

ANALISI CRITICA DELLE MODIFICHE NEGLI STABILIMENTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE AI FINI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Prof.M.Tucci, Ing.I.Cappelli, Ing.M. Lapini, Ing.M.Mossa Verre, Ing.F.Marotta
Università degli Studi di Firenze, Dip.di Energetica “Sergio Stecco”, Sez. Impianti e Tecnologie Industriali
Via C.Lombroso, 6/17 - 50134 FIRENZE,
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT)
Via Nicola Porpora,22 - 50144 FIRENZE
irene.cappelli@siti.de.unifi.it

SOMMARIO

Pianificazione territoriale e gestione del rischio di incidenti rilevanti in determinati stabilimenti sono due aspetti strettamente connessi all'interno delle grandi problematiche inerenti il tema della sicurezza negli insediamenti civili ed industriali. Lo scopo del presente studio, partendo dall'analisi dei Rapporti di Sicurezza di alcune aziende campione, dai primi cronologicamente disponibili fino ai più recenti, è stato quello di individuare i fattori che hanno portato ad un “reale” miglioramento della sicurezza negli anni, distinguendoli da quelli che hanno portato ad una situazione solo “apparentemente” migliore. Dove possibile, in base alle conseguenze stimate degli incidenti ed agli indici di rischio, è stato valutato il miglioramento determinato dall'applicazione di nuove tecnologie o procedure negli stabilimenti e sono state evidenziate le migliori soluzioni impiantistiche-gestionali per determinate tipologie di impianti analizzati.

1. STRUTTURA DELL'ANALISI

Attualmente il metodo generale per la valutazione del rischio nella pianificazione del territorio, di tipo semiprobabilistico, è illustrato nel D.M. 09/05/01, e rappresenta un'estensione a tutti gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante dei metodi precedentemente individuati per i depositi di G.P.L. e liquidi infiammabili e/o tossici. Tali metodi, contenuti rispettivamente del D.M. 15/05/96 e nel D.M. 20/10/98, lontani dall'esaurire il problema dell'analisi del rischio, costituiscono, comunque, linee guida di supporto tecnico-metodologico per la pubblica amministrazione ed indicano criteri di giudizio sulla compatibilità territoriale degli impianti a rischio di incidente rivelante.

Secondo quanto contenuto nei due ultimi decreti citati, la compatibilità territoriale di uno stabilimento è stabilita in base alla tipologia del territorio circostante, espressa mediante categorie ordinate da A ad F in ordine di vulnerabilità decrescente, alle distanze di danno ipotizzabili, riferite a particolari valori di soglia fissati per ogni scenario incidentale, ed alla classificazione del deposito, ottenuta attraverso l'applicazione del metodo ad indici.

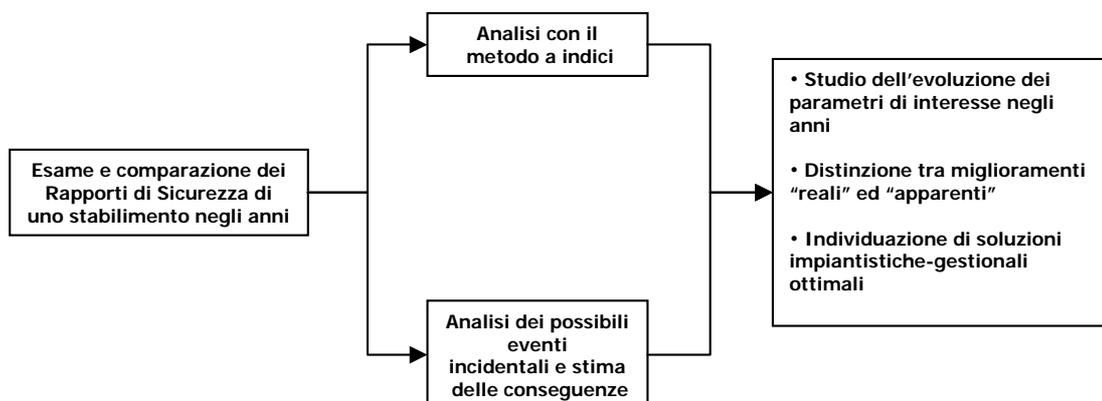


Figura 1. Struttura e finalità dell'analisi

Definendo, quindi, come *parametri di interesse* le distanze di danno e le classi di appartenenza, il presente lavoro ha lo scopo di esaminare quali sono stati i fattori che hanno portato a un “reale” miglioramento della sicurezza negli anni, a fronte di quelli che hanno portato a una situazione solo “apparentemente” migliore. Nell’ottica di una cosciente ed adeguata pianificazione territoriale, lo studio ha focalizzato l’attenzione sull’applicazione del metodo ad indici e sull’analisi degli eventi incidentali e relativa stima delle conseguenze, esaminando i diversi Rapporti di Sicurezza di uno stesso stabilimento negli anni, in modo da individuare il trend evolutivo nell’ambito della sicurezza ed identificarne le cause [1].

Evidenziando per ogni categoria di impianti esaminati i casi di *best practice* in termini di sicurezza impiantistico-gestionale, l’obiettivo è quello di individuare le soluzioni tecnologiche, operative ed organizzative maggiormente efficaci nel ridurre l’impatto degli incidenti all’esterno del perimetro degli stabilimenti, migliorandone così la compatibilità territoriale. Ciò in accordo con le previsioni dell’art. 14 comma 6 del DLgs 334/99 che – nel caso di stabilimenti esistenti prossimi a zone suscettibili di affollamento o di particolare interesse naturale – obbliga il gestore ad adottare misure tecniche complementari per la mitigazione dei rischi, utilizzando le migliori tecniche disponibili.

Il presente lavoro prende in considerazione 3 tipi di stabilimenti a rischio di incidente rilevante: “depositi di G.P.L.”, “depositi di prodotti petroliferi” e “stabilimenti chimici”, ritenuti significativi perché rappresentano più del 70% del totale delle aziende soggette agli obblighi del D.Lgs 334/99 in Toscana (dati Ministero dell’Ambiente - aggiornamento ottobre 2003).

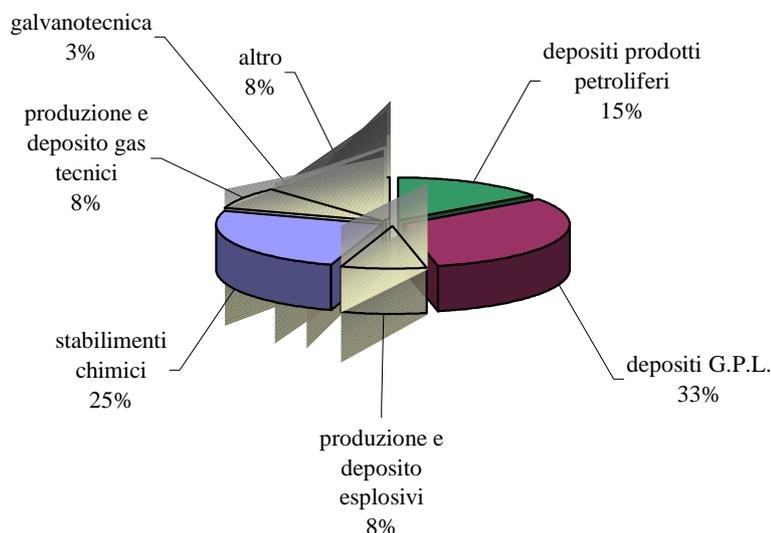


Figura 2. Distribuzione degli stabilimenti soggetti al D.Lgs 334/99 in Toscana per tipologie

1.1 Analisi con il metodo a indici

L’applicazione di tale metodo consente, per i depositi di G.P.L. e di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici, di classificare il deposito in base all’indice generale di rischio delle unità logiche in cui è suddiviso. La normativa definisce una unità come *una parte del deposito che può essere logicamente caratterizzata come entità fisica separata, e che, indipendentemente dall’essere separata fisicamente dalle unità adiacenti, si distingue per la natura del processo condotto, per le sostanze contenute in essa o per le sue condizioni operative*. L’individuazione delle unità logiche deve essere fatta attraverso un’analisi preliminare che non tralasci nessuna area potenzialmente pericolosa del deposito.

Per ogni unità il valore dell’indice di rischio effettivo e compensato si valuta analiticamente attraverso formule che tengono conto di fattori di penalità, riferiti alle sostanze trattate, al processo, alle quantità ecc., e di fattori di compensazione, funzioni delle varie caratteristiche di sicurezza e delle misure preventive e protettive presenti. La massima situazione di pericolosità nelle condizioni di rischio “compensato” viene sinteticamente rappresentata, secondo le normative vigenti, da una categoria espressa come lettera alfabetica, in funzione del valore dell’indice di rischio G’. Nel decreto per i depositi di liquidi infiammabili o tossici un’analogia classificazione è prevista in base al valore dell’indice di tossicità T.

Esito finale del metodo a indici, è l’individuazione della classe del deposito al fine della valutazione di compatibilità territoriale.

I valori attribuiti ai singoli parametri, che entrano in gioco nella determinazione degli indici di rischio, sono stabiliti in base ad indicazioni della normativa vigente: nel periodo di tempo esaminato la normativa è stata soggetta a cambiamenti (in particolare si è avuto il passaggio dal D.P.C.M. 31/03/89 ai D.M. 15/05/96 e 20/10/98), fattore che è stato tenuto in considerazione nella valutazione della variazione temporale dell'indice di rischio di una stessa unità. Quando tra un Rapporto di Sicurezza e quello cronologicamente successivo di uno stesso stabilimento è avvenuto il cambiamento legislativo, sono stati ricalcolati gli indici del primo parametrizzando ogni singolo fattore di penalità e compensazione secondo la nuova normativa, basandosi sulle informazioni a disposizione nel Rapporto di Sicurezza in esame. Ciò ha consentito un confronto omogeneo sul livello di sicurezza dello stabilimento nei due anni, il più possibile indipendente da variabili non direttamente legate alla sicurezza stessa.

A parità di condizioni di riferimento, l'indice di rischio generale compensato dei diversi stabilimenti ha mostrato un andamento molto spesso irregolare, quasi mai espressione di un trend migliorativo costante della sicurezza negli anni. A motivazione di tale irregolarità, indicazioni interessanti giungono dal confronto dei singoli fattori di compensazione e penalizzazione di una stessa unità in Rapporti di Sicurezza successivi: attraverso questa comparazione si possono, da una parte, notare eventuali variazioni impiantistiche o gestionali apportate allo stabilimento, dall'altra, evidenziare differenti interpretazioni delle indicazioni normative da parte delle società di consulenza o degli analisti incaricati di redigere il documento.



Figura 3. Esempio di andamento temporale di indice di rischio generale compensato

1.2 Analisi degli eventi incidentali e stima delle conseguenze

L'individuazione degli eventi incidentali che possono caratterizzare l'attività industriale in esame viene generalmente effettuata mediante l'applicazione di un'analisi di operabilità, unitamente alle risultanze dell'analisi storica, dell'esperienza di esercizio dell'impianto e delle conoscenze specifiche in materia di analisi di rischio. In particolare, l'analisi di operabilità (HAZOP) identifica le anomalie di funzionamento e definisce le cause di processo che possono comportare incidenti rilevanti (malfunzionamenti o guasti di sistemi di regolazione o di controllo, errori di conduzione o di manovra). Per gli eventi incidentali individuati, si procede alla stima della frequenza di accadimento mediante la costruzione dei relativi alberi di guasto; nei casi in cui gli incidenti non siano riconducibili direttamente a cause di processo (rotture o perdite dovute a usura, corrosione, tensioni anomale, difetti di montaggio, ecc.), la frequenza viene dedotta direttamente da banche dati internazionali o studi specifici.

Generalmente è ammesso un valore massimo di frequenza pari a circa 10^{-5} casi all'anno; tuttavia, analisi delle conseguenze sono sviluppate anche per eventi caratterizzati da basse frequenze, se la potenziale magnitudo è tale da giustificare una particolare attenzione. Infatti, le probabilità di accadimento stimate con analisi storico-statistiche, nei casi di incidenti di gravità elevata, non hanno un numero sufficiente di campioni per dare risultati attendibili.

Per i depositi di G.P.L. e di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici la probabilità di accadimento serve principalmente ad individuare gli eventi incidentali più credibili su cui focalizzare l'attenzione ed applicare lo studio delle conseguenze. Negli stabilimenti soggetti al D.M. 09/05/01, invece, tale parametro ha un ruolo determinante nella valutazione della compatibilità ambientale dello stabilimento.

Nello corso del presente lavoro è stato notato come, in alcuni casi, la frequenza di accadimento di uno stesso evento incidentale abbia avuto stime diverse negli anni, a causa delle differenti costruzioni dell'albero di guasto, a parità di tecnologie impiantistiche e sistemi gestionali presenti, o dei differenti riferimenti letterari adottati.

Le conseguenze di ogni ipotesi incidentale vengono stimate attraverso programmi di simulazione. E' bene tener presente che la valutazione delle frequenze di accadimento e delle distanze di danno degli eventi ipotizzabili è affetta da incertezze difficilmente quantificabili, ma in alcuni casi, come più volte dimostrato da studi specifici [3], decisamente rilevanti (per le distanze di danno si può arrivare ad un'incertezza del 200%).

Tale incertezza deriva solo in parte dalla diversità dei modelli matematici implementati nei rispettivi codici di calcolo dei vari *software*; altre cause d'incertezza si ritrovano nelle scelte effettuate dall'analista nella modellazione di uno stesso evento incidentale. Scelte discordanti possono essere prese in relazione ai parametri di ingresso al *software* (alcuni dei quali rimangono spesso di *default* in quanto di difficile interpretazione per un utente non esperto), alle ipotesi incidentali (solo in rari casi definite nella normativa vigente), nonché ai termini di sorgente il cui numero è, in alcuni casi, piuttosto elevato.

Le stesse condizioni meteorologiche hanno una influenza significativa sui dati di *output* dei programmi di calcolo: in particolare, si è notato come, nell'aggiornamento delle analisi di conseguenze incidentali di successivi Rapporti di Sicurezza, si mantengano inalterate la classe di stabilità atmosferica e la velocità del vento, scelte come riferimento per la simulazione dell'incidente.

L'utilizzo di un programma invece di un altro, le scelte di modellazione operate dalla società incaricata di redigere il Rapporto di Sicurezza e l'anno di redazione del documento (alcuni *software* di simulazione sono di recente concezione) sono fattori che possono influenzare pesantemente la determinazione del livello "apparente" di sicurezza, senza che questo corrisponda necessariamente ad una evoluzione reale impiantistico-gestionale dello stabilimento.

3. DEPOSITI DI PRODOTTI PETROLIFERI

3.1 Generalità

L'attività svolta da questo tipo di impianti è la ricezione da raffinerie o depositi costieri (mediante oleodotti o vettori navali), lo stoccaggio e la distribuzione ai punti vendita di prodotti petroliferi, principalmente benzina e gasolio. Generalmente i depositi di prodotti petroliferi non hanno attività di processo al loro interno, salvo alcune operazioni marginali, che interessano tuttavia una quantità trascurabile di prodotto rispetto al totale (ad esempio di denaturazione e colorazione di particolari benzine destinate ad uso agricolo). I rischi connessi a questa tipologia di stabilimenti sono essenzialmente legati allo stoccaggio ed alla movimentazione dei prodotti petroliferi a causa della loro caratteristica di infiammabilità (benzina) e tossicità (gasolio).

Nessuno degli stabilimenti esaminati adotta tecnologie particolari diverse da quelle che comunemente caratterizzano gli impianti di stoccaggio e movimentazione degli idrocarburi, per cui gli impianti in analisi presentano un elevato grado di standardizzazione. Le principali unità che vi si trovano sono:

- area ed apparecchiatura di ricezione prodotti,
- serbatoi fissi di stoccaggio,
- zone di travaso per carico/scarico,
- pompe e compressori di movimentazione,
- locali di servizio come uffici, magazzini ecc.

L'area di ricezione dei prodotti può essere costituita da una banchina di attracco per le navi cisterna, nei depositi costieri, o da una stazione di arrivo dell'oleodotto, che in genere collega i depositi più interni con le raffinerie o con i depositi costieri stessi ("trasporto primario").

Una volta ricevuti, i prodotti vengono stoccati in appositi serbatoi: in generale per lo stoccaggio di grandi volumi a pressione atmosferica si impiegano serbatoi cilindrici ad asse verticale, costruiti in acciaio con lamiere saldate. Il tetto può essere conico, bombato o galleggiante mentre il fondo può essere piano o bombato. Si preferisce tetto e fondo bombato perché consente una migliore ripartizione delle tensioni. Il serbatoio può poggiare su una platea di cemento o essere sostenuto da pilastri. Per lo stoccaggio di liquidi molto volatili, come la benzina, possono essere impiegati serbatoi a tetto galleggiante: il tetto, libero di traslare verticalmente, limita l'accumulo di vapore e impedisce la formazione di miscela vapore/aria nel campo di infiammabilità. In alternativa al tetto galleggiante (sistemi ad equivalente grado di sicurezza) i serbatoi, prevalentemente di categoria A, possono essere polmonati con azoto.

Un altro accorgimento utile consiste nell'usare vernici chiare o una copertura di lamiera di alluminio molto riflettenti, onde evitare l'assorbimento dei raggi solari. Tutti i tipi di serbatoi devono essere muniti di una serie di dispositivi che ne consentano l'esercizio, l'ispezione e la manutenzione, e che assicurino un certo grado di sicurezza, quali indicatori di livello, valvole di respirazione ecc.

Le zone di travaso sono quelle in cui avviene il carico dei prodotti dai serbatoi di stoccaggio alle autobotti, che vanno a rifornire il mercato. Attualmente la distribuzione dei prodotti dai suddetti depositi all'utilizzatore finale, il cosiddetto "trasporto secondario", avviene infatti in larga misura con trasporti su strada. Le aree di travaso sono costituite da pensiline in cui vi sono più corsie adibite al carico dei mezzi che può esser effettuato dall'alto o dal basso. Queste operazioni costituiscono storicamente una delle cause più frequenti di incidenti all'interno dei depositi di prodotti petroliferi.

3.2 Soluzioni tecnologiche ottimali

Dall'analisi effettuata, le unità maggiormente critiche, che presentano cioè indici di rischio generali compensati più elevati, sono risultate quelle legate al travaso dei prodotti ed all'area dei serbatoi di stoccaggio.

Complessivamente, nella situazione attuale, i depositi analizzati sono risultati caratterizzati da un buon livello di sicurezza, con indici ampiamente compresi nelle categorie di rischio minore e raggi di danno relativi ai valori di soglia più elevati quasi sempre confinati all'interno del deposito.

Per questo motivo, lo studio condotto ha permesso di evidenziare alcune significative soluzioni impiantistiche e gestionali particolarmente efficienti al fine di consentire una sostanziale riduzione dei *parametri di interesse*.

In primo luogo, da un punto di vista del layout è essenziale in questo tipo di depositi collocare nel perimetro dello stabilimento i serbatoi di categoria B o C, contenenti cioè sostanze meno pericolose, in modo da evitare che i raggi di danno di ipotetici incidenti si estendano eccessivamente al di fuori dei confini dell'impianto.

Ai fini della classificazione del deposito si è osservato che le soluzioni impiantistiche e gestionali più efficienti sono state quelle relative ai sistemi di contenimento e al controllo delle operazioni di travaso. In particolare gli accorgimenti risultati migliori da questo punto di vista sono stati:

- l'utilizzo del tetto galleggiante a tenuta doppia per i serbatoi di stoccaggio;
- la costruzione di un bacino di contenimento dedicato di idonea dimensione e conformazione;
- l'installazione di segnali di livello e allarme per alto livello di liquido nel serbatoio, integrato con un sistema di blocco automatico per altissimo livello delle pompe di mandata, che interviene anche sulle valvole di sezionamento;
- l'impiego di bracci di carico rigidi, almeno per la fase liquida del travaso;
- l'approntamento di un impianto antincendio efficiente, in grado di coprire l'intera attività, costantemente in pressione e periodicamente revisionato, corredato da sistemi di inertizzazione nei punti critici, nonché l'addestramento di una squadra interna allo stabilimento specializzata in questo tipo di emergenza;
- l'adozione di istruzioni operative chiare ed esaurienti, derivate da uno studio dei rischi approfondito e correlate da procedure di emergenza dettagliate per ogni ipotesi incidentale.

4. DEPOSITI DI G.P.L.

4.1 Generalità

Tutti gli impianti presenti negli stabilimenti analizzati sono di contenuto tecnologico relativamente semplice in relazione alle caratteristiche dell'attività condotta in essi. L'attività svolta all'interno di questi depositi consiste nella ricezione, stoccaggio e movimentazione di GPL che vengono normalmente commercializzati in piccoli serbatoi per uso domestico, artigianale e industriale in funzione delle esigenze dei consumatori. Non sono presenti attività di processo in nessuno dei depositi analizzati.

Quasi tutti questi impianti sono stati costruiti diverse decine di anni fa, per cui nella loro storia hanno necessariamente avuto una evoluzione impiantistica e gestionale dettata dai continui progressi tecnologici e dalla ricerca di sempre migliori condizioni di sicurezza.

I principali requisiti di un deposito di G.P.L., sia in termini di ubicazione e disposizione che in termini prettamente costruttivi, sono indicati per normativa dal D.M. 13/10/94 "Approvazione della regola tecnica di

prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 mc e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg". Generalmente le unità principali di questo tipo di stabilimento sono:

- serbatoi fissi,
- punti di travaso e riempimento,
- pompe e compressori di movimentazione,
- area di imbottigliamento,
- area stoccaggio bombole piene,
- locali di servizio come uffici, magazzini ecc.

Attualmente i serbatoi sono in genere cilindrici fuori terra ad asse orizzontale coibentati, oppure tumulati, tuttavia se ne possono trovare di sferici oppure disposti sotto terra. La citata normativa del 1994 prevede l'obbligatorietà di una serie di accessori fra cui valvole di sicurezza, indicatori di livello, pressione e temperatura, valvole di non ritorno per il riempimento ecc..

L'area di travaso da autocisterne e ferrocisterne a serbatoi fissi, e viceversa, è composta da due linee, una per la fase liquida e una per la fase vapore, i cui collegamenti possono essere rigidi o flessibili. In genere, essendo una zona ad elevato rischio incidenti, deve essere dislocata in luogo aperto e ventilato, ad adeguata distanza di sicurezza dagli altri elementi critici dell'impianto, e dotata di adeguati dispositivi di segnalazione e sicurezza.

Il locale di imbottigliamento è, invece, l'area dove il G.P.L. viene trasferito in recipienti mobili attraverso una "giostra" per poi essere spedito all'utenza.

4.2 Soluzioni tecnologiche ottimali

Lo studio delle situazioni in cui si è avuto il passaggio di classe delle unità e del deposito, o un consistente abbassamento generalizzato degli indici di rischio generale compensati, ha permesso di sviluppare una analisi volta all'individuazione delle migliori tecnologie impiegabili nel contesto della compatibilità territoriale e della pianificazione del territorio circostante il deposito, stanti le disposizioni del D.M. 13/10/94 che costituiscono un orientamento progettuale generale per tutti i depositi di G.P.L., anche quelli non compresi nel D.Lgs 334/99.

Come per i depositi di liquidi infiammabili e tossici precedentemente analizzati, l'unità che, da un punto di vista degli indici, risulta maggiormente critica è l'area adibita al travaso dei prodotti. Il carico dalle autocisterne o ferrocisterne ai serbatoi, e viceversa, è eseguito mediante due linee, una per la fase liquida ed una per il ritorno della fase vapore, mediante l'ausilio di pompe e compressori. Nelle configurazioni più datate, i collegamenti erano eseguiti con manichette flessibili, pesantemente penalizzate a causa della bassa resistenza alle continue sollecitazioni ed all'usura. L'utilizzo di bracci di carico rigidi, almeno per la fase liquida, con valvole automatiche di intercettazione del flusso in caso di rottura, allevia questo problema, e determina un abbassamento sensibile dell'indice di rischio generale compensato. Per gli stabilimenti in cui l'area di travaso risultava decisamente critica, con indice di rischio generale compensato rientrante nella categoria "C", la sola introduzione di questa modifica ha comportato un abbassamento dell'ordine di 600-700 punti, per cui questa è certamente una soluzione da considerare nei casi in cui l'area travaso abbia indici particolarmente elevati.

Di notevole importanza sono risultati la predisposizione della pavimentazione sottostante l'area di lavoro per l'allontanamento di eventuali spanti, e l'approntamento di un sistema antincendio efficiente (conforme alle norme UNI o NFPA) in grado di coprire tutto lo stabilimento e testato almeno mensilmente; soluzioni efficienti per tutte le unità del deposito, e in particolare per la zona dei serbatoi di stoccaggio.

Riguardo questa unità, un discorso a parte merita la coibentazione dei serbatoi come misura di protezione antincendio. Al fine dell'analisi a indici questo intervento risulta utile solamente se è possibile certificarne l'efficacia mediante *prove di laboratorio che devono essere condotte*, citando testualmente il D.M. 15/5/96, secondo i seguenti criteri:

1. *la curva tempo-temperatura simulante l'incendio deve essere quella da idrocarburi;*
2. *le prove devono essere effettuate in modo tale da simulare in maniera conservativa il comportamento del sistema serbatoio-rivestimento protettivo, in particolare la temperatura della superficie metallica del provino deve risultare $\leq 427^{\circ}\text{C}$ al termine della prova stessa;*

3. *per tener conto dei sistemi di protezione antincendio ad acqua, deve essere effettuata una prova della durata minima di due ore, al fine di simulare l'azione combinata dello shock termico e dei getti d'acqua in pressione.*

Detti criteri rappresentano, in attesa di una definizione esatta di metodologia di prova, i requisiti necessari anche per l'utilizzo di materiali coibentanti consentiti in paesi esteri.

Senza tale certificazione non è possibile applicare la compensazione prevista per la voce "protezione delle strutture" relativa alle protezioni antincendio (K4), che da sola può abbassare l'indice G' di più di 100 punti, e la coibentazione risulta addirittura negativa ai fini della classificazione dell'unità, perché incide più sull'aumento di alcune voci di penalità, dovute ad esempio alla non ispezionabilità delle superfici ricoperte, che sulla diminuzione di altre.

A titolo di esempio riportiamo queste considerazioni riferite ad uno degli stabilimenti esaminati [1]:

considerando la coibentazione munita della suddetta certificazione	G' = 184
considerando la coibentazione sprovvista della suddetta certificazione	G' = 297
considerando i serbatoi non coibentati	G' = 258

Un altro dettaglio che risulta di particolare importanza è rappresentato dalle valvole di intercettazione poste sulle linee del liquido, che interrompono il flusso del prodotto in caso di emergenza. La migliore soluzione tecnologica è rappresentata da valvole motorizzate di tipo *fail-safe* azionabili automaticamente dai rilevatori di gas ubicati nei punti critici dell'impianto, o, in alternativa, tramite pulsanti di emergenza facilmente raggiungibili dagli operatori. Questi componenti rivestono un duplice ruolo nella valutazione dell'analisi di rischio, in quanto influiscono anche sui tempi mediamente assunti per il rilascio da rottura delle tubazioni, parametro di primaria importanza per la stima delle conseguenze di un evento incidentale.

4. STABILIMENTI CHIMICI

Discorso a parte meritano gli stabilimenti chimici presenti sul territorio della nostra regione. Mentre per gli impianti precedentemente descritti si può registrare un elevato grado di standardizzazione, che ha permesso di spingere l'analisi fino al singolo componente impiantistico, in questo caso ci troviamo di fronte a stabilimenti abbastanza differenti fra di loro sia per le attività di processo in essi contenute, sia per le sostanze trattate. Fra le aziende soggette agli obblighi del D.Lgs 334/99 possiamo infatti trovare impianti di produzione di materie plastiche, di preparati farmaceutici, impianti cloro-soda, ecc. e oltretutto non è facile trovare nella nostra regione due stabilimenti che impiegano le stesse sostanze e gli stessi processi produttivi.

Per i depositi di liquidi infiammabili e di G.P.L. si procede in un contesto abbastanza definito e settoriale, per le industrie chimiche non c'è una normativa di riferimento che abbia considerato nello specifico questa tipologia di impianti. I Rapporti di Sicurezza esaminati, infatti, hanno preso a riferimento prima le indicazioni del D.P.C.M. 31/3/89, e successivamente dei D.M. 15/05/96 o 20/19/98, a seconda se le sostanze trattate siano infiammabili e/o tossiche oppure gas liquefatti. In alcuni casi si è continuato ad usare la normativa del 1989 fino ad oggi. Questa discordanza di interpretazione è, comunque, dettata dalla necessità di fornire alla pubblica amministrazione uno studio di rischio redatto secondo linee stabilite, su cui poter valutare anche la compatibilità territoriale ed eventualmente gli interventi di pianificazione.

Per questo motivo l'analisi è stata condotta a livello macroscopico senza entrare nel merito dei dettagli impiantistici, necessariamente diversi per ogni impianto e quindi poco rappresentativi ai fini del presente studio, ma cercando di mettere in evidenza le unità più critiche (stoccaggio e reattore) su cui focalizzare gli eventuali interventi migliorativi e di ricavare considerazioni di carattere generale per questa tipologia di stabilimenti.

Stante la diversità impiantistica di ogni stabilimento dovuta al tipo di processo e di sostanze trattate estremamente vario, l'analisi di questa tipologia di impianto ha permesso di confermare alcuni risultati precedentemente raggiunti, riguardo i principali fattori che hanno influenzato l'evoluzione dei *parametri di interesse*, e di definire alcune considerazioni di carattere generale in merito alla compatibilità territoriale.

5. SINTESI DEI RISULTATI

Dallo studio effettuato sono emerse alcune importanti considerazioni riguardo l'evoluzione della sicurezza degli stabilimenti nell'ottica della compatibilità territoriale. La Figura 4 mostra quali sono stati, secondo l'analisi condotta, i fattori più frequentemente responsabili del cambiamento, negli anni, degli indici di rischio generale compensato per le unità degli impianti.

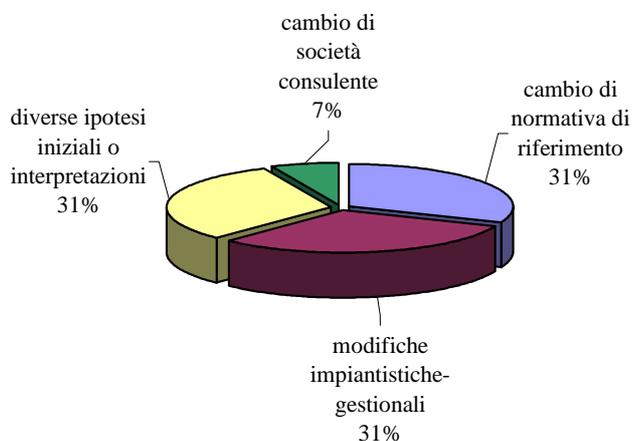


Figura 4. Fattori di maggior influenza nella variazione degli indici

Generalmente, quando tra un'analisi e la successiva è avvenuto il cambio di normativa, questo è risultato essere il principale responsabile delle variazioni degli indici di rischio. Prendendo come riferimento il D.P.C.M. 31/03/89, si può notare che le indicazioni introdotte successivamente per i depositi di liquidi infiammabili con il D.M. 20/10/98, hanno portato, a parità di soluzioni impiantistiche e gestionali, a valori più bassi degli indici delle unità di questo tipo di impianto.

Per il D.M. 15/05/96 relativo ai depositi di G.P.L. il discorso è opposto; questo in parte può spiegare il fatto che, attualmente, quasi tutte le unità dei depositi di liquidi infiammabili analizzati risultano di categoria A, mentre nei depositi di G.P.L. se ne trovano anche di categoria B o C. Per i depositi di prodotti petroliferi e di G.P.L. è stato possibile individuare alcune tra le migliori soluzioni impiantistiche o gestionali che, se approntate, permettono di collocare le singole unità nelle categorie a rischio minore, permettendo così di non vincolare troppo il territorio circostante, pur mantenendo il pieno rispetto dei principi fondamentali di sicurezza. Di seguito vengono evidenziate le tipologie di intervento che, con maggiore frequenza, si sono rivelate efficaci in tal senso.

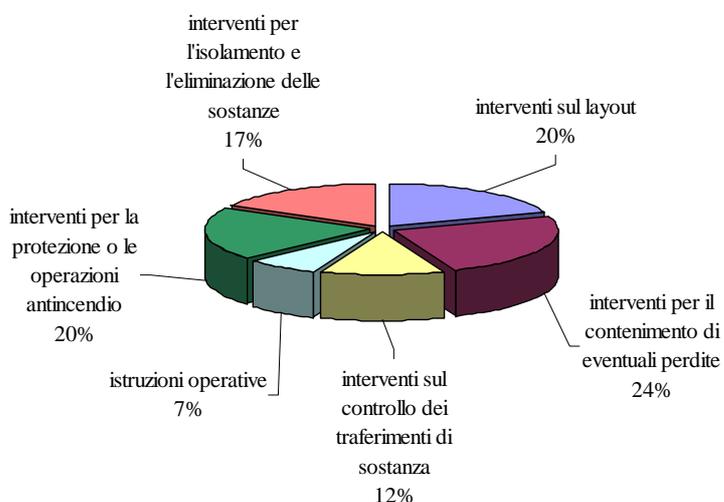


Figura 5. Tipologie di interventi maggiormente efficaci

In non pochi casi si sono registrate differenze nelle interpretazioni normative degli analisti riguardo l'attribuzione dei valori alle singole voci di penalità o compensazione, o nelle ipotesi relative alla configurazione dello stabilimento da analizzare. Occorre precisare al riguardo che, per alcune voci, è la stessa normativa che lascia libertà di interpretazione, indicando l'intervallo all'interno del quale deve ricadere il valore, ma lasciando all'analista libertà sull'assegnazione precisa.

In definitiva però, disponendo di una procedura di analisi definita che utilizza formule analitiche standard, l'applicazione del metodo ad indici offre interessanti spunti di confronto per rilevare i fattori di miglioramento, sia impiantistici che gestionali, che maggiormente incidono sulla sicurezza di un impianto con chiare ripercussioni in termini di compatibilità territoriale. L'analisi degli eventi incidentali e la stima delle conseguenze, viceversa, è, a volte, affrontata dai singoli analisti con metodologie diverse, per cui risulta difficoltoso un confronto critico dei fattori responsabili della eventuale variazione delle distanze di danno.

Inoltre, anche a parità di analista, le conseguenze vengono stimate utilizzando modelli di calcolo diversi e condizioni al contorno che solo in pochi casi trovano valori di riferimento nelle normative analizzate. Questo studio ha permesso di mettere in risalto il problema dell'omogeneità nella valutazione di alcuni parametri di fondamentale importanza, come ad esempio il tempo di intervento umano sui sistemi di blocco o sulle valvole di intercettazione manuali. Il D.P.C.M 31/03/89 non affronta il problema della determinazione dei termini di sorgente da impiegare per il calcolo delle conseguenze, mentre i D.M. 15/05/96 e 20/10/98 contengono indicazioni generali riguardanti i tempi mediamente assunti per il rilascio da rottura di tubazione e i diametri equivalenti dei fori originanti il rilascio, peraltro raramente seguite nelle analisi prese in considerazione.

Riguardo ai tempi di intervento degli operatori in situazioni di emergenza ipotizzati all'interno delle analisi di rischio, questo studio ha registrato un *range* di variabilità piuttosto ampio, che va dai 30 secondi ai 10 minuti per i valori minimi, e dai 2 minuti alla mezz'ora per quelli massimi, non sempre giustificabili dal tipo di soluzioni impiantistiche o operative approntate. E' evidente, quindi, la necessità di stabilire riferimenti di validità generale per la determinazione di questi parametri, che tengano conto di tutti i fattori potenzialmente influenti (istruzione dei lavoratori, *layout* dello stabilimento, dispositivi di rilevamento e di blocco ecc.), in modo da rendere le distanze di danno sempre più significative.

Dal solo esame dei Rapporti di Sicurezza risulta inoltre impossibile determinare l'efficacia delle soluzioni impiantistiche in base alle sole distanze di danno, eccezion fatta per quelle finalizzate alla riduzione della durata del rilascio, in quanto l'analisi delle conseguenze viene spesso svolta ponendosi nella peggior situazione possibile, senza considerare cioè l'intervento di tutti gli eventuali sistemi di contenimento, blocco, rilevamento, mitigazione ecc.. Lo studio di come ogni singolo dettaglio impiantistico può influire, modificando uno o più parametri di ingresso del software di calcolo, nella determinazione delle distanze di danno, ha esulato dallo scopo della presente analisi, lanciando al riguardo un interessante spunto per ulteriori approfondimenti.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Lapini, M. Tucci, I. Becchi, I. Cappelli, F. Marotta, M. Mossa Verre, *Analisi critica delle modifiche negli stabilimenti a rischio di incidente rilevante*, Tesi di Laurea Università di Firenze, (2003).
- [2] F. Delli Quadri, A. Ricchiuti, *Analisi dei fattori gestionali come cause degli incidenti negli impianti e nei depositi di G.P.L.*, ANPA, Dipartimento Rischio Tecnologico e Naturale, Aprile 2002.
- [3] M. Christou, A. Amendola, K. Lauridsen, F. Markert, M. Fiori, I. Kozine, *Assessing the uncertainties in the process of risk analysis of chemical establishments: part I – II*, atti del convegno ESREL 2001.
- [4] M. D. Christou, S. Porter, *Guidance on land use planning as required by council directive 96/82/EC (seveso II)*, EUR 18695 EN, 1999.
- [5] E. Galatola, R. Caroselli, A. Ricchiuti, G. Macchi, *Il controllo dell'urbanizzazione secondo il D.Lgs 334/99 uno strumento per gestire la compatibilità tra attività industriali e territorio*, atti del convegno VGR 2002.
- [6] F. P. Lees, *Loss prevention in the process industries: hazard identification, assessment and control*, second edition, Butterworth Heinemann 1996.
- [7] R. Bandini, V. Cozzani, M. Christou, M. Giannetti, S. Zanelli, *Pianificazione territoriale in prossimità di stabilimenti a rischio di incidente rilevante: applicazione e confronto dei diversi criteri europei ad un'area italiana*, atti del convegno VGR 2002.
- [8] AA.VV., *linee guida del dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei*

Ministri per la Pianificazione di Emergenza Esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante, 1994.

- [9] Rapporti di Sicurezza, Dichiarazioni, Integrazioni, Aggiornamenti, Rapporti istruttori, Studi di non Aggravio di Rischio delle aziende esaminate – materiale riservato – archivio ARPAT area prevenzione rischi industriali, ecogestione e tecnologie per la protezione ambientale.