

le radiazioni nucleari



**IL PERICOLO
DELLE RADIAZIONI
NUCLEARI
E COME MISURARLE**

LE RADIAZIONI NUCLEARI

Il fenomeno della radioattività è molto complesso ed investe per interesse e per necessità diversi campi del sapere umano. Per questo motivo fin dalla sua scoperta si è posto il problema di come misurare i suoi valori definendo delle unità di misura che pur troppo sono ancora in pochi a conoscere.

Non c'è quindi da meravigliarsi se leggiamo sui quotidiani o ascoltiamo dalla TV di inquinamenti radioattivi indicati in milliRem mentre si tratta di η Curie oppure di valori in η Curie mentre bisogna parlare di milliRoentgen/h.

In pratica è come se qualcuno, inesperto di misure elettriche, volesse sostenere che il valore di una resistenza è sceso da 100 millihenry a 90 millihenry, oppure che la tensione di rete è scesa da 220 picofarad a 210 picofarad.

Per poter capire meglio la differenza che esiste tra una misura e l'altra possiamo paragonare la radioattività ad un pulviscolo invisibile - insapore - inodore, ma molto velenoso.

Esistono misure che ci indicano la quantità di pulviscolo radioattivo presente nell'atmosfera, altre che ci indicano quanto materiale radioattivo si è depositato sul terreno o sui prodotti alimentari, altre ancora che ci indicano la quantità di radiazioni che il nostro corpo ha assorbito respirando o mangiando cibi radioattivi, e per ognuna di queste misure esiste una precisa e caratteristica unità di misura.

Un "avvelenamento", come lo abbiamo impropriamente definito per rendere l'argomento più comprensibile, si può verificare solo se respiriamo aria altamente radioattiva oppure se mangiamo carne-verdure-frutta-formaggi o se beviamo latte proveniente da zone nelle quali questo "pulviscolo" si è depositato in notevole quantità.

Gli effetti di questo veleno radioattivo non sono istantanei, ma si manifestano a distanza di mesi e anche di anni e per questo motivo non è possibile valutare in anticipo e con precisione gli esiti concreti di una esposizione alle radiazioni.

Dopo pochi mesi si possono notare la perdita di capelli, la presenza di cataratte, si può soffrire di disfunzioni alla tiroide oppure si possono verificare delle anemie, un calo delle difese immunitarie e, anche, notare delle malformazioni nei feti. A distanza di anni possono insorgere tumori alla tiroide, al fegato, ai reni, emorragie interne, leucemie ecc., malattie tutte che possono provocare la morte.

EFFETTI DELLA RADIOATTIVITÀ

L'effetto delle radiazioni nucleari su materiale non vivente è dovuto sostanzialmente a due cause: la ionizzazione e conseguente rottura dei legami chimici e la trasmutazione di alcuni nuclei in altri elementi.

EFFETTI SUI MATERIALI

La trasmutazione rende necessaria una attenta scelta degli acciai e delle leghe metalliche destinate a operare in ambienti radioattivi, perché ne cambia la composizione chimica e può far loro perdere le necessarie caratteristiche di resistenza meccanica; anche il cemento va incontro agli stessi inconvenienti, seppure in modo meno marcato. Inoltre, i nuclei trasmutati sono in parte anch'essi radioattivi; perciò il materiale, se esposto in via permanente alle radiazioni, con il passare del tempo accumula al suo interno isotopi instabili e diventa sempre più radioattivo. Questo è il motivo principale per cui le centrali nucleari hanno un limite di vita operativa prefissato (alcuni decenni), al termine del quale devono essere smantellate.

Inoltre la radioattività è in grado di rendere inutilizzabile un circuito elettronico basato su semiconduttori, trasmutando gli atomi di silicio e alterando le deboli concentrazioni di elementi droganti da cui tali componenti elettronici derivano le loro capacità.

EFFETTI NELL'UOMO

Gli effetti delle radiazioni ionizzanti si suddividono in "Effetti Deterministici" ed "Effetti Stocastici" (ICRP 60 International Commission on Radiological Protection), a seconda se sono correlati direttamente o meno alla dose assorbita. Per via della suscettibilità al cancro al seno, le donne hanno un 40% di probabilità in più di accusare effetti stocastici rispetto agli uomini.

Effetti deterministici

Sono attribuibili direttamente all'irraggiamento (c'è una relazione diretta causa-effetto);

Derivano dalla inattivazione delle strutture vitali della cellula;

Si manifestano subito dopo l'irradiazione;

Si manifestano solo se l'assorbimento supera una dose ben precisa detta "dose soglia";

La loro gravità cresce al crescere della dose assorbita (perciò detti anche "effetti graduati").

Gli effetti deterministici sono eritemi cutanei, particolari dermatiti (dermatiti da radiazioni appunto), cataratta, anemia e leucopenia. Nei casi più gravi si hanno emorragie delle mucose e del tratto intestinale, perdita di capelli e peli. Se la dose assorbita non era letale, gli effetti deterministici regrediscono nel giro di alcune settimane, con sopravvivenza e guarigione più o meno completa.

Effetti stocastici

Non dipendono dalla dose assorbita;

Derivano da danni al nucleo cellulare e in particolare al DNA;

Non si manifestano subito; possono verificarsi o meno, in un futuro imprecisato;

Dopo l'irraggiamento, il DNA potrà essere danneggiato in maniera reversibile o irreversibile; nel caso in cui la struttura del DNA non venisse riparata (o riparata in modo errato) la cellula darebbe vita a una progenie di cellule geneticamente modificate che dopo un certo periodo di latenza potranno dar luogo a patologie come tumori o leucemie. Aumenta pertanto la probabilità che il paziente, prima o poi, venga colpito da certi tipi di tumore.

Le unità di misura che vengono utilizzate per indicare la radioattività sono:

Effetti biologici

L'effetto biologico è dovuto invece in massima parte alle proprietà ionizzanti: distruggendo i legami fra molecole, le radiazioni danneggiano le cellule generando radicali liberi. Ma soprattutto alterano le grandi macromolecole del DNA e dell'RNA, causando danni somatici e genetici; tale effetto è prodotto principalmente dalle radiazioni gamma, più energetiche e penetranti delle particelle alfa e beta.

Il momento in cui le cellule sono più vulnerabili in assoluto alle radiazioni è quello della riproduzione (mitosi o meiosi), in cui il DNA è in fase di duplicazione, le strutture del nucleo sono dissolte e gli enzimi che assicurano l'integrità del materiale genetico non possono operare. L'effetto macroscopico più vistoso della radioattività sulle cellule, quindi, è il rallentamento della velocità di riproduzione: e le popolazioni di cellule che si riproducono molto rapidamente sono più vulnerabili di quelle che lo fanno lentamente. In virtù di questo fatto, gli organi più sensibili alle radiazioni sono il midollo osseo emopoietico e il sistema linfatico. A livello dell'intero organismo invece, sia nell'uomo che negli animali superiori si nota un precoce invecchiamento dell'organismo correlato alla dose totale di radiazione assorbita, sia con forti dosi istantanee che con l'esposizione prolungata a bassi livelli di radioattività.

Midollo osseo e sangue

È il tessuto del corpo umano più colpito. La prima conseguenza dell'irraggiamento è la diminuzione dei globuli bianchi nel sangue (leucopenia), seguita dalla diminuzione delle piastrine, che causa le emorragie e, se il danno è molto grave, da quella dei globuli rossi (anemia). Se il danno non stermina completamente le cellule staminali emopoietiche questo tessuto si riprende più in fretta dopo l'irraggiamento.

Sistema linfatico

Nel sistema linfatico la conseguenza principale della radiazione è l'infezione dei linfonodi e della milza conseguente alla morte dei linfociti presenti.

Sistema digerente

L'intestino tenue è la porzione del tratto gastrointestinale radiosensibile, mentre l'esofago e lo stomaco lo sono meno. Con un danno lieve, le cellule della mucosa intestinale iniziano a riprodursi in modo discontinuo e a secernere più muco, che insieme alle cellule morte può dare origine a occlusioni. Con l'aumentare della dose compaiono ulcerazioni che, per il ridotto numero di globuli bianchi, si infettano facilmente.

Organi genitali

Il danno può essere sia somatico (sterilità, permanente o meno) che genetico. Le femmine sono più sensibili dei maschi. Il danno genetico consiste in mutazioni che possono essere trasmesse alle generazioni successive.

Sistema nervoso

Il sistema nervoso centrale è tra i tessuti meno radiosensibili, mentre la colonna vertebrale e i nervi periferici lo sono di più. Con forti dosi assorbite si può avere una ischemia, per via del danno subito dai capillari cerebrali.

Tiroide e sistema endocrino

La tiroide, la ghiandola pituitaria, le surrenali e le altre ghiandole non sono particolarmente radiosensibili. Per motivi metabolici però la tiroide concentra in sé quasi tutto lo iodio presente nell'organismo; essendo l'isotopo radioattivo ¹³¹I molto comune, quest'organo può assorbire dosi massicce di radioattività se si respira aria o si ingeriscono alimenti contaminati.

Occhio

La retina non è molto radiosensibile, ma il cristallino, composto di cellule morte e che quindi non può ripararsi, perde rapidamente la sua trasparenza all'aumentare della dose assorbita, sviluppando una cataratta.

Polmoni

Il polmone, venendo a contatto con l'aria esterna, è colpito direttamente da particelle radioattive inalate con la respirazione che si depositano nei suoi alveoli: per questo è assolutamente necessario indossare maschere antigas durante l'operazione in aree contaminate da polveri, vapori o gas radioattivi. La principale fonte di contaminazione polmonare è il Radon, che essendo un gas radioattivo, può facilmente essere inspirato e depositarsi (esso o i suoi prodotti di decadimento) nei polmoni.

Fegato, reni, cuore e sistema circolatorio.

Sono tutti organi molto poco radiosensibili. Il fegato e la cistifellea possono ricevere danni in caso di contaminazione con particolari isotopi radioattivi, come l'oro; ma in generale si registra un danno solo con dosi di radiazione molto elevate.

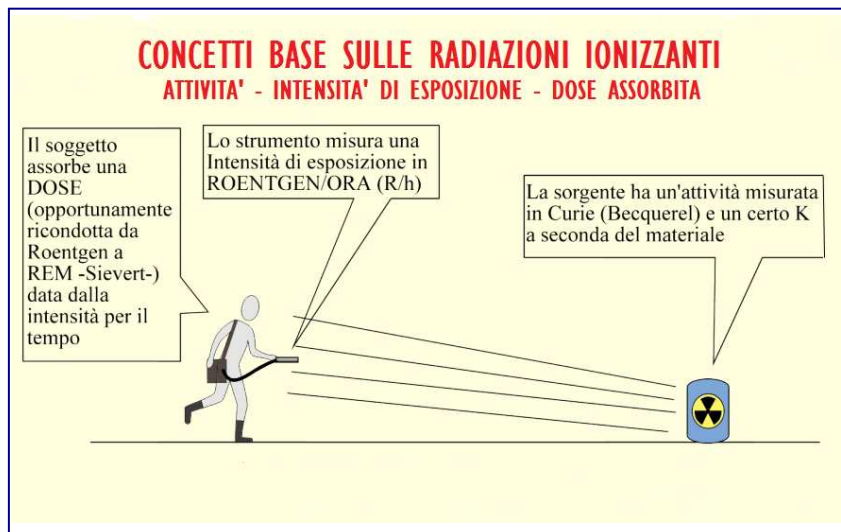
Pelle e capelli

La pelle ha una vulnerabilità particolare: poiché, se non protetta, riceve tutti e tre i tipi di radiazione (alfa, beta e gamma). Il danno che riceve è tanto più elevato quanto meno le radiazioni sono penetranti: viene danneggiata poco dai raggi gamma e molto di più dai raggi alfa e beta. Per bassi livelli di radiazioni si sviluppa un eritema, se l'irraggiamento aumenta può formarsi una neoplasia epiteliale. La capacità di riparazione del danno subito è comunque molto elevata. La crescita dei capelli si arresta completamente, e quelli presenti cadono in maggiore o minore quantità in base alla dose assorbita. Dopo alcune settimane ricominciano a crescere, talora con caratteristiche diverse da quelle che avevano prima.

Apparato muscolo-scheletrico

I muscoli e lo scheletro in genere sono in assoluto i tessuti meno danneggiati dalle radiazioni; tuttavia alcuni isotopi dello stronzio o del plutonio si concentrano proprio nel midollo osseo, nel qual caso il danno può essere molto grave e portare a leucemia o altre neoplasie. Da notare che non tutte le specie animali e vegetali hanno la stessa suscettibilità alle radiazioni: per esempio gli scarafaggi possono sopportare senza gravi danni tassi di radioattività molto al di sopra di quelli letali per l'uomo, e un batterio, il *Deinococcus radiodurans*, sopravvive a dosi di radiazioni 1000 volte superiori alla dose letale per l'uomo.

LE UNITA' DI MISURA DELLE RADIAZIONI



nanoCurie

I η Curie vengono utilizzati per misurare il numero di particelle radioattive presenti in:

- 1 metro cubo di aria
- 1 metro quadro di terreno
- 1 Kg di vegetali o carni
- 1 litro di latte o liquidi

Prendendo come paragone il pulviscolo, i nanoCurie ci indicano la quantità di radiazioni presente nell'aria o depositata nei cibi e nel terreno. Le dosi di attenzione e di pericolo sono state così prefissate:

ELEMENTO	SOGLIA DI ATTENZIONE	SOGLIA DI PERICOLO
1 m/cubo Aria	3 η Curie	35 η Curie
1 Kg. Vegetali	60 η Curie	150 η Curie
1 Kg. Carni	40 η Curie	150 η Curie
1 Litro di Latte	15 η Curie	150 η Curie
1 m/quadro Terra	700 η Curie	2.000 η Curie

È stato stabilito, in via teorica, che un essere umano può assorbire un massimo di 500-550 η Curie al mese. Le misure in η Curie si possono eseguire solo in laboratorio con uno strumento chiamato Analizzatore Multicanale.

milliRoentgen/h

Il mRoentgen viene utilizzato per contare il numero di particelle radioattive che ci possono colpire in 1 ora di esposizione. Prendendo sempre come paragone il pulviscolo, il mRoentgen ci indica quanti granelli di polvere cadono dall'atmosfera, quanti se ne sono depositati su ortaggi o frutta, o quanti ne sono presenti nel latte o nelle carni di animali che si sono cibati di erba radioattiva.

I mRoentgen/h vengono misurati utilizzando il conosciutissimo **Contatore di Geiger**. Tenendo questo strumento ad un metro da terra si possono contare i radioisotopi che cadono dall'atmosfera. Avvicinando il Contatore Geiger a verdure - bevande - terreni, si riescono a misurare i radioisotopi che hanno assorbito, perché ognuno di questi, risultando attivo, irradia energia. Facciamo presente che sulla Terra cade continuamente della radioattività naturale (pulviscolo radioattivo cosmico) che non supera, però, mai il valore di 0,03 mRoentgen/h.

La dose che può ricevere un essere umano senza correre seri rischi per la propria vita è di circa 0,07-0,08 milliRoentgen/ora.

milliRem/ora

I mRem (Roentgen Equivalent Man), a differenza dei η Curie, vengono utilizzati per misurare la quantità di radiazioni emesse da un essere umano che ha involontariamente mangiato cibi radioattivi o che è venuto a contatto con materia radioattiva. Per effettuare queste misure è necessario collocare l'uomo all'interno di una camera con pareti schermate a piombo, dopodiché è possibile misurare la radioattività emessa dal suo corpo.

I mRem/ora vengono spesso utilizzati per indicare la quantità di radioattività presente su ortaggi, carni e latte. È possibile effettuare questa misura anche con il Contatore di Geiger, tenendo presente che per convertire i mRoentgen/h in mRem/h occorre moltiplicare il valore per il numero fisso 0,877.

milliRad/h

I mRad (Radiation Absorbed Dose), a differenza dei mRem, vengono utilizzati per stabilire quanta radioattività è stata assorbita da tutto ciò che risulta materia inorganica, come ad esempio terreni, muri, oggetti ecc.

È possibile effettuare questa misura anche con un Contatore Geiger, in quanto i mRad/ora sono equivalenti ai mRoentgen/ora.

microGray/h

I μ Gray/ora, indicati con la sigla μ Gy/h, sono una nuova unità di misura che dovrebbe essere adottata in sostituzione dei mRoentgen/h.

Per convertire i mRoentgen/h in μ Gray/h si moltiplica il valore per il numero fisso 8,69. In via teorica è stato stabilito che la dose massima di μ Gray/h che può colpire un essere umano senza danneggiarlo è di circa 0,6 - 0,7. La misura dei μ Gray/h si può effettuare con un normale Contatore Geiger.

Becquerel

Questa nuova unità di misura dovrebbe sostituire i η Curie. Corrisponde ad una disintegrazione al sec. (CPS).

Il Bq viene utilizzato per misurare la quantità di particelle radioattive presenti in :

- 1 metro cubo di aria
- 1 metro quadro di terreno
- 1 Kg di vegetali o carni
- 1 litro di latte o liquidi

Per convertire i Bq in η Curie occorre dividere il valore per il numero fisso 37.

Le dosi di pericolo e di soglia espresse in Bq sono state così prefissate :

ELEMENTO	SOGLIA DI ATTENZIONE	SOGLIA DI PERICOLO
1 m/cubo Aria	110 Bq	1.290 Bq
1 Kg. Vegetali	2.200 Bq	5.550 Bq
1 Kg. Carni	1.480 Bq	5.550 Bq
1 Litro di Latte	550 Bq	5.550 Bq
1 m/quadro Terra	25.000 Bq	74.000 Bq

Un essere umano può accumulare in via teorica un massimo di 18.000-20.000 Bq in un mese.

Le misure in Bq si possono eseguire solo in laboratorio con uno strumento chiamato Analizzatore Multicanale.

Nella pagina seguente viene riportata una tabella di comparazione delle varie unità di misura della radioattività:

TABELLA DI COMPARAZIONE delle unità di misura						IN ARIA
Bq (CPS)	ηCurie	mRoent/h	mRad/h	mRem/h	μGray/h	
10	0,27	0,015	0,015	0,013	0,13	Valori Normali di radioattività
15	0,40	0,020	0,020	0,017	0,17	
20	0,54	0,025	0,025	0,022	0,22	
25	0,67	0,030	0,030	0,026	0,26	
30	0,81	0,035	0,035	0,030	0,30	
35	0,95	0,040	0,040	0,035	0,35	
40	1,08	0,045	0,045	0,039	0,39	
45	1,22	0,050	0,050	0,043	0,44	
50	1,35	0,055	0,055	0,048	0,48	
55	1,48	0,060	0,060	0,052	0,52	
60	1,62	0,065	0,065	0,057	0,57	
70	1,89	0,070	0,070	0,060	0,61	Limite Soglia Attenzione
80	2,16	0,075	0,075	0,065	0,65	
90	2,43	0,080	0,080	0,070	0,70	
100	2,70	0,085	0,085	0,075	0,74	Valori di Radioattività sopportabili ma dannosi
150	4,05	0,090	0,090	0,079	0,78	
200	5,40	0,095	0,095	0,083	0,83	
250	6,76	0,100	0,100	0,088	0,87	
300	8,10	0,110	0,110	0,096	0,96	
350	9,46	0,120	0,120	0,105	1,04	
400	10,81	0,130	0,130	0,114	1,13	
450	12,16	0,140	0,140	0,123	1,22	
500	13,52	0,150	0,150	0,132	1,30	
600	16,21	0,160	0,160	0,140	1,39	
700	18,92	0,170	0,170	0,149	1,48	
800	21,62	0,180	0,180	0,158	1,56	
900	24,32	0,190	0,190	0,166	1,65	
1.000	27,03	0,200	0,200	0,175	1,74	
1.100	29,73	0,210	0,210	0,184	1,83	
1.200	32,43	0,220	0,220	0,193	1,91	
1.300	35,13	0,230	0,230	0,202	2,00	
1.400	37,84	0,240	0,240	0,210	2,08	
1.500	40,54	0,250	0,250	0,219	2,17	
1.600	43,24	0,260	0,260	0,228	2,26	
1.700	45,95	0,270	0,270	0,237	2,35	
1.800	48,65	0,280	0,280	0,249	2,43	
1.900	51,35	0,290	0,290	0,254	2,52	
2.000	54,05	0,300	0,300	0,263	2,61	
2.500	67,57	0,350	0,350	0,307	3,04	
3.000	81,08	0,400	0,400	0,350	3,48	
3.500	94,59	0,450	0,450	0,395	3,91	
4.000	108,10	0,500	0,500	0,438	4,35	
		0,550	0,550	0,482	4,78	
		0,600	0,600	0,526	5,21	
		0,700	0,700	0,614	6,08	
		0,800	0,800	0,702	6,95	
		0,900	0,900	0,789	7,82	
		1,000	1,000	0,877	8,69	
		1,500	1,500	1,316	13,03	
		2,000	2,000	1,754	17,38	
		2,500	2,500	2,193	21,73	
		3,000	3,000	2,631	26,07	
		4,000	4,000	3,508	34,80	
		5,000	5,000	4,385	43,50	
		10,000	10,00	8,771	87,00	
		20,000	20,00	17,542	174,00	

Nota: I valori riportati in questa tabella sono da considerarsi

solo come semplice riferimento pratico.

Il Contatore Geiger SV-500 Frieseke Hoepfner



Uno dei migliori misuratori di radioattività mai prodotti, leggero e portatile. Prodotto dalla casa tedesca Frieseke & Hoepfner. Strumento di concezione moderna in dotazione alle truppe NATO fino agli anni '90. Realizzato in una scatola di alluminio ermetica di colore *olive drab* di dimensioni mm 160x110x95. Peso complessivo Kg 2,8. Molto semplice da utilizzare.

- Fornito di sonda esterna con possibilità di misurare radiazioni BETA + GAMMA e GAMMA.
- Controllo dosimetro con allarme acustico e luminoso, regolabile.
- Alimentazione con normali pile interne: 2 torcia da 1,5v (non necessita di batterie particolari).
- Possibilità di estrarre il portabatterie interno e con apposito cavo portarlo in tasca onde evitare che in condizioni di temperature molto basse le batterie non riescono a funzionare.



Il tubo Geiger per le radiazioni Gamma

Alimentabile anche con tensione esterna. **Sei portate di fondo scala:**



Lo strumento fuori dalla borsa per il trasporto

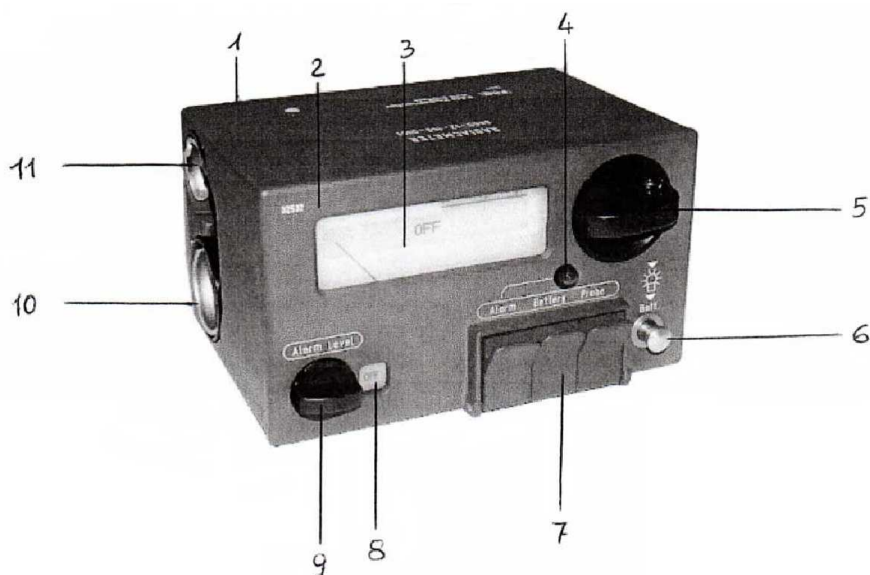


Figura 1 - Rilevatore di radiazioni e misuratore, disposizione nella borsa.

1.3 Descrizione Tecnica

1.3.1 Costruzione

Tutti i comandi (4/5, 6, 9), spie ed indicatori (4/3, 4, 8) così come la morsettiere dei collegamenti (4/7) sono posti sul pannello frontale del dispositivo. Il portabatterie (4/10) e la sonda Gamma interna (non fornita) si trovano sul lato sinistro del pannello posteriore (4/1). L'alimentatore è montato sul fondo del contenitore, verso il pannello frontale ed è coperto da una chiusura a prova di spruzzo sul pannello posteriore. Il flusso di corrente fornito dalle batterie contenute nell'adattatore al circuito di misura e di visualizzazione è assicurato tramite connettore.



- | | |
|----------------------|--------------------------------------|
| 2 Pannello anteriore | 8 Allarme soglia |
| 3 Indicatore | 9 Interruttore soglia |
| 4 Spia di allarme | 10 Portabatterie |
| 5 Interruttore | 11 Sonda Gamma interna (Non Fornita) |
| 6 Pulsante | |

1.3.2. Alimentazione, controllo di illuminazione e delle batterie

L'alimentazione è fornita da due batterie torcia da 1,5V ognuna, poste nel portabatterie (5/1), con il polo positivo collegato al contatto superiore (5/2) ed a sua volta posto nell'apposito vano dello strumento. Nel tappo a vite una paglietta provvede al contatto con l'anello metallico del polo negativo. Il tappo può essere chiuso ed aperto solo se l'anello è posizionato in modo da assicurare un contatto sicuro. La parte laterale sporgente serve per l'inserimento del portabatterie nel contenitore dello strumento. Il controllo dell'illuminazione e delle batterie viene effettuato premendo il pulsante (4/6), aziona come gli altri interruttori a due posizioni. Una prima pressione fino al primo scatto accende l'illuminazione della scala analogica (4/3) e della spia di allarme (4/8). Premendo fino in fondo il pulsante viene effettuato il controllo della tensione delle batterie. Il valore viene indicato sull'apposita scala dello strumento etichettata "- Bat-Spg-Bereich". Per una carica sufficiente l'indice deve essere posizionato tra i due segni neri marcati sulla scala stessa. Nel circuito di alimentazione dell'illuminazione della scala si trova uno stabilizzatore che fa in modo di abbassare la tensione per rendere sempre costante il livello di illuminazione.

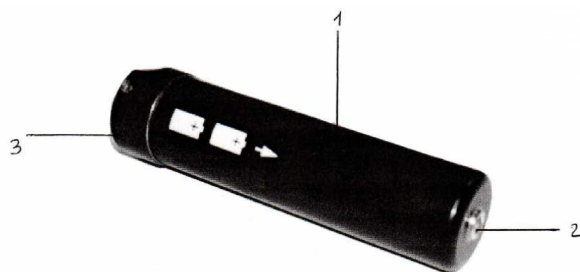


Figura 5 – Adattatore batterie
 1 Contenitore
 2 Contatto
 3 Chiusura a vite con contatto ad anello

1.3.3. Tubo contatore, indicatore di misura e di allarme

Sia il tubo per basse dosi che quello per alte dosi sono alloggiati nella sonda per raggi Gamma (7). Questa deve essere inserita completamente nell'apposita sede posta sul pannello posteriore (4/1),

per permettere un contatto perfetto tra il connettore (7/1.2 e 2.2) del tubo dello strumento. È possibile bloccare o sbloccare la guida del tappo (7/1.1 e 2.1) solo se il contatto è stabilito in modo sicuro. La parte laterale sporgente serve per l'inserimento nel contenitore dello strumento.

La corrente proviene dalle batterie (5) giunge al contatore tramite l'interruttore dello strumento (4/5) e tramite il commutatore della soglia di allarme (4/9). Un moltiplicatore di tensione fornisce l'alta tensione al tubo contatore. Un amplificatore transistorizzato amplifica gli impulsi provenienti dal tubo. Il numero di questi impulsi corrisponde sempre al tasso di radiazione provocato dalle radiazioni Gamma, tasso che viene riportato sull'indicatore analogica come oscillazione del ago.

Dall'amplificatore gli impulsi giungono al circuito di allerta, per indicare il raggiungimento della soglia impostata. Se l'allarme di soglia è attivo (4/9) al superamento di tale soglia viene attivato un relè e chiuso un contatto. In tal modo vengono attivati un segnale luminoso ed un indicatore.

acustico. Nel circuito della spia di allarme è presente uno stabilizzatore per far sì che al variare della tensione della batteria la luminosità della spia rimanga la stessa



Figura 7 – Sonda Gamma Interna (Non Fornita)

Vecchio tipo

- 1.1 Contatto ad anello
- 1.2 Connettore

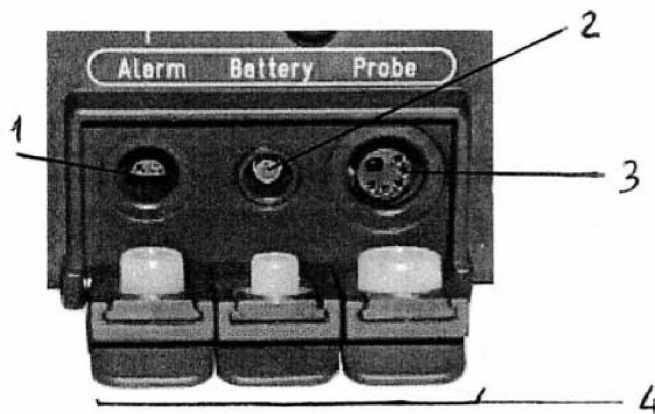


Figura 8 - Morsettiera

- 1 Connettore "Warnung" (Auricolare)
- 2 Connettore "Batterie"
- 3 Connettore "Sonde"
- 4 Coperchio

1.3.4 Collegamenti

Nella morsettiera (8) sono presenti tre connettori coperti da tre coperchi (8/4). Il connettore "Warnung" (avvertimento) (8/1) serve per collegare un auricolare per l'ascolto degli impulsi provenienti dal tubo contatore. L'adattatore delle batterie è collegato al connettore "Batterie" (8/2), per alimentare lo strumento quando esso viene usato all'esterno. La sonda interna può essere collegata anche esternamente all'apparecchio, tramite il connettore "Sonde" (8/3) così come la sonda per raggi Beta e Gamma+Beta.

1.3.5 Auricolare

L'auricolare (9/2) serve per ascoltare l'arrivo degli impulsi dal tubo contatore. Esso viene collegato al connettore "Warnung" (8/1) dello strumento. Gli impulsi in arrivo vengono resi udibili da un rumore

simile ad uno schiocco. Con questo è possibile il conteggio dei singoli impulsi tramite la regolazione dell'effetto zero. Effettuando la misura nella gamma bassa è possibile giudicare facilmente il grado di emissione ascoltando il numero dei click emessi, senza guardare l'indicatore analogico dello strumento. L'auricolare può essere assicurato sia dal lato destro che al lato sinistro dell'archetto porta auricolare, per utilizzare l'orecchio destro o il sinistro.

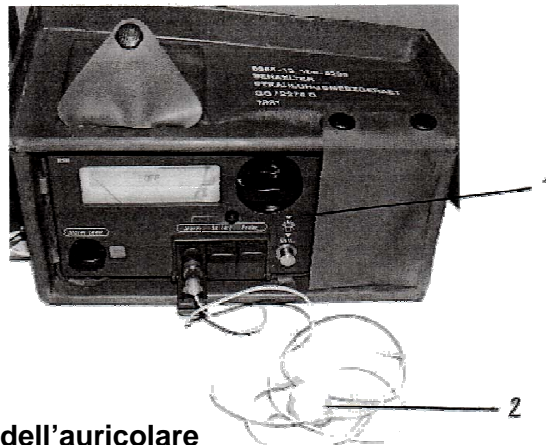


Figura 9 – Collegamento dell'auricolare

- 1 Strumento nella borsa
- 2 Auricolare

1.3.6 Cavo e portabatterie

Lo strumento può essere utilizzato con l'adattatore portabatterie (19/2) sviluppato appositamente. Con temperature d'esercizio molto basse (ca. - 20 °C) è possibile proteggere le batterie dal raffreddamento eccessivo mettendo l'adattatore a contatto con il corpo. Per questo scopo è usato il cavetto batterie (10/3) che collega il portabatterie (10/2) con lo strumento (11/1) per mezzo del connettore "Batterie" (8/2)

1.3.7 Cavo sonda e sonda Gamma

La sonda per raggi Gamma interna (11/3)- **(Non Fornita)** può essere usata anche esternamente allo strumento (11/1). Per far ciò è necessario collegare il cavo sonda (11/2) all'apposito connettore dello strumento (8/3) "Sonde". Tramite questo cavo è possibile anche usare tipi diversi di sonda come la sonda Beta/Gamma (12) o la sonda Beta (vedere TDv 6665/007-15). Collegando il cavo della sonda esterna si commuta anche l'alimentazione verso la sonda esterna.

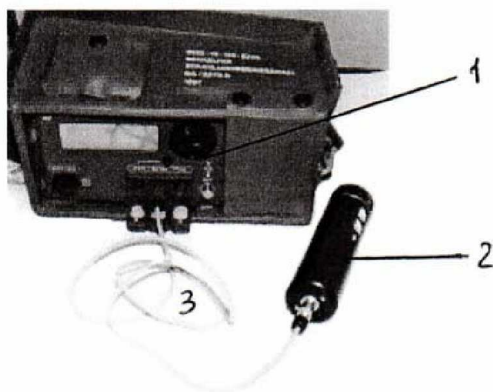


Figura 10 – Collegamento del portabatterie

- 1 Strumento nella borsa
- 2 Portabatterie
- 3 Cavo batterie

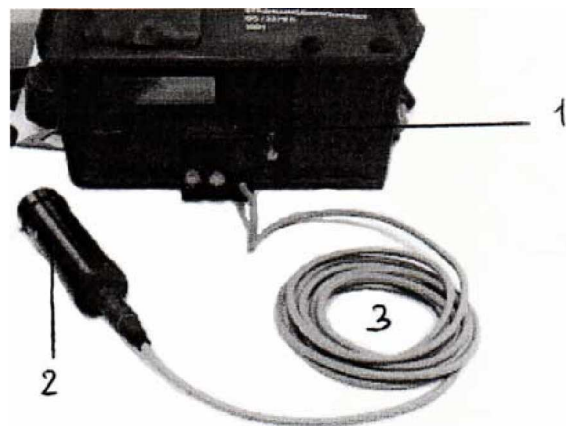


Figura 11 – Collegamento con sonde

- 1 Strumento SVG nella borsa
- 2 Sonda per raggi Gamma (non fornita)
- 3 Cavo sonda esterna

1.3.8 Sonda Beta+Gamma/Gamma

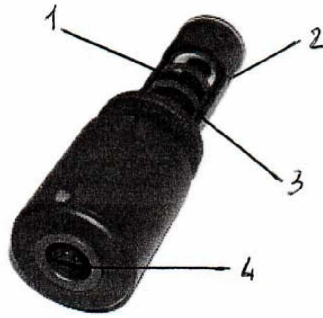


Figura 12 – Sonda Beta+Gamma/Gamma

- 1 Tubo contatore bassa dose
- 2 Involucro
- 3 Diaframma
- 4 Connettore



Figura 13 – Rondella zigrinata con tacca

La sonda Beta+Gamma/Gamma (12) serve per misurare il flusso di radiazioni gamma e per la rilevazione di radiazioni Beta. Comprende un tubo rivelatore di bassa dose (12/1), il quale è schermato da un involucro (12/2) e da un diaframma rotante (12/3). Il diaframma può restare in posizione aperta o chiusa. Per sbloccare il diaframma utilizzare la rotella zigrinata (13).



Figura 14 – Diaframma aperto, misure Beta + Gamma



Figura 15 – Diaframma chiuso, misure Gamma

Con il diaframma aperto (14) è possibile rilevare emissioni gamma e beta, con il diaframma chiuso (15), solo emissioni gamma. Per maggiore chiarezza sul diaframma è riportata l'indicazione del tipo di radiazione rilevabile (14) e (15). Un connettore (12/4) sul corpo della sonda serve per il collegamento del cavo di prolunga (20/4) tra la sonda e il connettore "Sonde" sullo strumento.

1.3.9 Supporto per sonda

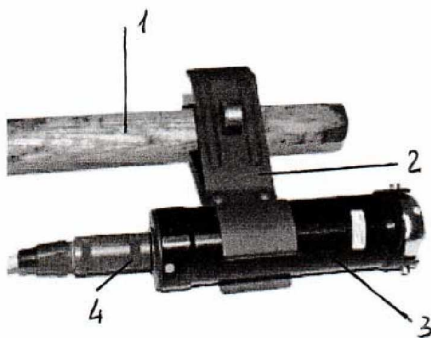


Figura 16 - Supporto con sonda gamma

- 1 Bastone
- 2 Supporto
- 3 Sonda gamma interna (Non Fornita)
- 4 Plug

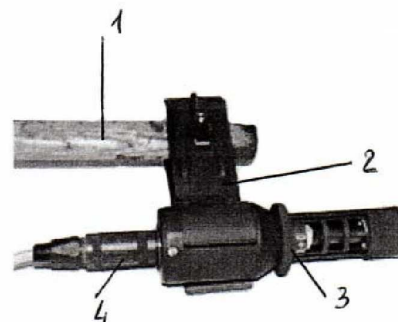
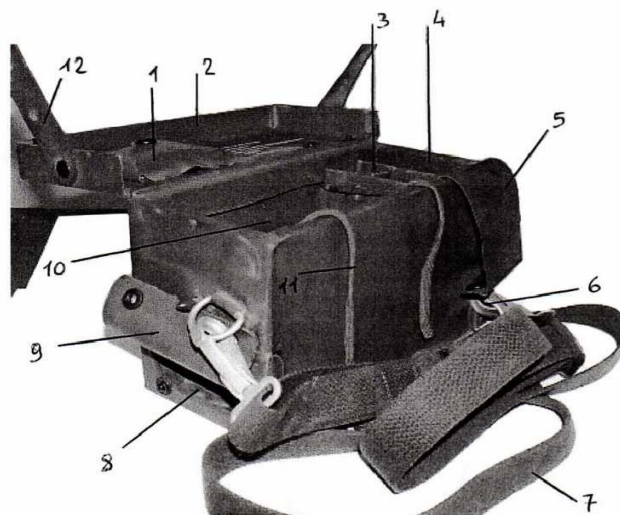


Figura 17 – Supporto con sonda beta+gamma e gamma

- 1 Bastone
- 2 Supporto
- 3 Sonda gamma e beta
- 4 Plug

1.3.10 Borsa per il trasporto

La borsa (18) di stoffa rinforzata serve per il trasporto dello strumento e dei suoi accessori, serve anche come protezione contro gli agenti atmosferici. Lo strumento è alloggiato nella tasca più grande (18/10), il portabatterie e la sonda gamma possono essere inseriti attraverso l'apertura (18/8), apertura protetta da una tasca richiudibile (18/9). Un laccio (18/11) assicura lo strumento alla borsa per evitarne la caduta. La tasca laterale interna (18/3) alloggia la sonda beta – gamma ed il cavo di prolunga, la tasca laterale esterna (18/4) serve a riporre il supporto della sonda ed il cavo batteria. Le due tasche possono essere chiuse dal taschino (18/5) con un bottone automatico. L'auricolare è alloggiato all'interno della copertura della borsa (18/2). Il coperchio (18/1) si richiude sulla borsa e viene fissato tramite due laccetti di gomma (18/12) rivettati al coperchio ed inseriti su dei perni di chiusura posti sul lato del corpo della borsa. Per il trasporto è possibile utilizzare una maniglia (18/6) oppure una cinghia (18/7) assicurabili alla borsa tramite moschettoni.



Borsa

Figura 18 – Borsa

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1 Coperchio | 7 Cinghia (Non Fornita) |
| 2 Taschino | 8 Apertura |
| 3 Tasca laterale interna | 9 Chiusura della apertura |
| 4 Tasca laterale esterna | 10 Alloggiamento strumento |
| 5 Chiusura tasche interne | 11 Cinghia che assicura lo strumento |
| 6 Maniglia (non fornita) | 12 Cinghiette di sicurezza in gomma |

SV-500 Caratteristiche tecniche	
Dimensioni	
Senza borsa per il trasporto	Lunghezza = 159 mm Larghezza = 92 mm Altezza = 107 mm
Con borsa	Lunghezza = 265 mm Larghezza = 115 mm Altezza = 148 mm
Peso	
Senza borsa per il trasporto	1,70 Kg
Con borsa per il trasporto	3,20 Kg
Assorbimento	
Senza allarmi ed illuminazione della scala spenta	ca. 90 mA
Con spie accese ed illuminazione della scala	ca. 800 mA
Sonde	
Sonda per raggi Gamma	Tubo contatore Geiger-Muller per basse dosi Tubo contatori Geiger-Muller per alte dosi
Precisione di misura	±30% del valore nominale
Sonda per raggi Beta	Tubo contatore Geiger-Muller per basse dosi
Gamme di misura	0-1000 rad/h 0-50 rad/h 0-5 rad/h 0-500 mrad/h 0-50 mrad/h ca. 0-20000 imp/min 0-5 mrad/h ca. 0-2000 imp/min
Soglie d'allarme	2 mrad/h 10 mrad/h 100 mrad/h 1 rad/h 10 rad/h
Temperatura di esercizio	Con isolamento protettivo delle batterie: da -40 °C a 50 °C

LA SCALA INES DEGLI EVENTI NUCLEARI



La scala INES o scala internazionale degli eventi nucleari e radiologici (International Nuclear and radiological Event Scale) è stata sviluppata a partire dal 1989 dall'AIEA, l'agenzia internazionale per l'energia atomica, con lo scopo di classificare incidenti nucleari e radiologici e rendere immediatamente percepibile al pubblico, in maniera corretta, la gravità di incidenti di tipo nucleare o radiologico, senza fare riferimento a dati tecnici di più difficile comprensione. Si applica ad eventi associati al trasporto, deposito ed impiego di materiale o sorgenti radioattive, indipendentemente dall'accadere

l'evento in un impianto industriale od all'esterno (per esempio durante il trasporto). La scala INES comprende 7 livelli (più un livello 0 al di sotto della scala) ed è divisa in due parti: gli incidenti (dal 7° al 4° livello) e i guasti (dal 3° al 1°). Il livello 0 è catalogato come una deviazione. È una scala logaritmica ed il passaggio da un livello all'altro significa pertanto un aumento di danni di circa dieci volte.

Livello 7, incidente catastrofico

Rilascio all'esterno di un impianto di grandi dimensioni di ingenti quantità di materiale radioattivo (maggiori di 10 PBq equivalenti di iodio-131) in un'area molto vasta con conseguenti effetti acuti sulla salute della popolazione esposta e conseguenze gravi sull'ambiente.

Ad esempio:

- Disastro di Chernobyl, Ucraina, URSS, 1986. Surriscaldamento, fino a fusione, del nocciolo di un reattore nucleare scarsamente protetto, esplosione (non nucleare) del reattore e rilascio in ambiente di materiale radioattivo.

Livello 6, incidente grave

Significativo rilascio all'esterno di materiale radioattivo, in quantità radiologicamente equivalente a valori compresi fra 1 e 10 PBq di iodio-131, tale da richiedere la completa attuazione di pianificate contromisure facenti parte di un piano di emergenza esterno al fine di limitare gravi effetti sulla salute della popolazione.

Ad esempio:

- Incidente di Kyshtym, Mayak, Russia, URSS, 1957. Guasto al sistema di raffreddamento di un deposito di ritrattamento di materiale nucleare, surriscaldamento ed esplosione (non-nucleare) del deposito con rilascio in ambiente di materiale radioattivo.

Livello 5, incidente con possibili conseguenze all'esterno dell'impianto

Rilascio all'esterno di materiale radioattivo, in quantità radiologicamente equivalente ai valori compresi tra 100 e 1000 TBq, richiedente una parziale attuazione di pianificate contromisure. Danni gravi al nocciolo del reattore o alle barriere protettive.

Ad esempio:

- incidente di Windscale (oggi Sellafield), Regno Unito, 1957.
- Incidente di Three Mile Island, Stati Uniti, 1979. Danni seri al nocciolo del reattore nucleare e alle barriere di protezione radiologica.
- Incidente di Fukushima Daiichi a seguito del Terremoto di Sendai del 2011.

Livello 4, incidente senza conseguenze significative all'esterno dell'impianto

Incidente con impatto esterno minore, con esposizione radiologica della popolazione circostante dell'ordine dei limiti prescritti. Danni significativi al nocciolo del reattore o alle barriere protettive. Esposizione di un lavoratore dell'impianto con conseguenze fatali.

Ad esempio:

- Incidente all'impianto di ritrattamento di Windscale (oggi Sellafield), Regno Unito, 1973.

- Incidente alla centrale nucleare di Saint-Laurent, Francia, 1980.

Livello 3, guasto grave

Evento con impatto esterno molto lieve, con esposizione radiologica della popolazione circostante inferiore ai limiti prescritti. Grave contaminazione all'interno dell'impianto e/o conseguenze acute sulla salute dei lavoratori dell'impianto.

Ad esempio:

- Incidente all'impianto di Sellafield, Regno Unito, 2005.
- Incidente all'impianto di Paks, Ungheria, 2003

Livello 2, guasto

Evento senza impatto esterno. Significativa contaminazione all'interno dell'impianto e/o sovrapposizione dei lavoratori dell'impianto.

Livello 1, anomalia

Anomalia che supera i livelli di sicurezza del normale regime operativo.

Livello 0, deviazione

Evento senza conseguenze sulla sicurezza.

[Nota: TBq = Bq¹² - PBq = Bq¹⁵]

L'incidente alla centrale atomica giapponese di Fukushima del 12 Marzo 2011

Cosa comporta per l'Europa? Secondo il modello di previsione di meteo-France, consultabile sul sito dell'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (un ente pubblico) <http://www.irsn.fr>, mercoledì 23 marzo la nube radioattiva coprirà la Francia, il giorno successivo sarà la volta dell'Italia. La concentrazione attesa dovrebbe essere dell'ordine di 0,001 Bq/m³ in Francia e sul resto dell'emisfero settentrionale. Per un confronto dei valori misurati nei giorni successivi alla catastrofe di Chernobyl, si tenga conto che in quel caso questi valori superavano i 100.000 Bq/m³ nei primi km in prossimità del reattore e si attestarono in un range compreso tra i 100 e 1.000 Bq/m³ nei Paesi più colpiti dal plume radioattivo (Ucraina, Bielorussia). In Francia, i valori misurati sul versante est erano compresi tra 1 e 10 Bq/m³ (primo maggio 1986). Oggi una attività molto bassa di Cesio-137 residuo presente nell'aria, dopo quell'incidente, si attesta su valori di 0.000001 Bq/m³. Se la soglia di attenzione, come abbiamo visto nella tabella più sopra, è di 110 Bq per metro cubo d'aria possiamo dire che, in questo caso, non ci siano problemi per l'aria che respiriamo in Europa.

