



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'Interno DFI

Ufficio federale della sanità pubblica UFSP

Bilancio del Piano d'azione radio 2015-2023

Rapporto finale all'attenzione del Consiglio federale

Impressum

Editori

Dipartimento federale dell'interno DFI

Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e della comunicazione DATEC

Autori

Ufficio federale della sanità pubblica UFSP

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

© DFI, DATEC 2024

Indice

Sintesi	4
1. Introduzione	5
2. Basi legali.....	6
2.1. Contesto all'avvio del piano d'azione radio.....	6
2.2. Revisione 2018 dell'ordinanza sulla radioprotezione (ORaP).....	6
3. Organizzazione	7
4. Risultati dei lavori intrapresi nell'ambito dei quattro assi d'azione.....	8
4.1. Ricerche storiografiche	8
4.1.1. Inventario dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio	8
4.1.2. Validazione dell'inventario	8
4.2. Ispezioni dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio.....	9
4.2.1. Procedura di diagnosi	9
4.2.2. Risultati globali degli esami diagnostici.....	10
4.2.3. Risultato degli esami diagnostici negli appartamenti	13
4.2.4. Risultati degli esami diagnostici nei giardini.....	14
4.3. Risanamenti dei beni fondiari contaminati da radio	15
4.3.1. Organizzazione.....	15
4.3.2. Risultati globali dei risanamenti	15
4.3.3. Risanamenti interni	16
4.3.4. Risanamenti esterni	18
4.3.5. Smaltimento dei rifiuti	19
4.4. Gestione delle ex discariche con potenziale presenza di rifiuti contaminati da radio	21
4.4.1. Censimento e classificazione delle ex discariche	21
4.4.2. Misure di protezione correlate ai rischi	23
4.4.3. Gestione pratica delle ex discariche	24
5. Risorse del piano d'azione.....	25
5.1. Risorse finanziarie.....	25
5.2. Risorse umane	25
5.3. Bilancio dell'utilizzazione delle risorse	25
6. Bilancio e insegnamenti del piano d'azione	26
6.1. Gestione dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio	26
6.1.1. Ricerche storiografiche	26
6.1.2. Esami diagnostici.....	26
6.1.3. Risanamenti.....	26
6.1.4. Smaltimento dei rifiuti	27
6.2. Gestione delle ex discariche con potenziale presenza di rifiuti contaminati da radio	27
6.3. Raggiungimento degli obiettivi di protezione	28
6.3.1. Riduzione del rischio radiologico per la popolazione interessata.....	28
6.3.2. Riduzione del rischio radiologico per i lavoratori.....	29
6.3.3. Riduzione della contaminazione nei giardini e nell'ambiente	29
6.4. Insegnamenti particolari	30
6.4.1. Comunicazione e coinvolgimento delle parti interessate	30
6.4.2. Quadro legale in materia di radioprotezione nei siti radiologicamente contaminati.....	30
6.4.3. Impatto sulle concentrazioni di radon nel contesto abitativo.....	30
6.4.4. Aspetti scientifici	31
7. Misure da adottare al di fuori del piano d'azione.....	31
7.1. Gestione a lungo termine dei beni fondiari	31
7.1.1. Perennità dell'informazione	31
7.1.2. Mantenimento delle competenze tecniche.....	32
7.1.3. Finanziamento a lungo termine.....	32
7.2. Gestione a lungo termine delle ex discariche	32
7.2.1. Responsabilità e finanziamento	32
7.2.2. Acquisizione e tesorerizzazione delle competenze tecniche	33
7.2.3. Monitoraggio della strategia di gestione del radio di origine orologiera	33
7.2.4. Predisposizione di un sistema di vigilanza sui siti contaminati da radio di origine non orologiera.....	33
7.3. Gestione di oggetti, orologi e forniture di materiali per orologeria a base di radio	34
7.4. Riflessione sullo smaltimento dei rifiuti	34
8. Conclusioni e prospettive.....	34
Allegato 1: Inventario dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio (stato al 31.12.2023).....	35
Allegato 2: Processo di classificazione delle ex discariche con potenziale presenza di rifiuti contaminati da radio	36

Sintesi

L'industria orologiera ha utilizzato pitture contenenti radio per rendere luminescenti i quadranti e le lancette degli orologi fino agli anni 1960, lasciandoci in eredità ex discariche e beni fondiari radiologicamente contaminati. Nel maggio 2015 il Consiglio federale ha incaricato il Dipartimento federale dell'interno (DFI, rappresentato dall'UFSP) di attuare il piano d'azione radio al fine di gestire queste contaminazioni del passato e proteggere così la popolazione, i lavoratori e l'ambiente. Il piano d'azione è stato attuato sotto la guida di un comitato direttivo costituito da rappresentanti dell'UFSP, dell'UFAM e della Suva, affiancato da un gruppo di accompagnamento istituito insieme alle parti coinvolte. Il presente rapporto stila il bilancio finale del piano d'azione, conclusosi a fine 2023.

La gestione delle contaminazioni da radio nei beni fondiari si è articolata intorno a tre assi d'azione: la ricerca storiografica dei siti potenzialmente contaminati, il loro esame diagnostico e, laddove necessario, il loro risanamento. Le ricerche storiografiche hanno permesso di stilare un inventario di 1100 siti da controllare, principalmente ubicati nei Cantoni di Berna, Neuchâtel e Soletta, 163 dei quali sono risultati bisognosi di risanamento. Le persone che hanno vissuto nel perimetro di questi siti sono state esposte a dosi di radiazione non accettabili (>1 mSv/anno) anche se non tali da rendere necessaria l'adozione di misure di protezione immediate. I risanamenti hanno consentito di ridurre significativamente l'esposizione degli occupanti attuali e futuri di questi siti e garantirne l'abitabilità a lungo termine. I costi, pari in media a 40 000 franchi per risanamento, sono stati assunti dalla Confederazione, poiché le persone all'origine delle contaminazioni sono raramente identificabili.

Per identificare le ex discariche con potenziale presenza di rifiuti contaminati da radio e classificarle in categorie di rischio è stata adottata una strategia basata sulla politica di gestione dei siti inquinati, sviluppata in collaborazione con l'UFAM, la Suva e i Cantoni interessati. Sono state così identificate più di 250 ex discariche bisognose di misure di radioprotezione in caso di apertura. Tali misure sono finalizzate a ridurre il rischio per i lavoratori ed evitare una dispersione della contaminazione nell'ambiente, le modalità di gestione di queste discariche sono ora fissate in un'apposita guida.

Il piano d'azione ha raggiunto i suoi obiettivi in materia di protezione della popolazione, dei lavoratori e dell'ambiente, impiegando risorse finanziarie proporzionate. In totale, è costato alla Confederazione quasi 11 milioni di franchi. Le indagini diagnostiche hanno rivelato che il 15% dei beni fondiari ispezionati era contaminato da radio, con conseguente esposizione durevole degli occupanti. Le vaste ricerche storiografiche, come pure l'ampia accettazione delle diagnosi e dei risanamenti, hanno permesso di ridurre significativamente queste esposizioni a un costo ragionevole. Insieme alle misure di radioprotezione da adottare in caso di apertura di ex discariche potenzialmente contaminate, ha contribuito a minimizzare i rischi per i lavoratori e a evitare una dispersione dei rifiuti contaminati nell'ambiente anche il ricorso ad imprese di risanamento specializzate. Tutte queste constatazioni sono state confermate pure dalla valutazione esterna, che ha anche sottolineato i progressi compiuti in materia di comunicazione con il pubblico e le parti coinvolte.

Sebbene la gestione dei siti radiologicamente contaminati vi sia stata integrata nel 2018, sarà necessario procedere a una nuova revisione dell'ORaP per concretizzare l'assunzione dei costi di risanamento in base al principio di causalità (chi inquina paga), alla luce degli insegnamenti scaturiti dal piano d'azione e dalla revisione della LRaP in corso. I punti seguenti, ancora aperti, dovranno anche essere integrati nelle prestazioni di base dell'UFSP:

- garantire la tracciabilità delle contaminazioni residue nei beni fondiari e tesoriare le competenze acquisite per futuri interventi, tenuto conto della probabile scoperta di nuove ubicazioni da ispezionare ed eventualmente risanare;
- assicurare il monitoraggio delle ex discariche e predisporre un sistema di vigilanza per quelle suscettibili di contenere rifiuti contaminati da radio di origine non orologiera;
- acquisire migliori conoscenze sull'attuale utilizzazione di oggetti contenenti radio e definire misure appropriate per limitare i rischi;
- cercare una soluzione per lo smaltimento dei rifiuti fortemente contaminati da radio che contengono anche inquinanti chimici.

1. Introduzione

L'industria orologiera ha utilizzato pitture contenenti radio fino agli anni '60 per rendere luminescenti i quadranti e le lancette degli orologi, esponendo a radiazioni il personale, prevalentemente femminile, e contaminando i luoghi di lavoro che, data l'allora forte diffusione del lavoro a domicilio, erano spesso le abitazioni stesse. A causa della gestione sommaria dei rifiuti generati da queste applicazioni, residui di radio sono finiti nei rifiuti domestici e sono stati eliminati in discariche ordinarie senza particolari misure di precauzione.

A seguito di evidenze a sostegno del rischio di cancro legato al radio¹, il suo utilizzo nell'orologeria è stato sottoposto all'obbligo di licenza e sono state introdotte specifiche regole di protezione nell'ordinanza sulla radioprotezione entrata in vigore nel 1963². All'epoca, l'Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni (Suva) ha effettuato dei controlli nelle aziende titolari di una licenza, ma i luoghi di lavoro presso i domicilia e le piccole imprese non sono state oggetto di controlli sistematici. Sono così perdurate fino ai nostri giorni contaminazioni da radio che fanno degli edifici e dei terreni attigui interessati dei siti radiologicamente contaminati ai sensi dell'attuale legislazione sulla radioprotezione.

Nel maggio 2015 il Consiglio federale ha incaricato il Dipartimento federale dell'interno (DFI), rappresentato dall'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP), di attuare il piano d'azione radio al fine di gestire e contenere queste contaminazioni. I lavori sono stati condotti in collaborazione con la Suva e con il Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC), rappresentato dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM).

Quando non è più garantito il rispetto della dose di radiazione limite per la popolazione di 1 millisievert (mSv) all'anno, è compito dell'UFSP esaminare la situazione in maniera approfondita e valutarne la gravità caso per caso. Lo scopo è controllare che l'esposizione annua della popolazione legata a contaminazioni residue da radio non superi questo livello ed evitare l'esposizione dei lavoratori e la dispersione del radio nell'ambiente in occasione di lavori negli edifici, nei terreni limitrofi e nelle discariche. Il perseguimento di questi obiettivi si iscrive nell'ambito dei quattro seguenti assi d'azione:

- 1) ricerca storiografica dei beni fondiari potenzialmente contaminati (edifici e terreni attigui),
- 2) esami diagnostici della presenza di radio nei suddetti beni fondiari;
- 3) realizzazione di un risanamento quando la dose di radiazione ricevuta dagli occupanti supera 1 mSv all'anno;
- 4) la sorveglianza delle ex discariche con potenziale presenza di rifiuti contenenti radio.

Il piano d'azione doveva inizialmente durare cinque anni. Dal momento che la ricerca storiografica aveva permesso di identificare oltre 1000 beni fondiari potenzialmente contaminati da radio, ossia due volte di più rispetto a quelli stimati all'inizio, il Consiglio federale lo ha tuttavia prorogato sino a fine 2022. Durante la pandemia di COVID-19 è stato inoltre accumulato un anno di ritardo sui lavori di diagnosi e di risanamento, per il cui il Consiglio federale ha deciso di prorogare il piano sino a fine 2023 e incaricato il DFI, in collaborazione con il DATEC, di elaborare entro fine 2024 un rapporto finale sui risultati del Piano d'azione radio 2015–2023. Il presente rapporto descrive i risultati dei lavori condotti nell'ambito dei quattro assi d'azione e ne stila il bilancio descrivendo i principali insegnamenti tratti e prospettando le future necessità d'azione. È inoltre basato sui rapporti intermedi del 2016³ e del 2018⁴, tenendo conto della valutazione esterna del piano d'azione realizzata dalla società EBP Schweiz AG⁵.

¹ [List of Classifications – IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans \(who.int\)](https://www.who.int/publications-detail/list-of-classifications-iarc-monographs-on-the-identification-of-carcinogenic-hazards-to-humans)

² Ordinanza del 19 aprile 1963 sulla radioprotezione

³ Rapport intermédiaire sur la mise en œuvre du Plan d'action Radium 2015-2019, DFI/DATEC 2016

⁴ Rapport sur l'état des lieux 2018 du Plan d'action Radium 2015-2019, DFI/DATEC 2019

⁵ Summative Evaluation des Aktionsplans Radium 2015-2023, EBP Schweiz AG, Juli 2024

2. Basi legali

2.1. Contesto all'avvio del piano d'azione radio

Prima di avviare il piano d'azione radio, l'UFSP ha commissionato un parere giuridico esterno⁶ volto a determinare chi avesse la competenza per risanare i beni fondiari contaminati da radio e chi doveva sostenerne i costi, dal momento che l'applicazione del principio di causalità (chi inquina paga), e in particolare la ripartizione dei costi, non è sufficientemente disciplinato nella legge sulla radioprotezione (LRaP)⁷ in riferimento ai siti radiologicamente contaminati. Il parere giuridico conclude che è la Confederazione a dover procedere ai risanamenti richiesti a titolo sostitutivo non essendo fattibile, per questioni di proporzionalità e di opportunità, addossare i costi ai proprietari attuali dei beni fondiari toccati né ai responsabili originari della contaminazione (industria orologiera), cui è possibile risalire solo in rarissimi casi poiché nel frattempo deceduti o non più identificabili. L'assunzione dei costi di risanamento incombe di conseguenza essenzialmente alla Confederazione. Si noti per inciso che uno degli obiettivi dell'attuale revisione della LRaP è appunto colmare le lacune giuridiche legate all'applicazione del principio "chi inquina paga" per i siti radiologicamente contaminati (v. punto 6.4.2).

Poiché nell'ordinanza sulla radioprotezione del 1994⁸ in vigore al momento dell'avvio del piano d'azione mancava un limite avente valenza legale per gestire situazioni di esposizione legate ai siti radiologicamente contaminati, come criterio di risanamento dei beni fondiari contaminati da radio è stato applicato, conformemente alle raccomandazioni della Commissione internazionale per la protezione radiologica (ICRP)⁹ nonché della Commissione federale della radioprotezione (CPR)¹⁰, il limite di dose di 1 mSv all'anno relativo all'esposizione della popolazione a radiazioni artificiali.

2.2. Revisione 2018 dell'ordinanza sulla radioprotezione (ORaP)

In occasione della revisione totale dell'ORaP entrata in vigore il 1° gennaio 2018¹¹, tenendo conto del ritorno di esperienza fornito dal piano d'azione radio, sono state integrate nell'ORaP delle nuove disposizioni per la gestione dei siti radiologicamente contaminati basate sulle norme internazionali^{12/13/14}. Si tratta essenzialmente delle disposizioni seguenti:

- adozione di un livello di riferimento di 1 mSv all'anno per la gestione dei siti radiologicamente contaminati, corrispondente al valore soglia inferiore delle norme internazionali per la gestione delle situazioni di esposizione esistenti (art. 6 e 148 ORaP);
- allestimento di un inventario dei beni fondiari potenzialmente contaminati (art. 151 ORaP);
- ispezione di beni fondiari quando non si può escludere un pericolo per l'essere umano e l'ambiente dovuto a radiazioni ionizzanti (art. 152 ORaP);
- dichiarazione di un bene fondiario come bisognoso di risanamento in caso di superamento del livello di riferimento di 1 mSv all'anno (art. 153 ORaP);
- scambio di informazioni tra i Cantoni e l'UFSP sulla potenziale presenza di oggetti radiologicamente contaminati nelle ex discariche nonché su ispezioni o risanamenti pianificati (art. 154 ORaP).

⁶ Romy I., Avis de droit sur les héritages radiologiques au radium, 15 avril 2015 ([link](#))

⁷ Legge del 22 marzo 1991 sulla radioprotezione (LRaP, RS 814.50)

⁸ Ordinanza del 22 giugno 1994 sulla radioprotezione (ORaP, RS 814.501)

⁹ Publication 60, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP), 1991

¹⁰ Recommandation de la CPR concernant la gestion des héritages radiologiques, janvier 2003

¹¹ Ordinanza del 26 aprile 2017 sulla radioprotezione (ORaP, RS 814.501)

¹² Publication 103, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP), 2007

¹³ Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation

¹⁴ Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, International atomic energy agency (IAEA), SERIES No. GSR Part 3, 2014

3. Organizzazione

Il Consiglio federale ha designato il DFI, rappresentato dall'UFSP, quale responsabile del piano d'azione, per la realizzazione del quale è stata predisposta un'organizzazione di progetto (v. figura 1). Il comitato direttivo, composto da rappresentanti dell'UFSP, della Suva e dell'UFAM, ha sovrinteso alla gestione strategica del piano d'azione nel quadro di due riunioni annue.

L'UFSP era incaricato dell'attuazione del piano d'azione nell'ambito dei due progetti settoriali «beni fondiari» ed «ex discariche». Il progetto settoriale «gestione dei beni fondiari» abbraccia i tre assi d'azione seguenti: 1) ricerca storiografica dei beni fondiari potenzialmente contaminati (edifici e terreni attigui), 2) esami diagnostici della presenza di radio nei suddetti beni fondiari, 3) realizzazione di un risanamento quando la dose di radiazione ricevuta dagli occupanti supera 1 mSv all'anno. Il progetto settoriale «gestione delle ex discariche» verte per contro sull'asse d'azione 4) sorveglianza delle ex discariche con potenziale presenza di rifiuti contenenti radio.

Al fine di agevolare l'avanzamento del progetto è stato costituito un gruppo d'accompagnamento costituito dai rappresentati delle principali parti coinvolte, segnatamente i Comuni e i Cantoni interessati, ma anche l'industria orologiera. Gli incontri annuali di questo gruppo erano volti a permettere un aggiornamento dello stato di avanzamento dei lavori e uno scambio di informazione e di esperienze tra i vari attori. L'UFSP ha strettamente collaborato con i Cantoni più toccati, ossia Basilea Campagna, Berna, Ginevra, Neuchâtel e Soletta, nonché con i Comuni di Bienne e di La Chaux-de-Fonds.

Sulla base di mandati, l'UFSP ha delegato alcuni aspetti del progetto a partner esterni, in particolare le ricerche storiografiche, l'accompagnamento degli esami diagnostici e la realizzazione dei risanamenti. Accanto a EBP Schweiz AG, ha fornito un parere esterno e prestato consulenza lungo tutto il piano d'azione anche il Centre d'étude sur l'Évaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire (CEPN) con sede in Francia^{15/16}.



Figura 1: Organizzazione del piano d'azione radio

¹⁵ Evaluation de la mise en œuvre du plan d'action radium suisse, 2015-2019, CEPN, 2018

¹⁶ Avis du CEPN sur les aspects de radioprotection du plan d'action radium 2015-2023, 30 septembre 2024

4. Risultati dei lavori intrapresi nell'ambito dei quattro assi d'azione

4.1. Ricerche storiografiche

Scopo dei lavori rientranti nell'asse d'azione «ricerca storiografica» era stilare un inventario il più esaustivo possibile dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio in Svizzera.

4.1.1. Inventario dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio

Le tabella 1 riporta lo stato dell'inventario dei beni fondiari identificati come potenzialmente contaminati da radio a seguito delle ricerche storiografiche condotte nel quadro del piano d'azione. Oltre alle indagini che avevano portato all'iniziale elenco di 86 ubicazioni pubblicato nella stampa, l'UFSP ha incaricato l'Università di Berna¹⁷ di condurre vaste ricerche d'archivio, segnatamente presso il Museo internazionale dell'orologeria nonché nei Cantoni di Berna, Giura, Neuchâtel e Soletta. Per ragioni di disponibilità di tempo, l'Università ha rinunciato a consultare gli archivi dei Cantoni di Basilea Campagna, Ginevra e Vaud, ritenendo che ciò avrebbe potuto mettere in evidenza nuove ubicazioni in misura pari al massimo al 10% della copertura raggiunta. L'UFSP ha in seguito incaricato la società CSD¹⁸ di completare le ricerche in questi archivi cantonali. In totale, le ricerche storiografiche dell'Università di Berna e della società CSD ingegneri SA hanno permesso di identificare 909 ubicazioni potenzialmente contaminate da radio.

La consultazione di vecchi elenchi telefonici dei Comuni di La Chaux-de-Fonds e Le Locle ha altresì messo in luce 80 ulteriori casi di piccoli laboratori a domicilio. Privati e responsabili comunali hanno notificato 205 ubicazioni da ispezionare. Infine, 153 casi sono emersi da ricerche ad hoc condotte dall'UFSP, segnatamente sulla base di annunci pubblicati nei giornali dell'epoca.

4.1.2. Validazione dell'inventario

Per validare l'inventario l'UFSP ha condotto un'indagine amministrativa in collaborazione con le autorità comunali e cantonali. In questo contesto sono stati esclusi dall'inventario 333 beni fondiari, di cui 204 erano oggetti risultati irreperibili e 47 edifici distrutti dopo il periodo di utilizzazione del radio con successiva cementificazione della particella. Inoltre, 82 ubicazioni sono state escluse in ragione dell'infima probabilità di trovarvi del radio; si trattava essenzialmente di casi emersi da ricerche ad hoc condotte dall'UFSP, con fonti d'informazione lacunose, dato che il ritorno di esperienza degli esami diagnostici aveva mostrato un tasso di bisogno di risanamento esiguo (v. punto 4.2.2).

Fonte di informazione	Inventario lordo	Esclusione dopo indagine amministrativa			Inventario validato
		Ubicazione introvabile	Edificio distrutto	Esigua probabilità di trovare del radio	
	Numero di beni fondiari				
Elenco iniziale (stampa)	86	2	1	-	83
Ricerche storiografiche (Università di Berna, CSD)	909	194	33	12	670
Vecchi elenchi telefonici	80	-	-	-	80
Annunci	205	2	2	14	187
Ricerche ad hoc dell'UFSP	153	6	11	56	80
Totale	1433	204	47	82	1100

Tabella 1: Validazione dell'inventario dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio

L'inventario validato contempla 1100 beni fondiari, ripartiti in 112 Comuni e 13 Cantoni (v. tabella 1). L'elenco completo è riportato nell'**allegato 1**. Oltre la metà dei beni fondiari inclusi

¹⁷ Historischer Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit, die Verwendung von Radiumleuchtfarben in der Schweizer Uhrenindustrie (1907–1963), Universität Bern, 1. März 2018 ([link](#))

¹⁸ Ergänzung der historischen Radium-Nachforschung Baselland, Genf und Waadt, CSD Ingenieure AG, 28. Mai 2021 ([link](#))

nell'inventario validato, ossia 605 oggetti, ospitavano locali per il lavoro a domicilio o laboratori di laccatura al radio (v. figura 2). L'inventario contiene anche 400 fabbriche. La categoria «Altro» raggruppa invece luoghi di stoccaggio o di vendita oppure vecchie aziende non appartenenti al settore orologiero.

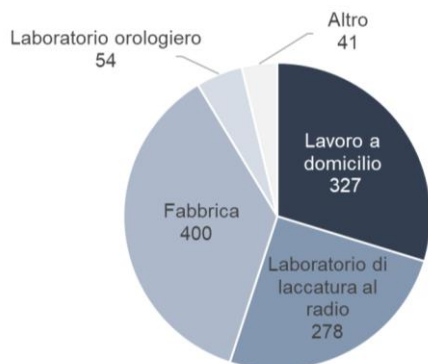


Figura 2: Ripartizione dei beni fondiari contemplati nell'inventario in base alla loro destinazione all'epoca di utilizzo del radio

4.2. Ispezioni dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio

Scopo dei lavori rientranti nell'asse d'azione «esami diagnostici della presenza di radio» era ispezionare l'insieme dei beni fondiari contemplati nell'inventario secondo una procedura standardizzata, al fine di determinare la presenza di contaminazioni residue di radio e la necessità di un risanamento.

4.2.1. Procedura di diagnosi

L'UFSP ha applicato una procedura standardizzata sia per l'esame dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio, sia per la valutazione della relativa dose di esposizione degli occupanti (v. figura 3). I metodi utilizzati sono stati pubblicati in due articoli scientifici nel 2016¹⁹ e nel 2021²⁰.

Il protocollo si basa sulla misurazione dell'intensità di dose ambientale registrato nell'insieme dei locali interni e nel giardino, a 10 e 100 cm dalla superficie del suolo, allo scopo di valutare l'esposizione sia dei bambini che degli adulti. Un'intensità di dose che supera il rumore di fondo naturale locale di oltre 100 nanosievert (nSv) all'ora indica la presenza di una contaminazione da radio. Le intensità di dose vengono quindi documentate su una griglia più stretta, che consente di valutare la dose efficace annua legata all'irradiazione esterna degli occupanti. La misurazione della contaminazione di superficie e l'analisi di laboratorio degli strisci permettono inoltre di verificare la presenza di contaminazioni labili su determinati elementi di costruzione quali porte e finestre. Vengono infine prelevati dei campioni di terreno da analizzare in laboratorio nei punti dei giardini che presentano le intensità di dose più elevate.

In presenza di contaminazione da radio, questi risultati consentono di valutare la necessità di un risanamento secondo i criteri seguenti:

- **Locali interni:** l'UFSP valuta la dose efficace annua legata all'irradiazione esterna degli occupanti attuali o futuri sulla base di scenari di esposizione standardizzati con condizioni di occupazione fittizie. Se la valutazione mostra che l'occupante (bambino o adulto) potenzialmente più esposto può ricevere una dose efficace superiore a 1 mSv all'anno, si prende la decisione di risanare di locali. In presenza di contaminazione labile, l'UFSP applica uno scenario di valutazione supplementare basato sull'ingestione.

¹⁹ Murith & al. REMEDIATION OF RADIUM LEGACIES FROM THE SWISS WATCH INDUSTRY, RPD, 2016 <https://doi.org/10.1093/rpd/ncw335>

²⁰ C. Murith, G. Di Tommaso, S. Estier, T. Flury, M. Palacios-Gruson, C. Stalder, S. Baechler, MODELLING THE EXPOSURE OF RESIDENTS OF A RADIUM-CONTAMINATED LIVING PLACE, Radiation Protection Dosimetry, Volume 197, Issue 2, December 2021, pag. 101–110, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncab167>

- **Giardini:** Nel quadro del piano d'azione, l'UFSP ha applicato per la concentrazione di radio-226 nel suolo una soglia per il risanamento di 1000 becquerel per chilogrammo (Bq/kg). Questo valore corrisponde al livello di allontanamento stabilito nell'allegato 2 dell'ORaP per i radionuclidi naturali della serie dell'uranio-238, di cui fa parte il radio-226.

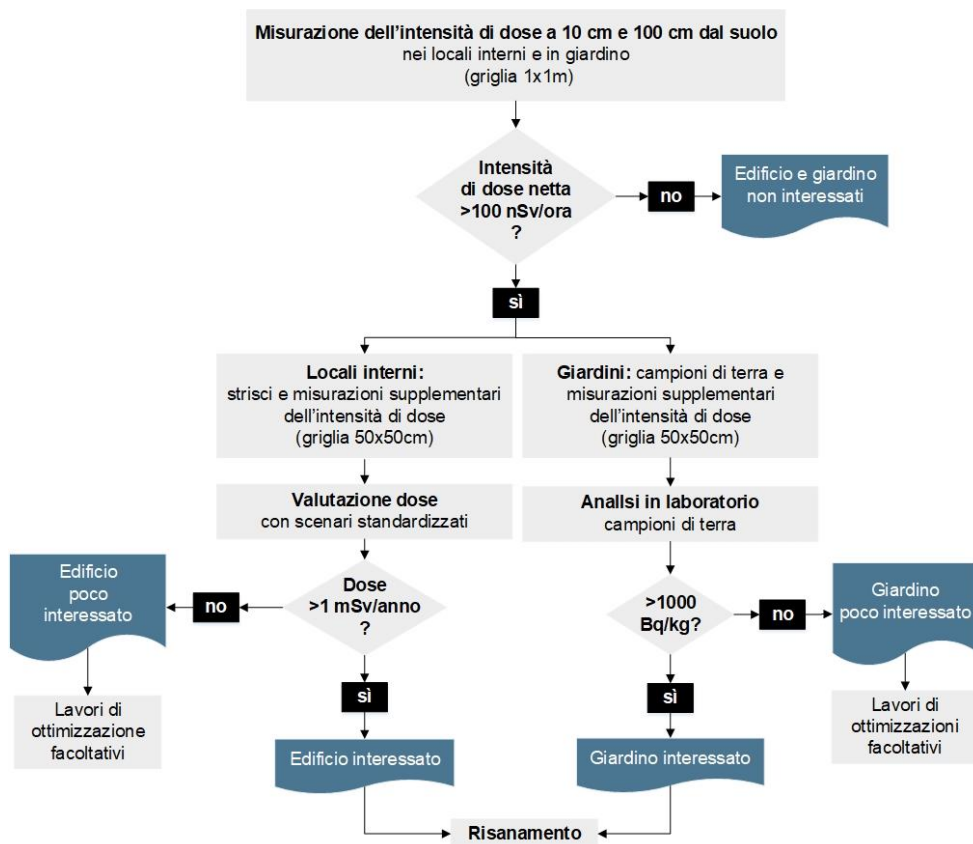


Figura 3: Procedura standardizzata per l'esame dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio

4.2.2. Risultati globali degli esami diagnostici

Tra il 2014 e il 2023 l'UFSP ha proceduto a esami diagnostici della presenza di radio in 1093 beni fondiari potenzialmente contaminati con il sostegno dell'Istituto di radiofisica (IRA), l'Istituto Paul Scherrer (PSI) e di tre imprese private. L'evoluzione annua delle diagnosi (e del tasso di risanamento associato) è illustrato nella figura 4.

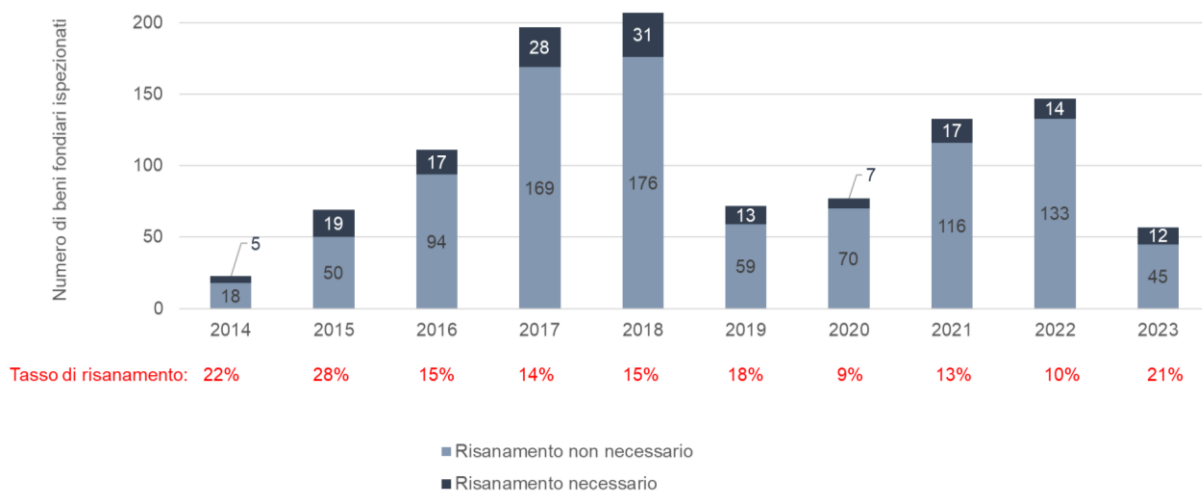


Figura 4: Evoluzione del numero di beni fondiari ispezionati e del tasso di risanamento tra il 2014 e il 2023

L'UFSP ha cominciato con l'ispezionare gli 83 beni fondiari le cui ubicazioni erano state pubblicate nella stampa, per un tasso di risanamento pari al 28% nel 2015. Ha in seguito proseguito con i beni fondiari individuati dalle ricerche storiografiche, dando priorità ai luoghi in cui l'utilizzazione passata del radio era dichiarata «certa» o «probabile». Tra il 2017 e il 2018 sono stati così ispezionati 400 beni fondiari, con un tasso di risanamento pari a circa il 15%. A partire dal 2019 sono stati invece ispezionati quasi 270 beni fondiari in cui l'utilizzazione di radio era «incerta», il che spiega il progressivo abbassamento del tasso di risanamento sceso fino al 9% nel 2020. Sono stati parallelamente esaminati i casi notificati da privati o Comuni, con una quota di risanamento situata in media attorno all'8%.

A causa della pandemia di COVID-19, gli esami diagnostici hanno dovuto essere sospesi più volte tra il 2020 e il 2021. A partire dal 2021, è stata data priorità alle misurazioni nei laboratori a domicilio scoperti nel 2020 attraverso vecchi elenchi telefonici dei Comuni di La Chaux-de-Fonds e di Le Locle. Circa 100 proprietari che non avevano mai reagito alle prime lettere di contatto hanno infine accettato la diagnosi di presenza del radio una volta ricevute le raccomandate inviate tra fine 2022 e inizio 2023, spiegando così l'aumento del tasso di risanamento registrato alla fine del piano d'azione. Per finire, solo sette proprietari hanno rifiutato di consentire l'esame diagnostico. Per questi sette casi l'UFSP ha rinunciato ad applicare l'articolo 152 ORaP, che permette di obbligare il proprietario a consentire l'accesso al bene fondiario ai fini dell'ispezione. Tale procedura è stata giudicata troppo invasiva della sfera privata visto il pericolo potenzialmente rappresentato da una contaminazione da radio. In caso di futuri lavori in questi beni fondiari, l'UFSP ha tuttavia raccomandato ai Comuni e ai Cantoni interessati di vincolare l'eventuale permesso di costruzione all'esame diagnostico della presenza di radio.

Gli esami diagnostici hanno identificato come bisognosi di risanamento 163 beni fondiari ripartiti nelle tre categorie seguenti:

- 56 beni fondiari bisognosi di risanamento interno;
- 78 beni fondiari bisognosi di risanamento esterno;
- 29 beni fondiari bisognosi di risanamento interno ed esterno.

In altri 116 beni fondiari l'UFSP ha anche rilevato deboli tracce di contaminazione da radio che non necessitano di risanamento, poiché il livello di riferimento di 1 mSv all'anno viene rispettato. Globalmente, sono state pertanto rilevate contaminazioni da radio nel 26% dei beni fondiari controllati, fossero essi bisognosi o meno di risanamento, il che indica che il problema del radio non era limitato a casi isolati, ma riguardava una larga frazione di beni fondiari potenzialmente contaminati.

Per quanto concerne la localizzazione geografica, i beni fondiari oggetto di esame sono ripartiti in 112 Comuni e 13 Cantoni, principalmente situati nell'Arco giurassiano (v. figura 5). Oltre la metà delle ubicazioni si trova nei Comuni di Bienne, La Chaux-de-Fonds e Granges (SO).

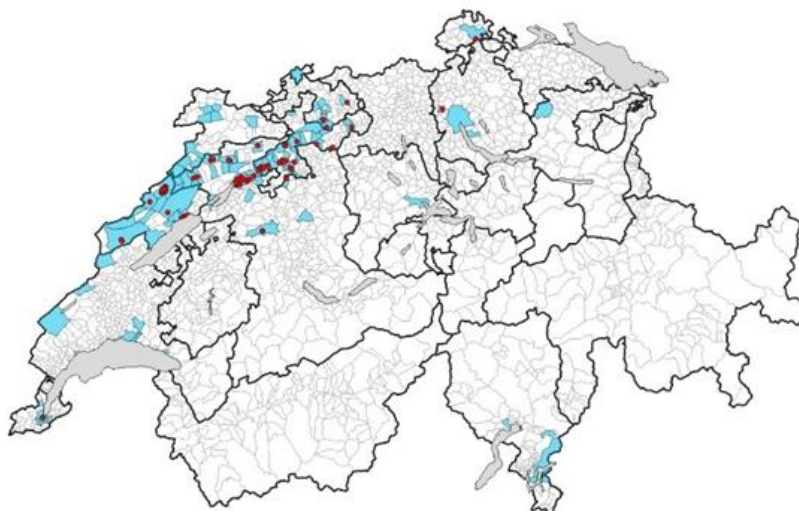


Figura 5: Comuni oggetto di esame diagnostico (n blu) e casi di risanamento (in rosso)

I risultati degli esami diagnostici per Cantone sono riportati nella tabella 2, distinti in casi non contaminati, casi con deboli tracce di radio ma non necessitanti risanamento e casi da risanare. Quasi il 90% degli esami diagnostici e il 94% dei risanamenti si è concentrato nei Cantoni a forte tradizione orologiera di Berna, Neuchâtel e Soletta, con una proporzione di beni fondiari da risanare identica nei Cantoni di Berna e Soletta (19%) e più bassa nel Cantone di Neuchâtel (13%). Sono interessati, anche se in misura ridotta, anche Cantoni come Ginevra, Giura, Vaud, Basilea Campagna, Zurigo e Sciaffusa. Nessuno dei 29 beni fondiari esaminati nel Cantone di Giura ha rivelato contaminazioni da radio. Nel Cantone di Basilea Campagna si è richiesto un risanamento in 4 dei 15 beni fondiari ispezionati, per un tasso di risanamento corrispondente al 27%. È stato oggetto di risanamento l'unico bene fondiario esaminato nel Cantone di Sciaffusa.

Cantone	Numero di beni fondiari ispezionati	Risultato dell'esame diagnostico		
		Nessuna rileva- zione di radio	Deboli tracce non necessi- tanti risanamento	Risanamento necessario (tasso di risanamento)
NE	452	338	57	57 (13%)
BE	326	228	36	62 (19%)
SO	184	132	17	35 (19%)
GE	38	33	3	2 (5%)
JU	29	29	0	0
VD	25	24	0	1 (4%)
BL	15	8	3	4 (27%)
ZH	9	8	0	1 (11%)
TI	8	8	0	0
LU	4	4	0	0
BS	1	1	0	0
SG	1	1	0	0
SH	1	0	0	1 (100%)
Totale	1093	814	116	163 (15%)

Tabella 2: Risultati degli esami diagnostici per Cantone

Attualmente, quasi l'80% dei beni fondiari contemplati nell'inventario è destinato a scopi abitativi, ciò che implica lunghi tempi di soggiorno e un'esposizione cronica degli occupanti in caso di presenza di contaminazioni da radio. Secondo i risultati degli esami diagnostici, il 28% delle abitazioni individuali ispezionate ha dovuto essere risanato. Il tasso di risanamento era pari al 15% per gli edifici con più appartamenti e al 13% per gli edifici a uso misto (tabella 3). Riguardo agli spazi esterni, richiedeva un risanamento solo il 3% delle particelle di edifici distrutti dopo il periodo di utilizzazione del radio, motivo per cui l'UFSP ha deciso di non sottoporli a misurazione nel loro insieme, in particolare quando la particella era stata successivamente cementificata (v. punto 4.2.1). In sette casi i risanamenti includevano anche particelle vicine.

Categoria di bene fondiario		Numero di beni fondiari ispezionati	Risultato dell'esame diagnostico		
			Nessuna rilevazione di radio	Deboli tracce non necessitanti risanamento	Risanamento necessario (tasso di risanamento)
Abitazione individuale		152	99	11	42 (28%)
Edificio con più appartamenti		392	279	53	60 (15%)
Edificio a uso misto		328	255	32	41 (13%)
Edificio a uso non abitativo		175	149	14	12 (7%)
Particella esterna	Edificio distrutto	31	28	2	1 (3%)
	Particella vicina	15	4	4	7 (47%)
Totale		1093	814	116	163 (15%)

Tabella 3: Risultati degli esami diagnostici in funzione della categoria di beni fondiari

Se ci si china sulla destinazione dei beni fondiari all'epoca dell'utilizzazione del radio, il tasso di risanamento raggiunge all'incirca il 20% dei posti di lavoro a domicilio e nei laboratori di laccatura al radio contro il 10% nelle fabbriche. Gli esami diagnostici realizzati nei laboratori orologiai, in gran parte notificati da occupanti preoccupati, non hanno invece evidenziato praticamente alcuna necessità di risanamento.

4.2.3. Risultato degli esami diagnostici negli appartamenti

Gli esami diagnostici hanno identificato come bisognosi di risanamento 163 beni fondiari comprendenti 94 appartamenti (questo termine include anche gli oggetti commerciali o i locali annessi), con un superamento del livello di riferimento di 1 mSv all'anno. La valutazione della dose si è basata sull'irradiazione esterna cui erano soggetti gli occupanti a causa della presenza di radio. In un terzo degli appartamenti da risanare, l'UFSP ha constatato la presenza aggiuntiva di contaminazioni labili, che contribuiscono generalmente a una debole esposizione supplementare rispetto all'irradiazione esterna. Come illustrato nella figura 6, le dosi valutate efficaci per gli occupanti erano inferiori a 5 mSv all'anno in 78 appartamenti e si situavano tra 5 e 20 mSv all'anno in 16, con una dose massima pari a 17 mSv all'anno. Tali dosi non hanno quindi mai superato la soglia di 20 mSv all'anno, al di sopra della quale sarebbe stata necessaria una ricostruzione retrospettiva della dose individuale ricevuta dagli occupanti per valutare più precisamente i rischi e la necessità di un monitoraggio medico.

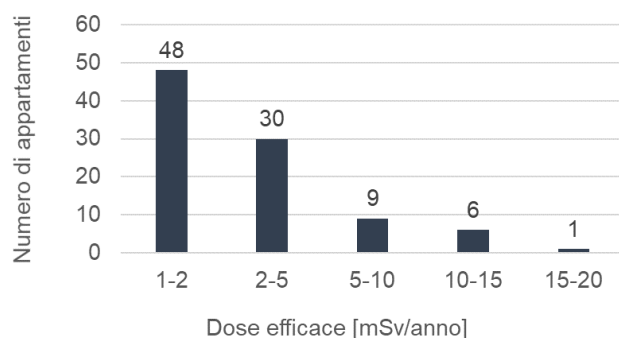


Figura 6: Ripartizione delle dosi efficaci associate alla presenza di radio (in mSv all'anno) nei 94 appartamenti da risanare

In un caso l'UFSP ha valutato retrospettivamente la dose ricevuta dai bambini che avevano soggiornato in un ex asilo nido bisognoso di risanamento dovuto al radio. I risultati hanno mostrato che la dose media ricevuta dai bambini era inferiore a 1 mSv all'anno, ma la loro esposizione annua avrebbe potuto raggiungere i 4 mSv in uno scenario estremo. L'UFSP ha comunicato questi risultati per lettera ai genitori toccati, indicando che non c'era alcuna misura particolare da prendere a livello di monitoraggio medico dei bambini. Ha anche organizzato un incontro con alcuni genitori preoccupati al fine di fornire loro delle spiegazioni supplementari.

A parte i 94 appartamenti da risanare, deboli tracce di radio sono state rilevate in quasi 200 appartamenti supplementari, che tuttavia non necessitavano di risanamento in quanto il livello di riferimento di 1 mSv all'anno era rispettato. L'UFSP ha invitato i proprietari a contattarlo in caso di eventuali future ristrutturazioni in modo da poter accompagnare i lavori e assicurare il corretto smaltimento dei rifiuti. Da notare che sette proprietari hanno rapidamente attuato delle misure di ottimizzazione a loro spese.

Nell'ambito degli esami diagnostici l'UFSP ha scoperto oggetti contenenti radio in oltre 100 beni fondiari ispezionati. Si trattava principalmente di forniture di materiali per orologeria, ma anche di mobili (banconi, scaffali, brande ecc.) e di apparecchiature (centrifuga, cappa di ventilazione, stufa ecc.) con contaminazioni da radio, oggetti che l'UFSP ha recuperato per assicurarne il corretto smaltimento (v. punto 4.3.5). I proprietari che desideravano conservare il materiale sono stati assoggettati all'obbligo di licenza, così da garantire l'adozione di misure di radioprotezione adeguate. Stando a constatazioni dell'UFSP, un buon numero di orologiai utilizzano ancora oggi forniture di materiali a base di radio per riparare vecchi oro-

logi e manipolano anche della pittura al radio contenuta in vecchi kit (v. figura 7) senza disporre di una licenza. L'UFSP ha quindi intrapreso azioni mirate per sensibilizzare il settore orologiaio sulla problematica (v. punto 6.4.1).

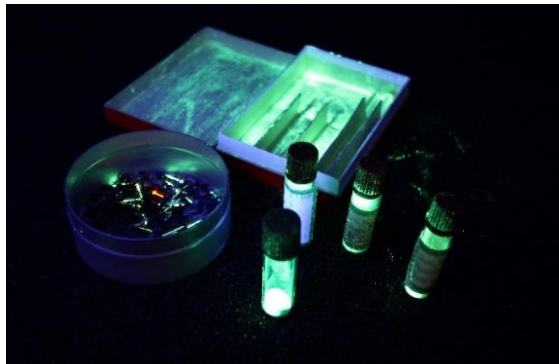


Figura 7: Kit per l'applicazione di pittura al radio scoperto in occasione di un esame diagnostico presso un orologiaio

In sette edifici l'UFSP ha inoltre scoperto materiali da costruzione ricchi di radioattività di origine naturale (NORM), essenzialmente provenienti da scorie presenti nella soletta. In due casi è stata rivolta ai proprietari la raccomandazione di procedere a un risanamento in occasione di una eventuale successiva ristrutturazione di grande entità. L'origine esatta di questi materiali, utilizzati come isolanti termici o fonici, è incerta, ma la vecchia abitudine di inserire le scorie tra le travi dei solai in legno per ridurre la trasmissione del rumore è nota ai professionisti dell'edilizia.

Quasi il 90% degli edifici ispezionati conteneva più appartamenti, il che rendeva difficile, specie nei grandi stabili, accedere a tutti i locali malgrado visite ripetute. Su un totale di 6195 appartamenti da ispezionare, l'UFSP ha potuto accedere a 5840 appartamenti, con un tasso di copertura corrispondente al 94%. Gli appartamenti mancanti hanno verosimilmente una bassa incidenza sulla valutazione delle dosi poiché è possibile supporre che altrimenti si sarebbero rilevati livelli elevati di radio in occasione delle misurazioni diagnostiche negli appartamenti vicini.

4.2.4. Risultati degli esami diagnostici nei giardini

Gli esami diagnostici hanno identificato come bisognosi di risanamento 109 giardini con un superamento della soglia di 1000 Bq/kg relativa alla concentrazione di radio nel suolo. Le concentrazioni massime misurate nei campioni di terreno prelevati nei 109 giardini da risanare ammontavano in media a 26 500 Bq/kg, con forti variazioni a seconda del caso (v. figura 8). In un giardino, si avvicinavano in determinati punti a 668 200 Bq/kg. Deboli tracce di radio sono state rilevate in quasi altri 20 giardini, che però non necessitavano di risanamento poiché l'attività specifica era inferiore a 1000 Bq/kg. In Svizzera la concentrazione naturale di radio-226 nei suoli ammonta in media a 40 Bq/kg e raggiunge localmente i 100 Bq/kg nelle regioni ricche di radio naturale²¹. In media, il radio dell'industria orologiaia è dunque all'origine di contaminazioni da 600 a 700 volte superiori ai livelli naturali. Si noti peraltro che in quattro giardini sono state scoperte tracce di americio, la cui gestione non ha tuttavia posto problemi per quanto concerneva segnatamente lo smaltimento dei rifiuti.

L'inquinamento di questi giardini è probabilmente dovuto al riversamento di acque utilizzate per la pulizia o di acque di scarico utilizzate per innaffiare. Una direttiva in vigore negli anni 1950²² raccomandava fra l'altro di interrare i rifiuti contaminati da radio a un metro di profondità direttamente nella particella. Nella pratica, l'UFSP ha tuttavia constatato che la contaminazione da radio si trova molto più in superficie, comportando così un rischio di ingestione per gli occupanti.

²¹ Banca dati ENVIRA, UFSP, agosto 2024

²² Richtlinien für den Schutz gegen ionisierende Strahlen in der Medizin, in Laboratorien, Gewerbe- und Fabrikationsbetrieben, EGA, 1956

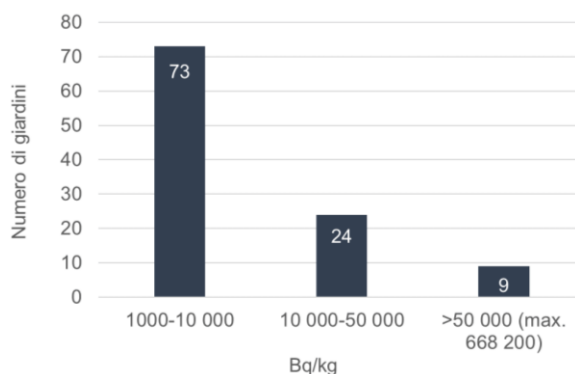


Figura 8: Attività specifiche massime di radio misurate nei 109 giardini da risanare

4.3. Risanamenti dei beni fondiari contaminati da radio

L'asse d'azione «risanamento dei beni fondiari contaminati da radio» prevedeva la necessità di procedere a un risanamento quando la dose legata al radio potenzialmente ricevuta dagli occupanti era superiore 1 mSv all'anno nei locali interni o quando l'attività specifica nel suolo dei giardini superava i 1000 Bq/kg.

4.3.1. Organizzazione

Per il risanamento è stata applicato un approccio standardizzato comprendente la pianificazione, la decontaminazione, lo smaltimento dei rifiuti, la verifica del raggiungimento dell'obiettivo e il ripristino. I lavori di risanamento sono stati prioritizzati applicando un approccio graduale basato sul livello di esposizione degli occupanti. In particolare, è stata data priorità ai locali interni.

L'UFSP ha affidato i lavori di decontaminazione a sei imprese di risanamento specializzate, in possesso di una licenza per la manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate e che disponevano di un perito in radioprotezione con formazione riconosciuta, in modo da poter garantire un'esecuzione conforme alle disposizioni in materia di radioprotezione per quanto concerne il personale, gli occupanti e l'ambiente. L'UFSP e la Suva hanno assicurato la sorveglianza del rispetto di queste regole. Quasi quaranta collaboratori delle imprese di risanamento sono stati sottoposti a sorveglianza dosimetrica individuale volta a misurare l'irradiazione esterna legata ai nuclidi figli del radio (emettitori gamma). Ogni sei mesi, le loro urine erano inoltre sottoposte ad analisi dall'IRA o dal PSI per rilevare una possibile incorporazione di radio. Il monitoraggio dosimetrico dei collaboratori delle imprese di risanamento ha mostrato che la loro protezione era stata assicurata con successo. In effetti, sulla quarantina di persone interessate solo una aveva ricevuto una dose pari a 0.6 mSv, comunque ben inferiore al limite di 20 mSv all'anno fissata nell'ORaP per le persone professionalmente esposte a radiazioni.

L'UFSP ha anche fatto ricorso alla consulenza di due studi di architettura con sede a Berna e a La Chaux-de-Fonds per analizzare i lavori di risanamento negli spazi interni ed esterni, gli stessi che coordinavano anche i lavori di ripristino volti a raggiungere lo stesso standard antecedente alla decontaminazione.

4.3.2. Risultati globali dei risanamenti

Tutti i 163 beni fondiari contaminati sono stati risanati con successo ad eccezione di due: in un caso si trattava di un risanamento interno ed esterno non eseguito a causa del rifiuto del proprietario, nell'altro del risanamento di un sito industriale fortemente contaminato da radio con la presenza aggiuntiva di inquinamenti chimici, la cui complessità necessita un progetto dedicato non rientrando nel piano d'azione (v. punto 4.3.4). L'evoluzione del numero di risanamenti realizzati tra il 2014 e il 2023 è indicato nella figura 9. Tra il 2014 e il 2015 l'UFSP ha potuto realizzare solo otto risanamenti a causa delle limitate risorse disponibili (v. punto 5.1). Quasi 130 beni fondiari hanno potuto essere risanati tra il 2016 e il 2019 e tra il 2022 e il 2023. Solo 20 beni fondiari sono stati invece risanati tra il 2020 e il 2021 a causa della pandemia di COVID-19, durante la quale l'accesso ai beni fondiari era limitato.

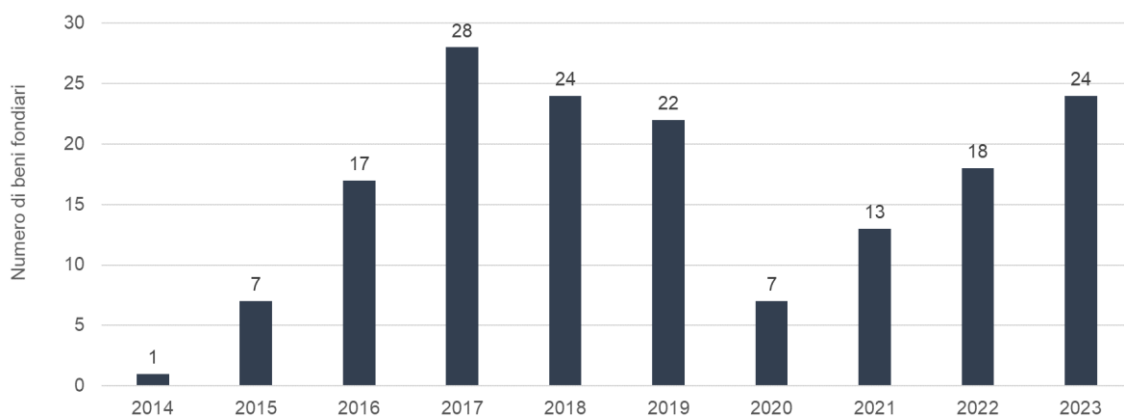


Figura 9: Evoluzione del numero di beni fondiari risanati tra il 2014 e il 2023

La figura 10 illustra la progressiva riduzione della durata media dei lavori di risanamento tra il 2014 e il 2017 e la sua stabilizzazione a partire dal 2018. Nel corso del tempo i processi sono stati ottimizzati, permettendo in particolare di avviare i lavori di ripristino immediatamente dopo la decontaminazione.

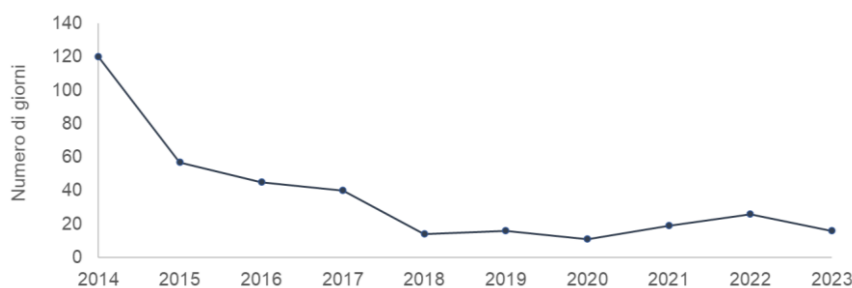


Figura 10: Evoluzione della durata media dei risanamenti tra il 2014 e il 2023

Il costo di risanamento di un bene fondiario (incl. ripristino, ma senza smaltimento dei rifiuti) ammontava in media a 47 300 franchi (ca. 40 000 franchi sopprimendo i valori estremi), ma era molto variabile e dipendeva fortemente dalle condizioni locali. Il costo medio per bene fondiario può essere ripartito in tre categorie:

- risanamento interno: 38 000 franchi;
- risanamento esterno: 35 000 franchi;
- risanamento interno ed esterno: 95 000 franchi.

In sei beni fondiari (ossia in meno del 4% dei casi) i costi di risanamento sono stati assunti direttamente dai proprietari, in applicazione del principio “chi inquina paga”, essendo loro stessi all’origine delle contaminazioni.

4.3.3. Risanamenti interni

Gli esami diagnostici hanno evidenziato la necessità di risanamento in 94 appartamenti. Al fine di pianificare al meglio i lavori, l’UFSP ha sistematicamente organizzato una visita sul posto insieme alle parti coinvolte, nello specifico il proprietario ed eventualmente l’inquilino, nonché i rappresentanti dell’impresa di risanamento e dello studio di architettura. Lo svolgimento dei lavori e le responsabilità erano precisati in un verbale. L’UFSP ha cercato di ridurre l’invasività del risanamento, prevedendo per esempio un’entrata al locale da risanare dall’esterno mediante impalcatura. A seconda dell’entità del risanamento, alcuni occupanti hanno comunque dovuto lasciare temporaneamente i locali. Infatti, nel 43% degli appartamenti il risanamento interessava diverse stanze (fino a un massimo di 6). I costi per l’alloggio temporaneo sono stati sistematicamente assunti dai proprietari.

In generale, le contaminazioni da radio si trovavano a livello delle solette (pavimento, parquet, agglomerati isolanti prodotti con scorie ecc.), ma anche di altri elementi di costruzione (porte, finestre, radiatori ecc.). Inoltre, non di rado è stata constatata la presenza di tracce residue di radio nelle condutture delle acque di scarico e nei camini. La decontaminazione in quanto tale consiste nel rimuovere questi materiali ed eliminarli conformemente alle disposizioni di legge, sotto la sovrintendenza dell'esperto in radioprotezione dell'impresa di risanamento.



Figura 11: Lavori di decontaminazione in un appartamento

La decontaminazione richiede mezzi di protezione particolari. Per evitare ogni propagazione dell'inquinamento si installa una camera di contenimento con vano di ingresso intorno alla zona da risanare. Gli addetti sono dotati di indumenti protettivi e maschera respiratoria, talvolta raccordata a cartucce di aria pulita (v. figura 11). I materiali contaminati da radio sono rimossi mediante aspirazione alla fonte per evitare l'emanazione di polveri. I materiali così estratti vengono separati in base alla relativa filiera di smaltimento, poi imballati in fusti ed evacuati dalla camera di contenimento. L'esperto in radioprotezione caratterizza il contenuto di ogni fusto secondo una procedura standardizzata ai fini del suo corretto smaltimento (v. punto 4.3.5).

Misure di protezione supplementari sono state adottate in presenza di altri inquinanti nell'edificio, per esempio amianto o idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Per questi inquinanti occorre vegliare alla protezione dei lavoratori, ma anche al rispetto delle disposizioni dell'ordinanza sui rifiuti (OPSR)²³. Sapendo che l'amianto e gli IPA non possono essere inceneriti è stata segnatamente necessaria una cernita supplementare dei rifiuti combustibili. A questa problematica si è aggiunta quella dei monumenti storici protetti, nei quali si sono dovuti salvaguardare nella misura del possibile i materiali da costruzione antichi. Le *boiserie* contaminate da radio del *Neues Schloss Bümpliz* a Berna sono state per esempio levigate e poi rimesse in sede. In certi cantieri sono stati adottati anche altri metodi, tra cui la decontaminazione chimica. Si noti peraltro che la decontaminazione include anche il monitoraggio della concentrazione di radon-222 nell'aria ambiente, espressa in becquerel per metro cubo (Bq/m^3), essendo il radon-222 un nuclide figlio del radio-226. In certi casi il risanamento legato alla presenza di radio ha consentito di ridurre in maniera sostanziale la concentrazione di radon nell'aria ambiente (v. punto 6.3.3).

Terminata la fase di decontaminazione, l'UFSP era infine chiamato a verificare il raggiungimento dell'obiettivo, ossia il rispetto della dose efficace di 1 mSv all'anno ammessa per gli occupanti. In realtà, l'obiettivo di riduzione della contaminazione andava al di là del rispetto di questo valore e mirava a raggiungere per quanto ragionevolmente possibile un'intensità di dose inferiore a 100 nSv/h al di sopra il rumore di fondo naturale, in applicazione del principio di ottimizzazione sancito nell'articolo 4 ORaP. Una volta confermato il raggiungimento dell'obiettivo di risanamento si poteva cominciare con il ripristino che, coordinato dallo studio di architettura incaricato del caso, aveva come scopo quello di raggiungere lo stesso standard antecedente ai lavori.

Dopo la decontaminazione, sugli 83 edifici risanati 18 non presentavano più alcuna traccia di radio, mentre 65 ne contenevano ancora deboli tracce, in concentrazioni tuttavia ben inferiori al livello di riferimento di 1 mSv all'anno. Queste contaminazioni residue concernevano in particolare altri appartamenti dello stesso stabile, nei quali l'eliminazione di concentrazioni

²³ Ordinanza del 4 dicembre 2015 sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR, RS 814.600)

così esigue non era giustificabile. In certi casi non è stato possibile perseguire la decontaminazione per non compromettere la statica dell'edificio, ma anche in questi casi si è comunque sempre rispettata la dose annua di 1 mSv. Nella corrispondenza relativa alla chiusura dei risanamenti l'UFSP ha invitato i proprietari a contattarlo in caso di eventuali future ristrutturazioni in questi settori per poter accompagnare i lavori e assicurare il corretto smaltimento dei rifiuti.

4.3.4. Risanamenti esterni

Gli esami diagnostici hanno evidenziato la necessità di risanamento in 109 giardini. Per delimitare le zone da risanare si è dapprima proceduto a cartografare la contaminazione legata al radio sulla base delle misurazioni dell'intensità di dose e dei carotaggi effettuati. L'UFSP si è inoltre sistematicamente procurato i piani delle condutture sotterranee (acqua, elettricità e telecomunicazioni) per non danneggiarle durante la decontaminazione. Come per i locali interni, veniva dapprima organizzata una visita sul posto con le diverse parti coinvolte per coordinare al meglio i lavori di risanamento. A causa degli importanti quantitativi di terra da escavare, si è reso necessario ottenere un permesso di costruzione per il risanamento di quattro giardini.

La procedura di decontaminazione consiste nell'escavare la terra contaminata da radio a mezzo di una pala meccanica previa recinzione del perimetro di risanamento. L'esperto in radioprotezione si occupa di misurare l'intensità di dose per indicare all'operatore della scavatrice dove scavare. La terra così escavata è riversata in una benna, da cui sono prelevati tre campioni rappresentativi, atti a permettere di caratterizzare i rifiuti ai fini di un loro corretto smaltimento (v. punto 4.3.5). Per facilitare la procedura è stato sviluppato un metodo per stabilire un nesso tra l'attività specifica del radio di un campione di terra (in un'area geometrica data) e l'intensità di dose misurata.



Figure 12: Controllo finale di verifica del successo della decontaminazione da parte dell'UFSP (fonte: Hanna Girard)

Al termine della decontaminazione l'UFSP era incaricato di verificare il raggiungimento dell'obiettivo di risanamento (rispetto del valore soglia di 1000 Bq/kg fissato per la concentrazione di radio nel suolo) attraverso misurazioni dell'intensità di dose e il prelievo di campioni dal fondo dello scavo (v. figura 12). Come per i locali interni, l'obiettivo era raggiungere per quanto possibile un'intensità di dose inferiore a 100 nSv/h al di sopra del rumore di fondo naturale. Una volta terminato questo controllo, l'UFSP dava il via libera al ripristino del sito.

Nei giardini non si può escludere la presenza di contaminazioni residue in profondità neppure dopo il risanamento, in quanto a partire da una certa profondità (dell'ordine di mezzo metro) non è più possibile misurare l'intensità di dose corrispondente a livello della superficie del suolo. In alcuni casi isolati l'UFSP è stato costretto a lasciare in profondità delle contaminazioni che superavano il valore soglia di 1000 Bq/kg quando, nello specifico, l'escavazione non era realizzabile o avrebbe richiesto mezzi sproporzionati. Non si sono inoltre potute rimuovere certe vecchie canalizzazioni poste sotto gli edifici o in profondità sotto i giardini. Come per i locali interni, l'UFSP ha invitato i proprietari a contattarlo in caso di lavori di scavo in quei settori per poter accompagnare i lavori e assicurare il corretto smaltimento dei rifiuti.

Non è stato possibile applicare il metodo di risanamento standardizzato sulla particella del *Neues Schloss Bümpliz* a Berna, occupato in passato dal principale fabbricante di pittura luminescente al radio in Svizzera. Tenuto conto della destinazione del sito, attualmente utilizzato come parco pubblico, e dell'impatto finanziario legato agli importanti quantitativi di terra da escavare, l'applicazione del criterio di risanamento, ossia la presenza di una concentrazione di 1000 Bq/kg di radio, sarebbe stato sproporzionato. Il livello di complessità era inoltre accresciuto dall'impossibilità di abbattere alcuni alberi protetti e dalla presenza di vestigia archeologiche. Nel caso specifico si è quindi sviluppato un piano di risanamento basato sul principio di ottimizzazione di cui all'articolo 4 ORaP e su uno scenario di utilizzazione a lungo termine quale parco pubblico. Le zone da risanare sono state determinate in base a due criteri (intensità di dose superiore a 250 nSv/h e attività specifica del radio nel suolo superiore a 2500 Bq/kg), che hanno permesso di rispettare la dose di 1 mSv all'anno ammessa per gli adulti e per i bambini nell'ambito di scenari di esposizione prudenziali che tenevano conto di un'utilizzazione a lungo termine del terreno come parco pubblico. Un accompagnamento radiologico resterà tuttavia necessario in caso di futuri lavori di scavo, per esempio nel quadro del rinnovo delle condutture sotterranee.

L'UFSP ha scoperto degli inquinamenti chimici in quasi il 20% dei giardini da risanare, la metà dei quali si trovava su particelle iscritte nel catasto dei siti inquinati²⁴. La problematica degli inquinamenti misti ha reso necessario lo sviluppo di competenze specifiche, in particolare per quanto concerneva il rilevamento *in situ* di inquinanti chimici nel suolo, per esempio metalli pesanti e diversi tipi di idrocarburi. Quanto a responsabilità si ricorda che sono i Cantoni, sotto la supervisione dell'UFAM, a essere incaricati della gestione dei siti inquinati da sostanze chimiche. Le situazioni incontrate sono state dunque oggetto di specifiche discussioni, fatte caso per caso, tra l'UFSP e i Cantoni (nonché con l'UFAM e la Suva in caso di situazioni complesse). Sono state inoltre strette delle collaborazioni con il Laboratorio Spiez e la società Econetta per l'analisi accreditata di prodotti chimici su campioni contaminati da radio che permettessero di verificare il rispetto dei limiti previsti dalla OPSR per lo smaltimento degli inquinanti chimici in discariche di tipo E oltre a quello per lo smaltimento del radio fissato nell'ORaP (v. punto 4.3.5).

Un caso particolare è costituito da un ex sito industriale del Cantone di Basilea Campagna fortemente contaminato da radio con la presenza aggiuntiva di inquinamenti chimici, la cui complessità necessita un progetto dedicato esterno al piano d'azione. Su questa particella si stima vi sia un volume di circa 30 m³ di terra fortemente contaminata (>10 000 Bq/kg) che necessita di essere smaltita presso il centro federale di raccolta (v. punto 4.3.5) in caso di scavo. La presenza aggiuntiva di tracce di mercurio impedisce tuttavia la vetrificazione dei rifiuti in un forno al plasma, tappa necessaria in vista di un loro stoccaggio in profondità. Inoltre, il locale di stoccaggio per i «rifiuti grezzi non condizionati» del centro federale di raccolta non ha una capienza sufficiente per stoccare una tale quantità di terreno. Di conseguenza, non esiste attualmente alcuna soluzione di smaltimento possibile per questi rifiuti. Di comune accordo tra il proprietario (che è anche all'origine dell'inquinamento), il Cantone, l'UFAM e la Suva, il sito sarà quindi messo in sicurezza nel 2025 e mantenuto sotto confinamento per i prossimi dieci anni. Un risanamento definitivo sarà riconsiderato entro il 2035, mediante scavo (se lo stato della tecnica lo permetterà) o attraverso un metodo di risanamento alternativo che permetta di risolvere il problema per le prossime generazioni.

4.3.5. Smaltimento dei rifiuti

I rifiuti risultati dai lavori di decontaminazione hanno seguito le tre filiere seguenti:

- smaltimento dei rifiuti combustibili debolmente contaminati in impianti di incenerimento per rifiuti urbani;
- smaltimento dei rifiuti inerti debolmente contaminati in discariche di tipo E;
- smaltimento dei rifiuti più contaminati presso il centro federale di raccolta.

I rifiuti combustibili debolmente contaminati da radio (parquet, sottostrutture ecc.) sono stati smaltiti in impianti di incenerimento per i rifiuti urbani conformemente all'articolo 116 ORaP,

²⁴ Ordinanza del 26 agosto 1998 sul risanamento dei siti inquinati (ordinanza sui siti contaminati, OSiti; RS 814.680)

che fissa per il radio-226 un'attività settimanale massima di 2 MBq (ossia 1000 volte superiore al limite di licenza fissato nell'allegato 3 ORaP). L'incenerimento di grandi quantitativi di rifiuti debolmente contaminati provenienti da siti radiologicamente contaminati è giustificato nella misura in cui il loro smaltimento attraverso i canali abituali richiederebbe mezzi sproporzionati. Tenuto conto di tutte le altre opzioni immaginabili, l'incenerimento costituisce pertanto la migliore soluzione per l'essere umano e per l'ambiente. Avendo livelli di attività settimanale, i rifiuti sono stati depositati in luogo sicuro in attesa dello smaltimento. Quattro siti di stoccaggio conformi alle disposizioni di radioprotezione sono stati predisposti a tale effetto nei Cantoni di Berna, Ginevra, Neuchâtel e Soletta.

I rifiuti inerti debolmente contaminati da radio (terra, cemento ecc.) con un'attività specifica da radio-226 inferiore a 10 000 Bq/kg sono stati smaltiti in discariche di tipo E conformemente all'articolo 114 ORaP e alla relativa guida²⁵. Questa disposizione è specifica per i siti radiologicamente contaminati da radio, corrispondendo il relativo valore a 1000 volte il limite di allontanamento fissato a 10 Bq/kg nell'allegato 3 ORaP. Da notare che prima che il limite di allontanamento fosse abbassato da 40 Bq/kg a 10 Bq/kg nella revisione dell'ORaP entrata in vigore a inizio 2018, si è utilizzato sino alla fine del 2017 un valore di 40 000 Bq/kg. Le autorità cantonali hanno sostenuto l'UFSP nel cercare delle discariche di tipo E all'interno del loro territorio. Dal momento che il Cantone di Neuchâtel non possedeva discariche di questo tipo, i suoi rifiuti sono stati smaltiti nei Cantoni di Berna e Soletta. Nei Cantoni di Basilea Campagna, Berna, Soletta e Zurigo, l'UFSP ha predisposto un sistema di sorveglianza delle acque di percolazione delle sei discariche interessate, cominciando col misurarne dapprima lo stato «zero» prima di qualsiasi smaltimento e poi integrando queste discariche nel suo programma di sorveglianza della radioattività nell'ambiente. Le concentrazioni di radio-226 misurate a oggi in queste acque di percolazione hanno mostrato in alcuni casi una leggera marcatura, pari al massimo a 13 mBq/l, ma comunque ben inferiore al limite di immissione nelle acque (LI_{acque}) che nell'allegato 7 ORaP è fissato per il radio-226 a 580 mBq/l.

Sull'insieme del piano d'azione, il volume di rifiuti debolmente contaminati da radio è pari a circa 250 m³ per i rifiuti combustibili smaltiti negli impianti di incenerimento e a circa 4400 m³ per i rifiuti inerti smaltiti in discariche di tipo E. I costi associati allo smaltimento di questi rifiuti ammontano in totale a quasi 989 000 franchi.

I rifiuti provenienti da risanamenti con un'attività superiore ai valori summenzionati sono considerati rifiuti radioattivi. Sono stati quindi caratterizzati e imballati in fusti di metallo di tipo A (v. figura 13) e poi trasferiti al centro federale di raccolta. Sono stati in totale smaltiti attraverso questa via 6.6 m³ di rifiuti radioattivi per un costo pari a circa 986 000 franchi. Tra questi rifiuti si trovavano anche, come menzionato al punto 4.2.3, forniture di materiali per orologeria recuperati durante gli esami diagnostici.



Figura 13: Imballaggio di terreni fortemente contaminati da radio in vista del loro trasporto al centro federale di raccolta

²⁵ Deposito di scorie radioattive a bassa attività in una discarica, UFSP, V1.2 30.05.2024 ([link](#))

L'evoluzione delle quantità di rifiuti provenienti da risanamenti smaltiti tra il 2015 e il 2023 attraverso le diverse filiere di smaltimento è presentata nella figura 14. I maggiori quantitativi di rifiuti inerti sono stati smaltiti tra il 2022 e il 2023 a seguito del risanamento di quasi 30 spazi esterni, tra cui anche giardini con inquinamenti misti che necessitavano di un coordinamento preliminare con i Cantoni interessati e/o con l'UFAM e di analisi chimiche funzionali a una corretta eliminazione dei rifiuti.



Figura 14: Evoluzione delle quantità di rifiuti provenienti da risanamenti (in m³) smaltiti tra il 2015 e il 2023 secondo la filiera di smaltimento

Come menzionato al punto 4.2.3, buona parte dei rifiuti speciali è stata raccolta dall'UFSP in occasione degli esami diagnostici, segnatamente mobili e apparecchiature contaminate da radio. A questi si sono aggiunti altri rifiuti speciali provenienti da risanamenti, tra cui per esempio condutture metalliche contaminate da radio. Un'impresa di risanamento è stata incaricata di trattare questi rifiuti mediante decontaminazione meccanica. Salvo qualche eccezione, essendo rispettato il limite di allontanamento (LA) di 10 Bg/kg, è stato possibile smaltire la quasi totalità di questi rifiuti come rifiuto convenzionale presso un rivenditore di rottami metallici, consentendo così di riciclare materie prime. Alcuni oggetti metallici con un'attività specifica superiore al LA, ma inferiore a 10 volte il LA sono state riciclate in una fonderia, conformemente all'articolo 115 ORaP. In totale, il trattamento dei rifiuti speciali è costato quasi 389 000 franchi.

4.4. Gestione delle ex discariche con potenziale presenza di rifiuti contaminati da radio

L'obiettivo dell'asse di azione «gestione delle ex discariche» era, da una parte, censire le ex discariche suscettibili di contenere rifiuti contaminati da radio che, prima dell'entrata in vigore nel 1963 della prima ordinanza sulla radioprotezione, venivano smaltiti in maniera convenzionale e, dall'altra, definire misure appropriate per proteggere la salute della popolazione, dei lavoratori nonché dell'ambiente dai pericoli legati alla presenza di questi rifiuti nelle ex discariche.

4.4.1. Censimento e classificazione delle ex discariche

L'UFSP ha sviluppato una metodologia finalizzata a identificare le ex discariche suscettibili di contenere rifiuti contaminati da radio provenienti dall'industria orologiera e a classificarle in tre categorie di rischio associate a misure di protezione appropriate. Questi lavori, condotti in collaborazione con l'UFAM, la Suva e i Cantoni interessati sono descritti in un rapporto tecnico²⁶.

Per selezionare le ex discariche suscettibili di contenere rifiuti contaminati da radio è stato preso come base un elenco di 15 000 ex discariche iscritte nei catastri cantonali dei siti inqui-

²⁶ Rapport technique sur le recensement et gestion des anciennes décharges susceptibles de contenir des déchets contaminés au radium, OFSP, 17 mars 2021 ([link](#))

nati. L'approccio adottato prendeva in considerazione il periodo di sfruttamento delle ex discariche, limitatamente agli anni compresi tra il 1920 e il 1970, e la loro localizzazione geografica. Ipotizzando che i rifiuti generati dall'applicazione di radio fossero smaltiti a livello locale, si sono considerate suscettibili di contenere rifiuti contaminati da radio le ex discariche situate in un Comune avente almeno un bene fondiario potenzialmente contaminato da radio secondo l'inventario riportato nell'allegato 1. A queste si aggiungono le ex discariche ubicate entro un raggio di due chilometri dai Comuni di Bienne, La Chaux-de-Fonds e Granges (SO), che racchiudono più della metà dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio.

In generale, non è possibile determinare in quale discarica comunale siano stati smaltiti all'epoca i rifiuti provenienti da particolari beni fondiari. Si è pertanto supposto che la probabilità che una discarica contenesse rifiuti contaminati da radio aumentasse in funzione del numero di beni fondiari del Comune in cui era stata utilizzata pittura contenente radio o, inversamente, diminuisse in funzione del numero di discariche comunali a disposizione per smaltirli. È stato dunque il rapporto del numero di beni fondiari per discarica (BF/D) a essere scelto come indicatore della probabilità che una discarica contenga o meno rifiuti contaminati da radio. Oltre al numero di BF/D, il metodo di classificazione tiene conto anche della presenza di un importante produttore di rifiuti contaminati da radio nel Comune in questione, per esempio un fabbricante di pitture luminescenti (v. **allegato 2**).

Le ex discariche così selezionate sono state in seguito classificate in tre categorie di rischio a seconda che la presenza di rifiuti fosse altamente improbabile, probabile o accertata:

- La categoria R-A «discariche per le quali non sono prevedibili effetti dannosi dovuti alla presenza di rifiuti contaminati da radio» comprende le discariche site in un Comune con un numero di BF/D inferiore a 1 e senza presenza di un importante produttore di rifiuti contaminati da radio, per le quali non vi è da adottare alcuna misura di protezione particolare.
- La categoria R-B «discariche bisognose di misure di radioprotezione dei lavoratori e dell'ambiente in caso di apertura» comprende le discariche site in un Comune con un numero di BF/D attestato tra 1 e 5 o in un Comune interessato dalla presenza di un importante produttore di rifiuti contaminati da radio.
- La categoria R-C «discariche bisognose di sorveglianza radiologica» comprende le discariche site in un Comune con un numero di BF/D superiore o uguale a 5 o in un Comune interessato dalla presenza di un importante produttori di rifiuti contaminati da radio.

Questa metodologia è stata applicata dai Cantoni maggiormente interessati, ossia Berna, Ginevra, Giura, Neuchâtel e Soletta, per attribuire una categoria di rischio a ogni discarica selezionata. Così facendo, i Cantoni hanno classificato 253 ex discariche nella categoria di rischio R-B, a titolo provvisorio o definitivo (v. punto 4.4.2); il relativo elenco è pubblicato dal 2021 sul sito Internet dell'UFSP²⁷. Ad oggi, nessuna delle ex discariche selezionate nel quadro del piano d'azione radio è stata attribuita alla categoria di rischio R-C; va tuttavia notato che una discarica di questo tipo esisteva già in precedenza, in prossimità del secondo maggiore fabbricante di pittura luminescente al radio in Svizzera. Oltre alla pubblicazione dell'elenco, l'UFSP ha chiesto ai Cantoni di aggiungere nella parte interna del catasto dei siti inquinati una menzione sulle misure da adottare in caso di lavori nelle discariche di categoria R-B, al fine di garantire la perennità dell'informazione.

Questo approccio, così come le misure da adottare in funzione della categoria di rischio, sono illustrate nella figura 15.

²⁷ Elenco delle ex discariche con potenziale presenza di rifiuti contaminati da radio, UFSP, stato ad ottobre 2023 ([link](#))

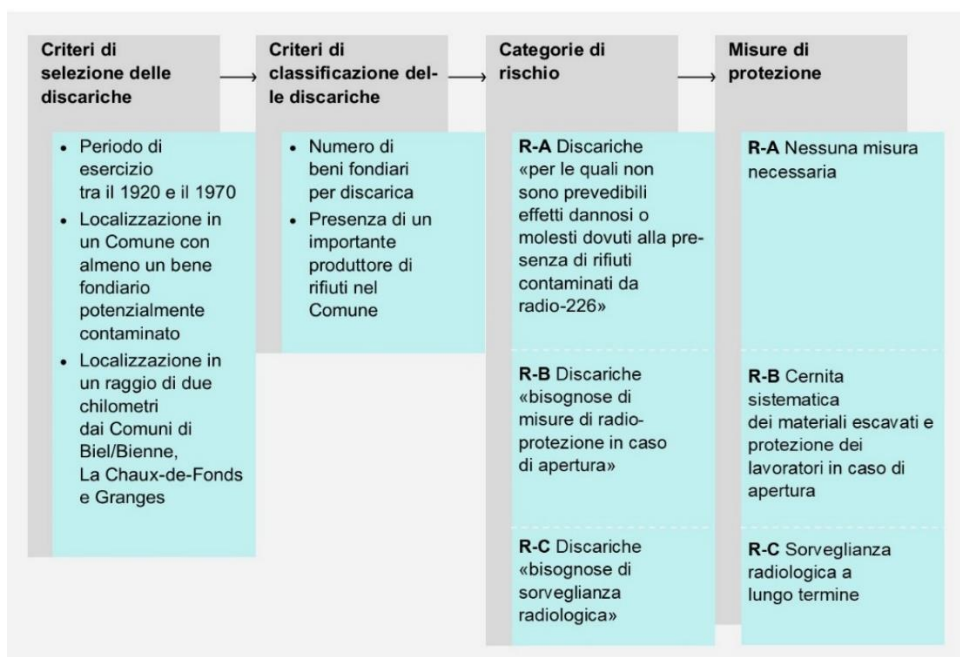


Figura 15: Procedura di selezione e di classificazione delle ex discariche suscettibili di contenere rifiuti contaminati da radio e misure di protezione correlate

4.4.2. Misure di protezione correlate ai rischi

Le misure di protezione correlate ai tre livelli di rischio sono state definite sulla base dei risultati delle misurazioni della radioattività effettuate dall'UFSP in numerose ex discariche interessate da contaminazioni da radio (segnatamente quelle delle Fléoles e del Marais de Mâche a Bienne). Queste misure hanno mostrato che i rifiuti contaminati da radio contenuti nelle discariche erano nella maggior parte dei casi irrilevabili in superficie data la loro natura circoscritta e la localizzazione in profondità. Spesso, in effetti, le discariche erano ricoperte da uno strato di terra dopo la chiusura. Il radio contenuto nelle pitture luminescenti era peraltro poco solubile nell'acqua, con concentrazioni del radio-226 misurate nelle acque sotterranee ben inferiori a 500 mBq/L, che garantivano quindi il rispetto della dose indicativa di 0.1 mSv all'anno stabilita per il consumo di acqua potabile²⁸. Tale contesto, molto diverso da quello dei beni fondiari contaminati da radio, spiega perché non sia richiesta alcuna misura di radioprotezione fintanto che i rifiuti contaminati restano sotterrati in discarica. È infatti improbabile che la presenza di radio in un'ex discarica causi un superamento del livello di riferimento di 1 mSv all'anno ammesso per un privato cittadino.

In caso di lavori di scavo in un'ex discarica della categoria R-B, non si può escludere per contro un rischio per la salute dei lavoratori che dovessero entrare in contatto con tali rifiuti né la possibilità di una disseminazione nell'ambiente. Per le 253 discariche identificate come appartenenti alla categoria R-B si devono pertanto attuare, in caso di lavori di scavo, misure di radioprotezione quali la cernita sistematica dei materiali (v. figura 16). Si noti tuttavia che, non essendo annotato nei catasti cantonali il periodo di esercizio delle discariche, alcune di queste sono state classificate provvisoriamente in categoria R-B in virtù del principio di precauzione, in attesa di un'indagine amministrativa complementare che potrà comunque aver luogo unicamente in caso di bisogno, nel momento in cui saranno pianificati dei lavori di scavo nella tale discarica. Se le indagini permetteranno di concludere che la discarica non era in esercizio durante il periodo in questione, non sarà necessario adottare alcuna misura di radioprotezione e la discarica potrà essere declassata. A termine, il numero di 253 ex discariche potrebbe dunque essere corretto al ribasso.

²⁸ Ordinanza del DFI del 16 dicembre 2016 sull'acqua potabile e sull'acqua per piscine e docce accessibili al pubblico (OPPD, RS 817.022.11)

Per le discariche di categoria R-A, non è richiesta alcuna misura di radioprotezione. Benché non se ne possa completamente scartare l'eventualità, la presenza di rifiuti contaminati da radio in queste discariche è in effetti giudicata altamente improbabile. Attuare sistematicamente misure di radioprotezione ogni qualvolta si effettuano dei lavori in tali discariche non sarebbe ad ogni modo giustificato, dato che in questi casi il rischio radiologico per i lavoratori e per l'ambiente sarebbe comparabile a quello incorso durante i lavori di scavo in una qualunque altra delle 15 000 ex discariche iscritte nel catasto dei siti inquinati. Non è neppure più necessario tenere perennemente traccia della loro classificazione nella parte interna dei catasti cantonali dei siti inquinati. Le discariche di categoria R-A non sono dunque menzionate nell'elenco pubblicato dall'UFSP.



Figura 16: Misure di radioprotezione in una ex discarica con potenziale presenza di rifiuti contaminati da radio

4.4.3. Gestione pratica delle ex discariche

Il rapporto tecnico e l'elenco delle 253 ex discariche classificate come «bisognose di misure di radioprotezione in caso di apertura» (categoria R-B) sono stati pubblicati nel 2021 e l'aggiornamento regolare dell'elenco delle discariche incombe ora ai Cantoni. Di concerto con l'UFAM, la Suva e i Cantoni interessati, l'UFSP ha quindi elaborato una nuova guida²⁹ volta a precisare le modalità di attuazione delle misure di radioprotezione e le responsabilità dei diversi attori chiamati a intervenire.

La guida prevede un approccio graduato in funzione del rischio per i due tipi di lavori seguenti:

- In caso di sondaggi effettuati nell'ambito di provvedimenti d'indagine ai sensi dell'OSiti, la guida prevede che sui campioni prelevati venga effettuata una misurazione dell'intensità di dose che permetta di escludere qualsiasi contaminazione da radio prima della loro analisi in un laboratorio chimico.
- In caso di lavori di scavo di una certa entità (risanamento ai sensi dell'OSiti o progetto di costruzione), l'autorità cantonale responsabile dei siti inquinati è incaricata di informare l'autorità responsabile dei permessi di costruzione riguardo alle misure di radioprotezione necessarie. L'impresa incaricata delle misure di radioprotezione è tenuta, da parte sua, a richiedere un'autorizzazione all'UFSP prima dell'inizio dei lavori. Per ottenerla, deve da un lato disporre di un esperto in radioprotezione ai sensi dell'ORaP e dall'altro sottoporre per validazione un piano di radioprotezione in cui siano definite le misure da attuare e le azioni da intraprendere in caso di scoperta di materiale contaminato in modo da permettere il corretto smaltimento.

²⁹ Procédure lors de travaux sur d'anciennes décharges susceptibles de contenir des déchets contaminés au radium issus d'activités passées, UFSP, 11.10.2024 ([lien](#))

5. Risorse del piano d'azione

5.1. Risorse finanziarie

Il budget stanziato dalla Confederazione per il Piano d'azione radio 2015–2023 ammontava a 9 milioni di franchi³⁰. Le risorse finanziarie destinate al piano d'azione e le spese effettive relative agli anni 2016–2023 sono riportate in dettaglio nella tabella 4.

	2016	2017	2018	2019	2020 ¹⁾	2021 ¹⁾	2022	2023	Total
Credito approvato	1 000 000	1 500 000	1 500 000	1 000 000	360 000	1 140 000	1 000 000	1 500 000	9 000 000
Spese effettive	959 000	2 196 000	1 490 000	1 216 000	340 000	1 140 000	1 487 000	1 897 000	10 725 000

¹⁾ Importi adeguati nel 2020 e nel 2021 a causa del riporto al 2023 del budget non utilizzato durante la pandemia di COVID-19

Tabella 4: Risorse finanziarie destinate al piano d'azione e spese effettive

Le risorse finanziarie sono state utilizzate innanzitutto per la gestione beni fondiari contaminati da radio, con circa il 20% del budget consacrato alle ricerche storiografiche e agli esami diagnostici e l'80% ai risanamenti (comprendenti la decontaminazione, il ripristino e lo smaltimento dei rifiuti debolmente contaminati). Nel quadro del piano d'azione sono stati spesi in totale 10 725 milioni di franchi, superando così di 1.725 milioni di franchi il budget stanziato. Tale scarto è spiegato dal tasso di risanamento, mantenutosi lungo tutto il progetto nella forbice alta delle previsioni iniziali. Si sono inoltre dovuti effettuare alcuni risanamenti di grande portata per un importo corrispondente a parecchie centinaia di migliaia di franchi. A ciò si è aggiunto lo smaltimento dei rifiuti radioattivi del piano d'azione radio presso il centro federale di raccolta, per un costo totale di 986 000 franchi, finanziato dal budget ordinato destinato all'eliminazione delle contaminazioni da radio del passato.

Va inoltre notato che una parte del budget stanziato dalla Confederazione è stato compensato da contributi finanziari volontari. Nel 2019 il Consigliere federale Alain Berset ha organizzato una tavola rotonda con i rappresentanti delle principali parti coinvolte nel piano d'azione, a seguito della quale l'industria orologiera si è impegnata volontariamente a sostenere il piano d'azione con un contributo pari a 400 000 franchi. I Cantoni maggiormente interessati (Berna, Neuchâtel e Soletta) hanno contribuito da parte loro per un importo pari a 640 000 franchi.

Per finire, considerando l'insieme delle spese e dei ricavi senza contare i costi del personale, il piano d'azione è costato alla Confederazione 10 671 milioni di franchi.

I costi di risanamento di sei beni fondiari sono stati infine presi a carico direttamente dai proprietari, in applicazione del principio "chi inquina paga", per un costo corrispondente a circa 250 000 franchi.

5.2. Risorse umane

Tra il 2016 e il 2023, l'UFSP disponeva di due collaboratori supplementari a tempo pieno per l'attuazione del piano d'azione. Questi posti sono stati oggetto di un finanziamento aggiuntivo tra il 2016 e il 2019 per poi essere compensati tra il 2020 e il 2023 all'interno del budget globale dell'UFSP attraverso un innalzamento del grado di priorità dei compiti.

5.3. Bilancio dell'utilizzazione delle risorse

Il Controllo federale delle finanze ha condotto una verifica trasversale della gestione delle sostanze problematiche da parte della Confederazione, segnatamente del radio³¹. Il rapporto di verifica conclude che il Piano d'azione radio 2015–2023 illustra in modo esemplare il modo in cui la Confederazione tratta in generale una sostanza problematica, ma esprime qualche perplessità sull'attuazione del principio "chi inquina paga" dal momento che i costi di risanamento sono stati assunti dalla Confederazione a titolo sostitutivo.

³⁰ L'anno 2015 è stato finanziato attraverso un credito supplementare di 0.4 milioni di franchi

³¹ Gestione di sostanze problematiche da parte della Confederazione – Verifica trasversale, CDF-23489, 2024 ([link](#))

6. Bilancio e insegnamenti del piano d'azione

6.1. Gestione dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio

Nei paragrafi che seguono si intende stilare un bilancio e illustrare i principali insegnamenti tratti dalle misure attuate nei tre assi d'azione a livello di gestione dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio e dello smaltimento, rivelatosi a posteriori complesso, dei rifiuti risultanti dai risanamenti.

6.1.1. Ricerche storiografiche

Nel suo rapporto di valutazione, la società EBP Schweiz AG menziona che le ricerche compiute sui beni fondiari potenzialmente contaminati sono state estese, mirate e quindi estremamente pertinenti e approva anche l'approccio (innalzamento del grado di priorità basato su sospetto fondato) adottato per la selezione dei beni fondiari da sottoporre a misurazione. Riteneva tuttavia che non sia possibile fare una dichiarazione oggettiva sull'eshaustività dell'inventario dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio. A causa della diffusione del lavoro a domicilio che all'epoca non era spesso notificato all'autorità competente, è in effetti difficile quantificare il numero di beni fondiari potenzialmente contaminati da radio non identificati. Lo sforzo da dispiegare per censire la quota mancante di beni fondiari potenzialmente contaminati non sarebbe accettabile. Benché si possa ragionevolmente ritenere che la maggior parte dei vecchi laboratori del settore orologiero in cui si procedeva all'applicazione di radio sia stata identificata, la futura scoperta di nuove ubicazioni da ispezionare ed eventualmente da risanare resta pertanto probabile.

6.1.2. Esami diagnostici

Con un tasso di partecipazione del 99%, gli esami diagnostici nei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio sono stati accolti molto favorevolmente dai proprietari interessati; solo sette proprietari vi si sono opposti. Sui 1093 beni fondiari ispezionati, 163 (ossia il 15 %) si sono rivelati bisognosi di risanamento. La maggior parte delle contaminazioni da radio sono state scoperte nei Cantoni a forte tradizione orologiera di Berna, Neuchâtel e Soletta, essenzialmente in abitazioni e giardini privati, il che spiega perché i locali in cui è stato manipolato del radio siano rimasti durevolmente contaminati anche dopo un secolo dalla sua utilizzazione nell'industria orologiera. Le persone che hanno vissuto negli appartamenti da risanare sono state esposte a dosi di radiazione non accettabili anche se non tali da rendere necessaria l'adozione di misure di protezione immediate. Ricordiamo che al momento dell'avvio del piano d'azione regnavano grandi incertezze quanto al livello di contaminazioni di questi beni fondiari, per alcuni dei quali non si poteva escludere a priori il rischio di una contaminazione grave, suscettibile di comportare un pericolo diretto per la salute degli occupanti. Va inoltre notato il gran numero di forniture di materiali per orologeria a base di radio scoperti durante gli esami diagnostici, in particolare presso gli orologiai. Nell'ambito della sua valutazione, EBP Schweiz AG sottolinea peraltro la grande efficacia degli esami diagnostici, plaudendo in particolare al fatto che i metodi di misurazione e di determinazione delle dosi poggiavano su basi scientifiche validate da pari.

6.1.3. Risanamenti

Il piano d'azione radio ha permesso di sviluppare nuove competenze in materia di decontaminazione radiologica nell'industria svizzera. Le contaminazioni da radio hanno potuto essere ridotte a livelli inferiori a 1 mSv all'anno nel 99% dei 163 beni fondiari da risanare, assicurandone così l'abitabilità a lungo termine senza che fosse necessario adottare misure di restrizione dell'utilizzazione. Solo un sito è stato oggetto di una misura di confinamento a causa dell'impossibilità, allo stato attuale della tecnica, di eliminare grandi quantitativi di terra fortemente contaminata da radio e contenente in più inquinanti chimici. Un proprietario ha inoltre rifiutato il risanamento. Le deboli tracce residue di radio ancora presenti in quasi l'80% degli edifici risanati producono in ogni caso dosi di radiazione ben inferiori al livello di riferimento di 1 mSv all'anno. La presenza di inquinamenti misti ha peraltro necessitato l'attuazione di un approccio globale in numerosi cantieri. Dal momento che il principio "chi inquina

paga” ha potuto essere applicato solo per sei beni fondiari appartenenti ancora alle aziende responsabili dell'inquinamento, la Confederazione si è assunta per finire i costi di risanamento in oltre il 96% dei casi.

Secondo il CEPN, le riunioni di pianificazione organizzate dall'UFSP a monte dei risanamenti hanno avuto un ruolo importante e permesso di definire le azioni da intraprendere e le relative tempistiche puntando al contempo alla migliore destinazione possibile delle risorse disponibili. Il centro loda inoltre la documentazione dei risanamenti, che permette la tracciabilità a lungo termine dell'informazione e il miglioramento costante delle pratiche di risanamento. La EBP Schweiz AG menziona dal canto suo l'efficacia e la sostenibilità dei risanamenti, che considera (insieme ai relativi costi) generalmente proporzionati, nonostante importanti differenze a seconda dei casi. L'ampia accettazione dei risanamenti da parte delle persone interessate indica l'elevata qualità elevata della loro realizzazione ed è giudicata estremamente pertinente e mirata anche la procedura di gestione delle contaminazioni miste.

È infine importante sottolineare che gli insegnamenti tratti dal piano d'azione radio saranno utili anche per la gestione di situazioni di esposizione future, in particolare in caso di contaminazione duratura del territorio svizzero a seguito di un incidente radiologico.

6.1.4. Smaltimento dei rifiuti

La strategia di smaltimento dei rifiuti risultanti dai risanamenti utilizza le flessibilità dell'ORaP che, permettendo di eliminare a un costo accettabile grandi quantitativi di rifiuti debolmente contaminati, migliora la situazione radiologica portando al contempo un beneficio alla società. A causa del rischio di incorporazione del radio e di esposizione degli occupanti alla radiazione esterna, è per esempio preferibile smaltire grandi quantitativi di rifiuti contaminati in una discarica di tipo E piuttosto che mantenerli come sono in giardini privati. I rifiuti debolmente contaminati da radio sono stati quindi smaltiti in modo controllato in discariche di tipo E o in impianti di incenerimento, se possibile all'interno dello stesso Cantone in cui erano stati prodotti, assicurandone la tracciabilità e limitando così il numero di siti contaminati.

I Comuni e i Cantoni maggiormente interessati hanno coadiuvato l'UFSP nella ricerca di soluzioni tanto per lo stoccaggio dei rifiuti debolmente contaminati da radio quanto per il loro smaltimento. Va sottolineato che lo smaltimento dei rifiuti inerti (segnatamente della terra) ha rappresentato una sfida sull'arco dell'intero piano d'azione. Le discariche di tipo E hanno in effetti sì il vantaggio di consentire la tracciabilità a lungo termine delle contaminazioni, ma sono relativamente poco numerose nei Cantoni interessati ed è stato quindi difficile trovare esercenti disposti a ritirare questi rifiuti. A ciò si è aggiunta la divisione per quattro del limite di allontanamento del radio fatta nel quadro della revisione dell'ORaP, che ha limitato così i quantitativi di rifiuti inerti che potevano essere smaltiti in discariche di tipo E a partire dal 2018. A rendere più complesso lo smaltimento di questi rifiuti ha contribuito anche la presenza in certi giardini di inquinamenti misti che ha obbligato in più a rispettare i limiti previsti per gli inquinanti chimici dalla legislazione in materia di protezione dell'ambiente.

L'UFSP ha tentato, con misure di cernita, di ridurre al minimo i quantitativi di scorie radioattive alla luce dell'elevato costo di smaltimento. Per finire, i costi legati allo smaltimento di 4650 m³ di rifiuti debolmente contaminati da radio sono stati paragonabili a quelli per lo smaltimento dei 6.6 m³ di scorie radioattive. La presenza di tracce di mercurio nelle terre radioattive ha peraltro ostacolato il loro smaltimento presso il centro federale di raccolta, risultato poco adatto a questo tipo di rifiuti.

6.2. Gestione delle ex discariche con potenziale presenza di rifiuti contaminati da radio

Per la gestione delle ex discariche suscettibili di contenere rifiuti contaminati da radio provenienti dall'industria orologiera l'UFSP ha sviluppato, in collaborazione con l'UFAM, la Suva e i Cantoni interessati, un approccio graduato in funzione del rischio. Trattandosi di ex discariche, l'approccio si è fondato sulla politica nazionale di gestione dei siti inquinanti. Sono state così classificate come bisognose di misure di radioprotezione in caso di apertura (categoria

R-B) 253 ex discariche site nei Cantoni di Berna, Ginevra, Giura, Neuchâtel e Soletta. Nel quadro del piano d'azione nessuna discarica è stata classificata come bisognosa di sorveglianza radiologica a lungo termine (categoria R-C), sottolineando così la natura circoscritta degli inquinamenti da radio presenti nelle ex discariche.

La valutazione della EBP Schweiz AG mette in evidenza la pertinenza del censimento delle ex discariche fatto mediante dati dei catasti cantonali dei siti inquinanti e ricerche storiografiche complementari. La gestione e la sorveglianza a lungo termine delle ex discariche sono concepite in maniera oculata e sostenibile, ma la società rileva che i dati dei catasti cantonali dei siti inquinati, di qualità variabile, non erano sempre sufficienti per localizzare le discariche potenzialmente contaminate da radio.

Dalla pubblicazione del rapporto tecnico nel 2021, diversi sono stati i sondaggi e i progetti di risanamento o di costruzione realizzati in ex discariche di categoria R-B. In due di queste le misure attuate hanno rivelato la presenza di radio. L'UFSP ha fornito supporto tecnico agli studi di ingegneria ambientale incaricati di seguire i lavori in siti inquinati, cui spesso mancano ancora conoscenze in materia di radioprotezione. La nuova guida dell'UFSP menzionata al punto 4.4.3 consente di fissare le modalità di sorveglianza come pure le responsabilità dei diversi attori chiamati a intervenire in modo tale che questi ultimi possano acquistare maggiore autonomia

6.3. Raggiungimento degli obiettivi di protezione

Le misure attuate nell'ambito dei quattro assi d'azione erano mirate alla protezione della salute della popolazione e dei lavoratori, nonché dell'ambiente.

6.3.1. Riduzione del rischio radiologico per la popolazione interessata

Il piano d'azione ha mostrato che il 15% dei beni fondiari sottoposti a misurazione erano rimasti durevolmente contaminati e suscettibili di esporre gli occupanti a dosi di radiazione superiori a 1 mSv all'anno anche un secolo dopo l'utilizzazione di pitture contenenti radio in orologeria. Oggi i vecchi laboratori di laccatura al radio sono in gran parte destinati a scopi abitativi, il che implica lunghi tempi di soggiorno nei locali. Essendo il radio un agente cancerogeno accertato per l'essere umano³², un'esposizione della popolazione a contaminazioni superiori al livello di riferimento di 1 mSv all'anno non è accettabile. Nella sua perizia³³ il CEPN giudica che il livello di riferimento di 1 mSv all'anno costituisca un obiettivo al contempo «ragionevole» e «ambizioso» per le ragioni seguenti:

- Un livello di riferimento vicino a 0 (eliminazione totale della contaminazione) avrebbe comportato un aumento massiccio dei costi di risanamento di gran lunga superiore al budget stanziato, senza un aumento significativo in termini di dose e quindi di rischio.
- D'altra parte, non si può neppure considerare il livello di riferimento di 1 mSv all'anno troppo prudente se lo si compara ai limiti previsti dalla legislazione in materia di protezione dell'ambiente per gli inquinanti chimici³⁴.

I risanamenti condotti nell'ambito del piano d'azione hanno permesso di decontaminare gli edifici e di garantirne l'abilità a lungo termine. Per stimare il miglioramento dosimetrico legato al risanamento degli alloggi sull'insieme del piano d'azione il CEPN ha valutato la riduzione dell'esposizione in termini di dose collettiva, ossia come somma delle dosi individuali risparmiate, che giudica significativa dal punto di vista della radioprotezione in rapporto ai mezzi dispiegati.

Data la loro prossimità alle contaminazioni da radio presenti a livello del suolo, a essere particolarmente esposti, tanto nelle abitazioni quanto nei giardini, erano soprattutto i bambini, cosa che nello scenario più penalizzante faceva di loro i principali soggetti interessati. Ricordiamo che, a parità di esposizione a radiazioni ionizzanti, il rischio di cancro correlato è nettamente più elevato nei bambini che negli adulti. Consideriamo l'esempio di un bambino che

³² [List of Classifications – IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans \(who.int\)](#)

³³ Avis du CEPN sur les aspects de radioprotection du plan d'action radium 2015-2023, 30 septembre 2024

³⁴ Calcolo dei valori di concentrazione e dei valori limite per i materiali solidi, UFAM, 2013

vive dalla nascita su un bene fondiario contaminato da radio. In assenza di interventi di risanamento, il bambino riceverebbe una dose di circa 5 mSv all'anno. Supponendo che il risanamento riduca questa esposizione a meno di 1 mSv all'anno, la dose evitata nei suoi primi vent'anni di vita sarebbe pari a 100 mSv. Questo valore corrisponde a un aumento del rischio di mortalità per cancro nell'arco della vita stimato all'1%^{35/36}. Questa riduzione del rischio è significativa su scala individuale e contribuisce in particolare ad abbassare il rischio di mortalità prematura per cancro.

Non intraprendere alcuna azione avrebbe implicato accettare una ripartizione ineguale delle dosi individuali e dei relativi rischi all'interno della popolazione, che avrebbe toccato sia le generazioni attuali sia quelle future, sollevando questioni di natura etica. Certi occupanti, inoltre, sarebbero stati costretti a vivere in un contesto abitativo che sapevano essere contaminato o sarebbe venuti a conoscenza della presenza di radio nelle loro abitazioni in maniera fortuita. Benché difficili da valutare, l'impatto di tali situazioni sul benessere e sulla salute mentale delle persone direttamente interessate non può essere trascurato³⁷. In effetti, nella maggior parte delle persone costrette a vivere in un sito contaminato, effetti psicologici quali l'ansia dovuta all'incertezza legata all'esposizione si sono rivelati significativi.

6.3.2. Riduzione del rischio radiologico per i lavoratori

Il ricorso a imprese specializzate, dotate di un perito in radioprotezione e autorizzate a svolgere il risanamento dei beni fondiari ha consentito di ridurre al minimo i rischi per i lavoratori. La sorveglianza dosimetrica dei collaboratori intervenuti sui cantieri di decontaminazione ha mostrato che la loro protezione era stata garantita con successo (v. punto 4.3.1). La bonifica dei beni fondiari contaminati da radio presenta inoltre non solo il vantaggio di proteggere gli occupanti, ma anche le maestranze chiamate a intervenire in futuri lavori di ristrutturazione. La protezione dei lavoratori resterà una priorità anche in futuro, data la prevista sorveglianza dosimetrica che si dovrà assicurare al personale coinvolto in futuri lavori di scavo in ex discariche di categoria R-B.

6.3.3. Riduzione della contaminazione nei giardini e nell'ambiente

Per quanto riguarda i giardini, il CEPN ritiene che il criterio operativo di 1000 Bq/kg sia coerente con il livello di riferimento di 1 mSv all'anno. Gli esami diagnostici hanno messo in evidenza la presenza di contaminazioni massicce nei giardini privati (v. punto 4.2.4). Sapendo che l'emivita del radio-226 è di circa 1600 anni, il risanamento ha dunque permesso di ripristinare la qualità dei suoli nelle immediate vicinanze delle aree abitate a beneficio delle generazioni future. In base alle ipotesi ammesse³⁸, la concentrazione di radio potrebbe raggiungere i 10 Bq/kg negli ortaggi (una marcatura non trascurabile, che corrisponde al limite di allontanamento fissato per il radio nell'allegato 3 ORaP), se coltivati in un terreno con una contaminazione di 1000 Bq/kg. Se si ipotizza che il consumo annuo³⁹ di ortaggi coltivati in un orto domestico con una concentrazione di radio di 1000 Bq/kg sia di 20 kg per un adulto e di 5 kg per un bambino, la dose efficace annua derivante dall'ingestione di radio sarebbe inferiore al livello di riferimento di 1 mSv all'anno.

Le misure di radioprotezione applicate sui cantieri di decontaminazione insieme allo smaltimento controllato dei rifiuti hanno infine permesso di evitare la dispersione di inquinamenti da radio nell'ambiente. Contribuirà a questo obiettivo anche il monitoraggio a lungo termine in caso di lavori di scavo nelle ex discariche di categoria R-B.

³⁵ Se si ammette l'esistenza di una relazione lineare tra la dose e il rischio a dosi deboli (modello LNT), estrapolando il rischio si può desumere per i bambini un rischio di decesso per cancro legato all'esposizione alle radiazioni pari al 10% per Sv (v. anche [Rapporto concernente lo stato delle conoscenze sui rischi delle radiazioni ionizzanti a dosi deboli \(admin.ch\)](#))

³⁶ Questa stima è soggetta da una grande incertezza (fattore ± 10).

³⁷ ICRP Task Group 98 Application of the Commission's Recommendations to Exposures Resulting from Contaminated Sites from Past Industrial, Military and Nuclear Activities ([link](#))

³⁸ Il fattore di trasferimento suolo-ortaggi utilizzato è dell'1% secondo la letteratura. I valori del fattore di trasferimento misurati dall'UFSP erano sempre inferiori a questa percentuali. Si noterà tuttavia che questo studio aveva una portata limitata dato il ridotto numero di analisi effettuate sugli ortaggi in laboratorio.

³⁹ Scenario che prende in considerazione una quantità realistica di verdure contaminate.

6.4. Insegnamenti particolari

6.4.1. Comunicazione e coinvolgimento delle parti interessate

Per rispondere al maggiore bisogno di informazione sentito da parte del pubblico all'inizio del piano d'azione, l'UFSP ha organizzato degli incontri con la popolazione e con i media in collaborazione con i Comuni di Bienne e La Chaux-de-Fonds. Ha anche informato attivamente su certi casi specifici, per esempio la scoperta di contaminazioni in un ex asilo nido a Bienne (v. punto 4.2.3). Sono stati inoltre pubblicati dei comunicati stampa specifici in concomitanza con alcune tappe importanti del piano d'azione, quali la pubblicazione delle ricerche storio-grafiche e le decisioni di proroga del Consiglio federale. L'UFSP ha anche aggiornato due volte l'anno lo stato di avanzamento del piano d'azione sul suo sito Internet⁴⁰. Gli insegnamenti tratti da queste attività hanno contribuito all'elaborazione di un piano di comunicazione in caso di eventi radiologici (v. anche Interpellanza Trede 14.3610⁴¹), specie per quelli di interesse pubblico, che è ora concretizzato nell'articolo 196 ORaP.

L'UFSP ha intrapreso azioni mirate anche per sensibilizzare il settore orologiero sulla problematica, elaborando segnatamente una scheda informativa sulla manipolazione di orologi e componenti orologieri contenenti radio⁴². Ha installato in più occasioni degli stand informativi nel quadro di fiere orologiere e tenuto sotto osservazione numerose forniture di materiali per orologeria (lancette, quadranti, pittura luminescente) in circolazione sul mercato.

Inoltre, l'UFSP ha informato regolarmente le autorità comunali e cantonali interessate sullo stato dell'inventario, come pure sui risultati delle ispezioni e dei risanamenti conformemente agli articoli 152 e 153 ORaP. Il gruppo di accompagnamento ha permesso altresì uno scambio regolare con le principali parti interessate. I Cantoni e i Comuni hanno funto da facilitatori nell'attuazione del piano d'azione. Secondo EBP Schweiz AG, l'UFSP ha assunto un ruolo di leader chiaro e forte e la sua collaborazione con le autorità cantonali e comunali ha permesso di raggiungere gli obiettivi stabiliti. La comunicazione verso le autorità e le persone interessate, aggiunge la società, è stata altamente pertinente ed è andata migliorando nel corso del tempo. Secondo il CEPN, l'UFSP ha collaborato attivamente lungo tutto il piano d'azione con le diverse parti interessate e si è mostrato proattivo in materia di comunicazione e di informazione in merito ai rischi legati alla presenza di radio.

6.4.2. Quadro legale in materia di radioprotezione nei siti radiologicamente contaminati

All'inizio del piano d'azione non esistevano disposizioni legali riguardo alla gestione dei siti radiologicamente contaminati in Svizzera. L'UFSP ha approfittato della revisione totale dell'ORaP, entrata in vigore nel 2018, per colmare queste lacune (v. punto 2.2). È peraltro in corso una revisione parziale della LRaP volta a precisare l'applicazione del principio "chi inquina paga" sancito nell'articolo 4 LRaP in diversi settori, in particolare quello dei siti radiologicamente contaminati. In quest'ambito il progetto di revisione mira nello specifico a introdurre una base legale formale per l'assunzione dei costi di risanamento di siti o beni fondiari contaminati, segnatamente da radio, secondo un meccanismo simile a quello della legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) (v. anche Interpellanza Munz 22.3936)⁴³. Nel quadro di una prossima revisione si dovranno poi introdurre nell'ORaP nuove disposizioni conseguenti a queste modifiche di legge (v. punto 7).

6.4.3. Impatto sulle concentrazioni di radon nel contesto abitativo

Il processo di risanamento legato al radio includeva il monitoraggio della concentrazione nell'aria ambiente del radon-222 in quanto nuclide figlio del radio-226. Negli appartamenti risanati si è riusciti ad abbassare fino a dieci volte la concentrazione di radon a seguito della decontaminazione legata al radio, passando da circa 2000 Bq/m³ a un livello inferiore a

⁴⁰ www.bag.admin.ch/siti_radiologicamente_contaminati

⁴¹ [14.3610 | Nuovi casi di contaminazione radioattiva a Bienne. Occorrono procedure di comunicazione chiare per l'informazione della popolazione \(parlament.ch\)](#)

⁴² Manipolazione di orologi e componenti orologieri contenenti radio, UFSP, Scheda informativa V2.1, 21 giugno 2024 ([link](#))

⁴³ [22.3936 | Vernici radioattive. Il principio di causalità non vale per l'industria orologiera? \(parlament.ch\)](#)

200 Bq/m³ nel caso più estremo. Di rimando, il piano d'azione radio contribuisce così anche agli obiettivi della strategia nazionale di protezione contro il radon⁴⁴. Data l'ampio utilizzo di radio fatto in passato in una città come La Chaux-de-Fonds, è probabile che una parte degli inquinamenti da radon negli edifici sia prodotta da contaminazioni residue da radio di origine orologiera presenti nei suoli e nelle canalizzazioni. Tale parte è tuttavia difficilmente quantificabile rispetto al forte potenziale di emanazione di radon che si registra nell'Arco giurasiano.

6.4.4. Aspetti scientifici

L'UFSP ha potuto contare sul supporto scientifico del PSI e dell'IRA per gli aspetti metrologici legati alle misurazioni diagnostiche e per lo smaltimento dei rifiuti, ciò che ha permesso di assicurare la qualità delle procedure sviluppate. Vale la pena menzionare in quest'ambito la pubblicazione scientifica dell'IRA sul modello di dose ambiente equivalente per la contaminazione da radio⁴⁵. Come menzionato al punto 4.2.1, l'UFSP ha pubblicato un articolo scientifico rivisto da pari sulla metodologia applicata per definire i criteri di diagnosi e valutare le dosi efficaci a partire dalle misurazioni effettuate. Si noti che i modelli sono basati su un'ipotesi di completo equilibrio del radio-226 con i suoi nuclidi figli. I risultati delle misurazioni realizzate su campioni contaminati hanno successivamente mostrato che quest'equilibrio non era in generale mai raggiunto⁴⁶, senza tuttavia intaccare sensibilmente la bontà delle procedure di diagnosi utilizzate. Al momento l'UFSP sta inoltre preparando un nuovo articolo sui metodi di gestione dei rifiuti. Il piano d'azione radio ha pure suscitato vivo interesse nella comunità scientifica internazionale. La Commissione internazionale per la protezione radiologica (ICPR)⁴⁷ sta attualmente elaborando un rapporto sui siti contaminati da attività industriali passate che presenta come caso di studio proprio la gestione dei siti radiologicamente contaminati in Svizzera, nell'ambito del quale prevede di ridurre nel lungo periodo le esposizioni della popolazione dovute a questi siti a un livello vicino a 1 mSv all'anno.

7. Misure da adottare al di fuori del piano d'azione

Benché il piano d'azione abbia raggiunto i suoi obiettivi e si sia concluso, certi punti legati alla sua realizzazione rimangono ancora aperti e dovranno essere integrati nelle prestazioni di base dell'UFSP.

7.1. Gestione a lungo termine dei beni fondiari

Seppure si possa ragionevolmente considerare che la maggior parte dei beni fondiari contaminati da radio sia stata identificata e risanata, la futura scoperta di nuovi beni fondiari resta probabile. È inoltre importante assicurare la tracciabilità a lungo termine delle contaminazioni residue. Le misure seguenti risultano dunque necessarie al di là del piano d'azione radio.

7.1.1. Perennità dell'informazione

Nella sua valutazione la EBP Schweiz AG rileva l'importanza di assicurare la tracciabilità a lungo termine dell'inventario dei siti contaminati da radio e in particolare delle contaminazioni residue presenti. Incoraggia dunque l'UFSP a condividere (e aggiornare regolarmente) queste informazioni con le autorità dei Comuni e dei Cantoni interessati. Raccomanda inoltre alle autorità che rilasciano le licenze edilizie di imporre nei permessi misure di radioprotezione in caso di lavori di costruzione nei beni fondiari contenenti tracce residue di radio (che sul momento non rappresentano un rischio per gli occupanti, ma che potrebbero rappresentarlo a

⁴⁴ Piano d'azione radon 2021-2030, UFSP ([link](#))

⁴⁵ Desorgher L., Bochud F., Flury T., Murith C., Baechler S., Bailat C., Model of ambient dose equivalent for radium contamination: Dependence on the geometry of the source, Journal of Environmental Radioactivity, 2018

⁴⁶ Le attività dei nuclidi figli corrispondevano in media al 40% di quelle del radio-226.

⁴⁷ ICRP Task Group 98 Application of the Commission's Recommendations to Exposures Resulting from Contaminated Sites from Past Industrial, Military and Nuclear Activities ([lien](#))

seguito di una loro movimentazione nell'ambito di lavori di ampia portata), così da poter proteggere i lavoratori e smaltire correttamente i rifiuti.

L'UFSP tiene l'inventario dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio come pure i risultati degli esami diagnostici e dei risanamenti. Al fine di assicurare la perennità dell'informazione e permettere al contempo alle autorità comunali e cantonali di avervi accesso, è ora previsto che questo inventario sia integrato nel futuro portale sul radon. Le basi legali necessarie dovranno essere elaborate nel quadro della prossima revisione dell'ORaP. Questa revisione darà anche l'occasione per studiare la possibilità di iscrivere le contaminazioni residue da radio nel Catasto delle restrizioni di diritto pubblico della proprietà (Catasto RDPP)⁴⁸.

7.1.2. Mantenimento delle competenze tecniche

Dovendo eseguire degli esami diagnostici anche in futuro, l'UFSP deve saper padroneggiare le procedure in ottica di lungo periodo e disporre di strumenti di misurazione adeguati che gli permettano al contempo di rilevare eventuali inquinamenti misti. Bisogna inoltre favorire la tesorerizzazione delle competenze tecniche delle imprese di risanamento in modo da poter far ricorso ai loro servizi per futuri lavori di decontaminazione.

7.1.3. Finanziamento a lungo termine

In futuro l'UFSP potrà ancora effettuare esami diagnostici isolati nel quadro delle sue prestazioni di base, senza costi per i proprietari. L'assunzione dei costi di risanamento sarà tuttavia disciplinata nel quadro dell'attuale revisione della LRaP, che prevede di creare le basi legali necessarie all'applicazione del principio "chi inquina paga" ai siti radiologicamente contaminati secondo un meccanismo simile a quello previsto dalla LPAmb (v. punto 6.4.2). Tale meccanismo comporta segnatamente la determinazione di una chiave di ripartizione dei costi tra il perturbatore per comportamento (inquinatore), il perturbatore per situazione (proprietario del sito o del bene fondiario) e la Confederazione. Va tuttavia notato che, contrariamente ai siti contaminati soggetti alla LPAmb, i responsabili delle contaminazioni legate al radio possono essere identificati solo in rarissimi casi. Ad assumersi i costi non coperti dagli inquinatori dovrebbe essere di conseguenza la Confederazione. Il numero di risanamenti futuri è stimato in due all'anno, per un costo di circa 100 000 franchi a carico della Confederazione. Se in futuro si dovesse scoprire un sito contenenti importanti contaminazioni da radio, la Confederazione potrebbe tuttavia incorrere in costi più elevati.

7.2. Gestione a lungo termine delle ex discariche

Poiché la gestione dei siti radiologicamente contaminati si inserisce in un contesto di lungo periodo, le azioni previste a questo livello sono illustrate in dettaglio nei punti seguenti.

7.2.1. Responsabilità e finanziamento

Secondo il rapporto tecnico menzionato al punto 4.4.1, l'aggiornamento regolare dei rispettivi elenchi di ex discariche spetta ai Cantoni interessati (Berna, Ginevra, Giura, Neuchâtel e Solletta). In caso di scoperta di nuovi beni fondiari potenzialmente contaminati l'UFSP informerà i Cantoni affinché possano valutare se le contaminazioni tocchino altre ex discariche ed aggiornare così i relativi elenchi. La nuova guida elaborata dall'UFSP (v. punto 4.4.3) fissa peraltro le modalità e le responsabilità relative all'attuazione concreta delle misure di radioprotezione da adottare in caso di apertura di una discarica classificata in categoria R-B. Incombe in particolare alle autorità cantonali responsabili dei siti inquinati informare gli attori coinvolti della protezione richiesta (autorità di rilascio delle licenze edilizie, capimastri, studi specializzati nel trattamento di siti inquinanti ecc.). Queste disposizioni dovranno essere recepite nel quadro della prossima revisione dell'ORaP. Come indicato ai punti 6.4.2 e 7.1.3, la revisione attuale della LRaP prevede di creare le basi legali necessarie all'applicazione del principio "chi inquina paga" ai siti radiologicamente contaminati. A differenza dei beni fon-

⁴⁸ Catasto delle restrizioni di diritto pubblico della proprietà (Catasto RDPP), Swisstopo ([link](#))

diari, non ci si attende che una discarica debba essere risanata a causa di una contaminazione da radio, per cui l'applicazione del principio "chi inquina paga" concerne innanzitutto il corretto smaltimento dei rifiuti.

7.2.2. Acquisizione e tesorerizzazione delle competenze tecniche

Secondo la guida dell'UFSP, i lavori di scavo di una certa importanza (risanamento secondo l'OSiti o progetto di costruzione) in una discarica classificata come rischio R-B sono soggetti ad autorizzazione da parte dell'UFSP. Lo sviluppo di nuove competenze, segnatamente attraverso la formazione di periti in radioprotezione in seno a imprese specializzate in lavori di scavo in siti inquinati, riveste dunque un'importanza prioritaria. Vanno peraltro create a questo livello delle sinergie tra tutte le imprese chiamate a intervenire su questi cantieri. EBP Schweiz AG raccomanda inoltre all'UFSP e all'UFAM di proseguire la collaborazione reciproca a livello di gestione delle contaminazioni miste.

7.2.3. Monitoraggio della strategia di gestione del radio di origine orologiera

D'intesa con i Cantoni, l'UFSP procederà a un monitoraggio e a una rivalutazione periodica della strategia di gestione del radio di origine orologiera e in particolare del processo di classificazione delle ex discariche sulla base del ritorno di esperienza a lungo termine fornito dai Cantoni⁴⁹. Si tratterà in particolare di valutare la proporzione di discariche classificate in categoria R-B nelle quali è stata effettivamente rilevata la presenza di rifiuti contaminati da radio nel corso di lavori di scavo. Qualora questa proporzione dovesse risultare troppo bassa o troppo alta, i criteri potrebbero essere rispettivamente irrigiditi o allentati e il processo modificato di conseguenza. La frequenza di questo monitoraggio periodico non è definita in questa sede poiché dipenderà dal numero annuo di ex discariche oggetto di lavori: un ritmo quinquennale sembra tuttavia ragionevole. Il processo (comunicazione sistematica dei ritorni di esperienza e rivalutazione da parte dei Cantoni) deve ancora essere definito dall'UFSP in accordo con i Cantoni.

7.2.4. Predisposizione di un sistema di vigilanza sui siti contaminati da radio di origine non orologiera

La metodologia adottata nel quadro del piano d'azione radio per la gestione delle ex discariche si applicava solo al radio di origine orologiera. Si sa tuttavia che oggetti o materiali contenenti radio sono stati largamente impiegati in Svizzera in numerosi altri settori quali la medicina, l'industria o l'esercito⁵⁰. Prima dell'entrata in vigore della legislazione sulla radioprotezione, questi oggetti potevano essere gettati nei rifiuti domestici senza che fossero prese particolari precauzioni oppure in discariche per rifiuti speciali senza che fossero repertoriati. La scoperta nel 2024 di inquinamenti da radio in una ex discarica del Cantone di Friburgo, nel quale la ricerca storiografica condotta nel quadro del piano d'azione radio non aveva indicato l'utilizzazione di radio di origine orologiera, ne è la conferma. Di qui l'importanza di tenere sotto sorveglianza, attraverso un sistema di vigilanza adattato in funzione del rischio, la presenza di radio di origine non orologiera nelle 15 000 ex discariche iscritte nel catasto dei siti inquinanti. Alla luce del debole rischio associato a queste contaminazioni e delle contenute risorse da mobilitare, si prevede di adottare in quest'ambito una gestione caso per caso (sospetto secondo il tipo di discarica oppure in base a informazioni o scoperte), senza intraprendere ricerche storiografiche e controlli sistematici. I controlli della radioattività disposti o previsti all'entrata delle filiere convenzionali di smaltimento dei rifiuti ai sensi dell'ORaP consentiranno poi di affinare l'approccio.

⁴⁹ Punto 5.2 « Rapport technique sur le recensement et gestion des anciennes décharges susceptibles de contenir des déchets contaminés au radium », OFSP, 17 mars 2021 ([link](#))

⁵⁰ Recommandation de la CPR concernant la gestion des héritages radiologiques, gennaio 2003

7.3. Gestione di oggetti, orologi e forniture di materiali per orologeria a base di radio

Sono ancora in circolazione sul mercato numerose forniture di materiali o articoli per orologeria contenenti radio (orologi, lancette, quadranti, kit di pittura luminescente, mobili da orologio ecc.). Nel corso degli esami diagnostici l'UFSP ha inoltre osservato che buona parte degli orologiai utilizzava ancora oggi forniture di materiali contenenti radio per riparare vecchi orologi e manipolava anche pittura a base di radio facente parte di vecchi kit senza disporre di una licenza. A questi si aggiungono i numerosi oggetti rilevati dagli scanner di radioattività installati all'ingresso degli impianti di incenerimento. È dunque necessario, in collaborazione con l'industria orologiera e la Suva, acquisire maggiori conoscenze sull'attuale uso di oggetti contenenti radio in Svizzera e valutare più in dettaglio i rischi sanitari associati al possesso, alla manipolazione, all'utilizzo a fini espositivi, alla circolazione sul mercato e al commercio di tali oggetti. Attraverso nuove disposizioni legali o raccomandazioni si potranno così definire, all'occorrenza, misure adeguate e commisurate al rischio. Questo approccio si iscrive anche nel quadro delle misure dal piano d'azione Radiss 2020–2025, prorogato fino al 2028⁵¹.

7.4. Riflessione sullo smaltimento dei rifiuti

Gli insegnamenti tratti dal piano d'azione hanno mostrato che attualmente non esiste ancora in Svizzera una filiera di smaltimento per grandi quantitativi di rifiuti fortemente contaminati da radio, contenenti inoltre inquinamenti chimici. Secondo l'ORaP, i materiali terrosi contenenti una concentrazione di radio che supera il limite di 10 000 Bq/kg non possono in effetti essere smaltiti in discariche di tipo E, a causa degli inquinamenti chimici, segnatamente da mercurio, nemmeno presso il centro federale di raccolta. Occorre dunque avviare un processo di riflessione che porti a individuare una filiera appropriata per questo tipo di rifiuti e conforme alle esigenze sia della legislazione in materia di radioprotezione che di protezione dell'ambiente. Una volta definito il percorso di smaltimento dei rifiuti, sarà possibile effettuare un risanamento dura-turo dell'ex sito industriale situato nel Cantone di Basilea Campagna (cfr. punto 4.3.4). Inoltre, non si può escludere che in futuro si rilevino contaminazioni simili in altri beni fondiari o in ex discariche.

8. Conclusioni e prospettive

Concepito originariamente per durare cinque anni, il Piano d'azione radio 2015–2023 ha finito per estendersi sull'arco di un decennio, rivelando la portata dell'utilizzazione storica del radio nell'industria orologiera svizzera e l'entità delle contaminazioni residue ivi associate. Le vaste ricerche storiografiche intraprese, insieme all'elevata accettazione delle diagnosi e dei risanamenti da parte di proprietari, hanno permesso di arginare la problematica dei beni fondiari contaminati da radio, garantendone l'abitabilità a lungo termine. È stato inoltre messo a punto un approccio graduato in funzione del rischio per le discariche suscettibili di contenere rifiuti contaminati da radio. Il piano d'azione ha raggiunto in questo modo i suoi obiettivi in termini di protezione sia della salute della popolazione e dei lavoratori che dell'ambiente. Nel piano d'azione si è inoltre privilegiato un approccio orientato al futuro, teso a proteggere le generazioni future dagli inquinamenti da radio, in perfetta armonia con gli indirizzi dello sviluppo sostenibile.

Benché i lavori a livello di beni fondiari siano già in fase ben avanzata, il monitoraggio radiologico delle oltre 250 ex discariche suscettibili di contenere rifiuti contenenti radio di origine orologiera si iscrive in una prospettiva di lungo periodo. In futuro sarà essenziale integrare nella legislazione in materia di radioprotezione disposizioni che permettano l'applicazione del principio "chi inquina paga" anche a questi siti, garantendo al contempo la perennità dell'informazione e consolidando la collaborazione con le parti coinvolte. In dieci anni il presente piano d'azione ha consentito di risolvere un gran numero di situazioni legate a alle contaminazioni da radio del passato e definire un quadro adeguato per gestire le situazioni a venire.

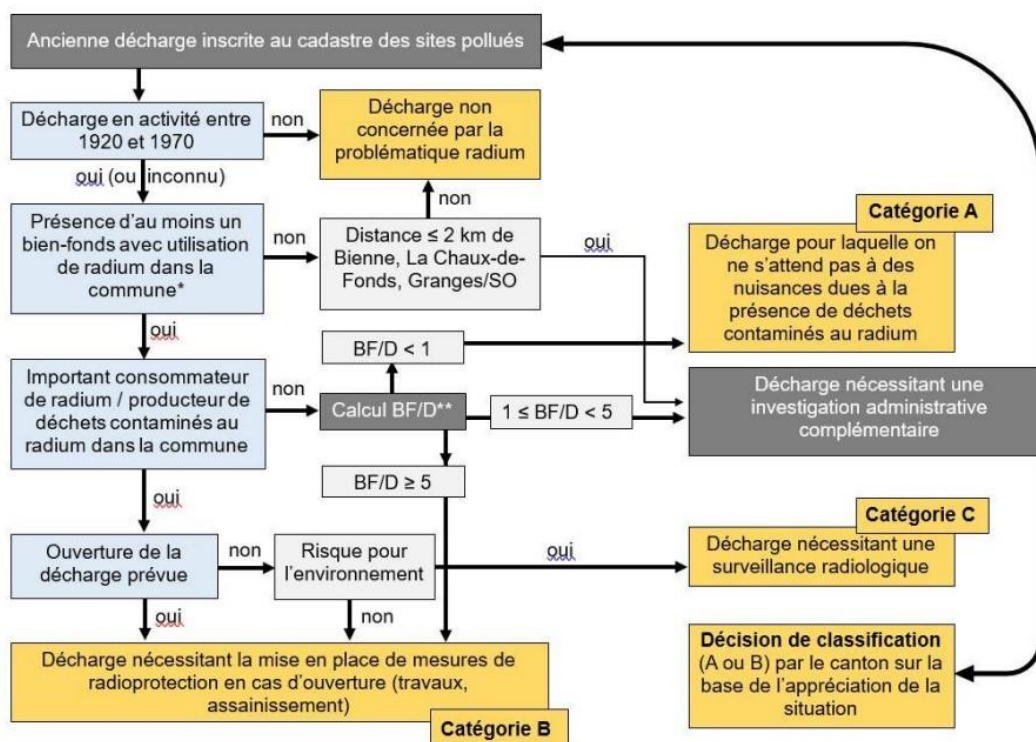
⁵¹ Piano d'azione per il rafforzamento della sicurezza e della protezione radiologiche in Svizzera 2020 – 2025 (Radiss), UFSP ([link](#))

Allegato 1: Inventario dei beni fondiari potenzialmente contaminati da radio (stato al 31.12.2023)

Cantone	Numero di beni fondiari
Cantone di Berna	326
Berna	7
Biel/Bienne	205
Brügg	1
Büren an der Aare	1
Cortébert	1
Erlach	1
Hasle b. Burgdorf	2
Kräiligen	2
La Ferrière	1
La Neuveville	1
Lengnau b. Biel	8
Loveresse	1
Lyss	1
Meinisberg	1
Moutier	4
Nidau	14
Orpund	8
Péry-La Heutte	4
Pieterlen	1
Reconvilier	1
Renan	1
Safnern	4
Saint-Imier	16
Sonceboz	1
Sonvilier	2
Tavannes	15
Tramelan	20
Villeret	2
Cantone di Basilea Campagna	15
Bubendorf	1
Gelterkinden	1
Hölstein	2
Langenbruck	3
Niederdorf	2
Oberdorf	1
Tecknau	1
Waldenburg	3
Ziefen	1
Cantone di Basilea Città	1
Basilea	1
Cantone di Ginevra	38
Bellevue	1
Carouge	1
Chêne-Bougeries	1
Ginevra	34
Petit-Lancy	1
Cantone del Giura	29
Alle	1
Courgenay	2
Delémont	4
Fontenais	3
Le Noirmont	3
Les Bois	1
Les Breuleux	1
Porrentruy	11
Saignelégier	3
Cantone di Lucerna	4
Lucerna	4
Cantone di Neuchâtel	456
La Brévine	1
La Chaux-de-Fonds	360
La Grande Beroche	1
La Sagne	2
Le Locle	26
Les Ponts-de-Martel	1
Neuchâtel	43
Milvignes	3
Val-de-Ruz	2
Val-de-Travers	17

Cantone	Numero di beni fondiari
Cantone di San Gallo	1
Bazenheid	1
Cantone di Sciaffusa	1
Sciaffusa	1
Cantone di Soletta	187
Aedermannsdorf	1
Balsthal	1
Bellach	3
Bettlach	7
Biberist	5
Breitenbach	1
Derendingen	1
Flumenthal	1
Gerlafingen	3
Grenchen	60
Günsberg	3
Herbetswil	1
Holderbank	2
Langendorf	15
Lommiswil	2
Luterbach	1
Matzendorf	1
Mümliswil	2
Oensingen	1
Olten	10
Rechterswil	1
Selzach	1
Soletta	38
Trimbach	1
Welschenrohr	11
Wolfwil	13
Zuchwil	1
Cantone del Ticino	8
Arogno	1
Bissone	1
Isonne	1
Locarno-Solduno	1
Losone	1
Lugano	3
Cantone di Vaud	25
Belmont-sur-Lausanne	1
Losanna	10
Le Chenit	1
Le Sentier	2
L'Orient	1
Pully	1
Rolle	1
Sainte-Croix	1
St-Sulpice	1
Vallorbe	3
Vevey	3
Cantone di Zurigo	9
Küsnacht	1
Weiningen	1
Zurigo	7
Totale	1100

Allegato 2: Processo di classificazione delle ex discariche con potenziale presenza di rifiuti contaminati da radio



* ou dans le groupement de communes utilisant la même décharge

** BF/D = rapport indiquant le nombre de biens-fonds par décharge

Fonte : « Rapport technique sur le recensement et gestion des anciennes décharges susceptibles de contenir des déchets contaminés au radium, OFSP, 17 mars 2021 »