

CONFRONTO TRA INCIDENTI RADIOLOGICI IN ACCIAIERIE: PROBLEMATICHE PROTEZIONISTICHE, OPERATIVE, LEGISLATIVE.

Ing. Emanuele Pianese Esperto Qualificato, Ing. Michele Mazzaro Esperto Qualificato

*Ministero dell'Interno, Dipartimento dei Vigili del Fuoco - Direzione Centrale Emergenza e Soccorso
Tecnico – Controllo del Rischio Nucleare e Radiologico*

SOMMARIO

Negli ultimi anni si sono ripetutamente verificati incidenti radiologici in varie acciaierie del nord Italia con fusione accidentale di sorgenti radioattive di cesio 137, sfuggite ai controlli radiometrici sul rottame ferroso in ingresso agli stabilimenti; in tutti i casi sono stati generati consistenti quantitativi di polveri contaminate con rischi radiologici per le persone e per l'ambiente.

Il presente lavoro parte dall'esame e dal confronto critico tra tre diversi incidenti avvenuti rispettivamente a Vicenza nel 2004, Torino (S. Didero in val di Susa) nel 2005 ed a Brescia (Sarezzo in Val Trompia) nel 2007 e che hanno visto impegnato il CNVVF nelle diverse fasi della gestione delle conseguenti emergenze radiologiche che ne sono derivate. Sono evidenziate differenze ed analogie relative all'insorgenza dell'allarme, alla valutazione e consistenza del quadro radiologico della situazione, ai soggetti coinvolti, alle procedure adottate per la bonifica e per il confinamento delle polveri contaminate.

Sono evidenziate le soluzioni adottate alle molteplici problematiche protezionistiche, operative, legislative connesse con la gestione dell'incidente e che, lì dove possibile, vengono qui configurate, per le esigenze degli operatori di soccorso, come procedure operative standard (POS). Particolare attenzione viene infine lasciata da un lato all'esame delle scelte radioprotezionistiche adottate dai responsabili dell'emergenza dall'altro ai vincoli normativi nell'ambito dei quali detti soggetti hanno dovuto operare.

INTRODUZIONE

A gennaio 2004 un camion che trasportava polveri residue dell'attività di fusione di rottami ferrosi, passando attraverso il portale di rilevamento della radioattività, in uscita dalla acciaieria della AFV Beltrame di Vicenza, mandava in allarme il dispositivo e consentiva di rivelare l'avvenimento di un incidente di fusione accidentale di una sorgente orfana di cesio 137 sfuggita ai controlli in ingresso.

Alla fine di ottobre 2005 un'altra sorgente orfana di cesio 137 veniva fusa accidentalmente presso un'altra acciaieria: un camion che trasportava polveri residue dell'attività di fusione di rottami ferrosi in uscita dallo stabilimento AFV Beltrame di S. Didero in Val di Susa (TO) mandava in allarme i portali di rilevamento della radioattività. L'azienda, accertata la presenza anomala di radioattività nell'impianto fumi, arrestava il forno fusorio e dava l'allarme alle autorità pubbliche.

Ad ottobre 2007, infine, un "cipollato" che trasportava polveri residue dell'attività di fusione di rottami ferrosi proveniente dallo stabilimento di Sarezzo (Brescia) delle "acciaierie Venete", mandava in allarme il portale della discarica di "Ponte Nossà" in provincia di Bergamo, e consentiva di risalire ad un incidente di fusione accidentale di una sorgente radioattiva orfana di cesio 137.

Nei primi due casi l'incidente veniva identificato prima che sostanze radioattive fossero accidentalmente portate fuori dagli impianti che avevano fuso la sorgente; nel caso di Brescia,

invece, ben due mezzi stavano per conferire polveri contaminate in discariche: uno, quello che ha dato l'allarme, a Ponte Nossola, l'altro era diretto a Porto Vesme in Sardegna, ed al momento dell'allarme si trovava a Genova in attesa di essere imbarcato. Il Camion di Genova, che trasportava circa 20 tonnellate di polvere contenuta all'interno di un container è stato prontamente richiamato presso Brescia ed è rientrato presso l'acciaieria, l'altro, contenente analogo quantitativo di polveri radioattive è stato posto sotto sequestro a Ponte Nossola dalla magistratura.

A Vicenza e Torino i Vigili del Fuoco sono stati allarmati al verificarsi dell'incidente ed hanno svolto una immediata azione di monitoraggio radiologico e messa in sicurezza provvisoria degli impianti, con vari interventi di confinamento della contaminazione diffusa; a Brescia il coinvolgimento dei Vigili del Fuoco non è stato immediato, peraltro in questo caso la diversa tipologia di impianto di trattamento fumi e la diversa gestione delle polveri hanno determinato una situazione iniziale assai meno critica, senza significativo rischio di spargimento e fuoriuscita della contaminazione.

L'ACCIAIERIA

Per una corretta comprensione della tipologia di incidente nonché dei controlli radiologici necessari e delle misure adottate si descrive brevemente il tipico ciclo produttivo di un'acciaieria con particolare riferimento all'impianto di abbattimento fumi.

Gli stabilimenti in cui ha avuto luogo l'emergenza producono profilati in acciaio mediante forno fusorio ad elettrodi ed arco elettrico.

Il forno fonde rottami di ferro provenienti dal territorio nazionale e dall'estero e conferiti alle acciaierie su rotaia e/o su gomma; il rottame in ingresso viene controllato mediante dei portali di rilevamento radiologico in grado di rivelare radiazioni gamma.



Figura 1. Portali di rilevamento radiometrico presso un'acciaieria

I rottami, in attesa della fusione vengono raccolti in depositi in grado di ospitarne quantitativi in alcuni casi anche cospicui. Il forno è del tipo ad arco elettrico ed a funzionamento "in batch"; esso raggiunge una temperatura superiore a 1600 gradi provocando la fusione dei rottami. Quando la massa è fusa subisce processi di affinazione mediante aggiunta di calcaree ed additivi vari che si raccolgono in forma di "scoria" che galleggia in superficie. Le scorie possono così essere separate dall'acciaio e vengono trasportate in zone esterne dove vengono raffreddate. Dopo la fusione l'acciaio viene colato nella siviera per poi essere colato in stampi a sezione quadrata con produzione di semilavorati detti "billette". Le billette, vengono immagazzinate in varie zone di

impianto per essere raffreddate e per poi subire la successiva lavorazione per deformazione plastica in laminatoi. Un ciclo di fusione ha la durata di circa un'ora.

Il forno dà luogo a produzione di fumi che vengono aspirati mediante due circuiti distinti:

- uno capta i fumi (detti primari) prodotti dal forno, chiuso ed in funzionamento (il forno viene aperto per carico della materia prima e poi per lo spillamento dei prodotti dopo la fusione), attraverso il “quarto foro del forno” (gli altri tre fori sono per gli elettrodi);
- l'altro aspira i fumi “secondari” assai più freddi e meno polverosi dalla volta della “Dog House” ossia del capannone forni.

I fumi caldi del forno sono raffreddati per scambio termico con tubi d'acqua o canne d'organo e successivamente depolverati mediante filtri a maniche ad alta efficienza (superiore al 99,5 %) con pulizia mediante getti di aria compressa: separatori a ciclone con percorso dall'alto in basso o sistemi analoghi, eliminano le particelle più grosse prima dei filtri. I fumi provenienti dalla volta della Dog House, nel caso dell'incidente di Torino erano convogliati in filtri a maniche distinti dai precedenti.

La polvere trattenuta dai filtri a maniche si raccoglie nelle tramogge alla base e di qui tramite coclee chiuse è inviata ad un silos di stoccaggio; a Vicenza e San Didero la polvere del silos passa ad un “pellettizzatore” che mediante aggiunta di acqua trasforma la polvere incoerente in palline (pellets) del diametro di circa un centimetro e di densità maggiore. Le pellets sono stoccate in mucchi, in depositi più o meno chiusi, per poi essere saltuariamente caricate su autocarri ed allontanate dalle acciaierie. I fumi depolverati sono poi scaricati in atmosfera tramite grossi camini.



Figura 2. *Deposito polveri pellettizzate*

Con riferimento ad un forno della capacità di 100 tonnellate, si ha la produzione di circa 2 tonnellate di polveri a fusione (circa 50 tonnellate di polveri al giorno); il quantitativo di polveri immesse nell'atmosfera è di alcuni chili ad ogni fusione. A Sarezzo non è presente il pellettizzatore, ma la polvere è gestita in modo “confinato”: dal silos di stoccaggio questa viene

infatti caricata direttamente in cipollati o container chiusi, per il trasporto, e non si ha presenza presso l'impianto di cumuli di polveri.



Figura 3. *Deposito rottami in acciaieria*

INTERVENTO VF

Le vigenti disposizioni legislative in materia di protezione della popolazione, in caso di incidenti con presenza di sostanze radioattive, affidano al CNVVF responsabilità e compiti indicati nella normativa solo in forma generale. Questa attribuzione, poiché non delimita in modo esplicito il campo di competenza, comporta la presenza dei VVF in tutti quei casi in cui si presenti pericolo, per la salute dei cittadini o per la sicurezza dei loro beni, a seguito della presenza di sostanze radioattive in ambiente. L'intervento dei VVF può, quindi, andare dalla semplice ricerca di una sostanza radioattiva smarrita, alla protezione della popolazione in caso di incidenti che comportano delle ricadute radioattive dovute ad esplosioni nucleari, connesse con eventi bellici o con incidenti dovuti all'impiego pacifico dell'energia nucleare in impianti di ricerca e/o di produzione dell'energia elettrica, e comprende a pieno titolo gli incidenti in acciaierie.

L'intervento dei Vigili del fuoco è peraltro limitato alle prime azioni di soccorso: verifica della presenza delle radiazioni, monitoraggio e definizione del rischio radiologico, individuazione e delimitazione di aree, azioni preliminari di messa in sicurezza.

Le prime misure da eseguire sono volte a riscontrare la presenza di situazioni di rischio radiologico o comunque la presenza anomala di sorgenti di radiazioni. A tal fine occorre sempre valutare il rischio di esposizione esterna, legato alla presenza di un campo di radiazioni gamma ed il rischio di esposizione interna legato alla presenza di contaminazione; in pratica si misura:

- Il Campo di radiazioni gamma (misure qualitative di presenza di radiazioni gamma mediante sonde a scintillazione, misure di intensità di dose e/o di intensità di esposizione ai fini della delimitazioni delle aree)
- L'eventuale presenza di contaminazione (misure di contaminazione in aria con "catena beta" misure di contaminazione su superfici mediante uso di sonde beta/gamma, sonde alfa o contaminometri, "smear test")

Ogni tipologia di misura viene preceduta dalla misura del fondo naturale.

Per quanto riguarda il campo di radiazioni gamma, accertata la presenza anomala di radiazioni, si procede ad una misura quantitativa del campo ed una conseguente delimitazione delle zone. A titolo indicativo, può essere delimitata, a seconda della situazione al contorno, la zona con intensità superiore a valori da alcuni $\mu\text{Sv/h}$ ad alcune decine di $\mu\text{Sv/h}$. Si fa presente che la delimitazione dell'area da interdire al pubblico va fatta in modo che le persone più esposte cioè il cosiddetto "gruppo critico della popolazione", assorba una dose non superiore ad 1 mSv (limite fissato dalla vigente normativa in aggiunta al fondo naturale) durante il prevedibile periodo di permanenza del problema radiologico.

La presenza di contaminazione, come nel caso degli incidenti in acciaieria, configura una situazione di maggior rischio; tutte le aree con presenza di contaminazione devono essere delimitate indipendentemente dal valore del campo gamma.

Le due tipologie di misure descritte (campo gamma, presenza di contaminazione) possono essere integrate da misure di spettrometria gamma, in aria e su campioni, con lo scopo di riconoscere i radionuclidi coinvolti, misurarne la concentrazione e qualificare meglio il rischio radiologico.

Per gli incidenti in acciaierie, le attività condotte dalle squadre dei Vigili del Fuoco hanno consentito l'individuazione di aree di rispetto che sono state interdette all'accesso; in tabella 1 sono riportate tipiche misure riscontrate in prossimità di cumuli di polveri radioattive presso l'acciaieria di S. Didero. I controlli radiometrici hanno riguardato misure di intensità di dose gamma in diverse zone dell'impianto, campionamenti di aria su filtro, smear test, campionamenti di polveri e misure quantitative di spettrometria gamma. Si è provveduto a:

- definire il campo radiologico all'interno delle zone interdette,
- definire l'estensione e la gravità dello stato di contaminazione da cesio 137, in particolare del sistema di trattamento fumi,
- cercare eventuale presenza di altre sorgenti nel deposito rottami,
- cercare eventuale presenza di cesio 137 nella scoria,
- cercare eventuale presenza di cesio 137 all'esterno dell'impianto.

Di particolare utilità è stato l'uso di un sistema di rivelazione ad alta sensibilità costituito da un rivelatore NaI di grandi dimensioni (4"x4"x16") accoppiato a due rivelatori di neutroni al BF₃ e collegato ad un sistema cartografico con GPS con sistema di acquisizione integrato computerizzato: vengono registrati in modo georeferenziato e continuo il conteggio integrale di gamma e neutroni nonché gli spettri gamma (una registrazione al secondo). Le misure condotte con tale sistema hanno permesso di accertare rapidamente l'assenza di variazioni rispetto ai livelli di fondo all'esterno degli impianti.

Zona 1 (nSv/h)	Zona 3 (nSv/h)	Zona 2 (nSv/h)
470	2940	1740
320	3100	1880
490	3400	1900
520	2550	2050
600	3500	2600

Tabella 1. Misure nel deposito polveri a S. Didero

Nei diversi interventi in acciaieria non è stata evidenziata presenza di cesio 137 nelle scorie, né nel parco rottami. Si deve peraltro segnalare che esistono difficoltà tecniche tali per cui si ritiene impossibile effettuare una ricerca di sorgenti radioattive esaustiva ed affidabile all'interno del

deposito rottami in tempi contenuti (senza cioè provvedere ad uno spostamento dei rottami stessi, che occupano volumi di migliaia di metri cubi).

Rilevata contaminazione da Cs 137 in diverse parti dell'impianto trattamento fumi, è risultato opportuno effettuare l'acquisizione di spettri gamma direttamente in campo con analisi in batch dei soli spettri. La scelta di integrare i campionamenti di polvere con misura diretta degli spettri in campo ha consentito di avere un numero maggiore di punti di valutazione anche se con incertezza di misura maggiore. Il quadro che ne deriva è quello di una contaminazione assai diffusa, con valori che oscillano da assenza di radioattività, a valori valutabili in alcune centinaia di Bq/kg. Si tratta di una contaminazione blanda, ma che necessita parimenti una azione di bonifica.

La ripresa delle attività del forno fusorio deve aver luogo in modo controllato dal punto di vista radioprotezionistico, con particolare riferimento alle concentrazioni di cesio radioattivo nelle nuove polveri abbattute e in quelle emesse al camino.

ASPETTI NORMATIVI

La gestione di un evento incidentale di naturale radiologica, di estensione "locale", (evento di tipo B ai sensi della legge 225/92), è demandato al Prefetto della provincia in cui ha luogo l'emergenza. Peraltro, sono molte le Amministrazioni e gli Enti coinvolti a vario titolo (aspetti sanitari, sicurezza del lavoro, altro) e con diverse finalità nell'emergenza. Per rendere più agevoli gli scambi di informazioni e per consentire il necessario coordinamento nella gestione dei diversi aspetti è necessario mantenere uno stretto contatto con la Prefettura.

Si fa presente che nelle primissime fasi di gestione dell'emergenza i Vigili del Fuoco hanno un indiscusso ruolo di coordinamento e gestione tecnica; è altresì plausibile che le squadre VF inizialmente si trovino a dover operare senza poter contare nell'immediato sul supporto di risorse di altre Amministrazioni. La situazione cambia progressivamente durante la prosecuzione dell'emergenza e si rende necessario uno stretto coordinamento tra le operazioni condotte dai diversi soggetti (azioni di mitigazione, monitoraggio ambientale e/o sanitario, campionamenti, analisi, misure varie). In particolare la fase di "esposizione prolungata a seguito dell'emergenza radiologica" in cui le autorità competenti alla gestione del problema sono ai sensi di legge "quelle di cui alla legge 225/92" può vantaggiosamente essere condotta dalla Prefettura mediante istituzione di una Commissione ad hoc che diventa di fatto punto di incontro di tutti i soggetti coinvolti, e consesso nel quale vengono prese le decisioni.

L'emergenza radiologica, causata da un incidente, ai sensi della vigente normativa, è una "situazione che richiede azioni urgenti per proteggere lavoratori, individui della popolazione ovvero l'intera popolazione o parte di essa". Durante l'emergenza può aver luogo il superamento dei limiti di dose per lavoratori o popolazione.

L'emergenza propriamente detta, come sopra definita, è temporalmente limitata (in genere alcuni giorni); in questa fase i Vigili del Fuoco sono direttamente responsabili dell'adozione di "interventi radioprotezionistici", tra cui la prima messa in sicurezza dell'impianto. Durante l'attività in emergenza i Vigili del Fuoco hanno, come noto, un limite di dose di 20 mSv in termini di dose efficace, su base annuale, ma anche assorbibili in soluzione unica.

Terminata la messa in sicurezza provvisoria ad opera del soccorso pubblico (Vigili del Fuoco), e superata dunque l'emergenza radiologica in senso stretto, il ritorno alla normalità passa attraverso una fase di transizione che comprende la bonifica dell'impianto ed una serie di altre operazioni di monitoraggio, e che è definita "esposizione prolungata a seguito di una emergenza radiologica". In questa fase non si applica il regime autorizzativo per le pratiche (autorizzazioni di categoria A e B), né gli obblighi di denuncia, di comunicazione, di autorizzazione o di nulla osta: l'art. 126 bis del D.Lgs 230_241 assegna alle prefetture il compito di gestire gli aspetti autorizzativi e di controllo degli interventi da attuare, lasciando peraltro ampi margini di discrezionalità nel rispetto

dei principi generali degli interventi. Tale impostazione, nella logica della legge, consente una più snella gestione della situazione, necessaria per una maggior efficacia degli interventi; in particolare vi è la possibilità per le autorità preposte di autorizzare celermente ed in modo collegiale le soluzioni che nell'ambito della situazione complessiva in essere, risultano più adatte.

Nelle emergenze radiologiche che hanno avuto luogo dall'entrata in vigore della nuova normativa, le prefetture interessate hanno ritenuto opportuno istituire una apposita Commissione Tecnica incaricata dell'esame dei progetti di bonifica, dello stoccaggio temporaneo dei rifiuti ed in generale di tutti gli aspetti tecnici legati all'applicazione degli articoli 126 bis e quater. I Vigili del Fuoco, presenti nelle Commissioni con rappresentanti locali e centrali, hanno in genere nell'ambito delle stesse funzioni di coordinamento.

Il regime di "esposizione prolungata" si chiude - ed il conseguente lavoro della Commissione prefettizia termina - quando, ultimate le operazioni di bonifica ed essendo ormai noto il quantitativo di radioattività in gioco, è possibile da parte dei proprietari dell'acciaieria chiedere ed ottenere le ordinarie autorizzazioni per le pratiche. E' in ogni caso il Prefetto che dispone il termine del regime normativo di esposizione prolungata a seguito di un'emergenza radiologica ed il ritorno alla gestione ordinaria del regime giuridico ed autorizzativo.

Si richiama l'attenzione al fatto che durante l'esposizione prolungata a seguito di una emergenza radiologica i Vigili del Fuoco che si espongono a radiazioni, intervenendo per esempio sul cantiere di bonifica per operazioni di controllo, hanno un limite di dose di 1 mSv, sempre in termini di dose efficace e su base annuale.

CONCLUSIONI

Gli incidenti occorsi sono la dimostrazione che le sorgenti orfane costituiscono un problema concreto: le iniziali problematiche radioprotezionistiche hanno avuto significative conseguenze economiche e sociali, legate al fermo impianto conseguente all'evento ed alla lunga durata delle azioni di bonifica.

La eccessiva percezione del rischio da parte del pubblico connessa alla presenza di radiazioni ionizzanti ha in varia misura condizionato le scelte e le azioni adottate nelle varie circostanze.

Le azioni di bonifica degli impianti sono state condotte nei tre casi con modalità analoghe: decontaminazione a freddo seguita da una progressiva decontaminazione a caldo. Alcune modalità operative così come la destinazione finale delle polveri non sono state uniformi: in particolare nel primo caso, quello di Vicenza, è stato realizzato un deposito di rifiuti radioattivi all'interno dell'impianto, tuttavia, attesi i livelli di contaminazione relativamente modesti, si è ritenuto possibile negli altri casi cercare di percorrere strade diverse, ed in particolare provare ad attuare processi di riconcentrazione del contaminante radioattivo al fine di ridurre in modo drastico i volumi da stoccare.