



AIR LIQUIDE ITALIA PRODUZIONE S.r.l.

**Via Capecelatro n° 69
MILANO (MI)**

**DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE INTEGRATA
AMBIENTALE**

**IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO
(Priolo Gargallo)**

ALLEGATO D11

VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER L'AMBIENTE

Luglio 2008

INTRODUZIONE

SCOPO

METODO DI VALUTAZIONE

INDICE DI PROPENSIONE AL RILASCIO

INDICE DI PROPENSIONE ALLA PROPAGAZIONE

I FATTORI DI PENALIZZAZIONE

I FATTORI DI COMPENSAZIONE

ELABORAZIONE DELLO SCHEMA METODOLOGICO

UNITÀ LOGICA ANALIZZATA

CALCOLO DELL'INDICE DI PROPENSIONE AL RILASCIO

CALCOLO DELL'INDICE DI PROPENSIONE ALLA PROPAGAZIONE

CONCLUSIONI

ALLEGATI

Allegato 1 Scheda di sicurezza

Allegato 2 Planimetria stabilimento

INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione dello studio di Valutazione del rischio ambientale condotta per l'impianto idrogeno SMR dell'AIR LIQUIDE ITALIA PRODUZIONE di Priolo Gargallo (SR).

L'attività è stata realizzata seguendo le linee guida fornite dal gruppo di lavoro misto APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) e C.N.VV.F (Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco), pubblicate nel rapporto:

“Metodologia speditiva per la valutazione del rischio per l'ambiente da incidenti rilevanti in depositi di idrocarburi liquidi” ⁽¹⁾.

SCOPO

L'obiettivo principale del presente studio è quello di valutare le conseguenze e gli effetti negativi che può generare il rilascio incontrollato di sostanze eco-tossiche nelle varie matrici ambientali presenti nell'intorno e al di sotto del sito industriale ove insiste l'impianto idrogeno SMR.

Dall'analisi di tutte le sostanze presenti nell'impianto idrogeno SMR, si è scelto di valutare le conseguenze e gli effetti negativi relativi al probabile rilascio incontrollato di sostanze liquide, “eco-tossiche” ai sensi del D.Lgs. 334/99 e succ. mod. ed integrazioni.

METODO DI VALUTAZIONE

La valutazione di rischio ambientale, come già accennato, è stata effettuata tramite l'applicazione di una Metodologia speditiva che permette di valutare il rischio ambientale causato dal rilascio incontrollato di sostanze eco-tossiche, ed in particolare di idrocarburi liquidi, nel suolo, sottosuolo e acque sotterranee e superficiali.

L'oggetto di studio di tale metodologia è focalizzato proprio sulla protezione delle acque sotterranee, a causa dell'importante ruolo che queste giocano come vettore di propagazione, come bersaglio sensibile e per gli stretti legami che possiedono con altri recettori ambientali, soprattutto con le acque superficiali.

La metodologia propone il calcolo di alcuni indici finalizzato ad una facile individuazione di quelle situazioni critiche che, per aspetti impiantistici e geo-ambientali, necessitano l'adozione di metodi di analisi più sofisticati (Advanced Risk Assessment) e/o la predisposizione di interventi di prevenzione/protezione (riduzione del rischio) adeguati.

Ai fini dell'applicazione del metodo vengono, quindi, definiti due indici:

- Indice di propensione al rilascio (PR) della sostanza nello stabilimento;
- Indice di propensione alla propagazione (PR') nell'ambiente circostante.

¹ Per una dettagliata trattazione delle modalità e dei criteri di applicazione del metodo si rimanda al Rapporto APAT n° 57/2005 scaricabile anche on-line dal sito internet www.apat.gov.it: “Rapporto conclusivo dei lavori svolti dal Gruppo Misto APAT/ARPA/CNVVF per l'individuazione di una metodologia speditiva per la valutazione del rischio per l'ambiente da incidenti rilevanti in depositi di idrocarburi liquidi”.

INDICE DI PROPENSIONE AL RILASCIO

L'Indice di Propensione al Rilascio **PR** esprime la propensione dell'unità tecnica o dell'impianto al rilascio di una certa quantità di sostanza tossica, mobile o persistente nell'ambiente.

Tale componente esprime la pericolosità dell'impianto e tiene conto di fattori quali:

- Quantità e caratteristiche intrinseche delle sostanze (tossicità, mobilità e persistenza nei comparti ambientali);
- Grado di Tecnologia applicato (Impianti di processo, Sistemi di controllo o contenimento);
- Sistemi di gestione (manutenzione, procedure operative, ispezioni).

L'indice di propensione al rilascio è determinato tramite la seguente relazione:

$$PR = Q * B * \left(1 + \frac{P}{100}\right) * \left[1 + \left(\frac{(S+L)}{100}\right)\right]$$

dove:

- Q:** fattore legato alla quantità di sostanza presente;
B: fattore sostanza (dipende dalle caratteristiche chimico-fisiche ed ecotossicologiche);
P: rischi generali di processo;
S: rischi particolari di processo;
L: rischi connessi al layout dell'impianto;

In base al valore dell'indice ottenuto è possibile determinare la categoria relativa alla "propensione al rilascio" di ogni unità logica, cioè la pericolosità per l'ambiente in relazione al tipo di impianto.

La categorizzazione dell'unità avviene secondo la seguente tabella:

INDICE DI PROPENSIONE AL RILASCIO	CATEGORIA
0-10	Molto Basso
10-1000	Basso
1000-10000	Medio
>10000	Alto

Il fattore sostanza "B"

Il **fattore sostanza B** rappresenta, mediante un valore numerico, la pericolosità intrinseca della sostanza, o miscela di sostanze, per l'ambiente.

Il calcolo di questo fattore viene determinato tramite la relazione:

$$B = T * M * P$$

dove:

- T:** Tossicità
M: Mobilità
P: Persistenza

Questi tre parametri sono legati a quelle proprietà delle sostanze che maggiormente influiscono nella determinazione del rischio nei confronti del suolo e delle acque sotterranee.

La **tossicità** T viene determinata sulla base delle frasi di rischio associate alle sostanze.

Il sistema di attribuzione dei punteggi per la determinazione del parametro tossicità T avviene tramite il seguente schema:

Eco-tossicità	
Frasi:	Punteggio
R 50	6
R 51	4
R 52	2
Eco-tossicità non ancora determinata	6
Degradazione/accumulo	
Frasi	Punteggio
R 53	2
Degr./Acc.non ancora determinati	2
Tossicità acuta (Orale/pelle)	
Frasi	Punteggio
<i>Orale</i>	
R 22	1
R 25	3
R 28	5
<i>Pelle</i> (soltanto se non c'è alcuna frase riguardante il rischio per via orale)	
R 21	1
R 24	3
R 27	5
R 43	3
Tossicità acuta non ancora determinata	5
Effetti irreversibili	
Frasi	Punteggio
R 33	1
R 39	3
R 48	5
Cancerogenicità, Mutagenicità, Effetti sulla riproduzione	
Frasi	Punteggio
R 40	2
R 62	2
R 63	2
R 46	3
R 60	3
R 61	3
R 45	8
Altri rischi	
Frasi	Punteggio
R 64	2
R 29	3

Alla sostanza viene quindi attribuito un sistema di "indice di eco-tossicità" attraverso l'individuazione delle frasi di rischio R sopra elencate. Il parametro T viene quindi determinato dalla somma dei punteggi relativi alle diverse frasi di rischio specifiche per ogni sostanza.

Nel caso di preparazioni con più di una sostanza verrà considerato l'indice di tossicità pari al valore più alto degli indici di tossicità dei diversi componenti presenti nella miscela.

La **mobilità** viene determinata in modo diverso a seconda dello stato fisico della sostanza (gas, solido, fluido miscibile o non con acqua, composti ionici solubili in acqua). Poiché la valutazione di rischio ambientale è stata condotta sulla base di sostanze liquide non miscibili in acqua, si riporta di seguito la determinazione della mobilità solo per questo caso specifico.

Nel caso di fluidi non miscibili in acqua, vengono prese in considerazione le caratteristiche di **viscosità cinematica**, di **tensione di vapore** e di **densità e solubilità**.

La velocità di penetrazione dalla superficie del suolo fino alla falda acquifera dipende in primo luogo dalla **viscosità cinematica** del fluido. In base a tale valore le sostanze vengono divisi in tre gruppi, ad ognuno dei quali viene assegnato un primo indice numerico parziale.

	Viscosità cinematica a 20°C [mm ² /s]		
	<2	2;30	>30
Indice parziale per viscosità cinematica	3	2	1

La **volatilità** del fluido viene considerata come valore addizionale in quanto fumi e vapori possono entrare nella falda acquifera più velocemente della stessa fase fluida e quindi diffondersi nelle acque sotterranee.

La volatilità è funzione della tensione di vapore. Sulla base di quest'ultima vengono definiti due gruppi:

	Tensione di vapore a 20°C [hPa]	
	<10	≥ 10
Indice parziale per tensione di vapore	1	2

La velocità con cui un fluido non miscibile con l'acqua penetra nella falda acquifera e si distribuisce in essa deve essere considerato ai fini dell'assegnazione del rischio potenziale. Tale distribuzione dipende dalla **solubilità** della sostanza considerata e dalla sua **densità** relativa all'acqua:

Densità a 20°C [kg/l]		Solubilità a 20°C [mg/l]	
		<100	100; 10000
≤1	Indice parziale per densità e solubilità	1	3
>1	Indice parziale per densità e solubilità	2	4

Sommando gli indici parziali relativi a viscosità cinematica, tensione di vapore e solubilità/densità viene assegnato al fluido in questione una classe di mobilità secondo la seguente tabella:

Indice numerico	Classe di mobilità
3; 4	Poco mobile
5; 6; 7	Moderatamente mobile
8; 9	Molto mobile

Determinazione dell'indice di mobilità

Alle classi di mobilità precedentemente determinate qualitativamente, viene assegnato un valore numerico secondo la seguente tabella:

Classe di mobilità	Indice di mobilità (M)
Poco mobile	1
Moderatamente mobile	1,5
Molto mobile	2

Se si è in presenza di preparazioni con più sostanze il valore dell'indice di mobilità sarà pari al valore dell'indice assegnabile al componente presente in quantità maggiore.

La **persistenza** è un elemento addizionale a tossicità e mobilità. Una sostanza può essere definita persistente se non subisce processi di degradazione abiotica o biologica, se non dopo alcuni anni. Se una sostanza tossica o comunque pericolosa è persistente e non si decompone velocemente (o non viene degradata da organismi terrestri o acquatici), causerà l'inquinamento del suolo e delle acque per un tempo molto lungo (in accordo con la sua mobilità), ma se decade o viene degradata prima che possa percolare dalla superficie verso le acque sotterranee e muoversi nella falda acquifera percorrendo anche lunghe distanze, sarà causa di un minore rischio rispetto alla stessa sostanza non decomposta.

L'indice di persistenza P viene determinato dalla combinazione dei seguenti sotto indici:

- P1 riferito alla degradabilità abiotica;
- P2 riferito alla biodegradabilità aerobica;
- P3 riferito alla biodegradabilità anaerobica.

e viene determinato tramite la relazione:

$$P = \frac{\sum_i P_i}{6} \quad i=1,2,3$$

Anche in questo caso per miscele di più sostanze si opera a scopo cautelativo attribuendo il valore dell'indice di persistenza alla sostanza più persistente.

Dal prodotto degli indici di tossicità, mobilità e persistenza è possibile definire il fattore sostanza B.

Scelta della sostanza predominante

Per ciascuna unità logica individuata deve essere scelta la sostanza predominante in termini di quantità di un potenziale rilascio e di eco-tossicità.

A questo fine la scelta può essere fatta, per ciascuna delle unità logiche, sulla base della valore del prodotto:

$$(Q \times B)$$

dove:

Q: è una grandezza da valutare, come di seguito indicato, espressa in Kg;

B: è il fattore sostanza.

La sostanza predominante sarà quella caratterizzata da una netta prevalenza dell'espressione sopra indicata.

Il fattore Q

Il fattore Q rappresenta il quantitativo di sostanza rilasciabile in una unità logica in seguito ad un possibile evento incidentale.

I valori del parametro Q da utilizzare, vengono valutati, in maniera differente per i seguenti casi:

tubazioni e manichette;
serbatoi;
fusti.

Il valore da attribuire a Q nel nostro caso è pari all'intero quantitativo del bulk posizionato in impianto ed utilizzato per l'additivazione.

I FATTORI DI PENALIZZAZIONE

I fattori di penalizzazione rappresentano tutti quei parametri che provengono dai diversi aspetti della lavorazione, dalle condizioni operative e impiantistiche nell'unità in esame:

- **Rischi generali di processo P:** appartengono a questo gruppo tutti quei rischi comuni connessi con il processo di base o con altre operazioni che sono comunque effettuate all'interno dell'unità;
- **Rischi particolari di processo S:** rappresenta tutti quei fattori legati a specifiche condizioni operative in cui viene condotto il processo;
- **Rischi connessi al lay-out L:** con questo indice si studia la conformazione fisica dell'unità e dell'impianto relativamente alla disposizione planimetrica ed in verticale delle apparecchiature contenenti idrocarburi, i sistemi di drenaggio superficiale.

I FATTORI DI COMPENSAZIONE

Le caratteristiche di sicurezza e le misure preventive applicate in un'unità permettono di determinare dei fattori di compensazione che riducono il rischio di incidente.

Questi parametri possono essere suddivisi in due gruppi che tendono a:

- ridurre il rischio attraverso la diminuzione del numero di incidenti:

K1 Contenimento

K2 Controllo del processo

K3 Politica di prevenzione

- ridurre il rischio attraverso la diminuzione dell'entità potenziale degli incidenti:

K4 Politica di protezione

K5 Eliminazione/Isolamento delle sostanze

K6 Preparazione all'emergenza.

Indice di Propensione al Rilascio Compensato

La presenza nell'impianto di misure di emergenza che tendono a diminuire il numero di incidenti (tipo di progettazione meccanica, strumentazioni di controllo e di sicurezza, procedure di esercizio e manutenzione, addestramento del personale) o a minimizzare i danni conseguenti al rilascio accidentale di idrocarburi (sistemi di drenaggio e raccolta, assistenza dei vigili del fuoco) permettono di determinare l'indice di propensione alla propagazione "compensato".

L'**Indice di Propensione al Rilascio Compensato PR'** viene calcolato a partire dal valore intrinseco, già determinato, secondo la seguente relazione:

$$PR' = PR * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6$$

Indice di Propensione alla Propagazione

L'indice di propensione alla propagazione descrive l'attitudine della porzione di terreno ove insiste l'unità/impianto a diffondere la contaminazione nel sottosuolo.

Per esprimere in modo quantitativo l'indice di propensione alla propagazione la metodologia propone l'utilizzo dei parametri velocità di flusso verticale e orizzontale di un acquifero ottenute per mezzo della legge di Darcy:

$$V = k * i$$

dove:

V velocità con cui avviene il moto;

k coefficiente di permeabilità;

i gradiente idraulico.

Con il calcolo di questo indice si tiene conto del rischio di contaminazione per determinate categorie di elementi ambientali sensibili (zone costiere, riserve naturali, beni paesaggistici, aree naturali protette, parchi, riserve, laghi, punti di captazione ecc.) e della possibilità, per questi bersagli, di essere colpiti entro 6 mesi.

E' infatti stato stimato che questo intervallo corrisponde al tempo in cui si può assumere, con ragionevole certezza, che un inquinante non giunga più al bersaglio nel caso in cui:

- siano state messe in atto le prime azioni di messa in sicurezza d'emergenza;
- sia stato verificato il corretto funzionamento;
- sia stato ricalibrato il sistema in funzione dei risultati delle indagini di caratterizzazione.

Lo studio di questo indice è legato alle caratteristiche specifiche del mezzo di propagazione che contribuiscono ad incrementare o a ridurre la capacità di trasferimento di una sostanza dalla generica sorgente al bersaglio. Risulta quindi che fattori come *Velocità, Direzione e Tempo di Propagazione* sono le variabili fondamentali per la valutazione dell'intensità della propagazione poiché sono necessari per determinare:

- i raggi/distanze di danno, rispetto alla sorgente di rilascio;
- i tempi disponibili ad attuare gli interventi diretti a ridurre l'infiltrazione nel terreno ed evitare che l'inquinante percorra la distanza e raggiunga i ricettori ambientali vulnerabili da proteggere.

L'indice di propensione alla propagazione viene determinato dalla combinazione e interazione di due fattori legati alla velocità di filtrazione verticale e orizzontale.

La velocità di filtrazione verticale espressa in funzione dei tempi di arrivo in falda e la velocità di filtrazione orizzontale sono parametri che permettono di definire una condizione di rischio crescente all'aumentare del loro valore.

Indice di Propagazione Verticale IPV

Il tempo di arrivo verticale esprime, di fatto, la vulnerabilità verticale dell'acquifero, tenuto conto del tempo impiegato da una particella d'acqua a percorrere un determinato spazio in un determinato tempo. Esso viene valutato mediante la conoscenza della soggiacenza *S* della falda, cioè della profondità della falda rispetto al piano campagna, e della velocità di filtrazione nella zona insatura, ovvero della permeabilità.

Il grado di vulnerabilità è, quindi, funzione del tempo di arrivo di un potenziale inquinante in falda, espresso come rapporto fra soggiacenza e velocità di filtrazione verticale:

$$t = \frac{S}{v}$$

dove:

- S** soggiacenza della falda: profondità della falda rispetto al piano campagna
- v** velocità, è espressa dalla permeabilità, nelle ipotesi cautelative di un gradiente idraulico unitario e di completa saturazione.

Il tempo di arrivo viene stimato sulla base della seguente tabella²

Tempo di arrivo verticale	
>6 mesi	Alto
1 mese-6 mesi	Medio
4 giorni-1 mese	Basso
< 4 giorni	Molto Basso

- **4 giorni**, tempo necessario per avvisare le autorità dell'attuazione del sistema di messa in sicurezza d'emergenza³ ;
- **1 mese**, tempo necessario per presentare il piano di caratterizzazione e dare avvio alle indagini ed, eventualmente, eseguire una calibrazione del sistema di messa in sicurezza;
- **6 mesi**, tempo oltre il quale si presume ragionevolmente che non sussistano in ogni caso pericoli per elementi sensibili posti ad una certa distanza dalla sorgente inquinante.

Indice di Propagazione Orizzontale IPO

La velocità orizzontale di un acquifero esprime la tendenza alla propagazione orizzontale di un inquinante che non subisca effetti di ritardo rispetto all'acqua e che non venga sottoposto ad azioni di degradazione chimico-fisica o biologica.

Il parametro velocità orizzontale può essere desunto dalla formula di Darcy:

$$V = \frac{k * i}{\eta}$$

dove:

- V** velocità con cui avviene il moto;
k coefficiente di permeabilità;
i gradiente idraulico;
η porosità.

La selezione degli intervalli della velocità orizzontale viene determinata sulla base della seguente tabella:

Velocità orizzontale m/g	Vulnerabilità orizzontale
<0,5	Molto Bassa
0,5-1	Bassa
1-3	Media
>3	Alta

² La tabella è stata elaborata prendendo spunto dalla metodologia proposta da De Luca e Verga ('91) e poi modificata sulla base delle tempistiche previste dalla normativa in materia di Bonifiche (D.M. 471/99) e con i tempi di sicurezza previsti per la delimitazione della zona di rispetto allargata di cui all'Accordo del 12 Dicembre 2002 stipulato nell'ambito della Conferenza permanente per i rapporti tra Stato, Regioni e Province Autonome.

³ Attualmente il D.Lgs. 152/06 all'art. 242 (procedure operative ed amministrative) prevede che: "Al verificarsi di un evento che sia potenzialmente in grado di contaminare il sito, il responsabile dell'inquinamento mette in opera entro ventiquattro ore le misure necessarie di prevenzione e ne dà immediata comunicazione ai sensi e con le modalità di cui all'articolo 304, comma 2.(...)".

Valutazione delle criticità ambientali

L'ultima fase della metodologia consiste nella determinazione del livello di criticità per la falda e i possibili bersagli ambientali.

Quest'ultimo, cioè la risorsa ambientale soggetta a possibile contaminazione, può appartenere a tre diverse categorie, secondo lo schema:

Categoria	Risorsa ambientale
A	Beni paesaggistici, aree naturali protette, parchi, riserve, ecc
B	Laghi, stagni, punti di captazione (pozzi e sorgenti)
C	Delta, zone costiere o di mare, fiumi o canali

Sulla base delle categorie definite per l'indice di propagazione verticale IPV e per l'indice di propagazione orizzontale IPO è possibile definire 5 diversi livelli di rischio per la falda (definiti con numeri romani da I a V) e 5 per il potenziale bersaglio (definiti con numeri progressivi da 1 a 5).

I livelli di criticità per falde e bersagli vengono definiti dalla combinazione di IPV e IPO tramite la matrice:

		IPO			
		Molto Bassa	Bassa	Media	Alta
IPV	Alto	Livello 1/I	Livello 1/I	Livello 2/I	Livello 2/I
	Medio	Livello 3/II	Livello 4/II	Livello 5/III	Livello 5/III
	Basso	Livello 3/II	Livello 4/III	Livello 5/IV	Livello 5/IV
	Molto Basso	Livello 3/II	Livello 4/III	Livello 5/IV	Livello 5/V

Dalla combinazione dell'indice di propensione al rilascio compensato con il livello di criticità del bersaglio, si determina la criticità del rischio per la risorsa ambientale soggetta alla contaminazione tramite l'uso della seguente matrice:

Indice di Propensione al Rilascio		Livello di vulnerabilità/danno per i bersagli				
		1	2	3	4	5
PR'	Molto Basso	ABC	ABC	A>200m BC>100m	A>400m BC>200m	A>1500m BC>500m
	Basso	ABC	ABC	AB>200m C>100m	AB>400m C>200m	AB>1500m C>500m
	Medio	ABC in caso di depositi esistenti; altrimenti ARA	ABC in caso di depositi esistenti; altrimenti ARA	AB>200m C>100m	AB>400m C>200m	ARA
	Alto	ARA	ARA	ARA	ARA	ARA

Nelle caselle della matrice vengono riportate le categorie di bersagli non critiche (A, B, C), le distanze dalla sorgente di rilascio che consentono di considerare non critiche le risorse ambientali, la necessità di un'analisi più approfondita (ARA – Advance Risk Assessment).

Per determinare il livello di criticità della falda acquifera si considera la combinazione del livello di rischio per la falda sempre con l'indice di propensione al rilascio compensato:

		Livello di rischio per la falda IVF				
		I	II	III	IV	V
PR'	Molto Basso	F	F	F	F	F
	Basso	F	F	F	F	F(0-1)*
	Medio	F	F	F	F(0-1)*	F(0)**
	Alto	F	F	F(0-1)*	F(0)**	F(0)**

Le caselle della matrice individuano la situazione di non criticità per la falda o la necessità di analisi più approfondite (ARA). Nel caso in cui si dovessero verificare condizioni del tipo F(0-1), questo significa che la situazione è non critica se sussistono solo condizioni 0 o 1, altrimenti ARA. La situazione è ancora più limitativa nella condizione F(0) perché l'unica condizione di non criticità si verifica solo se esistono le condizioni 0.

L'indice numerico progressivo (0, 1, 2) identifica un livello crescente di rischio associato ai seguenti fattori:

- Uso del suolo dei terreni adiacenti;
- Potenziale di sfruttamento della risorsa o spessore;
- Propensione alla bonifica.

Tali limitazioni sono, dunque, espresse da fattori che possono incrementare (o ridurre) la probabilità di danno e identificano la necessità, quindi, di passare ad un livello di indagine più dettagliato.

<p>Uso del suolo dei terreni adiacenti:</p> <p>2) Residenziale, Commerciale, Agricolo di pregio</p> <p>1) Agricolo non di pregio</p> <p>0) Industriale</p>	<p>Potenziale di sfruttamento della risorsa o spessore:</p> <p>2) Alto potenziale</p> <p>1) Medio potenziale</p> <p>0) Basso potenziale</p>	<p>Propensione alla bonifica:</p> <p>2) Bassa: Rocce fessurate o Cariche</p> <p>1) Media: Acquifero multistrato omogeneo e/o eterogeneo</p> <p>0) Alta: Acquifero monostrato omogeneo</p>
---	--	--

Sia per la falda che per i bersagli, nei casi in cui i risultati dovessero evidenziare situazioni critiche, sarà necessario acquisire ulteriori dati sito-specifici e utilizzare modelli di simulazione della migrazione di inquinanti in falda più esaustivi e riconosciuti a livello nazionale/internazionale.

ELABORAZIONE DELLO SCHEMA METODOLOGICO

L'applicazione del metodo di analisi del rischio mediante l'utilizzo della suddetta metodologia, ha comportato:

1. l'individuazione delle sostanze da prendere in considerazione nello studio;
2. la scelta delle unità logiche all'interno delle quali sono presenti le sostanze suddette;
3. l'individuazione dei fattori diagnostici (impiantistici-gestionali) e geognostici (sistema ambiente) con gli indici correlati con il rischio:
 - calcolo dell'indice di propensione al rilascio per ciascuna unità logica;
 - identificazione di fattori di compensazione o riduzione del rischio;
 - calcolo dell'indice di propensione alla propagazione.
4. l'integrazione delle informazioni finalizzata ad identificare per ciascuna unità logica le criticità in relazione alla presenza di elementi vulnerabili, gli eventuali livelli successivi di approfondimento e le eventuali azioni di mitigazione del rischio.

Sostanze individuate

Dall'analisi di tutte le sostanze presenti nell'impianto idrogeno SMR, si è scelto di valutare le conseguenze e gli effetti negativi relativi al probabile rilascio incontrollato di sostanze liquide, "eco-tossiche" ai sensi del D.Lgs. 334/99 e succ. mod. ed int., etichettate con il seguente simbolo:



N: PERICOLOSO PER L'AMBIENTE

e con le seguenti frasi di rischio:

R51/53: Tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico

È stata individuata la seguente sostanza:

Dimetildisolfuro (DMDS)

Le proprietà chimico-fisiche e le caratteristiche di pericolosità sono riportate nella Scheda di Sicurezza in **Allegato 1**.

UNITÀ LOGICA ANALIZZATA

Il DMDS viene stoccato nel vessel **1V-196** il consumo è stato stimato in 300 litri/anno, corrispondente alla quantità massima stoccata in impianto.

Il DMDS attraverso il sistema di dosaggio, costituito dal **1V-197** e dalle pompe **1P-196 - 1 / 2** e **1P-197**, in caso di bisogno, sarà aggiunto alla carica prima che la stessa entri nell'idrogenatore **1R-101**.

Il DMDS è utilizzato nell'impianto se il contenuto di zolfo presente nella carica dovesse essere inferiore a 2-3 wt ppm.

Se ciò avviene per un periodo di tempo prolungato, lo zolfo potrebbe essere strippato dal catalizzatore rendendo quindi necessaria una iniezione di zolfo.

Al fine di mantenere l'attività del catalizzatore di idrogenazione, e per prevenire che diventi attivo per reazione secondaria, è essenziale che in esso sia sempre presente una certa quantità di zolfo.. Questa viene fatta mediante una aggiunta di zolfo in forma di dimetildisolfuro, DMDS, alla carica prima che il gas di processo entri nell'idrogenatore **1R-101**.

L'unità logica individuata è corrispondente a:

SOSTANZA Dimetildisolfuro
UNITA': Area di additivazione **1V-196**

CALCOLO DELL'INDICE DI PROPENSIONE AL RILASCIO

Per il calcolo dell'Indice di Propensione al Rilascio sono stati elaborati dei fogli di calcolo per gruppi di parametri da calcolare:

- 1) B-Q;
- 2) P-S-L;
- 3) K1-K2;
- 4) K3-K4;
- 5) K5-K6.

Si riportano di seguito delle tabelle relative ai dati e ai fattori di penalizzazione e di compensazione adottati per il calcolo dell'indice di propensione al rilascio.

Nell'ultima colonna delle tabelle sono riportati dei commenti relativi ai dati o ai fattori assunti.

FATTORE SOSTANZA B

Il valore del fattore sostanza viene determinato tramite la relazione:

$$B = T * M * P$$

con:

T Tossicità (determinata sulla base delle frasi di rischio R);

M Mobilità (determinata sulla base di viscosità, tensione di vapore, solubilità e densità);

P Persistenza.

TOSSICITA'			
Frasi di rischio		Fattore adottato	Commenti
R 22	Nocivo per ingestione	1	
R 51	Tossico per gli organismi acquatici	2	
R 53	Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico	2	
Indice di Tossicità		5	

MOBILITA'			
Caratteristiche chimico-fisiche		Fattore adottato	Commenti
Viscosità cinematica a 20°C [mm ² /s]	0.58	3	
Tensione di vapore a 20°C [hPa]	28,6	2	
Solubilità a 20°C [mg/l]	non solubile in acqua	N.A.	Non si dispone del valore della solubilità. Ai fini della valutazione di rischio è stato quindi scelto un valore pari a 10.000 mg/l al fine di rientrare nel campo che rappresenta la condizione più sfavorevole, a vantaggio di sicurezza.
Densità a 20°C [kg/l]	1,063		
Indice di Mobilità		1,5	Valore ottenuto considerando che all'indice numerico 5=(3+2) corrisponde una condizione Moderatamente mobile pari a 1,5

N.A. = non applicabile

PERSISTENZA			
		Fattore adottato	Commenti
Degradabilità abiotica (P1)	persistente	3	Non si dispone del valore della degradabilità abiotica. Ai fini della valutazione di rischio è stato quindi scelto un valore pari a 3
Biodegradabilità aerobica (P2)	persistente	3	Non si dispone del valore della biodegradabilità aerobica. Ai fini della valutazione di rischio è stato quindi scelto un valore pari a 3
Biodegradabilità anaerobica (P3)	persistente	3	Non si dispone del valore della biodegradabilità anaerobica. Ai fini della valutazione di rischio è stato quindi scelto un valore pari a 3
Indice di Persistenza		1,5	Valore ottenuto come segue: $P = (\sum P_i)/6$
FATTORE SOSTANZA B		11,25	

PARAMETRO Q

E' il quantitativo di sostanza che viene utilizzata nell'unità e che può, quindi, essere rilasciata accidentalmente nell'ambiente. Ovviamente, maggiore è la quantità presente, più alto sarà il rischio di incidente e in caso di avvenuto rilascio l'entità del danno sarà notevole.

Nel nostro caso il valore da attribuire a Q è pari alla quantità di liquido complessivamente presente in impianto: n°1 bulk per un totale di 300 Kg.

PENALITA'

PARAMETRO Q		
	Fattore adottato	Commenti
Quantità	300	1 bulk in produzione
Q	300	

Rischi generali di processo P		
	Fattore adottato	Commenti
Manipolazione sostanze	30	Sistema di additivazione
Trasferimento sostanze	25	Operazioni che comportano allacciamento e distacco di tubazioni
Contenitori trasportabili	40	Presenza di bulk pieni
P	95	

Rischi particolari di processo S		
	Fattore adottato	Commenti
Alta pressione [bar]	1,25	Fattore pressione
Corrosione interna [mm/anno]	0	Inferiore a 0.1 mm/anno
Corrosione esterna	10	Serbatoi (bulk) fuori terra non rivestiti, ma dotati di un idoneo programma di manutenzione
Perdite da giunti e guarnizioni	0	Costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, con accoppiamenti flangiati tali da garantire un'adeguata tenuta e valvole a tenuta stagna e in presenza di tenute delle pompe di tipo meccanico singola o di livello superiore
Vibrazioni e carichi ciclici impiantistici	20	Bulk
Vibrazioni e carichi ciclici naturali (rischio sismico)	20	Categoria sismica 2. Impianto costruito con criteri antisismici
Rischio per utilizzazione intensiva	N.A.	Movimentazione annua: circa 1 bulk
S	51,25	

N.A. = non applicabile

Rischi connessi al lay-out L		
	Fattore adottato	Commenti
Progettazione della struttura	N.A.	
Conformazione sotto il livello del suolo	N.A.	
Drenaggio di superficie	N.A.	
L	N.A.	

N.A. = non applicabile

COMPENSAZIONI

Contenimento K1		
	Fattore adottato	Commenti
Serbatoi verticali	1	
Condotte di trasferimento	1	
Sistemi di contenimento supplementare	1	
Sistemi di rilevamento perdite	1	
Scarichi di emergenza e funzionali	1	
K1	1	

Controllo del processo K2		
	Fattore adottato	Commenti
Sistemi di allarme e blocco	1	
Controllo centralizzato	1	
Istruzioni operative	0,77	Fattore compensativo calcolato secondo la (*)
Sorveglianza dell'impianto	0,77	(**)
K2	0,59	

$$Fattore\ compensativo = 1 - \left(\frac{\sum_{fatt. ponderali}}{100} \right)$$

(*) Procedure specifiche e dettagliate per ogni singola operazione (5); Procedure per arresto di emergenza e successiva rimessa in marcia (4); Procedure di rimessa in marcia dopo manutenzione (4); Procedure per bonifica di tubazioni e serbatoio; per depositi fusti procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (4); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (3); Procedure di controllo per modifica di istruzioni operative (3).

(**) Sistema di comunicazione acustico dalla sala controllo principale bidirezionale (0,98); Sistema cercapersona in dotazione agli operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97); Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90); Efficaci sistemi antiaccensione e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,90).

Atteggiamento nei riguardi della sicurezza e della protezione ambientale K3, K4		
	Fattore adottato	Commenti
K3	1	
K4	0,90	Fattore compensativo calcolato secondo la (***)

$$Fattore\ compensativo = 1 - \left(\frac{\sum_{fatt.ponderali}}{100} \right)$$

(***) E' stata condotta una specifica analisi degli scenari incidentali che possono dare origine a danni ambientali e relative misure di contenimento congruente con la realtà del deposito (5); Nell'Ambito del Sistema di Gestione della Sicurezza è predisposto ed attuato un programma specifico di informazione e formazione sui potenziali danni ambientali e relative misure di contenimento (5)

Isolamento ed eliminazione delle sostanze K5		
	Fattore adottato	Commenti
Sistemi di drenaggio e raccolta	1	
Sistemi a valvole	1	
K5	1	

Operazioni di assistenza in emergenza K6		
	Fattore adottato	Commenti
Assistenza Vigili del fuoco	0.9	Fattore compensativo calcolato secondo la (***)
Cooperazione stabilimento	0.9	Sono previste per tutti gli operatori prove periodiche presso campi di istruzione
Recupero e bonifica	1	
K6	0,81	

$$Fattore\ compensativo = 1 - (0,05 \times n)$$

(****) n° 2 incaricati alla lotta antincendio, emergenza ed evacuazione.

Nella tabella seguente vengono indicati in maniera sintetica i dati di calcolo e i valori degli indici PR e PR'.

UNITÀ'	CAPACITÀ (m ³)	P	S+L	K	B	Q
DMDS	0.4	95	51,25	0,43	11,25	300

INDICE DI PROPENSIONE AL RILASCIO				
UNITÀ'	PR	CATEGORIA INTRINSECA	PR'	CATEGORIA COMPENSATA
DMDS	9937,69	MEDIO	4273,21	MEDIO

Come si evince dalla tabella precedente, l'Indice di Propensione al Rilascio compensato PR' risulta "MEDIO".

CALCOLO DELL'INDICE DI PROPENSIONE ALLA PROPAGAZIONE

Il calcolo dell'indice di Propensione alla Propagazione si determina dalla combinazione tra l'Indice di Propagazione Orizzontale **IPO** e l'Indice di Propagazione Verticale **IPV**.

Per il calcolo di tali indici è stato necessario individuare i valori di alcuni parametri idrogeologici specifici per il sito della centrale idrogeno SMR.

In particolare sono stati considerati i seguenti parametri, dedotti dallo studio idrogeologico di sito:

- S:** soggiacenza, pari a: 16 m;
- K:** coefficiente di permeabilità, compreso tra 10⁻⁴ e 10⁻⁶ m/s.
- i:** gradiente idraulico, pari a: 0,02;
- h:** porosità efficace, pari al 10%.

Calcolo dell' IPV

Il calcolo dell'Indice di Propagazione Verticale **IPV** è stato calcolato tramite la relazione:

$$t = \frac{\text{Soggiacenza}}{K}$$

Si riporta di seguito la tabella relativa ai dati adottati per il calcolo dell'Indice di Propagazione Verticale, determinato come tempo di arrivo in falda.

soggiacenza [m]	permeabilità K [m/s]	tempo di arrivo in falda [giorni]	classificazione
16	2,2 * 10 ⁻⁵	8,42	BASSO

Dai risultati precedenti si evidenzia che il tempo di arrivo in falda è “BASSO”, in quanto inferiore ad un mese.

Calcolo dell' IPO

Il calcolo dell'Indice di Propagazione Orizzontale **IPO** è stato effettuato tramite la relazione:

$$v = \frac{K * i}{h}$$

Si riporta di seguito la tabella relativa ai dati adottati per il calcolo dell'Indice di Propagazione Orizzontale, determinato come velocità di propagazione orizzontale.

Gradiente idraulico	Permeabilità [m/s]	Porosità	Velocità orizzontale [m/g]	Classificazione
0,02	$2.2 * 10^{-5}$	0,1	0,41	MOLTO BASSO

Dai risultati ottenuti nel calcolo della velocità orizzontale si evidenziano valori “MOLTO BASSI”.

Dalla combinazione tra l'Indice di Propagazione Verticale (IPV) e quello Orizzontale (IPO) è stato determinato il livello di criticità per i bersagli e la falda.

IPV: BASSO IPO: MOLTO BASSO → LIVELLO 3/II

		IPO			
		Molto Basso	Basso	Medio	Alto
IPV	Alto	Livello 1/I	Livello 1/I	Livello 2/I	Livello 2/I
	Medio	Livello 3/II	Livello 4/II	Livello 5/III	Livello 5/III
	Basso	Livello 3/II	Livello 4/III	Livello 5/IV	Livello 5/IV
	Molto Basso	Livello 3/II	Livello 4/III	Livello 5/IV	Livello 5/V

Criticità del rischio per i bersagli IRB (Indice di Rischio per i Bersagli)

La metodologia individua tre diverse categorie di bersagli sensibili:

Categoria	Risorsa ambientale
A	Beni paesaggistici e ambientali, aree naturali protette, parchi e riserve, ecc
B	Laghi, stagni, punti di captazione (pozzi e sorgenti), zone di ricarica falda;
C	Delta, Zone costiere o di mare, fiumi o canali

Nell'analisi di valutazione di rischio ambientale le risorse ambientali individuate come possibili bersagli appartengono alla categoria C, zone costiere o di mare.

La criticità del rischio per il bersaglio è stata ottenuta combinando l'Indice di Propensione al Rilascio compensato (che è risultato medio) con il livello di rischio per il bersaglio stesso (livello 3).

Indice di Propensione al Rilascio compensato: MEDIO

Livello di Rischio per il Bersaglio: 3

	Livello di vulnerabilità/danno per i bersagli				
Indice di propensione al rilascio compensato	1	2	3	4	5
Molto Basso	ABC	ABC	A>200m BC>100m	A>400m BC>200m	A>1500m BC>500m
Basso	ABC	ABC	AB>200m C>100m	AB>400m C>200m	AB>1500m C>500m
Medio	ABC in caso di depositi esistenti; altrimenti ARA	ABC in caso di depositi esistenti; altrimenti ARA	AB>200m C>100m	AB>400m C>200m	ARA
Alto	ARA	ARA	ARA	ARA	ARA

Nota: Nelle caselle della matrice sono indicate:

- Le categorie di bersagli non critiche;
- Le distanze dalla sorgente di rilascio che consentono di considerare le categorie non critiche;
- La necessità di analisi più approfondite (ARA o Advanced Risk Assessment)

Questa particolare situazione risulta non critica se la distanza del bersaglio dalla sorgente è superiore a 100 metri nel caso di risorse ambientali di categoria C, e superiore a 200 metri per le categorie A e B.

Poiché la zona costiera si trova ad una distanza minima di circa 400 m dai possibili punti di rilascio, è possibile affermare che la **condizione di rischio per i bersagli non risulta critica, quindi non sono previste misure approfondite di analisi.**

Criticità del rischio per la falda IRF (Indice di Rischio per la Falda)

Nel caso di un possibile rilascio nell'impianto, il livello di vulnerabilità per la falda è pari a II. Per quanto riguarda la criticità della falda e quella relativa ai bersagli, in base alla combinazione dei diversi Indici di Propensione al Rilascio compensati con il livello di rischio per la falda, si ottiene la seguente condizione.

Indice di Propensione al Rilascio compensato: MEDIO

Livello di Rischio per la Falda: II

Livello di rischio per la falda IVF					
Indice di propensione al rilascio compensato	I	II	III	IV	V
Molto Basso	F	F	F	F	F
Basso	F	F	F	F	F(0-1)*
Medio	F	F	F	F(0-1)*	F(0)**
Alto	F	F	F(0-1)*	F(0)**	F(0)**

In questa situazione, con un livello di rischio per la falda basso (livello II), la combinazione con l'Indice di Propensione al Rilascio compensato "medio" **non implica rischi per la falda**, rientrando ampiamente in una situazione non critica.

CONCLUSIONI

La riduzione dell'Indice di Propensione al Rilascio mostra un notevole calo della pericolosità per l'ambiente dalla condizione di rischio "intrinseco" a quello "compensato" (da alto a medio).

Questo sottolinea un buon livello di qualità delle soluzioni gestionali e delle misure di sicurezza adottate.

Dalla combinazione dell'Indice di Propagazione Verticale **IPV** e Orizzontale **IPO** si è ottenuto un Indice di Propensione alla Propagazione che definisce una situazione tale da non evidenziare particolari condizioni di vulnerabilità.

Infatti sia per la falda che per il bersaglio-mare non sono state evidenziate situazioni critiche tali da dover richiedere misure approfondite di analisi.

La condizione di non criticità non implica tuttavia la probabilità che un evento indesiderato non si verifichi del tutto, ma sottolinea che **le misure previste sono tali da garantire adeguati tempi di intervento** per evitare la contaminazione dei bersagli.

Si evidenzia inoltre che il bulk di DIMETIDISOLFURO è ubicato all'interno di un'area interamente cordolata ed impermeabilizzata, tale da impedire eventuali infiltrazioni verso il suolo nel caso di ipotetici sversamenti.

Dunque, la valutazione di rischio ambientale relativa all'area dell'impianto, condotta tramite la metodologia speditiva, ha permesso di evidenziare una **situazione di vulnerabilità non critica per la falda e i possibili recettori sensibili** e, come affermato in precedenza, una **condizione tale da permettere opportuni tempi di intervento.**

In sintesi, considerate **le misure impiantistico-gestionali adottate e le caratteristiche stratigrafico-strutturali dell'area**, si può affermare che **la Centrale SMR, dal punto di vista dell'impatto ambientale, non è in grado di apportare contaminazione rapida e di grossa entità.**

ALLEGATI

Allegato 1

Scheda di sicurezza

Allegato 2

Planimetria stabilimento