



Corso di Prevenzione incendi (L. n. 818 del 1984)
Collegio dei Geometri della Provincia di Vicenza

Attività a rischio di incidente rilevante

Vicenza Dicembre 2007

relatore: Andriotto ing. Ermanno

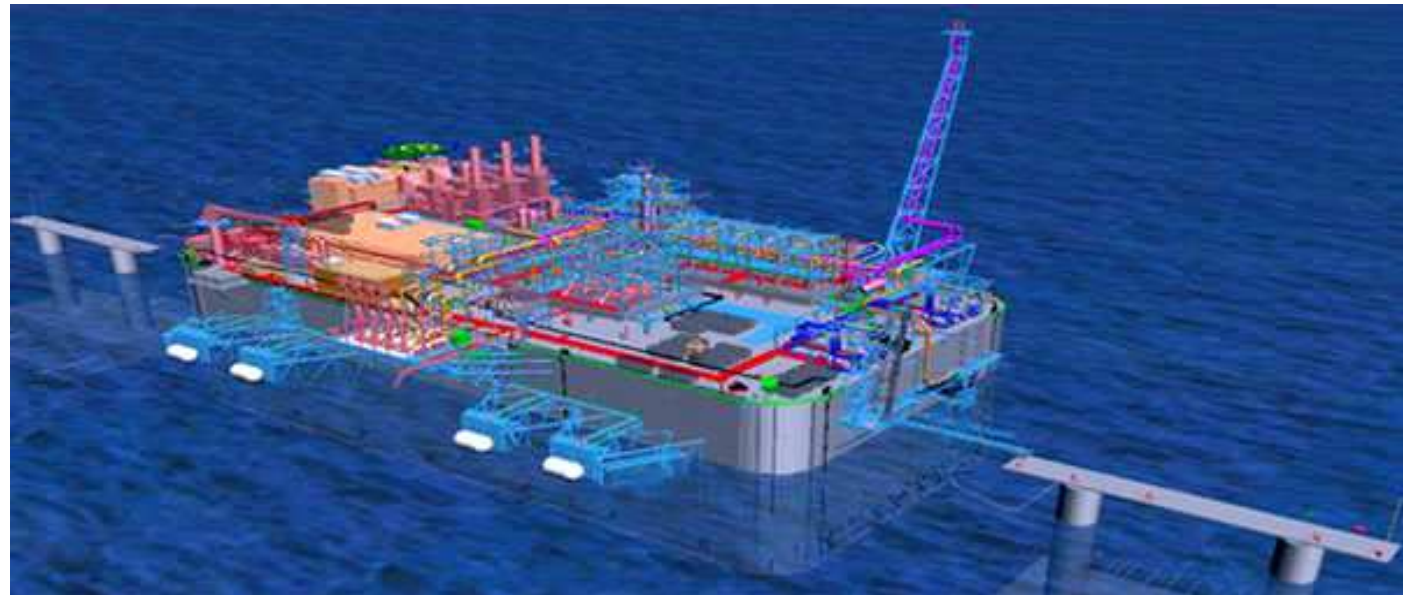


**Colonna di distillazione di
una raffineria**



Come affrontare la sicurezza
in questi impianti ?

**Terminal LNG di
Porto Levante**



Vi sono impianti, depositi, lavorazione che per consistenza e/o complessità richiedono studi ed analisi più approfonditi per valutarne il rischio e quindi le misure compensative che eventualmente devono essere poste in essere



Per queste attività non solo vi è una maggiore complessità di analisi della sicurezza, ma per il loro impatto sull'ambiente non è possibile affrontarle con il quadro normativo tradizionale della P.I.



Sversamento acciaio fuso

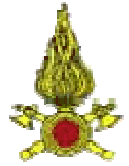


Incendio raffineria Falconara:
1 decesso e alcuni feriti





*L'attracco della nave inglese
che trasporta il Plutonio trattato*

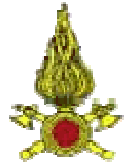


Incidente nucleare di Tokaimura: 2 morti

Incendio Raffineria di Priolo: 2 morti



Seveso 10 luglio 1976 ore 12.37

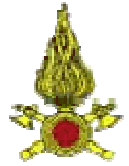


Nello stabilimento chimico dell' ICMESA una valvola di sicurezza del reattore A-101 esplode provocando la fuoriuscita di alcuni chili di diossina nebulizzata. (la quantità esatta non è quantificabile, qualcuno dice 10-12 chili, altri di appena un paio). Il vento disperde la nube tossica verso est; nella Brianza. Il giorno dopo, domenica 11 luglio, nel pomeriggio, due tecnici dell'ICMESA si recano dal sindaco di Seveso, Emilio Rocca, per metterlo al corrente di ciò che è accaduto nello stabilimento e rassicurandolo che la situazione non desta preoccupazioni perché è già tutto sotto controllo. Dopo 4 giorni dall'incidente inizia la moria degli animali, muoiono galline, uccelli, conigli.

Le foglie degli alberi ingialliscono e cadono, e gli alberi in breve tempo muoiono come tutte le altre piante. Nell'area interessata vivono circa 100.000 persone. E solo dopo pochi giorni si verificano i primi casi d'intossicazione nella popolazione. Il giorno 15 il sindaco emana un'ordinanza di emergenza: divieto di toccare la terra, gli ortaggi, l'erba e di consumare frutta e verdure, animali da cortile, di esporsi all'aria aperta.



L'incidente provocò l'evacuazione di 100.000 persone, la morte di animali e piante, nonché conseguenze irreversibili su molte persone

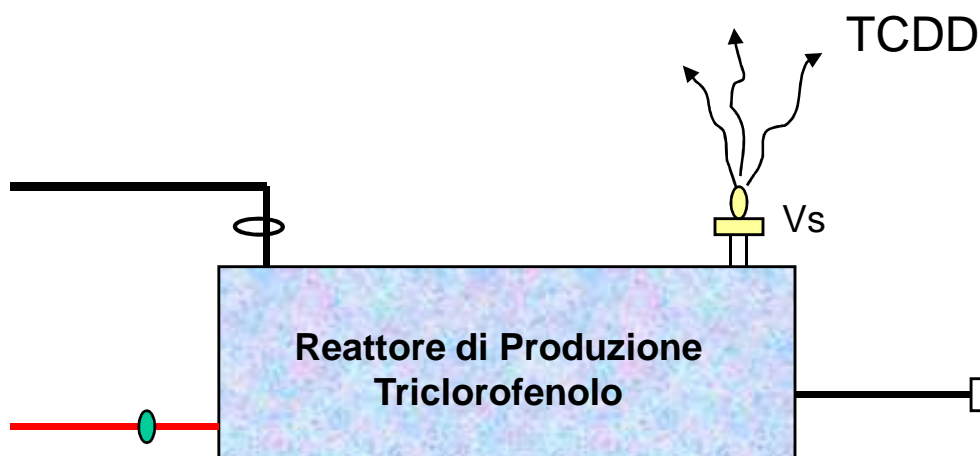


Oltre ad enormi costi per la decontaminazione e la bonifica dell'area (*diverse decine di kmq*) circostante lo stabilimento



Si evidenzia che nell'occasione dell'incidente dell'ICMESA, non vi fu una rottura del reattore, ma al contrario l'impianto funzionò come in effetti doveva funzionare (apertura della valvola di sicurezza)

Il problema è che i progettisti non tennero in conto di quali sarebbero state le conseguenze derivanti dall'emissioni in atmosfera della Diossina



E' fatale a dosaggi dell' ordine di 1 miliardesimo del peso corporeo

Ha come effetto dermico il cloro-acne che può durare anni

Si conoscono casi di danni al polmone, al rene e ai sistemi urinario e nervoso

Sembrerebbe avere effetti cangerogeni, mutageni e teratogeni



**Il Caso Seveso produce importanti
evoluzioni normative in Europa
e negli Stati Uniti.**

**La Commissione Europea emette
la Direttiva SEVESO**

Essa viene attuata in Italia nel 1988

Schema della evoluzione della normativa sui R.I.R.



- D.P.R. n. 175 del 17 maggio 1988 (Seveso 1)

Abrogato dal D.L. 334/99 (escluso l'art. 20)

D.M.A. 1.02.1996
Modifiche al DPR 175/88

D.P.C.M. - 31 marzo 1989

Applicazione dell'art. 12 del DPR 175/88,
concernente rischi rilevanti connessi a
determinate attività industriali

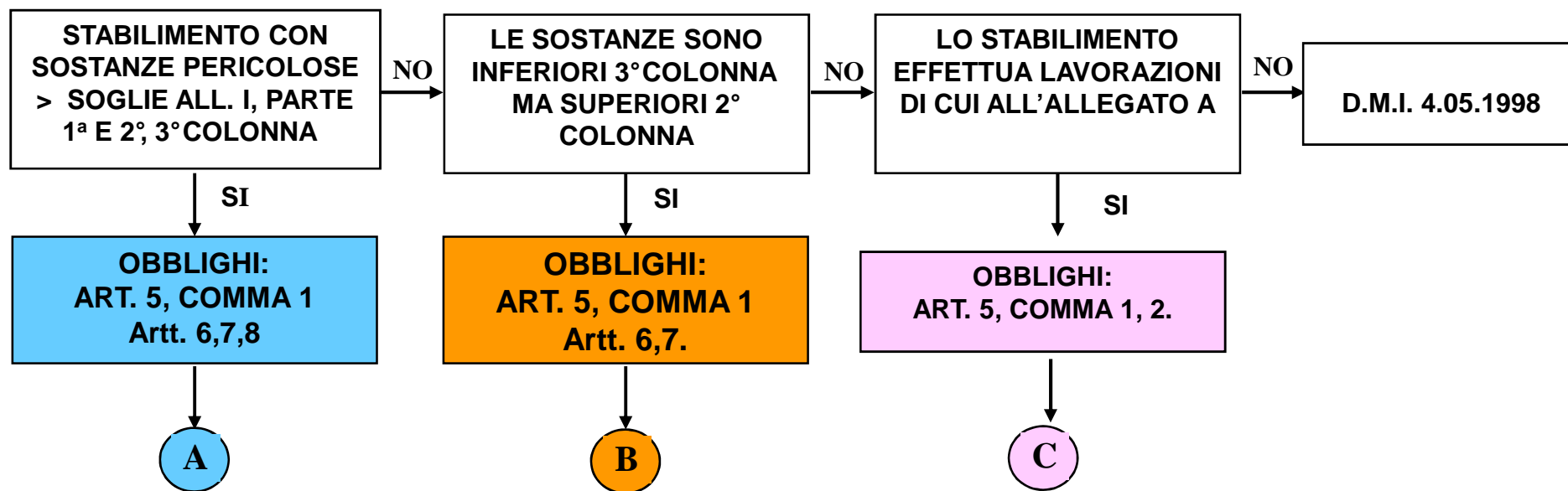
- D.L. 17 agosto 1999 n. 334 (Attuale norma quadro)

Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose

- D.L. 21 settembre 2005 n. 238

(modifiche al D.L. 334/99)

Si espone in forma sintetica il contenuto del D.L. 238/05, che come si è visto sostituisce o integra i decreti precedenti.



D.L. 238/05 – Art. 5 – Obblighi generali del Gestore



Comma 1

Il gestore è tenuto a prendere tutte le misure idonee a prevenire gli incidenti rilevanti e a limitarne le conseguenze per l'uomo

Comma 2

Il gestore degli stabilimenti industriali di cui all'Allegato A in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità inferiori a quelle indicate nell'allegato 1 è tenuto ad integrare il documento della valutazione dei rischi di cui al D.L. 626/94, all'adozione delle appropriate misure di sicurezza , all'informazione, all'addestramento, alla formazione e all'equipaggiamento di coloro che lavorano in situ

D.L. 238/05 – Art. 6 – Notifica



I gestori degli stabilimenti (*in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità \geq a quelle indicate nell'allegato 1*) sono obbligati a trasmettere a

- Ministero dell'Ambiente
 - Regione
 - Provincia
 - Comune
 - Prefetto
 - Comando Provinciale VV.F.
-
- Nome e/o ragione sociale del gestore, con indirizzo dello stabilimento
 - Sede e domicilio del gestore
 - Notizie che consentano di individuare le sostanze pericolose, la loro quantità e forma fisica
 - L'attività in corso dell'impianto
 - L'ambiente circostante lo stabilimento e gli elementi che potrebbero causare un incidente rilevante o aggravarne le conseguenze.

D.L. 238/05 – **Art. 7: Politica di prevenzione degli I.R.**



Al fine di garantire costanti miglioramenti della sicurezza e garantire un elevato livello di protezione dell'uomo e dell'ambiente Il gestore degli stabilimenti deve redigere un documento che definisce la propria “**politica di prevenzione degli incidenti rilevanti**” allegando il programma adottato per l'attuazione del Sistema di Gestione della Sicurezza [S.G.S] (D.M.A. 9.08.2000)

Il documento di cui sopra deve essere depositato presso lo stabilimento e riesaminato ogni due anni sulla base delle linee guida definite con decreto dal M.A. di concerto con i Ministeri dell'Interno, Sanità, dell'Industria.

Rappresenta una sorta di “**registro dei controlli e delle manutenzioni**” dello stabilimento



D.L. 238/05 – Art. 8: Rapporto di Sicurezza

Per gli stabilimenti in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità uguali o superiori a quelle indicate nell'allegato 1 parte 1 e 2, colonna 3, il gestore è tenuto a redigere un Rapporto di Sicurezza , il quale deve contenere:

- Gli **scenari di incidente** rilevante (TOP EVENT) che sono stati individuati e quali sono le misure necessarie per prevenirli e/o per limitarne le conseguenze per l'uomo e per l'ambiente.
- I criteri di progettazione, di costruzione di strutture e impianti, le condizioni di esercizio e la manutenzione degli impianti e degli apparecchi, la consistenza dei depositi le attrezzature ad essi connessi
- Il piano di emergenza interno che è stato adottato per far fronte agli incidenti previsti

D.L. 238/05 – **Allegato A**



Stabilimenti per la produzione, trasformazione, o trattamento di sostanze chimiche organiche o inorganiche in cui vengono utilizzati i seguenti procedimenti

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Alchilazione | ammniazione con ammoniaca |
| Carbonilazione | condensazione |
| Deidrogenazione | esterificazione |
| Alogenazione | idrogenazione |
| Idrolisi | ossidazione |
| Polimerizzazione | solfonazione |
| Desolfonazione | nitrazione |
| Fabbricazione fosfati | formulazione antiparassitari |
| Distillazione | estrazione |
| Solubizzazione | miscelazione |

Stabilimenti per la distillazione o raffinazione del petrolio, per la produzione, trasformazione di gas energetici o GPL, per la distillazione a secco del carbon fossile

D.L. 238/05 – Allegato 1 parte 1



| Colonna 1 | Colonna 2 | Colonna 3 |
|--|---|-----------|
| | Quantità limite (t) ai fini dell'applicazione | |
| | Art. 6 e 7 | Art. 8 |
| Nitrato di ammonio | 5.000 | 10.000 |
| Nitrato di potassio | 5.000 | 10.000 |
| Anidride arsenica | 1 | 2 |
| Bromo | 20 | 100 |
| Cloro | 10 | 25 |
| Composti del nichel in forma polverulenta inalabil | 1 | 1 |
| Etilenimina | 10 | 20 |
| Fluoro | 10 | 20 |
| Formaldeide | 5 | 50 |
| Idrogeno | 5 | 50 |
| Acido cloridrico (gas liquefatto) | 25 | 250 |
| Alchili di piombo | 5 | 50 |
| GPL | 50 | 200 |
| Acetilene | 5 | 50 |
| Ossido di etilene | 5 | 50 |
| Metanolo | 500 | 5000 |

D.L. 238/05 – Allegato 1 Parte 2



| Colonna 1 | Colonna 2 | Colonna 3 |
|--|---|---------------|
| Sostanze pericolose classificate come: | Quantità limite (t) della sostanza | |
| | Artt. 6 e 7 | Art. 8 |
| Molto tossiche | 5 | 20 |
| Tossiche | 50 | 200 |
| Comburenti | 50 | 200 |
| Esplosive | 10 | 50 |
| Infiammabili $21^{\circ} < T_i < 55^{\circ} \text{C}$ | 5.000 | 50.000 |
| Infiammabili $T_i < 21^{\circ} \text{C}$ | 5.000 | 50.000 |
| Facilmente infiammabili (<i>liq. che si possono innescare per contatto con l'aria</i>) | 50 | 200 |
| Estremamente infiammabili $T_i < 0^{\circ} \text{C}$ | 10 | 50 |
| Sostanze pericolose per l'ambiente | 100 | 200 |
| Altre categorie [R 14 Reagisce violentemente con l'acqua] | 50 | 200 |



PRESENZA DI PIÙ SOSTANZE E/O PREPARATI PERICOLOSI

Non si considerano le sostanze/preparati in quantità uguale o inferiore al 2%

In caso di presenza di più sostanze e preparati pericolosi si è soggetti alle disposizioni del decreto se:

$$\frac{\text{quantità}_1}{\text{soglia}_1} + \frac{\text{quantità}_2}{\text{soglia}_2} + \dots > 1$$

sommando separatamente le categorie:

- tossiche, molto tossiche, pericolose per l'ambiente
- tutte le altre

Il D.L. 334/99 come modificato dal D.L. 238/05, prevede l'emanazione di norme attuative sotto forma Decreti Ministeriali.



A tutt'oggi ne sono stati emanati 8

➤ **D.M.I. 19.marzo 2001**

“Procedure di prevenzione incendi relative ad attività a R.I.R.”

➤ **D.M.A. 9 agosto 2000**

“Linee guida per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza”





➤ **D.M.A. 16.marzo 1998**

“Modalità con le quali i fabbricanti per le attività industriali a R.I.R. devono procedere all’informazione, all’addestramento e all’equipaggiamento di coloro che lavorano in situ ”

➤ **D.M.A. 9 agosto 2000**

“Individuazione delle modifiche che possono costituire aggravio di rischio”

➤ **D.M.LL.PP. 9 maggio 2001**

“Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale”



➤ **D.M.A. 16 maggio 2001**

“Attuazione normativa sui pericoli di incidenti rilevanti per porti industriali e petroliferi”

➤ **D.M.A. 25 febbraio 2005**

“Linee guida per la predisposizione del piano di emergenza esterno di cui all’art. 20 del D.L. 334/99”

➤ **D.P.C.M. 16 febbraio 2007**

“Linee guida per l’informazione alla popolazione sul rischio industriale”

Tabella riassuntiva degli adempimenti



| Livello | Adempimenti |
|--|---|
| Stabilimenti con quantità di sostanze pericolose inferiori alle soglie dell'allegato 1 | <ul style="list-style-type: none">• Integrazione della valutazione dei rischi (D.L. 626/94) |
| Stabilimenti soggetti a notifica | <ul style="list-style-type: none">• Notifica + scheda informazione• politica di prevenzione e SGS• piano di emergenza interno |
| Stabilimenti soggetti a notifica e a Rapporto di Sicurezza | <ul style="list-style-type: none">• Notifica + scheda di sicurezza• Rapporto di sicurezza• Politica di prevenzione e SGS• Scheda di informazione• Piano di emergenza interno• (Piano di emergenza esterno) |

COME DEVE COMPORSI L'ANALISI DEI RISCHI

CAPITOLI SALIENTI



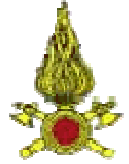
- 1) Dati Relativi all'identificazione dell'installazione
- 2) Descrizione della installazione e delle zone circostanti
- 3) Dati relativi alle sostanze pericolose presenti
- 4) Identificazione preliminare delle aree critiche
- 5) Identificazione degli eventi pericolosi (TOP EVENTS)
- 6) Stima della probabilità e della credibilità degli eventi pericolosi
- 7) Stima delle conseguenze
- 8) Misure di mitigazione dal fabbricante, PEI
- 9) Impatto sul territorio (Compatibilità territoriale)



DESCRIZIONE DELLA INSTALLAZIONE E DELLE ZONE CIRCOSTANTI

- 1) Planimetrie e Lay-out
- 2) Planimetrie zone circostanti con indicata destinazione d'uso, urbanistica, volumetria, ecc..
- 3) Descrizione delle condizioni meteo, sismiche, geofisiche, meteomarine
- 4) Dettagliata descrizione della installazione impianti e processi (cosa si produce, materie prime, tipi di processi, tipi di apparecchiature, temperature, pressioni, portate ecc....)
- 5) Schema a blocchi e P&I degli impianti, bilanci di energia e di materia

DATI SULLE SOSTANZE PERICOLOSE



INFIAMMABILITÀ (rilasci di energia termica)

- *limiti di infiammabilità*
- *temperatura di infiammabilità*
- *temperatura di autoaccensione*
- *energia di innesco*

ESPLODIBILITÀ (rilasci di energia meccanica)

- *campo di esplosibilità*
- *energia di innesco*
- *deflagrazione*
- *detonazione*

TOSSICITÀ

- (TLV,LC50,LD50,IDLH,LOC) *da banche dati o letteratura:Irving,Sax- NIOSH,NFPA,PERRY*

INSTABILITÀ

- decomposizione, polimerizzazione e rilasci termico,rpt..

REATTIVITÀ

CORROSIVITÀ

DATI SULLE SOSTANZE PERICOLOSE



SCHEDA DI SICUREZZA

identificazione della sostanza/preparato

composizione ingredienti

identificazione pericoli

misure di pronto soccorso

misure antincendio

misure in caso di fuoriuscita accidentale

manipolazione e stoccaggio

controllo dell'esposizione/protezioni individuale

proprietà chimico fisiche

stabilità e reattività

informazioni tossicologiche/ecologiche

Smaltimento e trasporto

IDENTIFICAZIONE PRELIMINARE DELLE AREE CRITICHE



METODO AD INDICI

Fire and Explosion index (Dow-Mond)

Fire, Explosion and Toxicity index ICI

DPCM 31.3.89 (IIS)

suddivisione impianto in unità logiche

calcolo del fattore sostanza B (infiammabilità)

calcolo indice intrinseco di tossicità ITT

calcolo fattori di penalità

calcolo fattori di compensazione

calcolo indici di rischio

calcolo indici di rischio compensati

INDICI FINALI

indice di rischio Globale e globale compensato

indice di tossicità e di tossicità compensato

DPCM 31.03.1989 – Metodo a indici



E' un metodo utilizzato per individuare le aree di maggiore criticità in un impianto industriale, in modo tale da potere concentrare l'analisi del rischio nelle aree più pericolose

In pratica consiste nell'individuare dei fattori di penalizzazione e di compensazione, attribuirli un valore giustificato e calcolare degli indici di rischio finali

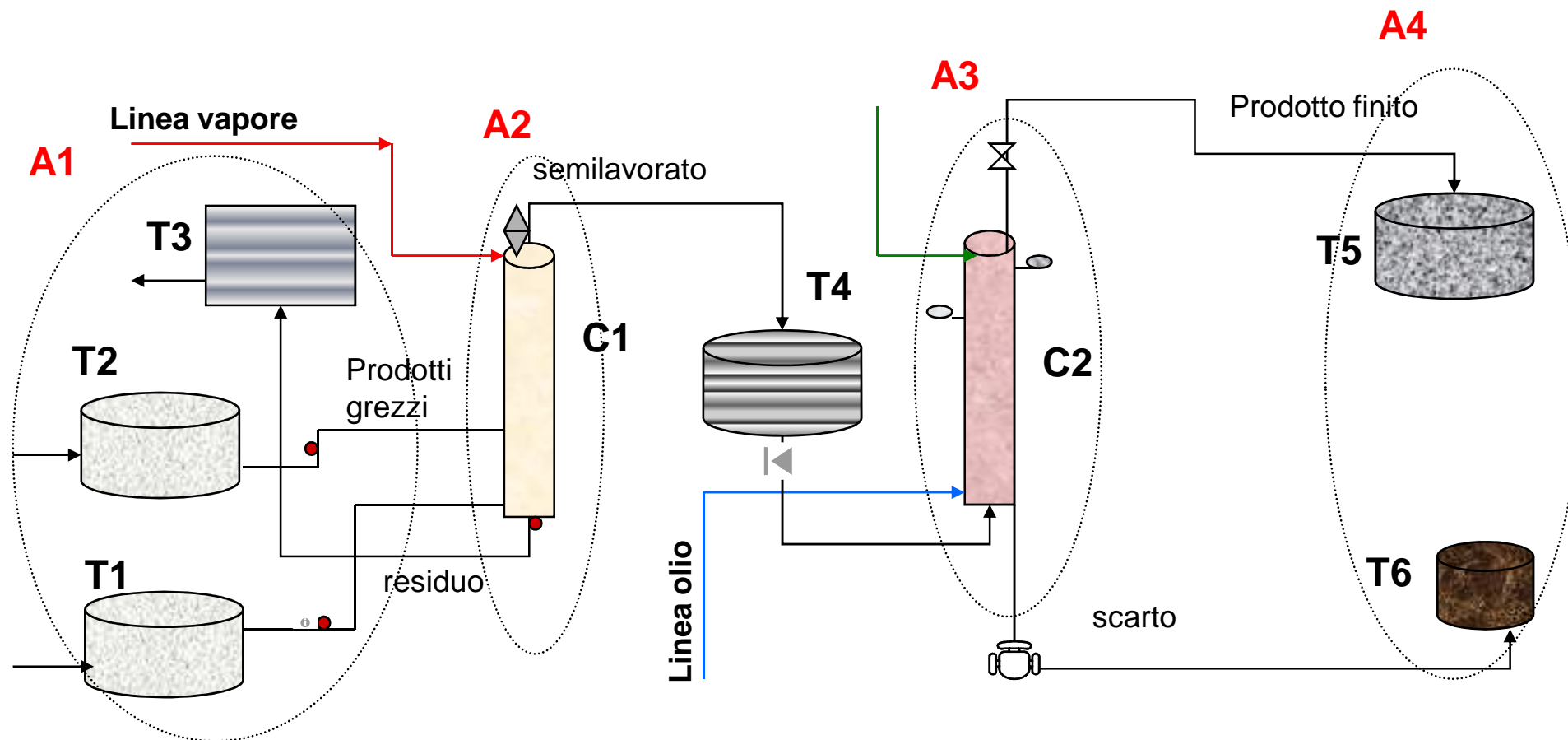
Questo metodo va bene per fare una valutazione comparativa delle varie aree dell'impianto, ma non per determinare il valore assoluto di rischio



Dato quindi un certo impianto (*più o meno complesso*) lo si divide per aree omogenee

Ad esempio

Uno stabilimento per la produzione di distillati infiammabili e tossici si possono individuare 4 aree omogenee



Si prende una di queste aree e si individua la sostanza principale (*più pericolosa*) e quindi si determina il **fattore sostanza “B”** – vedi tab. 2 del DPCM



| Rischi specifici delle sostanze: M | | | | |
|---|--|------------|-----------------|-----------------|
| N° rif. | parametro | campo | Valore adottato | Giustificazione |
| m1 | Sostanze ossidanti | 0 - 20 | | |
| m2 | Sostanze che reagiscono con l'acqua | 0 - 30 | | |
| m3 | Caratteristiche di miscelazione e disper. m | -60 - 100 | | |
| m4 | Riscaldamento spontaneo | 30 - 250 | | |
| m5 | Polimerizzazione spontanea | 25 - 75 | | |
| m6 | Suscettibilità di accensione | -75 - 150 | | |
| m7 | Tendenza a decomposizione esplosiva | 75 - 125 | | |
| m8 | Suscettibilità alla detonazione | 0 - 150 | | |
| m9 | Proprietà espl. in fase conden | 200 - 1500 | | |
| m10 | Altri comportamenti insoliti | 0 . 150 | | |



| Rischi generali di processo: P | | | | |
|---------------------------------------|---|----------|-----------------|-----------------|
| N° rif. | parametro | campo | Valore adottato | Giustificazione |
| P1 | Manipolazione e cambiamenti solo dello stato fisico | 10 - 50 | | |
| P2 | Caratteristiche di reazione | 25 - 50 | | |
| P3 | Reazioni in processo discontinuo [batch] | 10 - 60 | | |
| P4 | Molteplicità di reazioni o di processo | 25 -75 | | |
| P5 | Trasferimento delle sostanze | 0 - 150 | | |
| P6 | Contenitori trasportabili | 10 - 100 | | |



Rischi particolari di processo: **S**

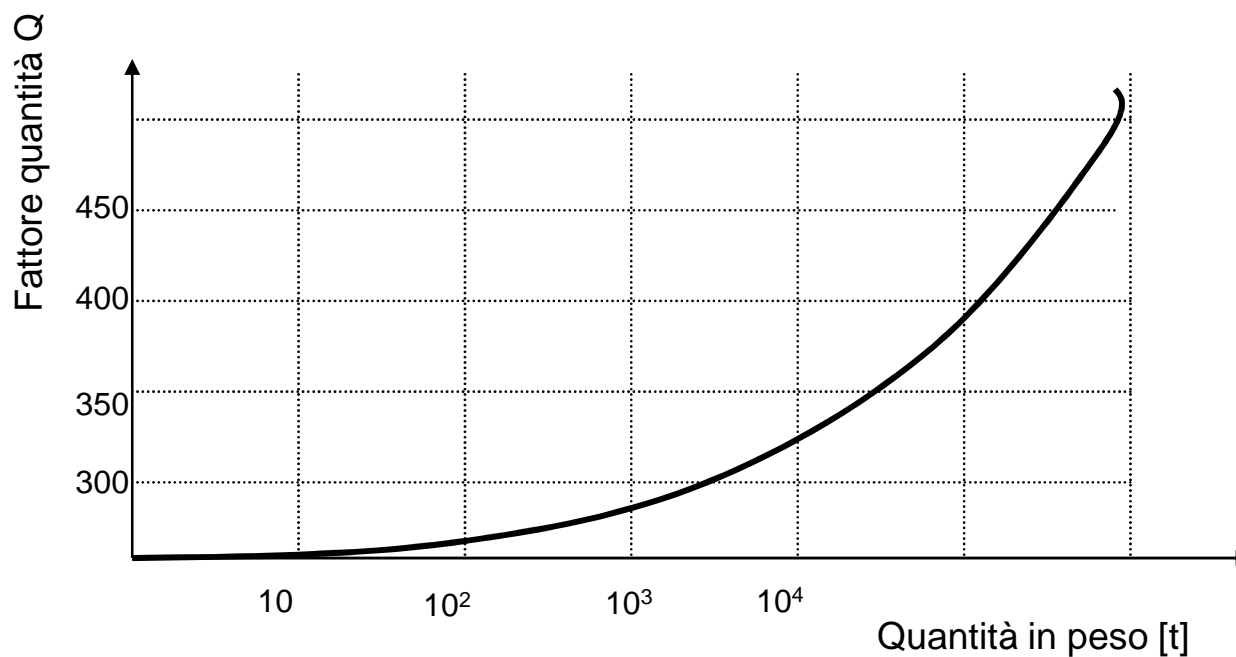
| N° rif. | parametro | campo | Valore adottato | Giustificazione |
|---------|--|----------|-----------------|-----------------|
| S1 | Bassa pressione | 50 - 150 | | |
| S2 | Alta pressione | 0 - 160 | | |
| S3 | Bassa temperatura | 0 - 100 | | |
| S4 | Alta temperatura | 0 - 60 | | |
| S5 | Corrosione e erosione | 0 - 400 | | |
| S6 | Perdite da giunti e guarnizioni | 0 - 60 | | |
| S7 | Vibrazioni a carichi ciclici | 0 - 100 | | |
| S8 | Processo/reazione difficile da controllare | 20 - 300 | | |
| S9 | Funzionamento entro o vicino il L.I.E. | 25 - 450 | | |
| S10 | Rischio esplosione superiore alla media | 40 - 100 | | |
| S11 | Rischio esplosione polveri | 30 - 70 | | |
| S12 | Processo utilizzanti ossidanti | 0 - 400 | | |
| S13 | Suscettibilità di accensione | 0 - 100 | | |
| S14 | Rischi elettrostatici | 10 - 200 | | |



Rischio dovuto alla quantità: **Q**

E' un fattore di penalità che tiene conto delle grosse quantità di sostanze infiammabili o decomponibili.

Le quantità da considerare sono tutte quelle contenute nell'area di esame





| Rischi connessi con il Layout: L | | | | |
|---|---|------------------|-----------------|-----------------|
| N° rif. | parametro | campo | Valore adottato | Giustificazione |
| L1 | Altezza impianto h | Valore effettivo | | |
| L2 | Area di lavoro m ² (è l'area che circonda l'impianto) | Valore effettivo | | |
| L3 | Progettazione struttura | 0 - 200 | | |
| L4 | Effetto domino | 0 - 250 | | |
| L5 | Caratteristiche del sottosuolo (pozzetti, cunicoli, bacini di contenimento) | 50 - 150 | | |
| L6 | Drenaggio superficiale | 0 - 100 | | |
| L7 | Altre caratteristiche (ad esempio difficoltà di accesso) | 50 - 250 | | |



Rischi per la salute in caso di incidente: **S**

| N° rif. | parametro | campo | Valore adottato | Giustificazione |
|---------|--|--|-----------------|-----------------|
| s1 | Il valore si ottiene attribuendo un valore ad ogni parametro di tossicità dividendo per 50 la somma e il risultato moltiplicato per 100 | 0 - 100 | | |
| | Vedi tab. 3 parte B - Tossicità acuta <ul style="list-style-type: none">• non pericolosa• Nociva• Tossica• Molto tossica - Corrosione o irritazione <ul style="list-style-type: none">• Negativa• Irritante• Corrosiva entro 4 ore• Corrosiva entro 3 minuti - Cancerogena | 0 1 3 5 0 1 2 3 | | |

Calcolo degli indici



Indice equivalente D

$$D = B * (1 + M/100) * (1 + P/100) * (1 + (S + Q + L + s)/100)$$

Indice incendio

$$F = B * K/N$$

K = quantità della sostanza [ton]

N = area di lavoro [m²]

Categorie di indice di incendio

| <i>Indice di incendio</i> | <i>categoria</i> |
|---------------------------|------------------|
| 0 – 2 | lieve |
| 2 – 5 | basso |
| 5 – 10 | moderato |
| 10 – 20 | alto I |
| 20 – 50 | alto II |
| 50 – 100 | molto alto |
| 100 – 250 | grave |
| oltre 250 | gravissimo |

Il Decreto fornisce una tabella che mette in relazione la **durata effettiva** di un incendio con il carico d'incendio per quattro tipi di combustibili, ipotizzando la combustione del 100% della sostanza



| Carico d'incendio [MJ/m ²] | Combustibili solidi | Liquidi infiammabili leggeri | Petrolio grezzo | Gas infiammabili liquefatti |
|---|---------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| 568 | 30 min – 1 h | 10 – 50 min | 40 min – 1 ½ h | 10 – 20 min |
| 1.135 | 1 – 2 h | 15 min – 1 ½ h | 1 – 2 ½ h | 10 – 30 min |
| 2.271 | 2 – 4 h | 25 min – 2 ½ h | 1 ½ - 5 h | 15 – 30 min |
| 4.542 | 4 – 5 h | 50 min – 5 h | 2 ½ - 10 h | 20 – 1 ½ h |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Indice di esplosione confinata C

$$C = 1 + (M + P + S)/100$$



Categorie di indice di esplosione confinato

| <i>Indice di exp. confinato</i> | <i>categoria</i> |
|---------------------------------|------------------|
| 0 – 1,5 | lieve |
| 1,5 – 2,5 | basso |
| 2,5 – 4 | moderato |
| 4 – 6 | alto |
| Oltre 6 | molto alto |

Indice di esplosione in aria A

$$A = B * (1 + m/100) * (1 + p) * (Q * h * C/1000) * (t + 273)300$$

Categorie di indice di esplosione in aria

| <i>Indice di exp. In aria</i> | <i>categoria</i> |
|-------------------------------|------------------|
| 0 – 10 | lieve |
| 10 – 30 | basso |
| 30 – 100 | moderato |
| 100 – 400 | alto |
| 400 – 1700 | molto alto |
| oltre 1700 | grave |



Indice di rischio generale G

$$G = D * (1 + 0,2 * C * (A * F)^{1/2})$$

F = carico d'incendio

Categorie di indice di rischio generale

Indice di rischio generale

0 – 20

20 – 100

100 – 500

500 – 1100

1100 – 2500

2500 – 12500

12500 – 65000

oltre 65000

categoria

lieve

basso

moderato

alto I

alto II

molto alto

grave

gravissimo

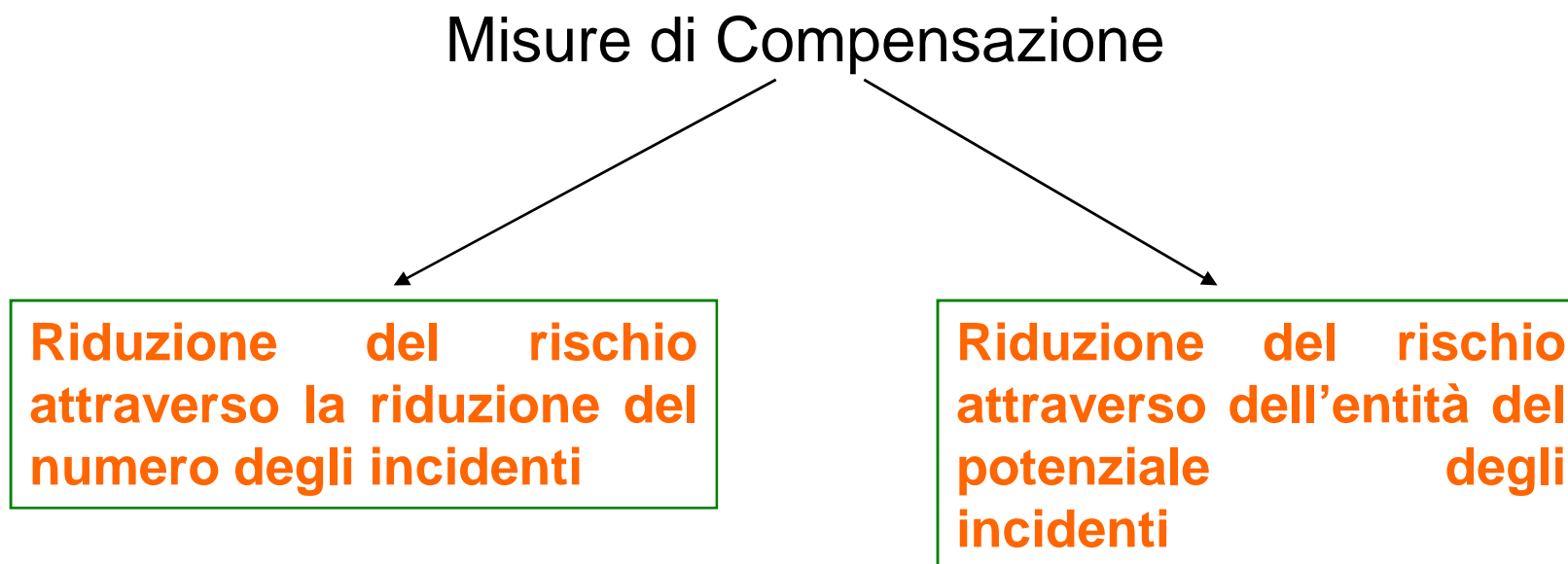
Indice di rischio tossico T

Con formule del tipo di quelle sopra viste si può calcolare T



Fattori di compensazione

L'analisi di un impianto consente di valutare le varie caratteristiche di sicurezza presenti e come queste influiscono positivamente





Fattori di compensazione che incidono sul numero degli incidenti

| Contenimento <i>K1</i> | | Riduzione del n° di incidenti | | |
|------------------------|---|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| N° rif. | parametro | Campo (*) | Valore adottato | Giustificazione |
| C1 | Apparecchi a pressione | 0,8 – 1 (*) | | |
| C2 | Serbatoi di stoccaggio verticali non in pressione | 0,8 – 1 (*) | | |
| C3 | Condotte di trasferimento | 0,6 – 1 (*) | | |
| C4 | Involucri e argini supplementari | 0,45 - 1 | | |
| C5 | Sistemi di rilevamento perdite e reazione | 0,7 – 1 | | |
| C6 | Sfiati e scarichi in emergenza | 0,9 - 1 | | |

(*) dipendono dagli standard di progettazione – normativa di riferimento U.S.A.



| Controllo del processo K2 | | Riduzione del n° di incidenti | | |
|----------------------------------|---|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| N°rif. | parametro | Campo (*) | Valore adottato | Giustificazione |
| K2.1 | Sistemi di allarme | 0,9 – 1 | | |
| K2.2 | Fornitura di energia elettrica in emergenza | 0,9 – 1 | | |
| K2.3 | Sistemi di raffreddamento del processo | 0,9 – 1 | | |
| K2.4 | Sistemi a gas inerte | 0,8 – 1 | | |
| K2.5 | Sistemi di arresto in emergenza | 0,7 – 1 | | |
| K2.6 | Controllo con computer | 0,85 – 1 | | |
| K2.7 | Protezioni da esplosioni | 0,8 – 1 | | |
| K2.8 | Istruzioni operative | 0,75 – 1 | | |
| K2.9 | Sorveglianza all'impianto | 0,81 – 1 | | |

(*) vedi i criteri di scelta delle Tab. del DPCM dell'89



| Atteggiamento nei riguardi della sicurezza K3 | | Riduzione del n° di incidenti | | |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|
| N° rif. | parametro | Campo (*) | Valore adottato | Giustificazione |
| K3.1 | Coinvolgimento dell'amministrazione | 0,9 – 1 | | |
| K3.2 | Addestramento alla sicurezza | 0,85 – 1 | | |
| K3.3 | Procedure di manutenzione e sicurezza | 0,9 - 1 | | |

(*) vedi i criteri di scelta delle Tab. del DPCM dell'89



| Protezioni antincendio K4 | | Riduzione delle potenze degli incidenti | | |
|---|--|--|-----------------|-----------------|
| N° rif. | Parametro | Campo | Valore adottato | Giustificazione |
| K4.1 | Protezione antincendio delle strutture | 0,8 – 1 (1) | | |
| K4.2 | Pareti e barriere antincendio | 0,8 – 1 (2) | | |
| K4.3 | Protezione delle apparecchiature dall'incendio | 0,85 – 1 | | |
| Isolamento ed eliminazione delle sostanze K5 | | Riduzione delle potenze degli incidenti | | |
| N° rif. | Parametro | Campo | Valore adottato | Giustificazione |
| K5.1 | Sistemi a valvole | 0,65 – 1 | | |
| K5.2 | ventilazione | 0,8 – 1 | | |

(1) la protezione deve essere garantita per almeno 3 h

(2) La protezione deve essere garantita per almeno 2 h

| Operazioni antincendio K6 | | Riduzione delle potenze degli incidenti | | |
|----------------------------------|--|---|-----------------|-----------------|
| N° rif. | Parametro | Campo | Valore adottato | Giustificazione |
| K6.1 | Allarmi per l'incendio | 0,9 – 1 | | |
| K6.2 | Estintori portatili | 0,85 – 1 | | |
| K6.3 | Riserva d'acqua | 0,75 – 1 | | |
| K6.4 | Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor | 0,87 – 1 | | |
| K6.5 | Impianti a schiume o a inerti (1) | 0,7 – 1 | | |
| K6.6 | Assistenza dei vigili del fuoco | 0,7 - 1 | | |
| K6.7 | Cooperazione dello stabilimento alle operazioni di spegnimento | 0,85 -1 | | |
| K6.8 | Evacuatori di fumo | 0,8 – 1 | | |



(1) Funzionamento garantito per 1 ora



Calcolo degli indici compensati

Indice F compensato: $F' = F * K1 * K3 * K5 * K6$

Indice C compensato: $C' = C * K2 * K3$

Indice A compensato: $A' = A * K1 * K2 * K3 * K5$

Indice G compensato: $G' = G * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$

Indice T compensato: $T' = T * K2 * K3$

Per quanto riguarda le categorie di rischio valgono ancora quelle già viste nelle slides precedenti