi informativi/formativi periodici tra esperti su questa specifica tematica, svolti nell'ambito della rete IMPEL. Queste attività, utili sia ai fini delle attività di controllo da parte della Pubblica Amministrazione che delle attività di gestione degli stabilimenti ad alto rischio, consentono, infatti, un miglioramento dell'attività di indagine e di analisi degli eventi incidentali, grazie alla possibilità offerta di effettuare analisi di dettaglio dell'esperienza storica degli eventi pregressi ed al contributo fornito per la predisposizione ed aggiornamento di una adeguata raccolta, dal punto di vista qualitativo e quantitativo, di dati incidentali.

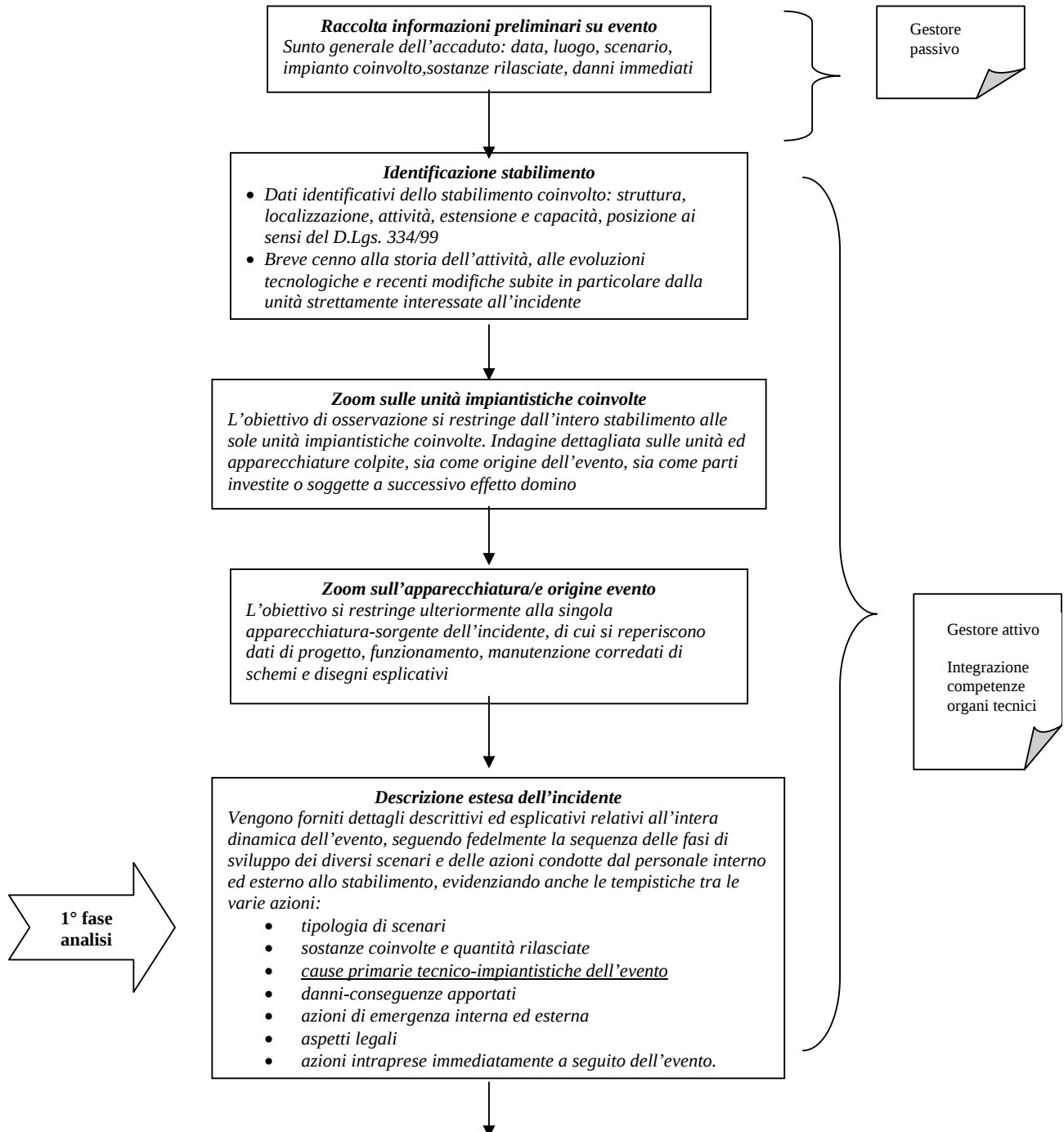
Metodo di studio seguito

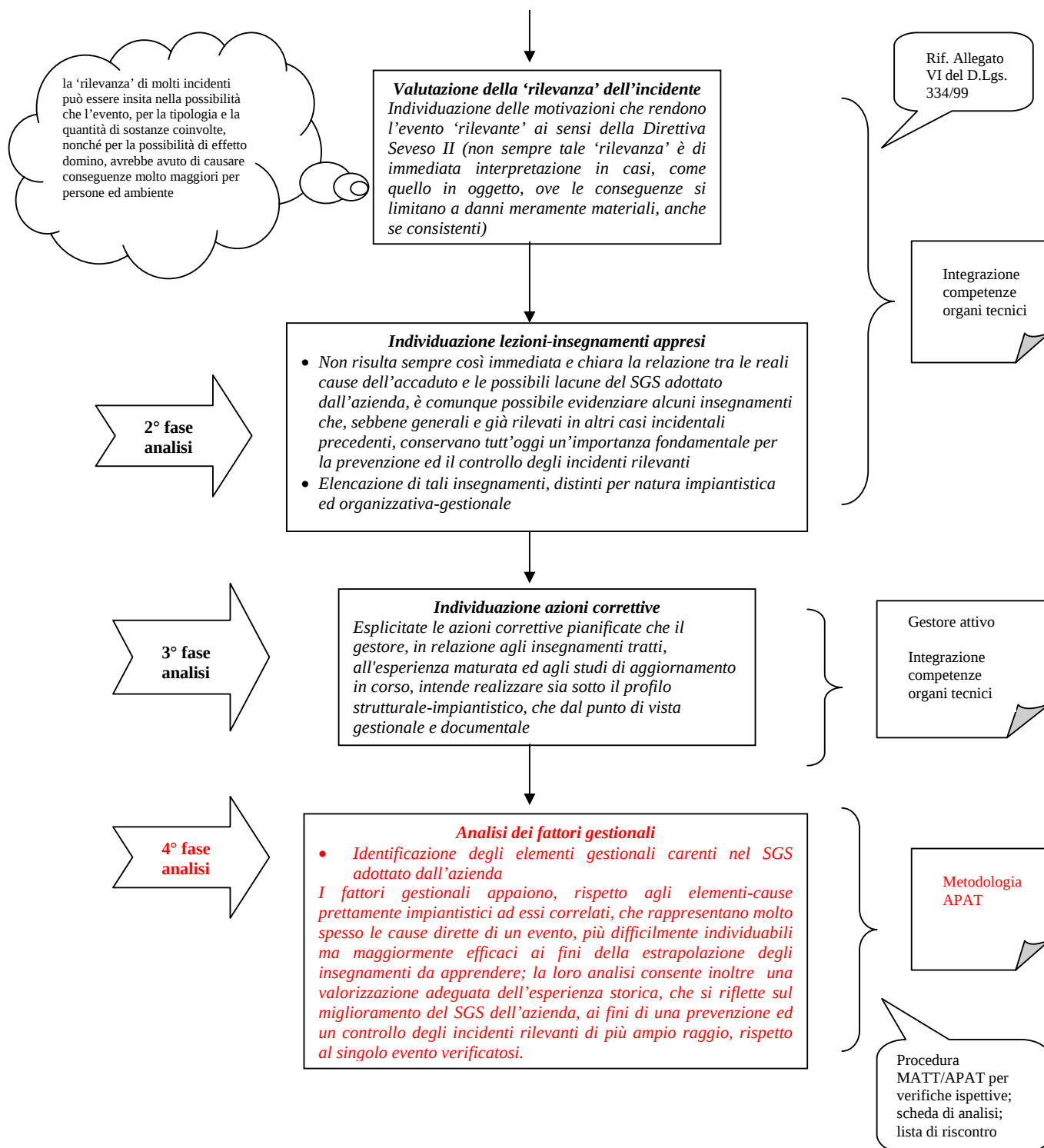
Il lavoro si articola partendo da una prima individuazione e schematizzazione delle caratteristiche e dei diversi aspetti relativi all'incidente occorso in raffineria, al fine di inquadrare la tipologia di evento

considerato in termini di dinamica e di dettagli tecnici e gestionali necessari per la successiva fase di analisi approfondita.

Per tale fase preliminare, orientata alla ricognizione di ogni informazione disponibile sull'evento, si sottolinea l'importanza del confronto con il gestore, chiamato attivamente in causa per la predisposizione dei dati/documenti nonché per la ricomposizione della dinamica dell'incidente. Ciò contribuisce a validare la qualità dei dati di origine, come base fondamentale di partenza per l'esame successivo. Si evidenzia inoltre l'importanza di collaborazione multidisciplinare tra diversi organi tecnici in fase di raccolta dati, con conseguente integrazione di competenze specifiche, che fornisce una ulteriore garanzia di maggiore oggettività dei dati stessi.

La metodologia di analisi applicata può essere schematizzata nel diagramma di flusso che segue.





È importante sottolineare che i dati forniti sono frutto di indagine e successiva analisi congiunta da parte degli organi tecnici coinvolti nel sopralluogo post-incidentale e del gestore dell'impianto.

Analisi applicata al caso di raffineria

La metodologia pocanzi descritta è stata dunque applicata ad un caso incidentale di interesse relativo ad un incendio in raffineria, di cui si esplicitano i dettagli di seguito.

Descrizione dell'incidente

L'incidente si è verificato in una raffineria italiana nell'anno 2002. Ha origine nell'unità di isomerizzazione (fig. 1) ove avviene la trasformazione, tramite reazione catalitica, della benzina leggera proveniente dall'impianto unifining C₅-C₆ in benzina iso-paraffinica ad elevato n° di ottano.

L'apparecchiatura sorgente dell'incidente è il compressore alternativo KXB in pressione da 15 a 21 bar, utilizzato per la movimentazione della miscela di idrogeno alle unità di isomerizzazione/saturazione benzene; il diametro della sezione del cilindro del compressore è di 30 cm. Il compressore è datato 1981, ed è realizzato secondo una tecnologia consolidata.

Il compressore alternativo, posto in parallelo con un secondo analogo (KXA), è dotato di 2 cilindri di diametro pari a 30 cm, lavora in pressione da 15 a 21 bar, con salto termico da 40 a 60°C. La miscela gassosa movimentata dal compressore è al 70% in volume di H₂, con rimanente parte gassosa composta da metano, etano, propano e butano. Lo spazio morto (gioco) tra pistone e fondo cilindro del compressore è pari a 3 mm. A monte del compressore si trovano 2 separatori di liquido in serie dove vengono trattene le particelle di benzina liquida (C₅-C₆) della corrente gassosa prima che questa entri nel compressore.

Alle ore 15 circa viene avvertito, dal personale che lavora nell'unità, un forte rumore secco anomalo localizzato nella zona compressori. I capi turno, in concomitanza alla immediata attivazione automatica di allarmi (allarme alta temperatura del 2° cilindro compressore, allarme bassa pressione dell'olio ai manovellismi del compressore), si avvicinano alla macchina, ove il forte rumore è in aumento. Uno dei capi turno quindi preme il pulsante di arresto di emergenza del compressore sul quadro dei comandi locali. In questo istante (ore 15.03) viene avvertito un forte boato dovuto al cedimento meccanico del fondo del 2° cilindro del compressore KXB (fig. 2), che viene proiettato a 14 m circa di distanza. Anche la camicia del cilindro viene proiettata a circa 8 m di distanza dal compressore. Dalla falla creatasi tra pistone interno e mantello, di sezione anulare con diametro esterno pari a 30 cm, si verifica una notevole fuoriuscita di gas (miscela gassosa ricca in idrogeno). La miscela gassosa rilasciata, altamente infiammabile, al 70% in volume di H₂ e 30% di metano, etano, propano e butano, si innesca immediatamente a contatto con l'aria, dando luogo a jet-fire che investe la vicina unità di saturazione benzene.

In tale unità (fig. 1) avviene il processo di saturazione del benzene contenuto nella corrente di benzina di platforming entrante, mediante reazione catalitica di idrogenazione dell'anello benzenico, che viene trasformato in cicloesano; ciò al fine di evitare la contaminazione dei prodotti e l'avvelenamento del catalizzatore.

Le strutture di tale unità, protette da uno strato di fire-proofing, hanno resistito al jetfire, mentre le linee e le apparecchiature di processo hanno perso la tenuta, rilasciando benzina e idrogeno che immediatamente hanno contribuito all'estensione dell'incendio.

I capi turno ordinano al quadrista di bloccare subito l'impianto isomerizzazione, di aprire lo scarico di depressurizzazione rapida a blow-down e lo scarico a rete fuel-gas, e di attivare la sirena di emergenza. La chiusura della carica di gas in tale sezione avviene a seguito di procedura automatica di blocco dell'impianto. Successivamente vengono chiuse le valvole manuali della linea di adduzione della corrente gassosa di idrogeno da platformer, oltre che le valvole poste al limite di batteria per gli altri prodotti.

La fuoriuscita istantanea di gas dal compressore, con diminuzione brusca di pressione, causa la generazione di bolle di vapore con trafilamento di liquido dagli accumulatori posti a monte del compressore verso il compressore stesso; la velocità di questo fenomeno di risucchio è elevata, tale da non consentire la normale funzione di separazione degli accumulatori. La benzina liquida risucchiata dalla decompressione quasi istantanea del compressore è stata rilasciata in quantità pari a 6 t.

Viene attivato il PEI ed i sistemi di raffreddamento e spargi schiuma all'unità interessata e a quelle circostanti. Viene isolata la sezione di isomerizzazione e di saturazione benzene dal resto dello stabilimento attraverso la chiusura delle valvole ai limiti di batteria, arrestando così il rifornimento di combustibile alle unità coinvolte.

Alle 15.08 si avvertono 2 colpi minori, e alcuni minuti dopo viene avvistato un grosso fumo nero.

Pochi minuti dopo vengono chiamati i VVF esterni, che giungono con una prima squadra di supporto. Nel frattempo vengono bloccati il forno del topping e conseguentemente il topping stesso, ed il forno dell'hot-oil. Successivamente è dato ordine di fermare in sicurezza tutti gli impianti di raffineria, mantenendo solo le unità Vacuum e Visbreaking in circolazione.

I VVF esterni intervengono con rinforzo delle azioni di emergenza sul fronte nord, che è quello maggiormente critico, sia per la direzione del vento, da sud, sia per la localizzazione dei mezzi antincendio fissi, che risulta più consistente a sud.

Alle 15.50 l'incendio viene ridotto alla sola sezione saturazione benzene, con fiamme che ancora avvolgono l'intero impianto. Nel frattempo vengono avvertiti il Gabinetto del Sindaco, Carabinieri, Prefettura, Questura. Durante l'emergenza interviene a scopo precauzionale anche il 118, sebbene non si siano verificati fortunatamente danni a persone.

Alle 16.20 l'incendio è sotto controllo, e alcuni minuti dopo l'emergenza si conclude.

Sostanze rilasciate e quantitativi coinvolti

Le quantità di sostanze rilasciate in unità isomerizzazione stimate, considerando il volume della sezione di impianto colpita (isomerizzazione), corrispondono a circa 3 ton di miscela gassosa ricca in idrogeno presente al momento dell'evento, e a circa 6 ton di benzine dal volume dei due separatori considerati pieni al 50%.

Relativamente alla sezione di impianto saturazione benzene, è stata stimata una quantità di miscela gassosa ricca in idrogeno rilasciata di circa 0,3 ton, ed una quantità di benzina rilasciata di circa 6 ton, corrispondenti ai quantitativi di sostanze presenti nell'unità al momento dell'evento. Si considera che tutto il prodotto presente nell'unità di impianto abbia partecipato all'incendio.

In totale, considerando le due unità coinvolte, quindi, le quantità di sostanze rilasciate stimate risultano pari a 3,3 ton per la miscela gassosa ricca in idrogeno, e 12 ton per le benzine.

Cause

Le cause dell'evento sono da attribuire al cedimento meccanico di alcuni elementi del compressore KXB, come testimoniato dalle prove raccolte sul campo. Il cedimento meccanico è probabilmente dovuto ad una rottura del manovellismo biella-albero motore interno al compressore, che ha determinato un'azione di battitura del pistone sul fondo del cilindro del compressore stesso. L'azione combinata di tale battitura con la pressione interna (20 bar ca.) ha determinato il cedimento dei tiranti di serraggio del fondo, del peso di oltre 100 kg. La rottura del manovellismo non sembra riconducibile a mancanza di lubrificazione, ma a difetti di materiale e/o a carenze di manutenzione. Si ipotizzano effettive difettosità di materiale degli elementi del manovellismo.

Il compressore danneggiato è stato successivamente smontato e verificato totalmente. E' in corso un accertamento sulle reali cause del cedimento dei tiranti del manovellismo, che dopo l'incidente sono apparsi rotti per evidente sollecitazione a trazione. Sono in corso inoltre prove di laboratorio finalizzate all'accertamento delle caratteristiche del materiale dei pezzi meccanici coinvolti, e dell'entità delle sollecitazioni a cui i pezzi (accoppiamento, fondo, tiranti) sono stati sottoposti.

È da osservare che l'incidente avviene dopo recente sostituzione dei tiranti del manovellismo e revisione totale dell'apparecchiatura, avvenuta nel Maggio 2002.

In particolare, gli ultimi interventi manutentivi di rilievo sul KXB, dopo la fermata generale dell'impianto avvenuta nel Settembre 1999, sono stati:

- revisione parte pompante nel '99
- sostituzione 9 valvole nel 07/01
- sostituzione valvole cilindro 1 lato Est, nel 09/01
- revisione parte pompante, sostituzione giunto veloce, nel 11/01
- revisione generale del compressore, nel 05/02
- revisione pacchi tenuta, nel 11/02
- revisione parte pompante cilindro 2 lato Ovest, nel 12/02.

In ogni caso la manutenzione del compressore è dichiarata eseguita con frequenza regolare dalla stessa ditta fornitrice, leader nel campo e responsabile del progetto dell'apparecchiatura stessa.

Successivamente all'incidente si è aperto un contenzioso tra l'azienda e la ditta fornitrice del compressore.

Conseguenze-danni

L'incidente non ha comportato effetti su persone ed ambiente, si sono registrati solo danni materiali, stimati ad oggi a circa 3 milioni di euro, e corrispondenti all'intera ricostruzione della sezione di saturazione benzene (fig. 3) ed alla riparazione del compressore.

Dell'unità saturazione benzene sono state recuperate solo alcune apparecchiature. Nella unità di isomerizzazione si registra la perdita del compressore, praticamente sostituito integralmente e tornato in servizio i primi di Giugno 2003. Per alcuni mesi successivi all'evento l'unità ha lavorato con il solo compressore in parallelo KXA, anch'esso sottoposto a completa revisione.

Rilevanza dell'incidente

Si tratta di incidente rilevante sia per la quantità di sostanze rilasciate, superiore al 5% dei valori soglia in colonna 3 dell'allegato I della Seveso II, sia per l'entità di danni economici causati, superiore al limite indicato in Allegato VI della Seveso II.

Lezioni apprese

Preliminarmente all'individuazione di una diretta relazione tra le cause individuate e gli elementi del Sistema di Gestione della Sicurezza, sono emersi, dall'analisi di alcuni casi storici importanti, insegnamenti di carattere generale già riscontrati nei casi storici presi in esame, e che possono avere rilevanza in particolare nell'evento descritto:

- aspetti impiantistici:
 - miglioramento del lay-out delle installazioni
 - definizione di appropriati parametri di controllo precursori di anomalie o malfunzionamenti nelle installazioni
- aspetti gestionali:
 - miglioramento della gestione dell'emergenza interna, e delle potenzialità dei dispositivi antincendio (prestazioni dell'impianto antincendi in termini di portata ed autonomia della riserva idrica, numero e posizionamento degli erogatori dell'impianto fisso ad acqua e schiumogeno, capacità prestazionale dei mezzi antincendio in dotazione e disponibilità ed accessibilità di adeguati DPI per la squadra d'intervento, ecc.)
 - miglioramento dell'accessibilità delle aree critiche ai mezzi antincendio e VVF (in termini di creazione di adeguati spazi e vie per l'eccesso ed il movimento di attrezzature e squadre antincendio, aumento del numero di punti di intervento, ecc.)
 - miglioramento degli aspetti di comunicazione ed informazione durante le azioni di emergenza (predisposizione di radio ad hoc sempre funzionante, da prelevare solo durante le emergenze).

Analisi dei fattori gestionali

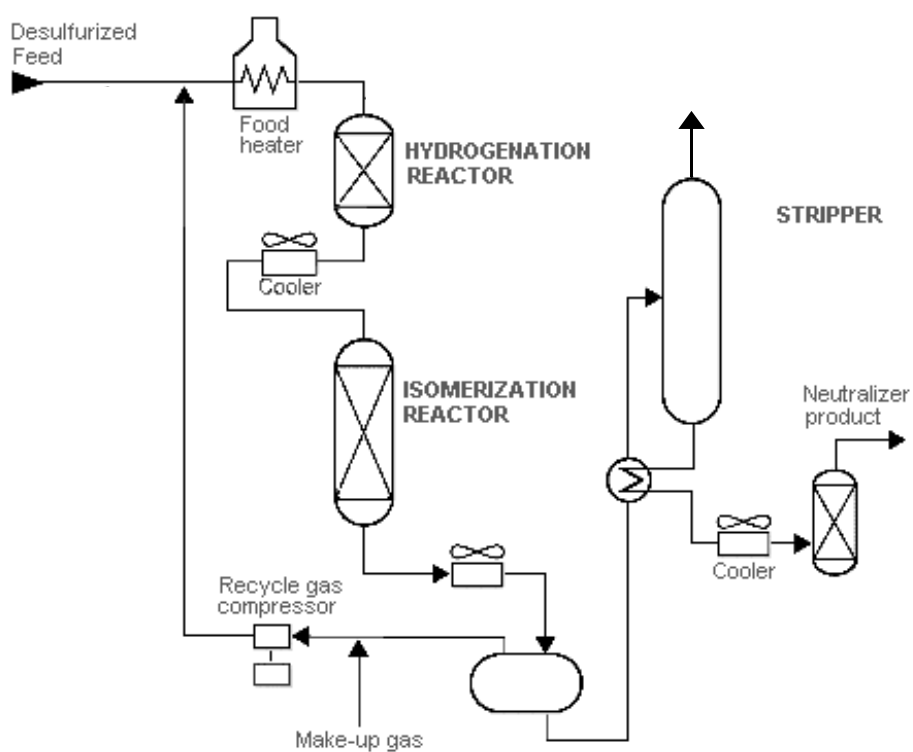
I fattori gestionali appaiono, rispetto agli elementi-cause prettamente impiantistici ad essi correlati, che rappresentano molto spesso le cause dirette di un evento, più difficilmente individuabili ma maggiormente efficaci ai fini:

- della estrapolazione degli insegnamenti da apprendere, mediante una valorizzazione adeguata dell'esperienza storica, che si riflette sul miglioramento del SGS dell'azienda, ai fini della prevenzione e controllo degli incidenti rilevanti di più ampio raggio, rispetto al singolo evento verificatosi;
- dell'individuazione preliminare degli elementi critici da dover verificare in fase ispettiva, e più in generale degli impianti od aree a rischio ove dover intensificare le attività di controllo.

Per l'individuazione di tali fattori si è fatto uso, come accennato nello schema di flusso iniziale, della scheda di analisi dell'esperienza storica utilizzata nelle attuali procedure di verifica ispettiva condotte dalle Autorità competenti sugli stabilimenti a rischio di incidente rilevante distribuiti sul territorio nazionale. In fase ispettiva, di norma il gestore compila la scheda per ognuno dei casi incidentali di interesse occorsi nel suo stabilimento ed in stabilimenti similari, effettuando una specifica analisi dei fattori gestionali con riferimento alla lista di riscontro.

In questa fase del lavoro si è proceduto da parte degli autori ad un'applicazione della scheda al caso in esame, secondo la metodologia che dovrebbe essere applicata dai gestori nel corso delle verifiche ispettive; le risultanze sono riportate nelle tabelle seguenti.

Fig. 1 – unità isomerizzazione e saturazione benzene



BenSat Process

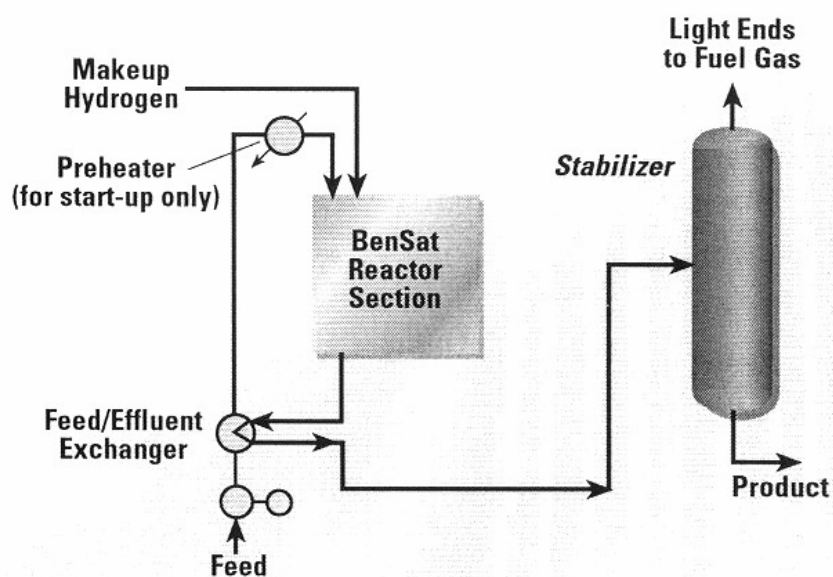


Fig. 2 – compressore alternativo KXB



fig. 3 – danni all'unità saturazione benzene



Cause incidentali: analisi dei fattori gestionali

Azienda

Rif. n.	Data: 2002	Titolo: incendio in unità isomerizzazione di raffineria	
Descrizione sintetica dell'evento			
Rilasciati circa 3,3 t di miscela gassosa ricca in idrogeno e 12 t di HC leggeri dalle unità isomerizzazione e saturazione benzene a causa di guasto meccanico di compressore alternativo. Innesco immediato della miscela altamente infiammabile rilasciata, (70% in volume di H ₂ , 30% CH ₄ e GPL) a contatto con aria. Jet-fire violento diretto sull'unità vicina di saturazione benzene, a 14 m. Effetto domino sulle apparecchiature dell'unità di saturazione benzene che contribuirono ad alimentare ed estendere le fiamme, per la presenza di benzina. Distruzione quasi completa dell'unità di saturazione benzene. Il guasto meccanico nel compressore alternativo KXB localizzato nella isomerizzazione, si rinvenne a livello di manovellismo biella-manovella, che portò all'espulsione violenta del fondo cilindro, proiettato a distanza. Compressore sottoposto a manutenzione 6 mesi prima. Attivate misure di emergenza interne ed esterne. No danni a persone o ambiente, ma ad impianti. Danni economici per circa 3.000.000 Euro.			
Fattore gestionale (1)	Descrizione	Azioni intraprese	Azioni previste / programmate
3.ii	identificazione dei possibili eventi incidentali e analisi di sicurezza	<i>L'analisi di sicurezza avrebbe potuto mettere in evidenza un possibile effetto domino del jetfire sulla vicina unità di saturazione benzene. L'analisi di rischio condotta dall'azienda ha ipotizzato uno scenario con jetfire in unità isomerizzazione, ma la durata del jetfire ipotizzata nell'analisi non era tale da comportare danni ad altri impianti .</i>	Aggiornamento dell'analisi di sicurezza nel RdS
3.iii	pianificazione degli adeguamenti impiantistici e gestionali per la riduzione dei rischi ed aggiornamento	<i>L'analisi di sicurezza non ha evidenziato la criticità di queste unità impiantistiche, né indicato adeguamenti specifici per la riduzione dei rischi.</i>	Installazione pulsante di sgancio rapido di tutte le utenze elettriche presenti nella sezione interessata. Realizzazione di cordolature per limitare rilascio liquidi in area isomerizzazione – saturazione benzene.

1 – con riferimento al pertinente punto della lista di riscontro

3.iii	pianificazione degli adeguamenti impiantistici e gestionali per la riduzione dei rischi ed aggiornamento	<i>Necessità di adeguamenti impiantistici specifici sul compressore (orientamento asse, vibrazioni, valvola manuale in aspirazione) per la riduzione dei rischi</i>	Installazione compressore centrifugo al posto dei 2 compressori alternativi. Installazione allarme e blocco automatico per alte vibrazioni su ciascun compressore Installazione valvola motorizzata chiusura rapida sulla linea di alimentazione compressori Installazione pulsante di blocco compressori a distanza di sicurezza
4.iii	procedure operative ed istruzioni nelle condizioni normali, anomale e di emergenza		Revisione delle procedure di emergenza relative alla fermata di impianto e di interruzione alimentazione elettrica Predisposizione di procedura ad hoc per la messa in sicurezza impianti durante l'emergenza. Installazione allarme di alto livello nel recipiente di separazione liquido/aspirazione fase gas dei compressori
4.iv	le procedure di manutenzione gestione permessi di lavoro	<i>L'evento evidenzia necessità di revisione delle procedure di controllo, ispezione e manutenzione delle apparecchiature critiche</i>	È stato aperto un contenzioso con la ditta responsabile della manutenzione dei compressori atta a stabilire le relative responsabilità.
6.i	analisi delle conseguenze, pianificazione e documentazione		Revisione delle procedure di emergenza al fine di meglio definire i compiti di gestione dell'emergenza delle squadre e degli operatori coinvolti
6.iii	controlli e verifiche per la gestione delle situazioni di emergenza		Intensificazione della formazione del personale sulle situazioni di emergenza, per migliorare la riposta ad eventuali incidenti. Incremento potenzialità dispositivi antincendio: posizionamento 2 cannoni carrellati acqua/schiuma da 3000l/min in aggiunta a 2 simili esistenti.

Conclusioni

Nel lavoro si è cercato di evidenziare, attraverso un esame approfondito di un caso incidentale rilevante relativo a raffineria, come un'analisi di questo tipo, volta alla individuazione specifica di elementi gestionali critici, così come espressi nella lista di riscontro utilizzata per le verifiche ispettive, e la cui carenza ha condotto al verificarsi dell'evento stesso, possa condurre a risultati molto più significativi e sostanziali delle semplici rilevazioni di cause primarie dirette, più facilmente estraibili, durante l'indagine dell'evento.

L'esame approfondito, i cui dettagli costituiscono il corpo del lavoro, è stato condotto sulla base degli elementi acquisiti nel corso di un sopralluogo post-incidentale, effettuato da una Commissione di esperti provenienti da vari organi tecnici, congiuntamente con il gestore dell'azienda interessata, e dunque fornisce un test attendibile della metodologia di analisi che si propone di adottare in altri casi di interesse che caratterizzano la panoramica incidentale a livello nazionale.

Gli esiti del lavoro sottolineano quindi l'importanza di attività come i sopralluoghi post-incidentali MARS, per la notifica di incidenti alla CE come previsto dalla direttiva Seveso II, e del confronto informativo/formativo periodico tra diversi organi tecnici, tra organi tecnici e gestori, nonché tra esperti su questa specifica tematica. Queste attività, utili sia ai fini delle attività di controllo da parte della Pubblica Amministrazione, sia delle attività di gestione degli stabilimenti ad alto rischio, consentono, infatti, un miglioramento dell'attività di indagine e di analisi degli eventi incidentali, grazie alla possibilità offerta di effettuare analisi di dettaglio dell'esperienza storica degli eventi pregressi ed al contributo fornito per la predisposizione ed aggiornamento di una adeguata raccolta, dal punto di vista qualitativo e quantitativo, di dati di interesse.

Nel lavoro vengono descritte in dettaglio tutte le fasi della metodologia applicata al caso in esame, con relativi risultati evidenziati volta per volta, fino alla presentazione della scheda di individuazione dei fattori gestionali.