

DANNI PROVOCATI SUL CORPO UMANO DAI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

DANNI PROVOCATI SUL CORPO UMANO DAI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

La presente trattazione trae le informazioni dai seguenti testi:

NORMA ISO/DTS 13571 "LIFE THREATENING COMPONENTS OF FIRE - GUIDELINES FOR THE ESTIMATION OF TIME AVAILABLE FOR ESCAPE USING FIRE DATA";

"L'ANALISI DEL RISCHIO PER LE GALLERIE FERROVIARIE" - PEZZATI, DOMENICHINI, MARTINELLI, CARA - INGEGNERIA FERROVIARIA 4/2007.

Dai seguenti documenti:

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE, AZIENDA OSPEDALIERA CAREGGI - DIPARTIMENTO DI FARMACOLOGIA PRECLINICA E CLINICA - UNITA' OPERATIVA DI TOSSICOLOGIA MEDICA - "INTOSSICAZIONE DA CO", "IL COMA DA TOSSICI ESOGENI" - PROF.SSA EMANUELA MASINI, DR. ALFREDO VANNACCI

"NON SOLO ARIA": NOZIONI GENERALI DI TOSSICOLOGIA, GLI AGENTI INQUINANTI E I LORO EFFETTI PIU' NEGATIVI, TOSSICOCINETICA, MONITORAGGIO DIRETTO A RISPOSTA RAPIDA, MONITORAGGIO DIRETTO A RISPOSTA DIFFERITA.

E in minor parte anche dal seguente testo:

ANTINCENDIO - QUADERNI PER LA PROGETTAZIONE: "L'INGEGNERIA DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO E IL PROCESSO PRESTAZIONALE" - STEFANO MARSELLA, LUCA NASSI;

CAPITOLO 4: "MODELLI QUANTITATIVI DI VALUTAZIONE"

INTRODUZIONE:

Per concludere l'argomento sicurezza, attraverso le prescrizioni della norma ISO 13571, si valutano gli effetti dell'esposizione degli utenti a fumi tossici ed alta temperatura.

GLI EFFETTI DI UNA SOSTANZA TOSSICA:

Nelle gallerie stradali e ferroviarie, i gas asfissianti diminuiscono -con la loro presenza- la concentrazione dell'ossigeno nell'aria respirata ed impediscono l'ossigenazione del sangue nei polmoni.

La capacità di provocare effetti dannosi sugli organismi viventi, caratteristica di un agente tossico quando supera un certo livello di concentrazione, viene definita tossicità.

In genere è possibile distinguere quattro manifestazioni diverse:

- La tossicità acuta si presenta quando vi è un'esposizione ad un agente tossico in un breve periodo di tempo, al massimo 14 giorni, ma solitamente in 24 ore o meno. E' in genere caratterizzata da un assorbimento massiccio e causa sintomi gravi e improvvisi. L'esposizione può essere dovuta a incidenti o da sovradosaggi accidentali o volontari.
- La tossicità sub-acuta si manifesta in seguito ad un'esposizione a concentrazioni elevate e ripetute in un periodo della durata di qualche mese.

ANALISI DI UN CASO CONCRETO: SITUAZIONE NELLA GALLERIA



**DETERMINAZIONE DELLA
SALVABILITA' DEGLI OCCUPANTI
TRAMITE IL CONFRONTO FRA LA
SITUAZIONE PRESENTE NELLA
GALLERIA E LE PRESCRIZIONI
DELLA NORMA
ISO 13571.**

GLI EFFETTI DI UNA SOSTANZA TOSSICA:

DEFINIZIONE DI TOSSICITA'

La capacità di provocare effetti dannosi sugli organismi viventi viene definita tossicità.

DA COSA DIPENDE LA TOSSICITA'?

CONCENTRAZIONE
TEMPO DI ESPOSIZIONE

(BASANDOSI SU QUESTA FORMULA, SI E' PORTATI A CREDERE CHE IL TEMPO DI ESPOSIZIONE E LA CONCENTRAZIONE DI UNA SOSTANZA TOSSICA INFLUISCANO SUI DANNI CHE ESSA PROVOCA CON IDENTICO PESO).

L'ammontare totale di una sostanza o di un agente fisico che viene assunto da un organismo viene definito dose.

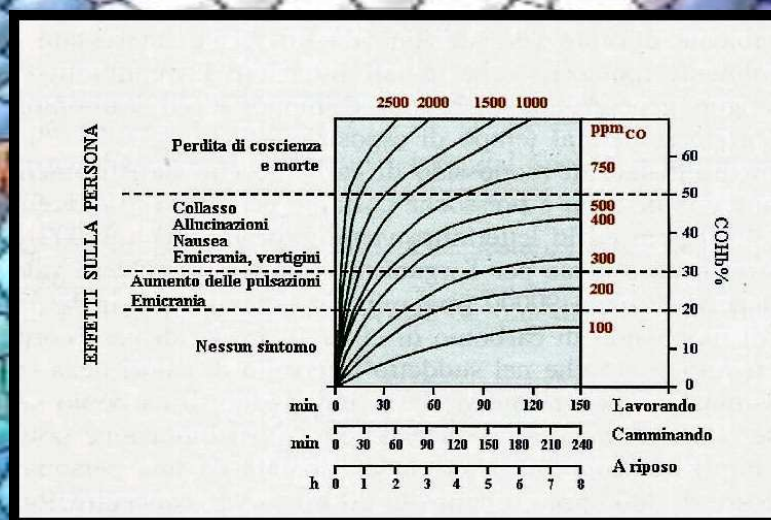
Il danno subito dall'organismo umano dipende pertanto dalla dose D di una sostanza tossica che nel tempo t si è accumulata nell'organismo.

$$DOSE = C \times T$$

QUESTO NON E' VERO!

Il valore D supera una certa soglia se diventano eccessivi o c (concentrazione) o t (tempo di esposizione), oppure la combinazione dei due.

MA...



**NON TUTTE LE SOSTANZE
TOSSICHE SI COMPORTANO
ALLO STESSO MODO**

Alcune sostanze, infatti, sono così tossiche che i danni provocati sul corpo umano dipendono unicamente dalla concentrazione di esse nella aria

**GAS IRRITANTI
MONOSSIDO DI CARBONIO**

Per altre sostanze, invece, ciò che determina i danni provocati è anche il tempo di esposizione.

ACIDO CIANIDRICO

**ANALISI NORMA ISO 13571: "LINEE GUIDA
PER LA STIMA DEL TEMPO
DISPONIBILE ALLA FUGA USANDO I
DATI DELL'INCENDIO"**

**1) TEMPO RICHIESTO PER SCAPPARE
(NOTO UNA VOLTA NOTA LA GALLERIA)**

Il problema fondamentale è il tempo.
Il tempo disponibile per la fuga è maggiore
o minore del tempo richiesto per
scappare?

**2) TEMPO DISPONIBILE PER LA FUGA
(CALCOLABILE ATTRAVERSO LA NORMA)**

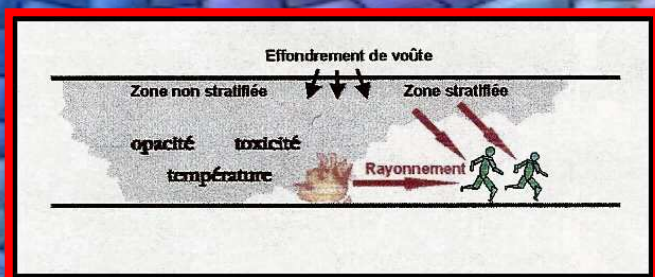
COME STIMARE IL TEMPO DISPONIBILE PER LA FUGA?

DEFINIZIONE

E' il tempo tra il momento in cui ha inizio la situazione di pericolo e quello in cui le persone raggiungono un luogo sicuro.

IL RUOLO DELLA NORMA

Le equazioni della norma permettono la stima dello stato in cui si trovano gli occupanti in precisi intervalli di tempo, fino al momento in cui l'esposizione impedisce agli occupanti di portare a termine la fuga.



1) FEC: CONCENTRAZIONE EFFETTIVA FRAZIONARIA

Rapporto della concentrazione di un irritante per quella che ci si aspetta produca un effetto specifico ad un soggetto esposto di media suscettibilità.

2) FED: DOSE EFFETTIVA FRAZIONARIA

Rapporto della dose di esposizione ad un asfissiante tossico per la dose di esposizione di un asfissiante che ci si aspetta producano un effetto specifico ad un soggetto esposto di media suscettibilità.

PERCHE' DUE INDICI?

1) Per i gas che hanno un effetto irritante tale effetto dipende dalla concentrazione alla quale gli individui sono esposti.

FEC: CONCENTRAZIONE EFFETTIVA FRAZIONARIA

2) Nel caso di agenti tossici, l'effetto dipende anche dal tempo di esposizione, e dunque è necessario calcolare la dose effettiva frazionaria.

FED: DOSE EFFETTIVA FRAZIONARIA

MODELLI DI GAS TOSSICI: FED

SI DETERMINANO GLI INCREMENTI DISCRETIZZATI NEL TEMPO DELLE DOSI DOVUTE A SINGOLE SPECIE TOSSICHE.

IL TEMPO AL QUALE LA LORO SOMMA ARRIVA AD UN PRECISO VALORE DI NON SOSTENIBILITA' RAPPRESENTA IL TEMPO DISPONIBILE PER LA FUGA.

1: EFFETTI SOTTO-LETALI CHE RENDONO GLI OCCUPANTI INCAPACI DI EFFETTUARE LA FUGA

QUALE PRECISO VALORE?

CALCOLO

$$X_{FED} = \sum_{i=1}^n \sum_{t_1}^{t_2} \frac{C_i}{(C \cdot t)_i} \Delta t$$

C_i è la concentrazione media, di un gas asfissiante in un preciso intervallo di tempo.

Δt è il ben preciso intervallo di tempo.

$(C \times t)_i$ è la specifica dose di esposizione che può impedire la fuga sicura degli occupanti.

Partendo da questa relazione generale, la norma permette di applicare tale relazione anche alla presenza contemporanea del CO e dell'HCN, utilizzando i rispettivi valori di soglia.

$$FED = \sum_{t_1}^{t_2} \frac{[CO]}{35000 \text{ ppm} \cdot \text{min}} \Delta t + \sum_{t_1}^{t_2} \frac{e^{([HCN]/43)} C_i}{220 \text{ min}} \Delta t$$

$C_{xt} = 35000 \text{ ppm min}$, che corrisponde ad una percentuale di COHb nel sangue pari a 30 nelle persone con un volume respiratorio di 20 l/min.

Per l'acido cianidrico, invece, non potendo fare ricorso ad un valore costante in quanto per questa sostanza è molto più rilevante il tempo di esposizione, viene utilizzata esponenziale derivata da esperimenti sulle scimmie. I coefficienti sono ottenuti tenendo conto sia della concentrazione, sia del tempo di esposizione.

MODELLI DI GAS IRRITANTI: FEC

POICHE' L'EFFETTO IRRITANTE AVVIENE AL PRIMO CONTATTO DEI GAS CON GLI ORGANI DELLA RESPIRAZIONE, SI TIENE CONTO DELLA CONCENTRAZIONE E NON DELLA DOSE DEI GAS.

IL TEMPO AL QUALE LA LORO SOMMA ARRIVA AD UN PRECISO VALORE DI NON SOSTENIBILITA' RAPPRESENTA IL TEMPO DISPONIBILE PER LA FUGA.

1: EFFETTI SOTTO-LETALI CHE RENDONO GLI OCCUPANTI INCAPACI DI EFFETTUARE LA FUGA

QUALE PRECISO VALORE?

CALCOLO

$$FEC = \frac{[HCl]}{F_{HCl}} + \frac{[HCl]}{F_{HCl}} + \frac{[HBr]}{F_{HBr}} + \frac{[HF]}{F_{HF}} + \frac{[SO_2]}{F_{SO_2}} + \frac{[acroleina]}{F_{acroleina}} + \frac{[formaldeide]}{F_{formaldeide}} + \sum \frac{[irritante]}{F_{C_i}}$$

F = concentrazione del gas irritante in grado di compromettere la capacità della persona di adottare azioni adeguate per mettersi in salvo.

ULTERIORI CONSIDERAZIONI: EFFETTI TERMICI

IPOTERMIA

USTIONI CUTANEE

USTIONI DEL TRATTO
RESPIRATORIO

Anche l'analisi degli effetti termici prevede che sia definita una soglia che determini un valore di danno ed il tempo di esposizione necessario a raggiungerla durante uno specifico scenario di incendio.

