

BHOPĀL 1984

LA CATASTROFE PERFETTA

Col. medico Rocco Di Leone

77°24' E

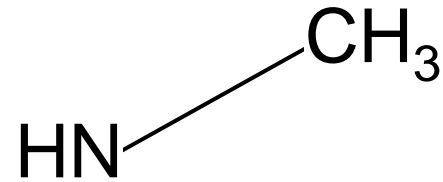
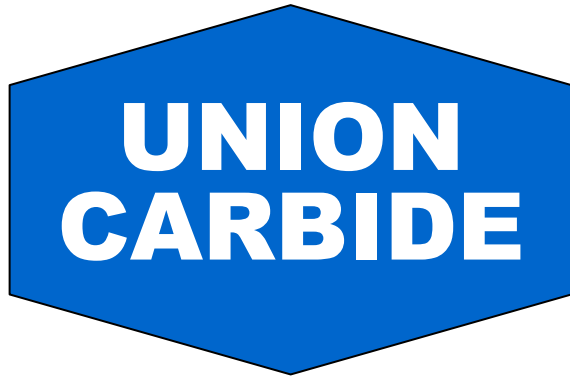


CAPITALE DELLO
STATO DEL MADHYA
PRADESH

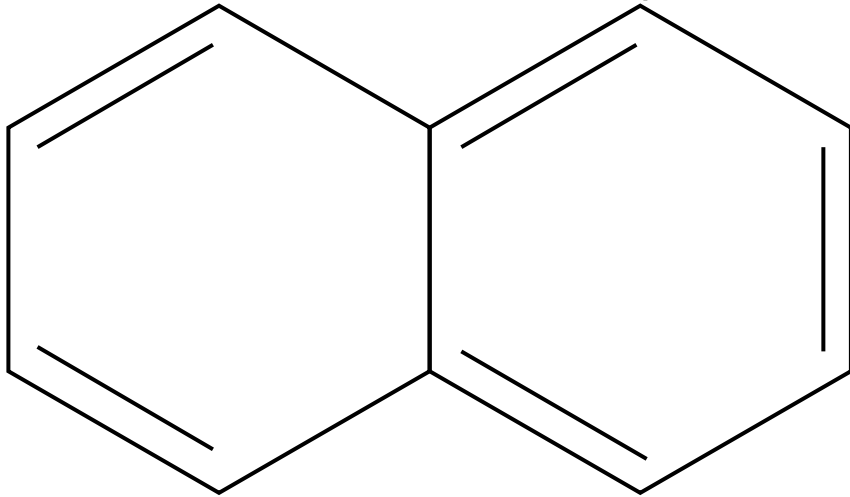
ABITANTI 1.482.718 (2001)
DENSITÀ 4.812 /km²
(Firenze = 3.600)

23°16' N

PROLOGO



NEL 1958 LA UNION CARBIDE INTRODUCE IL CARBARYL, UN PESTICIDA CARBAMATO ANTICOLINESTERASICO (BAYGON®-SIMILE) DISTRIBUITO COL NOME COMMERCIALE DI SEVIN®



IL SEVIN È ANCORA ESTENSIVAMENTE IMPIEGATO IN TUTTO IL MONDO (3° POSTO NEGLI USA), TRANNE CHE IN ANGOLA, AUSTRIA, GERMANIA, SVEZIA.

TOSSICITÀ

CLASSE II O.M.S. (MODERATAMENTE TOSSICO) - DL₅₀ 300 mg/kg.

CARCINOGENICITÀ

TUTTORA DISCUSSA (DATI INSUFFICIENTI)

IARC (WHO): GRUPPO 3- NON CLASSIFICABILE COME CARCINOGENO UMANO

E.P.A. (USA) "PROBABILE" CARCINOGENO

...ma questa è un'altra storia...

ASCESA...

ANNI '70 - LA UNION CARBIDE, TRAMITE LA CONSOCIATA U.C. INDIA COSTRUISCE A BHOPAL UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI CARBARYL.

LA CITTÀ VIENE SCELTA PER LA POSIZIONE GEOGRAFICA CENTRALE E PER LA FAVOREVOLE SITUAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO.

NONOSTANTE L'AREA DELLO STABILIMENTO FOSSE CLASSIFICATA AD USO COMMERCIALE-ARTIGIANALE, E CIRCONDATA DA UNA ZONA DENSAMENTE POPOLATA, FU DECISO, PER MOTIVI PURAMENTE ECONOMICI, CHE LO STABILIMENTO OSPITASSE L'INTERO PROCESSO PRODUTTIVO, CON CONSEGUENTE ACCUMULO DI GRANDI QUANTITÀ DI MATERIE PRIME TOSSICHE.

...E DECLINO

ANNI '80 - LA CARESTIA E L'INDEBITAMENTO DEI CONTADINI PROVOCA UNA CADUTA NELLA DOMANDA DI PESTICIDI.

LO STABILIMENTO RIDUCE LA PRODUZIONE, CHE NEL 1984 È SOLO UN QUARTO DELLA POTENZIALITÀ.

LUGLIO 1984 - LA PROPRIETÀ DECIDE DI CHIUDERE L'IMPIANTO, NON PIÙ REMUNERATIVO E SENZA POSSIBILI COMPRATORI IN VISTA.

LO STABILIMENTO, GIÀ IN PESSIME CONDIZIONI DI MANUTENZIONE (COME RISCONTRATO DAGLI STESSI ISPETTORI DELLA UNION CARBIDE), ENTRA NELLA FASE CRITICA DELLA PROGRESSIVA RIDUZIONE DELLE FUNZIONALITÀ MENTRE LA PRODUZIONE RESTA ATTIVA.

IL LIVELLO DI SICUREZZA SCENDE AL DI SOTTO DI OGNI CONCEPIBILE STANDARD

LA CATASTROFE

2 DICEMBRE 1984

ORE 23.00 - INIZIALE, LIMITATO RILASCIO DI METILE ISOCIANATO (MIC) GASSOSO ED AUMENTO DI PRESSIONE IN UNO DEI SERBATOI.

CAUSA: INFILTRAZIONE DI ACQUA NEL SERBATOIO (VALVOLA DIFETTOSA? SABOTAGGIO SIKH? PROCEDURE ERRATE?), REAZIONE FORTEMENTE ESOTERMICA TRA MIC E ACQUA, EBOLLIZIONE ISTANTANEA DEL MIC (p.e. 39°C) CON GRAVE RISCHIO DI ESPLOSIONE.

3 DICEMBRE 1984

ORE 01.00 - LA VALVOLA DI SICUREZZA SI APRE E SCARICA LA PRESSIONE DAL SERBATOIO.

CON UN ROMBO DI TUONO 40 TONNELLATE DI MIC E DI FOSGENE GASSOSI SI RIVERSANO NELL'ARIA DELLA NOTTE.

ALMENO MEZZO MILIONE DI ABITANTI, DI CUI 200.000 BAMBINI, VIENE INVESTITO NEL SONNO DALLA NUBE TOSSICA.

CRONOLOGIA

NELLO STABILIMENTO

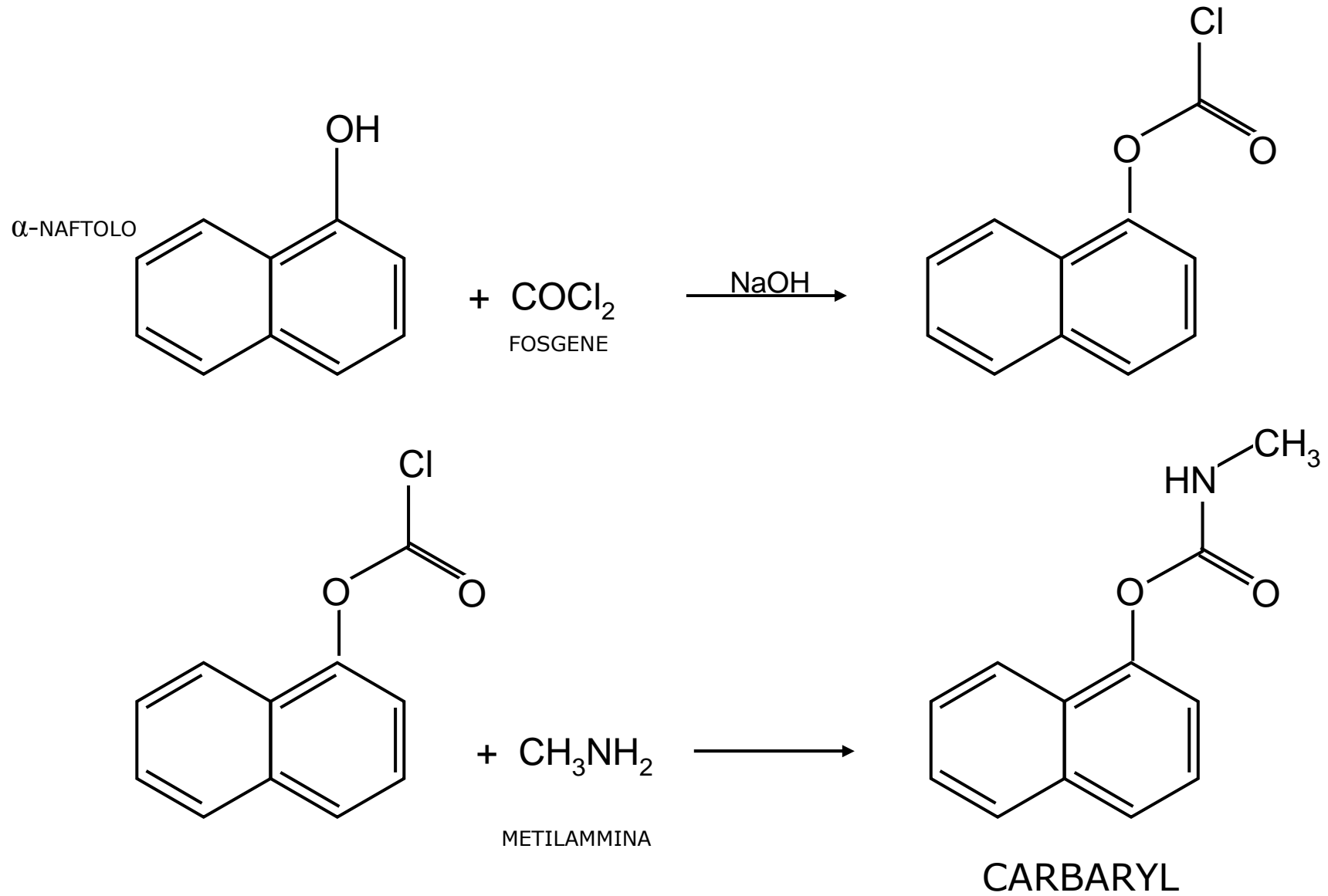
- * 22.00 INFILTRAZIONE DELL'ACQUA, INIZIA LA REAZIONE
- * 22.30 PRIMO RILASCIO DI GAS
- * 00.30 LA SIRENA SUONA; VIENE SPENTA
- * 00.50 LA SIRENA TORNA A SUONARE; GLI OPERAI FUGGONO

ALL'ESTERNO

- * 22.30 PRIMI SINTOMI. SOFFOCAMENTO, TOSSE, BRUCIORE AGLI OCCHI, VOMITO
- * 01.00 VIENE ALLERTATA LA POLIZIA; INIZIA L'EVACUAZIONE DELL'AREA; LA DIREZIONE NEGA L'INCIDENTE
- * 02.00 PRIMI RICOVERATI IN OSPEDALE: CECITÀ, DISPNEA E VOMITO
- * 02.10 L'ALLARME SI SENTE ANCHE IN CITTÀ
- * 04.00 LA PERDITA È SOTTO CONTROLLO
- * 06.00 LA POLIZIA DIFFONDE IL CESSATO ALLARME

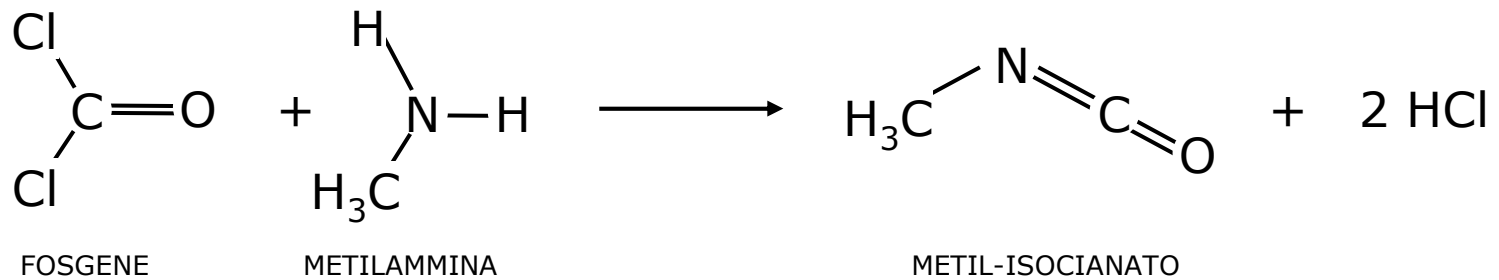
TOSSICOLOGIA

SINTESI DEL CARBARYL



LA TENTAZIONE...

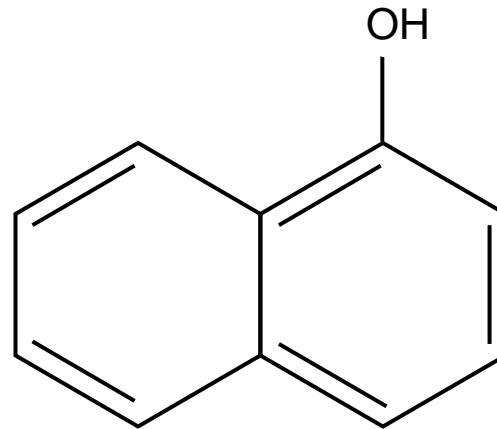
ma



il metil-isocianato è fortemente reattivo con i gruppi OH, per cui si ha la scorciatoia, più economica anche se più pericolosa...



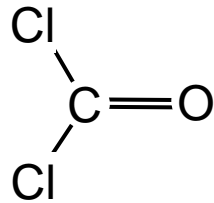
MOLECOLE TOSSICHE



α -NAFTOLO

ANEMIA EMOLITICA (G6PDH!)
CANCEROGENESI

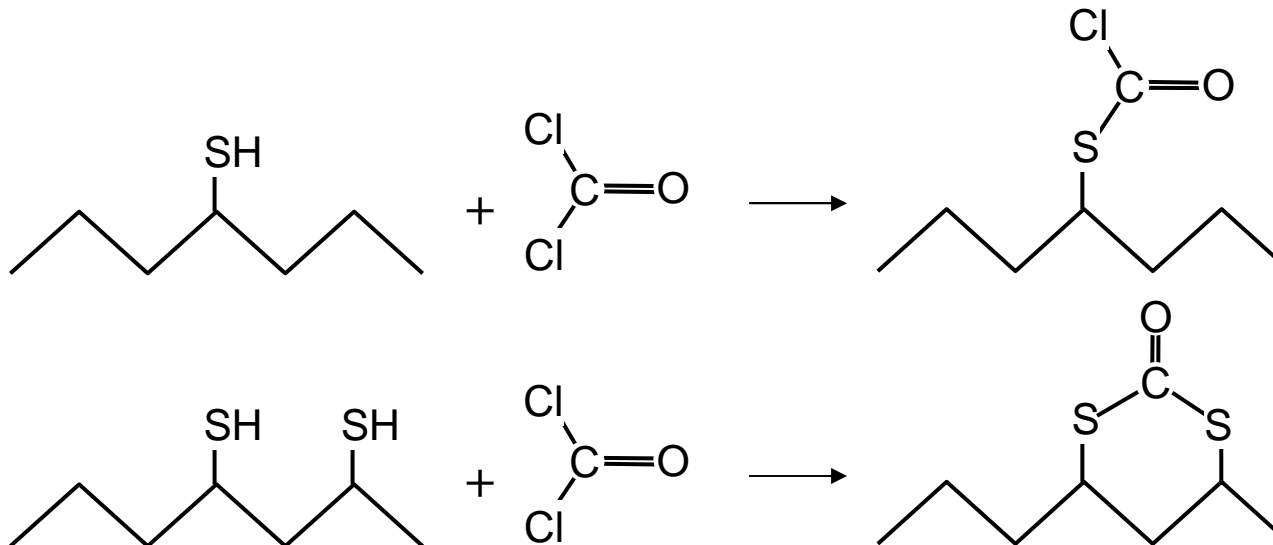
MOLECOLE TOSSICHE



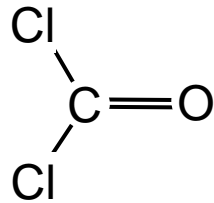
FOSGENE

ACILAZIONE DELLE PROTEINE + RILASCIO DI HCl

BERSAGLI DELLA ACILAZIONE (DOPPIA!) SONO I GRUPPI NH, OH E SH DELLE PROTEINE, CON MARCATA INIBIZIONE ENZIMATICA.



MOLECOLE TOSSICHE



FOSGENE

FORMA GASSOSA A T.A.

FORTEMENTE IRRITANTE PER LE MUCOSE ESPOSTE:

OCCHIO (esposizione diretta, > 12 mg/m³)

APPARATO RESPIRATORIO (inalazione, DL₅₀ 600 mg/m³-min)

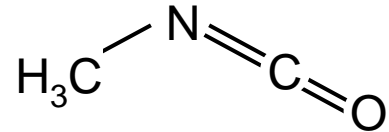
CARATTERISTICA È LA SINTOMATOLOGIA POLMONARE IN TRE FASI:

IRRITAZIONE - TOSSE, BRUCIORE RETROSTERNALE, DOLORE

LATENZA - APPARENTE REMISSIONE

SOFFOCAMENTO - EDEMA POLMONARE ACUTO

MOLECOLE TOSSICHE



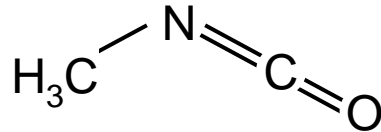
METIL-ISOCIANATO

IDROLISI FORTEMENTE ESOTERMICA
FORTEMENTE IRRITANTE PER LE MUCOSE (ACILAZIONE DEI GRUPPI OH)
AD ALTA TEMPERATURA (200°C) SI DEGRADA AD ACIDO CIANIDRICO

FORMA GASSOSA A T.A.

CUTE e OCCHIO (esposizione diretta, > 50-100 mg/m³)
APPARATO RESPIRATORIO (inalazione, 500 mg/m³)
APPARATO DIGERENTE (deglutizione di saliva contaminata)

MOLECOLE TOSSICHE



METIL-ISOCIANATO

SINTOMI

Inalazione: tosse, dolore toracico, dispnea, evoluzione verso l'edema polmonare; può sensibilizzare e provocare asma

Cute: arrossamento, dolore, sensazione di bruciore.

Occhi : dolore, arrossamento, lacrimazione, perdita della vista.

Ingestione: vomito, dolore addominale, sensazione di bruciore

CLINICA

EFFETTI IMMEDIATI

TOSSE

VOMITO

**GRAVE IRRITAZIONE OCULARE CON CECITÀ TRANSITORIA
SENSO DI SOFFOCAMENTO**

CAUSE DI MORTE

EDEMA POLMONARE ACUTO

ARRESTO CARDIACO RIFLESSO

LE AUTOPSIE HANNO DIMOSTRATO EDEMA CEREBRALE, NECROSI TUBULARE RENALE, DEGENERAZIONE STEATOSICA DEL FEGATO ED ENTERITE NECROTICA.

IL TASSO DI MORTALITÀ FETALE CREBBE FINO AL 300% E QUELLO DI MORTALITÀ NEONATALE DEL 200%.

EFFETTI IMMEDIATI

I GAS COMPONENTI LA NUBE, TUTTI PIÙ PESANTI DELL'ARIA, RIMASERO A LIVELLO DEL TERRENO, DIFFONDENDOSI IN SUPERFICIE PIUTTOSTO CHE DISPERDERSI IN ALTEZZA. CIÒ HA FATTO SÌ CHE MOLTE PIÙ PERSONE FOSSERO ESPOSTE, SOPRATTUTTO IN RELAZIONE AL FATTO CHE ERANO DISTESE A LETTO.

CHI È FUGGITO A PIEDI HA POI INALATO UNA MAGGIORE QUANTITÀ DI TOSSICO RISPETTO A CHI FUGGIVA IN MACCHINA, PER L'AUMENTO DELLA FREQUENZA RESPIRATORIA.

EFFETTI PRECOCI (0-6 mesi)

- | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oculari | Chemosi, arrossamento, lacrimazione, ulcere, fotofobia |
| Respiratori | ARDS, edema polmonare, polmoniti, pneumotorace. |
| Digestivi | Diarrea persistente, anoressia, dolori addominali. |
| Genetici | Aumentate anomalie cromosomiali. |
| Psichici | Nevrosi, stati ansiosi, reazioni disadattative. |
| Neurologici | Alterazioni della memoria audio-visiva, della vigilanza e dei tempi di reazione, dell'abilità spaziale e della coordinazione psicomotoria. |

EFFETTI TARDIVI (oltre 6 mesi)

- Oculari** Lacrimazione persistente, opacità corneali, congiuntivite cronica
- Respiratori** Sindromi respiratorie ostruttive e restrittive, ridotta funzionalità respiratoria.
- Riproduttivi** Aumento degli aborti spontanei, aumento della mortalità infantile, microsomie feto-placentari
- Genetici** Aumentate anomalie cromosomiali
- Neurologici** Alterazioni delle capacità cognitive, della velocità motoria e della precisione.

Dhara VR, Dhara R: The Union Carbide disaster in Bhopal: a review of health effects. Arch Environ Health 2002, 57(5):391-404.

Beckett WS: Persistent respiratory effects in survivors of the Bhopal disaster. Thorax 1998, 53 Suppl 2:S43-6.

Misra UK, Kalita J: A study of cognitive functions in methyl-iso-cyanate victims one year after bhopal accident. Neurotoxicology 1997, 18(2):381-386.

Irani SF, Mahashur AA: A survey of Bhopal children affected by methyl isocyanate gas. J Postgrad Med 1986, 32(4):195-198

EPIDEMIOLOGIA

IL CONTO DELLE PERDITE

VITTIME IMMEDIATE

3.800

QUASI TUTTE NELLA BIDONVILLE ADIACENTE LO STABILIMENTO.

OSPEDALI SOMMERSI DA UNA MAREA DI INTOSSICATI BEN OLTRE LE LORO CAPACITÀ RICETTIVE ED OPERATIVE

SANITARI, COLPITI ESSI STESSI DALLA NUBE, NON INFORMATI SUGLI SPECIFICI RISCHI TOSSICI E SULLE NECESSARIE MISURE TERAPEUTICHE

VITTIME PRECOCI (STIMATE)

10.000

VITTIME TARDIVE

15-20.000

MORTI PREMATURE NEI SUCCESSIVI 20 ANNI.

INVALIDITÀ PERMANENTI

100-200.000

IL CONTO DELLE PERDITE

STUDI EPIDEMIOLOGICI MOSTRANO SIGNIFICATIVI E COMPRENSIBILI AUMENTI DELLA MORBIDITÀ E MORTALITÀ FRA GLI ESPOSTI

LA CONTEMPORANEA ECATOMBE DI TUTTI GLI ANIMALI NON MIGLIORÒ CERTO LE CONDIZIONI SANITARIE GIÀ PRECARIE DELLA CITTÀ ED EBBE COME CONSEGUENZA NON TRASCURABILE UNA GRAVE CRISI ALIMENTARE

I DATI A LUNGO TERMINE SONO CERTAMENTE SOTTOSTIMATI, DATO CHE MOLTE PERSONE ESPOSTE FUGGIRONO DAL DISASTRO NEI PRIMI GIORNI E NON FECERO MAI RITORNO, SOTTRAENDOSI AD OGNI CONTROLLO E FOLLOW-UP.

CONCLUSIONI

CAUSE DEL DISASTRO

- PROCESSI INDUSTRIALI CON MATERIE PRIME ALTAMENTE TOSSICHE IN LUOGO DI PROCESSI PIÙ COSTOSI MA MENO RISCHIOSI
- MANCATO FRAZIONAMENTO DEI TOSSICI IN SERBATOI SUBCRITICI PIÙ PICCOLI
- PROBABILE CORROSIONE DELLE TUBAZIONI
- MANUTENZIONE SCADENTE
- INEFFICIENZA MATERIALE E PROCEDURALE DEI SISTEMI DI SICUREZZA
- DIPENDENZA ECCESSIVA DA OPERAZIONI MANUALI

RESPONSABILITÀ DELLA U.C.-INDIA

- BASSA QUALIFICAZIONE DEL PERSONALE
- RIDUZIONE DEL PERSONALE, INSUFFICIENTE A MANTENERE UN SISTEMA DI SICUREZZA ADEGUATO
- ALLOCAZIONE DELL'IMPIANTO IN AREA DENSAMENTE POPOLATA
- ASSENZA DI PIANI D'EMERGENZA
- ASSENZA DI INFORMAZIONE DEL PERSONALE SANITARIO LOCALE
- TRASCURATEZZA NEL SUPPORTO AL SISTEMA SANITARIO LOCALE

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**