



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Dipartimento federale della difesa,  
della protezione della popolazione e dello sport DDPS

**Ufficio federale della protezione della popolazione UFPP**  
LABORATORIO SPIEZ

Markus Zürcher 2 giugno 2009

---

## **Radioattività nel materiale storico e nelle costruzioni dell'Esercito svizzero**

Una valutazione del Centro di competenze radioprotezione DDPS

---

## Indice

<b>1. Radioattività</b> .....	<b>3</b>
1.1. Radiazioni ionizzanti .....	3
1.2. Provenienza delle radiazioni .....	3
1.3. Effetti biologici.....	3
<b>2. Radioprotezione</b> .....	<b>4</b>
2.1. Competenze in Svizzera .....	4
2.2. Competenze in seno al DDPS.....	4
2.3. Valori limite fissati dalla legge .....	4
<b>3. Radio</b> .....	<b>5</b>
3.1. Vernice luminescente al radio .....	5
3.2. Materiale dell'esercito contenente radio .....	5
3.3. Manipolazione e smaltimento del radio .....	5
<b>4. Radon</b> .....	<b>6</b>
4.1. Rischi per la salute dovuti al radon.....	6
4.2. Rischio radon in Svizzera.....	7
4.3. Misura del radon .....	7
<b>5. Immagini di oggetti radioattivi</b> .....	<b>8</b>
<b>6. Ricapitolazione</b> .....	<b>9</b>
6.1. Radio .....	9
6.2. Radon .....	9
6.3. Altro materiale contenente sostanze radioattive .....	9
6.4. Indirizzi di contatto .....	10



## Radioattività nel materiale storico e nelle costruzioni dell'Esercito svizzero

### 1. Radioattività

La radioattività è una proprietà naturale di alcuni elementi. I loro atomi instabili decadono emettendo delle radiazioni ionizzanti. Il decadimento radioattivo comporta delle modifiche nel nucleo dell'atomo. Un atomo con un nucleo instabile ha un tempo di dimezzamento molto breve. L'**unità di misura** dell'attività di una sostanza radioattiva è il **becquerel** e corrisponde a un decadimento nucleare al secondo. Le principali radiazioni ionizzate emanate dagli atomi radioattivi sono le **radiazioni alfa, beta e gamma**. Essi emanano inoltre raggi X; questi possono essere prodotti in uno speciale apparecchio (apparecchio a raggi X, acceleratore) bersagliando un anodo con elettroni accelerati e costituiscono una forma di radiazione elettromagnetica priva di massa e carica. Ciascuno di questi tipi di radiazione ha un potere penetrante diverso.

#### 1.1. Radiazioni ionizzanti

Una radiazione in grado di strappare degli elettroni ad altri atomi è detta "ionizzante". La radiazione elettromagnetica può produrre una ionizzazione quando la sua lunghezza d'onda è inferiore a 100 nanometri; in quel caso il fotone dispone infatti di sufficiente energia per "staccare" un elettrone.



Si distinguono **diversi tipi di radiazioni**:

- particelle (neutroni, protoni, radiazione alfa, radiazione beta)
- onde elettromagnetiche (radiazioni gamma, raggi X)

#### 1.2. Provenienza delle radiazioni

L'uomo è da sempre esposto alle radiazioni ionizzanti. **Le radiazioni sono ovunque e fanno parte della nostra vita.** Esistono due fonti di radiazioni: naturali (radiazione cosmica, sostanze radioattive nel suolo e all'interno del corpo umano) e prodotte dall'uomo (radiazioni nella vita quotidiana: medicina, industria, ricerca, applicazioni domestiche).

#### 1.3. Effetti biologici



Le radiazioni ionizzanti possono produrre dei cambiamenti a livello elettrochimico negli organismi esposti, **danneggiando cellule e organi**. Le radiazioni possono essere emesse da sorgenti interne al corpo stesso o da sorgenti esterne. Mentre visioniamo una collezione di strumenti contenenti radio, ad esempio, siamo esposti ad una radiazione potenzialmente nociva per la salute e quindi da non sottovalutare. Di regola un unico oggetto da collezione rappresenta un pericolo ridotto.

Chi visiona strumenti contenenti radio non sigillati ermeticamente (vetro o involucro difettosi), si espone non solo al pericolo d'irradiazione, ma anche a quello d'incorporazione. **Per incorporazione s'intende la penetrazione di sostanze chimiche o radioattive (radionuclidi) all'interno del corpo** attraverso la respirazione, l'alimentazione o i pori della pelle. Molte sostanze radioattive che emettono **radiazioni alfa o beta** di debole intensità, fuori dal corpo arrecano danni lievi, mentre **rappresentano un pericolo ben maggiore se incorporate**. Prima di essere nuovamente espulse, esse emettono radiazioni ionizzanti in prossimità delle cellule e possono addirittura accumularsi in determinati organi (il radio si accumula ad esempio nelle ossa).

### 2. Radioprotezione

La protezione delle persone dagli effetti dannosi delle radiazioni ionizzanti si basa sui principi della Commissione internazionale di radioprotezione (ICRP). I tre principi fondamentali sono i seguenti:

1. L'esposizione alle radiazioni deve essere **giustificata**, vale a dire che deve comportare più vantaggi che svantaggi. La decisione spetta all'autorità competente per il rilascio dell'autorizzazione.
2. L'esposizione giustificata alle radiazioni deve limitarsi al **minimo** indispensabile.
3. In condizioni normali, la dose di radiazioni provenienti da sorgente artificiale cui è esposta un lavoratore o un normale cittadino non deve superare i **valori limite** stabiliti dall'ordinanza sulla radioprotezione.



#### 2.1. Competenze in Svizzera

In Svizzera, l'autorità competente per il rilascio delle licenze per la manipolazione di radiazioni ionizzanti e per l'adozione di misure in materia di radioprotezione è l'Ufficio federale della sanità pubblica (**UFSP**). Esso sorveglia inoltre la radioattività dell'ambiente. L'Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni (**SUVA**) è l'autorità di vigilanza per le industrie. L'Ispettorato federale della sicurezza nucleare (**IFSN**) sorveglia la radioprotezione nelle centrali nucleari e controlla il rispetto dei limiti d'emissione delle sostanze radioattive provenienti da tali impianti.

#### 2.2. Competenze in seno al DDPS



Il capo del **Centro di competenze radioprotezione DDPS**, su incarico della Divisione Territorio e ambiente della Segreteria generale DDPS, funge da responsabile della radioprotezione in seno al Dipartimento. Il Centro di competenze in radioprotezione è tecnicamente subordinato al LABORATORIO SPIEZ e mette i suoi servizi a disposizione di tutto il Dipartimento.

#### 2.3. Valori limite fissati dalla legge

Per la popolazione il valore limite è fissato a 1 mSv all'anno.

##### Radon

Locali abitativi e di soggiorno	1000 Bq/m <sup>3</sup>
Settore lavorativo	3000 Bq/m <sup>3</sup>
Valore indicativo per nuove costruzioni	400 Bq/m <sup>3</sup>

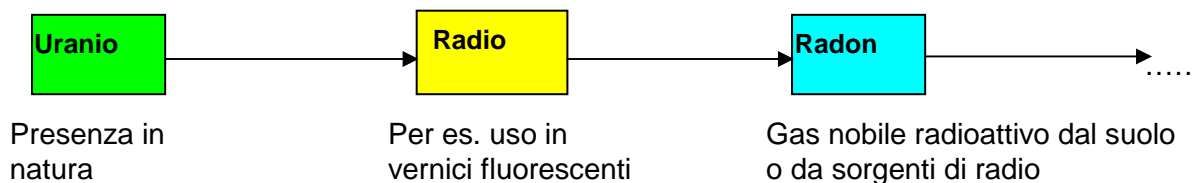
##### Radio

Limite di esenzione	40 Bq
Limite di licenza	2000 Bq

Un oggetto è considerato radioattivo se supera il limite di esenzione secondo l'Ordinanza sulla radioprotezione (ORaP). Se la radiazione supera il limite di licenza secondo l'ORaP, è necessario richiedere un'autorizzazione per la manipolazione di sostanze radioattive presso l'UFSP. Con l'adattamento alla legislazione europea, a partire dal 2014 i valori limite e i valori indicativi attualmente in vigore per il radon potrebbero essere massicciamente ridotti. Il valore limite potrebbe pertanto essere abbassato a 400 Bq/m<sup>3</sup> per i locali abitativi e di soggiorno e a 1000 Bq/m<sup>3</sup> per i locali lavorativi.

## Radioattività nel materiale storico e nelle costruzioni dell'Esercito svizzero

Catena di decadimento semplificata dell'uranio



### 3. Radio

L'esercito impiega sostanze radioattive in diversi campi, principalmente in sistemi e applicazioni volte ad agevolare i combattimenti notturni. Nei vecchi oggetti degli anni quaranta fino agli anni settanta si utilizzava spesso il radio (Ra-226) nelle vernici luminescenti per strumenti e quadri di comando. In seguito il radio fu sostituito dal trizio (H-3), anch'esso radioattivo.

#### 3.1. Vernice luminescente al radio

Il radio è un prodotto di decadimento dell'uranio e ha un tempo di dimezzamento di 1'600 anni. Ciò significa che dopo 1'600 anni si riscontra ancora la metà della radioattività originaria. Combinato con solfuro di zinco o altri fosfori (fosforo in greco significa "portatore di luce"), è stato utilizzato per lungo tempo nelle vernici luminescenti di quadranti e lancette di orologi, sveglie e strumentazioni varie come ad esempio i compassi. In seguito ai gravi danni alla salute subiti dagli operai addetti alla verniciatura di lancette e quadranti di orologi a causa dell'incorporazione del radio, le vernici contenenti radio sono state vietate. Il radio, chimicamente molto simile al calcio, viene incorporato nelle ossa. Chi maneggia vernici al radio deve adottare tutte le precauzioni necessarie per evitare una contaminazione o un'incorporazione.

#### 3.2. Materiale dell'esercito contenente radio

Di seguito proponiamo un elenco con alcuni esempi di vecchio materiale dell'esercito che potrebbe contenere del radio.

- strumentazioni di veicoli, aerei e armi di tutti i tipi
- valvole e fusibili (scaricatori di sovratensione UA1)
- bussole metalliche
- tasti e pulsanti di materiale radio e di trasmissione
- livelle per il comando di varie armi
- marcature di ogni genere



#### 3.3. Manipolazione e smaltimento del radio

Al contrario del trizio, che ha un tempo di dimezzamento di dodici anni, il radio è molto più problematico da manipolare e smaltire. Vernici luminescenti in involucri intatti ed ermetici rappresentano un rischio limitato. Se però la vernice viene a contatto con l'aria, oltre al pericolo d'irradiazione sussiste anche quello di contaminazione. Le sorgenti radioattive aperte possono giungere nell'organismo umano e nell'ambiente ed arrecare gravi danni. **Una caratteristica inconfondibile per riconoscere le vernici al radio sono le pennellate irregolari (verniciatura a mano) e il colore marrone-orato.**

## Radioattività nel materiale storico e nelle costruzioni dell'Esercito svizzero

Inoltre, nella maggior parte dei casi lo strato di vernice è piuttosto spesso e poroso. La presenza di un'eventuale attività radioattiva residua può essere stabilita con certezza solo con una misurazione. Per gli oggetti molto vecchi sussiste inoltre il pericolo che sia stato applicato un altro tipo di vernice luminescente sullo strato di vernice al radio. **Il radio decade liberando del radon gassoso. Per questo motivo i locali in cui sono immagazzinati questi oggetti devono sempre essere ben arieggiati.**



Chi non **elimina** correttamente un oggetto contenente radio, è penalmente perseguibile. Oggigiorno i rifiuti portati in discarica vengono monitorati con i più moderni sistemi di misura, che fanno scattare l'allarme radioattività anche in presenza di quantità minime di questa sostanza (per es. un singolo strumento su di un veicolo). Il responsabile, se identificato, rischia una **denuncia** e **conseguenze finanziarie** non indifferenti. I vecchi oggetti contenenti radio devono essere smaltiti correttamente. L'UFSP organizza ogni anno una raccolta dove questi oggetti possono essere consegnati. I costi di smaltimento sono a carico del proprietario.

## 4. Radon

**Il radon è un gas nobile radioattivo che si forma in modo naturale nel suolo.**

Il radon si forma dalla naturale catena di decadimento dell'uranio. L'uranio è presente ovunque nel sottosuolo. Durante il processo di decadimento dell'**uranio** si forma dapprima il **radio**, e da questo il **radon**. Il radon si forma anche nei depositi di sorgenti di radio. Dal decadimento degli atomi del radon si possono formare a loro volta polonio, bismuto e piombo. Anche questi prodotti del radon sono radioattivi e possono essere inalati. All'interno degli edifici si depositano sugli oggetti e si fissano alle particelle di polvere e agli aerosol (minuscole particelle sospese nell'aria). Durante la respirazione possono penetrare nei polmoni, depositarsi sul tessuto polmonare e irradiarlo, dando origine in alcuni casi ad un processo cancerogeno.

### 4.1. Rischi per la salute dovuti al radon

Circa il 40% dell'irradiazione subita dalla popolazione residente in Svizzera deriva dal radon. Il radon è la seconda causa di cancro ai polmoni dopo il tabagismo. Il rischio di cancro ai polmoni aumenta con il numero di atomi di radon presenti nell'aria di uno spazio chiuso e con la durata di esposizione. I prodotti di decadimento del radon si accumulano nel tessuto polmonare irradiandolo. Tra l'irradiazione del tessuto polmonare e l'insorgere di un **cancro ai polmoni** possono trascorrere anni o decenni.

In Svizzera vivono circa sette milioni di persone. Ogni anno ne muoiono circa 70'000, 17'000 delle quali di cancro. Il cancro ai polmoni miete annualmente circa 2'700 vittime di cui 200-300 casi sono attribuibili al radon. Il radon è così la sostanza cancerogena più pericolosa nelle abitazioni.

## Radioattività nel materiale storico e nelle costruzioni dell'Esercito svizzero

### 4.2. Rischio radon in Svizzera





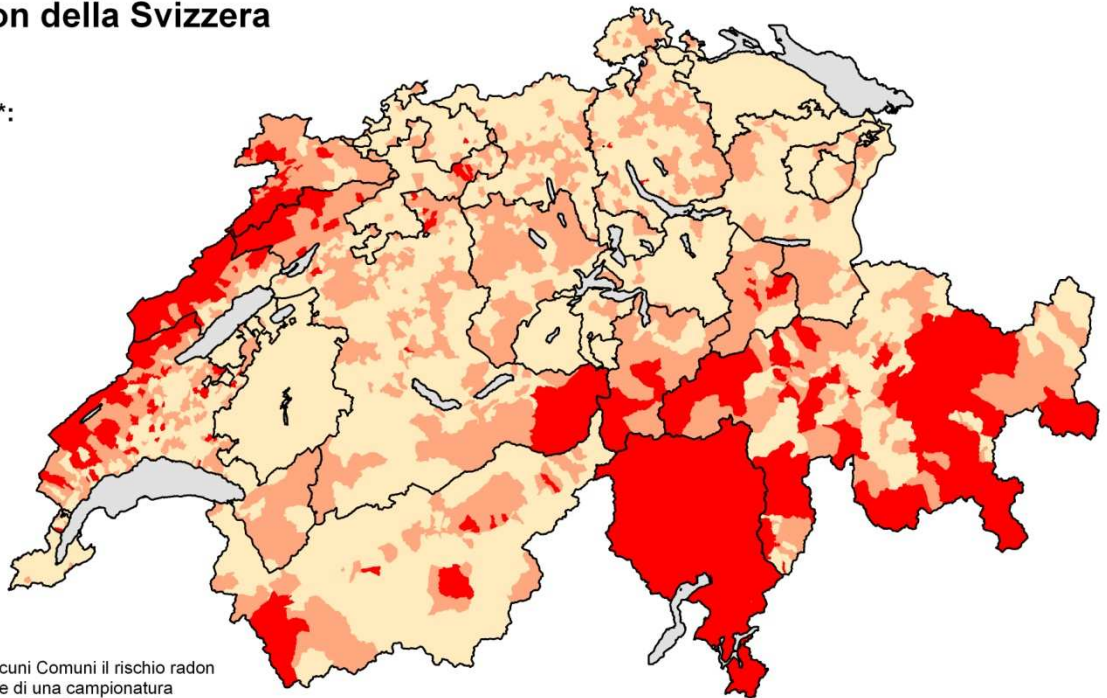
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'interno DFI  
Ufficio federale della sanità pubblica UFSP

### Carta radon della Svizzera

#### Rischio radon\*:

-  basso
-  medio
-  elevato



Stato : Marzo 2009

\* Osservazioni : in alcuni Comuni il rischio radon è valutato sulla base di una campionatura insufficiente di misure (vedi "motore di ricerca per Comune" all'indirizzo [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch)).

Fonte : GG25 ©Swisstopo

### 4.3. Misura del radon

Considerate le loro caratteristiche edilizie, gli impianti sotterranei dell'Esercito sono particolarmente soggetti a concentrazioni elevate di radon. La roccia e i pavimenti naturali sono infatti materiali molto permeabili a questo gas. Le concentrazioni di radon possono essere misurate tramite appositi dosimetri. Nel sito internet dell'UFSP ([www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)), alla voce "Radon" si trova un elenco dei servizi di misura abilitati ad effettuare delle misure in loco.

## 5. Immagini di oggetti radioattivi



carro armato 68



obice blindato M -109



carro armato granatieri  
M -113



Unimog S



AMX-13



Panhard



DO-27



Bücker



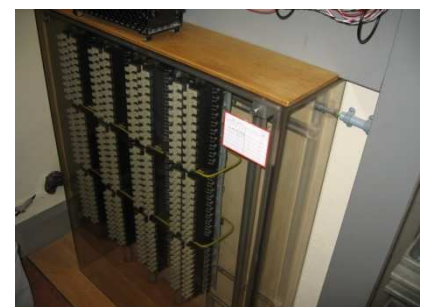
Mirage



indicatori di direzione  
in impianti militari



indicatori di pezzi



scaricatori di  
sovratensione

Gli oggetti qui illustrati possono contenere radio e di conseguenza liberare radon. È quindi indispensabile arieggiare bene i locali d'immagazzinamento. Tutti gli oggetti contenenti radio devono essere intatti e chiusi ermeticamente. Le sorgenti aperte di radio costituiscono un pericolo elevato per l'uomo e l'ambiente.

### 6. Ricapitolazione

Il presente rapporto non mira a creare panico o isterismi, ma intende semplicemente spiegare che basta poco per garantire una manipolazione sicura del materiale storico e delle sostanze radioattive. Nella maggior parte dei casi il problema non è costituito dalle radiazioni emesse dall'oggetto, bensì dalla consegna di questo materiale a persone o istituzioni che non sono a conoscenza della presenza delle sostanze radioattive.

**Per questo motivo i proprietari delle sostanze radioattive devono fare in modo che anche le generazioni successive sappiano con che tipo di materiale hanno a che fare e quali pericoli comporta.**

#### 6.1. Radio

Molte persone possiedono ancora vecchi oggetti, come orologi o sveglie, contenenti vernice luminescente al radio. In questi casi è importante riconoscere le caratteristiche della vernice luminescente (vedi pagina 5) al fine di garantire la manipolazione sicura e conforme alla legge di questi oggetti. L'eventuale smaltimento deve avvenire secondo le prescrizioni vigenti.



#### 6.2. Radon

**Il radon, un gas nobile radioattivo, provoca il cancro ai polmoni.** Il radon è presente in



concentrazioni diverse nelle varie regioni. Determinanti per la sua concentrazione sono le caratteristiche del suolo, l'ermeticità delle fondamenta, la presenza di crepe e fughe nelle pareti o tubi non ermetici all'interno dell'edificio. Arieggiare bene e regolarmente riduce notevolmente le concentrazioni di radon all'interno dei locali. La concentrazione di radon può essere stabilita con certezza solo con una misurazione in loco. I servizi di misura riconosciuti possono essere contattati tramite il sito Internet dell'UFSP.

#### 6.3. Altro materiale contenente sostanze radioattive

- **Mirage** (leghe di torio in propulsori, freni ad aria ecc.)
- **Ordigno teleguidato BL-64** (torio radioattivo nei supporti)
- **Obiettivi** (per es. Mirage) o fotocamere con lenti rivestite (torio)
- **Simulatori** (Mirage, Link-Trainer ecc.) con strumenti radioattivi (radio)
- **Anemometri** con vernice luminescente (radio)
- **Armi** con mirino e alzo per tiro notturno (stronzio, trizio)
- **Maglie a incandescenza** per lampade a benzina (torio, amianto)
- **Bussole** con vernice luminescente (radio)

## **Radioattività nel materiale storico e nelle costruzioni dell'Esercito svizzero**

### **6.4. Indirizzi di contatto**

#### **DDPS**

Ufficio federale della protezione della popolazione  
LABORATORIO SPIEZ  
Centro di competenze radioprotezione DDPS  
3700 Spiez  
tel. 033 228 16 43 (diretto), 033 228 14 00 (centrale)

#### **Autorità di vigilanza**

Istituto svizzero di assicurazione contro gli infortuni (SUVA)  
Divisione Protezione della salute sul posto di lavoro  
Casella postale 4358  
Rösslimattstrasse 39  
6002 Lucerna  
tel. 0848 830 830 (centrale)

#### **Autorità competente per il rilascio di autorizzazioni**

Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP)  
Unità di direzione protezione dei consumatori  
Schwarzenburgstrasse 165  
3003 Berna  
Tel. 031 322 96 14 (radioprotezione)