

Ann. Mus. civ. Rovereto	Sez.: Arch., St., Sc. nat.	Suppl. vol. 4 (1988)	237-250	1989
-------------------------	----------------------------	----------------------	---------	------

L. FILOSI

LA RADIOCONTAMINAZIONE DEI FUNGHI DOPO L'EVENTO CHERNOBYL

Riassunto - L. FILOSI - La radiocontaminazione dei funghi dopo l'evento di Chernobyl.

Come conseguenza dell'incidente dell'impianto nucleare di Chernobyl (URSS) parte del territorio europeo, comprese alcune Regioni dell'Italia settentrionale, è stato investito dalla ricaduta degli aerosol di composti radioattivi sprigionatisi dall'impianto.

Tra i vari campioni analizzati quelli di funghi, hanno mostrato livelli di radio-contaminazione imprevedibili con oscillazione fortissima tra varie specie e località di raccolta tanto che per alcuni di essi è scattato il provvedimento di divieto di vendita sul territorio provinciale.

Alle ore 1,23 del 26 aprile 1986, al termine di una sequenza operativa abnorme per finalità e rispetto delle procedure di sicurezza il reattore n. 4 dell'impianto nucleare di Chernobyl (URSS) venne distrutto permettendo il rilascio, protrattosi per circa dieci giorni, della totalità della radioattività sotto forma di gas nobili e di una frazione consistente (fino al 20%) degli altri radionuclidi contenuti nel nocciolo (Tab. 1 e 2).

Le alte temperature sviluppatesi all'interno del reattore hanno contribuito al rilascio ed alla spinta in alto di radionuclidi tanto che parte di essi si è diffusa anche su larga parte del territorio europeo. La particolare direzione dei venti (Fig. 1, 2, 3, 4, 5) e il regime pluviometrico di quel periodo possono spiegare come le Regioni dell'Italia settentrionale abbiano subito una contaminazione maggiore rispetto alle rimanenti Regioni d'Italia.

Non appena venuti a conoscenza (29.4.1988) dell'incidente vari organismi interessati alla tematica, Ufficio del Medico Provinciale, Laboratorio d'Igiene e Profilassi, Servizio di Fisica Saitaria dell'Ospedale S. Chiara, Vigili del Fuoco, hanno iniziato una massiccia opera di verifica di livello di contaminazione radioattiva di aria, suolo e varie matrici alimentari.

Da quella data ad oggi sono state effettuate circa 6000 determinazioni, un centinaio alle quali hanno riguardato i funghi di varie specie o prevenienze.

In questa breve comunicazione verranno esposti i livelli di contaminazione radioattiva dei funghi nei periodi di comportamento nonché alcuni aspetti sanitari relativi al consumo di alimenti radiocontaminati.

Tabella 1

Valutazione della composizione radioisotopica del nocciolo e dei rilasci del reattore di Chernobyl

Isotopo	Tempo di dimezzamento (giorni)	Attività* presente (Bq)	Attività rilasciata (%)	Principali radiazioni
Kr 85	3930	3.3×10^{16}	100	β^- , γ
Xe 133	5.27	1.7×10^{18}	100	β^- , γ
I 131	8.05	1.3×10^{18}	20	β^- , γ
Te 132	3.25	3.2×10^{17}	15	β^- , γ
Cs 134	750	1.9×10^{17}	10	β^- , γ
Cs 137	1.1×10^4	2.9×10^{17}	13	β^- , γ
Mo 99	2.8	4.8×10^{18}	2.3	β^- , γ
Zr 95	65.5	4.4×10^{18}	3.2	β^- , γ
Ru 103	39.5	4.1×10^{18}	2.9	β^- , γ
Ru 106	368	2.0×10^{18}	2.9	β^- , γ
Ba 140	12.8	2.9×10^{18}	5.6	β^- , γ
Ce 141	32.5	4.4×10^{18}	2.3	β^- , γ
Ce 144	284	3.2×10^{18}	2.8	β^- , γ
Sr 89	53	2.0×10^{18}	4.0	β^- , γ
Sr 90	1.02×10^4	2.0×10^{17}	4.0	β^-
Np 239	2.35	1.4×10^{17}	3	β^- , γ
Pu 238	3.15×10^4	1.0×10^{15}	3	α
Pu 239	8.9×10^6	8.5×10^{14}	3	α
Pu 240	2.4×10^6	1.2×10^{15}	3	α
Pu 241	4800	1.7×10^{17}	3	α
Cm 242	164	2.6×10^{16}	3	α

* Attività calcolata e riferita al 6 maggio 1986 da esperti sovietici.

Tabella 2

Proprietà ecologiche generali di alcuni radionuclidi

Radionuclide (T 1/2)	Origini	Elemento analogo	Principali "reservoir" biosferici	Modi di esposizione più importanti	Grado di trasporto per via alimentare	Concentrazione del livello trofico successivo	Organi critici (vertebrati)	Assimilazione	Ritenzione (T 1/2 biol.)
H-3 (12 anni)	cosmica fissione attivazione	H	idrosfera (HTO)	ingestione assunzione assorbimento	elevato	si approssima all'unità	corpo intero	completa	bassa (giorni)
C-14 (5600 anni)	cosmica attivazione	C	atmosfera (CO ₂) litosfera (C, CO ₃)	ingestione assorbimento assunzione	elevato	si approssima all'unità	grasso corpo intero	completa	bassa (giorni)
I-131 (8 giorni)	fissione	I	biota terreno	ingestione assorbimento inalazione	elevato	~ 10 ³ (tiroide vegetale)	tiroide	elevata	moderata (settimane, mesi)
Cs-137 (30 anni)	fissione	K	terreno sedimenti	ingestione assorbimento esterna	elevato	si approssima a 3	corpo intero	elevata	moderata (settimane, mesi)
Sr-90 (28 anni)	fissione	Ca	terreno biota	ingestione assorbimento assunzione	elevato	< 1	scheletro	moderata	elevata (anni)
Kr-85 (11 anni)	fissione	nessuno	atmosfera	sommersione	trascurabile	trascurabile	corpo intero	trascurabile	trascurabile
Zr-95 (65 giorni)	fissione	nessuno	terreno sedimenti	adsorbimento inalazione esterna	molto basso	< 10 ⁻²	tubo digerente, polmone	molto bassa, trascurabile	moderata elevata (mesi, anni)
Ru-106 (1 anno)	fissione	nessuno	terreno sedimenti	ingestione inalazione adsorbimento	elevato	< 1	tubo digerente, polmone	bassa, moderata	bassa (giorni)
Ce-144 (285 giorni)	fissione	nessuno	terreno sedimenti	ingestione inalazione adsorbimento esterna	basso-moderato	< 0,1	tubo digerente, scheletro polmone, fegato	molto bassa, moderata trascurabile	moderata (1-5 anni)
Pu-239 (2,4 x 10 ⁴ anni)	attivazione	nessuno	terreno sedimenti	ingestione inalazione adsorbimento	molto basso	< 10 ⁻²	scheletro	molto bassa trascurabile	elevata (anni)

(Da: Wichker F.W., Schultz V., Radiocology: Nuclear Energy and the Environment Vol. I, II, Boca Raton, Florida, CRC Press, Inc., 1982) [5]

I valori delle tabelle sono espresso in Bq/Kg (1 nCi = 37 Bq) e si riferiscono ai periodi di campionamento degli anni 1986 - 1987 - 1988 (Tabelle 3, 4, 5, 6).

Come si può notare la misura delle radiocontaminazione ha dato dei risultati spesso imprevedibili con oscillazioni fortissime al variare delle singole specie, della località di prelievo e del periodo di produzione. La maggior parte dei miceti presenta livelli di contaminazione rientranti nei limiti di legge (600 Bq/Kg) mentre alcuni (*Armillaria Mellea*, *Cantharellus lutescens*, *Clitocybe indunfiboliformis*, *Pholiota Caperata*) presentano valori elevati di radiocontaminazione.

Per quanto riguarda gli aspetti sanitari della radioattività vi è da dire che risulta difficile, se non impossibile, riuscire a dare dei valori al di sotto dei quali non vi sia alcun rischio, basse dosi di radiazioni provocano effetti a distanza quali mutazioni genetiche, tumori ed invecchiamento precoce che però sono indotti anche da altri fattori non facilmente determinabili e quantizzabili.

Le radiazioni all'uomo possono giungere per via inalatoria, per irradiazione nella cute, per ingestione (Fig. 6). Per quanto riguarda le matrici alimentari i valori limite soglia tengono conto delle modalità di introduzione degli alimenti (quantità, periodi, etc.) nonché del soggetto (bambino, adulto, donna in gravidanza, etc.). Per quanto riguarda i funghi essi rappresentano solamente una piccolissima parte della dieta per la maggiore parte della gente e dell'anno (Tab. 7, 8) per cui anche i livelli di contaminazione di 7-800 Bq/Kg in un soggetto adulto-sano non presentano un rischio elevato, vi è da dire però che tali livelli non permettono la commercializzazione dei funghi della Comunità Economica Europea e per tali motivi l'autorità sanitaria ha adottato dei provvedimenti di divieto di vendita con lo scopo di rendere comunque sempre più remoto un possibile rischio per la salute.

PRECIPITAZIONI UMIDE E SECHE A RONCAFORT

Tabella 3

Cs 137	251 nCi/m ²	→	9.300 Bq/m ²
per riferimenti su campioni di terreno:			
Cles	Cs 137 - 270 nCi/m ²	→	10.000 Bq/m ²
Tremalzo	Cs 137 - 438 nCi/m ²	→	16.200 Bq/m ²
Imer	Cs 137 - 553 nCi/m ²	→	20.500 Bq/m ²
Trento	Cs 137 - 179 nCi/m ²	→	6.600 Bq/m ²
	Cs 137 - 204 nCi/m ²	→	7.550 Bq/m ²

ANNO 1986

Tabella 4

Varietà - Valori in Bq/Kg	Luogo e data prelievo	Iodio 131	Cesio 137	Cesio 134
<i>Chantarellus lutescens</i>	S. Martino di Castrozza - 21.9	—	301	116
Funghi misti	S. Martino di Castrozza - 11.5	68,6	non r.	non r.
Funghi misti crudi	Vigolo Vattaro - 13.7	—	62	169
Funghi misti lavati	Valle di Cembra - 18.8	—	15,6	4,3
Funghi misti crudi	Valle di Cembra - 10.9	—	21,2	10,12
Funghi misti crudi	Valle di Fiemme - 26.8	—	202,9	66,5
<i>Tricoloma georgi</i>	Valled i Fiemme - 12.5	188,7	non r.	non r.
<i>Tricoloma georgi</i>	Praso - 5.6	—	—	—
Prataiolo	Levico - 6.6	—	—	—
<i>Boletus elegans</i>	Levico - 6.6	—	—	—
<i>Polyporus confluens</i>	Vetriolo - 16.8	—	15,5	5,8
Porcini secchi ICAR Conserve Rovereto	Jugoslavia - 28.7	—	—	—
<i>Clitocybe candida</i>	Borgo Valsugana - 18.9	—	3,0	non r.
<i>Coprinus comatus</i>	S. Martino di Castrozza - 21.9	—	17,6	6,0
<i>Amanita muscaria</i>	S. Martino di Castrozza - 21.9	—	106,3	56,0
<i>Amanita muscaria</i>	Roncegno	—	23,7	6,1
<i>Armillaria mellea</i>	Vetriolo - 25.9	—	19,2	22,9
Vescie	Vetriolo - 24.9	non r.	non r.	non r.
Vescie	Loc. Malga Colò - Malga Roncegno 2000 - 28.9	—	35,0	14,6

Tabella 5

Varietà - Valori in Bq/Kg	Luogo e data prelievo	Cesio 137	Cesio 134
Porcini essiccati	40 km. a nord di Varsavia	1267	195,1
Porcini essiccati	Val di Sole racc. 1986 - prel. 14.5.1987	406,4	45,4
Porcini essiccati	Tirol (Austria) - 19.8	470,8	57,2
Porcini essiccati surgelati	Jugoslavia - 30.9	8,4	2,3
Funghi eduli misti	Graumo - 30.7	13,5	4,0
Funghi eduli misti	Capriana - 4.8	83,7	20,7
Funghi eduli misti	S. Martino di Castrozza - 12.8	110,8	25,1
Funghi eduli misti	Levico - 15.9	61,0	9,9
Clitocibe candida	Borgo Valsugana - 15.9	5,1	1,0
Clitocibe nebularis	Carano - 28.10	80,3	22,7
Clitocibe nebularis	Val Daone - 3.11	36,4	8,8
Boletus edulis	Levico - 15.9	48,1	11,1
Boletus misti	Sella Valsugana - 24.9	23,3	6,6
Boletus misti cotti	Varsavia - Prod. 1986 - prel. 4.11	79,0	15,0
Boletus badius	Mercato di Trento - 31.10	76,7	20,8
Cantharellus lutescens	Albiano - 30.9	791,2	235,5
Cantharellus lutescens	Mercato di Trento - prov. da Albiano - 2.10	866,4	266,8
Cantharellus lutescens	Mercato di Trento - prov. da Trambileno - 2.10	495,7	146,0
Cantharellus lutescens	Mercato di Trento - prov. incerta	1033,4	288,2
Cantharellus lutescens	Lago di Caldonazzo, rilievi Lab. di Padova - ottobre 1987	24346	8628
Cantharellus lutescens	Zona Plaze - S. Giustino Dermulo - 10.10	251,6	77,8
Cantharellus lutescens	Cembra - 22.10	355,1	111,4
Cantharellus lutescens	Roncoc - Moena 19.10	88,6	23,8
Cantharellus lutescens	Baselga di Pinè - 10.12	131,2	326,8
Cantharellus lutescens	Rovereto - 2.11	234,2	95,6
Cantharellus lutescens (sgocciolato)	Appennino Parmense - prod. 1986 - Prel. 12.11	225,4	62,2
Tricholoma tererum	Oltrecastello - 29.10	6,4	2,3
Tricholoma tererum	Laghi Lamar - 26.10	49,7	15,5
Tricholoma nudum	Carano - 28.10	8,2	2,6
Tricholoma portentosum	Valle di Cembra - 4.11	30,2	4,1
Clitophilus prunulus	Valle di Cembra - 4.11	5,5	1,9
Lactarius deliciosus	Laghi Lamar - 26.10	173,1	52,0
Lactarius deliciosus	Carbonare - 26.10	411,1	121,2
Lactarius deliciosus	Carano - 28.10	85,1	26,3
Lactarius arantatiacus	Valle di Cembra - 11.11	1717,2	531,8
Armillaria mellea	Valle di Cembra - 11.11	46,7	11,9
Armillaria mellea	Carano - 16.11	28,2	6,3

Tabella 6

Varietà - Valori in Bq/Kg	Luogo e data prelievo	Cesio 137	Cesio 134
Cantharellus lutescens (essiccati)	Lavarone raccolto anno 1987	16732,1	4118,9
Cantharellus lutescens	Casez - racc. autunno '86	986	238
Cantharellus cibarius	Polonia - 25.6	36,5	6,7
Cantharellus	Carano - 4.7	98	21,5
Poliporus ovinus	Valle di Cembra - settembre 1987	19,9	3,7
Hygrophorus marzuolus	Valle di Cembra - 23.3	17,9	3,3
Coprinus atramentarius	Parco Ospedale S. Chiara - 6.5	1,9	0,5
Clitocybe misto			
Amanita rutescens			
Lactarius deliciosus	Cavalese - 4.7.1988	743,7	176,3
Clitocybe infundibulariformis	Graumo - 14.7	107,7	272,1
Clitocybe infundibulariformis	Valtellina - 21.8	367,6	74,1
Clitocybe infundibulariformis	Paneveggio - 23.8	710,4	150,6
Russola alutacea	Graumo - 14.7	30,8	6,7
Russola obscura	Paneveggio - 23.8	89,3	13,8
Misto russole aurata e cyannosantha	Lona - 11.7	8,2	1,2
Gomphidius helveticus	Valtellina - Bormio 21.8	617,9	112,8
Paxilus atrotomentosus	Sella Vals. - 19.8	139,7	16,1
Pholoiota caperata	Mercato di Trento - 18.8	2046,8	352,9
Pholoiota caperata	Paneveggio - 23.8	357,7	42,5

C.M.A. EMERGENZA IN ACQUA, ALIMENTI, VERDURE, ECC.

Tabella 7

D.M. 6-6-68 articolo 9 Tabella A

I 131 solubile

$$\text{C.M.A. acqua} \frac{1 \cdot 10^{-5} \text{ nCi}}{\text{cm}^3} = \frac{10 \text{ nanoCi}}{\text{litro}}$$

(esposizione professionale 168 h sett. tutto l'anno)

D.M. 2-2-71 articolo 3

la C.M.A. per il gruppo 3 delle popolazioni (zone controllate in vicinanza di impianti) sono pari a 1/10 per soggetti sup. a 5 anni e a 1/30 per soggetti di età inferiore.

→ che la C.M.A., includendo i bambini, per il gruppo 3 è

$$\text{C.M.A.} = \frac{1}{30} \text{ C.M.A. (professionale)} = \frac{10}{30} \frac{\text{nanoCi}}{\text{litro}} = \frac{0,3 \text{ nCi}}{\text{litro}}$$

per esposizione annuale.

D.M. 4-8-77 art. 1 - 2 - 3

- 1) Le C.M.A. per le zone non controllate sono le stesse di cui al D.M. 2-2-71.
- 2) Per alimenti e bevande sono le stesse che per l'acqua.
- 3) Se l'esposizione è di una sola settimana (ipotesi fatta dal Comitato Tecnico Scientifico) si moltiplica per 50.

→ C.M.A. 7 giorni espositivi = 50xC.M.A. esposizione annuale

$$\text{C.M.A. 7 giorni} = \frac{15 \text{ nCi}}{\text{litro}}$$

D.M. 4-8-77 art. 2

Si considera stato di EMERGENZA NUCLEARE se gli eventi comportano livelli superiori ad un fattore 10

$$\text{EMERGENZA} \frac{10 \times 15 \text{ nCi}}{\text{litro}} = \frac{150 \text{ nCi}}{\text{litro}}$$

DOSE MEDIA ASSORBITA PER INGESTIONE PER PERSONA ANNO 1986

Tabella 8

Alimento	Cesio 137	Cesio 134	Stronzio 90
250 gr latte	0,13 nCi	0,07 nCi	
200 gr. frutta	0,2 nCi	0,1 nCi	
200 gr. carne o formaggio	0,3 nCi	0,15 nCi	
altri alimenti	0,25 nCi	0,13 nCi	
Dose giornaliera per 365 giorni all'anno	0,88 nCi	0,45 nCi	0,02 nCi
Dose annua per fattore correzione	321 nCi	164 nCi	7,3
	0,05	0,075	0,12
Dose equivalente (MilliRem)	16,5	12,30	0,88
TOTALE 29,23 MilliRem			

NB: 1 rx. torace: maggiore 40 MilliRem
televisione a colori: 5/10 MilliRem/anno

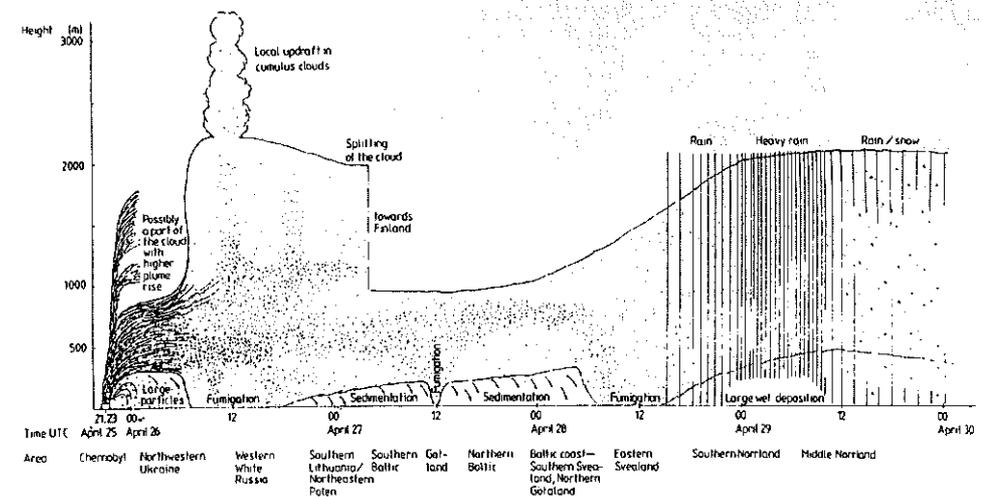


Fig. 1 - Descrizione qualitativa del trasporto e della dispersione della prima emissione (Da: Persson C., Rodhe H., De Geer L.E.: The Chernobyl accident. A meteorological analysis of how radionuclides reached Sweden, Stoccolma, SMHI Reports-Meteorology and Climatology, n. 55, dicembre 1986 [16]).

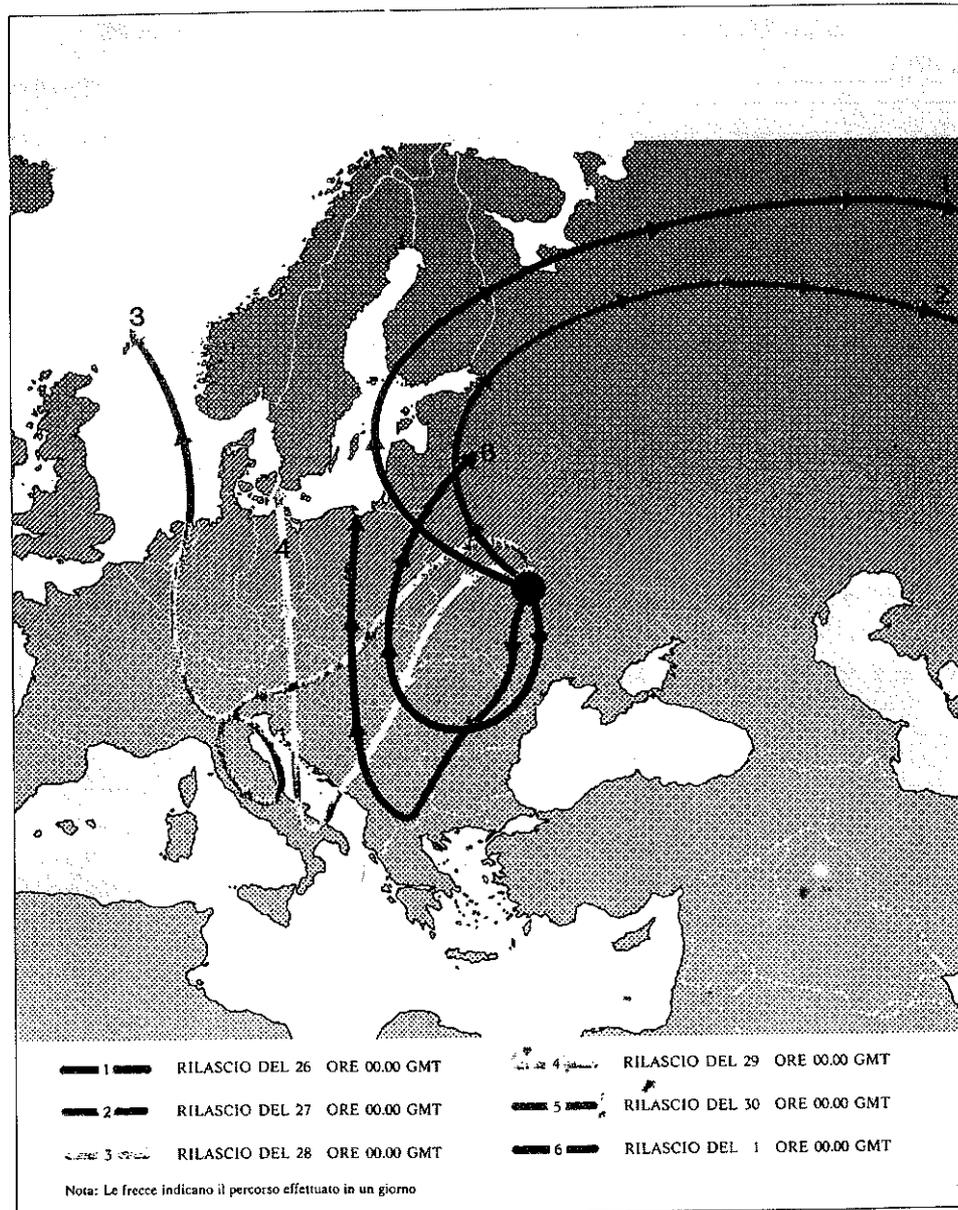


Fig. 2 - Rilasci dal 26 aprile al 1° maggio. Andamento fino al 5 maggio (*).
 (*) Figura pubblicata sul Notiziario dell'ENEA/Energia e Innovazione, maggio-giugno 1986, pag. 35.

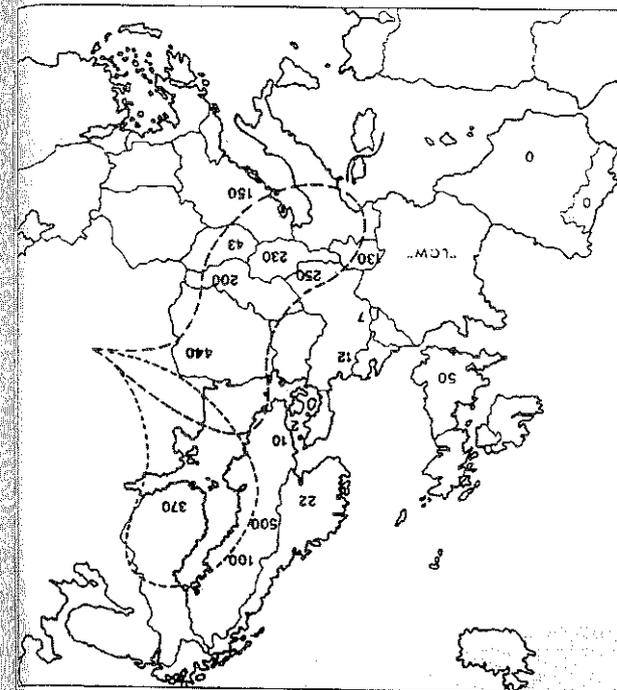


Fig. 3 - Distribuzione geografica dei valori di picco per l'esposizione esterna ($\mu\text{R/h}$). Nella figura sono anche indicate schematicamente a tratteggio le traiettorie delle emissioni del 26 e del 27 aprile. (Da: World Health Organization: Chernobyl reactor accident. Reporto of a Consultation 6 May 1986, WHO, Regional Office for Europe, Copenhagen, 1986 [22]).

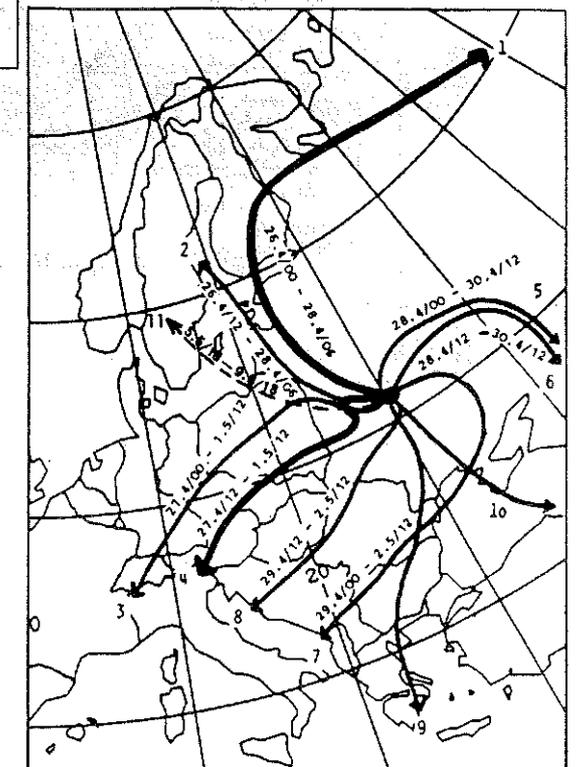


Fig. 4 - Rappresentazione schematica delle traiettorie seguite dalla nube radioattiva sull'Europa. Nella figura originale è stata aggiunta a tratteggio la traiettoria relativa all'emissione del 5 maggio. (Da: Zwatz-Meise V.: Tschernobyl: Stellitenbilder als Hilfsmittel zur raschen Abschätzung der Bevölkerungslaster Luft - 26 April bis 1 May 1986 - in «Wetter und Leben», Wien, vol. 38, m. 3, 1986, pp. 169-175 [25]).

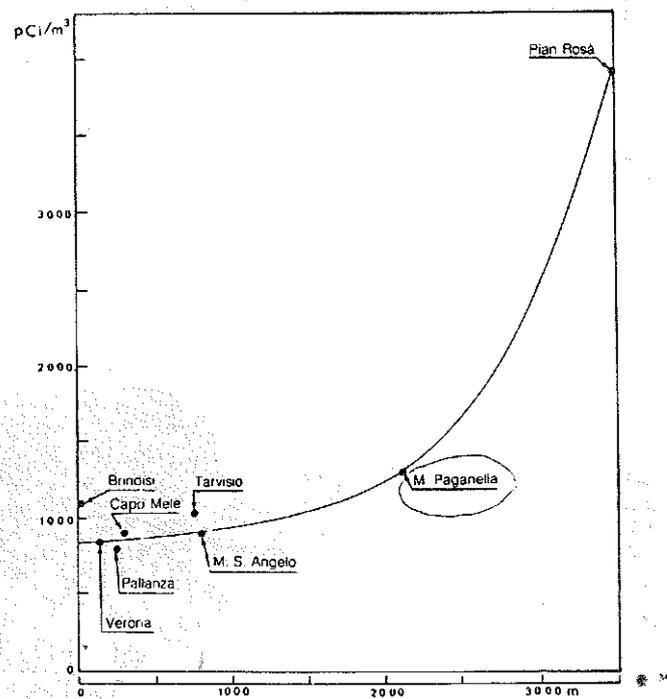


Fig. 5 - Andamento dei picchi di concentrazione della radioattività nell'aria per alcune località italiane in funzione della loro quota. (Ridisegnata da Colacino M., Favale B., Passamonti V., Baldi M., Dietrich E.: The Chernobyl accident: air radioactivity measurement in Italy, in «Il Nuovo Cimento», Bologna - in corso di stampa).

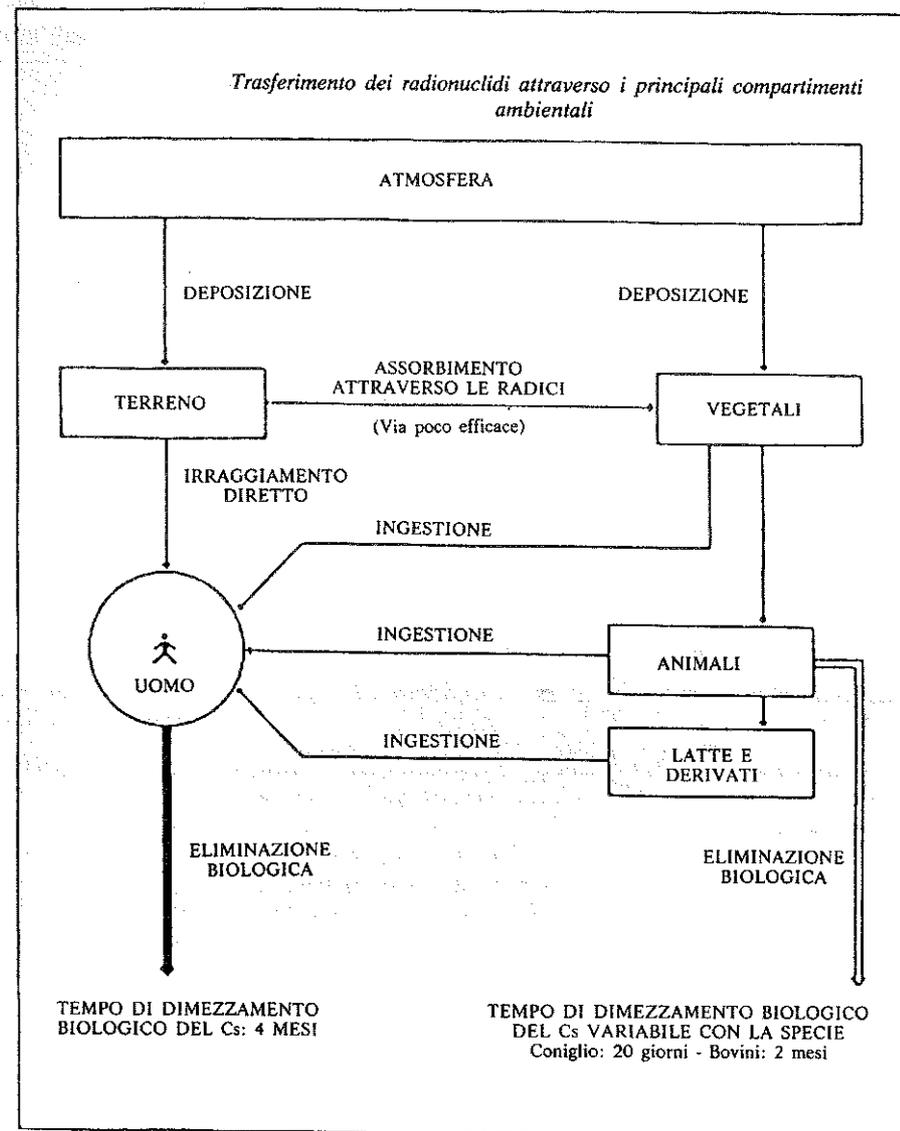


Fig. 6 - Da: ENEA - notiziario, 5-6, 1986).

Indirizzo dell'autore:
L. Filosi: Ufficio del Medico Provinciale
Provincia Autonoma di Trento
