

1 - IL RISCHIO

1.1 - CONCETTO DI RISCHIO E SUA EVOLUZIONE

Il concetto di rischio è utilizzato nell'ingegneria per la quantificazione della sicurezza di una attività umana, di una installazione industriale, ecc.

Con il termine rischio, secondo una definizione di uso comune, si intende un danno o un pericolo incerto, cioè del quale in generale non è precisabile né l'entità, né il tempo di accadimento. Una tale definizione peraltro non è adatta allo scopo sopraccennato; gli ingegneri operano con e su grandezze fisiche, misurabili. In proposito è pertanto utile richiamare il concetto di rischio definito in economia e più precisamente, in economia delle assicurazioni nel XVIII secolo, quando si trattò di quantificare in termini monetari il premio che uno era disposto a pagare per garantirsi contro eventuali danni, cioè determinati rischi. Fu allora stabilito che sostanzialmente valeva il principio di equità:

se X è un guadagno (o perdita) aleatorio e P la probabilità di X, l'importo certo che ogni persona è disposta a spendere per avere quel guadagno (o per coprirsi dal rischio di quella perdita) è dato dal prodotto di P per X; in formula:

$$R = P \cdot X \quad (1.1)$$

Se invece di avere un unico valore di X, ne abbiamo N ed il generico X_i ha una probabilità P_i di verificarsi, si tratta di applicare la seguente relazione:

$$R = \sum_{i=1}^N P_i X_i \quad (1.2)$$

Più in generale, nel caso di distribuzione continua della probabilità di verificarsi del danno X, il rischio viene definito tramite l'integrale:

$$R = \int_0^A X f(X) dX \quad (1.3)$$

essendo $dP(X) = f(X) dX$ la probabilità che il danno abbia un valore compreso fra X e $X + dX$ ed A il valore massimo che X può assumere; $f(X)$ è la densità di probabilità di danno (Fig. 1.1):

$$f(X) = \frac{dP(X)}{dX} \quad (1.4)$$

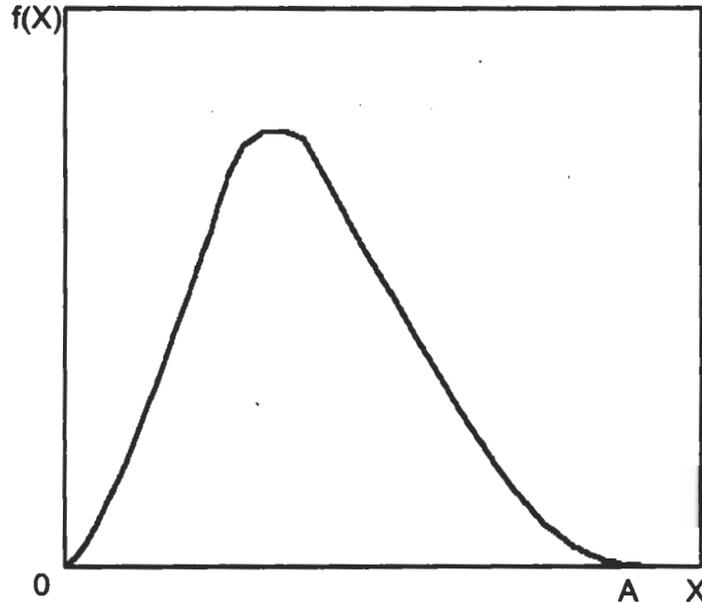


Fig. 1.1 - Andamento tipico della densità di probabilità di danno economico in funzione dell'entità di questo.

Secondo la precedente definizione, il rischio è la "speranza matematica" di un danno aleatorio o anche il valore atteso o il valor medio del danno.

Dall'economia delle assicurazioni il concetto fu esteso alla tossicologia ed epidemiologia agli inizi di questo secolo. In questo caso il rischio individuale, derivante da una determinata esposizione ad un agente dannoso, è eguale alla speranza matematica del danno derivante da tale esposizione. In questa estensione del concetto di rischio sono in generale implicite due statistiche: la prima riguardante la correlazione fra dose ed effetto dell'agente tossico, la seconda riguardante la distribuzione di tale agente fra la popolazione. Ad esempio, da queste statistiche è risultato che la probabilità di morire in conseguenza di una vaccinazione è in media 10^{-6} per vaccinazione: su un milione di individui che subiscono la vaccinazione in media uno muore per tale causa.

RISCHIO (ASPETTI)

INDIVIDUALE
SOCIALE
VOLONTARIO
INVOLONTARIO
CONTINUO/DIFFUSO
OCCASIONALE/CONCENTRATI
IMMEDIATO
RITARDATO
DETERMINISTICO
STOCASTICO

STIMA DEL RISCHIO INDIVIDUALE

$$I = P_{\text{haz}} \times P_c \times P_{\text{occ}}$$

dove P_{haz} = probabilità di un evento pericoloso (hazard).

P_c = probabilità che un individuo posto in una determinata posizione sarà soggetto a un specifico livello di danno a causa di detto evento pericoloso

P_{occ} = probabilità che un individuo sia in tale posizione quando l'evento pericoloso avviene.

Nel caso si voglia valutare il "rischio per la persona più esposta" (massimo rischio individuale) si pone $P_{\text{occ}} = 1$.

P_{haz} può essere scisso in due termini

P_{rel} = probabilità di un rilascio

P_{esc} = probabilità che l'evento pericoloso accada come risultato del rilascio

Il danno a cui si può far riferimento dipende dalle particolari applicazioni ma solitamente riguarda:

la perdita della vita

ferite corporee più o meno gravi

danno alle proprietà personali

interruzione della propria attività

necessità di abbandonare la propria abitazione

ESEMPI DI RATEO DI MORTALITA' ANNUALE PER RISCHI VOLONTARI

(medi su quelli che sono a rischio)

Fumare (tutti gli effetti)	5×10^{-3}	5000 su un milione
Guidare una motocicletta	1×10^{-3}	1000 su un milione
Bere alcohol	4×10^{-4}	400 su un milione
Guidare macchine	1.5×10^{-4}	150 su un milione
Viaggiare in treno	3×10^{-5}	30 su un milione
Viaggiare in aereo	1×10^{-5}	10 su un milione

RISCHI INVOLONTARI MEDI SU TUTTA LA POPOLAZIONE

Cancro (tutte le cause)	2×10^{-3}	2000 su un milione
Incidenti domestici	1×10^{-4}	100 su un milione
Camminare	3×10^{-5}	30 su un milione
Tempeste e inondazioni	2×10^{-7}	0.2 su un milione
Fulmini	1×10^{-7}	0.1 su un milione

STIMA DEL RISCHIO SOCIALE

Per stimare il rischio sociale da un singolo evento, si deve valutare la probabilità s che un certo numero di persone n sia soggetta ad un determinato livello di danno in un determinato intervallo di tempo

$$\text{Rischio sociale} \quad s = P_{\text{haz}}$$

$$\text{per } n = \sum P_c P_{\text{occ}}$$

dove la somma è estesa a tutta la popolazione dentro l'area che può essere affetta dall'evento pericoloso.

RISCHI CONTINUI/DIFFUSI

Atmosfera in ambienti chiusi

rischio di contrarre cancro durante il ciclo di vita a seguito di inalazione delle sostanze contenute in detti ambienti

stimato $1E-5 \div 1E-4$

Acqua potabile

Il cloroformio è l'inquinante nell'acqua che presenta i maggiori rischi.

La dose di cloroformio derivante da una doccia giornaliera di 10 minuti è pari a $0.24 \mu\text{g/Kg/giorno}$ per inalazione e $0.22 \mu\text{g/Kg/giorno}$ per penetrazione epidermica.

Il rischio durante il ciclo di vita è stimato in $1.22E-4$

La dose da cloroformio da ingestione continua di acqua potabile è pari a $0.7 \mu\text{g/Kg/giorno}$ per una ingestione giornaliera di 2 litri, con un rischio stimato di $1.8E-4$

Catena alimentare

La catena alimentare è la principale rotta di esposizione a molti inquinanti. Studiando il regime alimentare dei soggetti esposti si sono tratte le seguenti conclusioni:

SOSTANZA CHIMICA PERICOLOSA	RISCHIO NEL CICLO DI VITA	RISCHIO MEDIO ANNUO
BENZENE	$1.0E4$	$1.3E-6$
TRICLOROETILENE	$2.6E-5$	$3.4E-7$
TETRACLOROETILENE	$1.2E-5$	$1.6E-7$
TETRACLORURO DI CARBONIO	$1.2E4$	$1.6E-6$
FORMALDEIDE	$6.5E-5$	$8.7E-7$
XILENE	$3.7E-5$	$4.9E-7$
CLOROFORMIO	$1.8E4$	$2.4E-6$
DIOSINE E FURANI	$2.1E4$	$2.8E-6$
DIELDRIN	$7.8E-5$	$1.0E6$
ETILENBISDITIOCARBAMMATI	$3.4E4$	$4.5E-6$
PCB	$1.1E4$	$1.5E-6$
TOTALE	$1.3E-3$	$1.7E-5$

FAR : FATAL ACCIDENT RATE

Table 2.3: Number of fatalities per 100 million person-hours (observed FAR) for different activities, 1981-1986.
Persons in the age range 15-69 years.

Activity	Observed FAR
ALL OCCUPATIONAL ACTIVITIES	2.5
Agriculture and forestry	2.3
Fishing	63.0
Oil activities	19.0
Industry	1.1
Service	1.5
Railway transport	6.2
Shipping	11.0
Aviation	50.0
ALL TRAVELLING	27.0
Travelling on roads	27.0
Pedestrians	14
Cyclists	28.0
Motorcyclists	280.0
Car drivers	25.0
Car passengers	29.0
Travelling by train	4.7
Travelling by ship	9.1
Domestic air services	56.0
TIME SPENT IN THE HOME	1.0
ACTIVITIES ELSEWHERE	8.2
ALL DISEASES	44.0
SUICIDE	2.0

We
10 tim
within
oil acti
is not

Exam
The N
tics on
for exa
functio

Table

FUN

Adm
prod
Drill

Cate

Build
main

Tota

The d

•
•
•
Simila
for th

Table 2.6 Annual risk and fatal accident rate (FAR) in different industries and jobs in the UK

Industry or activity	1974-78		1987-90	
	Annual risk ^{a,b}	FAR ^{c,d}	Annual risk ^a	FAR ^b
Deep sea fishing	280	140	84	42
Offshore oil and gas	165	82	125	62
Coal mining	21	10.5	14.5	7.3
Railways	18	9	9.6	4.8
Construction	15	7.5	10	5
Agriculture	11	5.5	7.4	3.7
Chemical and allied industries	8.5	4.3	2.4	1.2
Premises covered by Factories Act	-	-	8 ^(e)	4
All manufacturing industry	-	-	2.3 ^(f)	1.2
Vehicle manufacture	1.5	0.75	1.2	0.6
Clothing manufacture	0.5	0.25	0.09	0.05

^a Annual risk is given as probability of death in 10^5 years.

^b Health and Safety Executive, quoted in the Royal Society (1992).

^c Fatal accident rate is defined as probability of death in 10^8 hours of exposure.

^d Some values from Kletz (1992b), evidently obtained from annual risk; remainder obtained in like manner by author.

^e British Medical Association (1987).

^f HSE (1988c).

ATTIVITA'	QUANTITA'
FUMO	1,5 SIGARETTE
VIAGGIO IN AUTO	80 KM
VIAGGIO IN AEREO	400 KM
SCALATA	90 S
CANOA	6 MIN
LAVORO NELL'INDUSTRIA	1 - 2 SETTIMANE
DA R. FARMER, ATOM 282 APRIL 1980	

Tab. 1.3 - Confronto fra varie attività con un rischio di morte di 10^{-6} (un caso su un milione).

QUANTITA'	ATTIVITA' O DECISIONE	CAUSA DELLA MORTE
1,4 SIGARETTE	FUMO	CANCRO, MALATTIA CARDIOVASCOLARE
2 MESI	VITA CON UN FUMATORE	CANCRO, MALATTIA CARDIOVASCOLARE
0,5 LITRI	VINO	CIRROSI DEL FEGATO
10 CUCCHIAIATE	BURRO DI ARACHIDE	CANCRO AL FEGATO DA AFLATOSSINA
5 LITRI	ACQUA DI MIAMI (FLORIDA)	CANCRO DA CLOROFORMIO
30 SCATOLE	DI ACQUA DI SELTZ	CANCRO DA SACCARINA
2 MESI	VITA IN CASE DI PIETRA O DI MATTONI	CANCRO DA RADIOATTIVITA'
2 MESI	IN VISITA A DENVER	CANCRO DA RAGGI COSMICI
5.000 KM	VIAGGIO IN JET	CANCRO DA RAGGI COSMICI
1 MESE	LAVORO IN RADIODIAGNOSTICA	CANCRO DA RADIAZIONI
20 ANNI	VITA VICINO AD UNA FABBRICA DI PVC	CANCRO DA VINILCLORURO
1 GIORNO	VITA IN NEW YORK O BOSTON	INQUINAMENTO DELL'ARIA
3 H	LAVORO IN UNA MINIERA DI CARBONE	INCIDENTE
1 H	LAVORO IN UNA MINIERA DI CARBONE	PNEUMOCONIOSI
1600 KM	VIAGGIO IN JET	INCIDENTE

Tab. 1.4 - Confronto fra diverse attività o decisioni comportanti un rischio di morte di 10^{-6} in USA.

SETTORE	SPESA (\$)
AIUTI A PAESI SOTTOSVILUPPATI	100 - 5000
MEDICINA	30.000
COSTRUZIONE DI STRADE	80.000
PROGETTO DI AUTO	200.000
PROTEZIONE SANITARIA CONTRO LE RADIAZIONI IONIZZANTI	100.000.000
DA B.L. COHEN, HEALTH PHYSICS	

Tab. 1.1 - Mezzi finanziari necessari per salvare una vita umana.

DECISIONE	ACCORCIAMENTO DELLA VITA (MINUTI)
ACQUISTO DI UNA PICCOLA VETTURA	7000
NON ADEMPIMENTO DI VISITE MEDICHE E MISURE PREVENTIVE CONTRO IL CANCRO	6000
VIAGGIO DI 5000 KM IN AUTO	1000
VIAGGIO DI 5000 KM IN AEREO	100
DESSERT DI GELATO	50
FUMARE UNA SIGARETTA	10
10 μ Sv DI RADIAZIONI (DOSE ANNUA MEDIA AL DI FUORI DEL SITO DI UN REATTORE NUCLEARE)	1,5
ATTRAVERSAMENTO DI UNA STRADA	0,4
DA W. SCHOLLER, REAKTORTAGUNG 1980	

Tab. 1.2 - Abbreviazione della probabile sopravvivenza a causa di singole decisioni.

TABELLA 3

DIMINUZIONE DI SPERANZA DI VITA PER VARIE CAUSE

	DSV in giorni
- non esser sposato, uomo (USA)	3500
- fumatore di sigarette, uomo (USA)	2300
- educazione elementare anzichè superiore (USA)	
donna	1800
uomo	1600
- non esser sposata, donna (USA)	1600
- 30% di sovrappeso (USA)	1300
- fumatrice di sigarette, donna (USA)	800
- 10% di sovrappeso (USA)	470
- fumatore di pipa (USA)	220
- 100 cal/d in più nella dieta (USA)	210
- incidenti da trasporto (I)	180
- 1 ora al giorno con benzopirene a 100 ng/m ³	100
- uso improprio medicine (USA)	90
- cadute (I)	71
- morte violenta (I)	53
- incidenti di trasporto a pedoni (I)	50
- cadute (USA)	39
- incidenti di trasporto a pedoni (USA)	37
- annegamento (I)	22
- radioattività naturale della Campania anzichè della Val d'Aosta	12
- corrente elettrica (I)	7
- radioattività da casa in mattoni anzichè legno	≥5
- incendi e fuoco (I)	5
- radiodiagnostica con radiografia (I)	5
- oggetti cadenti (I)	3,5
- gas e GPL domestico (I)	3
- fulmine (I)	0,5

Dati (USA) da (6). Dati (I) dalle statistiche italiane 1975

RISCHIO RITARDATO

Loss of expectation of life (days) for age (years) at beginning of exposure

Activity	20	30	40	50	60
Chemical industry (instant)	41	27	16	8	2
Nuclear industry (cancer)	68	32	12	3	0.5
Coalminers (pneumoconiosis)	876	412	154	39	6
Smoking 20 cigarettes (cancer)	1989	936	351	88	15

NATURA DEL RISCHIO	VALORE MINIMO	VALORE MASSIMO
Esposizione cronica a inquinanti	10^{-6}	10^{-5}
Catastrofi naturali	10^{-6}	10^{-5}
Attività non lavorative	10^{-6}	10^{-4}
Attività lavorative	10^{-5}	10^{-3}
Senescenza, malattie	10^{-4}	10^{-3}

L'ACCETTABILITÀ DEL RISCHIO

Tab. 1(II) - Situazione del rischio (1981) delle attività industriali in Italia; elaborazione dei dati riportati in ⁽²⁹²⁾.

Industria	Decessi nell'anno			Occupati	Rischio annuo di mortalità per occupato
	Per incidenti	Per malattie profess.	Totale		
Chimica	48	28	76	558.210	1,36 10 ⁻⁴
Elettricità	29	2	31	161.189	1,92 10 ⁻⁴
Legno ed affini	31	7	38	281.265	1,35 10 ⁻⁴
Metallurgia, macchine	181	132	313	1.641.069	1,91 10 ⁻⁴
Mineraria, mineralurgia	99	235	334	276.359	1,21 10 ⁻³
Tessile ed abbigliamento	22	4	26	758.480	3,43 10 ⁻⁵
Trasporti aziendali	237	8	245	738.382	3,32 10 ⁻⁴
Totale*	647	416	1.063	4.414.954	2,41 10 ⁻⁴

* Sono da aggiungere 1.066 decessi nelle lavorazioni agricole a carattere industriale, nelle costruzioni, in attività varie ed indeterminate con 3.145.349 altri occupati con un corrispondente rischio medio annuo di mortalità di 3,39 10⁻⁴ per occupato ed un rischio complessivo medio annuo di mortalità di 2,82 10⁻⁴ per occupato.

1.2). Esempi classici di questo tipo sono il rischio derivante dal fumo, dall'esercizio di attività sportive pericolose, ecc., in confronto con quello derivante dall'esercizio di attività industriali in vicinanza della propria residenza o più in generale connesso con l'attuazione di progetti di pubblica utilità. Giocano un ruolo fondamentale in questo tipo di comportamento, apparentemente irrazionale, una serie di fattori, fra cui principalmente la conoscenza del processo dannoso, la possibilità (talvolta l'illusione) di esercitare un diretto controllo su tale processo modificandone gli esiti finali (almeno nel senso di limitare il danno), la percezione di un beneficio (spesso solo di tipo psicologico) individuale, personalizzato, derivante dal processo, che invece manca nel caso dei rischi involontari, ecc.

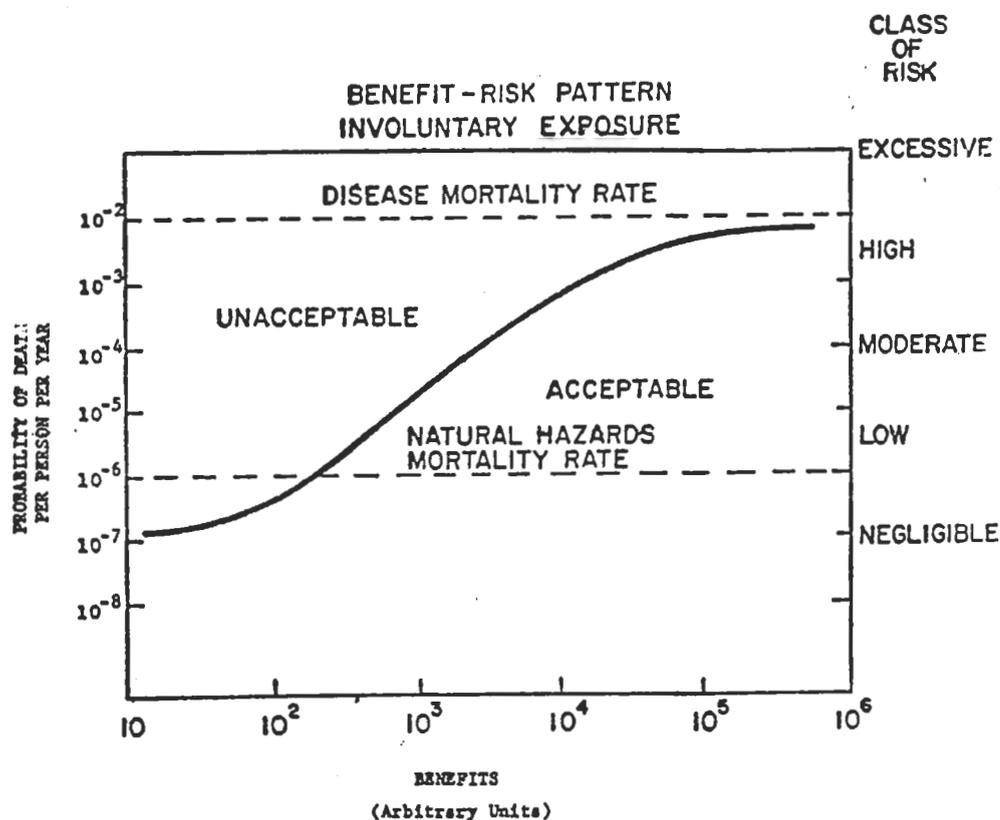
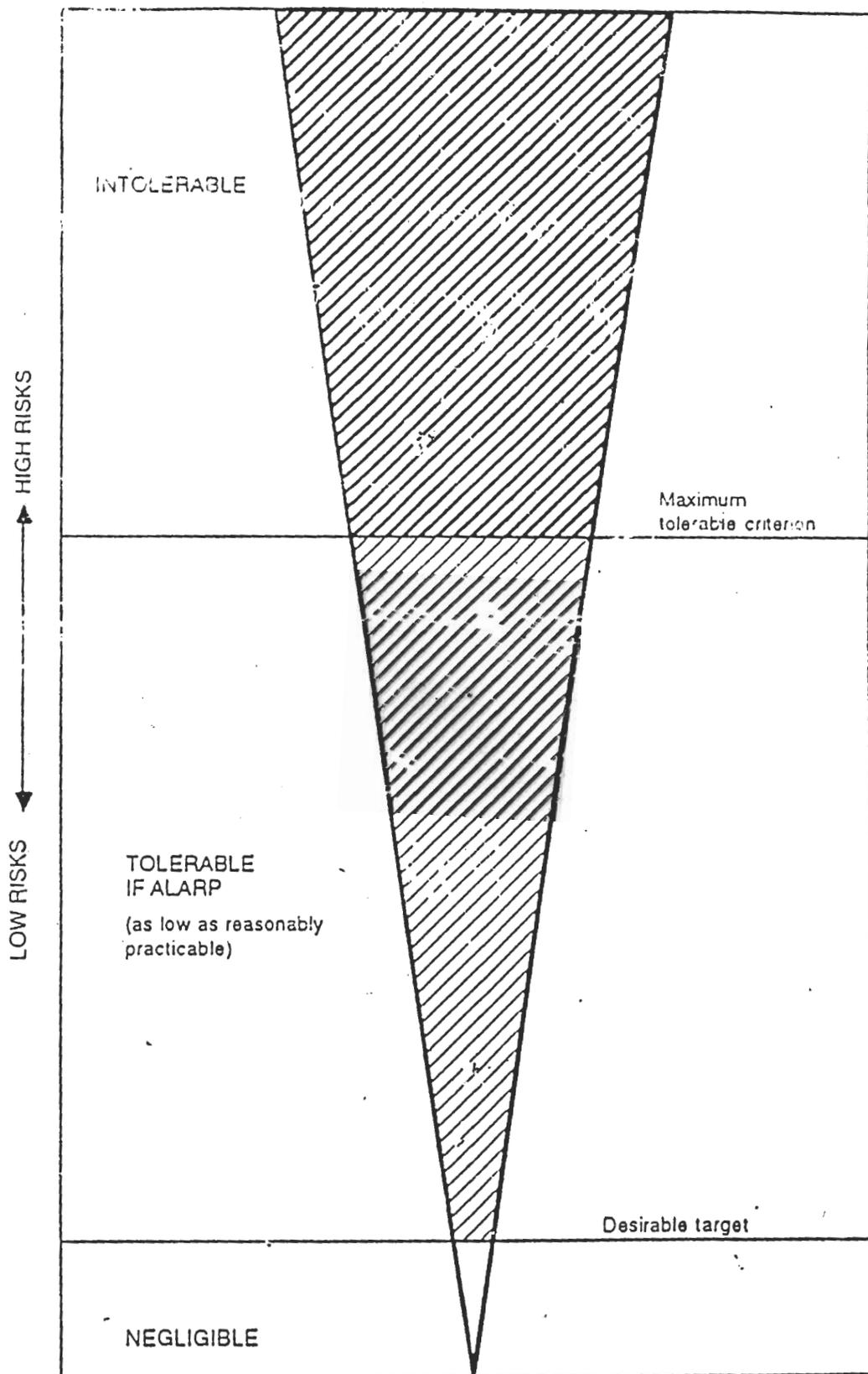
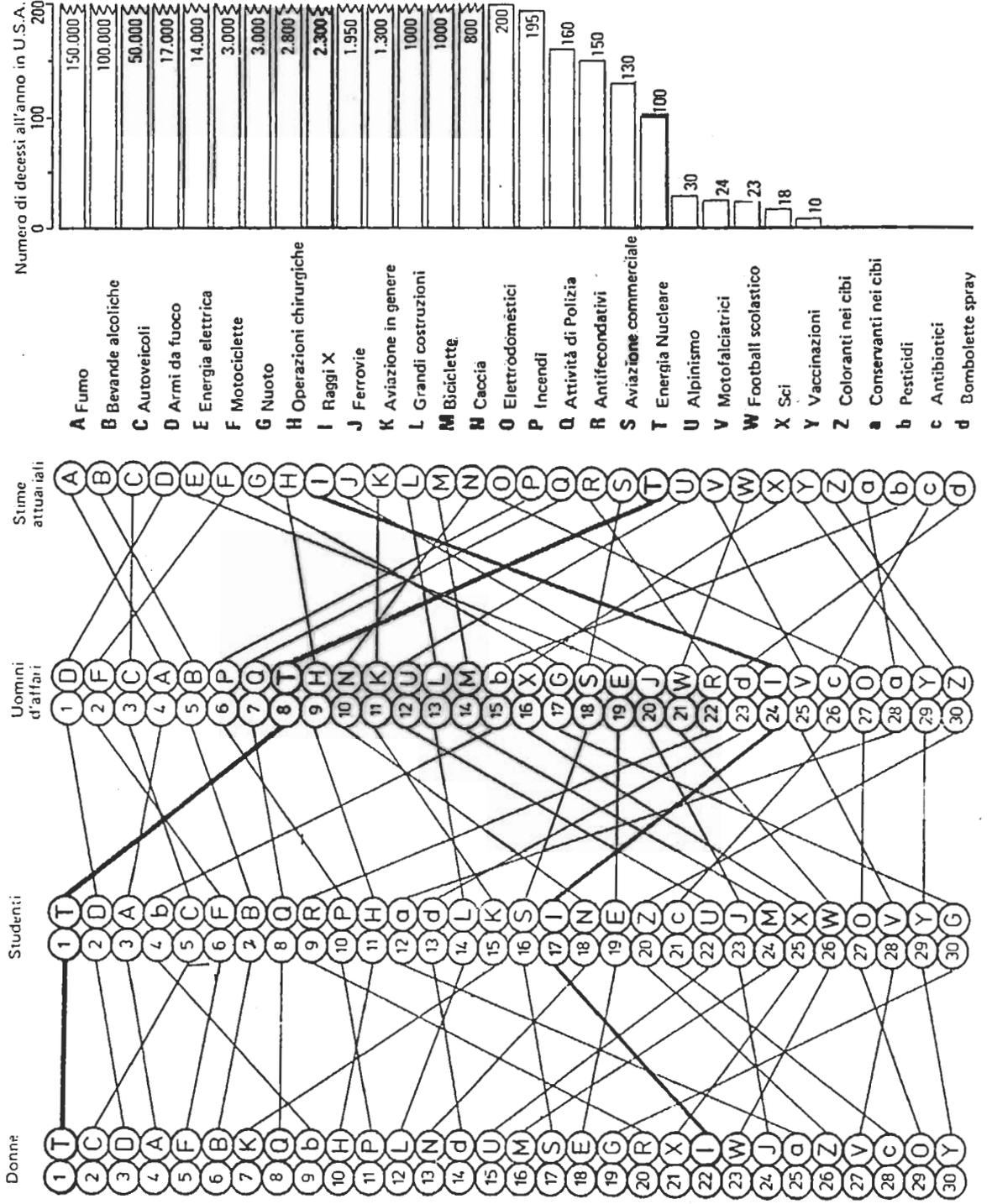


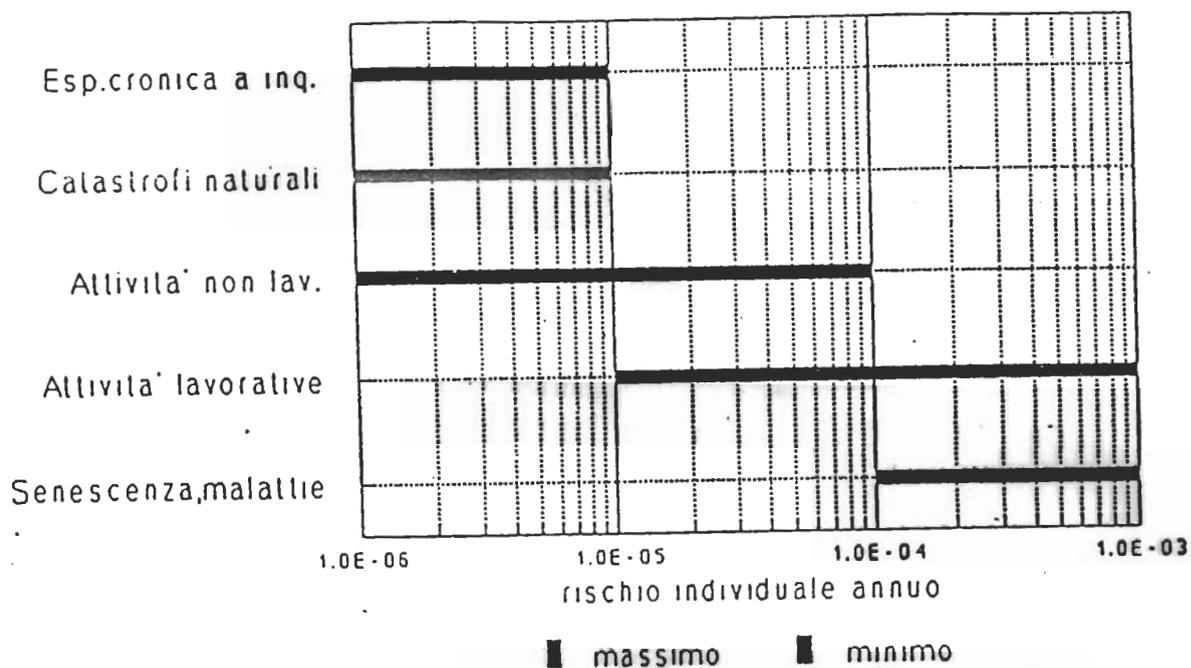
Fig. 1.2 - Andamento qualitativo delle curve di accettabilità del rischio in funzione dei benefici attesi (ripresa da "The Safety of Nuclear Power Reactors and Related Facilities" US NRC, 1973).

FIGURE 2: FRAMEWORK FOR RISK CRITERIA



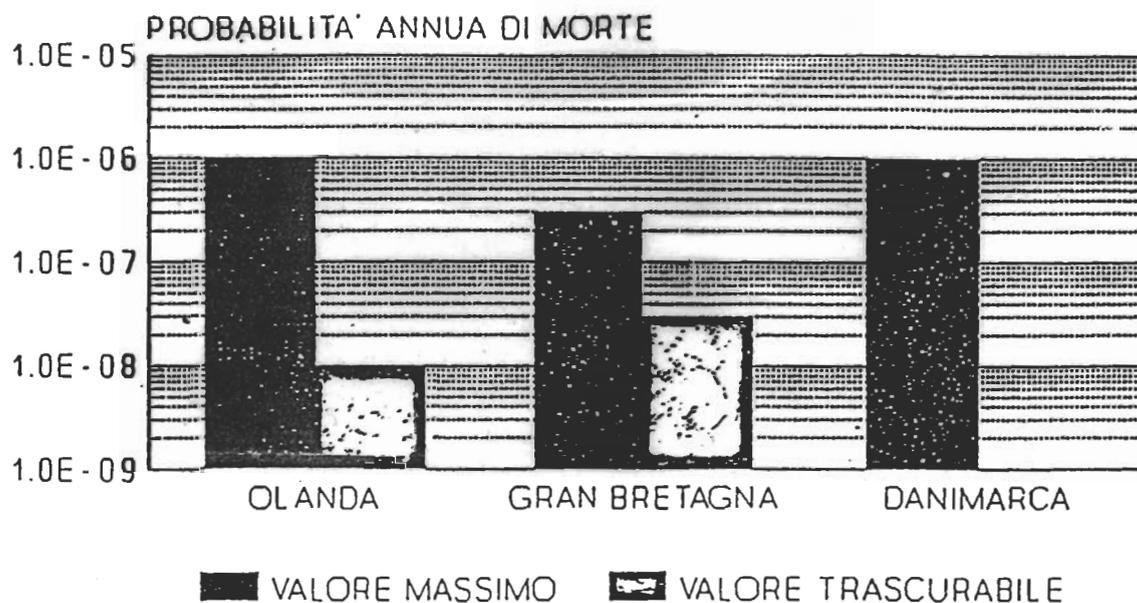


A) RISCHI INDIVIDUALI ANNUI VALORI STORICI



iter eidos - 1992

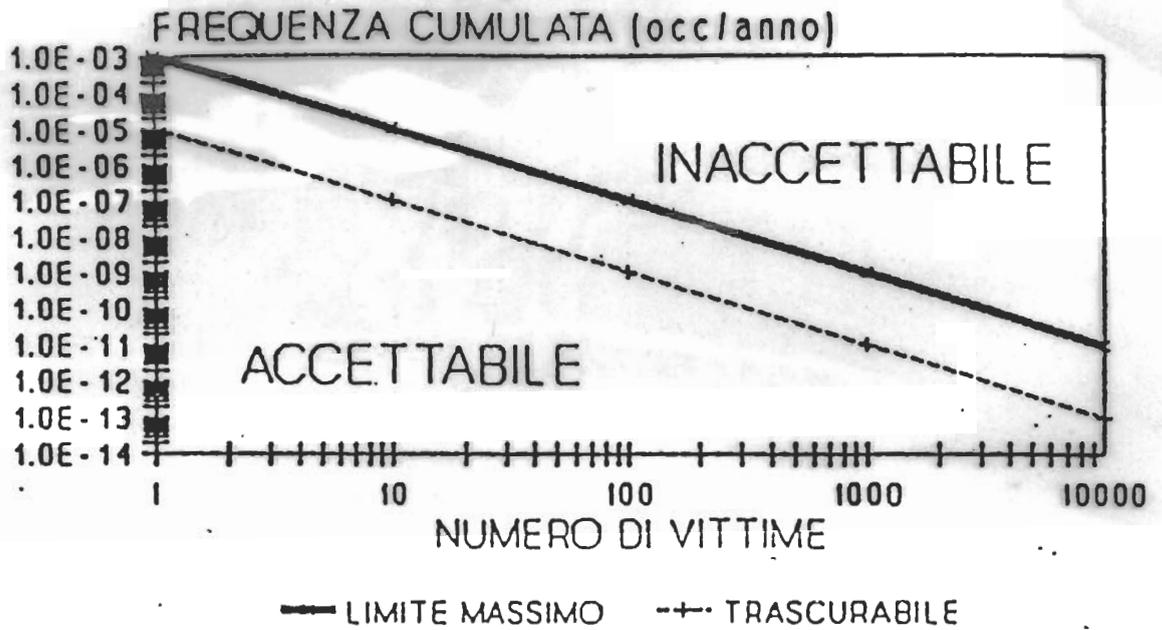
B) RISCHIO INDIVIDUALE STANDARDS NAZIONALI (VALORI PER SOGGETTO MEDIO)



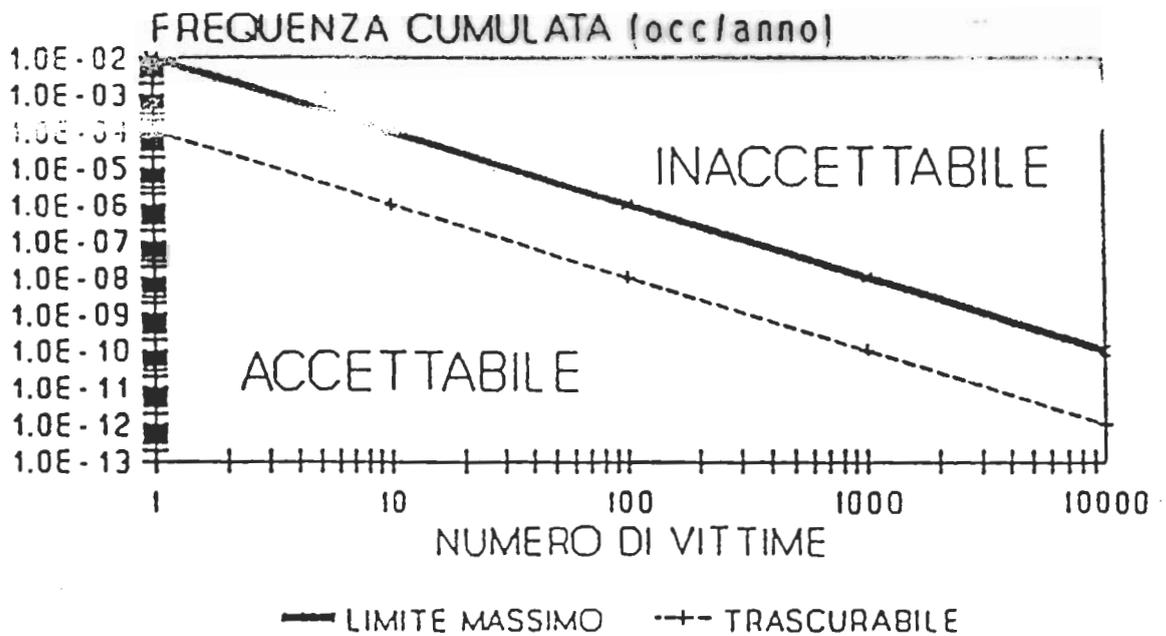
iter eidos - 1992

Fig. 1 - Dati di rischio individuale

A) RISCHIO SOCIALE STANDARD DELL'OLANDA



B) RISCHIO SOCIALE STANDARD DELLA DANIMARCA



iter eidos 1992

Fig. 2 - Standards di rischio sociale in due paesi della CCE

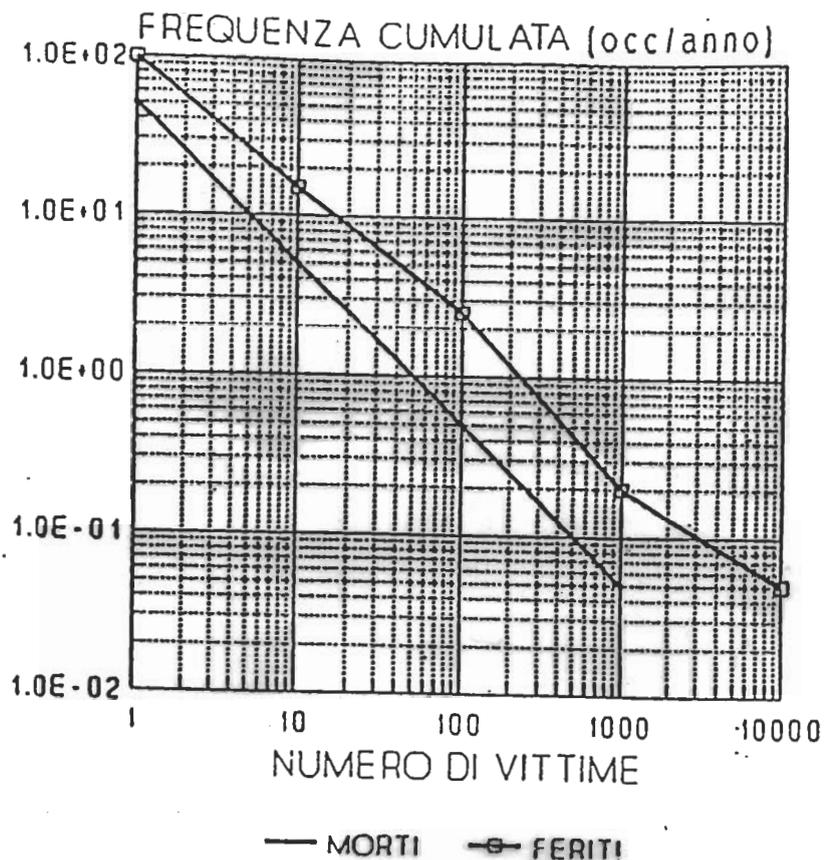


Fig. 3 - Dati storici di rischio da incidenti rilevanti nel mondo nel periodo 1966 - 1986

I seguenti punti meritano di essere evidenziati:

1. La frequenza cumulata di incidenti con 10 o più vittime è stata pari a 5 occ/anno, quella di incidenti con 100 o più vittime è stata pari a 0.5 occ/anno, quella di incidenti con 1000 o più vittime di 0.05 occ/anno (Nota: In pratica un solo caso - Bhopal - in 20 anni).

Da quanto sopra appare evidente che la frequenza diminuisce linearmente con il numero delle vittime e che il prodotto $F \cdot N = \text{costante} = 50$.

Questo contrasta notevolmente con i risultati dedotti da analoghe curve sviluppate all'inizio degli 80 (cioè prima delle grandi catastrofi, tipo Bhopal, Mexico City, Cubatao, etc.) che mostravano una diminuzione più che lineare della frequenza con il numero delle vittime, al punto che si riteneva che $F \cdot N^2 = \text{costante}$.

Su queste basi, che con i dati odierni appaiono superate, sono stati sviluppati i criteri di accettabilità olandese e danese.

2. Esiste un rapporto tra il numero dei feriti ed il numero di vittime a pari frequenza incidentale che varia tra 3 e 10; i valori più elevati del rapporto si sono verificati per le catastrofi più gravi.

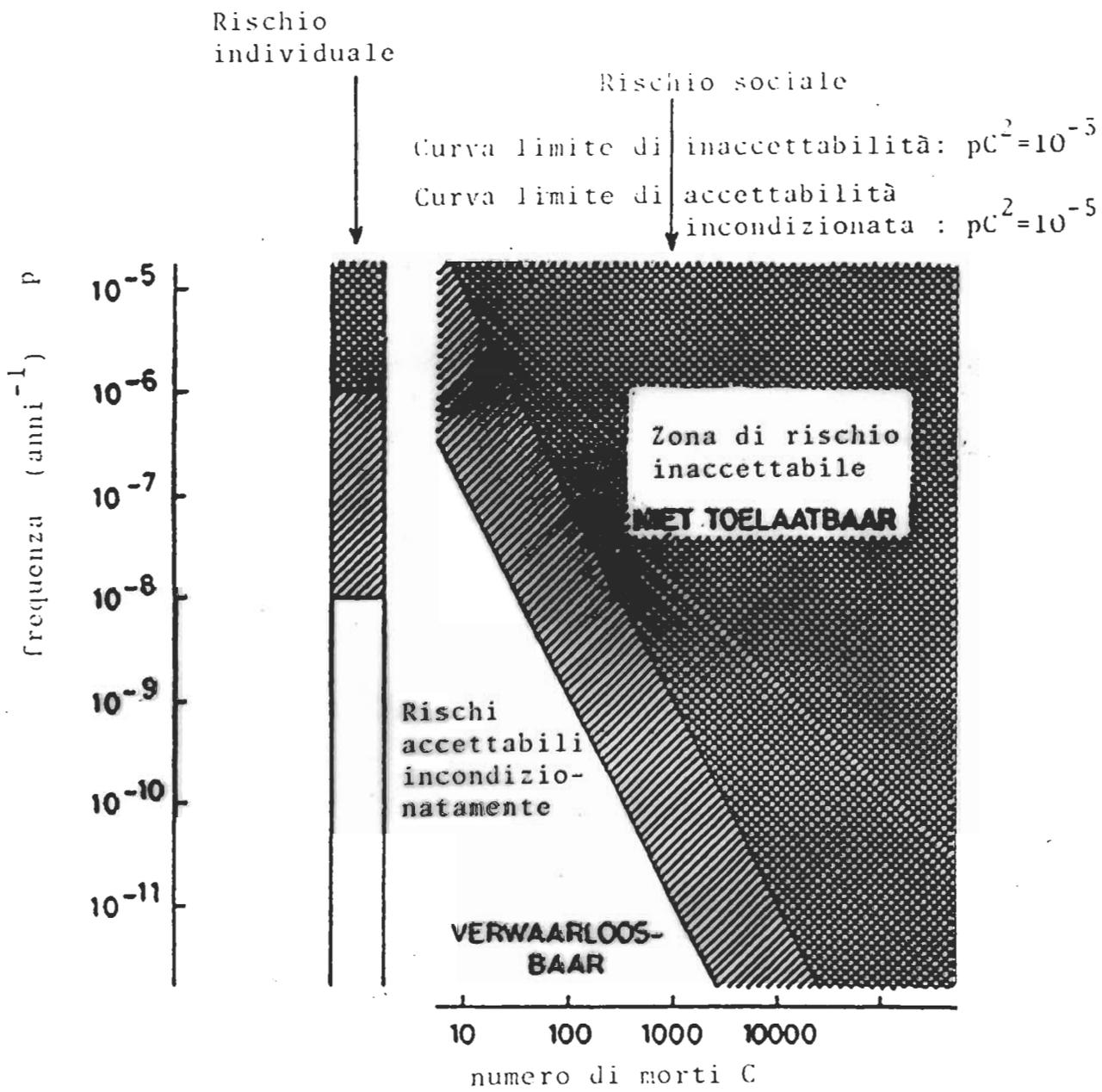
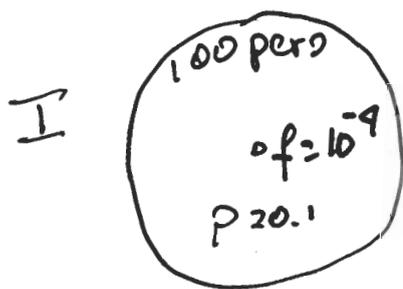


Fig. 10 - Curve limite di rischio adottate in Olanda

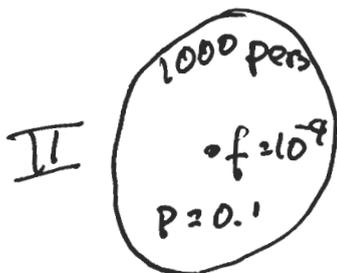
RISCHIO INDIVIDUALE e RISCHIO SOCIALE

Esempio BLEVE



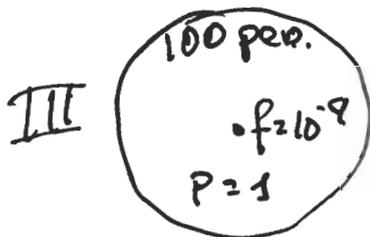
$$RI = 10^{-5}$$

$$RS = 10^{-7}$$



$$RI = 10^{-5}$$

$$RS = 10^{-7}$$



$$RI = 10^{-4}$$

$$RS = 10^{-7}$$

COMPARAZIONE (I & II) = RI uguale
RS non uguale

(II & III) = RI non uguale
RS uguale

Table (3.12)

Overview Summary of Risk Criteria

Year	Advisory Body/ Government	Risk Level per year	Comment
1976	Advisory Committee on Major Hazards	10^{-4}	Serious accident frequency (at the plant level)
1976	Royal Commission on Environmental Pollution	10^{-5} $< 10^{-6}$	Warnings on individual risks Individual Risk considered acceptable
1981	HSE Canvey Study	20×10^{-6} to 400×10^{-6} (individual fatality risk)	Cessation of operations considered not require
1983	Royal Society Study Group	$< 1 \times 10^{-6}$ $> 1 \times 10^{-3}$ 1×10^{-4} to 1×10^{-1}	Risk acceptable Not acceptable Compare risks, detriments, costs and benefits
1984	Netherlands Government	$< 10^{-6}$ Graphs for societal risk	Risk acceptable Extrapolation from individual risk
1989	HSE, UK	$< 1 \times 10^{-6}$ $< 0.3 \times 10^{-6}$ $> 10 \times 10^{-6}$ No numerical criteria justified for group risk	Risk acceptable Sensitive land uses may not be acceptable
1989	Dutch National Environmental Policy Plan	1×10^{-5} 1×10^{-3} 1×10^{-2} - 1×10^{-4} 10^{-3} for 10 fatalities - 10^{-7} for 100 fatalities 10^{-7} for 10 fatalities - 1×10^{-9} for 100 fatalities	Max permissible Negligible Risk reduction Max permissible societal risk Negligible societal risk
1991	Department of Planning, NSW, Australia	$< 1 \times 10^{-6}$ $< 0.5 \times 10^{-6}$ Societal risk on a case by case	Risk acceptable Sensitive land uses Additional criteria for injury

INES: The International Nuclear Event Scale

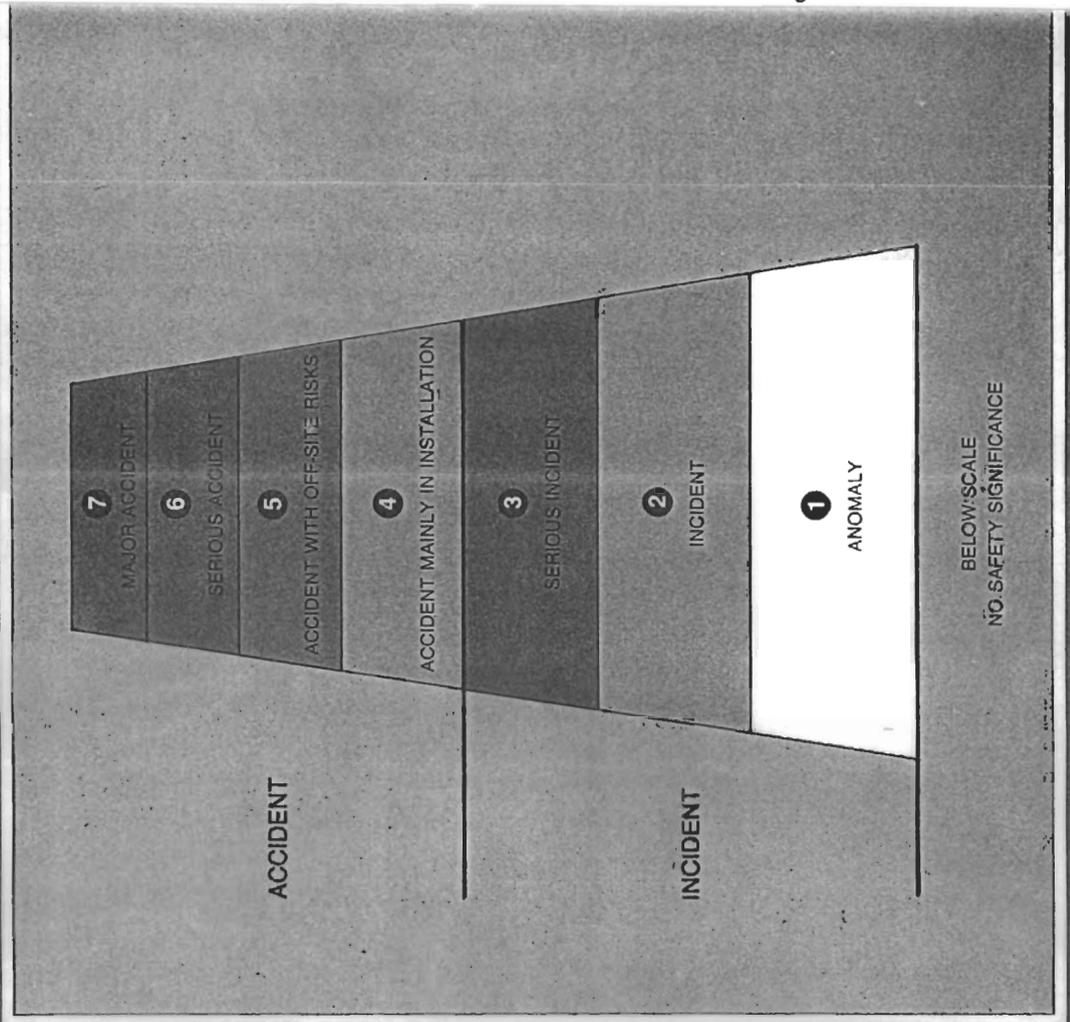
User's Manual

JOINTLY PREPARED BY IAEA AND NEA (OECD)



CRITERIA		
Level/Descriptor	Off-site impact	On-site impact
7 Major accident	Major release: Widespread health and environmental effects	Defence-in-depth degradation
6 Serious accident	Significant release: Full implementation of local emergency plan	
5 Accident with off-site risks	Limited release: Partial implementation of local emergency actions	Severe core damage
4 Accident mainly in installation	Minor release: Public exposure of the order of prescribed limits	Partial core damage Acute health effects to workers
3 Serious incident	Very small release: Public exposure at a fraction of prescribed limits	Major contamination Overexposure of workers
2 Incident		Near accident Loss of defence-in-depth provisions Incidents with potential safety consequences
1 Anomaly		Deviations from authorized functional domains
0 /Below scale		No safety significance

Fig. 1. Basis for nuclear event scale.



LEVEL	DESCRIPTOR	CRITERIA	EXAMPLES
CCIDENTS 7	Major accident	<ul style="list-style-type: none"> External release of a large fraction of the reactor core inventory typically involving a mixture of short and long lived radioactive fission products (in quantities radiologically equivalent to more than tens of thousands of terabecquerels of iodine-131). <i>> 270,000 <</i> Possibility of acute health effects. Delayed health effects over a wide area, possibly involving more than one country. Long term environmental consequences. 	Chernobyl, USSR (1986)
6	Serious accident	<ul style="list-style-type: none"> External release of fission products (in quantities radiologically equivalent to the order of thousands to tens of thousands of terabecquerels of iodine-131). Full implementation of local emergency plans probably needed to limit serious health effects. 	<i>< 270,000 G</i> <i>> 27,000</i>
5	Accident with off-site risks	<ul style="list-style-type: none"> External release of fission products (in quantities radiologically equivalent to the order of hundreds to thousands of terabecquerels of iodine-131). Partial implementation of emergency plans (e.g. local sheltering and/or evacuation) required in some cases to lessen the likelihood of health effects. Severe damage to a large fraction of the core as a result of mechanical effects and/or melting. 	Windscale, UK (1957) <i>> 2700 G</i> Three Mile Island, USA (1979)
4	Accident mainly in installation	<ul style="list-style-type: none"> External release of radioactivity resulting in a dose to the most exposed individual off-site of the order of a few millisieverts. <i>10 m Rem</i> Need for off-site protective actions generally unlikely except possibly for local food control. Some damage to reactor core as a result of mechanical effects and/or melting. Worker doses that can lead to acute health effects (of the order of 1 Sv). <i>100 R</i> 	Saint-Laurent, France (1980)

LEVEL	DESCRIPTOR	CRITERIA	EXAMPLES
INCIDENTS 3	Serious incident	<ul style="list-style-type: none"> External release of radioactivity above authorized limits, resulting in a dose to the most exposed individual off-site of the order of tenths of a millisievert. Off-site protective measures not needed. High radiation levels and/or contamination on-site as a result of equipment failures or operational incidents. Overexposure of workers (individual doses exceeding 50 mSv). Incidents in which a further failure of safety systems could lead to accident conditions, or a situation in which safety systems would be unable to prevent an accident if certain initiators were to occur. 	Vandellos, Spain (1989)
2	Incident	<ul style="list-style-type: none"> Technical incidents or anomalies which, although not directly or immediately affecting plant safety, are liable to lead to subsequent re-evaluation of safety provisions. 	
1	Anomaly	<ul style="list-style-type: none"> Functional or operational anomalies which do not pose a risk but which indicate a lack of safety provisions. This may be due to equipment failure, human error or procedural inadequacies. (Such anomalies should be distinguished from situations where operational limits and conditions are not exceeded and which are properly managed in accordance with adequate procedures. These are typically 'below scale'.) 	
Below scale /zero	No safety significance		

Fig. 2. INES scale in descriptive form.

HAZARD: una situazione fisica con potenziale di ingiuria fisica per l'uomo, di danno per i beni, di danno per l'ambiente o con una combinazione di questi.

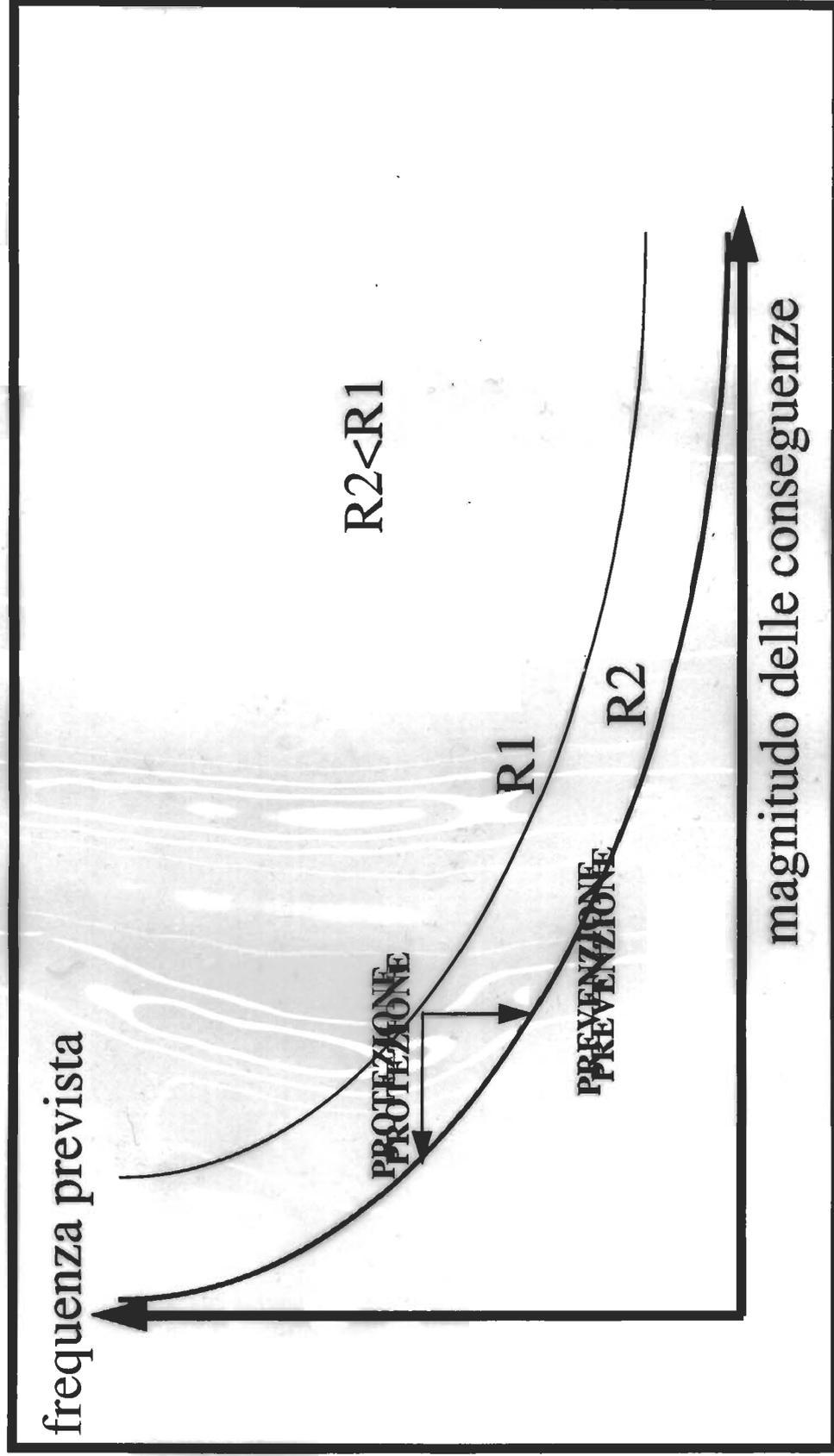
RISK: la probabilità che un dato evento indesiderato si verifichi in un periodo di tempo prefissato e con modalità definite.

Per **HAZARD ANALYSIS** si intende il complesso delle attività tese alla identificazione dello "spettro" dei pericoli connessi con un insediamento e correlati con le sostanze e le lavorazioni presenti.

Per **RISK ANALYSIS** si intende il complesso di attività tese alla identificazione di quei particolari incidenti che possono verificarsi in un impianto, delle relative probabilità di verificarsi, degli effetti conseguenti.

L'**HAZARD ANALYSIS** è pertanto cronologicamente e concettualmente preliminare alla **RISK ANALYSIS**.

Prevenzione e Protezione



SECTION I

1.1 RISK OF DEATH AS A FUNCTION OF AGE, 1975 ONLY

ICD No.	Row Number	Cause of Death	INDIVIDUAL RISK PER YEAR x 10 ⁶															
			ALL AGES	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75-84	85+			
000-999	1	ALL CAUSES	11869	3295	301	265	625	721	777	1849	5803	14863	36743	87739	205166			
000-799	2	NATURAL CAUSES	11427	3066	187	163	221	308	472	1531	5415	14398	36106	86039	200099			
140-239	3	NEOPLASMS	2515	71	67	53	67	93	170	563	1992	4899	9537	14370	17477			
390-458	4	DISEASES OF THE CIRCULATORY SYSTEM	6131	27	8*	13	29	39	113	611	2500	7005	19315	50333	123619			
410-414	5	ISCHEMIC HEART DISEASE	3172	**	No deaths recorded	**	**	**	38	371	1734	4623	11260	23352	45696			
480-486	6	PNEUMONIA	939	221	11*	10*	15	20	25	45	140	461	2015	8942	31586			
520-577	7	DISEASES OF THE DIGESTIVE SYSTEM	304	58	5*	7*	11*	17	26	71	186	399	907	2224	4737			
800-999	8	ALL DEATHS DUE TO ACCIDENTS AND VIOLENCE	442	229	114	102	384	413	306	318	388	465	637	1700	5067			
990-999	9	SUICIDES	76	No deaths recorded		**	28	69	78	93	121	131	134	127	97			
980-999	10	HOMICIDES, LEGAL, UNDETERMINED, WAR	41	23	7*	6*	31	51	39	50	56	58	53	68	59			
800-949	11	ALL ACCIDENTS	325	206	107	94	326	294	189	175	211	277	450	1505	4911			
810-823	12	ROAD ACCIDENTS	122	46	64	49	245	203	403	81	91	112	167	320	297			
840-949	13	ALL NON-TRANSPORT ACCIDENTS	195	157	40	40	67	77	75	84	110	155	278	1178	4608			
\$ of all deaths due to accident			(800-949) / (000-999) x 100	2.74	6.26	35.63	35.67	52.06	40.72	24.34	9.46	3.64	1.86	1.23	1.72	2.39		

**less than 20 deaths recorded in 1975. Confidence intervals from Appendix A: 0-95 probability mean number of deaths within 12-2 - 30.8 yr⁻¹ for 20 deaths yr⁻¹ recorded
 *less than 50 deaths recorded in 1975. Confidence intervals from Appendix A: 0-95 probability mean number of deaths within 37 - 65.9 yr⁻¹ for 50 deaths yr⁻¹ recorded

Data presented were obtained from mortality & total population statistics for Great Britain.

TABELLA 2

DISTRIBUZIONE PER CLASSI D'ETA' DELLE MORTI ACCIDENTALI DEL 1975 IN ITALIA

Tipo incidente / classe età		0 - 5	5 - 20	20 - 60	≥ 60	Totale
(% su popolazione totale)		6,9	24	52	17	100
Totale incidenti	M	452	2362	9360	7483	19657
ICD 800-999	F	277	672	2378	7051	10378
	tot	729	3034	11738	14534	30035
	%	2,4	10	39	48	100
Incidenti da trasporto	M	173	1480	5124	2836	9613
ICD 800-845	F	103	452	1153	1013	2731
	tot	276	1932	6287	3849	12344
	%	2,2	16	51	31	100
Incidenti non da trasporto	M	273	744	2695	3611	7323
ICD 850-949	F	168	166	559	3586	6479
	tot	441	910	3254	9197	13802
	%	3,2	6,6	24	67	100
Morte violenta o con dubbio di violenza	M	6	138	1544	1033	2721
ICD 950-999	F	6	54	656	452	1168
	tot	12	192	2200	1485	3889
	%	0,3	4,9	57	38	100
Pedoni in incidenti da trasporto	M	108	390	710	1130	2538
	F	62	177	281	613	1133
	tot	170	567	991	1743	3471
	%	1,9	16	29	50	100
Caute	M	52	122	992	2857	4041
ICD 860-887	F	18	26	226	5183	5453
	tot	76	154	1224	8040	9494
	%	0,8	1,6	13	85	100
Incendio e fuoco	M	7	31	83	104	225
ICD 890-899	F	15	15	34	84	148
	tot	22	46	117	188	373
	%	5,9	12	31	50	100
Annegamento	M	58	279	393	162	892
ICD 910	F	28	43	65	65	201
	tot	86	322	458	227	1093
	%	7,9	29	42	21	100
Corrente elettrica	M	9	63	198	18	288
ICD 925	F	6	10	24	4	44
	tot	15	73	222	22	332
	%	4,5	22	67	6,6	100
Avvelenamento gas domestici e scoppio bombole	M	2	17	53	42	114
ICD 870, 871, 874, 921.1	F	3	12	21	38	74
	tot	5	29	74	80	188
	%	2,6	15	39	43	100
Soffocamento meccanico o per schiott. cibo o oggetti	M	57	20	41	19	137
ICD 911-913	F	44	5	9	9	67
	tot	101	25	50	28	204
	%	50	12	25	14	100