



Oggetto del Documento

Il presente rappresenta una prima bozza dell'agenda strategica di ricerca della piattaforma tecnologica italiana sulla sicurezza industriale (PTISI). L'Agenda Strategica di Ricerca della piattaforma tecnologica nazionale costituisce il contributo del "mirror site" italiano alla definizione delle priorità strategiche per la ricerca europea sulla sicurezza industriale.. Il documento è stato redatto a partire dai contenuti discussi nell'assemblea plenaria di PTISI svoltasi a Bologna il 28 febbraio 2006.

Sommario del documento

1. INTRODUZIONE	
1.1 IL RUOLO DELLA SICUREZZA INDUSTRIALE NELLO SVILUPPO INDUSTRIALE EUROPEO ED ITALIANO	3
1.2 SPECIFICITÀ DEL CONTESTO ITALIANO	3
1.3 OBIETTIVI DELLA PIATTAFORMA TECNOLOGICA ITALIANA.....	4
1.4 STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA PIATTAFORMA TECNOLOGICA ITALIANA	5
2. STRUTTURA DELL'AGENDA STRATEGICA DI RICERCA.....	7
3. TECNOLOGIE E SPERIMENTAZIONE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO	
3.1 INTRODUZIONE.....	8
3.2 TECNOLOGIE, METODOLOGIE E SPERIMENTAZIONI	8
3.3 SISTEMI DI PROTEZIONE	11
4. ANALISI, VALUTAZIONE E GESTIONE DEI RISCHI	
4.1 INTRODUZIONE.....	13
4.2 GRANDI RISCHI INDUSTRIALI.....	14
4.3 SICUREZZA DEL LAVORO	15
5. SICUREZZA DELLE STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE	
5.1 INTRODUZIONE.....	17
5.2 SICUREZZA DELLE STRUTTURE	17
5.3 SICUREZZA DELLE INFRASTRUTTURE	19
6. FATTORI UMANI ED ORGANIZZATIVI	
6.1 INTRODUZIONE.....	20
6.2 IL RUOLO DEI FATTORI UMANI NELL'ORGANIZZAZIONE E NELLA GESTIONE DELLA SICUREZZA	20
6.3 HUMAN-CENTRED DESIGN: L'UOMO AL CENTRO DEI SISTEMI DI PROGETTAZIONE.	23
6.4 METODI E TECNICHE PER LA VALUTAZIONE E LA GESTIONE INTEGRATA DEL RISCHIO	24
6.5 LA PRESTAZIONE LAVORATIVA E L'ERGONOMIA DELLA TECNOLOGIA.....	26
6.6 I FATTORI UMANI NELLE SITUAZIONI DI CRISI E E DI EMERGENZA	28
7. RISCHI EMERGENTI ED INTERDISCIPLINARI	
7.1 INTRODUZIONE.....	30
7.2 RISCHI DERIVANTI DALL'INTERAZIONE DI EVENTI NATURALI CON I PROCESSI PRODUTTIVI.....	31
7.3 ATTACCHI TERRORISTICI E SABOTAGGI SU IMPIANTI INDUSTRIALI E NEL TRASPORTO DI SOSTANZE CHIMICHE PERICOLOSE	32
7.4 SAFETY INFORMATICA NEI SISTEMI DI CONTROLLO DELL'INDUSTRIA DI PROCESSO.....	33
8. SICUREZZA NELLE PICCOLE E MEDIE IMPRESE	
8.1 INTRODUZIONE.....	34
8.2 METODOLOGIE PER L'ANALISI DEI RISCHI	34
8.3 SPERIMENTAZIONE E RICERCA.....	34
8.4 FORMAZIONE E INFORMAZIONE.....	35
8.5 ASSISTENZA TECNICA.....	35
9. SICUREZZA NEL TRASPORTO DI SOSTANZE PERICOLOSE	
9.1 INTRODUZIONE.....	36
9.2 DEFINIZIONE DEI TEMI DI RICERCA	36
9.3 PORTI, FASCI DI SMISTAMENTO, INTERPORTI E PARCHEGGI	36
9.4 TRASPORTO FERROVIARIO E STRADALE.....	37
9.5 GALLERIE.....	37
9.6 TRASPORTO NAVALE.....	38

1. INTRODUZIONE

1.1 Il ruolo della sicurezza industriale nello sviluppo industriale europeo ed italiano

Le prospettive di crescita dell'industria europea sono principalmente basate sulla capacità di innovazione, orientata ad un incremento della competitività nel contesto di uno sviluppo sostenibile. La sostenibilità delle attività produttive dell'industria manifatturiera e di processo nel quadro europeo è fortemente condizionata dagli aspetti di impatto ambientale, sicurezza e salute legati direttamente ed indirettamente ai processi di produzione. L'innovazione di prodotto e di processo passa per lo sviluppo di tecnologie intrinsecamente sicure ed a ridotto impatto ambientale, che richiedono l'integrazione e l'ottimizzazione dei processi produttivi anche rispetto al ciclo di vita del prodotto e dell'impianto. L'innovazione condizionata a criteri di sviluppo sostenibile rappresenta quindi, in prospettiva, una risorsa competitiva dell'industria europea.

La concretizzazione di questa strategia richiede azioni coordinate ed integrate di ricerca e sviluppo finalizzate alla realizzazione di tecnologie intrinsecamente sicure, a ridotto impatto ambientale e basate sulla minimizzazione degli impieghi di risorse non rinnovabili. In questo contesto, le attività di ricerca e sviluppo nel campo della sicurezza rivestono in prospettiva un forte ruolo strategico, sia rispetto allo sviluppo di nuove tecnologie che rispetto allo sviluppo ed alla validazione di strumenti innovativi per la valutazione, la gestione e la riduzione dei rischi legati agli attuali processi produttivi dell'industria manifatturiera e di processo, anche attraverso nuove strategie di formazione e comunicazione tra tutti gli attori coinvolti. Questi aspetti sono particolarmente importanti nel contesto italiano, dal quale emerge con evidenza come le prospettive di sviluppo industriale siano legate fortemente da un lato all'innovazione tecnologica orientata alla sostenibilità ambientale dei processi di produzione, dall'altro anche a nuove strategie di coinvolgimento degli attori, ed in particolare dei cittadini, nelle scelte relative alle politiche di sviluppo industriale del territorio.

L'integrazione delle azioni di ricerca e sviluppo sul tema della sicurezza nell'ambito dell'Unione Europea deve in prospettiva rispondere a queste esigenze rendendo disponibili tecnologie, strumenti di valutazione e strategie di gestione adeguati a rispondere alle necessità competitive dell'industria europea e ad un'efficace tutela della popolazione dalle diverse tipologie di rischio associate alle attività industriali.

1.2 Specificità del contesto italiano

Il contesto italiano presenta numerose specificità rispetto al più generale quadro europeo. In via del tutto preliminare sono stati identificati almeno quattro elementi caratteristici della realtà italiana rilevanti rispetto al contesto della sicurezza e del rischio industriale:

- a) **ridotta dimensione della maggior parte delle aziende.** La ridotta dimensione della maggior parte delle aziende italiane è un dato di fatto. Questa influenza vari aspetti relativi alla sicurezza ed al rischio industriale. In primo luogo, le quantità di sostanze pericolose presenti nei singoli siti produttivi di solito sono ridotte, tali da non comportare in generale l'applicazione delle normative sui grandi rischi industriali (D.Lgs.334/99), ma soprattutto da richiedere strumenti specifici, adeguati alle dimensioni aziendali, per la valutazione, la gestione e la riduzione del rischio industriale. La ridotta dimensione delle aziende comporta inoltre una dispersione delle attività produttive ed una conseguente promiscuità tra zone industriali e zone residenziali che rende necessario lo sviluppo di strumenti avanzati per la valutazione del rischio sul territorio. La strategia e la gestione delle attività di formazione del personale, in particolare in relazione a problemi di sicurezza, è un ulteriore punto critico in aziende di piccole dimensioni, in cui sia il ridotto numero di persone che le caratteristiche del processo di produzione rendono fondamentale l'analisi, la gestione e la valorizzazione dei fattori umani. E' ben noto inoltre che la dimensione medio-piccola delle aziende può costituire una difficoltà sia nell'individuazione

delle necessità che per il reperimento di risorse da dedicare all'innovazione tecnologica ed alla ricerca e sviluppo, in particolare in settori quali la sicurezza e la salute sul posto di lavoro.

- b) **uso industriale o promiscuo di infrastrutture civili ad elevata vulnerabilità.** La dispersione geografica delle attività produttive, anche in relazione alle caratteristiche fisiche del territorio italiano, crea di fatto una estesa rete di trasporto di sostanze pericolose. Il risultato è l'uso promiscuo di infrastrutture civili congestionate, quali strade, ferrovie e porti per il trasporto di prodotti industriali che possono comportare forti rischi in caso di eventi incidentali o di sabotaggi. La conformazione fisica del territorio rende inoltre particolarmente frequenti e numerose nel contesto italiano strutture ad elevata vulnerabilità, quali gallerie stradali e ferroviarie, viadotti, scali ferroviari, scali portuali, in generale progettate in funzione di usi civili e non tenendo conto dell'amplificazione potenziale delle conseguenze di eventi incidentali legati ad usi promiscui quali il trasporto di quantità industriali di sostanze pericolose.
- c) **localizzazione delle competenze in materia autorizzativa e di controllo del rischio industriale.** Analogamente a quanto avviene in altre nazioni dell'Unione Europea, l'Italia ha attribuito alle amministrazioni locali (Regioni, Provincie, Comuni) molte competenze autorizzative relative alle attività industriali, nonché le funzioni di controllo del rischio industriale ed in particolare del rischio di incidente rilevante. In particolare, le Regioni hanno anche un'autonomia normativa in materia, che ha portato a limitate differenze nelle procedure autorizzative e di valutazione della compatibilità territoriale delle aziende a rischio di incidente rilevante. Le attività di formazione, ricerca e sviluppo sui temi della sicurezza gestite nel contesto italiano devono tener conto di questa frammentazione, e promuovere, per quanto possibile, uno sviluppo armonico delle competenze e degli strumenti di valutazione per il controllo e la gestione del rischio industriale.
- d) **forte diffidenza della popolazione rispetto agli aspetti ambientali e di sicurezza di nuove iniziative industriali.** L'Italia è forse uno dei paesi dell'Unione Europea in cui è più forte la preoccupazione della popolazione rispetto agli effetti sulla salute e sulla sicurezza di nuove attività industriali. Episodi recenti hanno dimostrato gravi lacune nelle procedure decisionali e nelle strategie di coinvolgimento e di comunicazione con la popolazione interessata dall'insediamento di nuovi impianti o dalla realizzazione di infrastrutture anche civili. La necessità di ottenere il consenso di tutti gli attori potenziali rispetto ad iniziative di sviluppo industriale richiede quindi in prospettiva lo sviluppo di approcci nuovi al problema della formazione e della comunicazione, in particolare nei settori della tutela ambientale e della sicurezza.

1.3 Obiettivi della piattaforma tecnologica italiana

La piattaforma tecnologica nazionale sulla sicurezza industriale ha l'obiettivo di promuovere e coordinare iniziative finalizzate allo sviluppo ed all'applicazione di metodi, strumenti e tecnologie nel campo della sicurezza industriale.

La piattaforma italiana costituisce il "sito specchio" della piattaforma europea ed agisce in sinergia con questa, attraverso il coordinamento delle iniziative, assicurando uno scambio continuo di informazioni e promuovendo in sede europea iniziative e priorità tematiche individuate in sede nazionale. La piattaforma nazionale riconosce e fa proprio il modello europeo di sviluppo industriale competitivo basato sulla sostenibilità ambientale e sulla valorizzazione del fattore umano.

L'obiettivo della piattaforma è perseguito attraverso le seguenti attività:

1. definizione di un'agenda strategica di ricerca nazionale, in cui individuare le aree prioritarie in cui promuovere azioni di ricerca, sviluppo e trasferimento tecnologico. La definizione di un'agenda di ricerca dovrà vedere il coinvolgimento di tutti gli attori interessati (industria, enti di ricerca, enti di formazione, autorità di governo ed enti di controllo, associazioni di categoria).
2. promozione di azioni e progetti comuni di ricerca, di trasferimento tecnologico e di formazione, sia in sede nazionale che europea, sui temi strategici e prioritari individuati nell'agenda
3. coordinamento dei rapporti con la piattaforma europea, assicurando canali di comunicazione efficaci e procedure di informazione e promozione delle iniziative europee in campo nazionale
4. coordinamento e strutturazione dei rapporti con i diversi attori coinvolti in sede nazionale: associazioni industriali di categoria, associazioni professionali di settore, associazioni scientifiche, singole aziende o gruppi industriali, società di consulenza, enti di ricerca, enti governativi ed autorità di controllo.
5. adozione di opportune strategie di comunicazione e promozione delle iniziative

1.4 Struttura organizzativa della piattaforma tecnologica italiana

La struttura organizzativa della piattaforma italiana è riassunta in figura 1. La struttura è fortemente mutuata su quella della piattaforma europea, di cui quella italiana costituisce un "mirror site". La piattaforma italiana è quindi stata organizzata in "focus groups" (FG) e "HUBs" di ricerca che hanno due compiti principali. Il primo è legato all'individuazione dei temi strategici di ricerca, finalizzata alla stesura dell'agenda di ricerca strategica di ricerca della piattaforma nazionale ed a contribuire all'aggiornamento della SRA della piattaforma europea. Il secondo compito di FG ed HUBs è nella promozione di progetti ed iniziative di ricerca e trasferimento tecnologico sia in sede nazionale che europea. E' previsto inoltre, come nella struttura europea, la presenza di una funzione organizzativa, di particolare importanza nella fase di costituzione ed avviamento delle attività della piattaforma.

I "focus groups" attivati nell'ambito della piattaforma italiana sono i seguenti:

- FG1: Tecnologie e sperimentazione per la riduzione del rischio
- FG2: Analisi, valutazione e gestione del rischio
- FG3: Sicurezza delle strutture ed infrastrutture
- FG4: Fattori umani ed organizzativi
- FG5: Rischi emergenti ed interdisciplinari

Il primo ed il secondo focus group sono relativi alle tematiche individuate in sede europea dai FG "Improving methods and technologies to reduce risks at work and to prevent major accidents" e "Developing new risk assessment and risk management methods addressing the complexity of industrial systems". FG3 è relativo alle tematiche relative al FG della piattaforma europea su "Structural safety", estese alla valutazione della sicurezza nell'uso industriale di infrastrutture civili (trasporto su strada e ferrovia di sostanze pericolose, etc.). FG4 e FG5 dovrebbero invece rispecchiare rispettivamente le tematiche degli FG su "Human and organizational factors" ed FG 5 "Understanding emergent risks and cross-cutting risk & safety issues" di ETPIS.

Nella piattaforma italiana sono inoltre stati attivati quattro "research hubs":

- HUB1: Sicurezza nelle PMI
- HUB2: Sicurezza nel trasporto di sostanze pericolose
- HUB3: Sicurezza delle nanotecnologie
- HUB4: Formazione, educazione e comunicazione

Gli “HUB”, che hanno il compito di promuovere iniziative sulle tematiche trasversali di competenza, sono stati individuati sulla base delle specificità del contesto italiano, sia in relazione alle problematiche inerenti ai temi della sicurezza industriale che rispetto alla presenza di centri di competenza specifici.

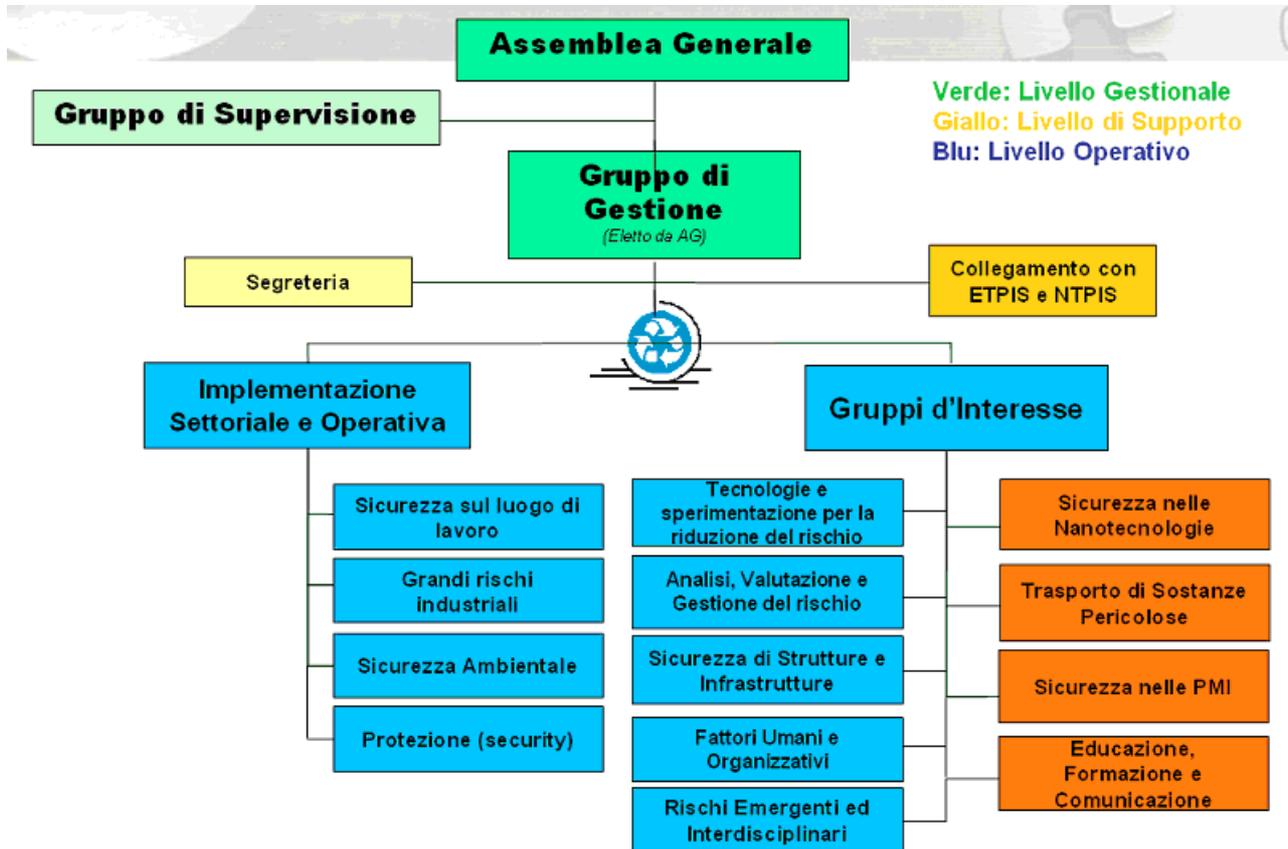


Figura 1: Struttura organizzativa della piattaforma italiana (PTISI)

2. STRUTTURA DELL'AGENDA STRATEGICA DI RICERCA

La presente bozza di agenda strategica di ricerca è stata redatta a partire dai risultati della riunione plenaria della piattaforma tecnologica italiana, svoltasi a Bologna il 28 febbraio 2006. L'agenda è stata elaborata da parte dei focus groups e degli HUBs attivi nell'ambito di PTISI.

L'agenda è stata organizzata per argomenti, seguendo l'articolazione dei "focus groups" e degli "HUBs" presenti nella piattaforma italiana.

All'agenda sono collegati alcuni progetti strategici di ricerca, proposti quali prioritari in ambito nazionale e da collegare alle attività della piattaforma europea.

3. TECNOLOGIE E SPERIMENTAZIONE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO

3.1 Introduzione

Gli enormi sforzi compiuti dalla ricerca, dall'industria e dalle autorità competenti negli ultimi trenta anni per una riduzione dei rischi cui sono esposti i lavoratori e le popolazioni che vivono nelle vicinanze di impianti industriali hanno contribuito a tutt'oggi a determinare solo una modesta riduzione degli incidenti.

Nel Settembre 2001 si è ancora verificato in Europa un incidente rilevante (esplosione dello stabilimento AZF di Tolosa) che ha causato trenta morti e notevoli danni ambientali. Nel periodo 2004/2005, l'Health & Safety Executive inglese ha registrato 41 incidenti mortali nell'industria di processo in Inghilterra con un incremento del 37% rispetto al biennio precedente.

Una ricognizione dei pericoli presenti all'interno degli insediamenti industriali consente facilmente di individuare nella maggior parte dei casi quali cause dei danni subiti dai lavoratori, le sostanze chimiche impiegate, il rumore, le vibrazioni e le radiazioni elettromagnetiche. Per ciascuno di questi pericoli è possibile individuare due grandi gruppi di attività di ricerca in cui eventuali avanzamenti delle conoscenze possono contribuire in maniera significativa ad una riduzione del rischio cui i lavoratori sono esposti:

- 1) Tecnologie, metodologie e sperimentazione
- 2) Sistemi di protezione.

Il primo gruppo di attività è composto dall'insieme di metodologie e sperimentazioni che possono consentire la raccolta di dati utili per lo sviluppo di tecnologie sicure, per una più efficace prevenzione degli incidenti e per l'adozione di misure di protezione in grado di ridurre significativamente i rischi. Nel secondo gruppo vanno invece inclusi tutti i sistemi finalizzati a realizzare una protezione efficace dei lavoratori e della popolazione.

3.2 Tecnologie, metodologie e sperimentazioni

3.2.1 Sicurezza delle sostanze e scenari incidentali

Per ciascuna delle caratteristiche di interesse delle sostanze ai fini di un loro impiego sicuro, ovvero l'inflammabilità, la reattività e la tossicità, è possibile individuare avanzamenti delle conoscenze che potranno portare ad una rilevante riduzione del rischio chimico. Questi dovranno in prospettiva essere integrati dal contemporaneo avanzamento delle conoscenze nell'analisi sperimentale e nella descrizione dei fenomeni fisici associati agli eventi incidentali dovuti alle proprietà pericolose delle sostanze.

Inflammabilità

L'analisi delle condizioni di ignizione e di autoignizione di materiali o sostanze solide, liquide o gassose riveste un'importanza strategica nella prevenzione del rischio dovuto ad incendi in installazioni industriali. La conoscenza delle temperature di autoignizione e/o della zona di inflammabilità per un sistema ternario combustibile/comburente/inerte sono prerequisiti di importanza fondamentale nel momento in cui si vuole realizzare una prevenzione di incendi ed esplosioni. Le metodologie proposte per predire tali zone non sono state fino ad oggi validate su un numero significativo di sistemi ben caratterizzati e la maggior parte dei dati disponibili nella letteratura tecnica per i limiti di inflammabilità delle sostanze sono riferiti solo a condizioni prossime a quelle ambiente. In questa prospettiva è strategico procedere sia allo sviluppo di apparati sperimentali che consentano la raccolta di questi dati in condizioni di sicurezza per gli operatori, che alla creazione di database ed all'avanzamento dei modelli predittivi, anche nella prospettiva di

un'ulteriore estensione di queste metodologie sperimentali e teoriche al campo delle miscele e dei preparati.

Reattività

Le informazioni relative alla reattività delle sostanze chimiche reperibili nella letteratura tecnica sono in larga parte di tipo qualitativo. Informazioni quantitative sulla stabilità termica, quando disponibili, sono in genere riferite a sostanze pure e ottenute mediante tecniche sperimentali, quali la calorimetria in scansione, da cui difficilmente è possibile ricavare valori affidabili dei parametri cinetici. Si registra inoltre una forte carenza di informazioni relativamente alle sostanze che si formano durante la decomposizione termica o la combustione di un composto o la sua combustione. E' evidente quindi la necessità di disporre di raccolte di dati estese sulla reattività delle sostanze, con riferimento anche a possibili miscele e di sviluppare protocolli di indagine finalizzati alla identificazione delle specie che si formano durante la decomposizione termica accidentale o la combustione di sostanze di interesse. Un obiettivo di più lungo periodo è rappresentato dallo sviluppo di modelli che consentano di prevedere la struttura di tali sostanze in assenza di dati sperimentali o sulla base di dati anche non specifici.

Tossicità

Il consolidamento di metodologie e criteri per determinare i livelli ammissibili di esposizione dei lavoratori a sostanze potenzialmente tossiche è un settore prioritario di indagine. In relazione a questo problema è di notevole interesse la sperimentazione e lo sviluppo di modelli che consentano di affrontare il problema della esposizione dei lavoratori a più sostanze simultaneamente, così come l'aggiornamento di database esistenti con l'inserimento di informazioni relative a nuovi prodotti chimici.

Scenari incidentali

Infiammabilità, reattività e tossicità delle sostanze pericolose hanno un ruolo fondamentale nel determinare gli scenari incidentali possibili. Tuttavia, l'analisi delle conseguenze degli eventi incidentali richiede la conoscenza, l'analisi sperimentale e l'interpretazione di numerosi fenomeni fisici associati. Tra questi, alcuni si segnalano per l'importanza e l'assenza di dati sperimentali e modelli interpretativi adeguati:

- il rilascio e la vaporizzazione di gas liquefatti, in particolare a seguito di rilasci catastrofici e rispetto alla formazione di getti incendiati
- la dispersione di aerosol e gas pesanti in particolare da rilasci criogenici
- la propagazione di onde di combustione in ambienti confinati o ad elevato grado di congestione e/o di confinamento
- la formazione, l'ignizione, la generazione di fiamma e la combustione di nubi di polveri.

Le problematiche elencate sono alla base delle difficoltà presenti nella modellazione delle conseguenze di scenari incidentali quali BLEVEs, rilasci di LNG, getti incendiati bifase, esplosioni in ambiente confinato o congestionato, esplosioni da polveri. L'analisi del rischio associato a questi eventi incidentali e la loro prevenzione richiedono uno sviluppo delle conoscenze anche basato sull'acquisizione di dati sperimentali.

3.2.2 Sicurezza delle macchine e delle apparecchiature

La sicurezza di macchine ed apparecchiature è un elemento fondamentale e prioritario per la sicurezza sul luogo di lavoro. Questa deve essere raggiunta sia attraverso lo sviluppo di tecnologie e metodi di progettazione che privilegino la sicurezza intrinseca degli elementi impiantistici, sia attraverso adeguati sistemi di protezione (vedi punto 2).

Sicurezza delle apparecchiature

Lo sviluppo di tecnologie intrinsecamente sicure deve essere la priorità nella progettazione di apparecchiature di processo e di elementi di impianto. In particolare, deve essere privilegiato lo sviluppo e l'implementazione di tecnologie e soluzioni progettuali che permettano la riduzione dei volumi di hold-up attraverso strategie di intensificazione e minimizzazione, basate su metodi avanzati di dimensionamento e di ottimizzazione fluidodinamica. In questa prospettiva, possono essere identificate come prioritarie attività sperimentali e di analisi interpretativa finalizzate all'ottimizzazione ed all'avanzamento dei criteri di progettazione di apparecchiature di processo.

Un ulteriore elemento prioritario è lo sviluppo di metodologie di progettazione avanzate ed unificate a livello europeo per le apparecchiature in pressione, nel contesto delle nuove direttive comunitarie di settore. Lo sviluppo di linee guida per la progettazione di apparecchiature in pressione con elevati standard nel campo della sicurezza costituisce infatti un elemento importante di garanzia nella prevenzione degli incidenti legati a questi elementi impiantistici.

Sicurezza delle macchine

Anche nel campo della progettazione delle macchine, l'attenzione prioritaria deve essere data allo sviluppo di tecnologie intrinsecamente sicure per gli operatori. Possono essere individuati tre punti critici: organi rotanti, radiazioni elettromagnetiche, rumori e vibrazioni. La progettazione di organi in movimento deve rispettare criteri legati alla riduzione del rischio per gli operatori e prevedere sistemi integrati di controllo e mitigazione delle conseguenze di eventi incidentali. La riduzione delle emissioni di radiazioni elettromagnetiche deve essere perseguita attraverso criteri specifici di censimento delle sorgenti, riduzione delle potenze emesse e schermatura e protezione. L'emissione di rumori e vibrazioni deve ugualmente essere ridotta alla fonte attraverso lo sviluppo e l'adeguamento dei criteri di progettazione.

3.2.3 Sicurezza dei processi produttivi

La sostenibilità dei processi produttivi ha come requisito fondamentale la sicurezza degli operatori e della popolazione contigua ai siti produttivi. Nel medio e nel lungo termine, lo sviluppo di nuovi processi di produzione dovrà essere basato su tecnologie intrinsecamente sicure. Lo sviluppo di tecnologie di processo intrinsecamente sicure e di metodologie di progettazione di processo e di impianto finalizzate alla sicurezza intrinseca costituisce quindi una priorità strategica.

Sicurezza intrinseca delle tecnologie di processo

La definizione di un approccio integrato alla progettazione di processo, basato sulla valutazione della sostenibilità di processo e di prodotto è un elemento fondamentale per il futuro sviluppo dei processi produttivi. In questa chiave, la disponibilità di un approccio metodologico alla valutazione della sicurezza intrinseca e della sostenibilità di processo assume un'importanza strategica al fine di guidare la ricerca nel campo dell'innovazione di processo. La definizione di procedure per l'intensificazione e la miniaturizzazione dei processi, anche attraverso sperimentazioni pilota, appare un'ulteriore obiettivo strategico della ricerca finalizzata allo sviluppo di processi intrinsecamente sicuri.

Sicurezza intrinseca degli impianti

La disponibilità di tecnologie e metodologie adeguate costituisce un importante presupposto per l'introduzione della sicurezza intrinseca nella progettazione di impianto. La realizzazione di impianti intrinsecamente sicuri, in cui il pericolo potenziale è minimizzato compatibilmente con le attività di processo, rende però strategico lo sviluppo e l'adozione di tecniche di "progettazione intrinsecamente sicura", in cui gli elementi legati alla tutela ambientale e della sicurezza siano effettivamente parte integrante del processo di progettazione, superando il concetto attuale delle HSE reviews.

3.3 Sistemi di protezione

3.3.1 Sistemi di protezione dei danni da rumori, vibrazioni e radiazioni elettromagnetiche

Sono disponibili allo stato attuale molte soluzioni per una protezione dei rischi relativi all'esposizione a rumori e vibrazioni che però non risultano completamente soddisfacenti. In particolare, i rumori a bassa frequenza- prodotti tra l'altro- dalla vibrazione di parti di alcuni macchinari- comportano un significativo rischio sui luoghi di lavoro. E' auspicabile lo sviluppo di sistemi di protezione che combinino una riduzione attiva dei rumori a bassa frequenza con dispositivi di attenuazione passiva a medie e alte frequenze.

L'evoluzione della tecnologia nei processi di produzione, nuove apparecchiature utilizzate in campo medico, lo sviluppo nelle telecomunicazioni hanno comportato un significativo aumento della presenza di radiazioni elettromagnetiche negli ambienti di lavoro che in molti casi possono determinare danni alla salute dei lavoratori. Occorrerà innanzitutto procedere ad una ricognizione dei pericoli dovuti alle radiazioni elettromagnetiche negli ambienti di lavoro, per sviluppare quindi metodi efficaci di protezione passiva dei lavoratori.

3.3.2 Nuovi materiali, tecnologie e metodi di verifica dei dispositivi di protezione individuale (D.P.I.)

In tutte le situazioni lavorative in cui non è possibile realizzare una riduzione dei rischi mediante l'implementazione di misure preventive è necessario far ricorso all'impiego di Dispositivi di Protezione Individuale. Tali dispositivi devono essere progettati perché possano conservare la loro capacità protettiva per tutto il tempo di impiego, tenendo in conto l'influenza delle diverse condizioni di lavoro, incluse quelle che possono venirsi a creare in situazioni particolari come, ad esempio, nel caso di esplosioni. E' importante che, al fine di raggiungere il massimo livello di protezione, riducendo al minimo il fastidio per l'utilizzatore, la progettazione di questi dispositivi si avvalga delle conoscenze scientifiche più aggiornate. Tra le maggiori aree strategiche di indagine, sono certamente degne di nota quelle relative allo sviluppo di metodi per la valutazione della capacità di protezione di questi sistemi e di dispositivi che abbiano la possibilità di adattarsi a specifiche esigenze dell'utilizzatore.

3.3.3 Metodi avanzati di protezione delle apparecchiature

La prevenzione degli incidenti rilevanti richiede anche lo sviluppo di tecnologie adeguate per la protezione delle apparecchiature di processo sia rispetto ad eventi esterni (incendio, esplosione, etc.) che a condizioni operative anomale (sovrappressione, aumento di temperatura, etc.). In questo settore, soprattutto nel breve e medio termine appare importante lo sviluppo di tecnologie avanzate di protezione passiva.

Protezione passiva da sovrappressioni

La progettazione di dispositivi di protezione passiva da sovrappressioni presenta ancora aspetti critici, in particolare nel caso di efflussi multifase, del venting di esplosioni confinate o di reazioni fuori controllo. Appaiono dunque argomenti strategici di ricerca sia la caratterizzazione sperimentale dei rilasci che lo sviluppo di modelli interpretativi di utilizzo pratico per il dimensionamento delle aperture di sfogo e per la progettazione di eventuali dispositivi di contenimento delle emissioni.

Protezione da incendi esterni

Benchè il campo della protezione passiva delle apparecchiature da incendi esterni sia noto da molti anni, sono ancora presenti margini consistenti di miglioramento nel settore. Lo sviluppo di materiali avanzati per la protezione delle apparecchiature, basati su fibre inerti resistenti ad elevate temperature, e di dispositivi di protezione basati su tecnologie innovative, appare un obiettivo di

ricerca prioritario nel breve termine, anche in relazione allo sviluppo di tecnologie alternative alla tumulazione o all'interramento degli stoccaggi.

Protezione da attacchi esterni

Lo sviluppo di tecnologie specifiche per la protezione di apparecchiature di processo da attacchi esterni appare di grande importanza strategica, in particolare per installazioni critiche nel settore energetico e chimico.

4. ANALISI, VALUTAZIONE E GESTIONE DEI RISCHI

4.1 Introduzione

Il Focus Group 2 (FG2) concentra l'attenzione sugli aspetti correlati alla *gestione del rischio*. Con questo termine si intendono tutte le fasi coinvolte nel processo sistematico di identificazione delle sorgenti del rischio correlato a un sistema¹, di analisi del rischio stesso nonché della definizione delle misure di protezione e prevenzione dal rischio. L'obiettivo del processo di gestione del rischio è quello di massimizzare la probabilità e le conseguenze degli eventi positivi correlati al sistema in esame e di minimizzare quelli degli eventi indesiderati.

Il processo di gestione del rischio può essere articolato in sei passi sequenziali, ciascuno dei quali può poi essere ulteriormente dettagliato in sottoattività, come riassunto di seguito:

1. *pianificazione della gestione del rischio*: coinvolge le attività inerenti la definizione del livello di dettaglio e degli strumenti da utilizzare nel processo di gestione del rischio, così che il processo di gestione del rischio risulti commisurato sia alle risorse disponibili, sia all'importanza del sistema in esame;
2. *identificazione del rischio*: coinvolge le attività finalizzate all'identificazione delle sorgenti di rischio (cioè gli eventi indesiderati) coinvolte nel sistema in esame e delle loro caratteristiche;
3. *analisi di rischio qualitativa*: coinvolge le attività che consentono un'analisi qualitativa degli eventi indesiderati e una loro classificazione preliminare al fine di individuare la necessità di analisi più approfondite in funzione degli obiettivi del sistema in esame;
4. *analisi di rischio quantitativa*: coinvolge le attività inerenti la quantificazione della probabilità di accadimento e dell'entità delle conseguenze degli eventi indesiderati per il sistema in esame;
5. *pianificazione delle misure di protezione e prevenzione*: coinvolge le modifiche che possono essere messe in atto per ridurre la probabilità di accadimento o l'entità delle conseguenze degli eventi indesiderati coinvolti nel sistema in esame;
6. *monitoraggio e controllo del rischio*: coinvolge le attività tese a verificare che il rischio residuo dopo l'applicazione delle misure di protezione e prevenzione definite nel passo precedente non subisca variazioni negative durante la vita utile del sistema in esame.

All'interno di queste fasi di gestione del rischio si sono identificate alcune attività di ricerca prioritarie che vengono descritte nel seguito per due ambiti (o *sub-foci*) identificati come di interesse per questo FG: *grandi rischi* e *sicurezza del lavoro*.

Le caratteristiche comuni di ciascuna attività di ricerca all'interno dei due ambiti sono viceversa le seguenti:

1. ampiezza di contenuti, così da poter generare progetti di ricerca di ampio respiro e durata;
2. modularità dei risultati attesi, così da poter prevedere sia risultati a breve/medio termine di carattere prettamente applicativo (in grado quindi di stimolare l'interesse dei partecipanti industriali), sia di medio/lungo termine (in grado quindi di stimolare l'interesse dei partecipanti universitari)²;
3. sinergia con le altre attività, così da poter essere ricomprese in una tematica di ricerca unificante³.

¹ Il termine sistema è volutamente molto vago, in quanto l'approccio delineato può essere applicato a molteplici situazioni, quali per esempio un progetto, un impianto industriale, un territorio, ecc.

² Ciascuna attività dovrà quindi essere articolata esplicitamente in sotto-obiettivi di breve/medio e medio/lungo termine; si è però preferito lasciare questa articolazione a una seconda fase del lavoro, successiva alla identificazione definitiva delle attività.

³ Un esempio di problematica di ricerca unificante che può coinvolgere tutte le attività prioritarie nell'ambito dei grandi rischi è il trasporto, stoccaggio, trasformazione e distribuzione di GNL; nell'ambito della sicurezza sul lavoro viceversa

4.2 Grandi rischi industriali

Col termine *grandi rischi* non si vogliono intendere solamente le problematiche tipiche delle industrie ricomprese all'interno della normativa "Seveso", ma più genericamente le problematiche che possono potenzialmente avere ricadute acute non solo all'interno dell'area industriale (coinvolgendo quindi solo i lavoratori) ma anche all'esterno dell'area industriale (coinvolgendo quindi anche la popolazione).

Le aree di ricerca identificate nel sub-focus *grandi rischi* sono le seguenti.

1. Metodi e modelli per la gestione del rischio.

Nonostante i metodi e i modelli per la gestione del rischio siano quotidianamente utilizzati da molti anni, esistono ancora delle zone grigie che rendono non sempre uniformi i risultati delle procedure di gestione del rischio svolte in momenti e in ambiti diversi: risulta quindi prioritario uno sforzo di aggiornamento, sviluppo e uniformazione dei metodi e dei modelli utilizzati per la gestione del rischio. Tra le varie problematiche che possono essere identificate in questo ambito risulta prioritario uno sforzo per l'**armonizzazione dei metodi per la selezione degli scenari incidentali credibili**, in quanto questo rappresenta un elemento fondamentale in grado di condizionare i risultati di tutta la successiva analisi di rischio. Traslando questa problematica a industrie di piccole dimensioni (PMI), risulta prioritario lo sviluppo di **metodologie semplificate per la quantificazione del rischio** (selezione degli scenari, quantificazione delle frequenze e delle conseguenze), che siano cioè compatibili sia con le scarse risorse disponibili sia con l'elevato numero di queste industrie e forniscano comunque dei risultati compatibili con quelli normalmente ottenuti dalle analisi di rischio di industrie di dimensioni maggiori, così che sia possibile una ricomposizione del rischio proveniente da diverse sorgenti. La **ricomposizione dei rischi a fini specifici** (per esempio per la definizione di criteri condivisi di accettabilità del rischio) e l'**armonizzazione dei metodi e della metrica per la stima di rischi di origine diversa** (naturale e antropica, per esempio, ma anche da grandi industrie e PMI) rappresentano altri due ambiti prioritari di indagine in quanto consentono di sintetizzare i risultati dell'analisi di rischio in indicatori complessivi utili ai decisori, così come l'**armonizzazione dei metodi per l'applicazione dell'approccio ALARP** e dell'**analisi costi/benefici**, nonché lo sviluppo di metodi praticamente utilizzabili di **analisi multicriterio**. Da ultimo, risulta prioritario sviluppare metodi in grado di monitorare e gestire il rischio residuo per l'intera vita di un impianto industriale, quali i criteri di **ispezione, manutenzione e certificazione basati sul rischio** e lo sviluppo di metodi avanzati di **monitoraggio di processo e di diagnostica di incidente**.

2. Metodi e modelli per la stima delle probabilità di accadimento.

La definizione della probabilità di accadimento di un evento indesiderato ricopre un ruolo di grande importanza nella stima del rischio. Risultano prioritari due ambiti di ricerca e sviluppo, per certi versi diametralmente opposti: il primo riguarda il necessario sviluppo di **metodologie semplificate adatte a PMI**, l'altro lo sviluppo di metodologie più complesse di quelle attualmente disponibili per affrontare le problematiche connesse all'**effetto domino** tra eventi diversi (per esempio, inter e intra insediamenti industriali, o coinvolgenti trasporti e insediamenti fissi) e l'**analisi delle incertezze** associate alla stima della probabilità di accadimento, in cui gioca un ruolo importante l'**aggiornamento delle basi di dati sulla affidabilità dei componenti**, in quanto la disponibilità e l'affidabilità di tali dati rappresenta spesso un anello debole della catena della gestione del rischio.

è probabilmente necessario considerare almeno due grandi problematiche, quali i cantieri mobili o di manutenzione in ambito industriale da un lato, e un grande comparto industriale (metalli o gomma, per esempio) dall'altro.

3. *Metodi e modelli per la stima delle conseguenze degli incidenti industriali.*

In questo ambito risulta prioritario lo sviluppo di modelli più aderenti alla realtà di quelli disponibili al fine di superare l'approccio "conservativo" dei modelli semplificati che spesso costringe sia le industrie sia le amministrazioni pubbliche a investimenti non necessari, distogliendo risorse da interventi più significativi al fine della riduzione del rischio. Risulta quindi prioritario lo **sviluppo e la convalida sperimentale di modelli CFD** (sviluppo di nuovi sottomodelli, quali quelli relativi al termine di sorgente o di combustione, e di nuovi metodi matematici) per esempio relativi a deflagrazioni semiconfiniate in presenza di ostacoli o dispersioni in aree congestionate, unito allo **sviluppo e convalida di affidabili modelli semplificati** (basati su interpolanti intelligenti o su principi primi e opportunamente convalidati attraverso il confronto non solo con dati sperimentali ma anche con le previsioni di modelli CFD) da utilizzare per valutazioni speditive o nell'ambito della gestione delle emergenze e all'**analisi delle incertezze** correlate alla scelta di diversi modelli. Analogamente, risulta prioritario anche lo sviluppo di **modelli semplici ma affidabili per la vulnerabilità** della struttura bersaglio dell'incidente.

2.1.1. *Metodi e modelli per la gestione delle emergenze e la pianificazione territoriale.*

La pianificazione della gestione e la gestione delle emergenze rappresenta una parte imprescindibile della gestione del rischio. In questo ambito risulta prioritario lo **sviluppo di modelli delle emergenze** in stretta interazione con gli end-user; tali modelli devono rappresentare da un lato l'evolversi dell'incidente in tempo reale (per un utilizzo in fase di gestione dell'emergenza) e dall'altro la gestione complessiva dell'emergenza in modo dinamico e interattivo (per un utilizzo in fase di pianificazione della gestione dell'emergenza e di addestramento). Risulta poi collegata, e quindi anch'essa prioritaria, l'**armonizzazione dei metodi e dei modelli basati sul rischio per la pianificazione territoriale**.

3. *Metodi e modelli per lo sviluppo e la progettazione di processi e impianti sicuri.*

Lo sviluppo di metodi e modelli per la progettazione di processi e impianti sicuri rappresenta un'importante componente delle misure di prevenzione e protezione che possono essere messe in opera per la riduzione del rischio derivante da un'attività industriale. Risulta prioritario anche in questo ambito lo sviluppo di metodi e metodologie semplici ed economiche che possano essere fruite dalle PMI, con particolare riferimento a metodologie semplici per l'**identificazione, la protezione e lo scale-up di processi coinvolgenti reazioni runaway**, per la valutazione "a priori" della **sicurezza delle sostanze** (sia pure sia in miscela con altre sostanze, in particolare ossigeno e acqua), per l'**identificazione dei sottoprodotti** generati in caso di incidente (per esempio un incendio). La riduzione del rischio passa anche attraverso una riduzione dell'hold-up dei composti pericolosi presenti e a una progettazione razionale dei sistemi di protezione, entrambi finalizzati alla riduzione delle emissioni in caso di incidente; risulta quindi prioritario anche lo sviluppo di metodi e modelli per la **valutazione integrata dei sistemi di protezione** e per l'**intensificazione dei processi**.

4.3 Sicurezza del Lavoro

Col termine *sicurezza del lavoro* si vogliono intendere le problematiche che possono potenzialmente avere ricadute sia acute sia croniche solo all'interno dell'area industriale, coinvolgendo quindi solo i lavoratori. Le aree di ricerca identificate nel sub-focus *sicurezza sul lavoro* sono le seguenti.

1. *Metodi e modelli per la gestione del rischio.*

La gestione del rischio nell'ambiente di lavoro presenta spesso dei vincoli di risorse e di numerosità dei soggetti interessati simili a quello discusso in precedenza per la gestione del rischio nelle PMI: scarse risorse e alto numero di soggetti coinvolti. Risulta quindi prioritario anche in questo ambito lo **sviluppo di metodologie semplificate per la quantificazione del rischio** (rischio da agenti chimici, per la salute e per la sicurezza) che siano coerenti con quelle utilizzate per l'analisi di

sicurezza relativa a eventi acuti con conseguenze esterne all'insediamento industriale, così da consentire l'**integrazione degli approcci** per l'analisi di rischio per la sicurezza con quelli utilizzati nell'ambito dei *grandi rischi* e lo **sviluppo di sistemi di gestione del rischio integrati**. Risulta poi prioritario anche lo sviluppo di metodi e modelli per la **misura delle esposizioni dei lavoratori** agli agenti di rischio e di **modelli per la bonifica degli ambienti di lavoro**, quali quelli basati sulla CFD per la simulazione dell'esposizione dei lavoratori agli agenti di rischio e l'analisi degli impianti di presidio.

2. Metodi e modelli per la prevenzione e della protezione negli ambienti di lavoro.

La riduzione del rischio negli ambienti di lavoro passa necessariamente attraverso l'utilizzo di protezioni attive e passive. Risulta conseguentemente prioritario, nell'ambito delle protezioni attive, lo sviluppo di metodi di progettazione e gestione di **tecnologie, impianti e processi sicuri**, e nell'ambito delle protezioni passive lo sviluppo di **metodi di protezione collettiva** e di utilizzo di **DPI di nuova generazione**.

5. SICUREZZA DELLE STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE

5.1 Introduzione

Nel contesto italiano, appaiono prioritari in relazione alla sicurezza delle strutture i seguenti temi di ricerca:

- Integrità strutturale degli impianti.
- Sicurezza e affidabilità delle strutture.
- Rischi naturali e sicurezza delle strutture.

Accanto ai temi di ricerca che caratterizzano la sicurezza delle strutture, è importante individuare anche i temi di interesse in relazione alla valutazione della sicurezza nell'uso industriale di infrastrutture civili (trasporto su strada e ferrovia di sostanze pericolose, etc.). I temi caratterizzanti proposti nell'ambito della sicurezza delle infrastrutture sono:

- Caratteristiche della rete stradale legate alla sicurezza
- Sicurezza del traffico stradale

5.2 Sicurezza delle strutture

L'integrità strutturale è requisito essenziale per la conduzione in sicurezza degli impianti industriali, siano questi fissi (per esempio serbatoi in pressione, tubazioni, strutture di contenimento) o mobili (per esempio mezzi per il trasporto di materie prime o prodotti). Il miglioramento delle tecnologie per la sicurezza strutturale di impianti, mezzi di trasporto e reti di distribuzione è necessario per aumentare il livello di sicurezza industriale delle attività produttive e promuovere così la competitività dell'industria italiana ed europea. In questa ottica, riveste importanza fondamentale l'introduzione di tecnologie innovative di progettazione delle installazioni industriali e di sistemi di protezione passiva mirate alla realizzazione di impianti e strutture intrinsecamente sicuri e alla definizione di procedure operative che evitino avarie e cedimenti prematuri.

5.2.1 Integrità strutturale degli impianti

Lo sviluppo delle tecnologie e delle conoscenze necessarie in tutti i settori in cui operano strutture che sopportano sollecitazioni meccaniche o termomeccaniche risulta determinante affinché si possa procedere a una progettazione dei nuovi impianti intrinsecamente sicura, cioè comprendente i principi di sicurezza già nella fase di progetto, in quella dei processi di fabbricazione e in quella di gestione dell'impianto (con monitoraggio dell'integrità strutturale e verifica periodica dei criteri di fitness for service (FFS) stabiliti dalla procedura europea di recente formulazione, durante l'intera vita dei componenti più critici).

Per quanto riguarda gli impianti esistenti, va considerato che numerosi impianti in Italia come in Europa raggiungeranno la fine della vita utile di progetto entro il prossimo decennio. E' per questo essenziale disporre di tecnologie innovative e metodiche di analisi affidabili in grado di valutare l'integrità degli impianti e la possibilità di estenderne la vita in condizioni di sicurezza. Sono a questo scopo necessari studi sui materiali invecchiati e sui componenti riparati, per i quali esiste il rischio di dare per scontato che possano avere la stessa affidabilità di materiali e componenti nuovi.

La ricerca proposta nell'ambito dell'integrità strutturale degli impianti riguarda i temi seguenti:

- Sviluppo di metodiche di "progettazione intrinsecamente sicura" e di monitoraggio intelligente dell'integrità strutturale residua durante l'esercizio, con particolare attenzione alla

fatica termomeccanica, ai materiali innovativi e alle saldature, attualmente non ancora comprese nella procedura FFS.

5.2.2 Sicurezza e affidabilità delle strutture

Impianti e strutture intrinsecamente sicuri in condizioni operative di normale funzionamento possono non essere adeguati ed affidabili in caso di eventi accidentali. L'innescò di sostanze infiammabili in seguito a fenomeni di rilascio accidentali può portare alla formazione di getti incendiati, che a loro volta possono causare eventi secondari per effetto domino con conseguenze catastrofiche dovute all'impatto della fiamma su apparecchiature e strutture. Con riferimento agli scenari più catastrofici causati da sostanze infiammabili (BLEVE e fireball), va considerato che circa il 25% dei BLEVE e il 10% dei fireball documentati nel database MIDHAS sono eventi causati dal verificarsi di incendi esterni. Il controllo e la mitigazione delle conseguenze possono quindi esser critici in queste circostanze, con la necessità di utilizzare metodi di progettazione impiantistica incentrati sulla sicurezza per prevenire o comunque limitare la possibilità di effetto domino in seguito a fenomeni di rilascio accidentali.

In questo contesto, si possono individuare i temi di ricerca seguenti:

- Progettazione e sviluppo di materiali compositi innovativi per la protezione passiva di apparecchiature e strutture. L'attività di ricerca mirata da un lato alla caratterizzazione dei profili termici di materiali soggetti a getti incendiati e dall'altro allo studio delle proprietà meccaniche dei materiali ad elevate temperature può essere un utile strumento per la scelta di materiali per la protezione passiva di impianti e strutture potenzialmente soggetti a rilasci accidentali di combustibili incendiati.
- Modellazione matematica del comportamento termico e meccanico di strutture irraggiate termicamente. L'attività modellistica sul comportamento termico e meccanico di materiali irradiati termicamente mira a valutare il tempo di cedimento di impianti e strutture, facendo uso sia di modelli semplificati che di dettaglio. I modelli semplificati permettono a utenti non esperti di gestire complessi problemi di irraggiamento, mentre i modelli di dettaglio sono necessari per la descrizione del comportamento di strutture a geometria complessa.

5.2.3 Rischi naturali e sicurezza delle strutture

Il verificarsi di eventi catastrofici naturali deve essere considerato adeguatamente nella quantificazione del rischio industriale. L'analisi quantitativa del rischio naturale per impianti industriali prevede che diversi strumenti che esprimono la pericolosità naturale del territorio, la fragilità strutturale degli impianti e l'analisi delle conseguenze siano sviluppati non solo per essere funzionali l'uno all'altro ma soprattutto per interfacciarsi adeguatamente nel processo di analisi. E' necessario a questo scopo che la ricerca su questi temi abbia carattere multidisciplinare, e coinvolga in particolare soggetti dell'ingegneria industriale e dell'ingegneria civile. I temi di ricerca proposti riguardano i seguenti aspetti dell'analisi quantitativa di rischio:

- Identificazione dei rischi rilevanti
- Identificazione degli eventi incidentali di riferimento e loro frequenza
- Analisi delle conseguenze
- Ricomposizione del rischio

5.3 Sicurezza delle infrastrutture

La sicurezza delle infrastrutture abbraccia un'ampia gamma di tematiche che si concentrano nei concetti di “safety” and “security”. Il primo è relativo alla gestione dei rischi connessi con i fenomeni naturali o indotti accidentalmente dall'uomo. Il secondo concetto, che ha assunto una tragica importanza negli ultimi anni, è invece relativo alla protezione delle infrastrutture, e dei loro utenti, da attacchi dolosi di qualsiasi tipo da parte di malintenzionati.

Vista l'importanza dei due campi di interesse è necessario che l'Europa investa in questi campi per fronteggiare efficacemente ed in modo innovativo le esistenti e future sfide nel campo della sicurezza (sia relativa ai rischi naturali che a quelli legati ad atti dolosi). Fattori ed aspetti come l'affidabilità dell'infrastruttura, fattore umano ed organizzativo, modelli per l'analisi di rischio per le persone, modelli comportamentali, scenari, informazioni ai guidatori, interazioni tra le reti in caso di eventi accidentali, rotture, conseguenze di un incidente e mitigazione dei disastri devono essere in questo senso presi in considerazione.

Alcuni ammissibili campi di ricerca potrebbero essere:

- Gestione e monitoraggio del traffico: implementazione ed impatto degli strumenti di gestione ottimale e di controllo del traffico per un più efficiente flusso di traffico, soprattutto in presenza di lavori o eventi speciali, al fine di evitare incrementi dell'incidentalità, e per tempi più rapidi di sgombrò dopo gli incidenti.
- Informazione agli utenti: trasmissione agli utenti in modo interattivo di informazioni di traffico e condizioni atmosferiche in tempo reale per ridurre i rischi ed la velocità di viaggio, con il risultato di una migliore soddisfazione dei servizi di trasporto stradale
- Operazioni di pagamento: ottimizzazione dell'impatto delle operazioni di pagamento per la progettazione, realizzazione e operatività dell'infrastruttura
- Gestione degli incidenti: identificazione veloce degli incidenti in modo che efficaci strategie di gestione del traffico possano essere implementate per ridurre l'impatto sull'infrastruttura e sulla domanda
- Sicurezza della strada: utilizzo di veicoli intelligenti e tecnologie infrastrutturali per migliorare la sicurezza
- Rischio ambientale: sistemi e tecnologie per aiutare gli utenti in caso di condizioni climatiche avverse come nebbia, pioggia, neve, etc....
- Chiamate di emergenza: gestione adeguata e processi operativi per aumentare la velocità delle operazioni di intervento e ripristinare la mobilità in caso di emergenza
- Trasporto di sostanze pericolose: riduzione dei rischi correlate al trasporto di sostanze pericolose in aree densamente popolate o sensibili dal punto di vista ambientali o trasporto di carichi eccezionali localizzando e monitorando il trasporto e fornendo efficaci e rapide ed appropriate misure in caso di incidente.
- integrazione dell'infrastruttura di trasporto nel territorio

6. FATTORI UMANI ED ORGANIZZATIVI

6.1 Introduzione

Il Gruppo di interesse sui “Fattori Umani ed Organizzativi”, in linea con il gruppo europeo, ha identificato sei aree di ricerca che necessitano di miglioramenti urgenti:

1. Il ruolo dei Fattori Umani nell’organizzazione e nella gestione della Sicurezza;
2. La Progettazione centrata sui fattori umani (Human Centred Design);
3. La Valutazione e la Gestione integrata del rischio;
4. La prestazione lavorativa e l’ergonomia nella tecnologia;
5. Il ruolo dei Fattori Umani nella gestione delle crisi e delle emergenze;
6. La percezione e la comunicazione del rischio.

6.2 Il Ruolo dei Fattori Umani nell’organizzazione e nella gestione della Sicurezza

6.2.1 Ingegnerizzazione della Resilienza Organizzativa

Il numero rilevante di gravi incidenti verificatosi nell’ultimo trentennio e le analisi approfondite compiute successivamente hanno indicato in modo chiaro che le organizzazioni devono modificare il loro modo di trattare i processi industriali considerando fra i fattori di rischio non solo quelli tecnologici ma anche quelli umani ed organizzativi. Gli strumenti di analisi tradizionalmente usati, quali l’analisi di rischio e la valutazione probabilistica di sicurezza (PSA), non sono in grado di fornire le soluzioni necessarie poichè utilizzano modelli troppo semplificati per la spiegazione degli incidenti. Avere sistemi affidabili in cui le probabilità di fallimento siano molto basse non è sufficiente; è necessario disporre di sistemi plastici, che in caso di variazioni irregolari, di rotture o di degrado delle condizioni di lavoro previste, siano capaci di ripristinare il normale livello di funzionamento.

La vulnerabilità di un sistema, così come la sua plasticità, sono spesso il risultato dell’interazione fra i diversi livelli socio-tecnologici. Per esempio, la decisione di liberalizzare le operazioni ferroviarie in un paese può avere effetti a livello politico (per esempio, l’aumento del livello medio di attenzione per la sicurezza), a livello inter-aziendale (per esempio, l’aumento della concorrenza fra le imprese del settore), a livello organizzativo (per esempio, attraverso la riduzione del margine economico, l’esternalizzazione delle attività) ed a livello dei singoli gruppi di lavoro, degli individui e delle componenti tecnologiche.

I processi che generano la vulnerabilità e la plasticità oltrepassano le tradizionali barriere fra le diverse discipline: sono trasversali e coinvolgono le scienze politiche, la sociologia, la psicologia e l’ingegneria.

In letteratura sono riportati solo pochi tentativi di analisi multidimensionale in cui, per esempio, un singolo incidente viene spiegato integrando l’analisi dei fenomeni individuali, di gruppo e organizzativi. In questa attività di ricerca, invece, saranno proprio i metodi di analisi multidimensionali ad avere un’attenzione prioritaria.

Per migliorare le prestazioni di sicurezza nelle aziende diventa di fondamentale importanza sviluppare metodi e strumenti che siano in grado di far fronte alla complessità legata all’individuazione dei rischi e alla propagazione degli eventi incidentali e che siano in grado di rispondere alle seguenti domande:

- In che modo è possibile identificare, valutare ed aumentare la forza e la flessibilità delle organizzazioni (comprese le piccole aziende a cui viene affidato parte del lavoro)?
- In che modo è possibile migliorare l’affidabilità delle attività operative tenendo conto dei cambiamenti nel lavoro, nella direzione o nell’organizzazione esistente?
- Che cosa è la gestione della sicurezza e qual è la sua posizione rispetto agli altri sistemi di gestione?

- ☒ Come è possibile prendere in considerazione a livello gestionale ed organizzativo i cambiamenti esterni o i nuovi vincoli ambientali imposti alle aziende?
- ☒ In che modo è possibile trasferire o adeguare i metodi e gli strumenti sviluppati considerando le varie identità professionali o le differenze culturali fra i paesi?

Analizzare l'effetto prodotto dai cambiamenti sui sistemi socio-tecnici (su alcune loro dimensioni o sulle loro interazioni) e analizzare il loro impatto sulle prestazioni di sicurezza richiede un approccio interdisciplinare, in cui possano integrarsi i contributi forniti da varie discipline, come le scienze politiche, la sociologia delle organizzazioni, la psicologia del lavoro, l'antropologia, l'ergonomia e l'ingegneria; l'obiettivo, infatti, che ci si pone è quello di spiegare i fenomeni attraverso livelli differenti di analisi dell'organizzazione - da quello relativo alle singole attività a quello relativo alle condizioni ambientali esterne - e di analisi individuale, di gruppo, manageriale ed organizzativa.

Ricerche a breve termine

L'obiettivo a breve termine della ricerca è quello di fornire modelli capaci di integrare fra loro sia le dimensioni sociali sia quelle tecnologiche che hanno un'influenza diretta sulle prestazioni di sicurezza. La necessità più urgente, quindi, coincide con l'individuazione di metodi di analisi e valutazione del grado di flessibilità delle organizzazioni nel loro contesto abituale di lavoro così da permettere un adeguato monitoraggio delle diverse attività.

Ricerche a medio termine

Sviluppare nuove conoscenze relative a come l'uomo e le organizzazioni contribuiscono a rendere maggiormente flessibili i sistemi tecnologici esistenti rappresenta uno fra gli obiettivi più interessanti nel medio periodo per conseguire il quale, è opportuno approfondire tre tradizionali filoni di ricerca: (1) lo studio su ciò che ostacola il comportamento di sicurezza, (2) lo studio sulle capacità di problem-solving e di improvvisazione e (3) la formulazione di una teoria delle organizzazioni ad elevata affidabilità. Un approccio promettente sembra essere quello che tenta di definire l'influenza dei fattori umani sulla flessibilità in termini di (a)ostacoli alla sicurezza, (b)pratiche di lavoro consolidate, (c)capacità di improvvisazione. Lo studio degli incidenti avvenuti e di quelli evitati dovrebbe fornire informazioni utili per conoscere i presupposti organizzativi ed umani implicati nella flessibilità, in particolare per conoscere l'influenza che il fattore umano esercita su quello organizzativo.

Ricerche a lungo termine

Quale obiettivo di lungo periodo, potrebbe essere interessante mettere in relazione la sicurezza con condizioni ambientali negative allo scopo di migliorare la flessibilità delle organizzazioni di fronte all'ambiente ed al tessuto sociale.

6.2.2 L'apprendimento proveniente dall'esperienza

L'esperienza passata mette a disposizione degli addetti ai lavori molte informazioni e dati provenienti da incidenti di grandi o ridotte dimensioni, da incidenti evitati e dalle attività quotidiane e di routine: sviluppare metodi e strumenti per raccogliere, analizzare e utilizzare in modo produttivo questi dati non è sufficiente. Oltre a questo, infatti, dovrebbero essere oggetto di attenzione anche le seguenti problematiche:

- Integrare e rendere duraturo l'uso di dispositivi di sicurezza nelle organizzazioni esistenti, nelle amministrazioni e nei sistemi sociali;
- Definire il ruolo degli aspetti legali;
- Coinvolgere tutti coloro che hanno interesse nel processo aziendale (amministrazione, impiegati, subappaltatori, autorità esterne o pubbliche...);

- Mettere in comune le diverse esperienze (competenze, esperienze operative...) specialmente nel momento in cui arrivano nuovi lavoratori o nuove ditte in collaborazione.

Ricerche a breve termine

Sono stati identificate le seguenti aree di ricerca:

- Analizzare le tecniche, i metodi e gli strumenti esistenti (considerandone gli aspetti qualitativi e quantitativi) e i processi organizzativi al fine di raccogliere, analizzare e utilizzare proficuamente i dati provenienti dalle attività normali e routinarie e quelli relativi agli incidenti avvenuti e a quelli evitati. Condurre un'analisi comparativa di questi elementi integrando gli aspetti relativi ai costi/benefici, e quelli relativi alle condizioni ambientali caratteristiche dell'azienda (l'esistenza di restrizioni esterne, come regolamenti, aspetti legali e coinvolgimento di tutti i partecipanti).
- Analizzare le tecniche, i metodi e gli strumenti esistenti (considerandone gli aspetti qualitativi e quantitativi) e i processi organizzativi al fine di raccogliere, analizzare e utilizzare proficuamente i dati provenienti da esperienze che hanno avuto un feedback positivo al fine di memorizzare e generalizzare le conoscenze e le abilità migliori. Condurre un'analisi comparativa di questi elementi integrando gli aspetti relativi ai costi/benefici, e quelli relativi alle condizioni ambientali caratteristiche dell'azienda (l'esistenza di restrizioni esterne, come regolamenti, aspetti legali e coinvolgimento di tutti i partecipanti).
- Conoscere la capacità dell'azienda di integrare e utilizzare nel lungo periodo questi dispositivi di sicurezza (individuare ciò che può essere una leva ed una opportunità per migliorare l'integrazione fra i fattori umani e le esperienze basate sul feedback).
- Analizzare lo sviluppo della ricerca nel campo sopra menzionato e valutare la possibilità di integrare questi elementi nelle varie tipologie di industrie (comprese le Piccole e Medie Imprese).
- Valutare ed utilizzare le informazioni provenienti dalle esperienze passate (incidenti e situazioni di crisi) .

Ricerche a medio termine

Sulla base di quanto emerso in precedenza, sarà necessario individuare i criteri per scegliere gli strumenti migliori considerando il tipo di incidente, il contesto ambientale caratterizzante ogni specifica azienda e successivamente sperimentare questi strumenti e metodi in situazioni aziendali reali.

Ricerche a lungo termine

Sulla base delle acquisizioni provenienti dall'esperienza diretta, l'obiettivo da raggiungere nel lungo periodo è quello di sviluppare metodi e strumenti che permettano la valutazione e il miglioramento del grado di flessibilità presente nell'organizzazione (strumenti di supporto per la verifica e la valutazione della sicurezza in termini qualitativi e quantitativi).

6.2.3 Integrazione dei Fattori Umani nei sistemi di gestione della sicurezza

Uno fra gli elementi responsabili della difficoltà delle aziende nel comprendere il ruolo dei Fattori Umani è dato dal fatto che essi sono comunemente percepiti come “qualcosa in aggiunta” o “qualcosa di piacevole da avere” più che essere considerati come il cuore del sistema di sicurezza. Questo atteggiamento deve essere combattuto su parecchi fronti poiché il fallimento nella considerazione dei fattori umani è spesso invisibile per un osservatore casuale e spesso anche per gli “addetti ai lavori” ma molto volte sono proprio questi fattori ad essere la causa prima degli incidenti più gravi.

Ricerche a breve termine

- Capire come le conoscenze tacite e l'esperienza personale possano essere sostenute dai processi esterni ed aiutate a confluire nel sistema di gestione della sicurezza al fine di supportarne e migliorarne complessivamente la gestione.

6.3 Human-Centred Design: l'Uomo al centro dei sistemi di progettazione.*6.3.1 Applicazioni della Realtà Virtuale in tempo reale e Human-Centred Design*

Per le aziende di progettazione, dedicare al controllo sulla sicurezza ulteriore risorse rispetto a quelle già investite rappresenta una tentazione commercialmente molto lontana a meno che l'operazione – ovvero, la valutazione delle caratteristiche ergonomiche, antropometriche e cognitive - venga compensata dalla riduzione dei tempi di progettazione del layout di un impianto. Negli ultimi anni le tecnologie moderne di visualizzazione 3D stanno lentamente sostituendo, attraverso più o meno elaborate tipologie di programmi come il CAD, i più convenzionali approcci "paper-based" e le tecniche di progettazione e revisione di sicurezza: queste costituiscono una via promettente per progettare in modo più rapido ed efficiente. In tale contesto gli approcci più avanzati, quali le applicazioni in tempo reale in Virtual and Augmented Reality, come pure Collaborative Virtual Environments, potrebbero contribuire ad incrementare la validazione di ogni percorso di progettazione per mezzo di un metodo integrato in grado di tenere in adeguata considerazione persino i fattori umani ed organizzativi nel verificare la qualità del progetto.

Ricerche a breve termine

Il bisogno più urgente coincide con il rendere le applicazioni di VR più efficienti e maggiormente compatibili con gli esistenti programmi CAD così da permettere alle aziende di ingegneria di muoversi verso le applicazioni di VR e di portare a termine le revisioni della progettazione in materia di sicurezza in modo più efficiente grazie all'utilizzo di approcci human-centred.

Un ulteriore obiettivo della ricerca è quello di progettare – attraverso sistemi virtuali - linee di produzione che da una parte valorizzino le capacità innovative dei lavoratori e la flessibilità e dall'altra tengano in considerazione gli effetti sulla produttività e sulla salute di un giorno passato interamente al lavoro.

In particolare, nel breve-medio termine, è necessario sviluppare:

- le linee guida per il miglioramento degli approcci di progettazione Human-Centred in modo da renderli facilmente utilizzabili dai progettisti che tipicamente non hanno un background specifico in relazione ai fattori umani o ergonomici;
- i metodi in grado di valutare il grado di fruibilità e la facilità di applicazione di un'ampia gamma di strumenti utili per la fase di progettazione, quali prototipi, simulazioni a tavolino, RV-applicazioni, simulazioni su larga scala. Per sfruttare il potenziale della progettazione human centred è importante basare le previsioni su modelli convalidati o su prove reali del loro possibile impiego.

Ricerche a medio termine

Sempre più spesso le richieste fatte agli ingegneri non sono solo quelle relative alla progettazione dell'impianto ma anche quelle di costruzione (diretta o commissionata) dell'impianto stesso. Così in seguito all'applicazione riuscita della RV come "eccellente" strumento di visualizzazione in grado di aiutare la revisione del progetto in termini di sicurezza, la nuova richiesta potrebbe essere quella di produrre applicazioni interattive e in tempo reale di RV&A che potrebbero permettere ai progettisti di prevedere i difetti di funzionamento ancora in fase di progettazione e non dopo la reale costruzione dell'impianto.

Ricerche a lungo termine

L'obiettivo da conseguire in tempi più lunghi dovrebbe essere quello di produrre applicazioni di RV che consentano alle aziende di ingegneria di progettare gli impianti quasi esclusivamente con l'uso di tali strumenti in modo da ridurre il tempo di solito impiegato nella progettazione e nel apportare le successive modifiche migliorative all'impianto. Quindi, sarà sempre più importante individuare metodi che consentano ai progettisti di operare in tempo reale cambiamenti nella disposizioni (layout) degli ambienti virtuali senza essere forzati a tornare di nuovo ai file CAD per la loro modifica. Per la ricerca futura, la possibilità di muoversi da un'illustrazione di CAD (3D) verso un mondo virtuale sembra una opportunità molto promettente. Tuttavia, non dovremmo puntare la nostra attenzione in un'unica direzione. L'abilità di generare un modello, di importarlo in un programma di VR e dopo avere fatto i cambiamenti (model moving, shaping, texturing, ecc..) reimportarlo nell'iniziale software CAD per ulteriori trasformazioni potrebbe essere di aiuto e farebbe diminuire significativamente i costi della progettazione (nei diversi aspetti delle risorse).

6.4 Metodi e tecniche per la valutazione e la gestione integrata del Rischio*6.4.1 Integrazione dei Fattori Umani e Organizzativi nell'analisi di rischio quantitativa*

Sebbene non vi siano indagini scientifiche aggiornate in merito, è comune attribuire il 90/96 % degli incidenti a cause legate a Fattori Umani e/o Organizzativi, ossia ai cosiddetti errori umani.

Alla luce della crescente complessità dei processi produttivi, sia dal punto di vista tecnologico sia da quello organizzativo-gestionale, risulta evidente la necessità di modellare i Fattori Umani e Organizzativi (FU&O) in modo appropriato e realistico.

Con gli strumenti metodologici a disposizione, condurre analisi di rischio integrate è, ad oggi, più una promessa che una realtà di fatto. Lo dimostrano le tecniche utilizzate per condurre analisi di rischio in aziende a rischio d'incidente rilevante, nei cui rapporti di sicurezza il contributo umano è aggiunto pressoché al termine dell'analisi, rendendo così le sue risultanze poco realistiche. Così come poco appropriate rischiano di essere le decisioni prese a valle e sulla base di tali risultanze.

In questo scenario, si ravvisa la necessità di una azione chiave prioritaria che permetta di costruire metodologie integrate e facilmente fruibili per le tre sorgenti di rischio, ossia quella tecnologica (strumentale e algoritmica), quella umana e quella organizzativo-gestionale. Metodologie quindi che permettano l'integrazione sistematica dei FU&O, sia nelle analisi qualitative sia in quelle quantitative, sin dai primi passi dell'analisi. Questo consentirebbe, in effetti, di arrivare a risultati più realistici e, di conseguenza, a decisioni gestionali più efficaci che contribuirebbero a migliorare sensibilmente l'efficacia e l'efficienza nella produzione di sicurezza.

Ricerche a breve termine

Dal punto di vista dell'ingegneria, l'integrazione dei FU&O nella analisi probabilistica di sicurezza (la cosiddetta PSA) è una tra le operazioni più difficili da effettuare. I metodi attuali non forniscono i paradigmi completi per integrare i FU&O nelle analisi quantitative di sicurezza. E' necessario individuare al più presto un metodo e sviluppare una tecnica capace di cogliere i difetti di progettazione, i fattori umani associati allo sviluppo e all'applicazione di nuove tecnologie, nonché di nuovi assetti organizzativi, rendendo possibile una stima affidabilistica integrata in grado di permettere una analisi di sensitività sul rendimento degli operatori. Una stima in grado di distinguere le diverse azioni e di stimare i loro effetti sul sistema produttivo, in termini spazio temporali, da parte sia di coloro che getiscono (i cosiddetti blunt operators) sia di coloro che utilizzano le apparecchiature (i cosiddetti sharp-end operators).

Ricerche a medio termine

Le attuali metodologie statiche per l'analisi di rischio quali HAZOP, Alberi Logici, etc., sembrano essere inadeguate per descrivere la complessità crescente dei processi produttivi. E' auspicabile che

si sviluppino metodologie che permettono all'analista di fare previsioni realistiche in merito a futuri scenari nei quali verranno analizzati contemporaneamente le sorgenti tecnologiche e i FU&O, in modo integrato e dinamico.

Ricerche a lungo termine

Nel lungo periodo sarà utile avere a disposizione nuovi paradigmi che permettano di avere una visione statica e dinamica dei processi considerati.

6.4.2 I Modelli Cognitivi

L'errore umano è ancora la causa principale del verificarsi di eventi accidentali. Un errore accade quando l'operatore non riesce ad eseguire l'azione corretta o esegue un controllo in modo errato. Ciò può essere dovuto ad un limite delle conoscenze dell'operatore. Le azioni che un lavoratore compie in una determinata situazione dipendono dall'immagine mentale che egli possiede relativamente a quella particolare situazione. L'aumento dell'automazione e della complessità degli impianti hanno trasformato il ruolo degli operatori che controllano il processo produttivo ed hanno incrementato gli aspetti cognitivi coinvolti nella performance umana. L'immagine mentale costituisce un sistema di classificazione o rappresentazione dei dati provenienti dall'esperienza: maggiore è il numero di dati esperienziali e maggiore è la capacità che l'immagine mentale ha di rappresentare la realtà nella sua completezza e, di conseguenza, di essere d'aiuto nella presa di decisione.

Ricerche a breve termine

In tale ambito, gli spunti di ricerca sono principalmente i seguenti:

- Conoscere la mente delle persone in termini di mappe cognitive usate/prodotte quando viene richiesto di prendere delle decisioni, come nei compiti di progettazione;
- Conoscere in che modo l'esperienza influenza il costituirsi delle mappe cognitive;
- Conoscere come si generano gli errori cognitivi, quali strategie mettono in atto gli operatori per risolvere specifici problemi durante le situazioni normali e durante l'emergenza ed infine conoscere gli effetti che i compiti di tipo cognitivo hanno nel lavoro di gruppo.

Ricerche a medio termine

Nel medio periodo sarebbe estremamente utile formulare una teoria unificata delle capacità cognitive con riguardo alle questioni sopra menzionate così da supportare la presa di decisione a qualunque livello dell'organizzazione.

6.4.3 I Fattori Umani coinvolti nella gestione dei compiti

Gli esseri umani sono probabilmente la risorsa produttiva più flessibile e innovativa disponibile. Per questo motivo, è richiesta una forza lavoro sana e motivata. Al giorno d'oggi, il rendimento, la qualità, la motivazione del lavoratore e la sua salute sono considerati come gli elementi chiave per una produzione di successo. Nonostante questo, in molte aziende le linee di produzione sono progettate principalmente ed esclusivamente dal punto di vista del prodotto.

Ricerche a breve termine

Sviluppare ulteriori conoscenze che aiutino ad individuare il carico di lavoro ottimale.

Ricerche a medio termine

Nel medio termine si possono individuare diversi filoni di ricerca, fra cui i più importanti sono:

- Sviluppare sistemi di simulazione per mansioni di ridotte dimensioni in modo da poter anticipare i loro effetti;

- Progettare sistemi di gestione e controllo che tengano conto di tutte le variazioni e degli aspetti relativi ai fattori umani
- Sviluppare strumenti di simulazione per valutare gli aspetti organizzativi, tecnologici ed umani per lo studio complessivo del lavoro
- Sviluppare sistemi che sostengano l’auto controllo delle organizzazioni attraverso strumenti di simulazione che permettano il miglioramento continuo
- Sviluppare sistemi di progettazione per la ripartizione dinamica dei carichi di lavoro individuali

Ricerche a lungo termine

Progettazione assistita al computer di sistemi collaborativi che permettano l’auto progettazione e l’auto controllo delle mansioni.

6.5 La prestazione lavorativa e l’ergonomia della tecnologia

6.5.1 La presa di decisione e gli obiettivi contrastanti

La gestione inadeguata degli obiettivi in contrasto fra loro è stata ripetutamente identificata come uno fra i fattori responsabili del verificarsi degli incidenti. Inoltre, perché i metodi di valutazione del rischio siano efficaci è necessario che vengano adattati al contesto decisionale in cui sono usati. E’ necessario integrare le teorie comportamentali e organizzative sulla “presa di decisione” in modo da poter capire (1) come gli obiettivi conflittuali relativi ai temi di sicurezza vengono gestiti a livelli differenti e (2) come tali processi interagiscono ed influenzano il livello di rischio.

Ricerche a breve termine

Sviluppare conoscenze e metodi che possano migliorare la comprensione dei fattori umani ed organizzativi coinvolti nella “presa di decisione” e nella gestione di obiettivi conflittuali in ambito di sicurezza.

6.5.2 Rendimento e operatività negli ambienti virtuali

Per quanto le applicazioni di RV stiano diventando sempre più allettanti quali modalità per affrontare le questioni inerenti i FU&O, il loro impatto sulla prestazione lavorativa dell’individuo deve essere ancora studiato con attenzione. L’interazione fra gli elementi Umano-Virtuale impone certamente un’analisi approfondita, soprattutto per quanto riguarda gli effetti che il mondo virtuale ha sulla percezione e poi sui comportamenti. Attualmente pochissimo è stato realizzato e negli anni futuri dovrà essere fatto molto lavoro in questa direzione.

Ricerche a breve termine

Una revisione sistematica e completa delle “manovre” naturali e virtuali sarà utile per iniziare a comprendere quali prestazioni lavorative umane possono essere meglio inserite in ambiente virtuale.

6.5.3 La progettazione e la gestione degli Allarmi

La progettazione e la gestione degli allarmi è ancora un campo di ricerca aperto che necessita di forti miglioramenti. I dispositivi di allarme sono strumenti di supporto molto importanti che possono avere un ruolo positivo o negativo nel determinare la qualità delle prestazioni lavorative durante gli interventi compiuti sui sistemi tecnologici. Tutto ciò è vero sia per le operazioni normali - cioè quelle realizzate durante l’attività normale che accompagna la corretta definizione dei compiti - sia durante tutte le situazioni straordinarie e di emergenza. I dispositivi di allarme e di allerta possono fungere da fattori chiave nel guidare e supportare l’intervento dell’uomo in modo che esso si realizzi in maniera efficace ed efficiente nelle circostanze critiche per la sicurezza. Conoscenze chiare sull’uso dei sistemi di allarme, sulle loro limitazioni e sui confini della loro applicazione

devono essere urgentemente conseguite in particolare alla luce della crescente complessità dei sistemi tecnologici e dei sistemi di controllo ad essi collegati.

Attualmente nella progettazione di pannelli, sistemi e dispositivi di controllo, la tendenza sembra essere ancora quella di mettere tanti più allarmi quanto possibile per la variabilità del sistema così da permettere all'operatore di mantenerli tutti sotto controllo. Ancora carenti sono la disposizione dei sistemi di allarme e di allerta in un corretto ordine gerarchico d'importanza, così come la creazione di collegamenti logici fra loro che siano d'aiuto nel sostenere la "presa di decisione".

Ricerche a breve termine

Gli studi ed il lavoro sperimentale hanno cercato di definire i confini umani nella manipolazione dei dispositivi di allarme e di allerta. Molto interessante sarebbe infatti approfondire la conoscenza sulle potenzialità dei sistemi gli allarme e di allerta rispetto alle caratteristiche fisiche, sensoriali e cognitive dell'uomo, quali ad esempio il numero massimo degli allarmi processabile in una determinata circostanza, il modo migliore attraverso cui comunicare l'allarme (canale uditivo, visivo, tattile, ecc...) e la migliore frequenza degli stimoli.

Ricerche a medio termine

Definizione di tecniche in grado di fornire ai progettisti strumenti affidabili per la progettazione ergonomica dell'interfaccia in modo da facilitare il processo di presa di decisione sia in circostanze normali che in circostanze critiche dove il tempo di reazione è drammaticamente ridotto.

6.5.4 Interfaccia Uomo- Ambiente

Al giorno d'oggi le applicazioni di Realtà Virtuale si stanno lentamente imponendo come gli strumenti più promettenti per sostenere l'identificazione, l'analisi e la quantificazione dell'impatto dei FU&O a livello della sicurezza. Le condizioni di lavoro complesse ed altamente rischiose necessitano di training adeguati che consentano agli operatori di ridurre al minimo la possibilità di commettere azioni errate.

La progettazione di interfacce ergonomiche per ambienti virtuali deve diventare più diffusa ed estendersi lentamente alle attività pratiche quotidiane e non rimanere soltanto una eccezione per trattare scenari critici.

Ricerche a breve termine

Interfaccia facilmente utilizzabili e affidabili sono di fondamentale importanza per permettere agli esperti di FU&O di effettuare indagini approfondite e studi sull'impatto che gli FU&O hanno nel generare sicurezza. Le interfacce necessitano di miglioramenti settoriali e specifici realizzati esclusivamente per la loro applicazione in ambito di sicurezza. Inoltre, è necessario trovare un comune significato da riferire all'Interfaccia Uomo-Ambiente Virtuale e successivamente stilare una classificazione.

E' richiesta, infine, una tempestiva e precisa definizione di quali siano le limitazioni assolute, cioè quelle limitazioni della RV che non potranno mai essere superate.

Ricerche a medio termine

La priorità di medio periodo dovrebbe essere quella di scoprire nuove e più efficienti interfacce per adattare gli ambienti virtuali all'uomo. La ricerca non dovrebbe essere limitata soltanto all'adattamento all'uomo ma dovrebbe ulteriormente approfondire le problematiche attuali riguardanti fattori importanti quali i disturbi (principalmente a carico del Sistema Nervoso Autonomo) derivanti dall'uso della RV e l'ergonomia dell'interfaccia (peso, figura, ecc). Inoltre il miglioramento e la ricerca di nuovi materiali dovrebbe essere un'altra area molto importante da approfondire.

6.6 I Fattori Umani nelle situazioni di crisi e e di emergenza

La capacità di gestire situazioni di crisi e di emergenza in condizioni produttive molto intense e congestionate riveste un ruolo di essenziale importanza per evitare il verificarsi di eventi disastrosi. Il ruolo dei FU&O durante queste situazioni è la chiave per mettere in atto piani d'azione rapidi ed efficienti.

Dopo incidenti importanti come quello recentemente accaduto a Tolosa, l'indagine su quali siano le impostazioni organizzative più adatte per fronteggiare le situazioni di crisi e di emergenza deve essere un punto primario di attenzione nella ricerca sui FU&O.

Anche in questo caso, l'uso delle applicazioni di RV sarà particolarmente adatto per valutare le reazioni e prevedere la dinamica di scenari molto complessi in cui più persone svolgono un ruolo chiave nella risoluzione della situazione.

La pianificazione e la gestione delle emergenze, infatti, rappresenta una parte imprescindibile della gestione del rischio. In questo ambito risulta prioritario lo **sviluppo di modelli delle emergenze** in stretta interazione con gli utilizzatori finali; tali modelli devono rappresentare da un lato l'evolversi dell'incidente in tempo reale (per un utilizzo in fase di gestione dell'emergenza) e dall'altro la gestione complessiva dell'emergenza in modo dinamico e interattivo (per un utilizzo in fase sia di pianificazione che di gestione dell'emergenza; di notevole interesse è anche l'aspetto di addestramento delle squadre di intervento in emergenza).

Sempre più spesso le situazioni di emergenza non rimangono circoscritte all'interno dell'impianto, ma coinvolgono anche la popolazione.

Quanto discusso di seguito si applica in gran parte anche alle problematiche connesse con *attacchi terroristici e sabotaggi su impianti industriali e nel trasporto di sostanze chimiche pericolose*. La Protezione Civile e le Autorità nazionali e locali sono chiamate a prendere in considerazione anche queste nuove fonti di pericolo, per studiarle, valutarne gli effetti, organizzare una efficace prevenzione e individuare ogni forma di possibile difesa per scongiurare il pericolo e limitare i danni. La principale differenza rispetto alle emergenze tecnologiche riguarda l'assenza di informazioni alla popolazione sul comportamento da tenere in tali situazioni; più in generale, è disponibile solo una pianificazione di massima delle operazioni di soccorso da intraprendere, non essendo possibile prevedere né il tipo, né la gravità dell'atto terroristico da fronteggiare.

Anche nel caso di attacchi chimici, nucleari e batteriologici su strutture civili, quali stazioni ferroviarie, sistemi di trasporto metropolitano, aeroporti, centri commerciali, ecc. il contributo dell'esperienza di analisi del rischio industriale e nucleare può essere rilevante nella modellazione della diffusione di agenti chimici, nucleari e/o batteriologici attraverso gli impianti di ventilazione e climatizzazione oppure nella introduzione e veicolazione degli agenti in altre strutture di servizio come gli acquedotti.

Quanto finora detto è in realtà di competenza di altri Gruppi di Intesse (in particolare dei FG2 e FG5), con i quali dovrà comunque essere prevista una stretta integrazione. In questa sede l'accento è posto su una parte fondamentale - anche se finora sostanzialmente trascurata - della pianificazione dell'emergenza esterna che riguarda il comportamento della popolazione in queste situazioni. Nell'ipotesi che siano state fatte operazioni di informazione della popolazione sui rischi a cui è sottoposta, come previsto dalla legislazione vigente, il comportamento della popolazione può essere schematizzato secondo le seguenti classi:

- **Guidato**, nel caso di gruppi che seguono le direttive impartite dalle autorità, secondo le previsioni del piano di emergenza;
- **Statico**, nel caso di persone impossibilitate a fare alcunché o che non hanno ricevuto informazioni sulla situazione di emergenza e quindi si comportano come se nulla fosse accaduto;
- **Autonomo**, nel caso di persone che, avendo adeguata conoscenza, non seguono le direttive impartite dalle autorità, ma, perseguendo fini personali (ad es. soccorrere direttamente un congiunto), si comportano in modo autonomo, ma razionale;

- **Random**, nel caso di persone che, prese dal panico, si comportano in modo casuale, muovendosi nelle più disparate direzioni.

La suddivisione della popolazione fra le varie classi di comportamento implica una serie di fattori economici, sociali e culturali aggiuntivi, quali le classi di età, la formazione culturale delle persone, la loro autonomia di movimento, l'informazione pregressa sul comportamento da assumere in caso di emergenza, la dichiarazione dello stato di allarme e l'informazione sull'emergenza in atto. Questo a sua volta richiede la suddivisione della popolazione nelle classi “*temporanea*” e “*permanente*” e la definizione delle sue variazioni nell'arco della giornata, fra i diversi giorni della settimana ed al variare della stagione. Di particolare rilievo è anche la trattazione dei “*centri di vulnerabilità*” (prigioni, scuole, ospedali, case di riposo, alberghi, centri commerciali, luoghi di culto, stadi, ecc.), in cui in particolari occasioni o continuamente possono trovarsi un gran numero di persone con caratteristiche di comportamento particolari e che comunque necessitano di una pianificazione “ad hoc”.

L'insieme delle misure di emergenza possibili comprende essenzialmente le seguenti azioni:

1. Delimitazione dell'area a rischio, con controllo degli accessi e delle uscite dall'area;
2. Rifugio di emergenza;
3. Evacuazione
4. Trattamento delle persone coinvolte (di decontaminazione, medico, psicologico e per la loro rilocalizzazione).

I punti 1, 3 e 4 hanno rilevanti implicazioni per l'addestramento ed il funzionamento delle squadre di emergenza. Il punto 3 necessita anche di un modello di traffico in transitorio, per poter stimare sia i tempi di intervento delle squadre di emergenza (ciò vale anche per il punto 1), sia quello necessario all'evacuazione di tutta la popolazione dall'area a rischio.

In definitiva si richiede la messa a punto di:

- procedure e tecnologie per l'allarme precoce e per rendere operativi i sistemi delle catene di allarme e dei livelli di risposta;
- procedure per la gestione delle emergenze esterne o derivanti da attacchi terroristici o sabotaggi;
- strumenti GIS per avere, in ogni caso di interesse, la distribuzione della popolazione sul territorio e la sua variazione nel tempo, incluse le caratteristiche che ne permettano l'assegnazione ad una delle tipologie di comportamento sopradescritte, ed inoltre le informazioni sullo stradario necessarie a pianificare l'intervento delle squadre di soccorso e l'eventuale evacuazione;
- modelli di comportamento umano in emergenza, di traffico in transitorio, di valutazione delle dosi assunte dalle persone nell'area a rischio e modelli di vulnerabilità per la stima delle conseguenze, con riferimento ai diversi livelli di intervento in emergenza sopraindicati.

Ricerche a breve termine

L'identificazione, la definizione e la descrizione di FU&O salienti che svolgono un ruolo chiave durante l'emergenza devono guidare la pianificazione delle ricerche a breve termine.

7. RISCHI EMERGENTI ED INTERDISCIPLINARI

7.1 Introduzione

Esistono rischi industriali *emergenti*, con il significato di rischi “nuovi” o “in aumento” rispetto ai rischi tradizionalmente connessi ai processi produttivi della recente storia industriale europea. I due termini riflettono, rispettivamente, la specificità dei rischi derivanti dall'utilizzo di tecnologie innovative o più semplicemente dall'accresciuta conoscenza scientifica del settore tecnologico considerato, e l'accresciuta intensità dei rischi industriali per effetto di cambiamenti climatici, per effetto di modifiche sociali (es. accrescimento della densità urbana nei pressi di installazioni industriali o attacchi di matrice terroristica) e per effetto della accresciuta diffusione di tecnologie o processi produttivi che influenzano in modo diretto la probabilità di accadimento di incidenti rilevanti (hazard). D'altro canto, i rischi derivanti dall'interazione di eventi indipendenti (“*cross-cutting risks*” o *rischi interdisciplinari* o anche “*multi-hazard*”) tra i quali citiamo i terremoti, eruzioni vulcaniche, inondazioni, tsunami sono ormai all'ordine del giorno nelle agende dei dipartimenti di protezione civile anche rispetto alle tematiche di sicurezza industriale.

Al già nutrito elenco dei rischi che siamo chiamati a fronteggiare la storia recente ha aggiunto nuovi rischi possibili, che possono presentarsi anche nel nostro Paese. Si tratta di pericoli un tempo previsti solo in caso di guerra, come il rischio nucleare, batteriologico o chimico, legati all'uso di armi distruttive che fenomeni nuovi come il terrorismo internazionale hanno trasformato di recente in una possibile minaccia per le popolazioni civili. Oppure di nuove forme di epidemia o “pandemia”, che l'intensità dei rapporti internazionali propri di un'epoca di globalizzazione rende particolarmente aggressive, come nel caso recentissimo della Sars o dell'aviaria. In tale settore non è da trascurare la diffusione dolosa di agenti patogeni attraverso sistemi di distribuzione di servizi (acquedotti, impianti di ventilazione di infrastrutture come metropolitane, aeroporti, stazioni ferroviarie, centri commerciali, uffici pubblici, ecc.)

Nel caso di attacchi chimici e batteriologici su strutture civili, quali stazioni ferroviarie, sistemi di trasporto metropolitano, aeroporti, centri commerciali, ecc. il contributo dell'esperienza di analisi del rischio industriale può dare un contributo rilevante nella modellazione della diffusione di agenti chimici e/o batteriologici attraverso gli impianti di ventilazione e climatizzazione oppure nella introduzione e veicolazione degli agenti in altre strutture di servizio come gli acquedotti. Da non sottovalutare il tema di sabotaggi o attacchi ai sistemi di distribuzione del metano in aree urbane.

Infine un altro rischio da considerare emergente che non può essere trascurato è quello della safety informatica nei sistemi di controllo dell'industria di processo.

Una serie di fattori di natura politico economica quali liberalizzazione, globalizzazione, riduzione dei costi d'esercizio, sono all'origine dell'accresciuto ricorso alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, e di conseguenza l'impiego massiccio di Internet, nell'ambito dei sistemi protezione, controllo ed automazione.

Questo nuovo quadro di riferimento pone ulteriori requisiti ai sistemi ICT utilizzati nell'ambito dell'automazione industriale. Infatti, ai guasti e all'attacco fisico alle infrastrutture si somma la possibilità di un attacco di natura cibernetica. In questi ultimi 15 anni è infatti chiaramente emerso che i componenti informatici di un sistema sono spesso fonte di vulnerabilità che possono essere sfruttate per sovvertire il funzionamento di un sistema.⁴ Se il sistema in questione è un sistema per il controllo industriale i problemi di security diventano spesso problemi di safety. Ad esempio, la mancata protezione di confidenzialità e integrità di dati e programmi o la mancata protezione della disponibilità dei servizi erogati da un sistema safety-critical possono provocare gravi danni

⁴ In inglese si usa distinguere fra *safety*, cioè il tentativo di ridurre la dannosità del sistema nelle sue operazioni, e *security*, cioè il tentativo di impedire che vengano arrecati danni alle componenti che garantiscono il corretto funzionamento del sistema.

materiali a persone e cose.

La sicurezza informatica dei sistemi d'automazione utilizzati sugli impianti, è quindi un problema serio che deve essere considerato in tutte le fasi del ciclo di vita e in particolare in quelle di sviluppo e d'esercizio. L'utilizzo quindi di soluzioni ICT (Information & Communication Technology) innovative nell'ambito dell'automazione, deve basarsi sull'utilizzo d'approcci metodologici che consentano di affrontare gli attuali/futuri problemi di sicurezza informatica

Tali situazioni di criticità, oltre a provocare danni economici non trascurabili alla produzione, possono portare alla perdita di controllo del processo e quindi essere causa di incidenti anche di gravi proporzioni.

7.2 Rischi derivanti dall'interazione di eventi naturali con i processi produttivi

Eventi naturali di particolare rilevanza possono intaccare l'integrità delle apparecchiature, delle strutture industriali, e più in generale dei processi produttivi. Scenari incidentali di particolare distruttività per l'ambiente e per gli uomini possono insorgere se quegli stessi processi sono caratterizzati dalla esistenza di grandi quantitativi di materia (sostanze tossiche, infiammabili) o energia e dalla contemporanea presenza di aree urbane circostanti, cosa particolarmente frequente nel continente europeo. Nonostante tali intuibili problematiche, sono pochissime le linee guida e le normative nazionali e internazionali che forniscono indicazioni per l'analisi dei rischi derivanti dalla mutua interazione tra rischi di origine naturale e rischi di origine industriale (*NA-TECH risk*), per la predizione, prevenzione e mitigazione degli scenari incidentali industriali innescati dai fenomeni naturali e per la definizione di adeguati sistemi di *early warning* per le installazioni industriali, da affiancare a sistemi di attenzione alla popolazione. Una recente ricerca internazionale condotta presso il Joint Research Center europeo [Cruz et al., 2004] ha infatti mostrato che nessuno dei paesi europei ha attivato specifici piani e programmi per la gestione dell'emergenza per rischi Na-Tech.

E' quindi necessario sviluppare metodologie utili per il risk management, per il risk assessment e per la pianificazione dell'emergenza.

Accanto a tali problematiche, strumenti semplificati sono necessari per effetto del grandissimo numero di scenari da analizzare quando grandi installazioni o estese aree urbane/industriali sono in esame.

Nella situazione italiana particolare attenzione dovrà essere posta alle interazioni tra eventi sismici e rischi industriali. Ciò è dovuto alla particolare struttura sismica del Paese ed alla presenza di numerose aziende a rischio, anche in elevata concentrazione come nel caso della Sicilia, in aree ad elevato rischio sismico.

In questo ambito è necessario coordinare le proposte per lo sviluppo di:

- metodologie e linee guida;
- individuazione delle aree più sensibili all'interazione coi rischi naturali;
- sviluppo di codici di calcolo e correlazioni ingegneristiche;
- esperimenti e avanzamenti scientifici;
- procedure e tecnologie per l'allarme precoce e per il sistema delle catene di allarme e dei livelli di risposta;
- procedure per la gestione delle emergenze derivanti da eventi naturali.

7.3 Attacchi terroristici e sabotaggi su impianti industriali e nel trasporto di sostanze chimiche pericolose

La Protezione civile e le Autorità nazionali e locali sono chiamate a prendere in considerazione anche queste nuove fonti di pericolo, per studiarle, valutarne gli effetti, organizzare una efficace prevenzione e ogni forma di possibile difesa per scongiurare il pericolo e limitare il danno.

Il sabotaggio e l'attacco terroristico ad un impianto industriale, con lo scopo di provocare il maggior danno possibile, deve causare il rilascio rapido ed incontrollato di grandi quantità di materia o energia (meccanica o termica) ovvero di grandi quantità di sostanze gassose tossiche. Nei siti industriali e commerciali i bersagli più critici rispetto ad un eventuale sabotaggio sono quindi gli stabilimenti che detengono grandi quantità di idrocarburi liquidi o gas, sostanze tossiche liquide o in fase gas o comunque facilmente disperdibili nell'ambiente, stoccaggi di solidi con proprietà detonanti.

I mezzi e le infrastrutture interessate dal trasporto di rilevanti quantità di sostanze pericolose sono inoltre potenziali bersagli di attacchi diretti, o possono costituire una potenziale fonte di sostanze pericolose utilizzate in attacchi ad altri bersagli. In questo caso, la possibilità di successo di un attacco terroristico è funzione della capacità e vulnerabilità dei potenziali bersagli, dell'intensità del pericolo dovuto alle sostanze presenti e della localizzazione del bersaglio in relazione alla vulnerabilità del territorio in cui questo è collocato o che questo attraversa.

Un altro settore non da trascurare è quello della diffusione dolosa di agenti chimici o patogeni attraverso sistemi di distribuzione di servizi (acquedotti, impianti di ventilazione di infrastrutture come metropolitane, aeroporti, stazioni ferroviarie, centri commerciali, uffici pubblici, ecc.)

Nel caso di attacchi chimici e batteriologici su strutture civili, quali stazioni ferroviarie, sistemi di trasporto metropolitano, aeroporti, centri commerciali, ecc. il contributo dell'esperienza di analisi del rischio industriale può dare un contributo rilevante nella modellazione della diffusione di agenti chimici e/o batteriologici attraverso gli impianti di ventilazione e climatizzazione oppure nella introduzione e veicolazione degli agenti in altre strutture di servizio come gli acquedotti. Da non sottovalutare il tema di sabotaggi o attacchi ai sistemi di distribuzione del metano in aree urbane.

L'attività su questi argomenti deve essere finalizzata allo sviluppo di metodologie e strumenti d'analisi del rischio atti alla predizione, prevenzione, protezione e mitigazione delle conseguenze di attacchi terroristici mirati a colpire il sistema industriale fisso e mobile e a proteggere le infrastrutture di distribuzione di servizi e trasporto.

La mitigazione degli effetti per la popolazione deve essere basato su un sistema efficace di allarme precoce basato anche su adeguati sistemi di sorveglianza e monitoraggio e sulla disponibilità di efficaci piani di emergenza.

In conclusione, è importante sviluppare:

- metodologie e linee guida;
- individuazione degli obiettivi sensibili;
- interazione e collegamento con i servizi di "intelligence" preposti al controllo del territorio;
- codici di calcolo;
- correlazioni ingegneristiche;
- esperimenti e avanzamenti scientifici;
- procedure e tecnologie per l'allarme precoce e per il sistema delle catene di allarme e dei livelli di risposta;
- procedure per la gestione delle emergenze derivanti da attacchi terroristici o sabotaggi.

7.4 Safety informatica nei sistemi di controllo dell'industria di processo

La violazione delle principali proprietà che caratterizzano un sistema sicuro: confidenzialità e integrità dei dati e disponibilità dei servizi e delle risorse può avere risvolti estremamente gravi nel caso in cui il sistema considerato sia un sistema per l'automazione industriale.

Confidenzialità

È una proprietà che va garantita nei confronti di informazioni legate alla sicurezza quali password, chiavi di autenticazione e informazioni specifiche legate alle politiche di sicurezza in atto. In un sistema safety critical l'acquisizione di queste informazioni da parte di un soggetto non autorizzato potrebbe consentire allo stesso di accedere al sistema, e interferire con il suo corretto funzionamento, e quindi generare danni diretti a persone e cose. In questo contesto la confidenzialità diviene anche una proprietà centrale per un sistema safety critical.

Integrità

Garantire l'integrità in un sistema safety critical significa prevenire modifiche a tutte le componenti software del sistema, alle informazioni memorizzate, trasmesse e ricevute durante le normali operazioni del sistema. Una modifica ad alcune di queste informazioni potrebbe avere conseguenze estremamente gravi in termini di corretto funzionamento del sistema. Ad esempio, la modifica di un dato inviato da un sensore o di un comando inviato dal sistema di controllo potrebbe generare direttamente un danno alla safety del sistema. L'integrità delle informazioni ha quindi un ruolo centrale nell'ambito della safety di un sistema.

Disponibilità

La disponibilità di risorse (Cpu, memoria, host, servizio di rete, ecc.) può essere compromessa attraverso un attacco DoS, un attacco di tipo attivo che quindi non può essere prevenuto ma può essere rilevato. Un attacco di questo tipo, solitamente molto facile da realizzare nei confronti di apparati connessi a Internet, non modifica il comportamento della risorsa coinvolta semplicemente ne limita le potenzialità e quindi le capacità di operare, in questo senso quindi una CPU può essere notevolmente rallentata, la banda di rete ridotta così come la capacità di una memoria. Ovviamente tutti questi inconvenienti possono avere un impatto molto pesante su sistemi di controllo, solitamente costretti ad operare in tempo reale.

Tali situazioni di criticità, oltre a provocare danni economici non trascurabili alla produzione, possono portare alla perdita di controllo del processo e quindi essere causa di incidenti anche di gravi proporzioni. Non è inoltre da escludere l'uso di tecniche di sabotaggio cibernetico per l'effettuazione o a supporto di un attacco terroristico .

In conclusione, è importante coordinare proposte per lo sviluppo di:

- metodi d'analisi dei requisiti di sicurezza informatica che meglio si prestano all'analisi dei sistemi di protezione controllo e automazione del sistema elettrico;
- metodi per l'analisi del rischio informatico nei sistemi d'automazione, controllo e protezione;
- strumenti per il rilevamento in tempo reale di tentativi di intrusione informatica;
- strumenti per l'analisi delle vulnerabilità informatiche nei sistemi d'automazione industriale;
- strumenti per la simulazione di catastrofi informatiche;
- individuazione degli obiettivi sensibili della rete informatica nazionale;
- procedure e tecnologie per l'allarme precoce e per il sistema delle catene di allarme e dei livelli di risposta;
- procedure per la gestione delle emergenze derivanti da perdita di dati e controllo dei processi a seguito di guasti, azioni dolose o sabotaggi.

8. SICUREZZA NELLE PICCOLE E MEDIE IMPRESE

8.1 Introduzione

Come le attività di maggiori dimensioni, anche le PMI sono sottoposte a norme sempre più pressanti che spingono verso l'adozione di sistemi di gestione della sicurezza che le rendano, ad un tempo, compatibili con l'ambiente, eco-efficienti e sicure, pur dovendo mantenere un'elevata competitività.

La probabilità di sopravvivere in un mercato sempre più competitivo aumenta proporzionalmente al livello di innovazione e di rinnovamento nel quale esse vogliono e possono investire.

Poiché le PMI costituiscono una risorsa fondamentale per il nostro Paese, le università e gli enti pubblici di ricerca sono chiamati a fornire un contributo al loro sviluppo attraverso programmi di ricerca opportunamente mirati e un programma di formazione e di aggiornamento delle figure professionali interessate, promuovendo una cultura della conoscenza dei pericoli per l'uomo e per l'ambiente e della prevenzione.

La definizione, riconosciuta a livello internazionale, per definire una PMI si basa sul numero di addetti. Questo non è però il fattore più importante quando si voglia considerare a chi rivolgere specifici programmi di ricerca e politiche che possano contribuire al miglioramento della sicurezza chimica nelle piccole e medie imprese. È molto più efficace guardare alla struttura della compagnia: lo sviluppo di programmi di ricerca relativi agli aspetti di sicurezza dei processi industriali deve essere pensato per aziende con moderate risorse finanziarie, di personale e di conoscenze specifiche nel campo della sicurezza, e, per contro, molto spesso fortemente innovative e specializzate, quindi con la presenza di rischi specifici da affrontare di caso in caso con metodologie adatte.

In questo senso, sembra opportuno rivolgere l'attenzione alle associazioni di categoria al fine di creare una massa critica che permetta, da un lato di affrontare i problemi in modo più generale e, dall'altro, di facilitare la diffusione dei risultati della ricerca.

Tener conto di questi fattori appare in prospettiva l'elemento chiave per il successo, la sostenibilità e l'efficacia delle azioni legate alla promozione della sicurezza nelle PMI, anche in funzione della comunicazione con il territorio e con gli enti di controllo.

8.2 Metodologie per l'analisi dei rischi

E' necessario definire strumenti leggeri o anche semplificati che permettano di effettuare una valutazione del rischio qualitativa e quantitativa in modo rapido al fine di:

- definire gli obiettivi minimi di sicurezza;
- prevedere le misure preventive e o protettive per mantenere un livello di rischio tollerabile;
- progettare la gestione della sicurezza e, eventualmente, indicare la necessità di analisi più approfondite.

I metodi per un'analisi efficace e specifica degli incidenti, quasi incidenti e infortuni, che statisticamente colpiscono maggiormente le PMI piuttosto che le aziende di grosse dimensioni, risultano essere uno strumento fondamentale per il miglioramento della sicurezza.

L'obiettivo è quello di definire indicatori che permettano, tramite metodi e dati speditivi, di individuare la tipologia di rischio quantificandolo. Tali metodologie potrebbero essere applicate non soltanto alle singole PMI ma anche ad intere aree industriali (che spesso sono a ridosso di aree residenziali). Tali metodi dovranno tener conto dell'"effetto domino" inteso come interazione tra più attività produttive/stoccaggio nell'ambito delle PMI di una stessa area. Tali metodologie si potrebbero applicare all'interazione biunivoca tra PMI e aziende Seveso II/III (spesso anch'esse PMI) ed infine, qualora reputato interessante, all'interazione NaTec tra rischio chimico-industriale e naturale (principalmente idrogeologico e sismico).

8.3 Sperimentazione e ricerca

È l'attività rispetto alla quale PMI, soprattutto per gli aspetti di sicurezza industriale, sono forse più deboli: la necessità, a volte, di utilizzare impianti multifunzionali per prodotti e processi con

caratteristiche profondamente diversi, per rinnovare rapidamente i propri prodotti e la necessità di riduzione del “time to market” porta spesso ad una carenza di indagine sperimentale e di ricerca ai fini della sicurezza di processo.

L’individuazione di opportuni protocolli sperimentali adatti anche e soprattutto a strutture di ricerca di modeste dimensioni e l’adozione di una politica della sicurezza già dalle fasi preliminari di studio dei processi da industrializzare (quando cioè una modifica nel processo non comporta eccessivi costi) sono obiettivi da perseguire.

Analogo discorso vale per gli aspetti gestionali e tecnici, che si scontrano con le risorse ridotte e quindi devono essere sviluppati in versione a basso costo e a basso impatto, pur mantenendo un’elevata efficacia nella riduzione dei rischi.

8.4 Formazione e informazione

Il sistema scolastico e universitario non è sempre in grado di fornire all’industria personale adeguatamente formato per affrontare problematiche di sicurezza industriale che la legislazione impone di affrontare: questa situazione penalizza soprattutto le aziende medio-piccole che devono destinare una percentuale cospicua degli investimenti e delle risorse umane per affrontare questa problematica.

Per migliorare questa situazione è necessario un deciso intervento, promuovendo processi formativi (che coinvolgano i futuri operatori a partire già dagli allievi degli istituti tecnici e delle università), che insegnino una maggiore sensibilità nei riguardi dei pericoli presenti e sulla loro gestione.

Nelle PMI il personale tecnico è chiamato spesso a ricoprire più ruoli, occorre pertanto che una più profonda cultura della sicurezza sia parte del bagaglio formativo a tutti i livelli, dall’operatore al Direttore tecnico.

Per conseguire questo risultato occorrerebbe “contaminare” i corsi di studi tecnici con gli aspetti di sicurezza, partendo da una revisione dei testi scolastici fino alla definizione di “requisiti minimi” sulle implicazioni di sicurezza che certi insegnamenti, soprattutto quelli non specialistici, dovrebbero avere.

Una delle iniziative da intraprendere potrebbe anche essere quella di potenziare l’offerta formativa con ulteriori Corsi, Scuole o “Master” che formino figure professionali specializzate.

Per sanare le deficienze culturali pregresse, lo sviluppo di materiale informativo che guidi i datori di lavoro o il personale tecnico verso il corretto approccio alla sicurezza aziendale e alla gestione del rischio sembra la strada più efficace.

8.5 Assistenza tecnica

Molto spesso le PMI necessitano di assistenza/consulenza per affrontare in modo organico e sistematico i problemi di sicurezza: per far questo molto spesso si affidano all’*outsourcing*.

Questo modo di affrontare il problema da una parte evita di dover dedicare risorse umane ad una attività non considerata produttiva, ma dall’altra fa sì che non resti in azienda quel *know-how* necessario per risolvere problemi legati alla sicurezza che, inevitabilmente, si generano in una struttura complessa.

È indubbio che Università e Centri di Ricerca abbiano le competenze per offrire assistenza alla aziende, ma molto spesso tali competenze sono “delocalizzate” in gruppi di ricerca e strutture separate che hanno solo sporadici rapporti di collaborazione.

La creazione di un centro di assistenza “virtuale” consentirebbe di poter assistere le PMI per tutti gli aspetti legati alla sicurezza industriale, consentendo loro di avere supporto e formazione *on-job* con il doppio scopo di risolvere un problema specifico e di preparare il personale ad affrontarne di futuri. Una tale struttura, inoltre, garantirebbe alle PMI la possibilità di accesso alle informazioni (banche dati, letteratura scientifica) che sono spesso di difficile reperimento e utilizzo.

La struttura dell’HUB è particolarmente adatta per radunare le competenze presenti nella Piattaforma e potrebbe dividersi in due tematiche principali: sicurezza/igiene industriale e sicurezza di processo.

9. SICUREZZA NEL TRASPORTO DI SOSTANZE PERICOLOSE

9.1 Introduzione

Giova innanzitutto ricordare che il tema della sicurezza nel trasporto di sostanze pericolose attraverso vettori diversi (stradali, ferroviari e navali) è da tempo all'attenzione della comunità internazionale, ed in particolare europea; organismi pubblici e associazioni di compagnie private hanno provveduto a dotarsi di regole gestionali e tecniche, gli uni attraverso l'emanazione di norme, gli altri attraverso l'adozione ed il rispetto di accordi, al fine di garantire sia ai lavoratori che alla collettività in generale un elevato grado di sicurezza a prevenzione e protezione da eventi incidentali possibili. Gli strumenti utilizzati hanno teso a definire sia un'uniformità di comportamenti e di regole costruttive sia la fissazione di competenze e compiti degli addetti dei comparti coinvolti.

Ma le indagini sul tema sicurezza nei suoi molteplici aspetti, lungi dall'essere completamente concluse, vanno aumentando di importanza con la sempre maggior diffusione ed il conseguente incremento del raggio d'azione delle merci, la logistica distributiva che le accompagna nonché per l'aumento o, in alcuni casi, il sorgere di rischi connessi con la globalizzazione.

A livello europeo la distribuzione su lunghe distanze è e sarà garantita da specifici corridoi ferroviari che utilizzano infrastrutture di uso promiscuo con punti sensibili quali gallerie, viadotti e nodi di transito; aggravio di rischio è associabile poi alle infrastrutture stradali cui si affida la distribuzione a piccole/medie distanze e che sono di solito interconnesse con territori di alta antropizzazione. Gli aspetti qui ricordati sono particolarmente rilevanti nel territorio italiano a causa della sua conformazione che è caratterizzata da vaste zone montuose e per contro da aree con forte antropizzazione che possono confliggere con l'estesa delocalizzazione delle attività produttive. In aggiunta l'insediamento di alcune di queste in località costiere contribuisce ad aumentarne la vulnerabilità territoriale.

Con riferimento alle sostanze pericolose quindi, l'interazione vettore di trasporto-infrastruttura-territorio richiede studi che debbono mirare in via preventiva a:

- i - migliorare le caratteristiche di sicurezza dei vettori anche attraverso il monitoraggio dei medesimi;
- ii - curare una sempre maggior affidabilità delle infrastrutture, per garantire miglior operatività e sempre maggior sicurezza;
- iii – definire i percorsi ad impatto ridotto, anche attraverso lo “scambio” tra modalità di trasporto.

In via protettiva sarà poi necessario definire le misure strutturali e/o procedurali per la gestione delle emergenze.

Nella catena citata assume inoltre rilevanza, come e forse più che in altre attività industriali, il ruolo dell'uomo attraverso le attività diverse che svolge correntemente durante le diverse fasi del percorso dall'origine alla destinazione della sostanza (carico, trasporto, sosta, smistamento,...) o che è chiamato a svolgere occasionalmente nelle emergenze.

9.2 Definizione dei temi di ricerca

In attesa di una completa definizione dei Focus Group, da cui potranno derivare ulteriori elementi di completamento, si riportano nel seguito alcuni argomenti di sicuro interesse per il settore di riferimento. Essi dovranno in ogni caso essere integrati con l'indispensabile contributo di aziende, enti, istituzioni e personalità scientifiche del settore.

I temi sono stati suddivisi in più gruppi ciascuno dei quali rappresenta fasi della catena del trasporto con caratteristiche simili.

9.3 Porti, fasci di smistamento, interporti e parcheggi

In essi le merci pericolose sostano e/o cambiano vettore (sosta in rada, scarico nave, scomposizione/composizione treni, scambio ferrovia/strada,)

- Metodologie, linee guida e software per la valutazione dei rischi (tecniche quali-quantitative e quantitative), in particolare: Metodi e modelli per la stima delle probabilità di accadimento (effetti domino inclusi); Metodi e modelli per la stima delle conseguenze degli incidenti con particolare riferimento alle specificità delle configurazioni “impiantistiche”.
- Progettazione di sistemi di mitigazione (sensori d’area, impianti di abbattimento,...).
- Sistemi antintrusione da attacchi esterni (tecnologie e procedure per l’allarme precoce,...).
- Procedure per la gestione delle emergenze (importanza del fattore umano, criticità organizzative derivanti da una molteplicità di trasportatori,...).

9.4 Trasporto ferroviario e stradale

I vettori attraversano i territori percorrendo le reti stradali e ferroviarie così interagendo da un lato con l’infrastruttura ed i suoi tratti di particolare vulnerabilità quali, per citarne alcuni rilevanti, gallerie e viadotti, dall’altro con città e paesi di significativa antropizzazione.

- Metodologie, linee guida e strumenti informatici per la valutazione dei rischi di incidente rilevante per luoghi vulnerabili (attraversamenti cittadini, viadotti e ponti) con particolare riferimento alla modellazione delle conseguenze di incendi, esplosioni e rilasci in territori con orografia particolare.
- Scenari di attacco terroristico in contesti di particolare vulnerabilità (attraversamenti cittadini, viadotti e ponti) e predisposizione dei piani di emergenza.
- Metodologie, linee guida e strumenti informatici per la determinazione degli itinerari ottimi di trasporto con uso della intermodalità tra vettori.
- Valutazioni dell’affidabilità di vettori e convogli e configurazioni migliorative.
- Progettazione di sistemi di rilevazione a bordo del vettore (sensori di rilevamento posizione e carico,...).
- Procedure per la gestione delle emergenze (importanza del fattore umano, criticità organizzative,...).

9.5 Gallerie

Da tempo, l’utilizzo di gallerie stradali e ferroviarie non è più limitato a zone montagnose, ma è crescente anche nelle aree urbane: inoltre, una maggiore preoccupazione per le problematiche di impatto ambientale sta portando ad un incremento del numero e dell’estensione delle gallerie nelle opere stradali e ferroviarie di nuova progettazione.

- Metodologie e strumenti informatici per la predisposizione di alberi dei guasti e degli eventi in grado di descrivere le possibili cause e la probabile evoluzione di un incidente nel trasporto di merci pericolose, tenendo conto delle peculiarità dell’ambiente “galleria”.
- Metodologie per la valutazione dei campi di effetti fisici a seguito di incendi, esplosioni e rilasci all’interno di varie tipologie di gallerie dotate o meno di sistemi di ventilazione (assiale, trasversale, semi-trasversale), anche attraverso tecniche CFD (fluidodinamica computazionale);
- Metodologie e linee guida per modellizzare l’evacuazione dei veicoli coinvolti in incidenti stradali o ferroviari in galleria;
- Metodologie, linee guida e strumenti informatici per la valutazione dei rischi di incidente rilevante per varie tipologie di gallerie stradali e ferroviarie, incluso il caso di “autostrada ferroviaria”.
- Linee guida per la determinazione dei criteri su cui basare l’eventuale divieto alla circolazione di alcune tipologie di merci pericolose in galleria.
- Scenari di attacco terroristico in galleria e predisposizione dei piani di emergenza.
- Progettazione di sistemi di mitigazione a terra (sensori, impianti di abbattimento e di ventilazione, ...).
- Procedure per la gestione delle emergenze, con particolare riferimento alle gallerie transfrontaliere (criticità organizzative,...).

9.6 Trasporto navale

L'utilizzo di grandi navi per il trasporto di merci pericolose verrà incrementato nel prossimo futuro (autostrade del mare) per i benefici ottenibili in termini di riduzione del traffico e dell'inquinamento sul territorio.

- Metodologie, linee guida e strumenti informatici per la predisposizione di alberi dei guasti e degli eventi in grado di descrivere le possibili cause e la probabile evoluzione di un incidente nel trasporto navale di merci pericolose.
- Metodologie, linee guida e strumenti informatici per valutare la dispersione a seguito del rilascio in mare dei prodotti trasportati (nonché del combustibile della nave stessa) in funzione della tipologia di prodotti, delle condizioni meteomarine al momento del rilascio e delle caratteristiche del fondale e della costa.
- Linee guida per la determinazione dei criteri su cui basare l'eventuale divieto alla circolazione di alcune combinazioni tipologia di nave-tipologia di merce pericolose, in termini assoluti o lungo alcune rotte (stretto di Messina, Bocche di Bonifacio, ecc.).
- Scenari di attacco terroristico o di pirateria nel corso della navigazione e predisposizione dei piani di emergenza.
- Procedure per la gestione delle emergenze (organizzazione e tempistica dell'intervento, criticità organizzative,...).
- Procedure per la gestione delle attività di disinquinamento e monitoraggio nel tempo della zona interessata dallo sversamento di merci pericolose.