

Elaborato	Livello	Tipo	Sistema / Edificio / Argomento	Rev. 21
SL L 00023 ETQ-55112994	A	LI - Documentazione di licenza	SAR - Studi Ambientali e Radiologici	Data 21/03/2024
Centrale / Impianto:	Saluggia - Licenza di Esercizio e atti autorizzativi connessi			
Titolo Elaborato:	Rapporto annuale sulla radioattività ambientale			
Aggiornamento anno 2023				
<i>Timbri e firme per responsabilità di legge</i> Autorizzato				
DSAL-IMP Vittone V. DSAL-IMP Fassina S. DSAL-IMP Bonavigo L. DSAL-IMP De Simone M. DSAL Frizza F. DSAL Nasca M.				
Incaricato	Collaborazioni	Verifica	Approvazione / Benestare	Autorizzazione all'uso

PROPRIETA'

Nasca M.

LIVELLO DI CATEGORIZZAZIONE

Interno

Livello di categorizzazione: Pubblico, Interno, Controllato, Ristretto

Il presente elaborato è di proprietà di Sogin S.p.A. È fatto divieto a chiunque di procedere, in qualsiasi modo e sotto qualsiasi forma, alla sua riproduzione, anche parziale, ovvero di divulgare a terzi qualsiasi informazione in merito, senza autorizzazione rilasciata per scritto da Sogin S.p.A.



Rev:	Descrizione delle revisioni
21	Aggiornamento anno 2023

Documento ad USO INTERNO

- Le informazioni contenute nel presente documento appartengono a Sogin, sono destinate al personale aziendale, possono essere utilizzate solo per finalità lavorative e non per finalità diverse;
- il documento può circolare in ambito Sogin e, limitatamente a finalità chiaramente definite e approvate, verso soggetti terzi formalmente autorizzati, ma non è destinato alla diffusione ad ulteriori soggetti esterni, a meno di autorizzazione preventiva rilasciata dal Responsabile della Categorizzazione;
- tutto il personale, sia in ambito Sogin sia di eventuali soggetti terzi autorizzati alla ricezione, è tenuto ad adottare ogni precauzione necessaria ad impedirne la divulgazione esterna e a garantirne il trattamento conforme a quanto previsto dalle direttive aziendali in materia di sicurezza e privacy.

INDICE

1	PREMESSA	3
2	SCARICHI EFFETTUATI	3
2.1	Scarichi liquidi.....	4
2.1.1	Campionamento	4
2.1.2	Controlli previsti	4
2.1.3	Formula di scarico	4
2.2	Scarichi aeriformi	4
2.2.1	Campionamento	5
2.2.2	Controlli effettuati.....	6
2.2.3	Formula di scarico	8
3	PRODUZIONE RIFIUTI RADIOATTIVI SOLIDI	9
4	VALUTAZIONE DELLE DOSI ALLA POPOLAZIONE	9
5	LA RETE DI SORVEGLIANZA AMBIENTALE	10
5.1	Campionamento	11
5.1.1	Radiazioni	11
5.1.2	Latte.....	11
5.1.3	Terreno	11
5.1.4	Acqua di falda	11
5.1.5	Acqua potabile	12
5.1.6	Acqua di fiume.....	12
5.1.7	Limo-sedimenti.....	12
5.1.8	Mais	12
5.1.9	Particolato atmosferico	12
5.1.10	Fall out	12

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CATEGORIZZAZIONE	PAGINE
SOGIN SpA	Definitivo	Interno	1/23

Monitoraggio radioattività ambientale Rapporto annuale sulla radioattività ambientale	ELABORATO SL ES 00023 REVISIONE 21
---	--



5.2	Metodi di analisi	13
5.3	Risultati	14
5.3.1	Radiazioni	14
5.3.2	Latte.....	14
5.3.3	Terreno	15
5.3.4	Acqua di falda	15
5.3.5	Acqua potabile	16
5.3.6	Acqua di fiume.....	16
5.3.7	Limo-sedimenti.....	16
5.3.8	Mais	17
5.3.9	Particolato atmosferico	17
5.3.10	Fall out.....	17
6	RIFERIMENTI.....	18



1 PREMESSA

L'impianto pilota EUREX, situato all'interno del sito Sogin di Saluggia, ha effettuato tra il 1970 ed il 1984 attività di ritrattamento su elementi di combustibile provenienti da reattori di ricerca nazionali e da un reattore di potenza canadese. Il ritrattamento di altro combustibile irraggiato nazionale non è stato effettuato, e buona parte di esso è stato trasferito all'estero tra il 1988 ed il 1997.

Dopo il 1987 hanno preso avvio programmi e lavori finalizzati all'allontanamento del materiale nucleare presente nell'impianto, al condizionamento dei rifiuti prodotti ed allo smantellamento finale dell'impianto stesso.

In accordo all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 7 marzo 2003 n° 3267, il 4 agosto 2003 la licenza d'esercizio dell'impianto EUREX, prima gestito da ENEA, è stata trasferita a Sogin.

I programmi sono articolati su tre filoni principali per il raggiungimento dell'obiettivo di denuclearizzazione del Sito:

- caratterizzazione, trattamento e condizionamento dei rifiuti radioattivi, con maggiore priorità a quelli liquidi;
- attività di progettazione e costruzione delle infrastrutture e impianti del decommissioning;
- attività di disattivazione vera e propria dell'impianto EUREX e dei futuri impianti nucleari asserviti al decommissioning.

2 SCARICHI EFFETTUATI

Gli effluenti liquidi "EUREX" da scaricare sono raccolti in due vasche della capacità di 1000 m³ ciascuna (Waste Ponds). Lo scarico viene effettuato al riempimento delle vasche di raccolta, direttamente nel fiume Dora Baltea. Nell'anno 2023 non è stato effettuato nessuno scarico.

Gli effluenti aeriformi sono scaricati all'ambiente attraverso cinque vie: il camino principale dell'impianto EUREX, il camino del parco serbatoi rifiuti radioattivi liquidi nell'Area 800, il camino del Nuovo Parco Serbatoi, il camino del deposito D-2 ed il sistema di estrazione aria dalla cappa dei laboratori di Fisica Sanitaria.

L'autorizzazione agli scarichi degli effluenti liquidi ed aeriformi è rilasciata dall'Esperto di Radioprotezione sulla base dei controlli effettuati e nel rispetto dei limiti delle formule di scarico indicate nelle Prescrizioni Tecniche allegate alla licenza di esercizio dell'impianto ed a vincoli indicati in successivi provvedimenti autorizzativi.

Precisamente, l'autorizzazione allo scarico degli effluenti liquidi è rilasciata sulla base dei risultati delle analisi di laboratorio effettuate su un campione di acqua prelevato dalle vasche di raccolta. Il campionamento avviene in maniera congiunta con ARPA Piemonte che, oltre alle analisi di laboratorio sul campione prelevato, effettua anche ulteriori controlli nel corpo recettivo durante la fase di scarico. I risultati dei controlli dell'ARPA sono riportati nel relativo rapporto sulla radioattività ambientale emesso annualmente.

L'autorizzazione al proseguimento dello scarico degli effluenti aeriformi è rilasciata sia sulla base del monitoraggio continuo dell'aria scaricata dai camini EUREX, D-2 ed NPS, sia sulla



base dei risultati delle analisi di laboratorio effettuate su filtri utilizzati per il campionamento dell'aria immessa nell'ambiente attraverso le vie di scarico.

2.1 SCARICHI LIQUIDI

2.1.1 Campionamento

Il campionamento degli effluenti liquidi da scaricare nel fiume Dora Baltea avviene prelevando, manualmente mediante idoneo attrezzo, un campione di acqua in più punti e a diverse altezze della vasca di raccolta [1].

2.1.2 Controlli previsti

I controlli previsti sul campione di effluente liquido da scaricare da Waste Pond sono le analisi di laboratorio indicate nelle Prescrizioni Tecniche:

- spettrometria gamma
- misura attività alfa e beta totale (conteggio di un'aliquota di campione, depositato su piattello)
- determinazione di ^{90}Sr (separazione mediante resina selettiva e successivo conteggio beta)

In Tabella 1. sono riportate minime concentrazioni rivelabili normalmente riscontrabili mediante le tecniche di analisi e misura sopra elencate.

Determinazione	Minimum Detectable Amount (MDA)
alfa totale	3 Bq/l
beta totale	6 Bq/l
^{137}Cs	0,8 Bq/l
^{134}Cs	0,9 Bq/l
^{90}Sr	0,01 Bq/l

Tabella 1: MDA relative alla determinazione dei radionuclidi principali scarichi liquidi

2.1.3 Formula di scarico

La formula di scarico per effluenti liquidi (per portate del fiume Dora Baltea $\geq 10 \text{ m}^3/\text{s}$) è la seguente:

$$^3\text{H} \cdot 10^{-4} + ^{90}\text{Sr} + ^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs} + A(\beta/\gamma) + A(\alpha) \quad \left\{ \begin{array}{l} \leq 185 \text{ GBq/anno} \\ \leq 92,5 \text{ GBq/13 settimane} \\ \leq 18,5 \text{ GBq/24 ore} \end{array} \right.$$

dove ^3H , ^{90}Sr , ^{134}Cs , ^{137}Cs rappresentano le attività di tali radionuclidi di fatto scaricate; $A(\beta/\gamma)$ rappresenta l'attività totale degli altri radioisotopi β/γ emettitori non esplicitamente indicati nella formula espressi in termini di ^{134}Cs equivalente; $A(\alpha)$ rappresenta l'attività totale dei radioisotopi α emettitori, espressa in termini di ^{239}Pu equivalente.

2.2 SCARICHI AERIFORMI

Come detto, gli effluenti aeriformi vengono espulsi in atmosfera attraverso le vie di scarico:

- camino principale impianto EUREX
- camino edificio 800 (stoccaggio rifiuti radioattivi liquidi)
- camino NPS (Nuovo Parco Serbatoi di stoccaggio rifiuti radioattivi ad elevata attività)
- camino deposito D-2



- camino cappa radiochimica

Per quanto riguarda l'aria espulsa attraverso il camino dell'impianto EUREX, del NPS e del D-2, questa è sottoposta a:

- monitoraggio continuo direttamente sulla via di scarico
- controllo mediante analisi di laboratorio su filtri utilizzati per il campionamento dell'aria stessa

Per quanto riguarda l'aria immessa all'ambiente attraverso le altre due vie di scarico (camino parco serbatoi dell'ed. 800 e cappa radiochimica), i controlli vengono effettuati solamente mediante analisi di laboratorio su filtri utilizzati per il campionamento dell'aria.

I volumi di aria scaricata attraverso i camini dell'impianto sono stimati a partire dalla portata nominale delle pompe e dei ventilatori di estrazione:

- camino principale EUREX: $3,8E+08$ m³ annui espulsi (portata di estrazione: 43000 m³/h)
- camino NPS: $2,6E+07$ m³ annui espulsi (portata di estrazione: 3000 m³/h)
- camino ed. 800: $8,8E+06$ m³ annui espulsi (portata di estrazione: 1000 m³/h)
- camino deposito D-2: $1,2E+08$ m³ annui espulsi (portata di estrazione¹: 14000 m³/h)
- cappa radiochimica: $3,1E+06$ m³ annui espulsi (portata di estrazione: 350 m³/h)

2.2.1 Campionamento

Aria scaricata attraverso il camino dell'impianto EUREX

Il prelievo del campione dell'aria espulsa è eseguito a 18,8 m dall'imbocco dell'aria alla base del camino, ossia a circa 5 diametri dalla deviazione di flusso che l'aria subisce all'immissione nel camino stesso (sonda isocinetica). Il campionamento avviene mediante una pompa, di portata nominale 15 m³/h, di cui è garantita la continuità di funzionamento.

Il campione d'aria attraversa con continuità:

- un rivelatore duale in prossimità di un filtro a nastro di fibra di vetro su cui si deposita il pulviscolo cui è associata l'attività alfa e beta/gamma
- un rivelatore per ⁸⁵Kr all'interno di una camera schermata
- due rivelatori per Iodio all'interno di un contenitore schermato in prossimità di una cartuccia al carbone attivo che "cattura" lo Iodio trasportato dall'aria

I filtri utilizzati per il campionamento dell'aria e che sono sottoposti ad analisi radiochimiche in laboratorio sono dunque:

- il filtro a nastro di fibra di vetro
- la cartuccia di carbone attivo

Aria scaricata attraverso il camino del NPS

Il sistema di campionamento dell'aria espulsa attraverso il camino del Nuovo Parco Serbatoi avviene mediante un circuito pneumatico costituito principalmente da:

- una sonda isocinetica di campionamento, con tre ugelli di prelievo, tubo di Pitot e alloggiamento per sensore di temperatura
- una linea di campionamento termoregolata
- una box elettronica con sensori collegata al processore locale
- un'elettronica per la regolazione della portata

¹ Il valore riportato si riferisce all'ipotesi di funzionamento continuo del sistema di ventilazione alla portata media indicata; il funzionamento reale avviene invece in maniera discontinua e modulata



- una pompa con portata nominale: $2,5 \div 2,8 \text{ m}^3/\text{h}$

L'aria campionata viene immessa nel sistema di rivelazione RAM-31 (monitore a filtro singolo costituito da una testa di misura con rivelatore al silicio ad impiantazione ionica).

Il monitoraggio continuo dell'attività alfa e beta associata al particolato radioattivo raccolto sul filtro, avviene per mezzo di una tecnica spettrometrica.

I filtri di carta utilizzati per il campionamento dell'aria vengono successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio.

Aria scaricata attraverso il camino parco serbatoi dell'ed. 800

Il campionamento avviene con frequenza giornaliera mediante l'utilizzo di filtri di carta posizionati direttamente sulla via di scarico. La pompa di campionamento ha una portata nominale di $6 \text{ m}^3/\text{h}$.

Aria scaricata attraverso il camino del deposito D-2

Il campionamento dell'aria espulsa avviene mediante circuito costituito principalmente da:

- una linea di campionamento
- due pompe di aspirazione, una di riserva all'altra, con ripresa automatica (portata nominale di prelievo 57 litri/minuto, ovvero $3,42 \text{ m}^3/\text{h}$)
- il filtro per il campionamento di tipo a nastro rimovibile
- un rivelatore in continuo, in silicio allo stato solido, affacciato al filtro a nastro con analisi in tempo reale (sistema iCAM)
- una linea di restituzione dell'aria prelevata

Lo spezzone di filtro utilizzato per il campionamento del mese in corso viene sottoposto alle analisi di laboratorio.

Aria scaricata attraverso la cappa radiochimica

Il campionamento avviene con frequenza giornaliera mediante l'utilizzo di filtri di carta posizionati direttamente sul canale di aspirazione. Il campionamento avviene a mezzo di pompa della portata nominale di $10 \text{ m}^3/\text{h}$.

2.2.2 Controlli effettuati

I controlli messi in atto sugli effluenti aeriformi scaricati all'ambiente sono riassunti in Tabella 3. Tenendo conto sia del periodo di riferimento in cui ciascun campione (filtro) è stato prelevato, del rapporto specifico per ciascuna via di scarico tra la portata di estrazione aria e la portata del sistema di campionamento, dell'analisi eseguita, è possibile determinare le minime quantità attribuibili ai parametri in misura con l'utilizzo dei sistemi descritti (campionamento - analisi chimica - misura strumentale), riportate nella Tabella 4.

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 21/03/2024 Pag. 8 di 24 SL L 00023 rev. 21 Autorizzato

Monitoraggio radioattività ambientale	ELABORATO SL ES 00023
Rapporto annuale sulla radioattività ambientale	REVISIONE 21



Camino principale impianto		
Monitoraggio	Analisi di laboratorio	MDA per analisi di laboratorio
- rivelatore particelle α - rivelatore particelle β - rivelatore ^{85}Kr 2 rivelatori ^{131}I	Spettrometria γ filtro a nastro raccolto ogni 15 gg	^{134}Cs : 2E-01 Bq
		^{137}Cs : 2E-01 Bq
	^{90}Sr sui filtri a nastro raccolti per 2 mesi	^{90}Sr : 6E-03 Bq
	Pu sui filtri a nastro raccolti per 2 mesi	^{239}Pu : 9E-05 Bq
	Spettrometria γ (^{129}I) su cartuccia carbone attivo raccolta ogni 6 mesi	^{129}I : 2,37E+00 Bq
Camino NPS		
Monitoraggio	Analisi di laboratorio	MDA per analisi di laboratorio
- rivelatore particelle α - rivelatore particelle β	Attività alfa totale e beta totale filtri misura giornaliera	α tot: 1E-02 Bq
		β tot: 1,4E-02 Bq
	Spettrometria γ insieme filtri raccolti in 1 mese	^{134}Cs : 2E-01 Bq
		^{137}Cs : 2E-01 Bq
	^{90}Sr sui filtri raccolti per 2 mesi	^{90}Sr : 6E-03 Bq
	Pu sui filtri raccolti per 2 mesi	^{239}Pu : 9E-05 Bq
Camino ed. 800		
Analisi di laboratorio		MDA per analisi di laboratorio
Attività alfa totale e beta totale sui filtri misura giornaliera		α tot: 1E-02 Bq
		β tot: 1,4E-02 Bq
Spettrometria γ sull'insieme dei filtri raccolti in 15 gg		^{134}Cs : 2E-01 Bq
		^{137}Cs : 2E-01 Bq
^{90}Sr sui filtri a nastro raccolti per 2 mesi		^{90}Sr : 6E-03 Bq
Pu sui filtri a nastro raccolti per 2 mesi		^{239}Pu : 9E-05 Bq
Camino deposito D-2		
Monitoraggio	Analisi di laboratorio	MDA per analisi di laboratorio
- rivelatore particelle α - rivelatore particelle β	Spettrometria γ filtro a nastro raccolto ogni mese	^{134}Cs : 2E-01 Bq
		^{137}Cs : 2E-01 Bq
	^{90}Sr sui filtri a nastro raccolti per 2 mesi	^{90}Sr : 6E-03 Bq
	Pu sui filtri a nastro raccolti per 2 mesi	^{239}Pu : 9E-05 Bq
Cappa Radiochimica		
Analisi di laboratorio		MDA per analisi di laboratorio
Attività alfa totale e beta totale sui filtri misura giornaliera		α tot: 1E-02 Bq
		β tot: 1,4E-02 Bq

Tabella 3: Controlli effettuati sugli effluenti aeriformi - MDA dei metodi d'analisi di laboratorio

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CATEGORIZZAZIONE	PAGINE
SOGIN SpA	Definitivo	Interno	7/23



Totale delle minime attività misurabili [Bq/anno]						
Determinazione	Totale Sito	Camino EUREX	Camino ed. 800	Camino NPS	Cappa	Camino D-2
^{134}Cs	2,8E+04	1,4E+04	8,1E+02	2,9E+03		1,0E+04
^{137}Cs	2,8E+04	1,4E+04	8,1E+02	2,9E+03		1,0E+04
$\beta / ^{90}\text{Sr}$	6,5E+02	2,3E+02	1,3E+01	9,4E+01		3,2E+02
α / Plutonio	1,8E+01	6,3E+00	3,7E-01	2,6E+00		9,0E+00
^{129}I	1,4E+04	1,4E+04				
Misura α tot giornaliera*	5,1E+03		6,1E+02	4,4E+03	1,3E+02	
Misura β tot giornaliera*	7,2E+03		8,5E+02	6,1E+03	1,8E+02	
Particolati α tot annuali	5,1E+03					
Particolati β tot annuali	5,6E+04					

* I valori in tabella sono calcolati considerando 0,01 Bq/0,014 Bq rispettivamente come valore medio giornaliero

Tabella 4: Controlli effettuati sugli scarichi aeriformi

2.2.3 Formula di scarico

La formula di scarico per effluenti aeriformi è la seguente:

$$Q \begin{cases} \leq 7,4 \cdot 10^5 \text{ GBq/anno} \\ \leq 3,7 \cdot 10^5 \text{ GBq/13 settimane} \\ \leq 7,4 \cdot 10^4 \text{ GBq/24 ore} \end{cases}$$

dove Q rappresenta l'attività dei gas nobili espressa in termini di ^{85}Kr equivalente

$$Q \begin{cases} \leq 0,11 \text{ GBq/anno} \\ \leq 0,05 \text{ GBq/13 settimane} \\ \leq 0,01 \text{ GBq/24 ore} \end{cases}$$

dove Q rappresenta l'attività β / γ del particolato espressa in termini di ^{90}Sr equivalente

$$Q \begin{cases} \leq 18,5 \text{ MBq/anno} \\ \leq 9,25 \text{ MBq/13 settimane} \\ \leq 1,8 \text{ MBq/24 ore} \end{cases}$$

dove Q rappresenta l'attività α del particolato espressa in termini di ^{239}Pu equivalente.

La radioattività totale associata agli scarichi aeriformi effettuati durante l'anno è calcolata sulla base dei risultati del monitoraggio continuo e delle analisi di laboratorio previste dalle Prescrizioni Tecniche.

L'attività di ^3H invece è sempre stata storicamente valutata, indirettamente, mediante la stima dell'evaporazione dell'acqua della piscina di stoccaggio elementi di combustibile, misurando i volumi di acqua utilizzati per il mantenimento del battente idrico. A seguito dello svuotamento della piscina (avvenuto nell'anno 2008), l'attività di ^3H si è posta convenzionalmente uguale a zero.

L'attività del ^{85}Kr , che comunque è sempre stata posta convenzionalmente pari a zero, perché si ipotizzava l'integrità degli elementi di combustibile stoccati in piscina, non è più presa in considerazione, in quanto il combustibile è stato tutto allontanato.

Gli scarichi degli effluenti aeriformi effettuati nel corso dell'anno 2023 sono riportati nella Tabella seguente:



<i>Radionuclide</i>	<i>Attività (kBq)</i>
⁹⁰ Sr	≤3,77E+00
¹³⁴ Cs	≤8,83E+00
¹³⁷ Cs	≤9,91E+00
¹²⁹ I	≤1,86E+01
³ H	-
Plutonio	≤8,35E-01
particolato α	≤6,79E+00
particolato β/ γ	≤3,5E+01
gas nobili (⁸⁵ Kr)	-
% FdS annuale	
particolato α	3,67E-02
particolato β/ γ	3,16E-02

Tabella 5: scarichi aeriformi effettuati dall'impianto EUREX nel corso del 2023

3 PRODUZIONE RIFIUTI RADIOATTIVI SOLIDI

La produzione di rifiuti solidi nel corso dell'anno 2023 presso l'impianto EUREX ha compreso le seguenti tipologie di rifiuto:

- **110 overpack** condizionati in ricezione dal trattamento impianto di Nucleo
 - **92 fusti petroliferi** - nuova produzione- tecnologici derivanti da attività di routine laboratori analitici e attività di impianto
 - **7 fusti petroliferi** - nuova produzione- derivanti da attività di smantellamento SaG UMCP
- 528 fusti petroliferi** inviati a trattamento di supercompattazione e condizionamento presso impianto di Nucleo

4 VALUTAZIONE DELLE DOSI ALLA POPOLAZIONE

Considerato il modestissimo impegno delle formule di scarico, la dose impegnata dal gruppo critico della popolazione dovuta ai rilasci di effluenti aeriformi e liquidi, risulta:

- *liquidi*: nessuno scarico
- *aeriformi*: trascurabile. Il rilascio del 100% della Formula di Scarico comporterebbe una dose all'individuo più esposto inferiore a 0,5 μSv/anno. Le frazioni di formula di scarico corrispondenti agli scarichi EUREX sono risultate pari allo 3,67E-02% ed allo 3,16E-02% rispettivamente per alfa e beta/gamma emettitori

Il calcolo dell'impegno di dose conseguente ai rilasci liquidi verrebbe effettuato sulla base dei valori di dose efficace per unità di rilascio, calcolati con il codice FRAMES/GENII2.0 riportati nel documento SL L 00085 R00 del 6 febbraio 2008.



L'impatto ambientale degli scarichi aeriformi è stato analizzato nel documento SL L 00011 del 1 febbraio 2010 "Valutazione in termini dosimetrici della Formula di Scarico Aeriformi del Sito EUREX con il codice di calcolo FRAMES/GENII2.0".

5 LA RETE DI SORVEGLIANZA AMBIENTALE

Nel 2004 è stata approvata da APAT (lettera prot. 24782 del 16 luglio 2004) la rete di sorveglianza ambientale, rivista rispetto alle precedenti per tenere conto delle modificate condizioni di esercizio dell'impianto EUREX e per migliorare la gestione dei campioni raccolti in funzione della tempistica delle procedure di analisi. La rete di sorveglianza ambientale che è messa in atto a partire dal 1° gennaio 2005 è riportata in Tabella 6.

Con l'occasione della nuova impostazione della rete di sorveglianza ambientale, sono stati rinominati i punti di campionamento, la cui ubicazione è riportata nelle mappe allegate al presente documento.

A seguito del rilevamento della perdita della piscina dell'impianto EUREX, è stato messo in atto, a partire dal 2006, un piano di monitoraggio straordinario dell'acqua di falda, mediante realizzazione di piezometri sia all'interno del Sito EUREX sia all'esterno di questo.

Tale piano ha subito variazioni nel corso degli anni, sulla base dei risultati delle analisi condotte sui campioni di acqua prelevati, e la versione relativa all'anno 2023 è quella riportata in Tabella 7.

I punti di campionamento (piezometri) sono riportati nella Mappa 5.

Matrice	Punti di campionamento	Frequenza di prelievo	Tipo di misura	Frequenza di misura	Radionuclidi da determinare
Radiazioni	R1 – R10	Trimestrale	Lettura TLD	Trimestrale	-
Latte	L	Mensile	Spettrometria γ ^{90}Sr	Mensile Annuale	^{137}Cs ^{129}I ^{90}Sr
Terreno	T1, T2	Semestrale	Spettrometria γ	Semestrale	^{137}Cs
Acqua di falda	SP/D, P2, RP1	Trimestrale	Spettrometria γ Spettrometria α	Semestrale Annuale	^{137}Cs Pu
Acqua potabile	AP	Semestrale	Spettrometria γ Spettrometria α ^{90}Sr	Semestrale Annuale Annuale	^{137}Cs Pu ^{90}Sr
Acqua di fiume	F	Mensile	Spettrometria γ Spettrometria α	Trimestrale Annuale	^{137}Cs Pu
Limo-Sedimenti	S1, S2	Semestrale	Spettrometria γ Spettrometria α	Semestrale Annuale	^{137}Cs Pu
Mais	M	Stagionale	Spettrometria γ ^{90}Sr	Annuale Annuale	^{137}Cs ^{90}Sr
Particolato atmosferico	PA	Continua	Spettrometria γ ^{90}Sr	Semestrale Annuale	^{137}Cs ^{90}Sr
Fall-out	FO	Mensile	Spettrometria γ Spettrometria α ^{90}Sr	Mensile Annuale Annuale	^{137}Cs Pu ^{90}Sr

Monitoraggio radioattività ambientale	ELABORATO SL ES 00023
Rapporto annuale sulla radioattività ambientale	REVISIONE 21



Tabella 6: rete di sorveglianza ambientale dell'impianto EUREX

<i>Identificativo Piezometro</i>	<i>Periodicità prelievi</i>		
	Cs-137	Sr-90	Analisi aggiuntive
SPB	annuale	quadrimestrale	-
SPU/7	-	annuale	-
SPY/8	se necessario	se necessario	-
SPZ/7	se necessario	se necessario	-
E6	-	annuale	-

Tabella 7: piano di monitoraggio straordinario dell'acqua di falda

5.1 CAMPIONAMENTO

5.1.1 Radiazioni

La misura dell'irraggiamento da radiazione γ ambientale nel comprensorio dell'impianto EUREX, viene effettuata mediante dosimetri a termoluminescenza, posti in 10 punti di misura: 4 ubicati in prossimità dell'impianto, gli altri 6 nel raggio di 4 km da esso.

Il tipo di dosimetro è esattamente quello utilizzato per la dosimetria X- γ corpo intero per il personale. I dosimetri sono forniti e letti con frequenza trimestrale dal Servizio Dosimetrico ENEA ION-IRP di Bologna.

Per la rivelazione delle radiazioni γ , è stato utilizzato un set di 40 dosimetri (4 per ciascuna postazione, alloggiati in un contenitore in acciaio diviso in 4 settori, e sostenuto da un paletto anch'esso in acciaio).

5.1.2 Latte

Il prelievo del latte avviene con frequenza mensile, presso la cascina Negro F.lli Franco e Bruno, situata all'interno del comune di Saluggia. Il latte viene prodotto presso la cascina stessa che alimenta le mucche con foraggio raccolto nei terreni circostanti l'impianto. La quantità di latte campionata è pari a 2 litri.

5.1.3 Terreno

I prelievi di terreno vengono effettuati in due punti compresi in un raggio di 4 km dall'impianto EUREX, in zone pianeggianti e lontane da edifici o da alberi ad alto fusto. I due punti di campionamento sono situati uno sulla riva sinistra (T1) e l'altro sulla riva destra (T2) del fiume Dora Baltea.

Per il campionamento del terreno, si utilizza una dima di acciaio inox, di dimensioni 15 x 15 x 5 cm. Il criterio di prelievo adottato, per consentire la rappresentatività del campione, è il seguente: si individua nel punto T1 e T2, una zona di terreno quadrata di circa 1 m di lato. Con la dima posta ai quattro vertici e al centro del quadrato, si prelevano 5 porzioni di terreno, ciascuno di volume pari a quello della dima. Per ciascun punto di campionamento (T1 e T2) si ottiene un campione di circa 3 kg.

5.1.4 Acqua di falda

Secondo il piano di monitoraggio da Prescrizione Tecnica (4.12), l'acqua di falda viene prelevata con frequenza trimestrale da tre pozzi: due (SP/D e P2) all'interno del sito EUREX, ed il terzo (RP1) nelle vicinanze del Sito.

PROPRIETÀ'	STATO	LIVELLO DI CATEGORIZZAZIONE	PAGINE
SOGIN SpA	Definitivo	Interno	11/23



Il campione è costituito dall'insieme dei tre prelievi.

Secondo il piano di monitoraggio straordinario messo in atto a seguito della perdita della piscina, l'acqua di falda è stata prelevata dai piezometri: SP-B, SPU/7, ed E6.

5.1.5 Acqua potabile

L'acqua potabile viene prelevata, due volte all'anno (a giugno e a dicembre), presso l'acquedotto del Monferrato. Il campione semestrale ha un volume di 50 litri.

5.1.6 Acqua di fiume

Il prelievo dell'acqua dal fiume Dora Baltea avviene direttamente raccogliendo il campione in un punto (F) a valle degli scarichi dell'impianto EUREX; la frequenza di campionamento è mensile. Il campione prelevato è unico ed ha un volume di 25 litri.

5.1.7 Limo-sedimenti

Il limo viene prelevato in due punti distinti (S1 e S2) lungo l'argine del fiume Dora Baltea a monte e a valle degli scarichi dell'impianto EUREX. La quantità di campione prelevato in ciascun punto è circa 3 kg.

5.1.8 Mais

Viene prelevato tra il mese di settembre e ottobre, presso la cascina Negro F.lli Franco e Bruno, vicina all'impianto EUREX.

5.1.9 Particolato atmosferico

Il particolato atmosferico è raccolto su filtri di cellulosa con l'ausilio di una pompa a basso volume, tipo Leybold. La stazione di campionamento è posizionata in una capannina sul retro dell'ed. 600/700. Il campionamento è continuo, con sostituzione del filtro una volta al giorno. La portata della pompa di aspirazione è circa $6 \text{ m}^3/\text{h}$, che per le 24 ore comporta un campionamento di circa 144 m^3 .

5.1.10 Fall out

Per la raccolta del fall-out sono state predisposte 3 bacinelle in politene, di diametro tale da ottenere una superficie di campionamento totale di circa $0,5 \text{ m}^2$. I contenitori sono posizionati sopra il tetto dell'edificio 200; la frequenza di prelievo è mensile.



5.2 METODI DI ANALISI

I metodi impiegati per la determinazione dei radionuclidi nelle diverse matrici ambientali sono riportati in Tabella 6.

I radionuclidi γ -emettitori sono misurati mediante spettrometria gamma (γ). L'attenzione è rivolta ai radionuclidi artificiali (^{137}Cs).

La preparazione di alcune matrici liquide (acqua di fiume, acqua potabile e fall-out) per l'esecuzione della spettrometria γ prevede la riduzione di volume mediante evaporazione. La spettrometria γ sull'acqua di falda invece viene effettuata dopo estrazione selettiva per il ^{137}Cs mediante passaggio del campione su resina selettiva.

La spettrometria gamma sul latte viene eseguita sulla matrice tal quale.

La preparazione delle matrici solide (terreno, limo-sedimenti e mais) prevede l'essiccazione in stufa a 100°C , una vagliatura con setaccio da 40 mesh ed una macinazione mediante mulino a pale (terreno e limo) o omogeneizzatore a lame (mais).

Più complessa è la misura di alfa e beta emettitori puri come Pu o ^{90}Sr , nel qual caso i campioni prima di poter essere misurati mediante spettrometria α e conteggio β a basso fondo rispettivamente, devono essere separati con opportuni trattamenti di tipo radiochimico.



5.3 RISULTATI

5.3.1 Radiazioni

I risultati ottenuti dalla lettura trimestrale dei dosimetri posizionati nelle 10 postazioni di controllo sono inferiori al minimo valore rilevabile (0,05 mSv/90gg, valore espresso in termini di $H^*(10)$ equivalente di dose ambientale per radiazioni penetranti. Come risulta dalla documentazione in merito fornita dal Servizio Dosimetrico, tale valore è ottenuto sottraendo alla lettura del dosimetro il fondo medio nazionale pari a 0,1 mSv/45 gg, che corrisponde a 2,2 μ Sv/giorno e quindi a 0,09 μ Sv/h. Inoltre alla lettura del dosimetro viene sottratto un altro contributo di fondo dovuto al periodo di stoccaggio in pozzetto prima dell'utilizzo, in media dell'ordine di 0,03 mSv).

Quindi in realtà, tenendo conto di tali contributi, la dose ambientale registrata nel trimestre in ciascuna delle 10 postazioni risulta circa pari a circa 0,28 mSv / 90 gg, corrispondenti a 143 nSv/h.

All'interno del Sito si è registrata una sola positività nel primo trimestre per la postazione R3 (area waste pond), pari a 0,10 mSv/90 gg. La positività riguarda un solo dosimetro sui quattro presenti nella posizione.

5.3.2 Latte

Su ogni campione mensile è stata effettuata la spettrometria γ , mediante la quale è stato determinato anche il radioisotopo ^{129}I .

Il metodo utilizzato attualmente per la determinazione di ^{129}I presenta un limite di rivelabilità maggiore rispetto al metodo utilizzato in precedenza, che prevedeva la determinazione del radioisotopo sul campione composito annuale.

Questo nuovo metodo tuttavia, approvato in occasione della revisione della rete di sorveglianza ambientale, ha consentito sicuramente di risolvere il problema legato alla conservazione dei campioni mensili di latte per un intero anno, che costituiva una delle criticità nell'esecuzione delle analisi di questa matrice.

In Tabella 8 tuttavia, sono riportati i valori di attività di ^{129}I corrispondenti ad 1/10 dei valori di ^{137}Cs (attribuzione sicuramente cautelativa, rispetto al fattore di scala che si otterrebbe dal rapporto tra le costanti di decadimento dei due radioisotopi).

Sul campione composito annuale è stata effettuata la determinazione di ^{90}Sr .

I risultati delle analisi eseguite sono riportati nella Tabella seguente:

	^{137}Cs (Bq/l)	^{129}I (Bq/l)	^{90}Sr (mBq/l)
Gennaio	$\leq 1,26\text{E-}01$	$\leq 1,26\text{E-}02$	
Febbraio	$\leq 1,23\text{E-}01$	$\leq 1,23\text{E-}02$	
Marzo	$\leq 1,20\text{E-}01$	$\leq 1,20\text{E-}02$	
Aprile	$\leq 1,21\text{E-}01$	$\leq 1,21\text{E-}02$	
Maggio	$\leq 1,23\text{E-}01$	$\leq 1,23\text{E-}02$	
Giugno	$\leq 3,41\text{E-}02$	$\leq 3,41\text{E-}03$	
Luglio	$\leq 1,27\text{E-}01$	$\leq 1,27\text{E-}02$	

Monitoraggio radioattività ambientale	ELABORATO SL ES 00023
Rapporto annuale sulla radioattività ambientale	REVISIONE 21



Agosto	$\leq 3,51E-02$	$\leq 3,51E-03$	
Settembre	$\leq 1,36E-01$	$\leq 1,36E-02$	
Ottobre	$\leq 1,19E-01$	$\leq 1,19E-02$	
Novembre	$\leq 1,19E-01$	$\leq 1,19E-02$	
Dicembre	$\leq 3,44E-01$	$\leq 3,44E-02$	
Media annuale	$\leq 1,27E-01$	$\leq 1,27E-02$	$\leq 1,5E+01$

Tabella 8: concentrazioni di attività nella matrice latte

5.3.3 Terreno

I due campioni semestrali di terreno sono stati sottoposti a spettrometria γ , i cui risultati (espressi in Bq nel campione secco) sono riassunti nella Tabella seguente:

		^{137}Cs (Bq/kg)	M.D.A. ^{137}Cs (Bq/kg)
I semestre	T1	1,20E+01	6,01E-01
	T2	1,22E+01	7,26E-01
II semestre	T1	1,42E+01	1,09E+00
	T2	1,16E+01	1,19E+00
Media annuale	T1	1,31E+01	-
	T2	1,19E+01	-

Tabella 9: risultati della spettrometria gamma sulla matrice terreno

5.3.4 Acqua di falda

Con frequenza semestrale, è stata eseguita la spettrometria gamma sul campione composito dei 3 pozzi (SP/D, P2 e RP1). Sul campione composito annuale (ottenuto dall'insieme dei due campioni semestrali) è stata eseguita invece la spettrometria alfa per la determinazione di Pu. Si riportano in Tabella 10 i risultati delle analisi eseguite:

	^{137}Cs (mBq/l)	^{239}Pu ($\mu\text{Bq/l}$)
I semestre	$\leq 8,28E-02$	
II semestre	$\leq 1,58E-01$	
Media annuale	$\leq 1,20E-01$	

Tabella 10: concentrazioni di attività nella matrice acqua di falda

Sui campioni prelevati dagli altri piezometri realizzati sia all'interno sia all'esterno del Sito EUREX, sono state eseguite, secondo programma, analisi di spettrometria gamma e la determinazione di ^{90}Sr . I risultati sono riportati nella Tabella successiva.

Per maggiori dettagli sui risultati delle analisi condotte e sulla valutazione degli stessi, si rimanda al documento di riferimento [4].

Monitoraggio radioattività ambientale	ELABORATO SL ES 00023
Rapporto annuale sulla radioattività ambientale	REVISIONE 21



Id. piezometro	Data campionamento	⁹⁰ Sr (Bq/l)	M.D.A. ⁹⁰ Sr (Bq/l)	¹³⁷ Cs (Bq/l)
SP/B	06/2/2023	1,07E-02 ± 5,82E-03	1,04E-02	≤4,43E-04
	05/06/2023	1,65E-01 ± 1,39E-02	6,31E-03	-
	09/10/2023	4,88E-02 ± 7,78E-03	7,95E-03	-
SPU/7	06/02/2023	≤ 1,02E-02	-	-
E6	06/2/2023	≤ 1,00E-02	-	-

Tabella 11: risultati analisi straordinarie acqua di falda

5.3.5 Acqua potabile

Sui due campioni semestrali è stata eseguita la spettrometria γ . Sul campione composito annuale sono stati determinati il Pu, e ⁹⁰Sr. I risultati sono riportati nella Tabella seguente:

	¹³⁷ Cs (mBq/l)	⁹⁰ Sr (mBq/l)	²³⁹ Pu (μBq/l)
I semestre	≤ 1,34E+01		
II semestre	≤ 1,38E+01		
Media annuale	≤ 1,36E+01	≤ 6,1E+00	≤ 1,2E+01

Tabella 12: concentrazioni di attività nella matrice acqua potabile

5.3.6 Acqua di fiume

Sui campioni trimestrali (ottenuti dall'unione di tre campioni mensili) è stata eseguita la spettrometria γ . Il campione composito annuale è stato sottoposto a spettrometria alfa per la determinazione del Pu. I risultati sono riportati nella Tabella seguente:

	¹³⁷ Cs (mBq/l)	²³⁹ Pu (μBq/l)	M.D.A. ²³⁹ Pu (μBq/l)
I trimestre	≤ 9,17E+00		
II trimestre	≤ 2,19E+00		
III trimestre	≤ 9,57E+00		
IV trimestre	≤ 9,84E+00		
Media annuale	≤ 7,69E+00	6,3E+00	3,5E+00

Tabella 13: concentrazioni di attività nella matrice acqua di fiume

5.3.7 Limo-sedimenti

I due campioni semestrali di limo sono stati sottoposti a spettrometria gamma. Sul campione composito annuale (ottenuto dall'unione dei due campioni semestrali) è stata eseguita anche la spettrometria alfa per la determinazione del Pu.

I risultati (nel campione secco) sono riassunti nella Tabella seguente:



		^{137}Cs (Bq/kg)	M.D.A. ^{137}Cs (Bq/kg)	^{239}Pu (mBq/kg)
I semestre	S1	8,39E+00	4,58E-01	
	S2	6,21E+00	5,03E-01	
II semestre	S1	1,26E+01	7,11E-01	
	S2	3,53E+00	5,89E-01	
Media annuale	S1	1,05E+01	-	$\leq 6,9\text{E}+00$
	S2	4,87E+00	-	$\leq 6,9\text{E}+00$

Tabella 14: concentrazioni di attività nei limo-sedimenti

5.3.8 Mais

Il campione di mais è stato essiccato in stufa e macinato, prima di essere sottoposto a spettrometria γ . Sulla stessa matrice poi è stato determinato ^{90}Sr (Tabella 15).

^{137}Cs (Bq/kg)	^{90}Sr (mBq/kg)
$\leq 8,45\text{E}-01$	$\leq 3,9\text{E}+01$

Tabella 15: concentrazioni di attività nel mais

5.3.9 Particolato atmosferico

L'insieme dei filtri raccolti in un semestre (circa 100 filtri a semestre, con un volume d'aria campionato di circa 26280 m³ semestrali e 52560 annuali), sono stati prima sottoposti a spettrometria γ . Sull'insieme di tutti i filtri utilizzati per il campionamento durante l'anno è stato determinato lo ^{90}Sr (Tabella 16).

	^{137}Cs ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	^{90}Sr ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)
I semestre	$\leq 5,86\text{E}-01$	
II semestre	$\leq 5,90\text{E}-01$	
Media annuale	$\leq 5,88\text{E}-01$	$\leq 5,3\text{E}-01$

Tabella 16: concentrazioni di attività nel particolato atmosferico

5.3.10 Fall out

Su ciascun campione mensile è stata effettuata la spettrometria γ .

Sul campione composito annuale, ottenuto dall'unione dei campioni mensili, è stata effettuata la spettrometria alfa e la determinazione di ^{90}Sr . I risultati delle analisi sono riassunti nella Tabella seguente:

	^{137}Cs (Bq/m ²)	^{90}Sr (Bq/m ²)	^{239}Pu (Bq/m ²)
Gennaio	$\leq 2,28\text{E}-01$		
Febbraio	$\leq 2,43\text{E}-01$		
Marzo	$\leq 1,32\text{E}+00$		
Aprile	$\leq 1,40\text{E}+00$		
Maggio	$\leq 3,28\text{E}-01$		
Giugno	$\leq 3,12\text{E}-01$		



Luglio	$\leq 1,39\text{E}+00$		
Agosto	$\leq 1,50\text{E}+00$		
Settembre	$\leq 1,29\text{E}+00$		
Ottobre	$\leq 1,29\text{E}+00$		
Novembre	$\leq 1,34\text{E}+00$		
Dicembre	$\leq 1,29\text{E}+00$		
Media annuale	$\leq 9,95\text{E}-01$	$\leq 8,6\text{E}-02$	$\leq 3,0\text{E}-03$

Tabella 17: concentrazioni di attività nella deposizione al suolo (fall-out)

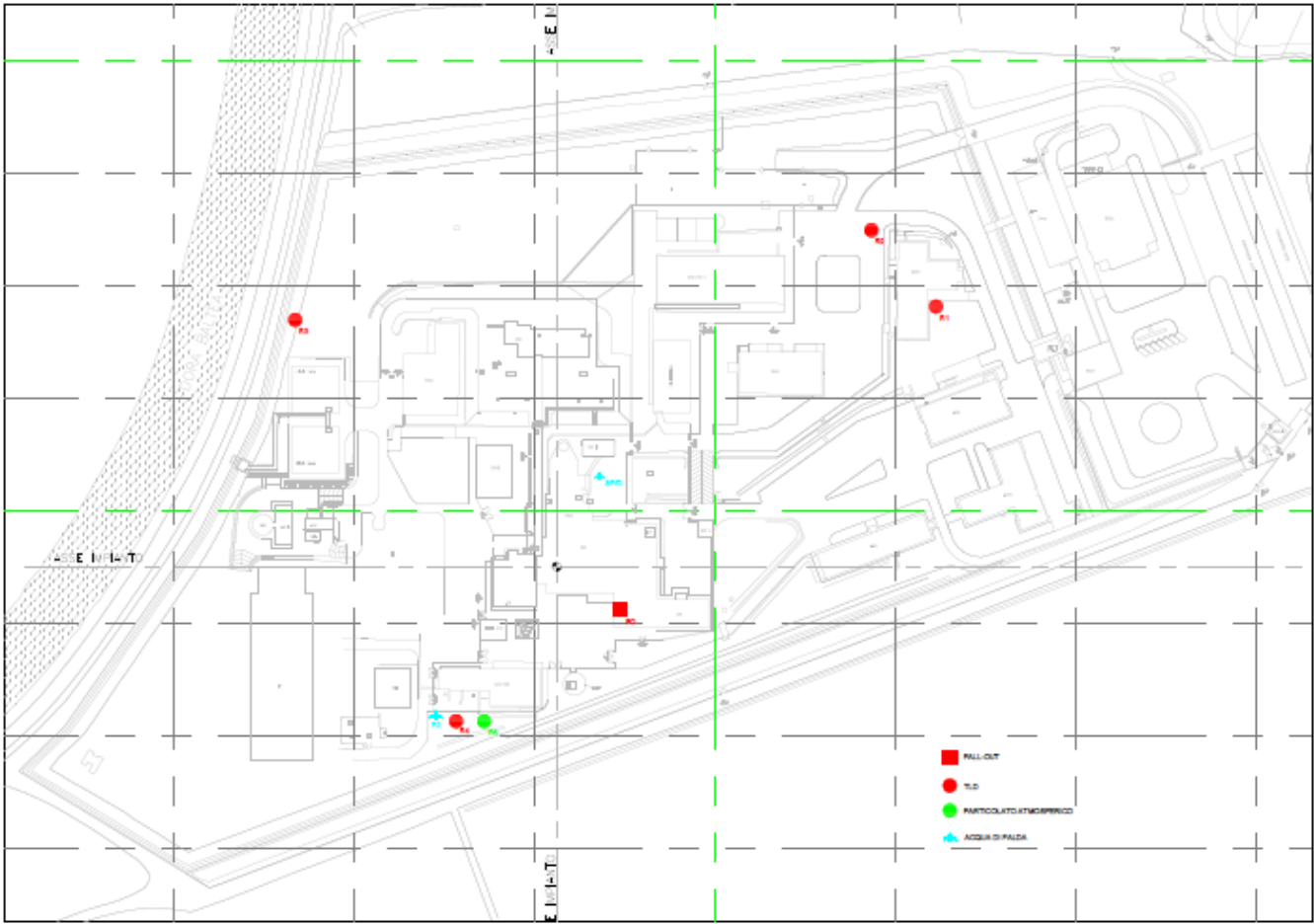
6 RIFERIMENTI

- [1] SL ES 00158 "Modalità Operative per il campionamento Waste Ponds"
- [2] SL L 00010 "Sorveglianza della radioattività ambientale: proposta di nuovo programma"
- [3] SL ES 00006 "Rete di sorveglianza ambientale: identificazione dei punti di campionamento"
- [4] GE RS 00340 "Analisi radiometriche dell'acqua di falda. Risultati e valutazioni – Anno 2023"

Monitoraggio radioattività ambientale	ELABORATO SL ES 00023
Rapporto annuale sulla radioattività ambientale	REVISIONE 20



MAPPA 1



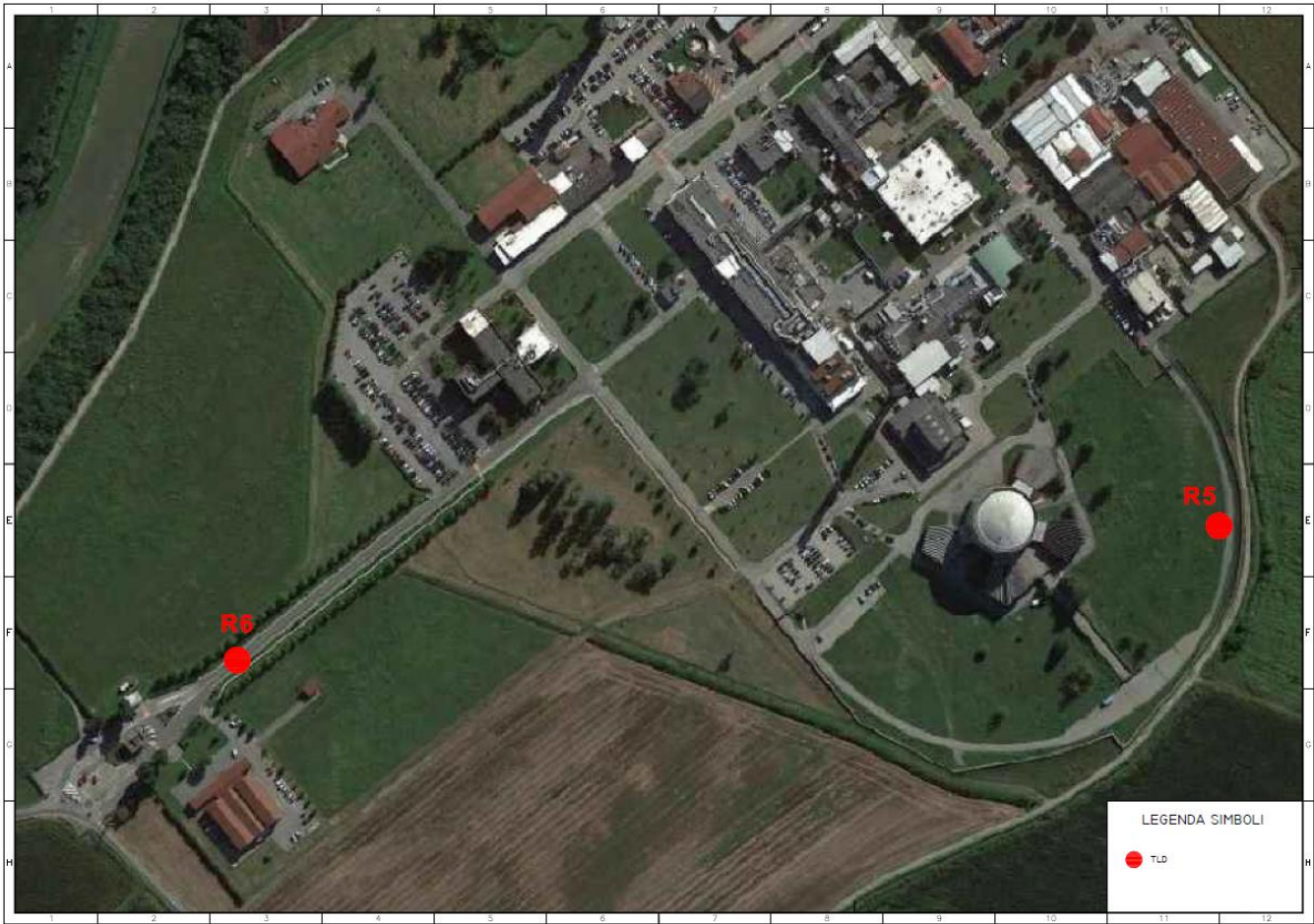
Punti di campionamento fall out, TLD, particolato atmosferico e acqua di falda

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CATEGORIZZAZIONE	PAGINE
SOGIN SpA	Definitivo	Interno	19/23

Monitoraggio radioattività ambientale Rapporto annuale sulla radioattività ambientale	ELABORATO SL ES 00023 REVISIONE 20
---	--



MAPPA 2



Punti di campionamento TLD

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CATEGORIZZAZIONE	PAGINE
SOGIN SpA	Definitivo	Interno	20/23

Monitoraggio radioattività ambientale Rapporto annuale sulla radioattività ambientale	ELABORATO SL ES 00023 REVISIONE 20
---	--



MAPPA 3

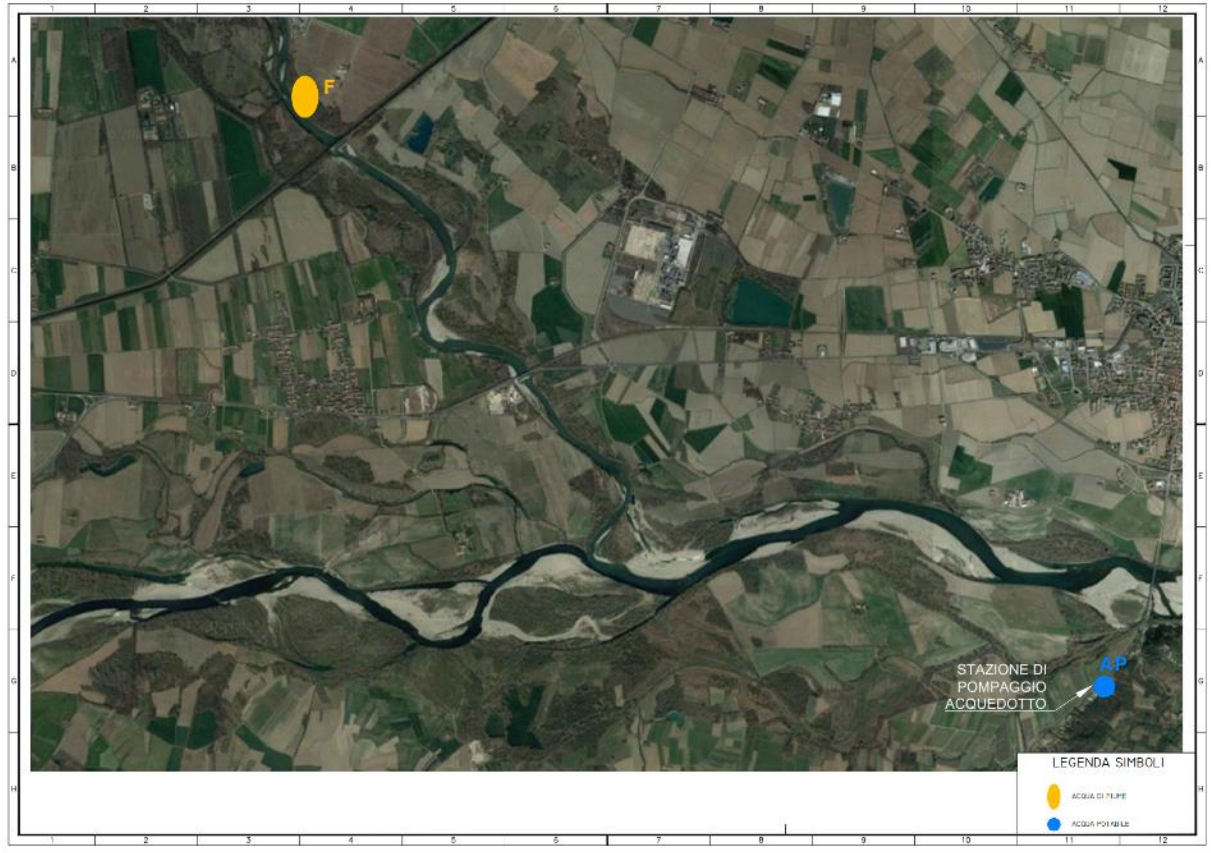


Punti di campionamento TLD, latte, terreno, acqua di falda, limo-sedimenti e mais

Monitoraggio radioattività ambientale	ELABORATO SL ES 00023
Rapporto annuale sulla radioattività ambientale	REVISIONE 20



MAPPA 4

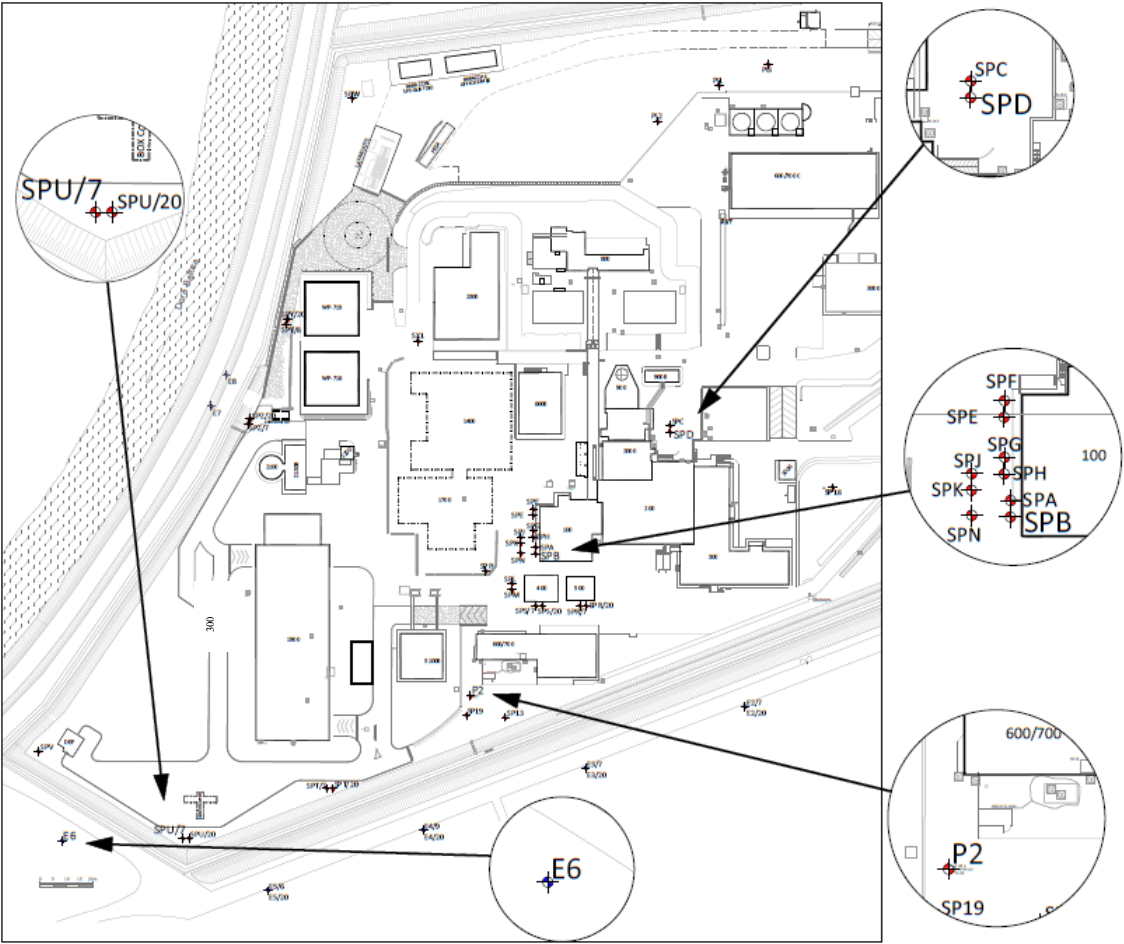


Punti di campionamento acqua di fiume e acqua potabile

Monitoraggio radioattività ambientale	ELABORATO SL ES 00023
Rapporto annuale sulla radioattività ambientale	REVISIONE 20



MAPPA 5



Posizionamento piezometri interni-esterni al Sito EUREX

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CATEGORIZZAZIONE	PAGINE
SOGIN SpA	Definitivo	Interno	23/23