

## **PROGETTO PILOTA SULLA VALUTAZIONE RAPIDA DEI RISCHI PER L'AMBIENTE E LA SALUTE NEL MEDIO E BASSO BACINO DEL DANUBIO**

**AUTORI: B: FRATTINI, N. MANNING, M. GIOVANI - ICARO SRL, VICOLO BONI 7, 52044, CORTONA (AR)**  
**L. MIGLIORINI, A. DE ANGELIS - MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO – DIREZIONE DI PROTEZIONE INTERNAZIONALE DELL'AMBIENTE, VIA CAPITAN BAVASTRO, 154, 00184 ROMA**  
**R. AERTGEERTS – WORLD HEALTH ORGANIZATION / REGIONAL OFFICE FOR EUROPE, VIA F. CRISPI, 00187 ROMA**

### **SOMMARIO**

A seguito del drammatico incidente occorso nel gennaio del 2000 nella città rumena di Baia Mare, che ha determinato un consistente rilascio di cianuri nel Tibisco e conseguentemente nel Danubio, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio in co-operazione con l'Organizzazione Mondiale della Sanità, ha lanciato un progetto pilota di valutazione rapida dei rischi per l'ambiente e la salute, connessi ad attività industriali nel medio e basso bacino del Danubio.

Il progetto ha sviluppato ed applicato una metodologia di analisi di rischio integrato per l'ambiente e la salute, connesso a gravi incidenti derivanti da attività industriali attive o abbandonate.

Scopo del progetto è quello di definire un background di conoscenze e di procedure per le autorità competenti degli stati interessati, funzionale per avviare una attività ordinaria di prevenzione e controllo dei rischi e delle prevedibili emergenze per la salute e l'ambiente.

La metodologia, basata su di una serie di modelli di valutazione di rischio diffusi a livello internazionale, è stata sviluppata con il contributo di istituti tecnici di diversi paesi come ad esempio il Joint Research Centre dell'Unione Europea ad Ispra (VA), l'Hungarian National Institute for Environment and Health, la Florida State University ed il Danish Toxicological Centre. La metodologia è stata finalizzata a fine del 2000 ed è stata testata nel corso del 2001 e del 2002 in tre stati del bacino del Danubio: Bulgaria, Romania ed Ungheria.

Oltre agli aspetti prettamente tecnici di valutazione dei rischi il progetto ha sviluppato anche una metodologia per la conduzione dello studio della percezione del rischio da parte della popolazione residente nelle città più vicine ai siti industriali analizzati. Le survey di indagine sono state condotte dal Regional Environmental Center (REC) fopr Central and Eastern Europe.

A due anni dal lancio ufficiale del progetto, una nuova metodologia è stata messa a punto e le applicazioni in tre stati sono state completate. I risultati ottenuti risultano coerenti con le tipologie di rischio sfrontate nei diversi siti, e confrontabili sia a livello regionale che internazionale.

I risultati sono stati presentati al Comitato Europeo per l'Ambiente e la Salute (EEHC), che ha sostenuto l'iniziativa durante tutto il suo sviluppo.

## **1. PROFILO DELLA METODOLOGIA**

### **1.1 Background**

A seguito dell'incidente avvenuto in Baia Mare (Romania) con conseguente rilascio di grandi quantità di cianuro nelle acque del bacino danubiano, il Governo Italiano ha chiesto al Ministero dell'Ambiente di promuovere iniziative tese a supportare le autorità regionali competenti nella gestione dei rischi su ambiente e salute. A tale scopo, l'Italia, in quanto Presidente del Comitato Europeo Ambiente e Salute, ha indetto un meeting straordinario del Comitato stesso, tenutosi a Vienna nell' Aprile 2000, con l'intento di valutare la possibilità di sviluppo di specifiche azioni di prevenzione e gestione dei rischi ambientali e sanitari causati da incidenti industriali nel bacino del Danubio.

Durante tale meeting straordinario, è stato presentato e approvato il "Progetto Pilota sulla valutazione rapida dei rischi su ambiente e salute nel bacino del Danubio", sviluppato e messo a punto nel corso del 2000.

Il progetto è stato coordinato dalla sede regionale di Roma del WHO (World Health Organization) ed è stato sviluppato dalla ICARO srl.

### **1.2 Scopo del progetto**

Scopo principale del Progetto Pilota è quello di sviluppare e testare una metodologia per la valutazione rapida del rischio per l'ambiente e la salute connesse con attività industriali situate nel bacino del medio e basso bacino del Danubio.

Per ottenere l'obiettivo finale il progetto prevede la messa a punto, l'applicazione e il collaudo di una serie di sistemi modulari concatenati e sequenziali, concernenti:

- Identificazione, classificazione, censimento e graduatoria di pericolosità dei siti industriali (attivi o abbandonati) e delle sorgenti significative di inquinamento continuo di origine industriale.
- Registrazione, analisi e classificazione di gravi episodi incidentali e gravi contaminazioni, anche avvenute in passato.
- Raccolta organizzata di dati e informazioni e valutazione di base della situazione sanitaria, sia all'interno che all'esterno dei siti industriali.
- Raccolta organizzata di dati e informazioni e valutazione della qualità ambientale.
- Valutazione integrata dei rischi per la salute e l'ambiente, definizione delle aree coinvolte dagli scenari ipotizzati ed indicazione dei possibili effetti immediati e differiti.
- Analisi della percezione del rischio della popolazione volta ad identificare gli strumenti più efficaci per installare un sistema attivo di informazione.
- Individuazione della necessità di interventi correttivi, migliorativi e integrativi sulle Convenzioni internazionali e sulle normative nazionali che regolano la prevenzione e la tutela dell'ambiente e della salute.

### **1.3 Meetings di sviluppo della metodologia**

La metodologia è stata sviluppata mediante una serie di incontri tecnici volti allo scambio di informazioni e di esperienze tra i diversi partner tecnici coinvolti. Come si evince dalla lista che segue, gli incontri sono stati a carattere europeo e sono stati programmati con periodicità mensile.

- Extra-ordinary meeting of EEHC, 13 – 14 Aprile 2000, Vienna, Austria.
- Meeting organizzativo in Szentendre, Hungary, 17 Maggio 2000.
- UNDP workshop in Baia Mare, Romania, 29 Maggio – 2 Giugno 2000.
- Secondo meeting of EEHC, 26 – 27 Giugno 2000, Chisinau, Moldavia.
- Meeting tecnico a Roma, presso gli uffici WHO, 17 Giugno 2000.
- Meeting tecnico a Bilthoven, Olanda, presso gli uffici WHO, Agosto 2000.
- Meeting tecnico a Cortona, 12 – 13 Ottobre 2000.
- Primo incontro con JRC ad ISPRA, Italia, Novembre 2000.
- Third meeting of EEHC, Dublin, Ireland, 30 Novembre – 1 Dicembre 2000.
- Meeting tecnico con NIEH, Budapest, Ungheria, 7 Dicembre 2000.
- Secondo incontro con JRC ad ISPRA, Italia, 15 Dicembre 2000.

## 2. STRUTTURA DI BASE DELLA METODOLOGIA

La struttura di base della metodologia per il calcolo dell'indice di rischio può essere suddivisa in due principali moduli applicativi:

**Site Hazard Index and Ranking;** rappresenta la fase di stima della probabilità di accadimento di un incidente nel sito industriale – l'indice di riferimento, SHI, è calcolato sulla base delle seguenti fasi:

- 1 Censimento dei pericoli presenti nel sito industriale (tecnologia, processi, età, etc.).
- 2 Classificazione e censimento delle sostanze pericolose (secondo i criteri dell'Allegato I alla Direttiva Seveso II).
- 3 Censimento dei pericoli di origine naturale (terremoto, inondazioni, etc.)

**Site Environment and Health Risk Assessment and Ranking;** rappresenta la fase di calcolo del rischio complessivo per il sito; combina l'indice SHI (probabilità di un incidente) e l'indice delle conseguenze, EPGI, basato su un modello semplificato; il calcolo dell'indice finale, SRI, procede secondo tre fasi:

- 1 Censimento degli elementi critici per la caratterizzazione dell'ambiente e della salute della popolazione del territorio circostante lo stabilimento.
- 2 Valutazione rapida delle conseguenze per l'ambiente e la salute a seguito di un incidente.
- 3 Composizione tra l'indice di pericolo potenziale (SHI) e della gravità delle conseguenze (EPGI)

La figura 1 schematizza le fasi per il calcolo dell'indice di riferimento, SRI (Site Risk Index).

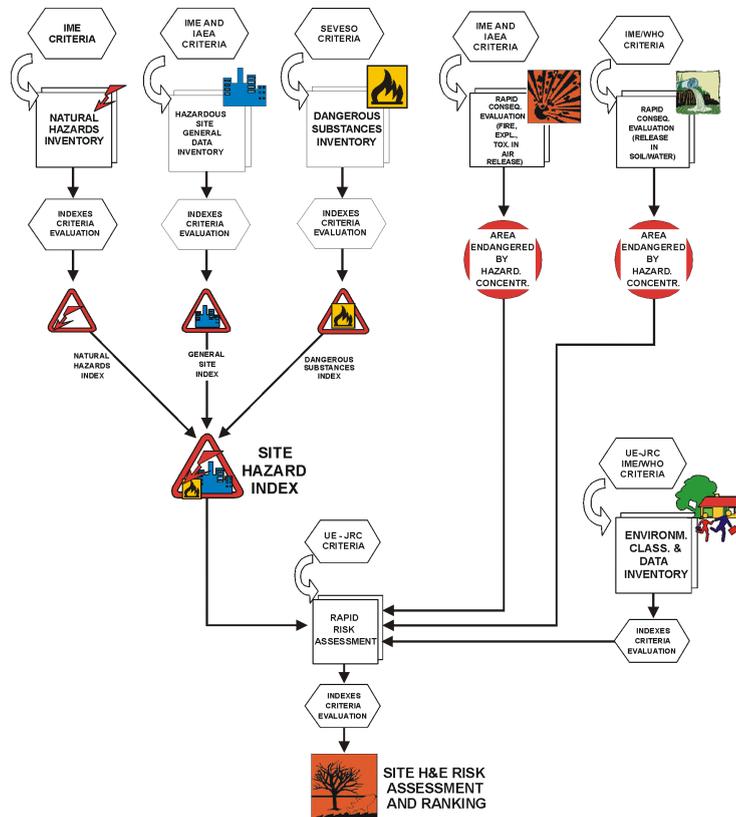


Figura 1: Diagramma logico per il calcolo dell'Indice di Rischio del sito (SRI)

### 2.1 Struttura del modulo di calcolo del Site Hazard Index (SHI)

SHI è un indice composito, il cui valore finale è ottenuto in relazione a specifici sotto-indici, in accordo allo sviluppo logico riportato in figura 2.

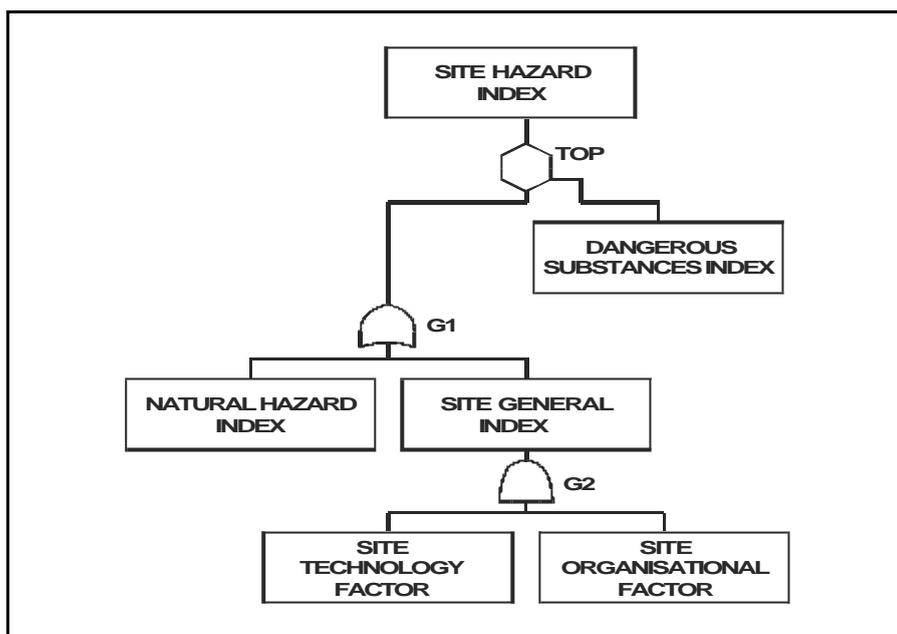


Figura 2: Albero logico che individua le connessioni logiche tra gli indici che compongono l'indice di pericolo potenziale del sito

In sintesi il significato del diagramma logico è il seguente:

- Il Site General Index, SGI, è combinazione del Site Organisational Factor, SOF e del Site Technological Factor, STF. La connessione logica è il gate “AND”; a livello numerico la connessione è data dalla moltiplicazione tra i due fattori. Questo è giustificato dal fatto che la probabilità di incidente è legata sia agli aspetti tecnici che a quelli organizzativi (un buon livello organizzativo può ridurre la possibilità di evento incidentale dovuto a guasto tecnico).
- Site Hazard Index, SHI, combina tre indici, il Dangerous Substance Index (DSI), il Natural Hazard Index (NHI) e il Site General index (SGI). La connessione logica tra NHI ed SGI è data da un gate “OR” (che è rappresentato numericamente da una somma), mentre la connessione finale con DSI è ancora una volta un gate “AND” (e quindi ancora la moltiplicazione). Si è voluto dare un parametro di indipendenza al NHI, per indicare che fenomeni naturali di rilevante entità possono fare danni a prescindere dagli aspetti tecnici ed organizzativi dello stabilimento. Ma alla fine del processo, l'incidente avviene in presenza di sostanze pericolose (valutate con DSI) e pertanto il collegamento con questo indice è ancora una volta un “AND”. Tutti gli indici ed i fattori applicati sono normalizzati tra 0 e 10.

Un valore più elevato assegnato all'indice corrisponde ad un maggiore livello di pericolo per il sito industriale.

## 2.2 Site Technological Factor (STF)

Gli elementi che concorrono nel computo del fattore sono i seguenti:

- 1 Età del sito industriale;
- 2 Tipologia dei sistemi di controllo di processo;
- 3 Tipologia delle operazioni condotte;
- 4 Condizioni operative di processo;
- 5 Numero di attività di carico/scarico effettuate nello stabilimento.

Ogni elemento può variare tra 1 e 10. STF è quindi calcolato sulla base dell'equazione della formula (1):

$$STF = \frac{A + B + C + D + E}{50} \times 10 \quad (1)$$

## 2.3 Site Organisational Factor (SOF)

Questo fattore, normalizzato tra 1 e 10, valuta il livello di organizzazione del sito industriale. Il fattore minimo è assegnato in presenza di un Sistema di Gestione della Sicurezza e dell'Ambiente certificato.

## 2.4 Dangerous Substance Index (DSI)

Il Dangerous Substance Index (DSI) fornisce una valutazione ponderata del quantitativo di sostanze pericolose utilizzate e/o detenute nello stabilimento, in accordo all'equazione della formula (2):

$$DSI = 2 \cdot \log \left( \sum \frac{q_i}{Q_i} \right) \quad (2)$$

dove:

- $q_i$  = quantità di sostanza  $i$ -esima (o categoria di sostanze pericolose) presente in stabilimento e rientrante nelle tabelle di Parte 1 o Parte 2 dell'Annesso I alla Direttiva Seveso II,
- $Q_i$  = la corrispondente soglia riportata in colonna 2 delle tabelle di Parte 1 o Parte 2 dell'Annesso I alla Direttiva Seveso II.

L'uso della scala logaritmica è stato introdotto per avere un miglior controllo del range di variabilità dell'indice DSI.

## 2.5 Natural Hazard Index (NHI)

L'indice NHI calcola il contributo il potenziale impatto in termini di pericolo sullo stabilimento derivante da una delle seguenti categorie di eventi naturali:

- Zona soggetta ad inondazione
- Zona sismica
- Zona soggetta ad instabilità del terreno (frane, bradisismo, etc.)

L'applicabilità di ciascuno dei fattori fornisce il contributo di una unità al valore dell'indice; i valori sono quindi sommati in virtù di una indipendenza degli stessi tra di loro e pertanto l'indice NHI varia tra 0 e 3.

## 2.6 Site Hazard Index (SHI)

Il Site Hazard Index (SHI) è calcolato sulla base degli indici fin qui esposti, in relazione all'equazione della formula (3):

$$SHI = \sqrt{\left( \frac{[SGI + NHI] \times 10}{13} \right)} \times DSI \quad (3)$$

dove :

- SGI = Site General Index
- NHI = Natural Hazard Index
- DSI = Dangerous Substance Index
- 13 = fattore normalizzante che corrisponde al valore massimo della somma: SGI + NHI
- 10 = fattore normalizzante

Il Site Hazard Index, SHI, può variare tra 0 e 10.

## 2.7 Struttura del modulo di calcolo del Site Risk Index (SRI)

Il Site Risk Index (SRI) è combinazione della probabilità stimata di un incidente (calcolata con SHI) e le potenziali conseguenze, che sono valutate mediante l'Environmental and Population Gravity Index (EPGI). LA stima di questo secondo indice è effettuata in accordo ai seguenti passaggi:

**Step 1: Censimento delle componenti ambientali presenti all'interno di un cerchio di 5 km di raggio, avente centro nel sito industriale.** Le componenti da censire e classificare sono state individuate sulla base dei criteri proposti dal Major Accident Reporting System (MARS), per il calcolo della gravità degli incidenti industriali avvenuti nei paesi membri dell'Unione Europea. La lista delle componenti comprende:

- Abitanti.
- Lavoratori.
- Scuole.
- Ospedali.
- Altri centri vulnerabili come case di riposo.

- Fiumi.
- Mari, laghi e bacini.
- Caratteristiche di base del terreno e delle acque sotterranee.
- Flora e fauna.
- Attività di allevamento bestiame.
- Attività agricole.
- Attività di allevamento pesci.
- Industrie ed attività commerciali.
- Condizioni meteo prevalenti nella zona.

### **Step 2: Valutazione rapida delle distanze di danno a seguito di un incidente.**

Sulla base dei dati relativi al sito industriale (sostanze e tipologie di processo), è possibile individuare un certo numero di incidenti potenziali, collegati con un determinato quantitativo di sostanze pericolose rilasciate. Il concetto adottato prevede la stima del quantitativo massimo rilasciabile nel caso peggiore, "worst case scenario". La stima delle conseguenze è basata su tre modelli, di seguito descritti.

#### *a) Incendi, esplosioni e rilasci tossici in atmosfera*

I seguenti effetti sono inclusi nel modello:

- Livelli di irraggiamento per gli incendi;
- Valori di sovrappressione per le esplosioni non confinate;
- Concentrazioni di sostanze pericolose a seguito della dispersione in atmosfera.

Il metodo applicato per la valutazione rapida delle conseguenze è il metodo speditivo per la pianificazione delle emergenze esterne, emesso dal Ministero dell'Interno nel 1994, basato in particolare sul metodo IAEA, "Manual for the classification and prioritisation of risks due to major accidents in process and related industries", la cui ultima edizione è del 1996.

#### *b) Rilascio di liquidi in acqua*

Le formule di valutazione sono state tratte dal EU/JRS Major Accident Reporting System (MARS); la stima è basata sul quantitativo Massimo rilasciabile nelle acque e considera una serie di parametri chimico-fisici della sostanza (LC50 per organismi acquatici, persistenza e biodegradabilità).

Il modello fornisce come risultato il volume di liquido potenzialmente messo a rischio con concentrazione letale per organismi acquatici.

Il quantitativo massimo rilasciabile nelle acque o nel terreno è una frazione del quantitativo massimo rilasciabile da una apparecchiatura di processo. Tale frazione è stimata sulla base della volatilità della sostanza e dai sistemi di contenimento disponibili in stabilimento (bacini, barriere ed impianti di trattamento).

#### *c) Rilascio di liquidi nel terreno*

Il quantitativo di suolo potenzialmente contaminabile a seguito del rilascio è basato su una semplice formula di spandimento di liquido nel suolo in funzione del quantitativo Massimo rilasciabile nelle acque o nel terreno. Il risultato è fornito in termini di superficie di terreno contaminato.

### **Step 3: Mappature delle conseguenze e stima delle componenti ambientali messe a rischio dall'incidente**

A seguito del calcolo delle distanze di danno, tali valori sono inseriti nelle mappe tematiche del territorio circostante con l'obiettivo di identificare gli elementi di popolazione ed ambiente coinvolti.

L'elenco di tutti questi elementi verrà inserito nel modulo di Step 4 del modello.

### **Step 4: Calcolo della gravità dell'incidente**

Il computo degli effetti è stato suddiviso in tre categorie principali, a cui corrisponde uno specifico fattore:

- $C_P$ , fattore di gravità per la popolazione.
- $C_E$ , fattore di gravità per le componenti ambientali.
- $C_{EC}$ , fattore di gravità per le risorse economiche.

Per ciascun incidente analizzato, l'indice Environment and Population Gravity Index (EPGI) è stimato come somma ponderata di ciascuno dei tre contributi, in accordo alla formula (4):

$$EPGI = \frac{10 \times C_P + 3 \times C_E + C_{EC}}{14} \quad (4)$$

dove:

- Ci sono I fattori di gravità per ciascuna categoria,
- 10 e 3 sono fattori che ponderano in maniera diversa i contributi delle tre categorie.
- 14 è un fattore normalizzante.

## 2.8 Accident Risk Index del singolo incidente

In termini di rischio, per ciascun singolo incidente, è prevista la connessione tra la probabilità di accadimento e la gravità delle conseguenze, secondo l'equazione riportata nella formula (5), utilizzata per il calcolo di Accident Risk Index (ARI).

$$ARI = \sqrt{SHI \cdot EPGI} \quad (5)$$

dove:

- SHI è il Site Hazard Index
  - EPGI è l'Environment and Population Gravity Index
- ARI varia tra 0 e 10.

## 2.9 Site Risk Index

La rappresentazione finale del rischio connesso allo stabilimento è fornita dal Site Risk Index (SRI), valutato in accordo alla formula (6).

$$SRI = \max_i(ARI_i) \quad (6)$$

L'indice finale è pertanto posto uguale al Massimo degli indici connessi ai vari incidenti individuati. Questo implica che l'indice di rischio è legato al "worst case scenario" che potrebbe originarsi nello stabilimento.

## 2.10 Indice di vulnerabilità, come parametro di controllo

Il modulo finale della metodologia consente di stimare la vulnerabilità del territorio circostante lo stabilimento, mediante uno specifico indice. Il Ranking della vulnerabilità complessiva per l'ambiente e la salute, può fornire informazioni aggiuntive sull'entità del potenziale danno sulle aree esterne in seguito ad un evento incidentale originatosi all'interno dello stabilimento.

Il General Environmental and Health Vulnerability Index (GEHVI) è calcolato come combinazione dei seguenti sotto indici:

- Population Vulnerability Index (PVI);
- Environmental Vulnerability Index (EVI);
- Economic Resource Vulnerability Index (ECVI).

Questi indici, relativi alla vulnerabilità della popolazione, elementi ambientali e delle attività economiche sono connessi attraverso il connettore logico "OR".

A loro volta ciascun sotto indice è combinazione di alcuni fattori specifici:

PVI combina le informazioni relative al numero di lavoratori, alla popolazione residente ed alla presenza di centri vulnerabili (scuole, ospedali, etc.).

EVI combina le informazioni riguardo I corpi idrici (fiumi, laghi ed acque sotterranee), presenza di acqua potabile, flora e fauna.

ECVI combina le informazioni inerenti la presenza di attività economiche quali l'agricoltura, l'allevamento, l'acquacultura ed il commercio.

L'indice GEHVI è calcolato mediante la formula (7):

$$GEHVI = \frac{(10 \times PVI + 3 \times EVI + ECVI)}{14} \quad (7)$$

dove :

- PVI è il Population Vulnerability Index
- EVI è il Environment Vulnerability Index
- ECVI è il Economic Vulnerability Index
- 14 è un fattore di normalizzazione
- 10 e 3 sono fattori che ponderano in maniera diversa i contributi delle tre categorie.

## 2.11 Ranking del Rischio e della Vulnerabilità

Tutti gli indici definiti (SHI, SRI e CEHVI) sono analizzati secondo una unica graduatoria, illustrata in tabella.

Valore dell'indice	GRADO
da 0 a 1.6	BASSO
da 1.6 a 3.6	MODERATO
da 3.6 a 6.4	ALTO
da 6.4 a 10	MOLTO ALTO

Tabella 1 – Graduatoria dell'indice di rischio

La scelta di una scala non lineare, tra 0 a 10, è stata effettuata in relazione all'andamento delle principali formule adottate nella definizione ed il calcolo dei sotto indici. In questo senso è stato deciso di adottare una distribuzione di tipo quadratico. In ogni caso, per la migliore rappresentazione del rischio, differenti criteri di distribuzione sono stati valutati su una serie di installazioni esistenti, sulle quali si è applicata la metodologia come test.

## 3. APPLICAZIONE NEI TRE STATI

Lo schema di applicazione del REHRA è stato analogo nei tre stati selezionati ed ha seguito i passaggi di seguito descritti.

### 3.1 Team di applicazione

Un team internazionale è stato costituito sotto la guida dello staff del WHO e dell'IMET, che ha sviluppato sia gli aspetti tecnici che organizzativi delle applicazioni.

Il REC ha condotto le attività connesse alle survey inerenti la percezione del rischio tra la popolazione residente nelle aree circostanti i siti selezionati.

Il ICFTU è stato coinvolto per lo sviluppo di una analisi della percezione del rischio tra i lavoratori delle industrie selezionate in Bulgaria.

In ciascuna nazione, il team internazionale ha co-operato con le istituzioni locali.

L'interfaccia principale è stata l'autorità nazionale nel campo della tutela del territorio. In particolare:

- Il Ministero dell'ambiente e delle acque (MOEW) in Bulgaria
- Il Ministero delle acque e della tutela dell'ambiente (MWEP) in Romania
- L'istituto nazionale per l'ambiente e la salute (NIEH) in Ungheria.

L'autorità nazionale ha avuto il compito di organizzare le attività a livello locale e coordinare le azioni degli Ispettorati regionali in tema di ambiente e di salute.

### 3.2 Corsi di formazioni ed incontri tecnici

L'applicazione ha richiesto una serie di seminari di formazione sulla metodologia e l'utilizzo del software e una serie di incontri tecnici di valutazione dei risultati. Lo schema applicato è il seguente:

- Presentazione generale della metodologia REHRA
- Corsi di formazione specifici sulla metodologia REHRA e l'utilizzo del software
- Traduzione della metodologia e del software in lingua locale.
- Visite congiunte ai siti industriali.
- Discussione finale dei risultati.

### 3.3 Selezione dei siti industriali

I criteri principali per la selezione dei siti sono stati i seguenti:

- Siti industriali con sostanze pericolose incluse nell'Annesso I alla Direttiva Seveso II;
- Appartenenza al bacino del Danubio o ad uno dei sub bacini.
- Industrie differenti per tipologie di produzioni e sostanze pericolose detenute (con l'obiettivo di valutare

una più ampia varietà di rischi).

Ogni nazione ha aggiunto a questi criteri generali, propri specifici criteri connessi alle realtà locali.

Nel complesso 15 siti industriali sono stati selezionati (4 in Bulgaria, 5 in Romania e 6 in Ungheria). La scelta è andata principalmente verso le industrie chimiche (9 siti comprendenti una raffineria, impianti petrolchimici e di chimica di base, impianti chimico farmaceutici, di chimica fine ed un deposito di liquidi petroliferi). Sono stati analizzati anche impianti di lavorazione dei metalli, uno stabilimento di produzione automobili, un inceneritore di rifiuti.

### 3.4 Commenti generali sulla applicazione del metodo

In prima analisi è importante sottolineare una serie di aspetti inerenti l'organizzazione del lavoro, la logistica e la collaborazione tra i team. Questi aspetti sono a tutti gli effetti risultati molto interessanti di questa operazione di co-operazione internazionale.

#### Tempo complessivo per l'applicazione.

In tutti e tre gli stati, il tempo necessario alla applicazione della metodologia, a partire dalla conclusione dei seminari formativi fino alla produzione del report finale, è stato di circa 3 mesi, tenendo conto in questo tempo anche dei tempi morti necessari alla organizzazione dei trasferimenti e delle attività di survey da parte del team internazionale.

#### Documenti prodotti

Il progetto ha condotto allo sviluppo del seguente set di documentazione:

- metodologia REHRA in formato MS Word documents (relazione generale e sei annessi).
- Software REHRA in formato MS Access 97, per la gestione e la elaborazione dei dati, con relativo manuale d'uso.
- Check list per la raccolta dei dati e delle informazioni in formato MS Excel.
- Questionario per la percezione del rischio e della popolazione in MS Excel.

Tutti i documenti sono disponibili, oltre che in inglese, nelle versioni in lingua bulgara, rumena ed ungherese.

I risultati delle applicazioni sono stati inseriti in specifici rapporti, elaborati di concerto con gli organi nazionali coinvolti nella applicazione.

### 3.5 Risultati

Si riporta la tabella con la sintesi dei risultati numerici dei siti bulgari e la mappa con l'indicazione di tutti gli indici ottenuti nei tre stati. La colorazione adottata semplifica il riconoscimento della categorizzazione dei rischi associati a ciascun sito.

<i>Siti Bulgari</i>	SHI		EPGI		SRI		GEHVI	
	<i>Value</i>	<i>Classif.</i>	<i>Value</i>	<i>Classif.</i>	<i>Value</i>	<i>Classif.</i>	<i>Value</i>	<i>Classif.</i>
<i>Chimko – Vratza</i>	5,18	Alto	3,96	Alto	4,53	Alto	7,07	Molto alto
<i>Svilozha - Svishtov</i>	4,51	Alto	3,01	Moderato	3,68	Alto	6,44	Molto alto
<i>Kremikotvzi - Sofia</i>	4,67	Alto	1,67	Moderato	2,78	Moderato	4,76	Alto
<i>Orgachim - Ruse</i>	3,41	Moderato	1,43	Basso	2,21	Moderato	5,81	Alto

Tabella 2 – Tabelle riassuntive degli indici calcolati in Bulgaria

Si sottolineano soprattutto i risultati dei primi due siti riportati in tabella. La combinazione alto indice di rischio (in rosso – SRI) con indice di vulnerabilità molto alto (GEHVI in blu) indica la necessità di intervenire con misure di prevenzione e protezione per far fronte agli scenari ipotizzati.

La prevenzione deve essere rivolta alla riduzione della probabilità dell'incidente (portando SRI da alto a moderato); la protezione deve essere egualmente prevista in quanto il territorio circostante risulta assai vulnerabile all'eventuale incidente.

Nella figura 3 si riportano in maniera sintetica il confronto tra gli indici ottenuti nei tre stati.

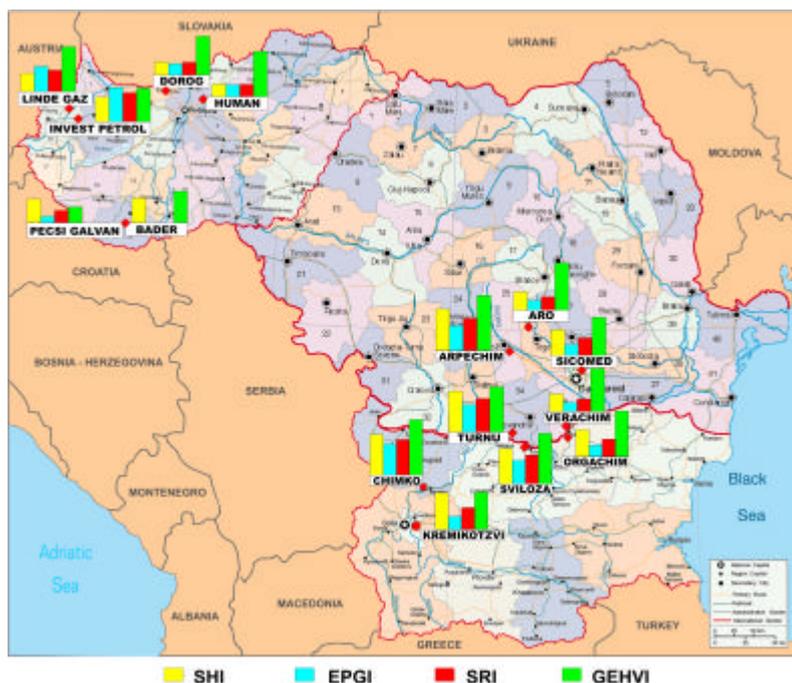


Figura 3: Distribuzione degli indici nei siti analizzati

Il valore degli indici calcolato è basato in maniera particolare sui risultati del modulo di valutazione rapida delle conseguenze, che ha consentito di stimare gli effetti di eventuali incidenti sull'ambiente e sulla popolazione. A titolo di esempio si riportano nella tabella 3, gli estratti della applicazione del modulo su due casi specifici. Per ciascun incidente è inoltre riportato il rispettivo Accident Risk Index, ARI, come indicatore finale dei risultati della metodologia.

INCIDENTE	SOSTANZA	DISTANZE DI DANNO		CONSEGUENZE:
		Zona di letalità	Zona di danni irreversibili	
Incidente 1: Dispersione di gas tossico	<b>360 TONN DI AMMONIACA</b>  (capacità totale di un serbatoio di stoccaggio)	120 m	394 m	<i>Popolazione messa a rischio:</i> 100 lavoratori, 10-20 abitanti. Alcuni decessi sono attesi.
				<i>Terreno:</i> Danni non significativi
				<i>Acque:</i> 1.000.000 m <sup>3</sup> contaminati
				<i>Acqua potabile:</i> nessuna contaminazione nella zona
				<i>Danni all'economia:</i> Non significativi
<b>Accident risk index 1</b>				<b>3,95</b>
Incidente 2 Incendio / Esplosione	<b>200 TONN DI GPL</b>  (capacità totale di un serbatoio di stoccaggio)	200 m	400 m	<i>Popolazione messa a rischio:</i> 50 lavoratori, 10 abitanti. Alcuni decessi sono attesi.
				<i>Terreno:</i> Danni non significativi
				<i>Acque:</i> Danni non significativi
				<i>Acqua potabile:</i> nessuna contaminazione nella zona
				<i>Danni all'economia:</i> Possibile impatto sulla attività della raffineria
<b>Accident risk index 2</b>				<b>3,63</b>

Tabella 3 – Illustrazione dei risultati ottenuti per alcuni incidenti

### 3.8 Survey sulla percezione del rischio

La percezione del rischio da parte della popolazione è un aspetto fondamentale della struttura metodologica impostata. L'obiettivo è quello di informare la popolazione in relazione al rischio industriale e coinvolgere gli enti pubblici nella gestione dello stesso, anche in accordo alla Direttiva Seveso II ed alle convenzioni Internazionali (come quella di Aarhus).

Le survey relative alla valutazione della percezione del rischio sono state organizzate e sviluppate dal REC. Specifiche check list sono state elaborate con l'intento di condurre le interviste con la popolazione.

Il campione di popolazione è stato selezionato tra la popolazione abitante nelle zone circostanti i siti analizzati con attenzione alla distribuzione dell'età e del grado di istruzione della popolazione. In Bulgaria il campione medio degli intervistati è stato di circa 250 su tre siti; in Romania il campione selezionato è stato di circa 0 persone su 4 siti. Le categorie principali dell'analisi statistica sono le seguenti:

- Impatto dell'attività industriale nell'ambiente circostante.
- Grado di conoscenza delle tematiche ambientali
- Canali di distribuzione principali dell'informazione.

### **Principali evidenze della applicazione**

I risultati delle survey nei due paesi sono paragonabili. La popolazione è al corrente della presenza di attività industriali che pongono dei rischi (una media del 70% del campione degli intervistati ha risposto positivamente). L'elevata percentuale è stata registrata sia nelle grandi città (con generalmente maggiore grado di istruzione da parte degli intervistati) sia nelle città di dimensioni minori ma con vocazione prettamente industriale; è il caso di paesi sorti e sviluppati attorno al sito, che hanno nel tempo "imparato" a convivere con lo stesso. In questo caso l'industria è vissuta come fonte di attività e di reddito e seppure pericolosa, la popolazione tende a non registrare in modo permanente gli eventuali incidenti.

In generale comunque la società si sta muovendo verso una connotazione post industriale e pertanto l'industria sta diventando un qualcosa da conoscere meglio; la richiesta di informazione soprattutto da parte dei mass media è riconosciuta come una necessità prioritaria (secondo il 65% della popolazione).

## **4. CONCLUSIONI**

### **4.1 Considerazione di carattere generale**

A due anni di distanza del meeting straordinario del Comitato Europeo Ambiente e Salute, una nuova metodologia è stata sviluppata ed una serie completa di test è stata completata.

Questo risultato è stato conseguito grazie agli sforzi organizzativi del team internazionale e alla collaborazione con i rappresentanti istituzionali dei tre stati coinvolti.

Inoltre, in parallelo sono stati effettuati test su realtà industriali italiane ben note, per confrontare i risultati ottenuti. In sostanza è possibile affermare che la metodologia al momento risulta fondata su criteri validati e che i test in tre stati sono stati completati in tempi molto brevi. Particolare attenzione è stata infine attribuita ai feed back specifici da parte degli operatori locali che hanno utilizzato nella pratica gli strumenti forniti dal progetto, con l'obiettivo di migliorare la struttura della metodologia proposta.

### **4.2 Considerations on the time and resources needed**

Dall'esperienza diretta in campo, è possibile affermare che il tempo necessario al completamento di una applicazione della metodologia, è stimabile tra una e due settimane (la variabilità dipende dalla grandezza del sito); almeno questo è il tempo per un team composto da un tecnico specializzato e da un assistente.

Del tempo stimato, 3-5 giorni sono necessari da passare on site per la raccolta dati e la discussione con il personale di stabilimento; i giorni rimanenti sono necessari per l'elaborazione dei dati.

### **4.3 Possibili sviluppi futuri**

Sono allo studio alcuni sviluppi per migliorare la capacità del REHRA come strumento di screening rapido dei rischi; lo sviluppo dovrebbe essere semplificato dalla struttura modulare della metodologia che si presta ad inserzioni ed aggiunte. Alcune linee di possibile sviluppo sono di seguito dettagliate.

- *Estensione alle emissioni continue come sorgenti di rischio potenziale per la popolazione.*  
L'obiettivo è di valutare nel complesso l'attività dello stabilimento come elemento di rischio per la popolazione e l'ambiente.
- *Estensione della valutazione alle conseguenze di esposizione prolungata.*  
Si ipotizza l'inserimento di un modulo che valuti i possibili cammini dell'inquinante nel terreno e nelle acque, fino alla stima degli effetti sulla popolazione a seguito di esposizione prolungata.
- *Sviluppo di un modello di valutazione rapida del rischio connesso al trasporto marittimo di sostanze pericolose.*  
La struttura del modello rimarrà sostanzialmente analoga alla attuale, ma saranno variati i termini di analisi e di valutazione.

- *Sviluppo di un Indice di rischio “Strategico” legato a possibili attività di terrorismo e sabotaggio.*  
Questo modulo è indirizzato alla identificazione di un indice che valuti il rischio di un impianto di essere soggetto ad attacchi terroristici; sarà pertanto indirizzato verso l’analisi della potenzialità dell’impianto di produrre gravi danni all’esterno.

## 5. LISTA DEGLI ACRONIMI

REHRA	Rapid Environmental Health Risk Assessment
IMET	Ministry of the Environment, Italy
WHO	World Health Organization
EEHC	European Environmental and Health Committee
UN/ECE	United Nations / Economic Commission for Europe
UNDP	United Nations Development Programme
EU/JRC	European Union / Joint Research Centre
IAEA	International Atomic Energy Agency
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
US EPA	United States Environmental Protection Agency
TNO	Netherlands Organization for Applied Scientific Research
MARS	Major Accidents Retrieval System
NIEH	Hungarian National Institute for Environment and Health
DHI	Danish Hydrological Institute
DTC	Danish Toxicological Centre
REC	Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe
SHI	Site Hazard Index
STF	Site Technology Factor
SOF	Site Organization Factor
SGI	Site General Index
NHI	Natural Hazard Index
DSF	Dangerous Substance Factor
DSI	Dangerous Substance Index
EPGI	Environment and Population Gravity Factor
ARI	Accident Risk Index
SRI	Site Risk Index
GEHVI	General Environment and Health Vulnerability Index
PVI	Population Vulnerability Index
EVI	Environmental Vulnerability Factor
ECVI	Economical Vulnerability Factor

## 6. REFERENZE

- [1] UNEP/ WHO/ IAEA/ UNIDO. Method for classification and prioritisation of risk due to major accidents in process and related industries. Published by IAEA, November 1996.
- [2] US EPA. Offsite Consequence Analysis Guidance. Office of Solid Waste and Emergency Response. EPA 550-B-99-009, April 1999.
- [3] Pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidenti rilevanti. Roma, Italian Ministry Council, 1994.
- [4] TNO. Guide to hazardous industrial activities. Province of South Holland – Fire Service Directorate of the Ministry of Home Affairs.
- [5] EC/JRC. MARS – Lesson Learned from Accidents Notified. Institute for Systems Engineering and Informatics – CDDIR. ELSEVIER Science Publishers B.V., Amsterdam, 1993.
- [6] Seveso II European Directive 96/82/CE.
- [7] DOW CHEMICAL COMPANY. Fire and Explosion Index: Hazard Classification Guide. American Institute of Chemical Engineers, December 1994 (ISBN: 0816906238).
- [8] US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. US Government Printing Office, Washington D.C., June 1997.
- [9] A. SAMPAOLO, R. BINETTI. Valutazione dei Rischi delle Sostanze Chimiche. Roma, M. Ragno Editore, 1990.
- [10] UN/ECE Convention on the protection and Use of Transboundary Waterways and International Lakes (Helsinki 1992) and its Protocol on Water and Health.
- [11] UN/ECE Convention on transboundary effects of industrial accidents (Helsinki 1992).