



raffineria di ancona

Allegato 9
Analisi Rischio Preliminare





api raffineria di ancona S.p.A.

Raffineria di Falconara M.ma (AN)

**ADEGUAMENTO DEL CICLO
DESOLFORAZIONE PER LA
PRODUZIONE DI COMBUSTIBILI
MARINI A BASSO TENORE DI ZOLFO**

ANALISI DI RISCHIO PRELIMINARE

| Emis.N. | Data | Descrizione | Redatto | Verificato | Approvato |
|-----------------|------------|-----------------|--|------------|--|
| 01 | 06/03/2015 | Prima emissione | FP | GP | Il Direttore Generale Ing. Alfredo Romano |
| Commessa: 71209 | | | File: 71209-Analisi rischio preliminare DS2-00 | | |

T R R S.r.l. – Tecnologia Ricerca Rischi – Via Saore, 25 – 24046 Osio Sotto (BG)





INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. DEFINIZIONE DELLE IPOTESI INCIDENTALI | 3 |
| 2.1 Individuazione delle cause iniziatrici mediante metodi deduttivi e stima delle relative frequenze di accadimento | 3 |
| 3 STIMA DELLE CONSEGUENZE DEGLI EVENTI INCIDENTALI | 14 |
| 3.1 Criteri per l'individuazione degli scenari incidentali, delle relative frequenze e conseguenze | 14 |
| 4 CONCLUSIONI | 22 |

ALLEGATI

- ALLEGATO 1. Alberi di Guasto**
- ALLEGATO 2. Alberi degli Eventi**
- ALLEGATO 3. Elaborati di calcolo**





1. PREMESSA

Il presente documento rappresenta l'analisi di rischio preliminare relativa al progetto di adeguamento del ciclo desolfurazione per la produzione di combustibili marini a basso tenore di zolfo.

Lo scopo di tale documento è di rappresentare i principali scenari incidentali desumibili da deviazioni di processo e da rotture statistiche storiche, rappresentandone per ciascuno i relativi ordini di grandezza in termini di frequenze di accadimento e distanze di danno.

2. DEFINIZIONE DELLE IPOTESI INCIDENTALI

2.1 Individuazione delle cause iniziatrici mediante metodi deduttivi e stima delle relative frequenze di accadimento

Il presente paragrafo è finalizzato a:

- Individuare le cause iniziatrici degli eventi incidentali ragionevolmente ipotizzabili per lo Stabilimento in esame;
- Quantificare le frequenze di accadimento relative alle cause iniziatrici (Top Event) degli eventi incidentali individuati;
- Individuare la classe di probabilità dell'evento incidentale.

Per individuare le cause iniziatrici e le relative frequenze si utilizzano diverse tecniche di analisi.

Nel proseguo del paragrafo vengono illustrate in sintesi le tecniche di analisi e i relativi criteri adottati e successivamente i risultati ottenuti.

Le cause iniziatrici degli eventi incidentali ragionevolmente credibili vengono individuate mediante:

- Analisi Operativa (comunemente denominata HazOp "Hazard Operability")
- Analisi da dati di tipo statistico-storico (letteratura).





Identificazione delle ipotesi incidentali mediante Analisi operativa (HAZOP)

L'analisi operativa permette di valutare in modo sistematico ogni possibile deviazione dalle condizioni di regime di funzionamento, andando ad individuare le cause e le conseguenze elementari che, concatenate tra loro, possono portare all'accadimento di una causa iniziatrice.

L'analisi di operabilità è applicata con risultati apprezzabili a sistemi complessi, dove i rischi sono dovuti principalmente a deviazioni delle condizioni di funzionamento.

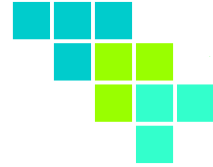
Identificazione delle ipotesi incidentali mediante Analisi Statistico-Storica

La tecnica analitica di tipo “statistico-storica” compie un'analisi macroscopica degli eventi incidentali caratteristici delle apparecchiature connesse con la linea in esame. Senza approfondire la sequenza logica che porta al verificarsi della causa iniziatrice, questa determina i punti critici delle installazioni esaminate e fornisce una stima approssimata della frequenza di accadimento.

La validità di tale metodologia è pertanto limitata a installazioni particolarmente semplici laddove le conseguenze delle deviazioni di processo siano facilmente prevedibili sulla base della sola esperienza. Per tale motivo viene applicata a sistemi che non prevedono trasformazioni chimiche complesse o che presentano configurazioni standard (ad esempio l'area movimentazione).

Eventi incidentali tipici, quali ad esempio la fuoriuscita di sostanze pericolose per rottura della tenuta dei compressori e delle pompe, per cedimento della guarnizione delle flange e per rottura di tubazioni, si desumono dall'esperienza storica su impianti chimici e petrolchimici.





Determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi incidentali mediante Alberi di Guasto

Le frequenze relative alle cause iniziatrici individuate attraverso la tecnica HAZOP vengono determinate attraverso la tecnica quantitativa dell'albero dei guasti (Fault Tree Analysis). Gli alberi di guasto sono costruiti avvalendosi dei risultati dell'analisi HAZOP, combinando tra di loro le diverse "cause" e le "mancate protezioni". Per determinare la frequenza di accadimento dell'evento incidentale, si procede alla quantificazione degli alberi di guasto.

La quantificazione dell'albero di guasto è effettuata con l'ausilio del codice Logan prodotto dalla società AREVA in concessione d'uso alla Società scrivente.

In funzione dei ratei di guasto, dei tempi di riparazione e delle frequenze di test attribuiti ai primari, si ottengono le frequenze di accadimento su base annua degli eventi incidentali selezionati. Ad ogni singolo evento primario, che entra nella quantificazione dell'albero di guasto, sono attribuiti i parametri di affidabilità ricavati da banche dati componenti specializzate.





Tali parametri sono raccolti nella tabella qui di seguito riportata, aggiornati alla data di Maggio 2012:

| EVENT REF | EVENT DESCRIPTION | Failure rate | Trepair or Ttest or PROB | R / U | REF. OREDA 2009 | |
|-----------|---|--------------|--------------------------|-------|-----------------|----------------------------|
| ERROP | Errore operativo di omissione o commissione | 0 | .0001 | - | E&P Forum | |
| MIOS | Mancato intervento operativo su segnalazione | 0 | .003 | - | E&P Forum | |
| MIOA | Mancato Intervento operativo su allarme | 0 | .001 | - | E&P Forum | |
| MIOL | Mancato intervento operativo su indicazione locale | 0 | .05 | - | E&P Forum | |
| LI | Guasto indicatore di livello | 0.011 | .014 | R | 4.2.2 | Faulty signal |
| LT | Guasto trasmettitore di livello | 0.011 | .014 | R | 4.2.2 | Sensing element |
| LY | Guasto trasduttore elettrico/pneumatico | 0.011 | .014 | R | 4.2.2 | Faulty signal |
| LIC/LRC | Guasto controllore di livello | 0.011 | .014 | R | 4.2.2 | Fail to function on demand |
| LAL | Mancato intervento allarme basso livello | 0.011 | 1 | U | 4.2.2 | Faulty alarm |
| LAH | Mancato intervento allarme alto livello | 0.011 | 1 | U | 4.2.2 | Faulty alarm |
| FI | Guasto indicatore di portata | 0.022 | .014 | R | 4.2.1 | Faulty signal |
| FT | Guasto trasmettitore di portata | 0.022 | .014 | R | 4.2.1 | Sensing element |
| FY | Guasto trasduttore elettrico/pneumatico | 0.022 | .014 | R | 4.2.1 | Faulty signal |
| FIC/FRC | Guasto controllore di portata | 0.049 | .014 | R | 4.2.1 | Fail to function on demand |
| FAL | Mancato intervento allarme bassa portata | 0.022 | 1 | U | 4.2.1 | Faulty alarm |
| FAH | Mancato intervento allarme alta portata | 0.022 | 1 | U | 4.2.1 | Faulty alarm |
| PI | Guasto indicatore di pressione | 0.018 | .014 | R | 4.2.1 | Faulty signal |
| PT | Guasto trasmettitore di pressione | 0.018 | .014 | R | 4.2 | Sensing element |
| PY | Guasto trasduttore elettrico/pneumatico | 0.010 | .014 | R | 4.2 | Faulty signal |
| PIC/PRC | Guasto controllore di pressione | 0.015 | .014 | R | 4.2 | Fail to function on demand |
| PAL | Mancato intervento Allarme bassa pressione | 0.010 | 1 | U | 4.2 | Faulty alarm |
| PAH | Manc. intervento allarme alta pressione | 0.010 | 1 | U | 4.2 | Faulty alarm |
| PDI | Guasto indicazione pressione differenziale | 0.018 | .014 | R | 4.2 | Faulty signal |
| PDT | Guasto trasmettitore pressione differenziale | 0.018 | .014 | R | 4.2 | Sensing element |
| PDAH | Manc. intervento allarme alta pressione differenziale | 0.010 | 1 | U | 4.2 | Faulty alarm |
| TE | Guasto trasmettitore di temperatura | 0.027 | .014 | R | 4.2.4 | Sensing element |
| TI | Guasto indicatore di temperatura | 0.027 | .014 | R | 4.2.4 | Faulty signal |
| TY | Guasto trasduttore elettrico/pneumatico | 0.027 | .014 | R | 4.2.4 | Faulty signal |

api raffineria di ancona S.p.A. –RAFFINERIA DI FALCONARA M.MA

Adeguamento del ciclo desolfurazione per la produzione di combustibili marini a basso tenore di zolfo

Analisi di rischio preliminare - 71209-Analisi rischio preliminare DS2-00 - **Pag. 6**





| EVENT REF | EVENT DESCRIPTION | Failure rate | Trepair or Ttest or PROB | R / U | REF. OREDA 2009 | |
|-----------|--|--------------|--------------------------|-------|-----------------|----------------------------------|
| TIC/TRC | Guasto controllore di temperatura | 0.041 | .014 | R | 4.2.4 | Fail to function on demand |
| TAH | Mancato intervento allarme alta temperatura | 0.027 | 1 | U | 4.2.4 | Faulty alarm |
| TAL | Mancato intervento allarme bassa temperatura | 0.027 | 1 | U | 4.2.4 | Faulty alarm |
| SEGNAC | Mancato intervento segnalazione acustica | 0.0052 | 1 | U | 4.2 | No signal/ indication/ alarm |
| SEGNLUM | Mancato intervento segnalazione luminosa | 0.0052 | 1 | U | 4.2 | No signal/ indication/ alarm |
| GA-PV | Guasto apertura valvola regolazione pressione | 0.0067 | .014 | R | 4.4.10 | Fail to close on demand |
| GC-PV | Guasto chiusura valvola regolazione pressione | 0.0033 | .014 | R | 4.4.10 | Fail to open on demand |
| GA-FV | Guasto apertura valvola regolazione portata | 0.0067 | .014 | R | 4.4.10 | Fail to close on demand |
| GC-FV | Guasto chiusura valvola regolazione portata | 0.0033 | .014 | R | 4.4.10 | Fail to open on demand |
| GA-LV | Guasto apertura valvola regolazione livello | 0.0067 | .014 | R | 4.4.10 | Fail to close on demand |
| GC-LV | Guasto chiusura valvola regolazione livello | 0.0033 | .014 | R | 4.4.10 | Fail to open on demand |
| GA-TV | Guasto apertura valvola regolazione temperatura | .0067 | .014 | R | 4.4.10 | Fail to close on demand |
| GC-TV | Guasto chiusura valvola regolazione temperatura | 0.0033 | .014 | R | 4.4.10 | Fail to open on demand |
| AREG | Guasto valvola di autoregolazione | 0.0067 | .014 | R | 4.4.10 | Fail to close on demand |
| XV-O | Mancato intervento in apertura valvola di blocco | 0.02 | 1 | U | 4.4.5 | Fail to open on demand |
| XV-C | Mancato intervento in chiusura valvola di blocco | 0.0095 | 1 | U | 4.4.5 | Fail to close on demand |
| S-XV | Intervento spurio valvola di blocco | 0.0025 | .014 | R | 4.4.5 | Spurious operation |
| TXV | Mancata tenuta valvola di blocco | 0.0025 | 1 | U | 4.4.14 | Valve leakage in closed position |
| TRV | Mancata tenuta valvola di regolazione | 0.0033 | 1 | U | 4.4.10 | Valve leakage in closed position |
| S-LOG | Intervento spurio relay di allarme / blocco | 0.15 | .014 | R | 4.3 | Spurious operation |
| LOG | Mancato intervento relay di allarme / blocco | 0.054 | 1 | U | 4.3 | Communication controller |
| CHK | Mancato intervento valvola di non ritorno | 0.0011 | .014 | R | 4.4.8.1 | -- |
| PSV | Mancata apertura valvola di sicurezza | 0.012 | 2 | U | 4.4.13.4 | Fail to open on |

api raffineria di ancona S.p.A. –RAFFINERIA DI FALCONARA M.MA

Adeguamento del ciclo desolfurazione per la produzione di combustibili marini a basso tenore di zolfo

Analisi di rischio preliminare - 71209-Analisi rischio preliminare DS2-00 - **Pag. 7**



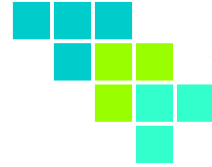


| EVENT REF | EVENT DESCRIPTION | Failure rate | Trepair or Ttest or PROB | R / U | REF. OREDA 2009 | |
|-----------|---|--------------|--------------------------|-------|-----------------|-----------------------------|
| | | | | | | demand |
| APSV | Apertura intempestiva valvola di sicurezza | 0.0086 | .014 | R | 4.4.13 | Fail to close on demand |
| AR-KC | Fermata intempestiva compressore centrifugo | 0.027 | .014 | R | 1.1.1 | Spurious stop |
| AR-KA | Fermata intempestiva compressore alternativo | 0.038 | .014 | R | 1.1.2 | Spurious stop |
| MCCC | Mancato blocco compressore centrifugo (mccc) | 0.0058 | 1 | U | 1.1.1 | Fail to stop on demand |
| MCCA | Mancato blocco compressore alternativo (mcca) | 0.04 | 1 | U | 1.1.2 | Fail to stop on demand |
| MCP | Mancato blocco pompa (mcp) | 0.04 | 1 | U | 1.3.1 | Failure to stop on demand |
| MCS | Mancata partenza pompa (mcs) | 0.04 | 1 | U | 1.3.1 | Failure to start on demand |
| AR-MPC | Fermata intempestiva pompa centrifuga | 0.04 | .014 | R | 1.3.1 | Mechanical failure |
| AR-MPA | Fermata intempestiva pompa alternativa | 0.21 | .014 | R | 1.3.2 | Mechanical failure |
| AR-MEPC | Arresto intempestivo motore elettrico pompa centrifuga | 0.013 | .014 | R | 1.3.1 | Electrical failure |
| AR-MEPA | Arresto intempestivo motore elettrico pompa alternativa | 0.015 | .014 | R | 1.3.2 | Electrical failure |
| AR-MEKC | Arresto intempestivo motore elettrico compressore centrifugo | 0.071 | .014 | R | 1.1.1 | Electrical failure |
| AR-MEKA | Arresto intempestivo motore elettrico compressore alternativo | 0.0082 | .014 | R | 1.1.2 | Electrical failure |
| AR-MEF | Arresto intempestivo motore elettrico ventilatore | 0.032 | .014 | R | 3.1 | Electrical failure |
| MI-MP | Mancato avviamento motore elettrico | 0.034 | 1 | U | 1.3 | Low output |
| AR-DP | Fermata intempestiva pompa diesel | 0.013 | .0412 | R | 1.3.13 | Spurious stop |
| MI-DP | Mancato avviamento pompa diesel | 0.013 | 1 | U | 1.3.13 | Low output |
| TURB | Fermata intempestiva turbina a vapore | 0.047 | .014 | R | 1.5 | Spurious stop |
| BLOW | Guasto soffiante aria comburente | 0.042 | .014 | R | 3.1 | Mechanical failure |
| VENT | Guasto meccanico ventilatore raffreddamento | 0.042 | .014 | R | 3.1 | Mechanical failure |
| BA | Mancato intervento fotocellula | 0.06 | .014 | R | 3.3 | Abnormal instrument reading |
| ZX | Mancata segnalazione da fine corsa | 0.01 | .014 | R | 4.2 | Faulty signal |
| DCS | Mancato intervento blocco da logica DCS | 0.046 | .014 | R | 4.3 | Erratic output |
| TDC | Guasto regolazione computerizzata | 0.046 | .014 | R | 4.3 | Erratic output |

api raffineria di ancona S.p.A. –RAFFINERIA DI FALCONARA M.MA

Adeguamento del ciclo desolfurazione per la produzione di combustibili marini a basso tenore di zolfo
Analisi di rischio preliminare - 71209-Analisi rischio preliminare DS2-00 - **Pag. 8**





| EVENT REF | EVENT DESCRIPTION | Failure rate | Trepair or Ttest or PROB | R / U | REF. OREDA 2009 | |
|-----------|---|--------------|--------------------------|-------|-----------------|------------------------------|
| AAR | Guasto analizzatore | 0.015 | .014 | R | 4.2 | Fail to function on demand |
| SENS | Mancata rilevazione sensore | 0.015 | 1 | U | 4.2 | Fail to function on demand |
| EL-P | Mancata rilevazione stato pompa | 0.009 | 1 | U | 1.3 | No signal/ indication/ alarm |
| EL-CC | Mancata rilevazione stato compressore centrifugo | 0.093 | 1 | U | 1.1.1 | No signal/ indication/ alarm |
| EL-CA | Mancata rilevazione stato compressore alternativo | 0.0082 | 1 | U | 1.1.2 | No signal/ indication/ alarm |

Frequenza di accadimento delle deviazioni primarie e tempi di intervento (OREDA)

Legenda

- Failure rate rateo di guasto degli eventi primari di guasto (occasioni/anno).
- Ttest intervallo di tempo tra i test del componente (frazioni di anno/occasione).
- Trepair tempo richiesto per la rilevazione del guasto e la riparazione del componente (frazioni di anno/occasione).
- R componente riparabile non testato.
- U componente non riparabile e testato.
- componente al quale è assegnata una probabilità di guasto su domanda.

Per quanto riguarda i tempi di verifica delle attrezzature critiche (allarmi, PSV e sistemi di blocco), gli alberi di guasto tengono conto di valori specifici adottati dallo Stabilimento, anziché della banca dati sopra riportata.

In particolare si è considerato:

- per le PSV un tempo di test pari a 2 anni;
- per i sistemi di blocco un tempo di test pari a 1 anno;
- per gli allarmi un tempo di test pari a 1 anno.

Inoltre il rateo di guasto attribuito ai controllori di processo è quello che corrisponde al guasto di una scheda di tipo “multifunction controller” del sistema di controllo.

Si precisa che la frequenza di accadimento di un’ipotesi incidentale è stata calcolata considerando che tutte le cause e le mancate protezioni occorrono contemporaneamente e inoltre a condizione che siano mantenuti tutti i tempi di test e di riparazione dei componenti adottati in un albero di guasto.





Determinazione delle frequenze di accadimento delle ipotesi incidentali mediante analisi statistico-storica

Nelle tabelle seguenti sono mostrate le frequenze base di accadimento delle ipotesi incidentali relative a diversi componenti impiantistici per le aree oggetto di modifica.

a) Apparecchiature

| Item | Riferimento | Rilascio continuo da un foro pari al 20%D della tubazione collegata | Rilascio continuo da un foro di 10 mm di diametro |
|------------------------------------|--------------------------|---|---|
| | | occ/anno | occ/anno |
| Apparecchiatura di processo | TNO Purple Book ed. 2005 | $5 \cdot 10^{-6}$ | $1 \cdot 10^{-4}$ |





Criteria per l'individuazione della classe di probabilità delle ipotesi e degli eventi incidentali

Ad ogni ipotesi incidentale individuata, in base alla frequenza di accadimento ottenuta, viene associata una "classe di probabilità", secondo quanto indicato nella seguente tabella tratta da COMAH (Control Of Major Accident Hazards).

| CLASSE DELL'EVENTO | FREQUENZA (occ/anno) |
|---|-----------------------------|
| PROBABLE (probabile) | $> 10^{-1}$ |
| FAIRLY PROBABLE (abbastanza probabile) | $10^{-2} \div 10^{-1}$ |
| SOMEWHAT UNLIKELY (abbastanza improbabile) | $10^{-3} \div 10^{-2}$ |
| QUITE UNLIKELY (piuttosto improbabile) | $10^{-4} \div 10^{-3}$ |
| UNLIKELY (improbabile) | $10^{-5} \div 10^{-4}$ |
| VERY UNLIKELY (molto improbabile) | $10^{-6} \div 10^{-5}$ |
| EXTREMELY UNLIKELY (estremamente improbabile) | $< 10^{-6}$ |

La classificazione di cui sopra può essere espressa anche con riferimento alla classificazione qualitativa prevista dall'Allegato III al D.P.C.M. 31/03/89, utilizzata con una estensione come da tabella seguente.

| FREQUENZA | CLASSE |
|------------------------------------|---------------|
| Maggiore di 1 volta ogni 10 anni | Molto Alta |
| Tra 10 e 100 anni | Alta |
| Tra 100 e 1.000 anni | Media |
| Tra 1.000 e 10.000 anni | Bassa |
| Minore di 1 volta ogni 10.000 anni | Molto Bassa |

Dove le classi "Bassa, Media e Alta" assumono il seguente significato:

BASSA: improbabile durante la vita prevista di funzionamento dell'impianto o deposito separato.

MEDIA: possibile durante la vita prevista di funzionamento dell'impianto o deposito separato.

ALTA: evento che si può verificare almeno una volta nella vita prevista di funzionamento dell'impianto o deposito separato.





In linea con quanto definito dalle Linee Guide della pianificazione delle Emergenze Esterne e dalla classificazione qualitativa prevista dall'Allegato III al D.P.C.M. 31/03/89, gli eventi incidentali analizzati nel presente rapporto si possono suddividere in:

- **Eventi incidentali ragionevolmente credibili: quelli con frequenza di accadimento superiore o pari a $1 \cdot 10^{-6}$ occasioni per anno.**
- **Eventi incidentali non ragionevolmente credibili che non vengono analizzati: quelli la cui frequenza di accadimento è inferiore a $1 \cdot 10^{-6}$ occasioni per anno.**

Saranno pertanto valutate le conseguenze per tutti gli eventi che hanno frequenze di accadimento pari o superiori a $1 \cdot 10^{-6}$ occ/anno).

Gli alberi di guasto elaborati per le ipotesi incidentali sono riportati in **Allegato 1**.

Descrizione delle ipotesi incidentali e caratterizzazione delle relative frequenze di accadimento

In base all'HAZOP sono state identificate le ipotesi incidentali la cui descrizione conterrà al suo interno:

- una premessa molto sintetica che richiami brevemente il fenomeno fisico originante l'evento, facendo riferimento alle condizioni di esercizio della sezione esaminato;
- un elenco dettagliato e circostanziato di cause iniziatrici con richiami alle apparecchiature e alla strumentazione della sezione;
- una descrizione delle protezioni esistenti sulla sezione (progettate allo scopo di prevenire le cause iniziatrici) e l'ipotetico mancato intervento delle stesse, che in concomitanza all'accadimento delle cause giustificheranno l'evento accidentale.

La scelta delle ipotesi incidentali, coerentemente con il campo di applicazione dell'analisi HAZOP precedentemente descritta, è stata condotta sulla base della complessità delle operazioni e in base al grado di protezione di processo esistente.

Ne consegue che la scelta è ricaduta su quelle ipotesi che non sono state adeguatamente rappresentate nella valutazione statistico – storica, escludendo quindi ipotesi che possono essere individuate anche dall'HAZOP ma già ben rappresentate nell'analisi statistico – storica, la cui descrizione non aggiungerebbe valore in termini di valutazione del rischio.





Secondo quanto premesso di seguito si riporta il dettaglio relativo alle ipotesi incidentali desunte da analisi statistico-storica e dall'analisi HAZOP, relative alle diverse aree impiantistiche.

| ID Ipotesi | Tipo Ipotesi | Item Analizzato | IPOTESI INCIDENTALI INDIVIDUATE | Diametro Rilascio (mm) | Frequenza di accadimento (occ/anno) | Classe di frequenza COMAH | Classe di frequenza D.P.C.M. 31/03/89 |
|------------|-------------------|-------------------|---|------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Ip1 | Random | Separatore D-3291 | Perdita di olio combustibile liquido da D-3292 | 10 | $1 \cdot 10^{-4}$ | Piuttosto improbabile | Bassa |
| | | | | 30 | $5 \cdot 10^{-6}$ | Molto improbabile | Molto bassa |
| Ip2 | Random | Reattore R-3201 | Perdita di miscela di reazione dal reattore R-3201 | 10 | $1 \cdot 10^{-4}$ | Piuttosto improbabile | Bassa |
| | | | | 50 | $5 \cdot 10^{-6}$ | Molto improbabile | Molto bassa |
| Ip3 | Random | Separatore D-3201 | Perdita di gas acido da D-3102 | 10 | $1 \cdot 10^{-4}$ | Piuttosto improbabile | Bassa |
| | | | | 30 | $5 \cdot 10^{-6}$ | Molto improbabile | Molto bassa |
| Top1 | Analisi Operativa | Forno F-3201 | Sovratemperatura in F-3201 e successivo rilascio di olio combustibile | 25 | $3,3 \cdot 10^{-5}$ | Improbabile | Molto bassa |
| Top2 | Analisi Operativa | Colonna T-3201 | Sovrappressione nella colonna T-3201 | 25 | $1,8 \cdot 10^{-7}$ | Estremamente improbabile | Molto bassa |





3 STIMA DELLE CONSEGUENZE DEGLI EVENTI INCIDENTALI

Lo scopo di queste stime è quello di valutare l'estensione delle aree interessate dalle conseguenze attese per gli incidenti individuati, al fine di ricavare gli effetti delle conseguenze che ciascuno di essi è in grado potenzialmente di generare.

Nel seguito si riporta la valutazione delle conseguenze delle Ipotesi Incidentali identificate tramite l'analisi effettuata sulle sezioni in esame.

In questo paragrafo verranno analizzate le ipotesi incidentali precedentemente individuate e caratterizzate da un frequenza di accadimento superiore a 10^{-6} occ/anno, in quanto ritenute ragionevolmente credibili.

3.1 Criteri per l'individuazione degli scenari incidentali, delle relative frequenze e conseguenze

Il passaggio successivo all'individuazione delle ipotesi incidentali consiste nel determinare la possibile evoluzione di ciascuna ipotesi ragionevolmente ipotizzabile.

Ad ogni ipotesi possono corrispondere pertanto uno o più scenari incidentali rappresentativi, la cui probabilità è valutata con la tecnica degli alberi degli eventi.

La caratterizzazione degli scenari incidentali plausibili per la causa iniziatrice esaminata viene effettuata valutando la presenza di vari fattori. Tali fattori sono riconducibili alla presenza o meno di innesco immediato o ritardato, all'azionamento di sistemi, tali da ridurre il rilascio della sostanza pericolosa, all'azionamento di sistemi di raffreddamento, ecc.

L'assegnazione, sulla base di dati statistici o ingegneristici, di un valore probabilistico ai fattori citati rende inoltre possibile la quantificazione, in termini di frequenza, degli scenari incidentali conseguenti.

Molto importante risulta essere, per le sostanze infiammabili, la probabilità di innesco: a seconda che vi sia o meno innesco e che questo sia immediato o ritardato gli scenari che ne derivano sono alquanto differenti.





I valori della probabilità di innesco immediato, presi a riferimento nei vari scenari di incendio, dipendono dalla portata del rilascio, mentre i valori della probabilità di innesco ritardato dipendono dalla quantità totale rilasciata; i dati statistici sulle probabilità d'innesco immediato sono ricavati dal TNO "Purple Book" ed. 2005; i dati statistici sulle probabilità d'innesco ritardato sono ricavati da B.J. Wiekema - TNO "Analysis of Vapour Cloud Accidents". Di seguito si riportano le due tabelle di riferimento.

| PROBABILITÀ DI INNESCO IMMEDIATO | | | |
|---|-------------------|-----------------|------------------------------|
| RILASCIO | | SOSTANZA | |
| CONTINUO | ISTANTANEO | LIQUIDO | GAS, REATTIVITÀ BASSA |
| < 10 kg/s | < 1000 kg | 0,065 | 0,02 |
| 10 – 100 kg/s | 1000 – 10000 kg | 0,065 | 0,04 |
| > 100 kg/s | > 10000 kg | 0,065 | 0,09 |

Valori guida per la determinazione della probabilità di innesco immediato per le installazioni fisse

| PROBABILITÀ DI INNESCO RITARDATO | |
|---|--------------------------|
| ENTITÀ DEL RILASCIO TOTALE | INNESCO RITARDATO |
| Q < 100 kg | 0,001 |
| 100 kg < Q < 1000 kg | 0,01 |
| Q > 1000 kg | 0,1 |

Valori guida per la determinazione della probabilità di innesco ritardato

Nel caso di fluidi eserciti a temperature superiori a quella di autoaccensione, si assegna una probabilità di innesco immediato pari a 1.

Relativamente all'innesco ritardato di una miscela infiammabile si può verificare uno dei seguenti eventi:

- Flash Fire.
- Esplosione.

Facendo riferimento a quanto definito nell'Appendice III del D.M. 15/05/1996 la probabilità dell'innesco di una nube di vapori infiammabili dipende dai seguenti fattori:

- quantità di vapori nel campo di infiammabilità.
- tipologia di confinamento.

Si assume che in ambiente non confinato la massa minima di vapori rientranti nel campo di infiammabilità in grado di generare un'esplosione corrisponde a 100 kg.





La frequenza di accadimento degli scenari incidentali corrisponderà di conseguenza alla frequenza di accadimento calcolata per l'ipotesi incidentale.

Per gli scenari incidentali caratterizzati da una frequenza superiore a 10^{-6} occ/anno e pertanto ragionevolmente credibili, sono stati sviluppati i calcoli delle conseguenze.

Geometria dei rilasci – termini sorgente

In caso di perdita per rottura da una apparecchiatura, da linea, ecc., le sezioni di efflusso non sono univocamente definite. Le interpretazioni sono tratte da suggerimenti, analisi storiche, normative relative a sostanze specifiche, ma nulla ha carattere di norma o istruzione ben specifica.

Nota la geometria del rilascio e le condizioni di esercizio al momento della rottura, mediante programmi di simulazione, è possibile valutare, in termini quantitativi, la portata del rilascio.

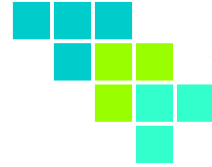
Tempi di intervento e durate dei rilasci

Per il calcolo del quantitativo totale rilasciato è necessaria la valutazione del tempo di durata del rilascio, coincidente con il tempo di intervento necessario per eliminare la perdita. Il tempo di intervento necessario ad effettuare il sezionamento od il blocco delle perdite, valutato in base alla struttura organizzativa ed alle protezioni presenti nello Stabilimento ed in linea con quanto citato dal D.M. 15/05/1996, è:

- 20÷40 secondi nel caso di rilascio in presenza di sensori che attuano il blocco od il sezionamento automatico;
- 1÷3 minuti nel caso di rilascio in presenza di valvole telecomandate di sezionamento attivabili da più pulsanti, a seguito di un allarme;
- 3÷5 minuti nel caso di rilascio in presenza di valvole telecomandate di sezionamento attivabili da un pulsante remoto, a seguito di un allarme;
- 10÷30 minuti nei casi in cui sono previsti interventi manuali senza nessuna segnalazione.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i tempi di intervento coerenti con la strumentazione installata a protezione delle aree oggetto di modifica. In particolare si è considerato un tempo di intervento pari a 180 s, vista la presenza di rilevatori idrocarburi e H₂S e la possibilità di intervenire da remoto.





Condizioni meteorologiche

Nei calcoli vengono considerate le seguenti condizioni meteorologiche:

| | Condizioni meteo considerate | |
|---------------------------|-------------------------------------|-----|
| velocità del vento (m/s) | 4 | 2 |
| classe di stabilità (-) | D | F |
| temperatura ambiente (°C) | 15 | 15 |
| umidità atmosferica (-) | 77% | 77% |

Soglie di riferimento

Gli effetti di un evento incidentale sull'uomo o sull'ambiente dipendono in misura diretta dal tempo al quale il soggetto che subisce tali effetti risulta esposto alla "sorgente di danno", sia che si tratti di una concentrazione di prodotto tossico, sia che si tratti dell'esposizione all'irraggiamento termico di un incendio.

Sulla base di quanto riportato in letteratura (World Bank; F.P. Lees: "Loss Prevention in Process Industries"; NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health: "Guide to Chemical Hazards" U.S. Department of Health and Human Services), per quanto espresso dalle linee guida per la "Pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali" Dipartimento Protezione Civile, e per quanto indicato dal D.M. 09/05/2001 verranno assunti i seguenti valori soglia applicabili per le sostanze presenti nelle aree oggetto di modifica.

Rilascio di energia termica stazionaria (Pool Fire)

- Valore di soglia per le persone: 12,5 kW/m². Elevata probabilità di letalità delle persone esposte e possibili inneschi alle strutture di plastica e di legno.
- Valore di sicurezza per gli operatori protetti: 7,0 kW/m². Inizio letalità per persone esposte non protette.
- Valore di sicurezza per gli operatori protetti: 5,0 kW/m². Lesioni irreversibili su personale non protetto. Limite di esposizione per personale protetto.
- Valore di sicurezza per le persone: 3 kW/m². Limite per lesioni reversibili; al di sotto di tale soglia non sono attesi danni di rilievo su personale non protetto.





Jet-Fire

Come valore di soglia si prende in considerazione la lunghezza del getto infiammato, oltre che le soglie di irraggiamento precedentemente menzionate.

Rilascio di energia termica istantanea (Flash-Fire)

Nel caso di incendio di una nube di vapori infiammabili a causa del limitato protrarsi del fenomeno, non si ha un sensibile effetto di irraggiamento termico tranne che nell'area di sviluppo della fiamma.

- Valore di soglia: LFL. Distanza massima a cui viene raggiunta una concentrazione pari al limite inferiore di infiammabilità. Elevata probabilità di letalità, possibilità di innesco di incendi secondari.
- Valore di soglia: 0,5 LFL. Distanza massima a cui viene raggiunta una concentrazione pari al 50% del limite inferiore di infiammabilità. Tale valore viene assunto come margine di sicurezza per tenere conto delle irregolarità nella dispersione dei vapori e di eventuali effetti locali. Limite per lesioni irreversibili.

Rilascio di energia barica (UVCE)

- Valore di soglia per danni catastrofici: 0,3 bar. E' il valore in corrispondenza e al di sopra del quale sono attesi danni come distruzione di fabbricati, danni ad apparecchiature a pressione, ribaltamento autoveicoli. Elevata letalità per le persone.
- Valore di soglia per danni gravi: 0,14 bar. E' il valore in corrispondenza e al di sopra del quale sono attesi danni come deformazione parziale di strutture di acciaio, collasso parziale di tetti e pareti di case. Inizio letalità.
- Valore di soglia per danni gravi: 0,07 bar. Limite per lesioni irreversibili.
- Valore di soglia per rottura vetri: 0,03 bar. E' il valore in corrispondenza e al di sopra del quale sono attesi danni modesti come rottura vetrate, crollo dei rivestimenti dei muri; al di sotto di tale valore non sono attese lesioni irreversibili alle persone. I danni alle strutture possono provocare effetti indiretti alle persone.





Rilascio di sostanza tossica

- Valore di soglia con elevata probabilità di letalità: LC₅₀ (h, 30 min). Concentrazione di sostanza tossica, letale per inalazione nel 50% dei soggetti esposti per 30 minuti.
- Valore di soglia per danni gravi alle persone: I.D.L.H. Corrisponde alla massima concentrazione cui può essere esposta una persona in buona salute, per un periodo di 30 minuti, senza subire effetti irreversibili per la salute o effetti tali da provocare l'incapacità del soggetto esposto ad attuare appropriate misure protettive.

Software e pacchetti applicativi utilizzati

Il software utilizzato per il calcolo delle conseguenze degli scenari incidentali, relativi al rilascio di sostanze infiammabili e/o tossiche, è PHAST 7.11 prodotto da DNV (Det Norske Veritas).

Per ogni evento iniziatore è stato individuato lo scenario incidentale corrispondente, che viene evidenziato nella tabella riportata nella pagina seguente. In tabella ogni scenario è caratterizzato dal numero dell'evento iniziatore corrispondente.

Nella seguente tabella si riportano le ipotesi incidentali e gli eventi incidentali ritenuti credibili e individuati al punto 2.1.

Per ciascuna delle ipotesi incidentali si mostrano:

- la frequenza delle ipotesi incidentali;
- le tipologie degli scenari incidentali conseguenti;
- la frequenza di accadimento degli scenari incidentali.

In sfondo grigio sono indicati i tipi di effetti che risultano credibili (frequenza superiore a 10^{-6} occ/anno) e che sono stati soggetti al calcolo delle conseguenze.

Gli alberi degli eventi sono riportati in **Allegato 2**.

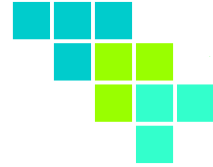




| N. Ipotesi | Ipotesi Incidentale | Diametro del rilascio (mm) | Frequenza Accadimento (occ/anno) | Scenario Incidentale | Frequenza Accadimento (occ/anno) |
|------------|---|----------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|
| Ip1 | Perdita di olio combustibile liquido da D-3291 | 10 | $1,0 \cdot 10^{-4}$ | POOL / JET FIRE | $1,0 \cdot 10^{-4}$ |
| | | | | FLASH FIRE | -- |
| | | | | UVCE | -- |
| | | 30 | $5,0 \cdot 10^{-6}$ | POOL / JET FIRE | $5,0 \cdot 10^{-6}$ |
| | | | | FLASH FIRE | -- |
| | | | | UVCE | -- |
| Ip2 | Perdita di miscela di reazione dal reattore R-3201 | 10 | $1,0 \cdot 10^{-4}$ | POOL / JET FIRE | $1,0 \cdot 10^{-4}$ |
| | | | | FLASH FIRE | -- |
| | | | | UVCE | -- |
| | | 50 | $5,0 \cdot 10^{-6}$ | JET FIRE | $5,0 \cdot 10^{-6}$ |
| | | | | FLASH FIRE | -- |
| | | | | UVCE | -- |
| Ip3 | Perdita di gas acido da D-3201 | 10 | $1,0 \cdot 10^{-4}$ | JET FIRE | $2,0 \cdot 10^{-5}$ |
| | | | | FLASH FIRE | $8,0 \cdot 10^{-8}$ |
| | | | | UVCE | -- |
| | | | | DISPERSIONE TOSSICA | $8,0 \cdot 10^{-5}$ |
| | | 30 | $5,0 \cdot 10^{-6}$ | JET FIRE | $1,0 \cdot 10^{-6}$ |
| | | | | FLASH FIRE | $4,0 \cdot 10^{-7}$ |
| | | | | UVCE | -- |
| | | | | DISPERSIONE TOSSICA | $3,6 \cdot 10^{-6}$ |
| Top1 | Sovratemperatura in F-3101 e successivo rilascio di olio combustibile | 25 | $3,3 \cdot 10^{-5}$ | POOL / JET FIRE | $3,3 \cdot 10^{-5}$ |
| | | | | FLASH FIRE | -- |
| | | | | UVCE | -- |
| Top2 | Sovrappressione nella colonna T-3201 | 25 | $1,8 \cdot 10^{-7}$ | Non considerato nel proseguo dell'analisi in quanto evento non ragionevolmente credibile. | |

Nella seguente tabella si riportano le stime delle distanze di danno degli scenari incidentali ritenuti credibili e individuati al punto 2.1. In **Allegato 3** si riportano gli elaborati di calcolo.





| N. IPOT. | CAUSE INIZIATRICI | DIAMETRO DEL RILASCIO (mm) | FREQUENZA (occ./anno) | SCENARI INCIDENTALI | FREQUENZA (occ./anno) |
|----------|---|----------------------------|--|---|--|
| Ip1 | Perdita di olio combustibile liquido da D-3291 | 10 30 | $1,0 \cdot 10^{-4}$ $5,0 \cdot 10^{-6}$ | <p><u>Rilascio di olio combustibile</u> Altezza rilascio: 1 m Pressione rilascio: 2,5 barg Temperatura rilascio: 250°C Tempo intervento: 180 s</p> <p>POOL FIRE Area pozza: max 150 m² Irragg. 12,5 kW/m²: 19 m Irragg. 3 kW/m²: 30 m</p> <p>JET FIRE Lunghezza getto: 12 m Irragg. 12,5 kW/m²: 12 m Irragg. 3 kW/m²: 25 m</p> | $1,0 \cdot 10^{-4}$ $5,0 \cdot 10^{-6}$ $1,0 \cdot 10^{-4}$ $5,0 \cdot 10^{-6}$ |
| Ip2 | Perdita di miscela di reazione dal reattore R-3201 | 10 50 | $1,0 \cdot 10^{-4}$ $5,0 \cdot 10^{-6}$ | <p><u>Rilascio di olio combustibile</u> Altezza rilascio: 1 m Pressione rilascio: 33 barg Temperatura rilascio: 340°C Tempo intervento: 180 s</p> <p>POOL FIRE Area pozza: max 150 m² Irragg. 12,5 kW/m²: 19 m Irragg. 3 kW/m²: 30 m</p> <p>JET FIRE Lunghezza getto: 37 m Irragg. 12,5 kW/m²: 65 m Irragg. 3 kW/m²: 90 m</p> | $1,0 \cdot 10^{-4}$ $5,0 \cdot 10^{-6}$ |
| Ip3 | Perdita di gas acido da D-3201 | 10 30 | $1,0 \cdot 10^{-4}$ $5,0 \cdot 10^{-6}$ | <p><u>Rilascio di olio combustibile</u> Altezza rilascio: 2 m Pressione rilascio: 30 barg Temperatura rilascio: 35°C Tempo intervento: 180 s</p> <p>JET FIRE Lunghezza getto: 20 m Irragg. 12,5 kW/m²: 23 m Irragg. 3 kW/m²: 30 m</p> <p>DISPERSIONE TOSSICA* LC_{50eq}: 20 m IDLHeq: 30 m</p> | $2,0 \cdot 10^{-5}$ $1,0 \cdot 10^{-6}$ $8,0 \cdot 10^{-5}$ $4,0 \cdot 10^{-6}$ |
| Top 1 | Sovratemperatura in F-3101 e successivo rilascio di olio combustibile | 25 | $3,3 \cdot 10^{-5}$ | <p><u>Rilascio di olio combustibile</u> Altezza rilascio: 1 m Pressione rilascio: 33 barg Temperatura rilascio: 400 °C Tempo intervento: 180 s</p> <p>POOL FIRE Area pozza: max 150 m² Irragg. 12,5 kW/m²: 19 m Irragg. 3 kW/m²: 30 m</p> <p>JET FIRE Lunghezza getto: 20 m Irragg. 12,5 kW/m²: 34 m Irragg. 3 kW/m²: 50 m</p> | $3,3 \cdot 10^{-5}$ $3,3 \cdot 10^{-5}$ |

* = LC_{50eq} e IDLH_{eq} corrispondenti rispettivamente a 10.000 ppm e 1700 ppm, tenendo in considerazione il tempo di intercettazione (Probit) e la concentrazione del gas rilasciato al 20% di H₂S.

api raffineria di ancona S.p.A. –RAFFINERIA DI FALCONARA M.MA

Adeguamento del ciclo desolfurazione per la produzione di combustibili marini a basso tenore di zolfo

Analisi di rischio preliminare - 71209-Analisi rischio preliminare DS2-00 - **Pag. 21**





4 CONCLUSIONI

La definizione degli scenari incidentali individuati a seguito della modifica in esame risultano comparabili e in particolare inferiori a quelli della U-3100 riportati nel Rapporto di Sicurezza 2014, sia in termini di frequenze di accadimento che di stima delle distanze di danno, visto che le condizioni operative risultano essere simili e le condizioni di rilascio risultano essere caratterizzate da diametri inferiori.

Inoltre il progetto prevede comunque in base agli standard di Raffineria S.I..023 e S.I. 024, l'introduzione di sistemi di rilevazione gas HC e Idrogeno Solforato e l'utilizzo di sistemi fire proofing, laddove applicabile, o sistemi equivalenti.

